

# Het personaliseren van motivationele strategieën en gamificationstechnieken m.b.v. recommendersystemen

**Jeroen OOGÉ**

Promotor: Prof. dr. K. Verbert  
Co-promotor: Prof. dr. V. Vanden Abeele  
Begeleider en assessor: Dr. ir. R. De Croon  
Assessor: Prof. dr. ir. G. Janssens

Proefschrift ingediend tot het behalen  
van de graad van Master of Science  
in toegepaste informatica (multimedia)

Academiejaar 2018-2019

---

© Copyright by KU Leuven

Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van zowel de promotor(en) als de auteur(s) is overnemen, kopiëren, gebruiken of realiseren van deze uitgave of gedeelten ervan verboden. Voor aanvragen tot of informatie i.v.m. het overnemen en/of gebruik en/of realisatie van gedeelten uit deze publicatie, wend u tot de KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geel Huis, Kasteelpark Arenberg 11 bus 2100, 3001 Leuven (Heverlee), Telefoon +32 16 32 14 01.

Voorafgaande schriftelijke toestemming van de promotor(en) is eveneens vereist voor het aanwenden van de in dit afstudeerwerk beschreven (originele) methoden, producten, schakelingen en programma's voor industrieel of commercieel nut en voor de inzending van deze publicatie ter deelname aan wetenschappelijke prijzen of wedstrijden.

# Voorwoord

De meeste personen die ik wil bedanken, zullen deze tekst waarschijnlijk nooit lezen, maar laat me toch een korte dankbetuiging schrijven. Allereerst bedankt aan Robin voor zijn eeuwig positieve feedback, aan professor Verbert voor het aanbieden van dit interessante onderwerp, en aan professor Vanden Abeele voor haar nuttige tips. Bedankt aan Die Keure voor de hartelijke ontvangst in Brugge en het beschikbaar stellen van het oefeningenmateriaal. Zonder jullie bijdrage was het niet mogelijk geweest om *Wiski* tot zo'n succes te maken. Ook mijn oprechte dank alle leerlingen en leerkrachten die meewerkten aan het onderzoek. Alle feedback was heel inspirerend en de voldoening die ik kreeg bij jullie lovende woorden maakten alle inspanningen waard.

Sorry aan alle andere mensen die ik nu vergeet. Jullie zullen niet in de annalen der geschiedenis belanden, maar jullie hebben wel mijn eeuwige dank.

# Samenvatting

*Gamification* is een techniek die gamedesign-elementen inzet in niet-gamecontexten om gebruikers extra te motiveren of om ze hun gedrag te laten wijzigen. Gedurende de afgelopen twee decennia steeg het aantal *gegamifiede* applicaties exponentieel en werd *gamification* door velen onterecht beschouwd als een speels additief dat zonder meer aan elke toepassing kan worden gekoppeld. De onderzoekswereld roept sinds kort op om het mantra van *one size fits all* te doorbreken, i.e. *gamification* moet aangepast worden aan de specifieke context van een applicatie en de persoonlijke voorkeuren van de eindgebruiker.

Ons onderzoek pikt in op de recentste ontwikkelingen rond *gamification* in het domein van de mens-machine-interactie. Centraal staat de vraag of *gegamifiede* toepassingen gepersonaliseerd kunnen worden met *recommender*technieken om de motivatie van eindgebruikers te verhogen. Daaraan wordt een studie gekoppeld naar verbanden tussen twee welbekende gebruikerstopologiën – het *Five Factor*-persoonlijkheidsmodel (FFM) en het Hexad-gebruikersmodel – en de voorkeur van personen voor specifieke gamedesign-elementen.

Ons onderzoek wordt gekaderd in een online educatieve context; een speciaal ontwikkeld wiskunde-leerplatform *Wiski* fungeert als *proof of concept* om onze onderzoeksvragen te beantwoorden. De resultaten van onze studie met 363 leerlingen uit de tweede graad van het middelbaar onderwijs ASO brengen interessante correlaties tussen de FFM- en Hexadmodellen aan het licht. Onze bevindingen zijn potentieel een nuance in het huidige streven naar personalisatie: een nauwkeurig opgezet gerandomiseerd onderzoek leidde op *Wiski* niet tot significante motivatieverschillen tussen de experimentele groep met gepersonaliseerde *gamification* en de controlegroep zonder personalisatie. We opperen dat *gamification*systemen in sommige contexten of voor specifieke doelgroepen niet noodzakelijk motiverender werken wanneer ze gepersonaliseerd zijn. Een andere mogelijkheid is dat de impact van personalisatie subtiel is en zich pas op langere termijn manifesteert.



# Summary

Gamification is a technique that uses game design element in a non-game context in order to motivate users or influence their behaviour. Over the past two decades, the number of gamified applications increased exponentially as gamification was by many seen as a playful extra layer that can be added to any existing application. Researchers recently argued to stop the mantra of ‘one size fits all’, i.e. gamification should be adapted to the specific context of the application and the personal preferences of the end users.

Our research builds on the most recent developments on gamification in the domain of human-computer interaction. The central research question is whether gamified applications could be personalized with recommender techniques to increase the end users’ motivation. Our study also covers the correlation between two well-known user topologies – the Five Factor Model (FFM) for personality and the Hexad user model – and people’s preference for specific game design elements.

Our research is framed in an online educative context; a specially developed mathematics learning platform *Wiski* functions as a proof of concept to answer our research questions. The results of our study with 363 students from the second grade of secondary school ASO show interesting correlations between the FFM and Hexad models. Our findings are potentially a nuance in the current rush towards personalisation: a carefully thought-out randomized controlled experiment on *Wiski* shows no significant differences in motivation between the experimental group with personalized gamification and the control group without personalization. We propose that personalized gamified systems are not necessarily more motivating in some contexts or for specific user groups. Another possibility is that the impact of personalization is subtle and only manifests itself on the long term.

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literatuurstudie</b>	<b>2</b>
2.1	Spelen versus gamen . . . . .	2
2.1.1	Spelen volgens Huizinga . . . . .	3
2.1.2	Spelen volgens Caillois . . . . .	3
2.1.3	Gamen volgens Crawford . . . . .	5
2.1.4	Gamen volgens Juul . . . . .	6
2.2	Definitie voor gamification . . . . .	8
2.2.1	Gamification en gameful design . . . . .	8
2.2.2	Game-elementen . . . . .	9
2.2.3	Gamedesign-elementen . . . . .	10
2.2.4	Niet-game contexten . . . . .	12
2.2.5	Alternatieve definities voor gamification . . . . .	12
2.3	Doeltreffendheid van gamification . . . . .	13
2.4	Gepersonaliseerde gamification . . . . .	15
2.4.1	Persoonlijkheds- en spelerstypes . . . . .	16
2.5	Open problemen in de literatuur . . . . .	16
<b>3</b>	<b>Methodologie</b>	<b>18</b>
3.1	Online leerplatform . . . . .	18
3.2	Deelnemers en verloop van het experiment . . . . .	19
3.3	Selectie van gamedesign-elementen . . . . .	20
3.4	Randomized controlled experiment . . . . .	20
3.5	Gebruikersprofielen . . . . .	26
3.6	Recommendersysteem . . . . .	27
3.7	Tracking en eindbevraging . . . . .	30
<b>4</b>	<b>Ontwikkeling en evaluatie proof of concept</b>	<b>33</b>
4.1	Ontwikkelingsproces . . . . .	33
4.2	Papieren prototype . . . . .	34
4.3	Digitaal prototype . . . . .	36

4.4	Finaal proof of concept . . . . .	39
4.5	Technische implementatie . . . . .	42
<b>5</b>	<b>Resultaten</b>	<b>45</b>
5.1	Screening van de steekproefdata . . . . .	45
5.2	Verdeling van de steekproefdata . . . . .	47
5.3	Correlaties tussen FFM en Hexad . . . . .	47
5.4	Voorkeur voor gamedesign-elementen . . . . .	49
5.5	Gepersonaliseerde gamification . . . . .	52
5.6	Eindevaluatie . . . . .	53
<b>6</b>	<b>Discussie</b>	<b>54</b>
6.1	Verdeling van de steekproefdata . . . . .	54
6.2	Correlaties tussen FFM en Hexad . . . . .	55
6.3	Voorkeur voor gamedesign-elementen . . . . .	56
6.4	Gepersonaliseerde gamification . . . . .	56
6.5	Beperkingen van het onderzoek . . . . .	57
<b>7</b>	<b>Conclusie</b>	<b>58</b>
7.1	Resultaten voor de onderzoeksvragen . . . . .	58
7.2	Bijdragen aan het mens-machine-interactiedomein . . . . .	59
7.3	Bijdragen aan het educatief domein . . . . .	59
7.4	Mogelijkheden voor toekomstig onderzoek . . . . .	60
<b>A</b>	<b>Vragenlijsten gebruikersprofielen</b>	<b>61</b>
<b>B</b>	<b>Documenten omtrent ethische aspecten</b>	<b>65</b>
<b>C</b>	<b>Details proof of concept</b>	<b>80</b>
	<b>Bibliography</b>	<b>85</b>

# Hoofdstuk 1

## Inleiding

*Gamification* is een techniek die gamedesign-elementen gebruikt om gebruikers in niet-gamecontexten te motiveren of om hun gedrag te wijzigen. De afgelopen twee decennia groeide het aantal *gegamifiede* applicaties enorm sterk in de industrie, denk maar aan toepassingen zoals Duolingo en StackOverflow. *Gamification* wordt ondertussen door velen onterecht beschouwd als een speels additief element dat zonder bijkomstige afwegingen toegevoegd kan worden aan elke toepassing. Bij onderzoekers groeide de laatste jaren het besef dat er afgestapt moet worden van het mantra *one size fits all: gamification* moet aangepast worden aan de specifieke context van een applicatie en de persoonlijke voorkeuren van de eindgebruiker.

Deze thesis pikt in op de nieuwste ontwikkelingen rond *gamification* in het domein van de mens-machine-interactie. De centrale onderzoeksvraag is of *gamification* technieken die gepersonaliseerd worden met *recommendertechnieken* meer motivatie bij eindgebruikers op kunnen roepen. Ons onderzoek spitst zich toe op een online educatieve context met een specifieke doelgroep van leerlingen uit het middelbaar onderwijs. De studie vindt plaats op het leerplatform *Wiski*, dat speciaal voor de thesis werd ontwikkeld. De website bevat acht motivationele strategieën en gamedesign-elementen, die nauwgezet werden geselecteerd en geïmplementeerd op basis van de educatieve context, de literatuur en de doelstellingen van het onderzoek.

Onze bevindingen zijn relevant voor het domein van de mens-machine-interactie, omdat ze gestoeld zijn op de vakliteratuur en bestaande resultaten versterken. Gezien de recente opkomst van commerciële wiskunde-leerplatformen, zoals *i-boost* van Averbode en *Polpo* van Die Keure, lijken onze resultaten ook heel interessant voor de industrie.

# Hoofdstuk 2

## Literatuurstudie

De interesse in gamification is de afgelopen decennia sterk gegroeid; zowel in de academische wereld als in de ondernemerswereld. De snelle evolutie in het onderzoeksdomein leidde echter tot verschillende invullingen van het concept en veroorzaakte verwarring omtrent gamification en gelijkaardige concepten. In dit hoofdstuk definiëren we eerst hoe het concept ‘gamification’ benaderd werd in ons onderzoek. Daarna plaatsen we het fenomeen in een bredere context om de belangrijkste ontwikkelingen in het domein te kaderen en leggen we de link met andere wetenschappelijke domeinen.

### 2.1 Spelen versus gamen

In de aanloop naar een formele definitie voor gamification is het belangrijk een onderscheid te maken tussen ‘spelen’ en ‘gamen’. Gamification zal namelijk verwijzen naar games, die een specifieke subcategorie zijn van spellen. In [46] wordt uitgelegd dat het moeilijk is om het nuanceverschil tussen ‘spelen’ en ‘gamen’ universeel te vatten, aangezien de invulling ervan taalafhankelijk is. In het Frans of Duits wordt bijvoorbeeld helemaal geen onderscheid gemaakt, omdat in die talen alleen respectievelijk de woorden *jeux* en *Spiel* bestaan. Ruwweg bedoelen we in het Nederlands met ‘spelen’ meestal een vrije-vorm activiteit, terwijl ‘gamen’ op regels is gebaseerd. Op basis van die intuïtieve definities is het duidelijk dat geformaliseerde spelvormen beschouwd kunnen worden als games. Met andere woorden: games zijn een deelverzameling van spelvormen [73].

In de loop der jaren zijn verscheidene pogingen gedaan om ‘spel’ en ‘game’ preciezer te definiëren. Er bestaat een uitgebreide filosofische literatuur over het probleem; we verwijzen naar [13, 16, 37, 46, 73, 80]. Het bespreken en vergelijken van definities is behoorlijk gecompliceerd, omdat auteurs kunnen focussen op verschillende aspecten van ‘spelen’ of ‘games’, en omdat dezelfde ideeën op meerdere manieren uitgewerkt kunnen worden. Er bestaat bijvoorbeeld een parallel tussen de noties ‘conflicten’ en ‘doelen’: conflicten impliceren (conflicterende) doelen, en omgekeerd kan het niet halen van doelen leiden tot

een conflict. We zullen in de volgende secties alleen dieper ingaan op de aspecten die belangrijk zijn voor ons onderzoek in het domein van *gameful design* (zie Paragraaf 2.2 voor een bespreking van die term).

### 2.1.1 Spelen volgens Huizinga

Twee klassieke teksten waarnaar vaak wordt gerefereerd zijn Huizinga's *Homo Ludens* [37] en Caillois' antwoord daarop, getiteld *Man, Play and Games* [13]. Huizinga definieert een spel als

... een vrije handeling, die als 'niet gemeend' en buiten het gewone leven staande bewust is, die niettemin den speler geheel in beslag kan nemen, waaraan geen direct materieel belang verbonden is, of nut verworven wordt, die zich binnen een opzettelijk bepaalde tijd en ruimte voltrekt, die naar bepaalde regels ordelijk verloopt, en gemeenschapsverbanden in het leven roept, die zich gaarne met geheim omringen of door vermomming als anders dan de gewone wereld accentueeren.

Het is interessant dat Huizinga in zijn definitie alludeert op wat later de **paradox of play** genoemd wordt in de literatuur [19, 58]: hoewel spelvormen niet serieus of echt zijn, verlopen ze volgens bepaalde opgelegde regels en gaan spelers er volledig in op. De definitie bevat veel belangrijke ideeën en erkent heel wat activiteiten als 'spel'; toneel en poëzie voldoen bijvoorbeeld aan de beschreven karakteristieken. Die algemeenheid is echter ook de grootste zwakte van Huizinga's definitie: ze biedt geen nodige en voldoende voorwaarden voor een spel en laat daarom niet toe een onderscheid te maken tussen 'spel' en 'game' [73]. Aspecten zoals het in beslag nemen van een speler zijn waarschijnlijk wenselijke voorwaarden voor een game, maar ze zijn niet per se nodig om van een game te kunnen spreken. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat een game slecht ontworpen is en daardoor de aandacht van spelers niet volledig kan opeisen, maar het blijft desalniettemin een game.

### 2.1.2 Spelen volgens Caillois

Caillois bouwt voort op het werk van Huizinga en omschrijft een spel als een activiteit die in essentie de volgende eigenschappen bezit (eigen vertaling van de originele Engelstalige definitie in [13]):

1. *Vrij*: spelen is niet verplicht; als het dat wel zou zijn, dan zou het meteen zijn aantrekkingskracht en vreugdevolle kwaliteit van afleiding verliezen;
2. *Afgescheiden*: begrensd in ruimte en tijd, op voorhand gedefinieerd en vastgelegd;
3. *Onzeker*: het verloop noch het bereikte resultaat kan op voorhand achterhaald worden en innovatie blijft in zekere mate onderhevig aan het initiatief van de speler;

4. *Onproductief*: creëert geen goederen, noch weelde, noch nieuwe elementen van eender welke soort; en eindigt, op het uitwisselen van eigendommen tussen spelers na, in een situatie die identiek is aan degene aan het begin van het spel;
5. *Geleid door regels*: onder conventies die gewone wetten opheffen en die op het moment een nieuwe legislatuur vastleggen, die dan alleen van belang is;
6. *Schijn*: vergezeld door een speciaal bewustzijn van een tweede realiteit of door een vrije irrealiteit, tegenover het echte leven.

Het is duidelijk dat alle elementen uit Caillois' definitie overgenomen zijn uit die van Huizinga, op de onzekere afloop van een spel na.<sup>1</sup> Merk op dat de omschrijving van *onproductief* verschilt van Huizinga's "waaraan geen direct materieel belang verbonden is": alleen Caillois' verwoording laat toe gokactiviteiten als spelvorm te identificeren. De beschrijving is opnieuw te algemeen om games te definiëren. Het is mogelijk om situaties te bedenken waarin games niet vrijwillig zijn, onzeker zijn of een zekere schijn inhouden. Zo blijft een game schijnbaar gewoon een game wanneer iemand het speelt vanwege sociale druk, is de winnaar van een schaakpartij tussen een grootmeester en een beginnening waarschijnlijk wel voorspelbaar, en lijkt OXO (tic-tac-toe in de Angelsaksische wereld) geen fantasie-element te bevatten. [73]

De voorgaande definities zijn onvoldoende nauwkeurig om eenduidig vast te kunnen leggen wat games zijn, omdat ze gefocust zijn op het spelen van een game in plaats van op games an sich. Caillois gaat echter de goede richting uit door te stellen dat elke spelvorm gesitueerd kan worden op een continuüm met twee tegengestelde polen: *paidia* en *ludus*. **Paidia** ('spelen') staat voor een eerder vrije, expressieve, improvisatorische, tumultueuze combinatie van gedragingen en betekenissen; **ludus** ('gamen') is een vorm van spelen die gestructureerd is door regels en het competitief streven naar bepaalde doelen. [22] Voorbeelden van *paidia* zijn spontane manifestaties van een natuurlijk spelinstant: katten die zichzelf verstrikken in een bol wol, honden die geïnteresseerd snuffelen aan een onbekend voorwerp, zuigelingen die lachen om het geluid van een ratel . . . Voorbeelden van *ludus* ontstaan vanuit het streven naar het oplossen van een willekeurig probleem: omgaan met een jojo of diablo; schaakpuzzels, wiskundige problemen of kruiswoordraadsels oplossen; anagrammen bedenken . . . [13]

Hoewel 'spelen' en 'gamen' in natuurlijke taal vaak als synoniemen worden gebruikt, bestaat er duidelijk een overgang tussen hun onderliggende concepten *paidia* en *ludus*. Beschouw

---

<sup>1</sup> In [73] worden *vrij* en *schijn* ook als nieuwe ideeën aangeduid, maar dat lijkt ten onrechte. Huizinga schreef in [37] over die respectievelijke elementen "Alle spel is allereerst en bovenal een vrije handeling. Bevolen spel is geen spel meer. Hoogstens kan het de verplichte weergave van een spel zijn. . . . Het is een handeling . . . naar vrijwillig aanvaarde regels . . ." en "Spel is niet het 'gewone' of 'eigenlijke' leven. Het is een uittreden daaruit in een tijdelijke sfeer van activiteit met een eigen strekking. Reeds het kleine kind weet volkomen, dat hij 'maar zoo doet', dat het 'maar voor de grap' is."

bijvoorbeeld twee kleuters die met blokken spelen. Als ze de blokken visueel bestuderen, ze lukraak op elkaar stapelen, ze doorheen de ruimte gooien ... dan is hun vorm van vertier een voorbeeld van *paidia*. De situatie verandert wanneer de kleuters afspreken dat ze individueel een zo hoog mogelijke stabiele blokkentoren moeten proberen bouwen en daar competitief naar streven: hun spel is dan in de richting van *ludus* verschoven. Volgens Caillois hebben manifestaties van zuivere *paidia* in het algemeen geen naam, precies omdat ze geen deel uitmaken van een orde. Pas wanneer conventies, regels of technieken aan de spelvorm worden toegevoegd, ontstaan de eerste benoembare spellen. Daarbij neemt tegelijkertijd het plezier toe dat wordt ervaren bij het oplossen van problemen die uitsluitend daarvoor ontworpen werden. Als persoonlijke voldoening uitgroeit tot het enige doel van een spel, dan belanden we bij pure *ludus*.

### 2.1.3 Gamens volgens Crawford

Een van de eerste expliciete beschrijvingen van games is terug te vinden in het werk van Crawford. In [16] lijst Crawford vier karakteristieken op (eigen vertaling van [73] waar de originele tekst wordt samengevat):

1. *Representatie*. Een game is een gesloten, formeel systeem dat een deel van de realiteit subjectief representeert. Met ‘gesloten’ bedoel ik dat de game volledig is en zelfvoorzienend is als structuur. De modelwereld die door de game wordt gecreëerd is intern compleet; er moet niet gerefereerd worden naar partijen buiten de game. Met ‘formeel’ bedoel ik dat de game alleen expliciete regels heeft. Een game is een verzameling van delen die met elkaar interageren, vaak op complexe wijze. Het is een systeem. Een game creëert een subjectieve en opzettelijk vereenvoudigde representatie van de emotionele realiteit.
2. *Interactie*. Het fascinerendste aspect van de realiteit is niet dat ze is, of zelfs niet dat ze verandert, maar hoé ze verandert, het ingewikkelde web van oorzaak en gevolg waarmee alle dingen met elkaar verbonden zijn. De enige manier om dit web afdoende te representeren is door het publiek elk hoekje en gaatje te laten verkennen, door ze zelf oorzaken te laten genereren en gevolgen te observeren. Games bieden dit interactieve element aan en het is een cruciale factor in hun aantrekkingskracht.
3. *Conflict*. Een derde element dat in alle games terugkomt is conflict. Conflict duikt vanzelf op door interactie in een game. De speler streeft actief een bepaald doel na. Obstakels verhinderen hem om dat doel gemakkelijk te bereiken. Conflict is een intrinsiek element van alle games. Het kan direct of indirect, gewelddadig of niet gewelddadig zijn, maar het is altijd aanwezig in elke game.
4. *Veiligheid*. Conflict impliceert gevaar; gevaar betekent risico op schade; schade is onwenselijk. Een game is daarom een manier om psychologische ervaringen omtrent conflict en gevaar te verschaffen zonder hun fysieke realisaties. Kortweg is een game



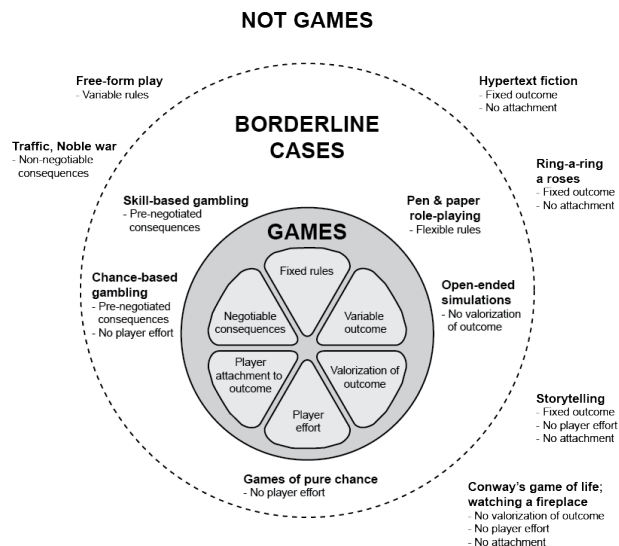
een veilige manier om de realiteit te ervaren. Nauwkeuriger gesteld zijn de resultaten van een game steeds minder hard dan de situaties die de game modelleert.

De eerste eigenschap *representatie* herinnert aan Caillois' *schijn*. Verschillend is dat Crawford het aspect van een alternatieve realiteit direct koppelt aan de regels van een game en dat hij games voor het eerst aanduidt als een systeem. Crawford is ook de eerste in de literatuur die de term *conflict* gebruikt en die linkt aan het gegeven dat games doelen hebben. Ten slotte lijkt *veiligheid* op het idee van Huizinga en Caillois dat games plaatsvinden in een tijd en ruimte die afgescheiden zijn van de realiteit.

### 2.1.4 Gamens volgens Juul

Crawfords vier eigenschappen beschrijven weliswaar games, maar ze vormen nog steeds geen eenduidige definitie. Een praktische, tegenwoordig algemeen aanvaarde [19], definitie voor games is die van Juul. In [46] stelt Juul een model voor met zes voorwaarden, die nodig en voldoende zijn om over een game te kunnen spreken (eigen samenvatting en vertaling):

1. *Regels*. Games zijn formele systemen, die gebaseerd zijn op regels. De regels moeten zodanig helder gedefinieerd worden dat ze geprogrammeerd kunnen worden op een computer en dat spelers het nooit oneens kunnen worden wanneer ze de game spelen.
2. *Variabele, kwantificeerbare uitkomst*. Games hebben variabele, kwantificeerbare uitkomsten. Door de kwantificeerbaarheid kan de uitkomst van een game niet ter discussie staan.
3. *Valorisatie van uitkomsten*. De verschillende potentiële uitkomsten van een game krijgen verschillende waarden toegekend; sommige zijn positief en andere negatief. Positieve uitkomsten zijn meestal moeilijker om te behalen dan negatieve; dat is precies wat games uitdagend maakt.
4. *Inspanning van de speler*. De speler moet inspanningen doen om de uitkomst te beïnvloeden; games zijn met andere woorden uitdagend. Door moeite te moeten doen, wordt de speler meestal gehecht aan de uitkomst, aangezien het investeren van energie in de game de speler (deels) verantwoordelijk maakt voor de uitkomst.
5. *Speler is gehecht aan de uitkomst*. De speler is emotioneel gehecht aan de uitkomst van een game in de zin dat een speler als winnaar 'blij' is met een positieve uitkomst, maar als verliezer 'niet blij' is met een negatieve uitkomst. De emotionele waarde die een speler hecht aan een game is niet alleen afhankelijk van zijn geleverde inspanningen: hij kan ook 'blij' zijn wanneer het spel door puur geluk gewonnen wordt.
6. *Optionele, bespreekbare gevolgen*. Dezelfde game kan als verzameling van regels gespeeld worden met of zonder gevolgen in het echte leven. De feitelijke toekenning



**Figuur 2.1:** Visuele weergave van Juuls model voor games uit [46].

van gevolgen kan besproken worden op basis van de locatie, de persoon en de keer dat de game gespeeld wordt.

Samengevat bekomen we de onderstaande definitie voor een game, die we in de rest van ons onderzoek zullen gebruiken.

**Definitie 1** (Juul [46]). Een **game** is een op regels gebaseerd systeem met een variabele en kwantificeerbare uitkomst, waarbij verschillende uitkomsten verschillende waarden toegekend worden, de speler inspanningen moet doen om de uitkomst te beïnvloeden en emotioneel gehecht is aan de uitkomst, en de gevolgen van de activiteit bespreekbaar zijn.

Merk op dat de bovenstaande definitie geen specifieke media verbindt aan games: zowel virtuele als tastbare varianten zijn mogelijk. Figuur 2.1 toont schematisch de zes componenten in Juul's definitie samen met enkele voorbeelden van activiteiten die geen game zijn en randgevallen die slechts gedeeltelijk voldoen aan de definitie. Kansspelen waarvan de uitkomst zuiver op geluk berust zijn bijvoorbeeld geen game, omdat ze strikt genomen geen inspanning van de speler vergen. Ook simulatiespellen met een open einde, zoals de 'videogame' *The Sims*, kunnen niet echt als game geclassificeerd worden, omdat ze geen expliciet doel hebben.

We zien dat Juul ideeën van drie verschillende niveaus uit voorgaande definities combineert. Op het niveau van de game zelf spreekt Juul net als Crawford over een formeel systeem, maar hij voegt eraan toe dat uitkomsten kunnen variëren en kwantificeerbaar moeten zijn. Op het niveau van de relatie tussen speler en game is Juul explicieter dan zijn voorgangers door het concept 'doelen' op te splitsen in *valorisatie van uitkomsten*, *inspanning van de speler* en *speler is gehecht aan de uitkomst*. Ten slotte raakt Juul het niveau aan van de

relatie tussen het spelen van een game als activiteit en de rest van de wereld: *optionele, bespreekbare gevolgen* omvat Huizenga's en Caillois' omschrijving dat games in ruimte gescheiden zijn van de rest van de wereld. Het is belangrijk om te vermelden dat Juul het niet nodig acht dat games in tijd gescheiden zijn van de realiteit. Hij motiveert die stelling met het voorbeeld van strategische internetgames: aangezien dergelijke games maanden of zelfs jaren kunnen duren, overlappen ze in tijd met het echte leven in de zin dat spelers kunnen nadenken over zetten tijdens dagelijkse activiteiten die niet aan de game gerelateerd zijn.

## 2.2 Definitie voor gamification

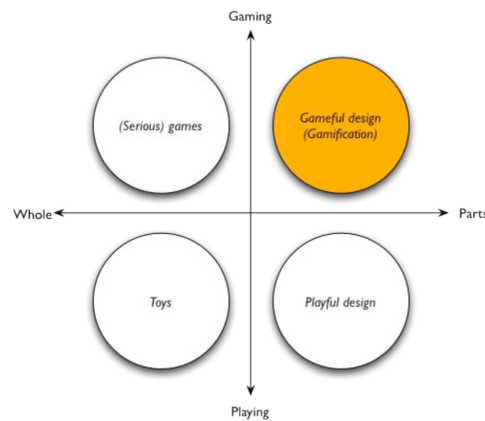
Het ontstaan van 'gamification' als fenomeen en term verliep behoorlijk chaotisch. Rond de jaren 2000 nam de belangstelling voor het gebruik van elementen uit (video)games in niet-game contexten heel sterk toe. Het aantal applicaties dat het concept toepaste groeide exponentieel in verscheidene domeinen zoals productiviteit, financiën, gezondheid, educatie, duurzaamheid, nieuws . . . Al gauw doken vele commerciële bedrijven op die 'gamification' aanboden als *software as a service* (SaaS) [21, 63], bedoeld om bestaande applicaties uit te breiden met een extra laag van belonings- en reputatiesystemen op basis van punten, badges en klasseringen. Door de 'gamification'-ratrace in de digitale-media-industrie is de precieze oorsprong van de term *gamification* omstreden; [59, 82] beweren dat Nick Pelling het woord bedacht in 2002. Het woord geraakte echter pas wijdverspreid na de tweede helft van de jaren 2010 en in de tussentijd waren een heleboel parallelle termen opgedoken om gelijkaardige of identieke noties aan te duiden, bijvoorbeeld *productivity games, surveillance entertainment, funware, playful design, behavioral games, game layer, applied gaming* . . . Toen groeide bij onderzoekers het besef dat er dringend nood was aan een duidelijke definitie voor 'gamification', zodat het domein zich doelgericht verder kon ontwikkelen. In 2011 deden Deterding et al een poging om 'gamification' generisch te definiëren. Hun definitie is uitgegroeid tot de algemene standaard in het academische onderzoek:

**Definitie 2** (Deterding et al [22]). **Gamification** is het gebruik van game-design-elementen in niet-game contexten.

In Paragrafen 2.2.1 tot 2.2.4 gaan we dieper in op de verschillende aspecten van Definitie 2 en in Paragraaf 2.2.5 bespreken we kort enkele kritieken op de definitie.

### 2.2.1 Gamification en gameful design

In Paragraaf 2.1 kondigden we aan dat *gamification* verband houdt met gamen in plaats van spelen. We werkten daarom toe naar Juuls Definitie 1 voor een game, die ruwweg stelt dat games gekarakteriseerd worden door expliciete regels en het streven van spelers naar



**Figuur 2.2:** Situering van de begrippen ‘gameful design’ en ‘gamification’ ten opzichte van de spelen-gamen-as en de volledig-gedeeltelijk-as.

discrete doelen of uitkomsten [22]. We koppelden in Paragraaf 2.1.2 de activiteiten ‘spelen’ en ‘gamen’ respectievelijk aan *paidia* en *ludus*, Caillois’ tegenpolen voor spelvormen. Het is belangrijk om het onderscheid tussen beide concepten gereflecteerd te zien in de gebruikte terminologie. Met **playfulness** en **gamefulness** bedoelen we respectievelijk de ervarings- en gedragskenmerken van spelen (*paidia*) en gamen (*ludus*) [22]. Wanneer we spreken over **gameful design**, duiden we daarmee op ontwerpen met het oog op *gamefulness*, wat typisch gebeurt aan de hand van gamedesign-elementen (zie Paragraaf 2.2.3). Bij **playful design** wordt ontworpen met het oog op *playfulness*. In de praktijk vallen de begrippen *gamification* en *gameful design* vaak samen [22], maar theoretisch gezien zijn ze verschillend, omdat ze een andere intentie hebben: *gamification* is een designstrategie die gamedesign-elementen gebruikt, terwijl *gameful design* een designdoel is dat gericht is op ontwerpen voor *gamefulness*. Figuur 2.2 toont hoe *gameful design* en *playful design* respectievelijk aanleunen bij de gamen- en spelenpool op de spelen-gamen-as.

## 2.2.2 Game-elementen

Definitie 2 impliceert dat *gamified* applicaties geen volwaardige games zijn, maar enkel game-elementen bevatten. Figuur 2.2 illustreert die eigenschap door *gameful design* in de richting van de gedeeltelijk-pool te verschuiven op de volledig-gedeeltelijk-as. De grens tussen games en *gamified* toepassingen is echter vaag en afhankelijk van de context [22]. Beschouw ter illustratie de smartphone-applicatie *Swarm* (het vroegere *Foursquare*), waarbij gebruikers zich op verschillende locaties kunnen ‘inchecken’ om stickers te verdienen en de locatie van hun vrienden kunnen volgen. Aangezien de applicatie op zichzelf geen doel heeft, is de voorwaarde *kwantificeerbare uitkomst* in Definitie 1 niet voldaan en bijgevolg is *Swarm* geen game. De situatie verandert echter wanneer een groep gebruikers intern afspreekt om een welbepaalde stickerverzameling te vervolledigen: die informele regel verandert de *gamified* applicatie in een volwaardige game.

Het voorgaande voorbeeld maakt duidelijk dat game-elementen definiëren niet triviaal is. Game-elementen kunnen niet als entiteit op zichzelf beschouwd worden, omdat ze ook een empirische, sociale, subjectieve of *playfulle* component hebben. In plaats van na te denken welke elementen *gameful* zijn, lijkt het dus beter om te zoeken naar elementen die *gamefulle* interpretaties toelaten of *gamefulle* handelingen losmaken [22].

Deterding et al merken in [22] op dat die probleemstelling omzeild kan worden door game-elementen te behandelen als bouwblokken of eigenschappen die aanwezig zijn bij alle games; met andere woorden: voorwaarden die voldoende maar niet per se noodzakelijk zijn voor games. Ze opperen om game-elementen te omschrijven als volgt:

**Definitie 3** (Deterding et al [22]). **Game-elementen** zijn elementen die karakteristiek zijn voor games, i.e. elementen die te vinden zijn in de meeste (maar niet noodzakelijk alle) games, geassocieerd worden met games, of die een significante rol hebben bij gamen.

Eenzijds leidt een te strenge interpretatie van Definitie 3, waarbij alleen elementen worden geaccepteerd die uitsluitend in games voorkomen, tot een zo goed als lege verzameling. Anderzijds geeft een te vrije interpretatie, waarbij alle elementen van alle games worden aanvaard, aanleiding tot een haast onbegrensde verzameling. [22]

### 2.2.3 Gamedesign-elementen

In het onderzoeksdomein van de mens-machine-interactie worden gamecontrollers al geruime tijd gebruikt als invoermedium in applicaties. *Gamified* systemen zijn dus zeker niet de eerste poging om game-elementen te integreren in andere contexten. Deterding et al spreken in Definitie 2 daarom bewust over **gamedesign-elementen** in plaats van game-elementen.

In de literatuur komen gamedesign-elementen op verschillende abstractieniveaus voor. Tabel 2.1 omschrijft vijf niveaus met enkele concrete voorbeelden. Bijvoorbeeld: gamedesignpatronen en -mechanismen zoals tijdsdruk kunnen op talloze manieren geïmplementeerd worden en zijn daarom abstracter dan designpatronen voor game-interfaces waarvoor wel prototypische implementaties bestaan. In [70] worden *gamification*mechanismen (*gamification mechanics* of *game mechanics*) ook algemeen omschreven als “de beslissingen die ontwerpers – zij die een niet-game context willen *gamifyen* – maken voor het specificeren van de doelen, regels, setting, context, interactietypes (i.e. tegenstanders) en grenzen van de situatie die wordt *gegamified*”. Hoewel *gamification*mechanismen slechts een voorbeeld zijn van gamedesign-elementen, gebruiken auteurs ze vaak als synoniemen [19].

Er bestaat geen exhaustieve lijst van *gamification*mechanismen of gamedesign-elementen in het algemeen [19], maar in de literatuur zijn verscheidene voorstellen te vinden voor generieke classificaties en vaak gebruikte collecties. Hier zijn enkele voorbeelden:

Niveau	Beschrijving	Voorbeelden
Designpatronen voor game-interfaces [18]	Gebruikelijke, succesvolle designcomponenten of -oplossingen voor gekende problemen in een bepaalde context, inclusief prototypische implementaties	Badges, klassemten, levels
Gamedesignpatronen [9] en -mechanismen [83]	Vaak voorkomende delen van gamedesign betreffende <i>gameplay</i>	Tijdsdruk, gelimiteerde middelen, beurten
Gamedesignprincipes en -heuristieken [40]	Evaluatieve richtlijnen om een designprobleem te benaderen of een gegeven designoplossing te analyseren	Voortdurend spelen, duidelijke doelen, verscheidenheid aan gamestijlen
Gamemodellen	Conceptuele modellen voor gamecomponenten of -ervaring	Uitdaging, fantasie, nieuwsgierigheid [30], CEGE [14], <i>game design atoms</i> [10], MDA [38]
Gamedesignmethodes	Praktijken of procedures die specifiek zijn voor gamedesign	<i>Playtesting</i> , <i>playcentric design</i> [30], <i>value conscious design</i> [8]

**Tabel 2.1:** Een overzicht van de gamedesign-elementen op vijf verschillende abstractieniveaus, geïdentificeerd in [22].

1. Mythily en Herger beschrijven in [60] negen *gamification*mechanismen die “gebruikt kunnen worden als bouwblokken en die op strategische wijze gecombineerd kunnen worden om een positieve *engagement loop* in applicaties te realiseren”.
2. Marczewski stelt in [55] een lijst samen van 52 *gamification*mechanismen en gamedesign-elementen, die compatibel zijn met het Hexad-model (zie ??) en die bedoeld zijn om “*gamification*ontwerpen te verbeteren”. De mechanismen en elementen worden ingedeeld in acht categorieën: *General*, *Schedules*, *Socialiser*, *Free Spirit*, *Achiever*, *Philanthropist*, *Disruptor* en *Player*.
3. In [86] verfijnen Tondello et al het werk van Marczewski door significantere associaties te vinden tussen 32 verschillende gamedesign-elementen en de zes spelerstypes van het Hexad-model.
4. In [84] presenteren Tondello et al een classificatie van acht groepen voor gamedesign-elementen, die bekomen werd met een verkennende factoranalyse op basis van zelfgerapporteerde voorkeuren van testpersonen. Hun analyse brengt drie categorieën aan het licht: individuele motivaties (immersie, progressie), externe motivaties (aanpasbaarheid, stimulans, risico/beloning) en sociale motivaties (socialisatie, altruïsme, assistentie).

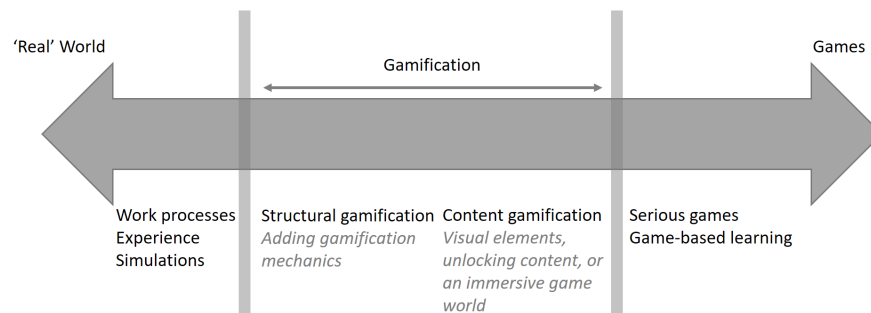
## 2.2.4 Niet-game contexten

Deterding et al binden *gamification* met Definitie 2 niet aan bepaalde contexten, doelen of scenario's, omdat ze daar geen voordelen in zien en omdat ze de algemeenheid van het concept willen bewaren [22]. Alleen het gebruik van gamedesign-elementen als onderdeel van game-ontwerp wordt expliciet uitgesloten; in dat geval gaat het namelijk gewoon over gamedesign. Verder zien ze **meta-games**, i.e. games die zelf *gamified* zijn, niet als een vorm van *gamification*. Een van de aangedragen argumenten is dat er geen empirisch bewijs bestaat dat gebruikers meta-game-elementen anders ervaren dan de elementen van de *gamified* game zelf.

## 2.2.5 Alternatieve definities voor gamification

Hoewel Definitie 2 uitgegroeid is tot de standaarddefinitie voor *gamification* in de academische wereld, blijft ze niet gespaard van kritiek. Werbach schrijft bijvoorbeeld dat de definitie op vele manieren waardevol is, maar dat de concepten ‘gamedesign-elementen’ en ‘niet-game contexten’ beide betwistbaar zijn [90]. Hij pikt daarmee in op een kanttekening die Deterding et al zelf ook maakten: Definitie 3 is een heuristische definitie die veel ruimte laat voor debat over wat ‘karakteristiek’ is voor games [22]. Ter volledigheid geven we Werbachs alternatieve definitie mee:





**Figuur 2.3:** Situering van *gamification* in een continuüm tussen de realiteit en games. [19]

**Definitie 4** (Werbach [90]). **Gamification** is het proces waarbij activiteiten gelijkwaardiger aan games gemaakt worden.

Door *gamification* te definiëren als een proces, kunnen we spreken over activiteiten die meer of minder gelijkaardig zijn aan games, zonder een punt aan te moeten duiden waarop het ontworpen systeem overgaat in *gamification* [90]. Die visie sluit aan bij de manier waarop Figuur 2.3 *gamification* voorstelt als onderdeel van een continuüm tussen de realiteit en games. Werbach verwerpt ook het idee van Deterding et al dat games niet *gamified* kunnen worden: volgens hem opereren meta-games zoals Microsofts Xbox Live en Google Play Games Services op precies dezelfde manier als andere *gamification*systemen [90].

De literatuur bevat nog talloze alternatieve definities voor *gamification*, die meestal stammen uit de ontstaansperiode van het onderzoeksdomein. Onderzoekers en softwareontwerpers gaven toen vaak een eigen invulling aan het concept voor hun eigen specifieke doeleinden. Een vaak geciteerd voorbeeld is de definitie van Huotari en Hamari:

**Definitie 5** (Huotari en Hamari [39]). **Gamification** is een geheel van services dat een kernservice verbetert met een regelgebaseerd servicesysteem dat feedback en interactiemechanismen beschikbaar stelt voor gebruikers met het doel om de algemene waardecreatie van gebruikers te vergemakkelijken en te ondersteunen.

Definitie 5 benadert *gamification* vanuit servicemarketing [39] en is veel algemener dan Definitie 2, omdat een “regelgebaseerd servicesysteem” veel meer omvat dan een game in de zin van Definitie 1.

## 2.3 Doeltreffendheid van gamification

In Paragraaf 2.2 bouwden we een uitgebreid theoretisch kader op voor *gamification*. Nu we de terminologie in het onderzoeksdomein hebben vastgelegd, kunnen we uiteenzetten waarom *gamification* zo'n hoge vlucht nam in de jaren 2000 en de potentiële doeltreffendheid van *gamification* illustreren met empirische resultaten.





**Figuur 2.4:** Google Trends geeft een goede indicatie voor de snelle toename aan interesse in *gamification*. De grafiek geeft de wereldwijde zoekinteresse aan voor *gamification* ten opzichte van de piekpopulariteit, die aangeduid wordt met 100.

Doorheen de geschiedenis zijn spelen, games en game-geïnspireerd design vaak toegepast als techniek om de menselijke toestand te verbeteren [63] en saaie activiteiten aantrekkelijker te maken [23]. Het fenomeen staat gekend als **ludification of culture**: spel- en gamedenken beïnvloedt steeds meer andere domeinen van het alledaagse leven [21]. Een van de voornaamste factoren die de *ludification of culture* in het begin van de 21ste eeuw in de hand werkte, was de opkomst van alomtegenwoordige sensoren en draagbare computertechnologie: smartphones en andere *wearables* leidden tot een ongeziene *tracking*cultuur, die toeliet de realiteit als het ware om te vormen tot een digitale game. *Gamification* leek een perfect geschikte designtechniek om het potentieel van de nieuwe computertechnologie te benutten en zo de gebruikerservaring en -betrokkenheid in verschillende domeinen te bevorderen [63].

Het commercieel-industriële succes van *gamification* trok ongeveer vanaf 2010 de aandacht van de academische wereld. Sindsdien groeide de belangstelling voor het onderzoeksdomein exponentieel, zoals Figuur 2.4 illustreert. De eerste onderzoeksgolf naar *gamification* bestond hoofdzakelijk uit het vastleggen van definities, frameworks en taxonomieën voor *gamification* en gamedesign-elementen; technische papers die systemen, designs en architecturen beschreven; en empirische gebruikersstudies omtrent het effect van *gamified* systemen [63]. Er werd met andere woorden voornamelijk gefocust op de volgende vragen:

- Q1. Wat is *gamification*?
- Q2. Waarom willen we *gamification* gebruiken?
- Q3. Werkt *gamification*?

De eerste vraag Q1. beantwoordden we al in Paragraaf 2.2. Vraag Q2. heeft een algemeen antwoord dat aansluit bij de historische rol van games: de onderliggende aanname bij *gameful* design is dat gebruikers intrinsiek gemotiveerd kunnen worden om hun gedrag te

veranderen door gebruik te maken van kenmerken die games leuk maken [19, 72]. Anders gesteld is het doel van *gamification* om eindgebruikers van een interactief systeem te motiveren en betrokkener te maken met game-elementen en -mechanismen [75].

De hamvraag blijft natuurlijk of *gamification* in de praktijk werkt en of het alle gewenste voordelen met zich meebrengt. Om Q3. te beantwoorden, werd *gamification* toegepast in talloze domeinen zoals onderwijs, online gemeenschappen en sociale netwerken, gezondheid en welzijn, crowdsourcing, duurzaamheid, marketing, toerisme ... De vaak geciteerde papers [75] en [36] geven een uitstekend overzicht van studies uit de beginjaren van *gamification* als academisch onderzoeksdomein. Educatie was de frequentst voorkomende context waarin studies werden uitgevoerd, aansluitend bij de eeuwenoude traditie van **serious games**, i.e. games die erop doelen meer te zijn dan louter entertainment [69]. Het initiële onderzoek maakt duidelijk dat *gamification* veel positieve effecten heeft, maar dat die sterk afhangen van de context die wordt *gegamified* en van de eindgebruikers die de *gegamifiede* applicatie gebruiken [36]. Specifiek voor educatie is *gamification* bijvoorbeeld geschikt om motivatie, plezier en betrokkenheid bij studietaken te verhogen [53], maar tegelijkertijd moet erop gelet worden dat de techniek ook negatieve gevolgen heeft, zoals verhoogde competitiedrang [25, 35] en minder participatie tijdens klasactiviteiten [25].

De vraag of *gamification* werkt is te ongenueanceerd en kent daarom geen eenduidig antwoord. Het testen van *gegamifiede* systemen die verschillende gamedesign-elementen combineren was een goede aanzet om een intuïtief beeld te krijgen van de potentiële waarde van *gamification*, maar de kennis die zo werd opgedaan nam snel af [63]. De centrale vragen in het hedendaagse onderzoeksdomein evolueerden daarom naar:

Q4. Hoe werkt *gamification*?

Q5. Wanneer werkt *gamification* en wanneer niet?

Om toe te werken naar een antwoord op de vragen Q4. en Q5., moeten studies in staat zijn de effecten van verschillende gamedesign-elementen te isoleren [63].

## 2.4 Gepersonaliseerde gamification

In Paragraaf 2.3 observeerden we dat de doeltreffendheid van *gamification* onderhevig is aan contextspecifieke en persoonsgebonden factoren. Het is dus een utopie om te denken dat gamedesign-elementen zomaar als extra laag aan eender welke applicatie toegevoegd kunnen worden en dat eindgebruikers zich daardoor betrokkener voelen bij de applicatie of gemotiveerder zijn om de applicatie vaker te gebruiken. Als antwoord op deze problematiek wordt er de laatste jaren veel onderzoek gedaan naar gepersonaliseerde *gamification*. Daarbij wordt gepoogd om de *gamification*-elementen in een applicatie af te stemmen op de voorkeuren van eindgebruikers. In de literatuur kunnen verschillende voorstellen voor gebruikerstopologieën teruggevonden worden, die proberen een psychologisch profiel of een spelerstype aan personen te binden. Een recenter, alternatief idee is om *recom-*

---

<b>Openness</b>	nieuwe ideeën ontwikkelen, onconventionele waarden hebben en gewillig autoriteit in vraag stellen; nieuwsgierig, creatief en vindingrijk zijn
<b>Conscientiousness</b>	actief plannen, organiseren en taken uitvoeren; zelfgedisciplineerd, doelgericht, georganiseerd en betrouwbaar zijn
<b>Extraversion</b>	nieuwe opportuniteiten en opwinding opzoeken; expressief, ambitieus en extravert zijn
<b>Agreeableness</b>	anderen helpen en in ruil hulp terug verwachten; tolerant, vriendelijk, zorgzaam, behulpzaam, attent en coöperatief zijn
<b>Neuroticism</b>	angstig, nerveus, gevoelig, triest, beschaamd, argwanend en emotioneel onstabiel zijn; moeilijk kunnen omgaan met stress

---

**Tabel 2.2:** Overzicht van de vijf persoonlijkheidsklassen volgens het Five Factor Model met enkele typerende karakteromschrijvingen uit [43, 66].

*menders*systemen in te schakelen die de *gamification*voorkeuren van eindgebruikers kunnen voorspellen. In de volgende secties gaan we dieper in op beide denkpistes.

### 2.4.1 Persoonlijkheids- en spelerstypes

*Gamification*systemen personaliseren is moeilijk, omdat op voorhand niet geweten is welke elementen een bepaalde persoon prefereert. Een mogelijke hypothese is dat de voorkeur van gebruikers afhangt van hun persoonlijkheid. In de psychologie bestaan vele gevestigde modellen omtrent de karaktereigenschappen van mensen. In het domein van de mens-machine-interactie wordt vaak gebruikgemaakt van het **Five Factor Model** (FFM), dat verschillende persoonlijkheden omschrijft op basis van kenmerkende eigenschappen (*personality traits*) [34, 44, 45]. Het model staat ook bekend als de **Big Five**, omdat de taxonomie vijf klassen bevat, die samengevat worden in Tabel 2.2. De categorieën kunnen eenvoudig onthouden worden met het mnemotechnisch hulpmiddel ‘OCEAN’.

De literatuur kent vele achterhaalde gebruikerstopologieën, zoals BrainHex [61, 62] en Bartle’s spelerstypes [5]. Een recent gebruikersmodel dat de laatste jaren sterk onderzocht wordt is het Hexad-model, dat bestaat uit de zes types in Tabel 2.3.

## 2.5 Open problemen in de literatuur

Er bestaat een rijke literatuur rond educatieve technieken en *gamification* in studiecontexten [20], maar combinaties van beide onderwerpen voor leerlingen uit het middelbaar onderwijs lijken onbestaande. De gevestigde literatuur focust meestal op universitaire studenten [4, 15, 27, 32, 65, 86], trekt quasi-willekeurige testpersonen aan via *Amazon Mechanical Turk* [43, 66, 67] of heeft betrekking op een volledig ander toepassingsdomein, zoals

---

<b>Philanthropist</b>	worden gemotiveerd door doelen
<b>Socialiser</b>	worden gemotiveerd door gerelateerdheid
<b>Free spirit</b>	worden gemotiveerd door autonomie
<b>Achiever</b>	worden gemotiveerd door competentie
<b>Player</b>	worden gemotiveerd door externe beloningen
<b>Disruptor</b>	worden gemotiveerd door veroorzaken van verandering

---

**Tabel 2.3:** Overzicht van de zes Hexad-gebruikerstypes [86].

gezondheidszorg [66, 67]. De gevestigde literatuur rond *gamification* is vaak theoretisch van aard [54] en heeft een gebrek aan kennis over het daadwerkelijke effect van gebruikers-types [63]. Voornamelijk empirische resultaten in wiskundige educatieve contexten zijn schaars [3, 4, 24, 63].

**Onderzoeksvraag 1.** Zijn de FFM- en Hexad-profielen gecorreleerd?

**Onderzoeksvraag 2.** Hebben gebruikers met een bepaald FFM- en Hexad-profiel een voorkeur voor specifieke gamedesign-elementen?

**Onderzoeksvraag 3.** Zijn personen die een *gamificationsysteem* gebruiken gemotiveerder wanneer de *gamification* gepersonaliseerd wordt met een *recommendersysteem*?

# Hoofdstuk 3

## Methodologie

De onderzoeksvragen 1 tot 3 worden in onze studie gekaderd binnen de context van online educatie en ondersteunend digitaal onderwijsmateriaal, wat aansluit bij de rijke traditie van *gamification* voor educatieve doeleinden. Onderzoek naar gepersonaliseerde *gamification* is erg relevant in dat domein omwille van de alomtegenwoordige vraag naar individuele, flexibele leermiddelen. Dit hoofdstuk beschrijft gedetailleerd de opzet en het verloop van ons onderzoek.

### 3.1 Online leerplatform

Het volledige onderzoek vond plaats op een online wiskunde-leerplatform *Wiski* ([wiski.be](http://wiski.be)) dat speciaal voor onze studie werd gebouwd. Gebruikers kunnen er op een ludieke manier de wiskundeleerstof inoefenen van het middelbaar onderwijs, in het bijzonder die van de tweede en derde graad ASO. Op de website zijn verscheidene motivationele strategieën en gamedesign-elementen geïmplementeerd, die worden besproken in Paragraaf 3.3.

*Wiski* bevat 2184 kwalitatieve meerkeuze-oefeningen, die op vraag van de auteur werden aangeleverd door uitgeverij Die Keure, maker van de populaire wiskundehandboeken *Van Basis Tot Limiet*. De oefeningen zijn afkomstig van Die Keures betalende platform Polpo ([polpo.be](http://polpo.be)) en zijn conform met de leerplannen wiskunde voor leerlingen uit de tweede en derde graad van het Nederlandstalige middelbaar onderwijs ASO. Ze komen met andere woorden inhoudelijk overeen met het studiemateriaal dat scholen gebruiken. Uitgeverij Die Keure stelde de digitale inhoud zonder bindende voorwaarden ter beschikking en was verder niet betrokken bij het onderzoek of de verwerking van de resultaten.

Personen die zich online registreren op *Wiski*, kunnen vrij doorheen het leerplatform navigeren en onbeperkt oefeningenreeksen maken over 79 verschillende onderwerpen. Oefensessies bestaan uit vijf meerkeuzevragen en gebruikers krijgen meteen feedback over de correctheid van hun antwoord. Hoofdstuk 4 gaat dieper in op de aanwezige functionaliteiten en het gebruikersgestuurd ontwikkelingsproces van *Wiski*.

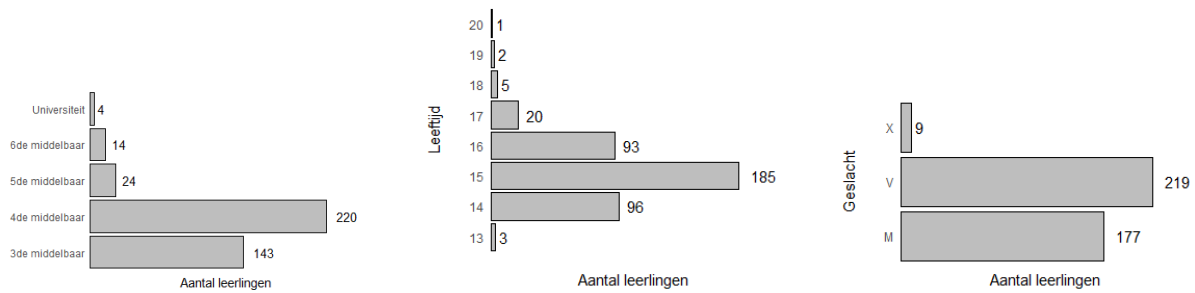
## 3.2 Deelnemers en verloop van het experiment

Zoals Paragraaf 3.1 aangaf, bevat het leerplatform *Wiski* oefenmateriaal op het niveau van de tweede en derde graad ASO. Leerlingen uit de corresponderende jaren zijn dus een logische doelgroep. Echter, een vaak vergeten publiek zijn studenten die zich voorbereiden op het toelatingsexamen geneeskunde en zoeken naar een geschikt medium om de belangrijkste wiskundeleerstof van het middelbaar onderwijs te herhalen. 98,2% van de deelnemers op het toelatingsexamen is maximaal 21 jaar oud [71]. Onze doelgroep bestaat daarom uit leerlingen van de tweede en derde graad ASO, en studenten die jonger zijn dan 22 jaar.

Het rekruteren van testpersonen gebeurde via e-mail en telefoon: we schreven 70 studenten aan via het bijlesbureau Slaagsleutels te Leuven, en contacteerden de directie van 11 middelbare scholen om de contactgegevens van hun wiskundeleerkrachten te verkrijgen. 17 van de 26 aangeschreven leerkrachten (acht scholen) reageerden: ze waren allen geïnteresseerd om een lesuur in te vullen met oefeningen maken op *Wiski*, ter aanvulling van de gebruikelijke leerstof. Uiteindelijk gebruikten 13 van hen (vijf scholen) het leerplatform daadwerkelijk tijdens hun lessen met minstens één klas. De vier andere geïnteresseerde leerkrachten annuleerden hun oefenles met *Wiski*, omdat ze achterop liepen met hun gewone lessen. De auteur woonde zeven lesuren bij om mondelinge toelichting te geven over de website en het onderzoek, en reacties te verzamelen van leerlingen tijdens het gebruik van *Wiski*.

De leerkrachten die *Wiski* gebruikten, ondertekenden een instemmingsformulier waarin ze aangeven dat ze hun leerlingen niet onder druk zetten om het leerplatform te gebruiken en dat ze evenwaardige oefeningen op papier voorzagen voor leerlingen die niet wilden participeren aan de studie. Leerlingen konden met andere woorden weigeren om deel te nemen aan het onderzoek; een informatiebrochure informeerde hen op voorhand over het verloop van het experiment. We namen extra wettelijk verplichte privacymaatregelen voor minderjarige testgebruikers die oefenden op *Wiski* tijdens schooluren: hun ouders moesten schriftelijk toestemming geven voor hun deelname en de verwerking van hun gegevens. De procedure werd integraal goedgekeurd door de Sociaal-Maatschappelijke Ethische Commissie (SMEC); het dossier met referentienummer G-2019 04 1618 en alle vermelde documenten zijn terug te vinden in Appendix B.

In totaal namen 405 personen deel aan het onderzoek. Figuur 3.1 toont de verdeling van de testgebruikers per leerjaar. We zien duidelijk dat de 2de graad ASO het sterkst vertegenwoordigd is met 363 gebruikers. Dat vertaalt zich in Figuur 3.1 voornamelijk naar testpersonen van de leeftijdscategorie 14-16 jaar.



**Figuur 3.1:** Histogrammen van het aantal testpersonen per leerjaar, leeftijd en geslacht.

### 3.3 Selectie van gamedesign-elementen

We *gamifieden* het leerplatform *Wiski* met de acht gamedesign-elementen in Tabel 3.1. In de eerste plaats kozen we elementen die aansloten bij het wiskundig-educatieve karakter van de applicatie, bijvoorbeeld andere gebruikers helpen door uitleg te geven, en uitdagingen met oefeningen van verschillende willekeurige onderwerpen. Verder selecteerden we voor elk FFM- en Hexad-type minstens één gamedesign-element dat eerder onderzoek [43, 66, 84, 86] aanduidt als geschikt voor dat type. Die aanpak laat toe voor elk gebruikerstype te onderzoeken of er een uitgesproken voorkeur optreedt voor specifieke gamedesign-elementen (cfr. onderzoeksvraag 2). Tabel 3.2 drukt numeriek uit hoe sterk de afzonderlijke FFM- en Hexad-types de gamedesign-elementen prefereren volgens theoretisch onderzoek in de literatuur.

Het is belangrijk te vermelden dat de realisatie van de geselecteerde *gamification*technieken zodanig is dat er minimale overlap is tussen de gamedesign-elementen. We kozen er bijvoorbeeld bewust voor gebruikers geen punten toe te kennen wanneer ze anderen helpen, omdat het dan onduidelijk is of ze hulp bieden vanwege filantropische overwegingen of omdat ze graag punten verzamelen. De enige uitzondering op ons separatieprincipe is natuurlijk het paar punten-puntenklassement: we besloten het puntenklassement toe te voegen omwille van de *points-badges-leaderboards*-traditie en om eventuele verschillen met het oefeningenklassement te onderzoeken.

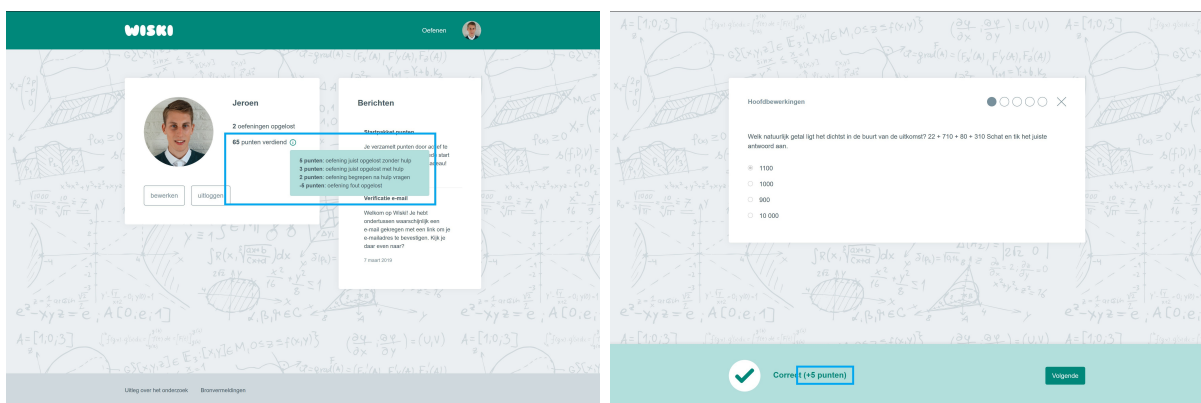
### 3.4 Randomized controlled experiment

Een **gerandomiseerd onderzoek** met controlegroep (*randomized controlled* in het Engels) is een type experiment dat vaak gebruikt wordt in toegepast wetenschappelijk onderzoek [2]. Het doel ervan is nagaan of een bepaalde factor invloed heeft op testpersonen (al dan niet positief of negatief). De algemene aanpak werkt als volgt: personen die deelnemen aan het experiment worden willekeurig ingedeeld in een groep waarin de onderzochte factor aanwezig is (de experimentele groep) of in een groep waarin dat niet zo is (de controlegroep); daarna wordt gekeken of de uitkomst van het experiment in beide groepen

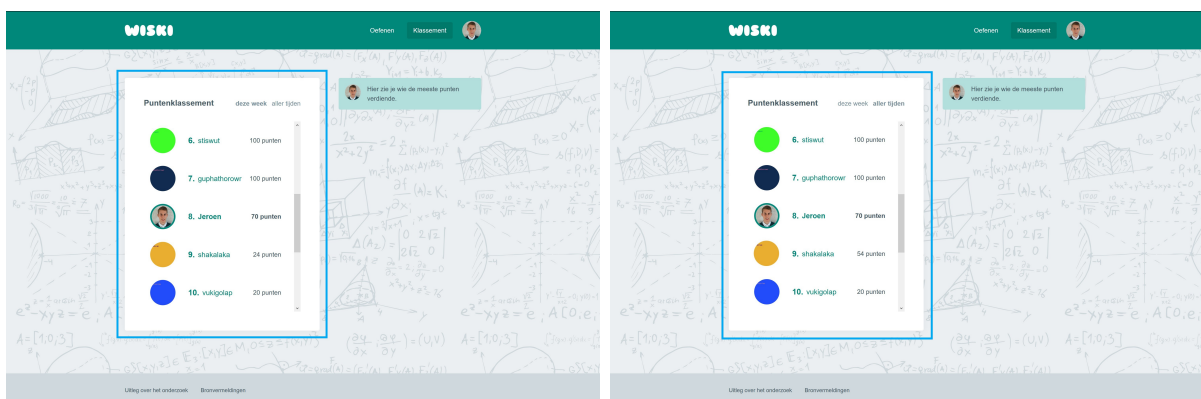


**Tabel 3.1:** Overzicht van alle gamedesign-elementen op *Wiski*, vergezeld van een rationale en de gebruikerstypes die zich ertoe aangetrokken voelen volgens de literatuur. De elementen in kwestie zijn op de schermafbeeldingen omkaderd.

element	<b>Punten</b>
beschrijving	Gebruikers verdienen punten voor juist opgeloste of begrepen oefeningen en verliezen punten voor fouten. Iedereen kan op de profielpagina van een gebruiker bekijken hoeveel punten die persoon in totaal verzamelde.
rationale	Punten zijn een klassiek <i>gamification</i> mechanisme [19, 23, 36, 55]. Gebruikers worden beloofd wanneer ze hulp inroepen en een oefening daarna begrijpen, omdat het hoofddoel van een leerplatform cognitieve progressie is. Fout antwoorden levert minpunten op om gokken te voorkomen.
geschikt voor	<i>Openness</i> [84] en <i>Player</i> [86]

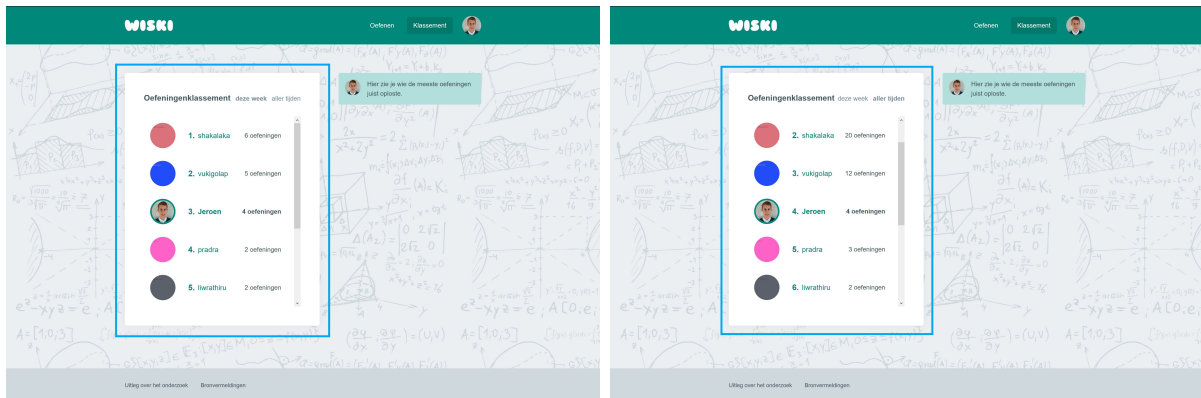


element	<b>Puntenklassement</b>
beschrijving	Gebruikers kunnen hun aantal verdiende punten vergelijken met dat van andere personen op een klassementspagina. Er zijn twee klassementen voor verschillende tijdspannen: ‘deze week’ en ‘aller tijden’.
rationale	Klassementen zijn klassieke <i>gamification</i> mechanismen [19, 23, 36, 55]. Het wekelijkse klassement werd toegevoegd, omdat het langetermijnklassement nieuwkomers met een lage ranking kan ontmoedigen. Klassementen leiden namelijk tot impliciete doelstellingen; moeilijk of onmogelijk te verbeteren scores kunnen aanvoelen als onbereikbare doelen. [50]
geschikt voor	<i>Extraversie</i> en <i>Socialiser</i> [84]

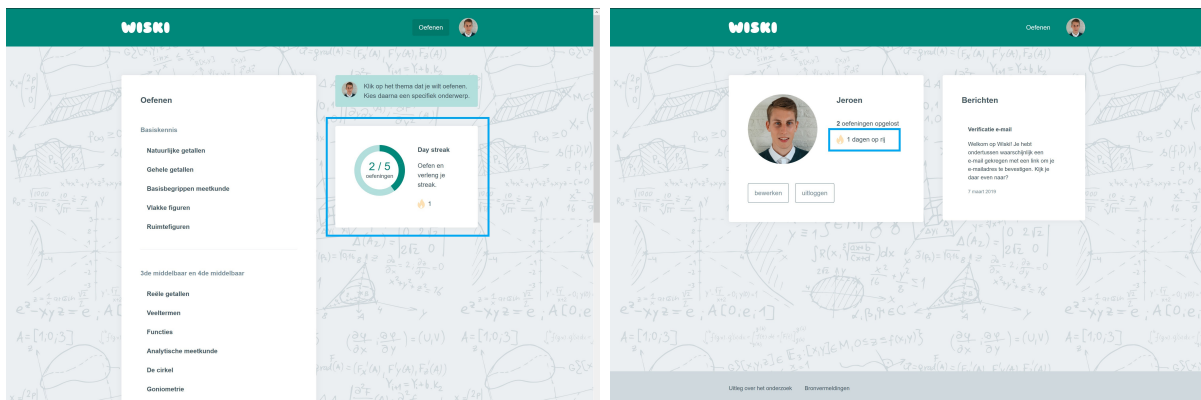




- element **Oefeningenklassement**
- beschrijving Dit is een variant van het puntenklassement. In plaats van de totale puntenscore wordt het totale aantal juist opgeloste oefeningen vergeleken. Er zijn opnieuw twee klassementen ‘deze week’ en ‘aller tijden’.
- rationale Idem als voor puntenklassement. Deze variant werd toegevoegd omdat het klassement niet gekoppeld is aan andere game-designelementen en omdat de totale puntenscore niet noodzakelijk reflecteert hoeveel oefeningen een gebruiker correct oploste.
- geschikt voor Idem als voor puntenklassement



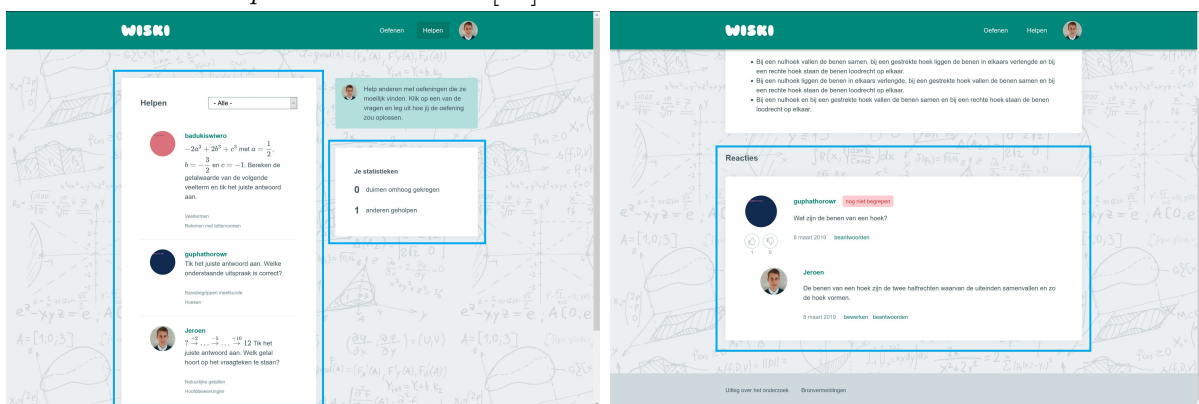
- element **Day streak**
- beschrijving Gebruikers kunnen proberen een zo lang mogelijke, ononderbroken reeks van dagen te vormen waarop ze minstens vijf oefeningen juist oplossen. Die zogenaamde *streak* van een persoon wordt terug op 0 gezet wanneer er een dag niet wordt geoefend en is voor iedereen zichtbaar op zijn of haar profielpagina.
- rationale Mensen hebben een aversie van verliezen [55]. *Day streaks* moedigen herhaling aan; honderden studies in cognitieve en educatieve psychologie tonen aan dat regelmatig in contact komen met leerstof op lange termijn een superieure leerstrategie is. [48]
- geschikt voor *Neuroticism* [43] en *Player* [86]



element **Helpen**  
 beschrijving Personen kunnen andere gebruikers helpen bij een bepaalde oefening door tekstueel uit te leggen hoe ze de opgave zelf aanpakken. Behulpzame en slechte reacties kunnen respectievelijk beloond worden met een duim omhoog of afgestraft worden met een duim omlaag. Op de hulppagina ziet een gebruiker zijn of haar statistieken omtrent anderen helpen; andere gebruikers zien die niet.

rationaliteit Anderen helpen sluit goed aan bij het concept van een leerplatform. Hoewel stemmechanismen een game-designelement op zichzelf vormen [55, 84, 86], zijn het klassieke toevoegingen op interactieve (hulp)platformen om feedback te kunnen geven aan de hulpverlenende gebruiker. De statistieken verschaffen gebruikers zicht op hun invloed.

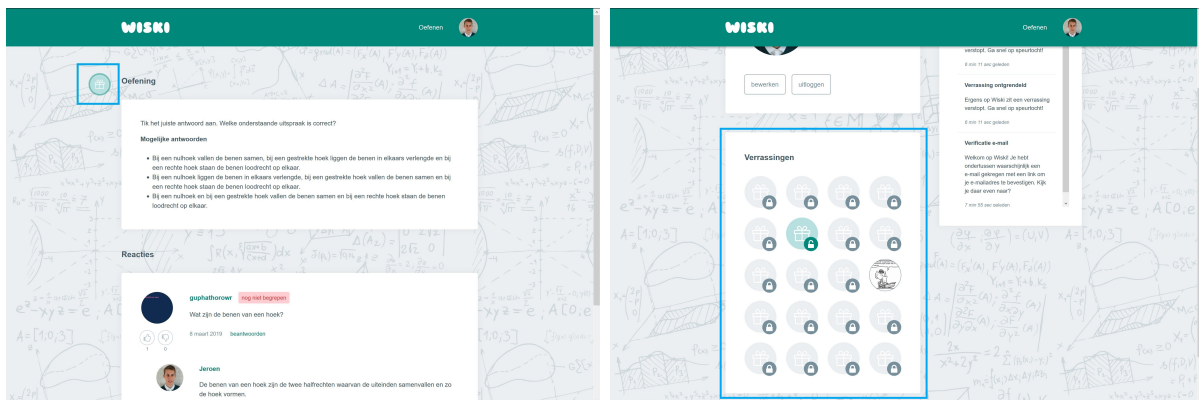
geschikt voor *Agreeableness* [86] en *Philanthropist* [84]; de stemmechanismen kunnen *Disruptors* aantrekken [86]



element **Verrassingen**  
 beschrijving Door actief te zijn op de website, ontgrendelen gebruikers wiskundig geïnspireerde cartoons, die verstopt zijn op de website als een pulserend cadeautje. Op hun profielpagina zien ze welke verrassingen ze al ontgrendeld of gevonden hebben.

rationaliteit Verrassingen zijn een combinatie van de klassieke game-designelementen 'badges' [19, 23, 36, 55] en 'Easter eggs' [55, 84, 86]: de ontgrendelingsregels zijn niet gekend, maar gebruikers kunnen hun vooruitgang opvolgen.

geschikt voor *Neuroticism* [43], *Free Spirit*, *Achiever* en *Player* [84]

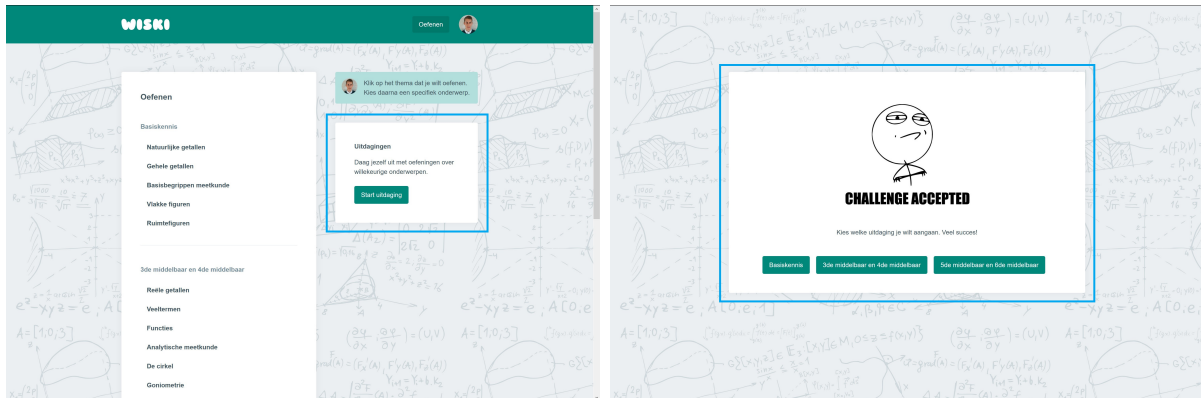


element **Uitdagingen**

beschrijving Gebruikers kunnen oefeningenreeksen maken die vragen bevatten over meerdere willekeurige onderwerpen tegelijkertijd. Er worden uitdagingen voorzien voor basiskennis en leerstof van de tweede en derde graad ASO.

rationale Oefeningen maken over verschillende onderwerpen tegelijkertijd is een plausible vereiste voor een leerplatform, omdat gebruikers zo hun parate kennis testen. Er wordt geen tijdsdruk opgelegd, omdat een geschikte tijdslimiet afhankelijk is van het niveau van de gebruiker en de moeilijkheidsgraad van de oefeningen.

geschikt voor *Free Spirit* [86] en *Achiever* [84]

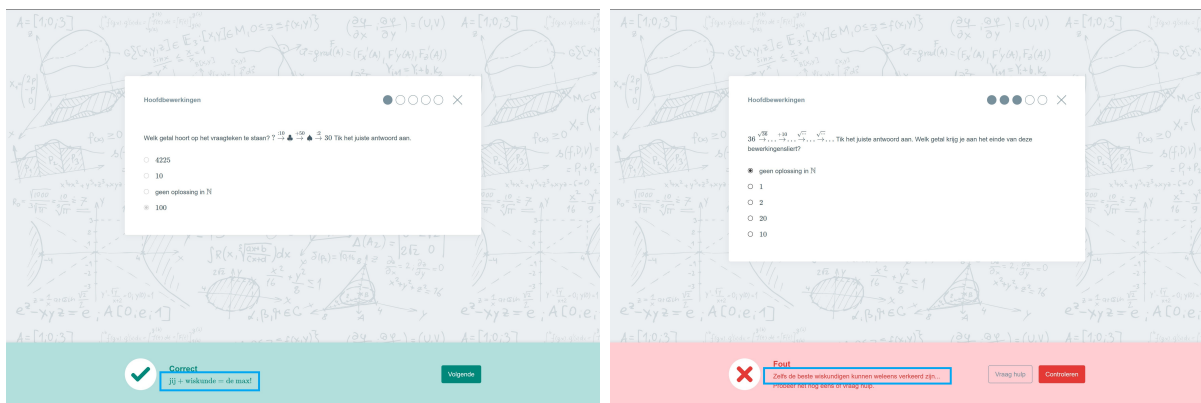


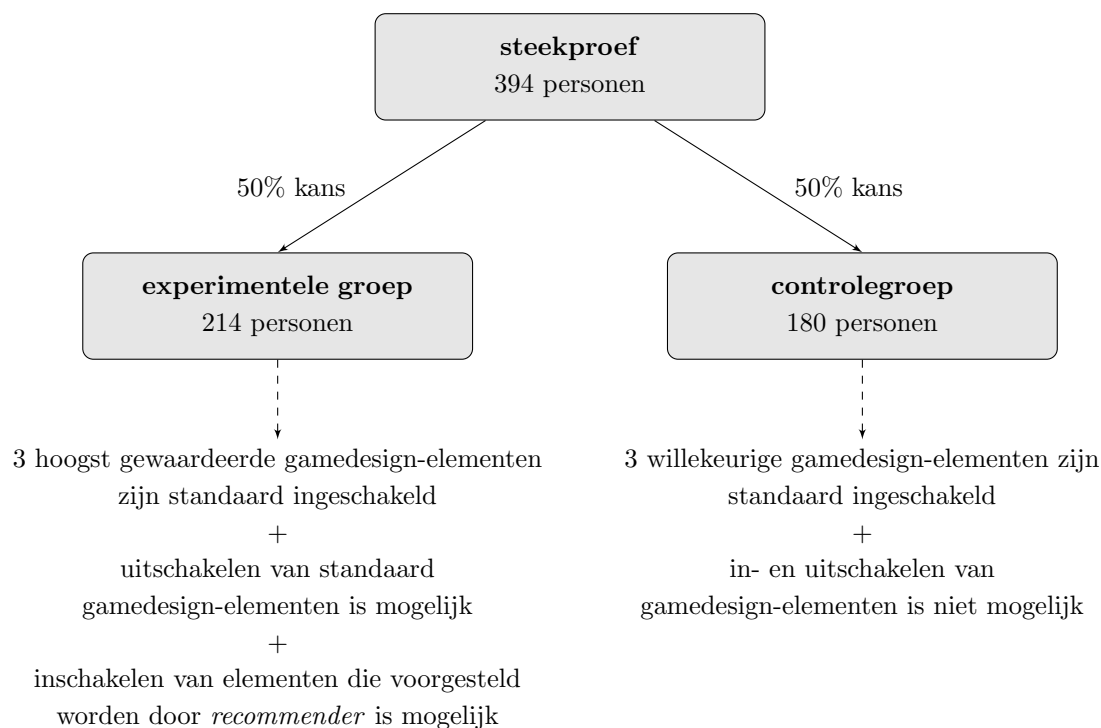
element **Motiverende feedback**

beschrijving Wanneer gebruikers een oefening beantwoorden, zien ze in de feedback een extra motiverend zinnetje dat wiskundig humoristisch bedoeld is.

rationale Hoewel humor complex is [26], kan het succesvol ingezet worden in combinatie met *gamification* [28]. Feedback die aansluit bij het wiskundethema op *Wiski* lijkt een goede manier om gebruikers te motiveren.

geschikt voor *Openness* [84]



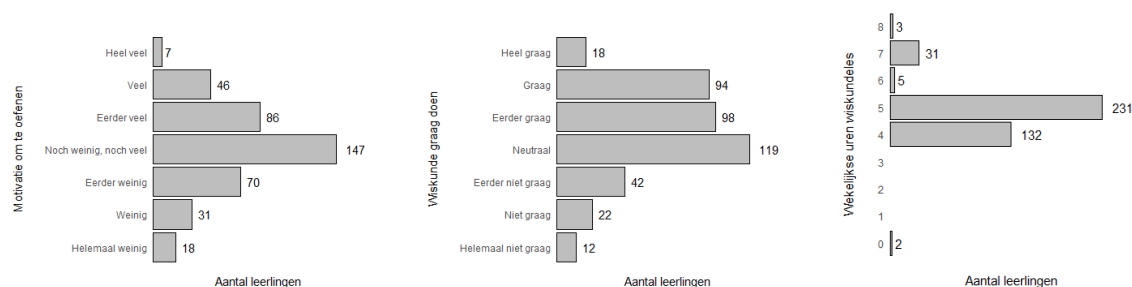


**Figuur 3.2:** Stroomdiagram van het gerandomiseerd onderzoek met controlegroep op het leerplatform *Wiski*.

significant verschilt. Het is belangrijk dat testpersonen met gelijke kans in de experimentele groep of controlegroep kunnen belanden, omdat zo **selection bias** wordt vermeden, i.e. een vertekening van de onderzoeksresultaten door reeds bestaande verschillen tussen de betrokken testpersonen. Ook de grootte van de experimentele groep en de controlegroep heeft invloed op de betrouwbaarheid van een gerandomiseerd onderzoek: te kleine groepen laten niet altijd toe zwakke effecten te identificeren. Voor meer achtergrondinformatie over gerandomiseerd onderzoek verwijzen we naar [33].

In ons experiment voerden we een gerandomiseerd onderzoek met controlegroep uit om te achterhalen of gepersonaliseerde *gamification* op *Wiski* leidt tot meer motivatie in vergelijking met niet-gepersonaliseerde *gamification* (crf. onderzoeksvraag 3). Figuur 3.2 visualiseert de opzet van het experiment: bij het aanmaken van een account op *Wiski* belanden testpersonen automatisch, stilzwijgend en met gelijke kans in de experimentele groep of de controlegroep; daarna kunnen ze al dan niet de zichtbaarheid van gamedesign-elementen manipuleren. Enerzijds zien gebruikers in de experimentele groep standaard de drie gamedesign-elementen die ze het hoogst waardeerden tijdens hun registratie (zie Paragraaf 3.5); bij ex aequo's wordt willekeurig beslist welk element ingeschakeld wordt. Bovendien krijgen testpersonen in de experimentele groep meer elementen aangeraden op hun profielpagina op basis van een eenvoudig *recommendersysteem*, dat we beschrijven in Paragraaf 3.6. Anderzijds krijgen testpersonen in de controlegroep drie willekeurige gamedesign-elementen toegewezen, die ze niet meer kunnen wijzigen.

Onze 50%-50%-indielingsregel voorkomt mogelijke *selection bias*. Door de hoge gebruikers-aantallen in onze studie kunnen we bij de statistische analyses in Hoofdstuk 5 eventuele



**Figuur 3.3:** Histogrammen van het aantal testpersonen ten opzichte van algemene motivatie om wiskunde-oefeningen te maken (l), wiskunde in het algemeen graag doen (c) en wekelijkse aantal lessen wiskunde (r). Eén leerling duidde 21 lessen aan.

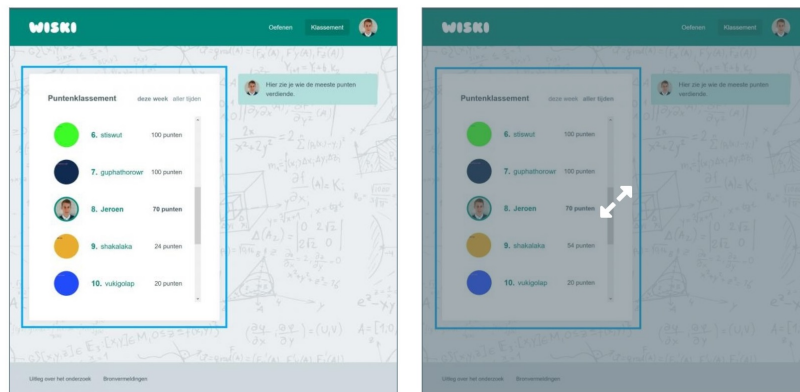
zwakke verschijnselen detecteren. Aanvankelijk overwogen we om nog een derde groep in te richten, waarin gebruikers een niet-*gegamifiede* versie van *Wiski* zien. We wilden zo testen of *gamification* überhaupt meer motivatie teweegbrengt op ons leerplatform. We stapten echter af van dat idee om twee redenen. Ten eerste wilden we een grote experimentele groep om de feitelijke onderzoeksvraag 3 zo sterk mogelijk te kunnen beantwoorden. Ten tweede toont eerder onderzoek in de literatuur reeds aan dat *gamification* in een educatieve context kan leiden tot meer motivatie, plezier en betrokkenheid bij studietaken [53].

### 3.5 Gebruikersprofielen

Om onderzoeksvragen 1 en 2 te kunnen beantwoorden, stelden we bij aanvang van het onderzoek een zo volledig mogelijk profiel op van de testpersonen. Specifiek bepaalden we de FFM- en Hexad-types van elke gebruiker en polsten we naar hun verwachte voorkeur voor verschillende gamedesign-elementen. We verzamelden ook algemene persoonlijke informatie: leeftijd, geslacht, jaar (zie Figuur 3.1), aantal uur wiskundeles per week, algemene motivatie om wiskunde-oefeningen te maken en het algemeen graag doen van wiskunde (zie Figuur 3.3).

Een gevalideerde Nederlandse vertaling [41] van de originele BFI-44 vragenlijst [44] peilde naar het FFM-persoonlijkheidstype. We bepaalden het Hexad-spelerstype van gebruikers met een eigen Nederlandse vertaling (cfr. Tabel A.2) van de originele vragenlijst [86], omdat er nog geen gevalideerde versie bestaat. Voor beide enquêtes stonden de vragen in willekeurige volgorde, zoals geïnstrueerd in [41, 86], die dezelfde is voor alle gebruikers. Een controlevraag halverwege verzekert dat testpersonen de vragenlijst aandachtig invulden. De analyse in Hoofdstuk 5 zal inzendingen met foutief beantwoorde controlevragen negeren.

In de laatste stap van de registratie gaven gebruikers aan hoe sterk ze verwachtten dat de *gamification* technieken uit Tabel 3.1 hen zouden motiveren om wiskunde-oefeningen te maken. We gebruikten een 7-puntslikertschaal, omdat die in vergelijking met een



Vergelijk jouw verdiende punten met die van andere personen op een klassementspagina. Er zijn twee klassementen: 'deze week' en 'aller tijden'.

Hoe sterk zou deze techniek jou (de)motiveren om wiskunde-oefeningen te maken?

- Heel demotiverend
- Demotiverend
- Eerder demotiverend
- Niet demotiverend, noch motiverend
- Eerder motiverend
- Motiverend
- Heel motiverend

**Figuur 3.4:** Voorbeeld van hoe gebruikers tijdens de registratie moesten aangeven in hoeverre ze verwachtten dat een gamedesign-element hen zou motiveren.

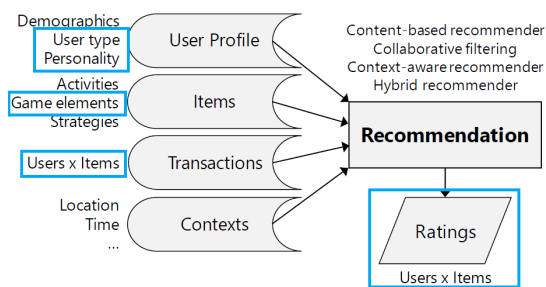
5-puntslikertschaal sterkere correlaties kan opleveren bij statistische analyse [52], en omdat onze resultaten zo rechtstreeks vergeleken kunnen worden met Tondello et al. [86]. Figuur 3.4 toont een voorbeeld van wat gebruikers voor elk gamedesign-element zagen: de corresponderende afbeeldingen uit Tabel 3.1 (te vergroten door erop te klikken) en een omschrijving. De precieze beschrijvingen die de testpersonen lazen zijn terug te vinden in Tabel A.3.

### 3.6 Recommendersysteem

Zoals vermeld in Paragraaf 3.4, krijgen sommige gebruikers in de experimentele groep van ons gerandomiseerd experiment extra gamedesign-elementen aangeraden, die ze kunnen inschakelen. Paragraaf 3.6 toont een voorbeeld van zo'n aanbeveling op het profiel. Het aanraden gebeurt met een eenvoudig *recommendersysteem*, dat we ontwierpen op basis van het algemene framework uit [85]. De omkaderde aspecten in Paragraaf 3.6 komen precies overeen met het profiel dat we opbouwden in Paragraaf 3.5: de Hexad- en FFM-scores geven respectievelijk het gebruikerstype en de persoonlijkheid aan, en de verwachte voorkeuren voor gamedesign-elementen vallen onder wat Tondello et al. expliciete transacties noemen.

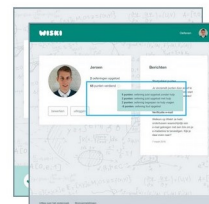
Het gebruikersprofiel, de items en de transacties dienen als input voor een eenvoudig,





**Figuur 3.5:** (boven) Het algemene framework uit [85]; ons onderzoek gebruikt alleen de omkaderde aspecten. (rechts) Voorbeeld van een aanbevolen gamedesign-element op de profielpagina. De afbeeldingen zijn identiek aan die in Tabel 3.1 en kunnen vergroot worden. De tekst is dezelfde als die in Tabel A.3.

### Instellingen

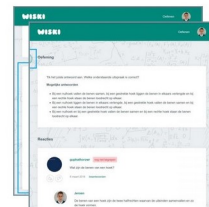


uitschakelen

Verdien punten voor juist opgeloste oefeningen en verlies punten voor fout opgeloste oefeningen. Op je profiel zien jij en andere gebruikers je totale aantal punten.

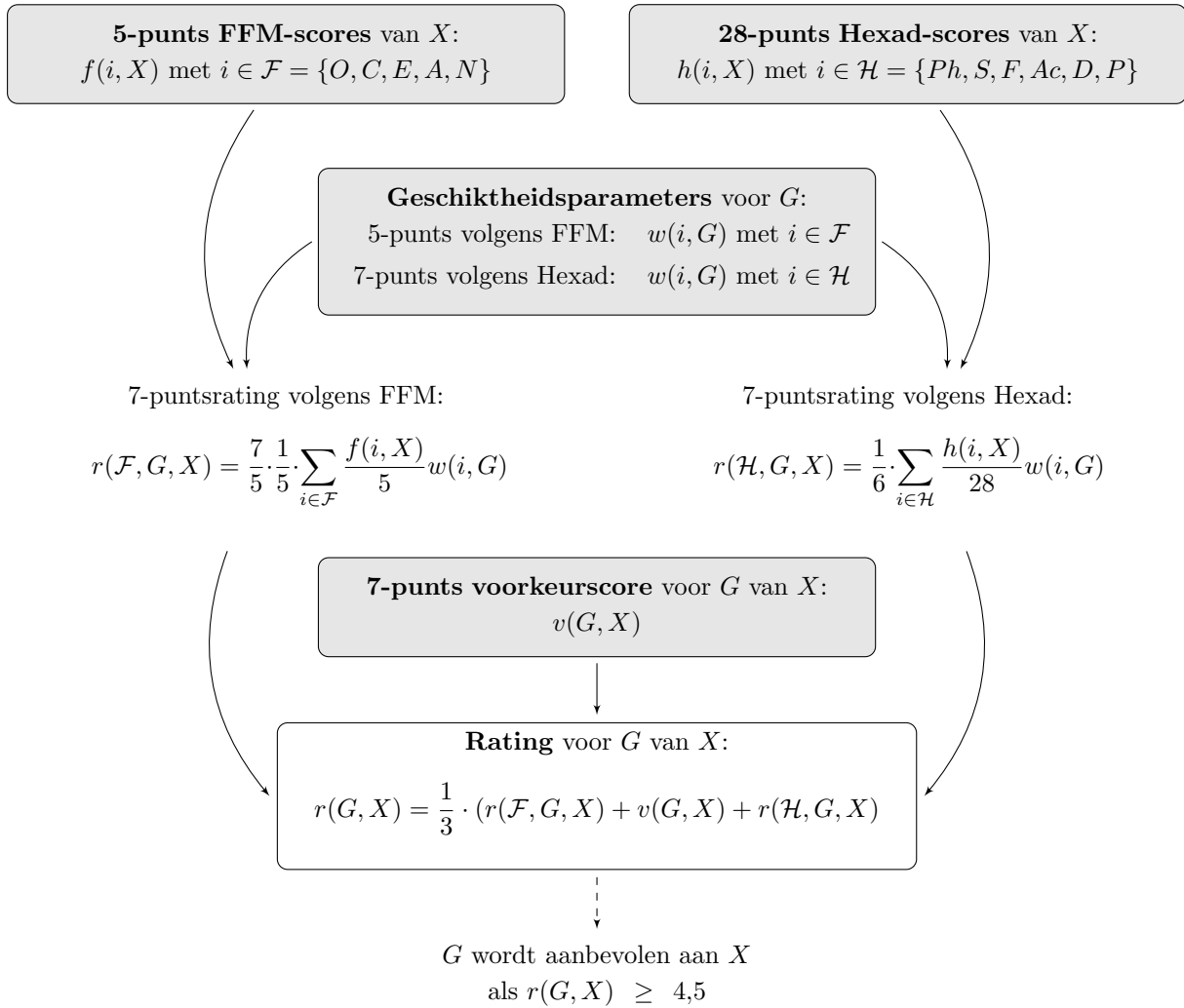
### Aanbevolen voor jou

Het lijkt erop dat deze technieken jou zullen motiveren.



inschakelen

Door actief te zijn op de website, ontgrendel je leuke cartoons, die verstopt zijn op de website. Op je profiel zie je jouw gevonden verrassingen en op het profiel van andere gebruikers zie je de hunne.



**Figuur 3.6:** Stroomdiagram van het door ons ontwikkelde *recommendersysteem*, dat illustreert wanneer een gamedesign-element  $G$  wordt aangeraden aan een gebruiker  $X$ . De elementen van  $\mathcal{F}$  en  $\mathcal{H}$  staan respectievelijk voor de beginletters van de FFM- en Hexad-types.

doch zorgvuldig uitgedacht aanbevelingssysteem, dat schematisch wordt voorgesteld in Figuur 3.6. De *recommender* bepaalt wanneer een gebruiker  $X$  een gamedesign-element  $G$  kan inschakelen op zijn of haar profielpagina. Het centrale idee is om op basis van de FFM- en Hexadscores van  $X$  twee 7-puntsratings te berekenen voor  $G$ , en daarna het gemiddelde te nemen van die ratings met de persoonlijke voorkeurscore van  $X$  voor  $G$ . Wanneer dat gemiddelde minstens gelijk is aan 4,5, wordt  $G$  aangeraden voor  $X$ . Aangezien het framework van Tondello et al. [85] nog niet eerder werd geïmplementeerd in de literatuur, besloten we arbitrair de drie genoemde factoren evenwaardig te laten doorwegen in de definitieve rating voor  $G$ .

De FFM- en Hexad-ratings voor  $G$  worden berekend met behulp van de geschiktheidsparameters in Tabel 3.2, die we bepaalden in vijf iteraties: alle FFM- en Hexad-parameters



**Tabel 3.2:** Kruistabel van gamedesign-elementen, FFM- en Hexad-types met de geschiktheidsparameters voor het *recommenders* systeem dat wordt weergegeven in Figuur 3.6. De labels van de kolommen zijn de beginletters van de gebruikerstypes. De labels naast de getallen geven de iteratie aan waarin die voor het laatst veranderden.

	O	C	E	A	N	Ph	S	F	Ac	D	P
<b>Punten</b>	5 <sub>a</sub>	3	4 <sub>c</sub>	3	4 <sub>c</sub>	4	6 <sub>e</sub>	5 <sub>b</sub>	5 <sub>b</sub>	5 <sub>e</sub>	7 <sub>a</sub>
<b>Puntenklassement</b>	3	4 <sub>c</sub>	5 <sub>a</sub>	4 <sub>c</sub>	3	4	7 <sub>a</sub>	5 <sub>b</sub>	6 <sub>a</sub>	6 <sub>b</sub>	6 <sub>a</sub>
<b>Oefeningenklassement</b>	3	4 <sub>c</sub>	5 <sub>a</sub>	4 <sub>c</sub>	3	4	7 <sub>a</sub>	5 <sub>b</sub>	6 <sub>a</sub>	6 <sub>b</sub>	6 <sub>a</sub>
<b>Day streak</b>	3	4 <sub>c</sub>	3	3	5 <sub>c</sub>	5 <sub>a</sub>	5 <sub>b</sub>	5 <sub>b</sub>	5 <sub>c</sub>	4	6 <sub>b</sub>
<b>Helpen</b>	3	4 <sub>c</sub>	4 <sub>a</sub>	5 <sub>e</sub>	3	7 <sub>a</sub>	6 <sub>a</sub>	5 <sub>b</sub>	6 <sub>a</sub>	5 <sub>b</sub>	6 <sub>b</sub>
<b>Verrassingen</b>	4 <sub>c</sub>	4 <sub>c</sub>	4 <sub>c</sub>	3	5 <sub>c</sub>	5 <sub>a</sub>	5 <sub>b</sub>	7 <sub>a</sub>	7 <sub>a</sub>	5 <sub>a</sub>	7 <sub>a</sub>
<b>Uitdagingen</b>	4 <sub>c</sub>	4 <sub>c</sub>	3	4 <sub>c</sub>	2 <sub>c</sub>	5 <sub>b</sub>	4	7 <sub>b</sub>	7 <sub>a</sub>	5 <sub>a</sub>	6 <sub>a</sub>
<b>Motiverende feedback</b>	5 <sub>a</sub>	3	4 <sub>d</sub>	3	3	4	4	5 <sub>b</sub>	4	5 <sub>b</sub>	5 <sub>b</sub>

- iteratie a Op basis van [84]. E, Ac en P krijgen +1 voor Helpen, aangezien daar ook gedeeltelijk *Social Comparison* bij hoort.
- iteratie b Op basis van [86]. P krijgt +1 voor Helpen t.o.v. a.
- iteratie c Op basis van [43]. O en E krijgen +1 voor Verrassingen, omdat ze van Punten houden; N krijgt +1 voor Verrassingen t.o.v. a; O krijgt +1 voor Uitdagingen, want O en F zijn het sterkst gecorreleerd; C krijgt +1 voor Uitdagingen, Puntenklassement, Oefeningenklassement en Helpen, want C en Ac zijn het sterkst gecorreleerd; A krijgt +1 voor Puntenklassement, Oefeningenklassement en Helpen, want A en S zijn het sterkst gecorreleerd; N krijgt -1 voor Uitdagingen, want N is het sterkst negatief gecorreleerd met F.
- iteratie d Op basis van [66]. E krijgt +1 voor Motiverende feedback, aangezien dat gedeeltelijk *Customization* is.
- iteratie e Manuele aanpassingen. S krijgt +1 voor Punten door de hoge score voor Puntenklassement; D krijgt +1 voor Punten t.o.v. b door de score voor Puntenklassement; A krijgt +1 voor Helpen t.o.v. b door de definitie van A.

waren initieel respectievelijk gelijk aan 3 en 5; daarna veranderden we die op basis van correlaties in de literatuur [43,66,84,86]. Onze rationale bij de grenswaarde 4,5 was dat een gamedesign-element alleen aangeraden moet worden wanneer de rating van de *recommender* ongeveer hoger is dan gemiddeld. We berekenden daarom voor elk gamedesign-element  $G$  de rating  $r(G, X)$  van een persoon  $X$  met een doorsnee FFM-spectrum (op basis van resultaten uit [41]), de gemiddelde Hexad-scores uit [86] en een standaard voorkeursscore van 6. Het gemiddelde van al die ratings bleek 4,49 te zijn.

### 3.7 Tracking en eindbevraging

Paragraaf 3.1 beschreef hoe gebruikers vrij wiskunde-oefeningen konden maken op het leerplatform *Wiski*. Op de achtergrond werden alle activiteiten omtrent het oplossen van

**Tabel 3.3:** Gedetailleerde logtechnieken voor muisactiviteiten, die registreerden hoe gebruikers interageerden met gamedesign-elementen op *Wiski*.

Activiteit	Gamedesign-element of pagina-element
Klikken	Verrassingen op de profielpagina van een gebruiker Tab ‘aller tijden’ voor het puntenklassement op de pagina ‘Klassement’ Tab ‘deze week’ voor het puntenklassement op de pagina ‘Klassement’ Tab ‘aller tijden’ voor het oefeningenklassement op de pagina ‘Klassement’ Tab ‘deze week’ voor het oefeningenklassement op de pagina ‘Klassement’ Filter voor graad op de pagina ‘Helpen’
Hoveren*	<i>Day streak</i> op de pagina ‘Oefenen’ Knop voor uitdagingen op de pagina ‘Oefenen’ Statistiek voor het aantal duimen omhoog op de pagina ‘Helpen’ Statistiek voor het aantal geholpen personen op de pagina ‘Helpen’ Verrassingen op de profielpagina van een gebruiker <i>Day streak</i> op de profielpagina van een gebruiker Aantal verdiende punten op de profielpagina van een gebruiker Infoknop met de puntenverdeling op de profielpagina van een gebruiker
Scrollen**	In het puntenklassement ‘aller tijden’ op de pagina ‘Klassement’ In het puntenklassement ‘deze week’ op de pagina ‘Klassement’ In het oefeningenklassement ‘aller tijden’ op de pagina ‘Klassement’ In het oefeningenklassement ‘deze week’ op de pagina ‘Klassement’

\* Hoveractiviteiten werden alleen gelogd wanneer de gebruiker minstens 200 ms over een element hoverde.

\*\* Scrollactiviteiten werden gelogd 200 ms nadat een gebruiker stopte met scrollen. De positie van de gebruiker in het klassement en de scrollpositie werden bijgehouden.

oefeningen en de interactie met geïmplementeerde gamedesign-elementen bijgehouden. Die informatie laat toe om te verifiëren dat de *gamification*voorkeuren, die gebruikers aangaven tijdens hun registratie, overeenkomen met hun daadwerkelijke gedrag. Voorbeelden van gelogde data zijn: klikken op of hoveren over specifieke elementen, bezochte pagina’s en opgeloste oefeningen. Tabel 3.3 geeft een gedetailleerder overzicht van extra geïmplementeerde logtechnieken voor muisactiviteiten. Metrieken zoals actieve tijd, aantal websitebezoeken en aantal gemaakte oefeningen zijn impliciete maten voor motivatie [31].

Aan het einde van het onderzoek werden alle geregistreeerde testpersonen via e-mail uitgenodigd om op de website een finale bevraging in te vullen. Gebruikers gaven in de eïndevaluatie aan in welke mate de *gamification*technieken op *Wiski* hen motiveerden om wiskunde-oefeningen op de website te maken, analoog aan de vragenlijst tijdens de registratie. Bij elk gamedesign-element fungeerde een extra optie ‘Ik zag deze techniek niet op *Wiski*’ tevens als controlevraag, aangezien de ingeschakelde elementen voor alle gebruikers worden bijgehouden. Proefpersonen konden ook kwalitatieve opmerkingen over

de *gamification* geven. Het laatste onderdeel van de eindbevraging focuste op motivatie. Een vraag naar hoe gemotiveerd gebruikers waren om wiskunde-oefeningen te maken op *Wiski* laat toe te vergelijken met het antwoord voor het algemene geval, dat gegeven werd tijdens de registratie. Ten slotte peilde een Nederlandse versie [47] van IMI-22 naar interesse en plezier, ondervonden competentie, inspanning, waarde en nut, gevoel van druk en spanning, en ondervonden keuze bij het maken van oefeningen op *Wiski*.

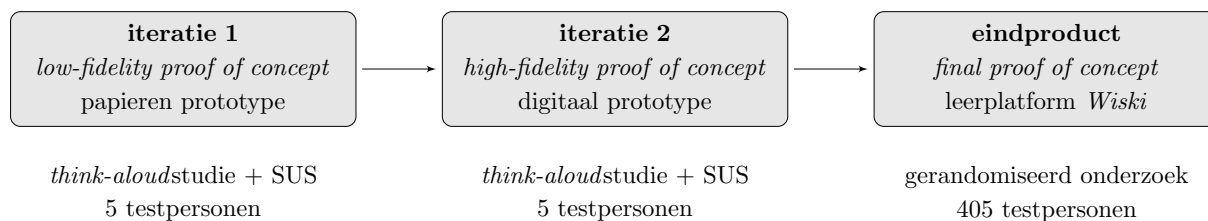
## Hoofdstuk 4

# Ontwikkeling en evaluatie van het proof of concept

Dit hoofdstuk presenteert het iteratieve, gebruikersgestuurde designproces waarmee het online leerplatform *Wiski* tot stand kwam. De website is een *proof of concept*, i.e. een gebruiksvriendelijke applicatie om te onderzoeken of gepersonaliseerde *gamification* kan leiden tot meer motivatie. *Wiski* is met andere woorden slechts een middel om onze onderzoeksvragen 1 tot 3 te beantwoorden. De bruikbaarheid van het leerplatform wordt gevalideerd met twee gebruikersstudies, zodat de onderzoeksresultaten in Hoofdstuk 5 hoogstwaarschijnlijk niet vertekend zijn.

### 4.1 Ontwikkelingsproces

Het leerplatform *Wiski* werd ontwikkeld volgens **gebruikersgestuurd ontwerp** (*user-centered design*) [1, 64], een interactief designprincipe dat welbekend is in het onderzoeksdomein van de mens-machine-interactie. De aanpak betreft eindgebruikers zo nauw mogelijk bij de productontwikkeling, zodanig dat hun noden snel geïdentificeerd worden en het productontwerp kunnen sturen. De doelstellingen omtrent gebruiksvriendelijkheid en gebruikerservaring worden reeds bij de start van het ontwikkelingsproces vastgelegd. Hiermee gerelateerd zijn **iteratief design** en werken met snelle prototypes (**rapid prototyping**) [88]. Bij een iteratieve designmethode wordt het ontwikkelingsproces opgedeeld in korte iteratiefases. Tijdens elke iteratie wordt het design van snelle prototypes geëvalueerd met een kleine deelgroep van het doelpubliek, en daarna verbeterd op basis van de ontvangen feedback. Die output-feedbackloop een aantal keer herhalen, levert een eindproduct op dat voldoet aan de initiële ontwerpcriteria en de eisen van het doelpubliek. Werken met snelle prototypes voorkomt dat ontwerpers veel tijd investeren in het uitwerken van functionaliteiten die later worden afgevoerd. Een nadeel van de gebruikersgestuurde en iteratieve designparadigma's is dat ze tijdsintensief zijn. Een bijkomende moeilijkheid is



**Figuur 4.1:** Overzicht van het iteratieve ontwikkelingsproces voor *Wiski*.

het aantal proefpersonen in elke iteratie bepalen: te weinig testen kan ervoor zorgen dat sommige designproblemen niet worden geïdentificeerd, terwijl overdadig testen het eindproduct te veel kan afstemmen op de geselecteerde testpersonen [1]. Studies tonen aan dat testgroepen van vijf personen circa 80% van de problemen omtrent gebruiksvriendelijkheid en bruikbaarheid van een applicatie kunnen aanduiden [64].

Figuur 4.1 schematiseert het iteratieve ontwikkelingsproces van *Wiski*. Het *low-fidelity proof of concept* in de eerste iteratie past de techniek van *rapid prototyping* toe [77] door te werken met een papieren prototype. Het *high-fidelity proof of concept* vertaalt het papieren prototype naar een digitale omgeving. Beide prototypes werden geëvalueerd met een *think-aloudstudie* [64] en de *System Usability Scale* (SUS) [11, 74] in een testgroep van vijf personen. Bij een *think-aloudstudie* interageren proefpersonen met het prototype terwijl ze opgegeven opdrachten uitvoeren en luidop al hun gedachten formuleren. Op die manier is het mogelijk de verwachtingen, de interactiemoeilijkheden en overige feedback van de testgebruikers te weten te komen. Het is cruciaal dat communicatie met de opdrachtgever tot een minimum beperkt wordt om vertekende feedback te voorkomen. Tijdens onze *think-aloudstudies* lieten alle proefpersonen toe hun stem op te nemen, zodat we achteraf de studie opnieuw konden beluisteren ter analyse. De SUS-score is een valabele maatstaf voor de gebruiksvriendelijkheid van een systeem. [11, 74] Het is geen percentage, maar een getal dat het bruikbaarheidspercentiel aangeeft waarin de geteste applicatie zich bevindt; volgens [74] komt een score van 68 overeenkomt met het 50%-percentiel.

## 4.2 Papieren prototype

Het papieren prototype is een *low-fidelity proof of concept*, i.e. een functioneel volledig uitgedacht *proof of concept* dat vormelijk weinig lijkt op het eindproduct [89]. Het combineert met andere woorden wel de gamedesign-elementen uit Tabel 3.1, maar het ziet er visueel veel primitiever uit dan de finale website. Figuur 4.2 toont enkele voorbeelden. Tabel 4.2 bevat de resultaten van de eerste *think-aloudstudie* met vijf personen uit de doelgroep: drie minderjarige testgebruikers uit de derde graad van het middelbaar onderwijs en twee studenten. De opgegeven opdrachten en hun onderliggende bedoeling zijn terug te vinden in Tabel 4.1. De gemiddelde SUS-score bedroeg 86,5, wat volgens [74] overeenkomt met het 97%-percentiel. Het *low-fidelity proof of concept* is dus heel

gebruiksvriendelijk volgens de testgroep. De hoge score moet echter genuanceerd worden, omdat vijf testpersonen geen volledig correcte SUS-score opleveren. De SUS-score kan ook niet representatief zijn voor de hele doelgroep, omdat er geen leerlingen van de tweede graad ASO bij de *think-aloud* studie betrokken waren.

**Tabel 4.2:** Ontvangen feedback tijdens de eerste *think-aloud* studie en oplossingen voor de aangegeven gebruiksproblemen.

		Aantal
<b>Hoe ervaren gebruikers de registratie?</b>		
feedback	Er zijn te veel vragen.	1/5
respons	De vragenlijsten kunnen niet ingekort worden, omdat het gevalideerde enquêtes zijn en de resultaten ervan het gebruikersprofiel opbouwen. In de volgende iteratie wordt bovenaan de vragenlijsten vermeld dat het invullen maximaal vijf minuten duurt.	
feedback	De woorden ‘status quo’ en ‘provoceren’ zijn onduidelijk.	3/5
respons	In de volgende iteratie verschijnt uitleg wanneer gebruikers over de woorden hoveren (cfr. Appendix A).	
feedback	De informatieknoop met uitleg over waarom de vragenlijst ingevuld moet worden valt niet op.	3/5
respons	Het precieze doel van de vragenlijsten wordt weggelaten in de volgende iteratie, omdat het antwoorden kan beïnvloeden. Instructies worden bovenaan het scherm getoond.	
<b>Begrijpen gebruikers het doel van <i>Wiski</i>?</b>		
feedback	De tekst op de voorpagina is duidelijk.	5/5
respons	Geen directe aanpassingen vereist.	
<b>Vinden gebruikers het oplossen van oefeningen duidelijk?</b>		
feedback	Initieel wat verwarring rond getimedde oefeningen.	1/5
respons	In de volgende iteratie worden getimedde oefeningen weggelaten, omdat ze niet goed passen binnen de wiskundige context en omdat het gamedesign-element ‘uitdagingen’ al ingevuld wordt met willekeurige oefeningenreeksen.	
feedback	Duidelijk hoe oefeningenreeksen verlopen.	5/5
respons	Geen directe aanpassingen vereist. Het is een sterk signaal dat de gelogde data omtrent het oplossen van oefeningen niet vertekend zal zijn door gebruiksproblemen.	
<b>Kunnen gebruikers alle gamedesign-elementen lokaliseren?</b>		
feedback	De <i>day streak</i> wordt ook verwacht op een profielpagina.	2/5

respons	In de volgende iteratie worden profielpagina's toegevoegd waarop de <i>day streak</i> van de gebruiker in kwestie zichtbaar is.	
feedback	Het informatievenster bovenaan rechts alle pagina's is nuttig.	3/5
respons	Gebruikers lezen de informatievensters, dus die worden zeker behouden in de volgende iteratie.	
<b>Willen gebruikers andere gamedesign-elementen?</b>		
feedback	Vooruitgang delen op sociale media is motiverend.	1/5
respons	Het kan interessant zijn om te onderzoeken of sommige gebruikerstypes hun vooruitgang significant vaker delen op sociale media (we denken in het bijzonder aan <i>Socializers</i> ). Sociale-mediaknoppen worden echter niet in de <i>gamification</i> literatuur vermeld als gamedesign-elementen, dus ze passen niet binnen onze studie.	

---

### 4.3 Digitaal prototype

Het digitaal prototype is een *high-fidelity proof of concept*; i.e. een volledig functionerende website die vormelijk sterk lijkt op het eindproduct [89]. De hoge SUS-score uit de eerste iteratie liet toe het papieren prototype bijna integraal te vertalen naar een online platform. Tabel 4.3 somt de toevoegingen en aanpassingen op ten opzichte van het *low-fidelity proof of concept*. Paragraaf 4.5 gaat dieper in op de technische implementatie in Drupal 7. Een tweede *think-aloud* studie evalueerde de nieuwe functionaliteiten, en verifieerde dat het digitale prototype de gebruiksproblemen oplost die werden gerapporteerd bij de evaluatie van het papieren prototype. Tabel 4.1 bevat de opdrachten die testpersonen moesten uitvoeren. De testgroep bestond uit vijf personen: twee leerlingen uit de tweede graad ASO, twee leerlingen uit de derde graad ASO en één student. De feedback in Tabel 4.4 bracht nieuwe moeilijkheden aan het licht op het gebied van gebruiksvriendelijkheid. De gemiddelde SUS-score bedroeg 79, een daling in vergelijking met de eerste gebruikersstudie. De score is echter nog steeds goed: Sauro [74] associeert er het 83%-kwantiel mee.

**Tabel 4.3:** Toevoegingen en aanpassingen in het *high-fidelity proof of concept* ten opzichte van het *low-fidelity proof of concept*.

---

<b>Aanpassingen</b>	
beschrijving	Introduceer profielpagina's en profielfoto's.
rationale	De nood aan profielpagina's werd duidelijk tijdens de eerste <i>think-aloud</i> studie. Gebruikerspagina's laten toe persoonlijke informatie zoals <i>day streak</i> , punten-totaal, ontgrendelde verrassingen en notificaties te centraliseren. Profielfoto's zijn herkenbare elementen, die toegevoegd worden aan klassementen en reacties.

beschrijving	Voorkom met giscorrectie dat gebruikers beloond worden wanneer ze gokkend oefeningen maken. Leg de puntenverdeling vast op +5 en -5 voor respectievelijk juist en fout opgeloste oefeningen. Wissel de meerkeuzeopties van plaats nadat een gebruiker antwoordde.
rationale	Gebruikers die willekeurig antwoorden kiezen mogen netto gezien geen punten verdienen. Appendix C bevat de wiskundige afleiding voor de scores, die rekening houdt met de meerkeuzevragen op <i>Wiski</i> .
beschrijving	Toon de <i>day streak</i> van gebruikers op hun profielpagina en laat het bijhorende vlammetje flikkeren wanneer de <i>streak</i> is verlengd.
rationale	Tijdens de eerste <i>think-aloud</i> studie zochten testpersonen naar een profielpagina om hun <i>day streak</i> te zien. Een geanimeerd vlammetje naast de numerieke waarde van de <i>day streak</i> geeft extra feedback aan gebruikers.
beschrijving	Toon het punten- en oefeningenklassement onder elkaar. Voorzie twee tijdsframes ‘deze week’ en ‘aller tijden’ voor klassementen. Scroll klassementen automatisch totdat de positie van de ingelogde gebruiker centraal staat.
rationale	Het oefeningenklassement was in het <i>low-fidelity proof of concept</i> verborgen als extra tabblad, wat een grote impact kan hebben op hoe vaak het klassement wordt bekeken. Tabel 3.1 bevat de rationale voor verschillende tijdsframes. De gebruiker centraal tonen is geïnspireerd op het concept van impliciete doelstellingen uit [50]: gebruikers willen hun voorsprong behouden en de personen boven hen inhalen. Studies zoals [42, 81] beschouwen alleen de impact van ranking op motivatie, niet die van positie.

---

### Toevoegingen

---

beschrijving	Link onderaan alle pagina’s naar uitleg over het onderzoek, de bronnen, en het e-mailadres van de auteur.
rationale	Gebruikers moeten steeds toegang hebben tot de digitale informatiebrochure en moeten de onderzoeker kunnen contacteren voor eventuele vragen (zie Appendix B). De bron van auteursrechtelijk beschermde afbeeldingen moet vermeld worden.
beschrijving	Classificatie van alle oefenonderwerpen.
rationale	Inhoudelijke toevoeging op basis van het materiaal dat uitgeverij Die Keure aanleverde. Tabel C.1 geeft een overzicht van de classificatie.
beschrijving	Toon aan het einde van oefeningenreeksen een extra scherm met het nieuwe puntentotaal en/of de verlengde <i>day streak</i> . Zie Figuur 4.3.
rationale	Extra feedback voor gebruikers, die de impact van hun oefensessie aangeeft.
beschrijving	Voeg op de hulppagina filters toe. Toon bij reacties het totaal aantal duimen omhoog en omlaag, en een indicatie of de vraagsteller de oefening heeft begrepen.



rationale	Functionele toevoegingen waaraan niet werd gedacht in de eerste iteratie.
beschrijving	Voeg het gamedesign-element ‘verrassingen’ toe.
rationale	Zie Tabel 3.1. Appendix C lijst op wanneer gebruikers de 20 verrassingen ontgrendelen.
beschrijving	Voeg het gamedesign-element ‘motiverende feedback’ toe.
rationale	Zie Tabel 3.1. Wanneer gebruikers een oefening oplossen, zien ze in de feedback willekeurig een van de 30 zinnen uit Tabel C.2 op basis van de correctheid van hun antwoord.

**Tabel 4.4:** Ontvangen feedback tijdens de tweede *think-aloud* studie en oplossingen voor de aangegeven gebruiksproblemen.

		<b>Aantal</b>
<b>Hoe ervaren gebruikers de registratie?</b>		
feedback	Gebruikers lezen de informatiebrochure niet wanneer die via een aanklikbare link op de hoofdpagina te lezen is.	5/5
respons	Toon de informatiebrochure voordat de registratie begint. Laat gebruikers aangeven dat ze akkoord gaan en de registratie willen aanvatten. Dat is ook een vereiste voor SMEC (cfr. Appendix B).	
feedback	Onduidelijk dat de schermafbeeldingen bij de vragenlijst over voorkeuren vergroot kunnen worden.	3/5
respons	Toon de schermafbeeldingen groter op de pagina en voorzie een overlay met een vergrotingspictogram wanneer gebruikers over de afbeeldingen hoveren.	
feedback	Vragenlijsten kunnen overgeslagen worden bij de registratie.	1/5
respons	Voorkom oningevulde vragenlijsten: herleid gebruikers telkens naar de eerste oningevulde vragenlijst wanneer ze een andere pagina op <i>Wiski</i> proberen te bezoeken. Een bijkomend voordeel van die aanpak is dat gebruikers niet alle vragenlijsten in één keer moeten invullen; ze kunnen de registratie pauzeren en later voortzetten.	
feedback	Bij de registratie is het onduidelijk hoe oefeningen op <i>Wiski</i> er uitzien, terwijl die informatie nodig is om een voorkeursscore aan uitdagingen toe te kennen.	1/5
respons	Plaats in de vragenlijst eerst de vraag over punten, aangezien de afbeeldingen daarvan tonen dat oefeningen meerkeuzevragen zijn (cfr. Tabel 3.1).	
<b>Vinden gebruikers het profiel duidelijk?</b>		
feedback	Profielpagina en notificaties zijn duidelijk.	5/5

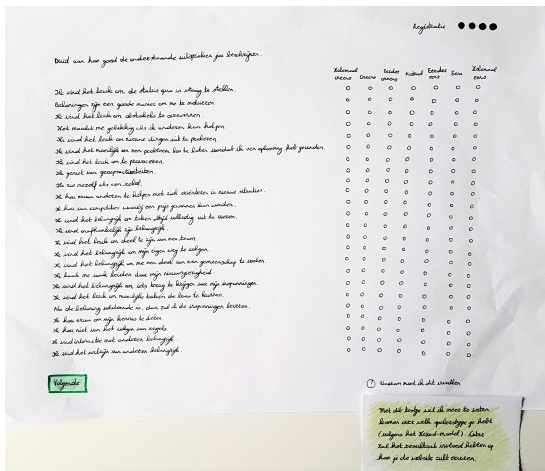
respons	Valideert de gebruiksvriendelijkheid van de profielpagina in het <i>low-fidelity proof of concept</i> .	
feedback	Onduidelijk wat te doen wanneer een verrassing ontgrendeld is. Gebruikers weten niet waar ze naar moeten zoeken of proberen te klikken op de aanduiding van ontgrendeling op de profielpagina.	3/5
respons	Verander het pictogram voor verrassingen naar een geschenkverpakking in plaats van het logo van <i>Wiski</i> . Voorzie alt-teksten bij de aanduidingen op het profiel: ‘Je moet deze verrassing nog ontgrendelen. Blijf actief!’ en ‘Deze verrassing is ergens op <i>Wiski</i> verstopt. Zoek een pinkend cadeautje en klik erop.’.	
feedback	Extra gamedesign-elementen inschakelen op de profielpagina is duidelijk.	5/5
respons	Valideert dat gebruikers met gepersonaliseerde <i>gamification</i> weten hoe ze aanbevolen gamedesign-elementen moeten inschakelen op hun profielpagina.	
	<b>Vinden gebruikers het oplossen van oefeningen duidelijk?</b>	
feedback	Motiverende feedback is grappig of leuk.	3/5
respons	De overige testpersonen maakten geen opmerkingen over de motiverende feedback. Geen directe aanpassingen vereist.	
feedback	Het design van de website is visueel aantrekkelijk en leidt niet af.	2/5
respons	Geen enkele testgebruiker bekritiseerde de lay-out van <i>Wiski</i> . Goed signaal dat het design geen negatieve impact heeft op de motivatie van gebruikers wanneer ze oefeningen oplossen of doorheen de website navigeren.	

---

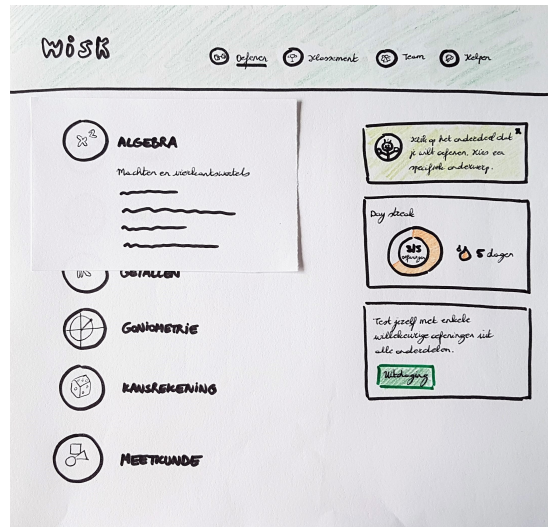
## 4.4 Finaal proof of concept

Zoals aangegeven in Paragraaf 3.2, bezocht de auteur zeven middelbare scholen om lessen bij te wonen waarin circa 160 leerlingen *Wiski* gebruikten. Op die manier kon direct bij een deel van de doelgroep extra informele feedback verzameld worden over de gebruiksvriendelijkheid van het online leerplatform. Enkele positieve reacties:

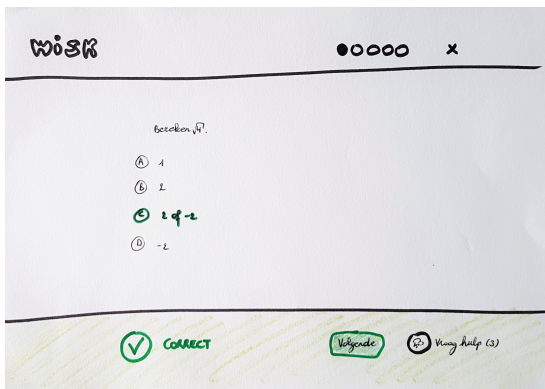
- “Alles ziet er duidelijk uit.”
- “Het ziet er heel mooi uit. Ik denk niet dat mensen het ontwerp niet kunnen begrijpen.”
- “De website ziet er simpel en gemakkelijk uit. Ik gebruikte eerder andere digitale wiskundetools en die waren soms onduidelijk en leken snel gemaakt te zijn zonder er veel moeite in te steken.”
- “Ik vind het goed dat het scherm bij de oefeningen zo sober is.”



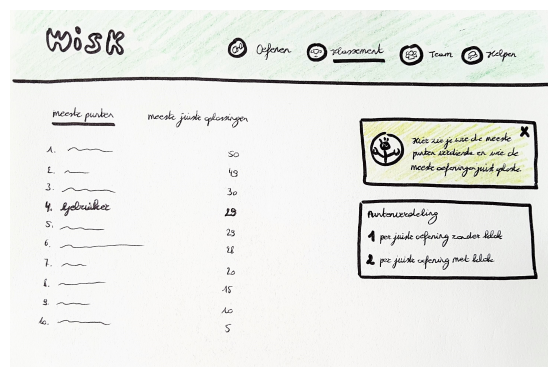
(a) Hexad-vragenlijst bij de registratie



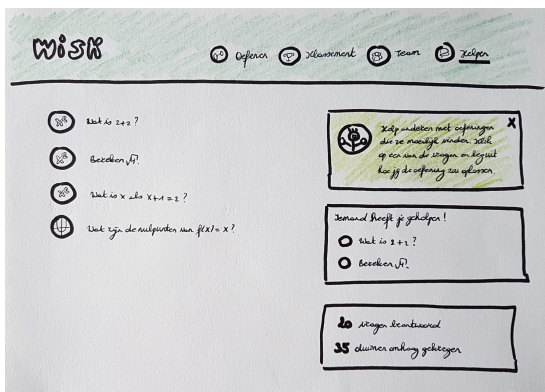
(b) Oefenpagina



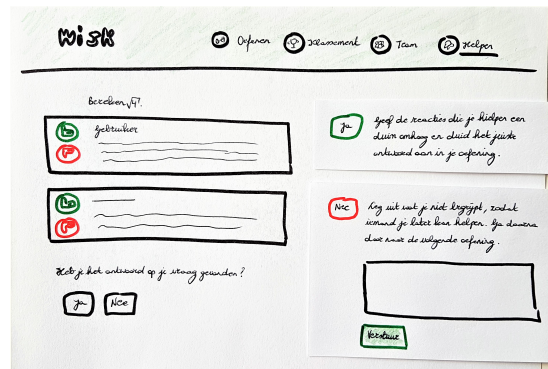
(c) Oefeningenreeks



(d) Klassementspagina



(e) Hulppagina

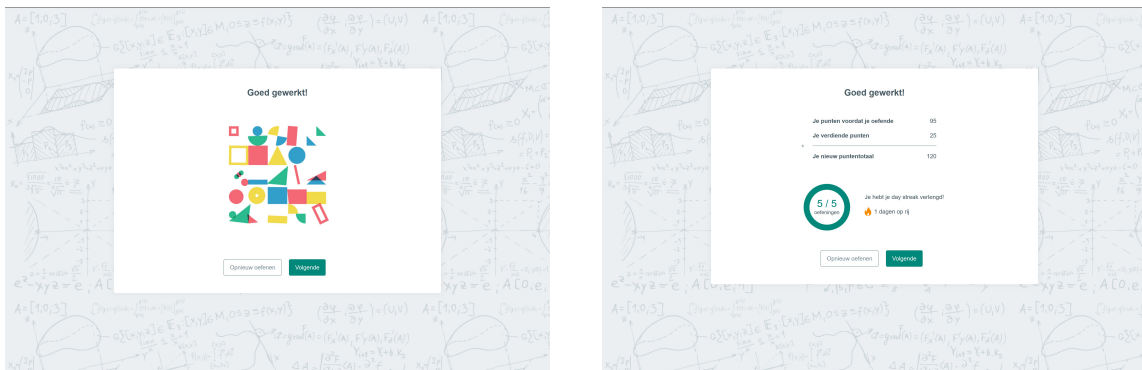


(f) Helpen bij een oefening

Figuur 4.2: Voorbeelden van het papieren prototype.

**Tabel 4.1:** Overzicht van de opdrachten die testgebruikers moesten uitvoeren tijdens de *think-aloud* studies. De taken zijn geordend zoals tijdens de gebruikersstudies en de omschrijvingen zijn zodanig geformuleerd dat testpersonen niet direct op het prototype kunnen afleiden waarop ze moeten klikken.

<b>Opdrachten voor beide <i>think-aloud</i> studies</b>	
opdracht	Registreer jezelf en leg het doel van de website uit.
rationale	Bestudeer het gedrag van gebruikers tijdens de registratie en verifieer of alle vragenlijsten duidelijk zijn. Ga na dat personen het startscherm lezen.
opdracht	Maak oefeningen over vierkantswortels. Antwoord juist en fout.
rationale	Kijk of gebruikers weten hoe ze een oefensessie over een bepaald onderwerp kunnen starten (cfr. Figuur 4.2b). Onderzoek of ze het verloop ervan duidelijk vinden, met name wanneer ze hulp inroepen bij een oefening (cfr. Figuur 4.2f).
opdracht	Onderbreek de oefensessie en vergelijk je puntentotaal met anderen.
rationale	Ga na dat het sluiten van een oefeningenreeks duidelijk is en dat gebruikers de klasseringen terugvinden (cfr. Figuur 4.2d).
opdracht	Ondersteun een andere gebruiker die het moeilijk heeft met een oefening.
rationale	Onderzoek of gebruikers de hulppagina terugvinden en begrijpen hoe ze anderen kunnen helpen bij oefeningen (cfr. Figuren 4.2e tot 4.2f).
opdracht	Kom te weten hoeveel dagen je achtereenvolgend oefende.
rationale	Kijk of testpersonen de <i>day streak</i> kunnen terugvinden.
opdracht	Start een oefeningenreeks met gemengde opgaven over verschillende onderwerpen.
rationale	Bestudeer of gebruikers de knop voor uitdagingen herkennen.
<b>Bijkomende opdrachten voor de tweede <i>think-aloud</i> studie</b>	
opdracht	Lees nogmaals de uitleg over het onderzoek, die voor de registratie verscheen.
rationale	Ga na dat gebruikers de link naar de digitale informatiebrochure terugvinden.
opdracht	Zoek een verrassing.
rationale	Onderzoek of gebruikers het principe van verrassingen begrijpen en of de pulse-rende aanduidingen opvallend genoeg zijn.



**Figuur 4.3:** Extra feedbackschermen die gebruikers zien aan het einde van een oefeningreeks. Alleen geactiveerde gamedesign-elementen zijn zichtbaar.

- “Ik vind *Wiski* een goede website, omdat die meerkeuzevragen bevat. Dat maakt het gemakkelijk om de oefeningen te maken.”
- “Bij de registratie waren er veel vragen, maar alles was wel duidelijk.”

Vier leerlingen gaven aan verward te zijn bij de interactie met gamedesign-elementen of suggereerden alternatieve besturingen tijdens oefeningensessies:

- “Wat moet ik nu doen met de verrassing die ik heb gevonden?”
- “Ik begrijp niet hoe de hulppagina werkt. Wat moet ik doen om anderen te helpen?”
- “In plaats van op ‘controleren’ te klikken met de muis, zou het gemakkelijker zijn als we dat ook kunnen doen met de entertoets.”
- “Goede oefeningen, maar website te traag.”

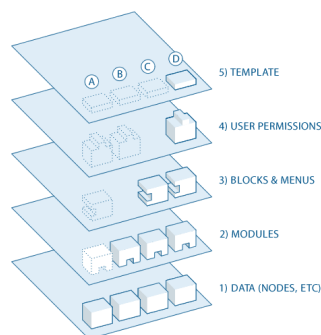
De bovenstaande opmerkingen tonen aan dat de geobserveerde leerlingen amper ontwerpgerelateerde problemen hadden bij het gebruik van het finale *proof of concept*. De designaanpassingen na de tweede *think-aloud* studie (cfr. Tabel 4.4) losten de gerapporteerde gebruiksproblemen op. We concluderen dat het *proof of concept* gebruiksvriendelijk bevonden werd door de doelgroep en dat de resultaten van ons onderzoek daarom hoogstwaarschijnlijk niet vertekend zijn.

## 4.5 Technische implementatie

Het online leerplatform *Wiski* is opgebouwd in Drupal 7, een *open-source Content Management System* (CMS) dat toelaat om dynamische websites te bouwen met PHP, HTML, CSS en JavaScript. Deze paragraaf schetst kort de belangrijkste aspecten en moeilijkheden.

De gebruikersprofielen worden in Drupal aangemaakt via manueel toe te voegen velden. Figuur 4.5 toont bijvoorbeeld centraal dat er vijf velden van het type ‘decimaal’ werden aangemaakt voor het bijhouden van de FFM-waarden. Gebruikers kunnen op hun profiel alleen velden aanpassen waar ze toegang tot hebben, zoals hun gebruikersnaam.





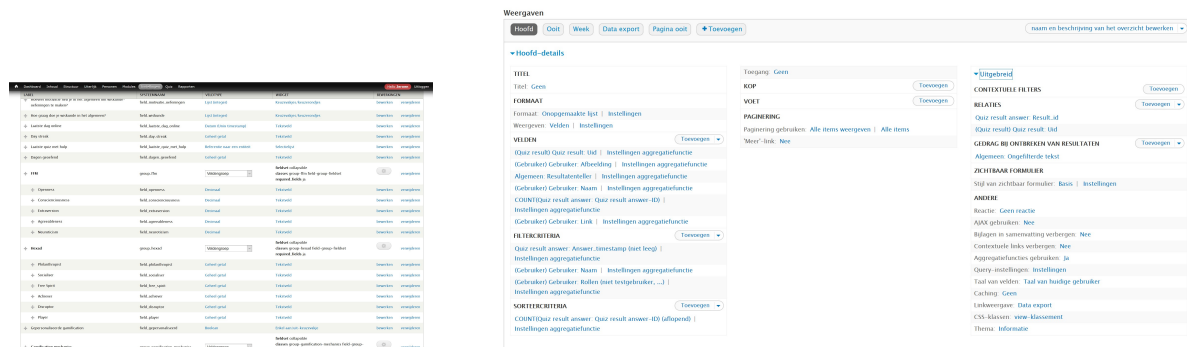
**Figuur 4.4:** De algemene systeemopbouw van een Drupalsysteem bestaat uit vijf lagen: data in de vorm van nodes, modules, blokken en menu's, gebruikerspermissies en templates. Bron: [drupal.org](http://drupal.org)

**Tabel 4.5:** De belangrijkste Drupal-modules bij de ontwikkeling van *Wiski*.

Module	Omschrijving
Views	Maak interactieve overzichten van velden door gebruik te maken van filters, sorteringen, relaties met andere Drupal-entiteiten . . . Gebruikt voor tal van weergaven, zoals de klassemten in Figuur 4.5.
Rules	Maak regels aan die geactiveerd worden bij een bepaalde gebeurtenis en daarna een opgegeven actie uitvoeren. Wordt bijvoorbeeld gebruikt om de <i>day streak</i> te verlengen.
Webforms	Bouw geavanceerde webformulieren. Wordt gebruikt om vragenlijsten bij de registratie in te vullen.
Quiz	Bouw geavanceerde quizzes. Wordt gebruikt voor oefeningenreeksen met manuele aanpassingen in een <i>custom module</i> .
Panels	Laat toe een pagina op te bouwen door verschillende elementen te combineren.

Een van de krachtigste eigenschappen van Drupal is het concept van ‘modules’, i.e. software die de Drupal *core* of andere modules uitbreidt. Drupal voorziet op die manier standaard al een heleboel functionaliteiten, maar het is een uitdaging om precies de goede modules te vinden die de gewenste *features* voor een website mogelijk maken. De belangrijkste bouwblokken voor *Wiski* worden weergegeven in Tabel 4.5.

Hoewel de mogelijkheden van bestaande Drupal-modules gigantisch zijn en er een goede community bestaat op [Drupal Answers](http://Drupal Answers), was het nodig om zelf uitbreidingen te coderen in PHP met een *custom module*. De belangrijkste aanpassingen waren een aangepaste *workflow* voor Quiz met AJAX, code voor de motiverende feedback, aangepast gedrag om de FFM- en Hexad-scores te berekenen wanneer gebruikers zich registreerden, testpersonen automatisch indelen in de experimentele groep of controlegroep van het gerandomiseerd onderzoek, en aanbeveling van gamedesign-elementen met het eenvoudig *recommenders* systeem uit Figuur 3.6. Alle code is publiekelijk beschikbaar op [GitHub](http://GitHub),



**Figuur 4.5:** Schermafbeeldingen van de opbouw van gebruikersprofielen en overzichten in Drupal.

zodat Drupal 7-ontwikkelaars verder kunnen bouwen op de nieuwe *features* voor de Quiz-module, en *gamification* technieken kunnen implementeren. Het thema van de website werd helemaal zelf opgebouwd op basis van Zen.

Drupal heeft al logfunctionaliteiten ingebouwd: nagenoeg alle activiteiten worden opgeslagen in een *accesslog* in de phpMyAdmin-database. Voor het loggen van de interactie met gamedesign-elementen was echter specifieke JavaScript-code nodig, die ook op GitHub te vinden is. Een laatste heikel punt was het *parsen* van het oefeningmateriaal dat Die Keure beschikbaar stelde: de aangeleverde XML-bestanden moesten met PHP-code omgezet worden naar een bruikbaar formaat en daarna met de Drupal API ingelezen worden in de database.

# Hoofdstuk 5

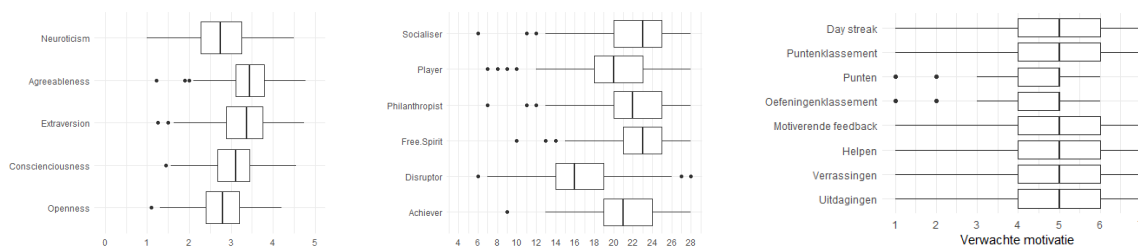
## Resultaten

Dit hoofdstuk toont de resultaten voor de 363 leerlingen uit de tweede graad van het middelbaar onderwijs ASO, die deelnamen aan het onderzoek. Figuur 5.3 geeft hun demografische informatie weer. De resultaten zullen geen rekening houden met de 42 andere gebruikers (cfr. Figuur 3.1), zodat ze focussen op een sterkere doelgroep. Het reële dataverlies is beperkt tot 31 volledige, valabele gebruikersprofielen van 28 leerlingen uit de derde graad ASO en 3 universiteitsstudenten. De statistische analyse gebeurt in R.

### 5.1 Screening van de steekproefdata

Paragraaf 3.5 gaf aan dat de FFM- en Hexad-vragenlijsten een controlevraag bevatten om de data van niet-aandachtige gebruikers weg te filteren. De valabele resultaten hebben betrekking op 298 FFM- en 294 Hexad-enquêtes, en 337 vragenlijsten met voorkeuren voor de gamedesign-elementen uit Tabel 3.1. 280 leerlingen vulden de FFM- en Hexad-vragenlijsten aandachtig in. Zeven van hen beantwoordden de vragen omtrent voorkeuren voor gamedesign-elementen niet, wat het aantal volledige, valabele profielen op 273 brengt. De boxplots in Figuur 5.1 tonen de verdeling van de profielen. Tabel 5.1 verzamelt enkele basisstatistieken voor de data van de gebruikerstypes.

Parametrische testen zoals t-toetsen vereisen dat de geanalyseerde data normaal verdeeld



**Figuur 5.1:** Boxplots voor 298 FFM- en 294 Hexadprofielen, en 337 voorkeursresultaten voor gamedesign-elementen.

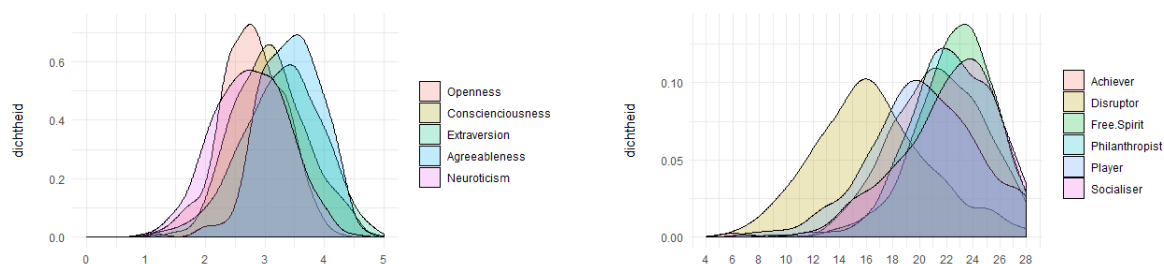


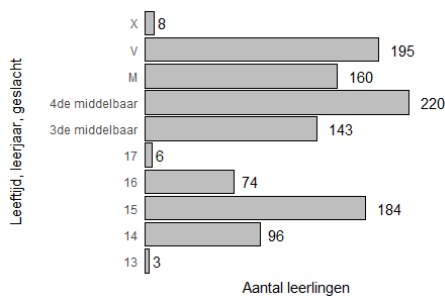
**Tabel 5.1:** Basisstatistieken voor de FFM- en Hexad-types. *Philanthropist*, *Socialiser* en *Free spirit* hebben problemen met scheefheid en kurtosis.

	O	C	E	A	N	Ph	S	F	Ac	D	P
gemiddelde	2,79	3,09	3,28	3,44	2,75	22,30	22,10	22,65	21,34	16,45	20,00
variantie	0,29	0,36	0,44	0,28	0,38	10,16	14,28	8,83	11,48	18,15	16,38
scheefheid	-0,19	0,18	-0,33	-0,38	-0,04	-0,73	-0,95	-0,69	-0,24	0,30	-0,27
kurtosis	0,02	-0,26	-0,01	0,58	-0,33	1,7	1,46	1,04	-0,17	-0,03	0,13

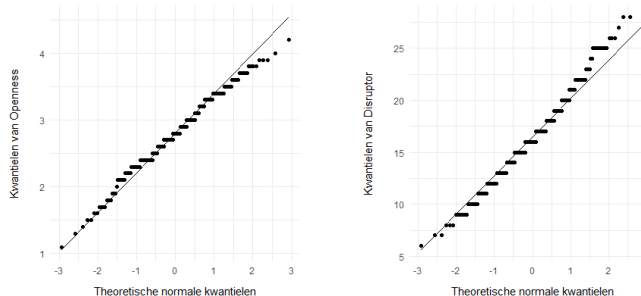
standaardfout scheefheid = 0.14 en standaardfout kurtosis = 0.28

zijn. De steekproefgrootte voor alle gebruikerstypes is groter dan 30, dus vanwege de centrale limietstelling mogen we veronderstellen dat de normaliteitsvoorwaarde voldaan is. De klokvormige dichtheidscurves in Figuur 5.2 en de Q-Q-plots in Figuur 5.4 ondersteunen die aanname. Data die bij benadering normaal verdeeld zijn, mogen geen problemen hebben met scheefheid en kurtosis [79], i.e. de data mag niet te asymmetrisch zijn en mag geen te extreme uitschieters hebben die voor lange ‘staarten’ zorgen in de dichtheidscurves. Tabel 5.1 toont echter dat *Philanthropist*, *Socialiser* en *Free spirit* beide problemen wel hebben: de absolute waarden voor scheefheid en kurtosis zijn groter dan drie keer de standaardafwijking (respectievelijk 0,42 en 0,84). In Figuur 5.2 leunen de dichtheidscurves inderdaad duidelijk naar rechts. Hoewel uitschieters eigenlijk niet bestaan in de context van likertschalen [79], is het veiliger er te verwijderen totdat de scheefheids- en kurtosisproblemen opgelost zijn. Voor *Philanthropist* wordt één uitschieter met waarde 7 verwijderd, zodat de scheefheid- en kurtosiswaarden normaliseren tot respectievelijk -0,45 en 0,38. Voor *Socialiser* worden twee extreme datapunten met score 6 weggefilterd; scheefheid en kurtosis zakken tot -0,61 en -0,11. *Free spirit* krijgt aanvaardbare scheefheid -0,52 en kurtosis 0,36 na het weglaten van één uitschieter met waarde 10. Het vervolg van de analyse beschouwt dus 290 Hexadprofielen.

**Figuur 5.2:** Dichtheidscurves voor 298 FFM- en 294 Hexadprofielen. De typische klokvorm van een normale verdeling is zichtbaar voor alle gebruikerstypes.



**Figuur 5.3:** Gecombineerd histogram van de gebruikers in de geselecteerde doelgroep met informatie over leeftijd, leerjaar en geslacht.



**Figuur 5.4:** Voorbeelden van Q-Q-plots voor FFM- en Hexad-types. De kwantielen van de data benaderen die van een theoretische normale verdeling.

## 5.2 Verdeling van de steekproefdata

De dichtheidscurves in Figuur 5.2 suggereren visueel dat de gemiddelde scores van de FFM- en Hexad-types meestal verschillen. Formeel wijzen gepaarde eenzijdige Welch t-toetsen uit of het populatiegemiddelde van een groep significant kleiner is dan die van een andere afhankelijke groep. Voor de FFM-types geldt de volgende significante rij van ongelijkheden met  $p < 0,01$ :

$$\mu_{ON} < \mu_C < \mu_E < \mu_A \quad \text{met } \mu_{ON} \in \{\mu_O, \mu_N\},$$

waarbij  $\mu_i$  het populatiegemiddelde is van het FFM-type met beginletter  $i$ . In de doelgroep zijn de twee dominantste FFM-persoonlijkheidstypes dus *Agreeableness* en *Extraversion*. Een tweezijdige gepaarde t-toets kan niet verwerpen dat de gemiddelde score voor *Openness* en *Neuroticism* gelijk is. Voor de Hexad-types leveren eenzijdige t-toetsen dat

$$\mu_D < \mu_P < \mu_{Ac} < \mu_{PhS} < \mu_F \quad \text{met } \mu_{PhS} \in \{\mu_{Ph}, \mu_S\}$$

en  $\mu_i$  het populatiegemiddelde van het Hexad-type met beginletter  $i$ . De ongelijkheid  $\mu_{Ph} < \mu_F$  geldt met  $p < 0,05$ , alle andere met  $p < 0,01$ . *Free spirit* is in de doelgroep het sterkst aanwezige Hexad-gebruikerstype, gevolgd door *Socialiser* en *Philanthropist*, die niet significant verschillen in gemiddelde score volgens een tweezijdige gepaarde t-toets. Tabel 5.2 vat de verdeling samen van de 337 voorkeursresultaten voor de gamedesign-elementen op *Wiski*. Gebruikers verwachtten het sterkst gemotiveerd te worden door motiverende feedback en verrassingen, en het minst door punten en een oefeningenklassering.

## 5.3 Correlaties tussen FFM en Hexad

Onderzoeksvraag 1 vraagt of er een correlatie bestaat tussen de FFM-persoonlijkheidstypes en de Hexad-gebruikerstypes. De Pearson-correlatiematrix in Tabel 5.3 toont het antwoord op basis van 276 paren van FFM-Hexad-profielen, die geldig en bruikbaar bleken

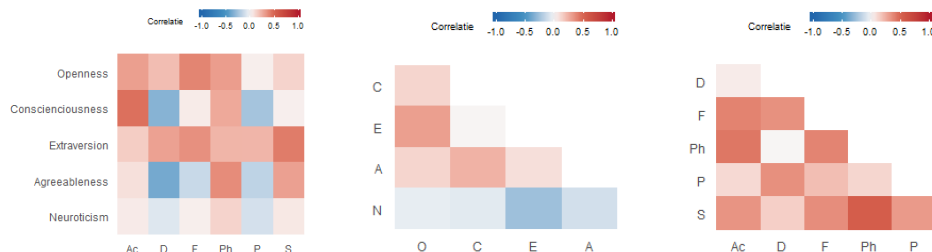
**Tabel 5.2:** Basisstatistieken van de voorkeuren voor gamedesign-elementen en resultaten van eenzijdige gepaarde t-toetsen. De rijen zijn gesorteerd op oplopend gemiddelde.

	Gamedesign-element	Gem.	Var.	Gem. minder dan
1.	Oefeningenklassement	4,45	2,02	3*, 5, 6, 7, 8***
2.	Punten	4,50	1,57	7, 8***
3.	Puntenklassement	4,63	2,29	7, 8***
4.	<i>Day streak</i>	4,67	1,74	6*, 7, 8***
5.	Uitdagingen	4,74	1,50	7*, 8***
6.	Helpen	4,90	1,50	8***
7.	Verrassingen	4,95	1,48	8***
8.	Motiverende feedback	5,23	1,69	

Gem. = gemiddelde, Var. = variantie, \* $p < 0,05$ , \*\*\* $p < 0,001$

tijdens de screening in Paragraaf 5.1. De numerieke correlaties worden voor de duidelijkheid ook gevisualiseerd in Figuur 5.5. De sterkste positieve correlaties met  $p < 0,001$  treden op bij de paren *Conscientiousness-Achiever*, *Extraversion-Socialiser* en *Openness-Free spirit*. De sterkste negatieve correlaties met  $p < 0,001$  komen voor bij de koppels *Agreeableness-Disruptor*, *Conscientiousness-Disruptor* en *Conscientiousness-Player*. Het FFM-type *Neuroticism* is alleen zwak positief gecorreleerd met het Hexad-gebruikerstype *Philanthropist*. De andere FFM-persoonlijkheidstypes vertonen daarentegen gemiddelde correlaties met *Disruptor* en *Philanthropist*. Op *scatterplots* van de data lijken er visueel geen niet-lineaire verbanden te bestaan tussen verschillende gebruikerstypes, die zwakke correlaties verklaren.

De vijf FFM-persoonlijkheidstypes zijn onderling nauwelijks gecorreleerd, zoals Tabel 5.4 numeriek uitdrukt en Figuur 5.5 visueel toont. Voor  $p < 0,001$  is alleen *Conscientiousness* zwak positief gecorreleerd met zowel *Openness* als *Agreeableness*, en is *Extraversion* zwak negatief gecorreleerd met *Neuroticism*. ?? en Figuur 5.5 demonstreren meer en sterkere



**Figuur 5.5:** Correlogrammen voor FFM- en Hexad-profielen, FFM-types onderling en Hexad-types onderling. Zowel significante als niet-significante verbanden worden getoond. Rood duidt op een positieve correlatie, blauw op een negatieve. De kleur verandert sneller in het interval  $[-0,5; 0,5]$  dan in de rest van  $[-1; 1]$  om zwakkere effecten te benadrukken.

**Tabel 5.3:** Bivariate correlatiematrix voor de Hexad- en FFM-types van 276 valabele profielen. Geleerde cellen zijn verschillend vergeleken met Tondello et al. [86] (cfr. Hoofdstuk 6).

	Ac	D	F	Ph	P	S
<b>Openness</b>	0,295 ***	0,194 **	0,382 ***	0,301 ***	0,03	0,12 *
<b>Conscientiousness</b>	0,45 ***	-0,335 ***	0,04	0,262 ***	-0,25 ***	0,029
<b>Extraversion</b>	0,142 *	0,288 ***	0,345 ***	0,221 ***	0,22 ***	0,41 ***
<b>Agreeableness</b>	0,078	-0,386 ***	-0,144 *	0,359 ***	-0,176 **	0,29 ***
<b>Neuroticism</b>	0,042	-0,077	0,031	0,12 *	-0,109	0,051

\*\*\* $p < 0,001$ , \*\* $p < 0,01$ , \* $p < 0,05$ .

**Tabel 5.4:** Correlatiematrix voor de FFM-types van 298 geldige gebruikersprofielen.

	Openness	Conscientiousness	Extraversion	Agreeableness
<b>Conscientiousness</b>	0,114 *			
<b>Extraversion</b>	0,294 ***	0,011		
<b>Agreeableness</b>	0,112	0,23 ***	0,08	
<b>Neuroticism</b>	-0,049	-0,065	-0,271 ***	-0,115 *

\*\*\* $p < 0,001$ , \*\* $p < 0,01$ , \* $p < 0,05$

onderlinge verbanden tussen de zes Hexad-gebruikerstypes. *Philanthropist* en *Socialiser* zijn het sterkst positief gecorreleerd, gevolgd door de paren *Philanthropist-Achiever* en *Free spirit-Achiever*. Het *Player*-type is niet gecorreleerd met *Achiever* en *Philanthropist*; *Disruptor* toont geen verband met *Achiever* en *Philanthropist*.

## 5.4 Voorkeur voor gamedesign-elementen

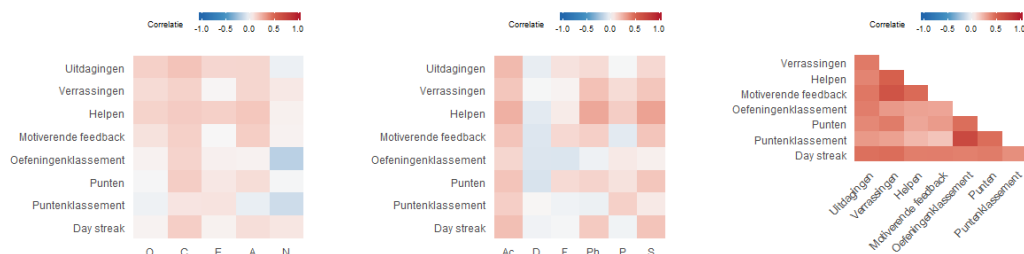
Onderzoeksvraag 2 gaat over het verband tussen FFM- en Hexad-profielen en de voorkeur voor specifieke gamedesign-elementen. Tabel 5.6, Tabel 5.7 en Figuur 5.6 bevatten informatie om die vraag te beantwoorden voor de geïmplementeerde *gamification* technieken op *Wiski*. Het valt meteen op dat alle correlaties zwak zijn. Voor de FFM-types komen de sterkste positieve correlaties voor bij de paren *Openness*-uitdagingen en *Agreeableness*-helpen. *Neuroticism* is het sterkst negatief gecorreleerd met oefeningen- en puntenklassenent. Verder is *Conscientiousness* significant positief gecorreleerd met alle gamedesign-elementen, behalve met puntenklassenent.

In Tabel 5.7 komen ietwat sterkere correlaties voor dan in Tabel 5.6. Alle significante lineaire verbanden zijn positief. *Achiever*, *Philanthropist* en *Socialiser* correleren het sterkst met helpen. *Achiever* is gecorreleerd met alle gamedesign-elementen, behalve met oefeningenklassenent. *Disruptor* en *Free spirit* tonen echter geen significante verbanden

**Tabel 5.5:** Correlatiematrix voor de Hexad-types van 290 geldige en gescreende gebruikersprofielen. Gekleurde cellen zijn verschillend vergeleken met Tondello et al. [86] (cfr. Hoofdstuk 6).

	Achiever	Disruptor	Free spirit	Philanthropist	Player
<b>Disruptor</b>	0,04				
<b>Free spirit</b>	0,389 ***	0,342 ***			
<b>Philanthropist</b>	0,428 ***	0,008	0,385 ***		
<b>Player</b>	0,1	0,346 ***	0,19 **	0,109	
<b>Socialiser</b>	0,331 ***	0,134 *	0,354 ***	0,523 ***	0,309 ***

\*\*\* $p < 0,001$ , \*\* $p < 0,01$ , \* $p < 0,05$



**Figuur 5.6:** Correlogrammen voor de FFM- en Hexad-profielen en hun voorkeuren voor de gamedesign-elementen op *Wiski*, en de gamedesign-elementen onderling. Zowel significante als niet-significante verbanden worden getoond.

**Tabel 5.6:** Bivariate correlatiematrix voor de FFM-types van 286 gebruikers en hun voorkeuren voor gamedesign-elementen.

	O	C	E	A	N
<b>Uitdagingen</b>	0,129 *	0,174 **	0,109	0,111	-0,034
<b>Verrassingen</b>	0,094	0,125 *	0,009	0,111	0,05
<b>Helpen</b>	0,121 *	0,145 *	0,131 *	0,161 **	0,024
<b>Motiverende feedback</b>	0,071	0,131 *	0,002	0,137 *	0,02
<b>Oefeningensklassement</b>	0,02	0,119 *	0,025	0,02	-0,187 **
<b>Punten</b>	-0,008	0,139 *	0,053	0,087	-0,009
<b>Puntenklassement</b>	-0,029	0,062	0,067	-0,042	-0,13 *
<b>Day streak</b>	0,018	0,137 *	0,021	0,082	0,056

\*\*\* $p < 0,001$ , \*\* $p < 0,01$ , \* $p < 0,05$

**Tabel 5.7:** Bivariate correlatiematrix voor de Hexad-types van 282 gebruikers en hun voorkeuren voor gamedesign-elementen.

	Ac	D	F	Ph	P	S
<b>Uitdagingen</b>	0,203 ***	-0,046	0,069	0,093	-0,006	0,103
<b>Verrassingen</b>	0,164 **	-0,006	0,015	0,181 **	0,091	0,163 **
<b>Helpen</b>	0,237 ***	-0,062	0,041	0,266 ***	0,139 *	0,284 ***
<b>Motiverende feedback</b>	0,17 **	-0,081	0,102	0,134 *	-0,061	0,167 **
<b>Oefeningenklassement</b>	0,11	-0,084	-0,087	-0,026	0,048	0,027
<b>Punten</b>	0,17 **	-0,097	0,098	0,12 *	0,071	0,164 **
<b>Puntenklassement</b>	0,136 *	0,007	-0,024	-0,035	0,129 *	0,047
<b>Day streak</b>	0,188 **	-0,022	-0,008	0,151 *	-0,021	0,171 **

\*\*\* $p < 0,001$ , \*\* $p < 0,01$ , \* $p < 0,05$

**Tabel 5.8:** Correlatiematrix van voorkeuren voor gamedesign-elementen op *Wiski* van 337 gebruikers.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
<b>2.</b> Verrassingen	0,418						
<b>3.</b> Helpen	0,383	0,499					
<b>4.</b> Motiverende feedback	0,427	0,598	0,469				
<b>5.</b> Oefeningenklassement	0,406	0,315	0,283	0,276			
<b>6.</b> Punten	0,372	0,41	0,27	0,306	0,456		
<b>7.</b> Puntenklassement	0,316	0,288	0,211	0,169	0,685	0,458	
<b>8.</b> Day streak	0,449	0,459	0,405	0,406	0,399	0,411	0,349

Gamedesign-element 1 is ‘uitdagingen’. De correlatie tussen puntenklassement en motiverende feedback geldt met  $p < 0,01$ , alle andere correlaties gelden met  $p < 0,001$ .

met de *gamification*technieken.

Ten slotte tonen Figuur 5.6 en Tabel 5.8 het verband tussen de voorkeuren voor gamedesign-elementen onderling. Alle *gamification*technieken zijn paarsgewijs zwak tot sterk positief gecorreleerd. De sterkste correlatie geldt voor oefeningen- en puntenklassement, daarna volgen de paren motiverende feedback-verrassingen en helpen-verrassingen. De zwakste correlatie komt voor tussen puntenklassement en motiverende feedback.

Paragraaf 3.7 beschreef hoe alle activiteiten van gebruikers op *Wiski* werden gelogd. Die aanpak laat toe om te onderzoeken hoe specifieke FFM- en Hexad-types interageren met de gamedesign-elementen op het leerplatform.

**Tabel 5.9:** Significante correlaties met  $p < 0,05$  tussen FFM- en Hexad-types, en gelogde muisactiviteiten uit Tabel 3.3.

Logactiviteit	Aantal	Controle	Correlaties
Klik op tab ‘aller tijden’ voor het puntenklassement	93	44	E (-0,21)
Klik op tab ‘deze week’ voor het puntenklassement	93	44	E (-0,22)
Klik op filter voor graad op de pagina ‘Helpen’	100	42	Ac (0,20), C(0,20)
Hoveren over <i>day streak</i> op de pagina ‘Oefenen’	93	44	Ac (-0,31)**
Hoveren over verdiende punten op profielpagina’s	81	45	N (0,23)
Hoveren over infoknop met de puntenverdeling op profielpagina’s	81	45	O (-0,25)
Hoveren over <i>day streak</i> op profielpagina’s	93	44	F (-0,26), O (-0,24)

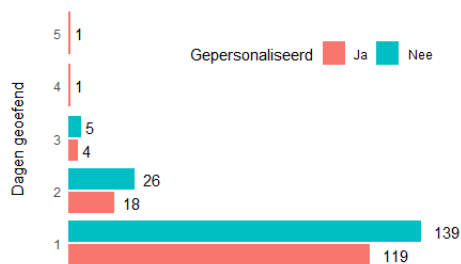
\*\* $p < 0,01$ , Aantal = aantal gebruikers waarop de resultaten betrekking hebben, Controle = aantal betrokken gebruikers dat in de controlegroep zit

## 5.5 Gepersonaliseerde gamification

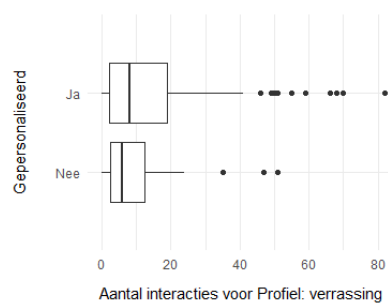
Paragraaf 3.4 besprak hoe een gerandomiseerd experiment met controlegroep tegemoetkwam aan onderzoeksvraag 3. De opzet was om de activiteiten en de motivatie van leerlingen in de experimentele groep te vergelijken met die van gebruikers in de controlegroep. De belangrijkste metrieken om motivatie in beide groepen te vergelijken zijn het aantal gemaakte oefeningen, het aantal dagen waarop werd geoefend en de totale tijd online op het leerplatform. Ook de eindbevraging polste expliciet naar de motivatie die gebruikers hadden om op *Wiski* oefeningen te maken (cfr. Paragraaf 5.6).

De toetsen in deze alinea gebeuren op basis van de data van actieve gebruikers, i.e. personen die minstens één oefening correct oplossen op *Wisi*. De experimentele groep en de controlegroep bestaan respectievelijk uit 170 en 143 leerlingen. Een tweezijdige Welch t-toets vindt geen significant verschil tussen het gemiddeld aantal oefeningen dat de controlegroep (27,34) en de experimentele groep (24,17) maakte op *Wiski*. Het aantal dagen waarop gebruikers een reeks van vijf oefeningen afwerkten verschilt ook niet significant: de gemiddeldes zijn respectievelijk 1,06 en 1,02. Hetzelfde geldt voor het aantal dagen waarop gebruikers minstens één oefening maakten: het gemiddelde voor testpersonen zonder gepersonaliseerde *gamification* (1,23) is niet significant verschillend van het gemiddelde voor personen met personalisatie (1,21). Figuur 5.7 toont het aantal niet noodzakelijk opeenvolgende dagen waarop leerlingen oefenden op *Wiski*. De groep die meer dan één dag oefende op het leerplatform is duidelijk klein: van de 313 actieve gebruikers beantwoordden 55 personen (17,6%) een opgave op minstens twee verschillende dagen. Omwille van die hoge *dropout* wordt de totale tijd online niet geanalyseerd.

Eenzijdige Welch t-toetsen op de gelogde data voor muisactiviteiten gaan na of gebruikers met gepersonaliseerde *gamification* vaker interageren met de gamedesign-elementen op



**Figuur 5.7:** Staafdiagram van het aantal dagen waarop gebruikers minstens één oefening maakten op *Wiski*. Er is een grote uitval zichtbaar bij twee dagen.



**Figuur 5.8:** Boxplot van het aantal keer dat gebruikers hoverden over verrassingen op een profielpagina.

*Wiski* dan de controlegroep. Drie van de 18 logpunten in Tabel 3.3 tonen significant meer interacties in de experimentele groep met  $p < 0,05$ : hoveren over de *day streak* op de pagina ‘Oefenen’, hoveren over de statistiek voor het aantal geholpen personen op de pagina ‘Helpen’, en hoveren over de verrassingen op de profielpagina van een gebruiker. In de drie gevallen was aan de normaliteitsvoorwaarde voor de t-toetsen voldaan, omdat het aantal betrokken gebruikers voldoende groot was, respectievelijk 114 (53 controle), 128 (57 controle) en 141 (47 controle). Figuur 5.8 toont een boxplot van de gelogde hoveractiviteiten voor verrassingen.

## 5.6 Eindevaluatie

De eindevaluatie die Paragraaf 3.7 beschreef werd ingevuld door 35 gebruikers, waarvan 25 personen behoren tot de geselecteerde steekproef van tweedegraadsleerlingen uit het middelbaar onderwijs ASO. Een controlevraag in de IMI-peiling wijst uit dat leerlingen die enquête in totaal 30 keer geldig invulden, inclusief alle 25 gebruikers uit de geselecteerde groep. Aangezien de responsgrootte te klein is om zinvolle statistische uitspraken te doen, worden de resultaten van de eindevaluatie niet geanalyseerd. Hier zijn alle ontvangen kwalitatieve opmerkingen bij de gamedesign-elementen:

1. “Het leukste waren de cadeautjes, maar ik kon deze eenmaal niet vinden en stonden niet op mijn account.”
2. “Super initiatief! Spijtig dat ik niet wat meer tijd heb om af en toe eens wat oefeningen te maken. :-)”
3. “Vergelijken met anderen en anderen die mijn punten kunnen zien vind ik eerder demotiverend, zo’n zinnetje en ‘challenges’ vind ik wel leuk!”
4. “Het klasement was heel motiverend, om toch altijd bovenaan te staan, dus het is niet alleen motiverend voor jezelf maar ook voor anderen, om jou in te halen. Nu was het alleen jammer voor de anderen dat ik al zoveel punten had verdient haha.”



# Hoofdstuk 6

## Discussie

In dit hoofdstuk interpreteren we onze resultaten uit Hoofdstuk 5 en koppelen we ze aan de bestaande bevindingen in de literatuur. Op basis van de discussie kunnen we antwoorden formuleren op onderzoeksvragen 1 tot 3.

### 6.1 Verdeling van de steekproefdata

*Amazon Mechanical Turk* (AMT) is een website die in het domein van de mens-machine-interactie vaak ingezet wordt om tegen een lage kost testpersonen te verzamelen voor studies op grote schaal [42, 43, 66, 67]. Hoewel het platform geaccepteerd is als betrouwbaar kanaal voor het opzetten van experimenten [12], kent het ethische bezwaren [29, 76] en is het minder geschikt voor studies in een specifieke doelgroep en context. Ons onderzoek werkt niet met AMT; testpersonen werden gerekruteerd via middelbare scholen, zoals beschreven in Paragraaf 3.2 en de ethische commissie SMEC keurde onze procedure goed (cfr. Appendix B). Onze aanpak liet toe ons experiment uit te voeren binnen een zeer specifieke context en met een welomlijnde testgroep van 363 leerlingen.

De geordende gemiddelde scores voor de FFM- en Hexadtypes in Paragraaf 5.2 zijn interessant vanwege het hoge significantieniveau. Onze bevindingen omtrent de verdeling van de Hexad-profielen is consistent met de literatuur: in [86] worden *Disruptors* en *Players* ook geïdentificeerd als de minst courante hoofdtypes. De hoge gemiddeldes voor *Agreeableness* en *Socialiser* lijken in overeenstemming met elkaar en ook *Free spirit* lijkt als hoofdtype plausibel voor de jonge doelgroep.

De dominante hoofdtypes schemeren door in de gamedesign-elementen die gemiddeld het motiverendst bevonden werden tijdens de registratie: we selecteerden verrassingen en helpen in Tabel 3.1 respectievelijk voor *Free spirit* en *Agreeableness*. Hoewel punten- en oefeningenklassement beide berusten op klassieke rankings, is het opvallend dat gebruikers er een significant verschillende voorkeur aan geven. Het illustreert dat de mate

waarin gebruikers een *gamification*techniek motiverend vinden afhangt van de concrete invulling. [54]

## 6.2 Correlaties tussen FFM en Hexad

De bivariate correlatiematrix voor de FFM- en Hexad-types in Tabel 5.3 geeft een volwaardig antwoord op onderzoeksvraag 1. Alle significante correlaties zijn sterker dan de resultaten van Tondello et al. [86]. Ons onderzoek brengt elf nieuwe relaties tussen FFM- en Hexad-types aan het licht, die zijn aangeduid met groen. De rode cellen bevatten significante negatieve correlaties in [86]. Voornamelijk opvallend is dat onze bevindingen voor *Disruptor* leiden tot correlaties waar Tondello et al. die niet vonden en vice versa. Tabel 5.5 toont met groene cellen onze resultaten die sterker zijn dan die in [86]; de rode cellen waren bij Tondello et al. gemiddeld sterke correlaties. Voornamelijk de weggevalen correlatie tussen *Achiever* en *Player* is intrigerend, omdat het suggereert dat *Achievers* geen nood hebben aan externe beloningen in hun streven naar competentie.

Ter volledigheid vermelden we dat Tondello et al. de Kendall- $\tau$ -methode gebruiken om correlatiecoëfficiënten te berekenen, omdat de data in [86] niet normaal verdeeld is. Wij pasten de Spearman-methode toe vanwege de voldane normaliteitsvoorwaarde (cfr. Paragraaf 5.1), maar ook met Kendall- $\tau$  bekomen we gelijkaardige resultaten die sterker zijn dan die in [86].

Een mogelijke verklaring voor onze verbetering van de correlaties omtrent Hexad is dat Tondello et al. [86], net zoals ander onderzoek in de literatuur [84], BFI-10 [68] gebruiken voor het bepalen van FFM-persoonlijkheidstypes. De opstellers van BFI-10 geven zelf aan dat hun verkorte versie van de *Big Five Inventory* alleen gebruikt mag worden in situaties die extreem tijdsgelimiteerd zijn [68], omdat ze minder nauwkeurig is. Wij gebruikten daarom de uitgebreidere BFI-44-vragenlijst [44, 45].

Onze sterke correlaties tussen de FFM- en Hexad-types ondersteunen de validiteit van het Hexad-model. Ook informeel viel het de auteur tijdens zijn schoolbezoeken op dat sommige Hexad-gebruikerstypes duidelijk tot uiting kwamen terwijl leerlingen *Wiski* gebruikten. Eén persoon had bijvoorbeeld voor de les al geoefend om zich te verzekeren van een eerste plaats in het puntenklassement en deed er nadien alles aan om extra punten te verzamelen (*Player*). Anderen testten de technische implementatie van *Wiski* door hun *day streak* te proberen verlengen door de datum op hun laptop te veranderen (*Disruptor*). Sommige leerlingen werkten zeer geconcentreerd en kozen bewust onderwerpen die ze nog niet volledig onder de knie hadden (*Achiever*), terwijl anderen liever mondeling in groep hun opgaven bespraken (*Socialiser*).

### 6.3 Voorkeur voor gamedesign-elementen

Het FFM-model lijkt in ons onderzoek niet geschikt om sterke voorspellingen te doen over de voorkeur van gebruikers voor specifieke gamedesign-elementen. De negatieve correlaties tussen *Neuroticism* en de twee klassementen suggereren dat gebruikers die aan zichzelf twijfelen niet graag met anderen vergeleken worden. Het is opvallend dat *Conscientiousness* met zeven van de acht *gamification*technieken gecorreleerd is, maar we moeten voorzichtig zijn met conclusies omdat de correlatiecoëfficiënten klein zijn. We kunnen de bevindingen van Jia et al. [43] niet bevestigen.

Het Hexad-model levert duidelijkere verbanden op tussen gebruikerstypes en de mate waarin gamedesign-elementen motiverend worden gevonden. Onze bevindingen komen goed overeen met die van Tondello et al. [84]: *Achiever* is met veel verschillende soorten *gamification*technieken gecorreleerd en er bestaat een verband tussen *Philanthropist* en altruïsme via kennisoverdracht. Opvallend is dat *Player* niet gecorreleerd is aan externe beloningen, maar *Socialiser* wel met punten en *day streak*. De correlatie tussen *Socialiser* en helpen kan verklaard worden door het sociale aspect van het hulpplatform [84].

Het is geen verrassing dat het oefeningen- en puntenklassement de sterkst gecorreleerde gamedesign-elementen zijn, aangezien ze beide een implementatie zijn van de klassieke *leaderboards*. Dat hun correlatiecoëfficiënt niet nog dichter bij 1 ligt, toont opnieuw aan dat gebruikers wel degelijk een onderscheid maken tussen beide *gamification*technieken op het gebied van motivatie.

### 6.4 Gepersonaliseerde gamification

Personalisering van *gamification*technieken is de leidende strekking in het huidige onderzoek om het adagium *one size fits all* te doorbreken [21, 23, 43, 54, 63, 67, 86]. Dat personalisatie soms inderdaad wenselijk is, wordt ook aangegeven door de volgende informele opmerkingen, die de auteur verzamelde bij zijn schoolbezoeken: “Mijn vriendin vindt die motiverende zinnnetjes echt leuk, maar ik eigenlijk totaal niet.”, “Ik vind het niet erg om geen verrassingen te krijgen.” of reactie 3 op pagina 53.

Onze formele resultaten in Hoofdstuk 5 kunnen de noodzaak voor personalisatie echter niet numeriek staven. Ondanks alle inspanningen om op basis van de literatuur de gamedesign-elementen zo goed mogelijk af te stemmen op verschillende gebruikerstypes (cfr. Tabel 3.1), vertoont de experimentele groep in ons gerandomiseerd onderzoek geen significant hogere motivatie om oefeningen te maken op *Wiski*. De gelogde muisactiviteiten die wel een significant verschil suggereerden, moeten voorzichtig geïnterpreteerd worden: het significantieniveau bedraagt slechts 95% en alle andere niet-significante logpunten wegen waarschijnlijk zwaarder door. Verder onderzoek met experimenten op langere termijn moet uitwijzen of de aangeduide verschillen interessante onderzoekspistes zijn.

Voorlopig zijn we geneigd onderzoeksvraag 3 negatief te beantwoorden.

## 6.5 Beperkingen van het onderzoek

Deze paragraaf beschrijft de beperkingen van ons onderzoek, die potentieel verklaren waarom gepersonaliseerde *gamification* geen extra motiverend effect had op het wiskundeleerplatform *Wiski*.

1. Onze onderzoeksvragen werden gekaderd in een specifieke, educatieve wiskundecontext. Mogelijk beïnvloedden de omstandigheden waarin leerlingen *Wiski* gebruikten hun gedrag op de website, die de effecten van gepersonaliseerde *gamification* verstoorden. Leerlingen merkten in het klasverband bijvoorbeeld op dat niet iedereen dezelfde gamedesign-elementen op *Wiski* zag. Soms vergeleken ze hun beschikbare *gamification* technieken en zochten gebruikers in de controlegroep naar manieren om ook extra elementen in te schakelen.
2. Figuur 5.7 toont een grote uitval op het leerplatform: 82,4% van de leerlingen bezocht *Wiski* niet meer na het lesuur op school. Eventuele subtiele langetermijneffecten van gepersonaliseerde *gamification* konden daarom niet onderzocht worden.
3. Slechts 17 gebruikers in de experimentele groep wijzigden de drie standaard ingeschakelde gamedesign-elementen. Het is onduidelijk wat de oorzaak daarvan is. De *think-aloud* studies wezen uit dat het in- of uitschakelen van extra *gamification* technieken gebruiksvriendelijk was: alle testgebruikers zagen de optie meteen na hun registratie op de profielpagina (cfr. Tabel 4.4). Verder onderzoek moet nog uitsluiten dat ons *recommenders* systeem geen extra gamedesign-elementen aanbeval, omdat de grenswaarde van 4,5 te hoog lag (cfr. Figuur 3.6).
4. Ons voorgesteld *recommenders* systeem is heel eenvoudig en maakt geen gebruik van meer gevorderde technieken zoals *collaborative filtering*, *content-based recommending* of een hybride vorm. Het is niet vanzelfsprekend om ons geïmplementeerde *recommenders* systeem direct over te brengen naar andere contexten. Er zijn namelijk geschiktheidsparameters nodig, die afhankelijk zijn van de geselecteerde gamedesign-elementen. Bovendien moeten volledige FFM- en Hexad-profielen opgesteld worden, wat eindgebruikers belast en in een reële applicatie kan leiden tot verhoogde *dropout*. Mogelijke oplossingen zijn: de vragenlijsten in verschillende fases laten invullen terwijl gebruikers de applicatie al gebruiken, of het gebruikerstype afleiden op basis van een sociale-mediaprofiel [74].

# Hoofdstuk 7

## Conclusie

*Gamification* is een techniek die gamedesign-elementen inzet in niet-gamecontexten om gebruikers extra te motiveren of om ze hun gedrag te laten wijzigen. Gedurende de afgelopen twee decennia steeg het aantal *gegamifiede* applicaties exponentieel en werd *gamification* door velen beschouwd als een speels additief dat zonder meer aan elke toepassing kan worden gekoppeld. De onderzoekswereld roept sinds kort op om het mantra van *one size fits all* te doorbreken, i.e. *gamification* moet aangepast worden aan de specifieke context van een applicatie en de persoonlijke voorkeuren van de eindgebruiker.

### 7.1 Resultaten voor de onderzoeksvragen

Ons onderzoek pikt in op de recentste ontwikkelingen rond *gamification* in het domein van de mens-machine-interactie. Centraal staat de vraag of *gegamifiede* toepassingen gepersonaliseerd kunnen worden met *recommender*technieken om de motivatie van eindgebruikers te verhogen. Daaraan wordt een studie gekoppeld naar verbanden tussen twee welbekende gebruikerstopologiën – het FFM-persoonlijkheidsmodel en het Hexad-gebruikersmodel – en de voorkeur van personen voor specifieke gamedesign-elementen.

Ons onderzoek wordt gekaderd in een online educatieve context; een speciaal ontwikkeld wiskunde-leerplatform *Wiski* fungeert als *proof of concept* om onze onderzoeksvragen te beantwoorden. De resultaten van onze studie met 363 leerlingen uit de tweede graad van het middelbaar onderwijs ASO brengen interessante correlaties tussen de FFM- en Hexadmodellen aan het licht. Onze bevindingen zijn potentieel een nuance in het huidige streven naar personalisatie: een nauwkeurig opgezet gerandomiseerd onderzoek leidde op *Wiski* niet tot significante motivatieverschillen tussen de experimentele groep met gepersonaliseerde *gamification* en de controlegroep zonder personalisatie. We opperen dat *gamification*systemen in sommige contexten of voor specifieke doelgroepen niet noodzakelijk motiverender werken wanneer ze gepersonaliseerd zijn. Een andere mogelijkheid is dat de impact van personalisatie subtiel is en zich pas op langere termijn manifesteert.

## 7.2 Bijdragen aan het mens-machine-interactiedomein

Onze onderzoeksresultaten dragen op verscheidene manieren bij aan het domein van de mens-machine-interactie:

1. Onze geobserveerde correlaties tussen het gevalideerde psychologische *Five Factor Model* en het Hexad-model helpt mee de empirische verificatie voor Hexad. In tegenstelling tot een belangrijk deel van de gevestigde literatuur, gebruiken wij de uitgebreide BFI-44-vragenlijst in plaats van de inferieure BFI-10-versie, en werken we met een sterk gefocuste testgroep in een klascontext in plaats van testpersonen aan te trekken via *Amazon Mechanical Turk*.
2. Ons onderzoek levert een eerste concrete basisimplementatie voor het algemeen framework van Tondello et al. [85] om *gamification*technieken te personaliseren met *recommendersystemen*.
3. De extra code voor de opbouw van *Wiski* is beschikbaar op GitHub, zodat Drupal 7-ontwikkelaars ze kunnen gebruiken om bestaande modules te verfijnen en *gamification*technieken op te implementeren.
4. Onze uitgebreide database wordt volledig geanonimiseerd opgeslagen op de servers van KU Leuven en is beschikbaar voor verdere analyse om relevante vragen in het onderzoek naar *gamification* te beantwoorden.
5. Onze resultaten bieden mogelijk een nuance in het onderzoek naar gepersonaliseerde *gamification*: volgens onze *case-study* staat het niet vast dat het personaliseren van *gamification*technieken in alle contexten en voor alle doelgroepen leidt tot meer motivatie.

## 7.3 Bijdragen aan het educatief domein

*Wiski* is een volledig functioneel, *gegamified* online wiskunde-leerplatform voor leerlingen uit de tweede en derde graad van het ASO. Tijdens ons onderzoek reageerden leerkrachten en leerlingen enthousiast. Leraren prezen *Wiski* als initiatief, omdat ze soms moeilijk geschikt en flexibel oefeningenmateriaal vinden voor leerlingen. *Wiski* spaart hen tijd uit wanneer leerlingen bijvoorbeeld eerder geziene leerstof online kunnen opfrissen. Leerlingen gaven positieve feedback zoals “Het is allemaal leuk, veel toffer dan op papier.” en zagen verdere uitbreidingsmogelijkheden voor het platform, zoals hints en tussenstappen bij oefeningen, en opgaven van verschillende moeilijkheidsgraden. De auteur zal met uitgeverij Die Keure de mogelijkheden voor een spin-off bespreken.

## 7.4 Mogelijkheden voor toekomstig onderzoek

Hoewel ons studie een heleboel thema's aansnijdt, blijven er nog talloze vragen open. Hieronder geven we enkele mogelijke toekomstige onderzoekspisten mee, die voortbouwen op onze contributies en resultaten.

1. Onderzoek op basis van onze dataset welke gebruikerstypes de standaard profielfoto wijzigden (*customization*), het meeste tijd spendeerden aan oefeningen maken (mogelijke metriek voor motivatie), andere profielen bekeken (sociale interactie kenmerkend voor *Socialiser*), stemden op reacties van anderen (stemmechanismen gericht op *Disruptors*), het meeste verrassingen verzamelden (verrassingen voor *Free spirits*) en andere gebruikers het vaakst hielpen (altruïsme karakteristiek voor *Philanthropist* en *Agreeableness*). Bestudeer of de voorkeuren die gebruikers aangaven voor gamedesign-elementen overeenkomen met de daadwerkelijk gelogde data. Beantwoord vragen over de onderlinge samenhang van game-designelementen, zoals “Vinden gebruikers punten minder leuk wanneer ze niet gekoppeld zijn aan een puntenklassement?”.
2. Breid ons eenvoudig aanbevelingssysteem uit tot een volwaardige *recommender* met *collaborative filtering* of *content-based recommendation*, i.e. introduceer adaptieve gewichten voor de gamedesign-elementen die gebaseerd zijn op de invoer van gebruikers. De vaste grenswaarde in ons algoritme kan mogelijk verbeterd worden door een variabele. Onderzoek of volwaardige *recommenders*systemen het kennen van de FFM- en Hexad-types overbodig maken: de *cold start*-fase aan het begin van het algoritmisch leerproces kan overbrugd worden met de kennis uit ons onderzoek. Concretiseer het framework van Tondello et al. [85] verder door gebruikers op regelmatige basis te vragen naar een expliciete rating voor de gamedesign-elementen waarmee ze al dan niet interageren.
3. Focus op gamedesign-elementen die in onze resultaten correlaties vertonen met specifieke gebruikersprofielen. Onderzoek of onze significante verschillen omtrent persoonlijkheidstype, gebruikerstype en gepersonaliseerde *gamification* op langere termijn standhouden of dat er nieuwe resultaten opduiken.

# Bijlage A

## Vragenlijsten voor het opstellen van gebruikersprofielen

In deze bijlage staan de vragenlijsten die werden gebruikt om het FFM-persoonlijkheidstype en het Hexad-spelerstype te bepalen bij de registratie op *Wiski* (zie Paragraaf 3.5). Bij de eerste *think aloud*-studie kwam aan het licht dat de woorden ‘status quo’ en ‘provoceren’ vaak niet begrepen werden door personen uit onze doelgroep. We voorzagen daarom uitklapbare verklaringen bij die termen, zoals gedemonstreerd in Figuur A.1. In de laatste stap van de registratie moesten gebruikers aangeven hoe sterk ze verwachtten dat de *gamification* technieken op het leerplatform hen zouden motiveren om wiskunde-oefeningen te maken, op basis van een schermafbeelding en een omschrijving. De precieze omschrijvingen worden in Tabel A.3 opgesomd, in dezelfde volgorde als waarin ze voorkwamen tijdens de registratie.

**Tabel A.1:** Nederlandstalige vragenlijst voor het bepalen van het FFM-persoonlijkheidstype [41]. Gebruikers moeten elke uitspraak waarderen met een 5-punts Likertschaal (Helemaal oneens, Oneens, Eens noch oneens, Eens, Helemaal eens).

---

**Hoe goed beschrijven de volgende uitspraken jouw persoonlijkheid?**

**Ik zie mezelf als iemand die...**

---

- ... spraakzaam is.
- ... geneigd is kritiek te hebben op anderen.
- ... grondig te werk gaat.
- ... somber is.
- ... origineel is, met nieuwe ideeën komt.
- ... terughoudend is.
- ... behulpzaam en onzelfzuchtig ten opzichte van anderen is.
- ... een beetje nonchalant kan zijn.
- ... ontspannen is, goed met stress kan omgaan.



- ... benieuwd is naar veel verschillende dingen.
  - ... vol energie is.
  - ... snel ruzie maakt.
  - ... een werker is waar men van op aan kan.
  - ... gespannen kan zijn.
  - ... scherpzinnig, een denker is.
  - ... veel enthousiasme opwekt.
  - ... vergevingsgezind is.
  - ... doorgaans geneigd is tot slordigheid.
  - ... zich veel zorgen maakt.
  - ... een levendige fantasie heeft.
  - ... doorgaans stil is.
  - ... mensen over het algemeen vertrouwt.
  - ... duid nu 'Oneens' aan om te bewijzen dat je nog wakker bent.
  - ... geneigd is lui te zijn.
  - ... emotioneel stabiel is, niet gemakkelijk overstuur raakt.
  - ... vindingrijk is.
  - ... voor zichzelf opkomt.
  - ... koud en afstandelijk kan zijn.
  - ... volhoudt tot de taak af is.
  - ... humeurig kan zijn.
  - ... waarde hecht aan kunstzinnige ervaringen.
  - ... soms verlegen, geremd is.
  - ... attent en aardig is voor bijna iedereen.
  - ... dingen efficiënt doet.
  - ... kalm blijft in gespannen situaties.
  - ... een voorkeur heeft voor werk dat routine is.
  - ... hartelijk, een gezelschapsmens is.
  - ... soms grof tegen anderen is.
  - ... plannen maakt en deze doorzet.
  - ... gemakkelijk zenuwachtig wordt.
  - ... graag nadenkt, met ideeën speelt.
  - ... weinig interesse voor kunst heeft.
  - ... graag samenwerkt met anderen.
  - ... gemakkelijk afgeleid is.
  - ... het fijne weet van kunst, muziek, of literatuur.
-

---

**Duid aan hoe goed de onderstaande uitspraken jou beschrijven.**

---

- Ik vind het leuk om de status quo in vraag te stellen.
- Beloningen zijn een goede manier om me te motiveren.
- Ik vind het leuk om obstakels te overwinnen.
- Het maakt me gelukkig als ik anderen kan helpen.
- Ik vind het leuk om nieuwe dingen uit te proberen.
- Ik vind het moeilijk om een probleem los te laten voordat ik een oplossing heb gevonden.
- Ik vind het leuk om te provoceren.
- Ik geniet van groepsactiviteiten.
- Ik zie mezelf als een rebel.
- Ik hou ervan anderen te helpen met zich oriënteren in nieuwe situaties.
- Ik hou van competities waarbij een prijs gewonnen kan worden.
- Ik vind het belangrijk om taken altijd volledig uit te voeren.
- Duid nu 'Oneens' aan om te bewijzen dat je nog wakker bent.
- Ik vind onafhankelijk zijn belangrijk.
- Ik vind het leuk om deel te zijn van een team.
- Ik vind het belangrijk om mijn eigen weg te volgen.
- Ik vind het belangrijk om me een deel van een gemeenschap te voelen.
- Ik laat me vaak leiden door mijn nieuwsgierigheid.
- Ik vind het belangrijk om iets terug te krijgen voor mijn inspanningen.
- Ik vind het leuk om moeilijke taken de baas te kunnen.
- Als de beloning voldoende is, dan zal ik de inspanningen leveren.
- Ik hou ervan om mijn kennis te delen.
- Ik hou niet van het volgen van regels.
- Ik vind interactie met anderen belangrijk.
- Ik vind het welzijn van anderen belangrijk.
- 

**Tabel A.2:** Eigen Nederlandse vertaling van de vragenlijst voor het bepalen van het Hexad-spelerstype [86]. Gebruikers moeten elke uitspraak waarderen met een 7-punts Likertschaal (Helemaal oneens, Oneens, Eerder oneens, Neutraal, Eerder eens, Eens, Helemaal eens).

	Helemaal oneens	Oneens	Eerder oneens	Neutraal	Eerder eens	Eer- eens
Ik vind het leuk om de status quo in vraag te stellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
De status quo is de stand van zaken; de dingen zoals ze zijn.						
Beloningen zijn een goede manier om me te motiveren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ik vind het leuk om obstakels te overwinnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Het maakt me gelukkig als ik anderen kan helpen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ik vind het leuk om nieuwe dingen uit te proberen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ik vind het moeilijk om een probleem los te laten voordat ik een oplossing heb gevonden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ik vind het leuk om te provoceren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ik geniet van omroepartificiteiten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Figuur A.1:** Wanneer een gebruiker hovert over de stippellijn onder de woorden ‘status quo en ‘provoceren’, klap er een verklaring open: ‘De status quo’ is de stand van zaken de dingen zoals ze zijn en ‘Provoceren’ betekent uitdagen.

Game-designelement	Beschrijving
<b>Punten</b>	Verdien punten voor juist opgeloste oefeningen en verlies punten voor fout opgeloste oefeningen. Op je profiel zien jij en andere gebruikers je totale aantal punten.
<b>Puntenklassement</b>	Vergelijk jouw verdiende punten met die van andere personen op een klassementspagina. Er zijn twee klassementen: ‘deze week’ en ‘aller tijden’.
<b>Oefeningenklassement</b>	Vergelijk jouw aantal juist opgeloste oefeningen met dat van andere personen op een klassementspagina. Er zijn twee klassementen: ‘deze week’ en ‘aller tijden’.
<b>Day streak</b>	Los elke dag minstens 5 oefeningen juist op om je streak te verlengen. Je streak is ook voor anderen zichtbaar op je profiel.
<b>Help anderen</b>	Help personen die het moeilijk hebben met een bepaalde oefening door uit te leggen hoe jij de oefening zou aanpakken. Ontvang duimen omhoog voor behulpzame reacties.
<b>Uitdagingen</b>	Maak willekeurige oefeningen van verschillende onderwerpen door elkaar.
<b>Motiverende feedback</b>	Wanneer je een oefening hebt beantwoord, zie je een extra motiverend en grappig zinnetje in de feedback.
<b>Verrassingen</b>	Door actief te zijn op de website, ontgrendel je leuke cartoons, die verstopt zijn op de website. Op je profiel zie je jouw gevonden verrassingen en op het profiel van andere gebruikers zie je de hunne.

**Tabel A.3:** Beschrijvingen van de game-designelementen op *Wiski* zoals ze tijdens de registratie aan gebruikers getoond werden.

# Bijlage B

## Documenten omtrent ethische aspecten

Onze onderzoeksprocedure werd integraal gunstig bevonden door de Sociaal-Maatschappelijke Ethische Commissie, dat bestaat uit een multidisciplinair panel van experts omtrent ethisch toezicht op onderzoek in de humane en sociale wetenschappen, en gedragswetenschappen. De commissie gaat na dat studies veilig verlopen en dat de rechten van testpersonen worden gerespecteerd. Hieronder is ons goedgekeurde dossier met referentienummer G-2019 04 1618 terug te vinden, gevolgd door de informatiebrochure voor testpersonen, de instemmingsverklaring die ondertekend werd door leerkrachten, en de toestemmingsverklaring die ouders van minderjarige testgebruikers ondertekenden. Voor eventuele klachten of andere bezorgdheden omtrent ethische aspecten van onze studie kan contact opgenomen worden met SMEC via [smec@kuleuven.be](mailto:smec@kuleuven.be).



**Application dossier Social and Societal Ethics Committee**

- Only fully completed applications will be reviewed.
- The application form may be completed in Dutch or English.
- Every resubmission or amendment should be done in 'track changes' or in 'highlight' in order to identify the changes.
- Send completed document + annexes to: [smec@kuleuven.be](mailto:smec@kuleuven.be)
- The supervisor should be CC'd in the application e-mail. (Master's students cannot apply independently.)

**1. General information**

<b>Protocol – full title</b>	Het personaliseren van motivationele strategieën en gamificationstechnieken m.b.v. recommender systemen	
<b>Type of application</b>	<input type="checkbox"/> New submission <input type="checkbox"/> New study project <input type="checkbox"/> General approval for grant application <i>(Applications for subparts of the project might still be required at a later date.)</i>	
	<input checked="" type="checkbox"/> Response to comments of previous ethical review <i>Please use 'track changes' or 'highlight' in order to identify changes.</i>	
	<input type="checkbox"/> Amendment: enter G-number <i>Specific points when requesting extensions/modifications of previously approved dossiers:</i> (i) the title remains unchanged, (ii) all differences compared to the previously accepted application are marked with 'track changes' or in 'highlight'.	
<b>Principal Investigator – Promotor</b>	<b>Name</b>	Prof. Dr. Katrien Verbert
	<b>Faculty/ Department</b>	Departement Computerwetenschappen
	<b>E-mail</b>	<a href="mailto:Katrien.Verbert@cs.kuleuven.be">Katrien.Verbert@cs.kuleuven.be</a>
The principal investigator is a health professional according to the Law of 10 May 2015.		<input type="checkbox"/> YES <input checked="" type="checkbox"/> NO
<b>Co-Investigator – Co-promotor</b>	<b>Name</b>	Prof. Dr. Vero Vanden Abeele Dr. Robin De Croon
	<b>E-mail</b>	<a href="mailto:vero.vandenabeele@kuleuven.be">vero.vandenabeele@kuleuven.be</a> <a href="mailto:robin.decroon@kuleuven.be">robin.decroon@kuleuven.be</a>



The co-investigator is a health professional according to the Law of 10 May 2015.		<input type="checkbox"/> YES <input checked="" type="checkbox"/> NO
<b>Sub-Investigator(s) – Student(s)</b>	<b>Name</b>	Jeroen Ooge
	<b>E-mail</b>	<a href="mailto:jeroen.ooge@student.kuleuven.be">jeroen.ooge@student.kuleuven.be</a>
<b>Additional information</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Non-commercial study <input type="checkbox"/> Commercial study	
	<input checked="" type="checkbox"/> Monocenter research <input checked="" type="checkbox"/> Belgium <input type="checkbox"/> European Union country, specify: <input type="checkbox"/> Non-European Union country, specify:  <input type="checkbox"/> Multicenter research <input type="checkbox"/> Belgium <input type="checkbox"/> European Union country, specify: <input type="checkbox"/> Non-European Union country, specify:	
<b>Leading Ethical Committee</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SMEC (KU Leuven is main institution) <input type="checkbox"/> Local EC, specify: <input type="checkbox"/> Other, specify:	
<b>External partner(s)</b>	<input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> YES  <b>Name(s) and institution + explain how they are involved:</b> uitgeverij Die Keure heeft zonder bindende voorwaarden inhoud aangeleverd in de vorm van digitale meerkeuzevragen en is verder niet betrokken bij het onderzoek of de verwerking van de resultaten.	

**2. Study rationale**

**2.1 Background**

*Explain the background and scientific relevance of the planned research so that readers can get a sufficient understanding of the performed research in the area and the research questions of this project.*

Dit onderzoek is onderdeel van de masterproef 'Het personaliseren van motivationele strategieën en gamificationstechnieken m.b.v. recommender systemen', die geschreven wordt door Jeroen Ooge, student toegepaste informatica aan KU Leuven en reeds master in de wiskunde.



Binnen het onderzoeksdomein Mens-Machine Interactie wordt onderzocht of gamification (het toepassen van game-designelementen in niet-game contexten) gebruikers intrinsiek kan motiveren om bepaalde taken uit te voeren of hun gedrag aan te passen. In bestaande applicaties worden gamificationelementen vaak als modulaire elementen beschouwd, die simpelweg toegevoegd worden als extra laag bovenop de eigenlijke inhoud (denk aan het typische trio bestaande uit punten, badges en klassemten). Die additieve, deterministische notie van gamification is echter in strijd met het feit dat de context waarin game-designelementen worden ingezet een sterke invloed heeft op hun intrinsiek-motivationale impact en op de voorkeur van gebruikers voor specifieke game-designelementen. In de recentere literatuur wordt bijgevolg afgestapt van een additief-deterministische benadering: gamificationprincipes worden niet langer verankerd in één specifieke theorie. In onze thesis onderzoeken we onder andere hoe en of recommendersystemen ingezet kunnen worden om motivationale strategieën en gamificationstechnieken te personaliseren. Ons onderzoek spitst zich toe op een educatieve context, waarin we specifiek willen testen of onze aanpak leerlingen uit het middelbaar onderwijs motiveert om meer wiskunde-oefeningen te maken.

## 2.2 Study objectives

*Explain the aims and objectives of your study.*

Onze studie zal plaatsvinden op een online wiskundeplatform dat speciaal voor de thesis wordt gebouwd. De website bevat verscheidene motivationale strategieën en gamificationelementen, die worden opgesomd in annex 4. We willen te weten komen of

- (a) leerlingen gemotiveerder worden om extra oefeningen te maken naargelang ze het ontwikkelde online platform gebruiken;
- (b) leerlingen gemotiveerder zijn wanneer de beschikbare motivationale strategieën en gamificationelementen gepersonaliseerd worden met een eenvoudig recommendersysteem (i.e. regels die proberen te voorspellen hoe goed iets bij een gebruiker past);
- (c) de theoretische Hexad- [1] en Big Five Factor [2]-modellen gecorrigeerd zijn, en of leerlingen die behoren tot een bepaalde categorie uit die modellen een uitgesproken voorkeur hebben voor bepaalde game-designelementen die we implementeerden.

[1] G. F. Tondello, et al. The gamification user types hexad scale. In Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, CHI PLAY '16, pages 229-243, New York, NY, USA, 2016. ACM.

[2] J. Denissen, et al. Development and validation of a dutch translation of the big five inventory (bfi). Journal of personality assessment, 90:152-7, 04 2008.

## 2.3 Ethical justification

*SMEC is looking for a strong ethical foundation of research proposals when working with human participants. Please provide a reflection on this ethical foundation with regard to your proposal. Ethical issues at stake may include, but are not narrowed to, the following principles: social value, scientific validity, fair subject selection, favorable risk-benefit ratio and respect for subjects.*

Het voorgestelde onderzoek heeft een sterke **sociale waarde**: leerlingen die oefeningen maken op het



platform versterken hun wiskundige kennis zonder prestatiedruk van de school of de onderzoekers. De resultaten van de thesis zullen **wetenschappelijk geldig** zijn: ze worden openbaar gemaakt en eventueel verwerkt tot een publiceerbare onderzoekspaper, zodat bijgedragen wordt aan het Mens-Machine Interactie-onderzoeksdomein. De onderzoeksmethodes en de uit te voeren statistische analyses worden bovendien aan de start van de studie vastgelegd, zodat de resultaten verifieerbaar zijn en bias wordt vermeden. In de studie doen we aan **eerlijke selectie van testpersonen**: zoals beschreven in sectie 5, focust het onderzoek voornamelijk op Nederlandstalige leerlingen uit het middelbaar onderwijs, maar verder zijn er geen selectiecriteria zoals gender, ras of sociale klasse. Het onderzoek houdt ten slotte geen fysieke of psychologische risico's in, wat een **ideale risk-benefit ratio** oplevert, en deelnemers worden met **respect** behandeld.

## 3. Research protocol

### 3.1. Study type

Prospective

Retrospective

*In case of a retrospective study, please explain how you obtained the permission to use the data and, if applicable, how participants gave their consent to use their data.*

### 3.2. Research techniques, instruments & equipment

questionnaire

validated questionnaire (INCLUDE AS ANNEX), specify: Om deelnemers te categoriseren volgens het Hexad- en Big Five Factor-model, worden geijkte enquêtes (respectievelijk annex 1 en annex 2) uit de literatuur gebruikt. De enquête voor het Hexad-model werd door de thesisstudent naar het Nederlands vertaald. De originele Engelstalige versie wordt meegeleverd in annex 1bis.

non-validated questionnaire (INCLUDE AS ANNEX), specify : Er wordt bij de registratie informatie verzameld (zie annex 3 en annex 4) die tijdens het experiment als input dient voor het recommendersysteem, en die achteraf gebruikt wordt voor de statistische analyse om de onderzoeksvragen te beantwoorden.

interview

validated interview (INCLUDE AS ANNEX), specify:

non-validated interview (INCLUDE AS ANNEX), specify :

participant observation, specify:

behavioral experiments/manipulations; specify:



- electroencephalography, neuroimaging (e.g., EEG, MEG) or brain stimulation techniques, specify:
  - tissue sampling (e.g. saliva), specify:
  - video/audio recordings, specify:
  - online/web-based activities, specify: Er wordt bijgehouden hoeveel oefeningen deelnemers oplossen, hoe lang ze actief zijn en hoe ze interageren met de geïmplementeerde game-designelementen.
  - other, specify:
  - research equipment or experimental devices, specify:
- Include CE certificates, safety procedures, homologation of equipment, etc. as ANNEX.

### 3.3. Research method

Present the methodologies and practical procedures.

#### Registratie

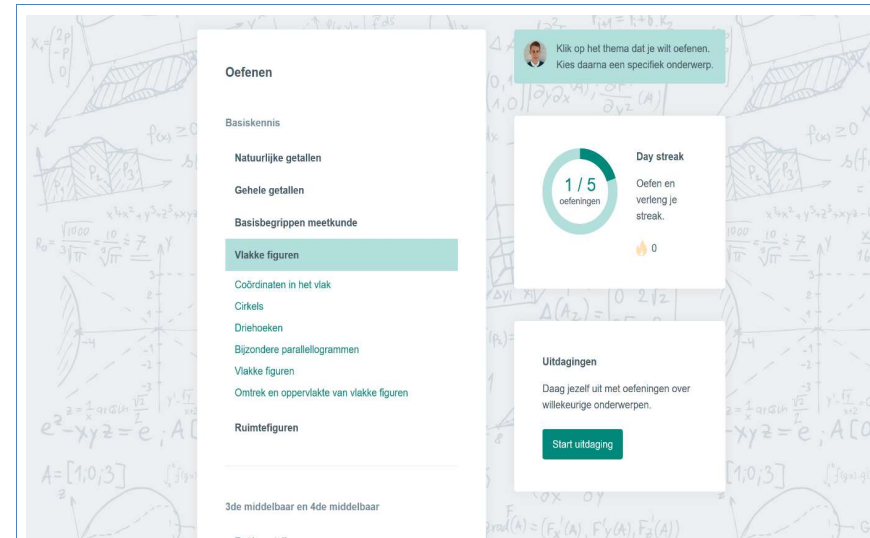
Gebruikers moeten zich eerst registreren om toegang te krijgen tot het online platform. Daarbij moeten ze alle enquêtes invullen die in sectie 3.2 werden opgegeven. De totale registratietijd wordt geschat op 10-15 minuten.

#### 'Randomized controlled' experiment

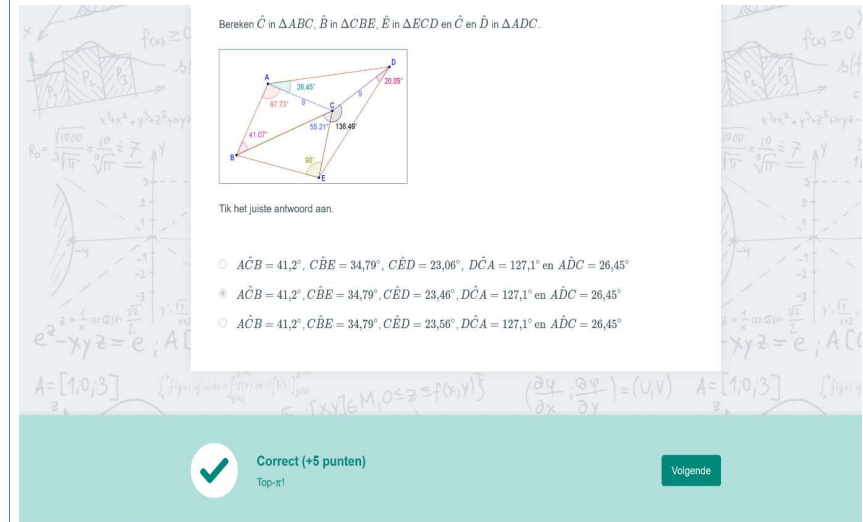
Ingelogde gebruikers zien op de website slechts een aantal van de geïmplementeerde gamificationelementen (in Figuur 1 ziet de gebruiker bijvoorbeeld een *Day streak* op de oefenpagina). Bij registratie worden deelnemers automatisch en stilzwijgend ingedeeld in één van twee mogelijke gebruikersgroepen. Gebruikers uit de ene groep krijgen de drie game-designelementen te zien die ze het hoogst waardeerden in de enquête uit annex 4. Daarenboven krijgen ze op hun profielpagina meer gamificationelementen aanbevolen op basis van een eenvoudig recommendersysteem, dat gebruikmaakt van hun enquêtewaarderingen, hun Big Five Factor-type en hun Hexad-type (zie annex 1). De andere groep is een controlegroep waarin gebruikers enkel drie willekeurige game-designelementen toegewezen krijgen.

#### Oefeningen maken

Eenmaal geregistreerd, kunnen gebruikers vrij wiskunde-oefeningen maken op het platform. Op de oefenpagina kunnen ze een onderwerp naar keuze selecteren, zoals getoond in Figuur 1. Daarna start een oefensessie waarin de gebruiker 5 meerkeuze-oefeningen voorgeschoteld krijgt. Gebruikers krijgen meteen feedback over de correctheid van hun antwoord (zie Figuur 2) en kunnen onbeperkt oefenen.



Figuur 1 Screenshot van de website voor een ingelogde gebruiker.



Figuur 2 Feedback na het oplossen van een oefening.

#### Activiteiten op de website loggen

Gebruikers kunnen naast het oplossen van oefeningen vrijuit navigeren naar andere pagina's op de website, zoals hun profielpagina. Al hun activiteiten omtrent het oplossen van oefeningen en het interageren met de



geïmplementeerde game-designelementen worden bijgehouden en na afloop van het experiment worden de verzamelde data statistisch geanalyseerd om de onderzoeksvragen uit sectie 2.2 te beantwoorden.

**Eindbevraging**

Aan het einde van de studie worden de geregistreerde testpersonen via e-mail gevraagd om op de website een laatste korte bevraging in te vullen (zie annex 5) en daarna vindt de debriefing plaats (zie sectie 8).

**3.4. Expected start date and end date**

*Specify the expected start date of the experiment/study (should be in the future) as well as the end date for participants.*

- Start date: 30 april 2019
- End date: 4 juni 2019

**4. Data handling and management**

**4.1. Data type(s)**

*Explain which type of data you are using:*

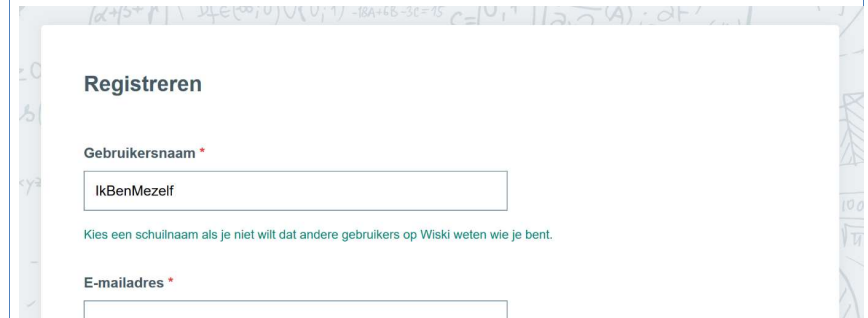
- Anonymized data, please specify:
  
- Pseudonymized data, please specify:
  
- Non-coded data, please specify: Testpersonen die zich registreren op de website krijgen automatisch een uniek nummer toegekend. Het nummer staat los van andere gebruikersinformatie en is de enige manier waarop de thesisstudent verschillende accounts van elkaar onderscheidt in zijn analyse. Gebruikers moeten hun e-mailadres opgeven, maar dat wordt niet gebruikt om specifieke personen te identificeren of extra persoonlijke informatie te achterhalen. De thesisstudent gebruikt de e-mailadressen alleen tijdens het experiment om wekelijks een generieke oproep te doen om de website regelmatig te blijven gebruiken, en voor de debriefing (zie sectie 8). Bij de registratie worden persoonlijkheidstesten afgenomen (zie sectie 3.2); de resultaten daarvan worden alleen gebruikt als input voor het eenvoudige recommendersysteem dat in sectie 3.3 beschreven wordt. De persoonlijkheidstesten zijn essentieel voor het onderzoek, aangezien de centrale onderzoeksvragen betrekking hebben op het personaliseren van gamificationstechnieken (zie sectie 2.2). Verder worden geen data opgeslagen die gebruikers direct kunnen identificeren.



**4.2. Data management**

*Explain how the privacy of the participants is being protected (e.g. coding or anonymization), how the data is safely stored, who has access to the data, and what will happen to the data at the end of the project.*

Om de identiteit van testpersonen zo veel mogelijk te beschermen, wordt in het onderzoek nergens gevraagd naar echte namen. Gebruikers kunnen op het platform actief zijn onder een pseudoniem en worden daarover geïnformeerd wanneer ze bij de registratie een gebruikersnaam opgeven (zie Figuur 3).



*Figuur 3. Testpersonen kunnen een schoolnaam kiezen op Wiski.*

De verzamelde data worden opgeslagen in een versleutelde database die alleen toegankelijk is voor de thesisstudent. Aan het einde van de testperiode worden de data offline gehaald (e-mailadressen en gebruikersnamen worden niet bewaard) en overgezet naar een beveiligde databank van KU Leuven. De data blijven onderdeel van de thesis. Voorlopig is het de bedoeling om het volledige platform offline te halen na afloop van het experiment; bij een eventuele voortzetting van de website worden alle geregistreerde gebruikers eerst via e-mail ingelicht en gevraagd of ze hun account willen bewaren.

**5. Participants**

**5.1. Inclusion and exclusion criteria**

*List details such as age, sex, disease, characteristics etc., under which a participant is deemed to be suitable (eligible) to participate into the study. This also includes healthy volunteers, control groups, etc. Indicate as well the anticipated number of participants.*

Het wiskundeplatform dat wordt ontwikkeld voor het onderzoek bevat oefeningen die conform zijn met de leerplannen wiskunde voor leerlingen uit de 2de en 3de graad van het Nederlandstalige middelbaar onderwijs ASO. (Herinner uit sectie 1 dat alle oefeningen aangereikt werden door een gevalideerde bron, namelijk Die Keure, en dat ze inhoudelijk overeenkomen met het studiemateriaal dat scholen gebruiken.) De thesisstudent mikt bij het rekruteren van testpersonen (zie sectie 5.3) daarom voornamelijk op deelnemers uit die doelgroep. Verder worden studenten die zich voorbereiden op het toelatingsexamen geneeskunde eveneens tot de doelgroep gerekend. Personen die geen student of leerling uit de 2de of 3de graad ASO zijn, mogen zich ook registreren op de website om gebruik te maken van het oefeningenplatform. Hun data zullen echter niet





verwerkt worden in het onderzoek. Er zijn geen andere selectiecriteria en er wordt gestreefd naar 100 à 200 deelnemers om statistisch significante resultaten te bekomen.

### 5.2. Sample size

*Please specify the number of participants enrolled in the sample(s) of your study.*

In sectie 3.3 werd beschreven dat de studie werkt met een groep die gepersonaliseerde game-designelementen te zien krijgt, en een controlegroep. Deelnemers hebben 50% kans om opgenomen te worden in een van de twee gebruikersgroepen. Er wordt met andere woorden gestreefd naar 50 à 100 gebruikers in elke groep.

### 5.3 Recruitment

*Specify who will recruit the participants, how, where and by whom the participants will be approached for inclusion and obtainment of informed consent.*

De thesisstudent neemt via e-mail contact op met middelbare scholen met de vraag of leerkrachten uit de 2de en 3de graad ASO een lesuur kunnen invullen met oefeningen maken op het online wiskundeplatform, ter aanvulling van hun gebruikelijke leerstof. Leerlingen uit de klassen van geïnteresseerde leerkrachten kunnen zelf beslissen of ze deelnemen aan het onderzoek. De thesisstudent maakt expliciet duidelijk aan de leerkrachten dat ze hun leerlingen op geen enkele manier onder druk mogen zetten om de website te gebruiken en dat ze offline oefeningen moeten voorzien voor leerlingen die niet wensen te participeren aan de studie. Om studenten aan te trekken die zich voorbereiden op het toelatingsexamen arts, contacteert de thesisstudent via e-mail studenten die klant zijn bij het bijlesbureau Slaagsleutels te Leuven. De thesisstudent geeft daar individuele bijlessen wiskunde, maar niet aan de potentiële testpersonen (er is zelfs nooit contact met hen geweest). Er is dus geen extra druk die de vrijwilligheid van eventuele deelname in het gedrang brengt. Verder staat het gebruikers van het online wiskundeplatform vrij om andere personen uit te nodigen om ook deel te nemen aan het onderzoek.

## 6. Participant information - Informed Consent procedure

#### INCLUDE YOUR IC FORM(S) AND INFORMATION LETTER(S) AS ANNEX

According to standard Informed Consent procedures & good scientific practices, participants should be informed as completely as possible about aims & practicalities of the study. All information should be individually provided, fully understandable, in written form & in the native language of the participants.

Informed consent forms are filled out in duplicate (i.e., for the participant and for the researcher).

**As a general principle, the Board discourages passive informed (opt-out) consent procedures – especially in case of minors or otherwise vulnerable individuals.**

*Describe your Informed Consent procedure in detail. Specify which information will be provided to participants before the start of the study/experiment, how, etc.*

Aangezien het onderzoek volledig berust op het gebruik van een website, worden de informatiebrochure en de geïnformeerde toestemming digitaal aangeboden aan testpersonen. Personen die de onderzoekswebsite bezoeken, zien het startscherm uit **Figuur 4 Error! Reference source not found.** waarop kort wordt uitgelegd



wat het doel is van de website en het onderzoek. Voordat de registratie aanvangt, worden gebruikers automatisch doorverwezen naar een pagina met uitgebreidere informatie over hoe de studie verloopt (zie Figuur 5 en annex 6 voor de tekst). Pas wanneer gebruikers klikken op een knop met "Ik ga akkoord en wil me registreren" gaat de registratie effectief van start. Geregistreerde testpersonen kunnen dezelfde tekst achteraf vrij consulteren op de website en worden daaraan herinnerd via e-mail. Personen die niet akkoord gaan met het verloop van de studie, kunnen te allen tijde hun registratie afbreken of hun account annuleren.

Zoals aangegeven in secties 5.1 en 5.3, wordt het onderzoek voornamelijk gevoerd bij minderjarige jongeren op middelbare scholen. Voor die minderjarige testpersonen is de procedure uitgebreider. Scholen die meewerken aan het onderzoek zullen ook een papieren informatiebrochure en geïnformeerde toestemming (zie annex 7) bezorgen aan de ouders van leerlingen die willen participeren in het onderzoek. Zowel de ouders als de leerlingen zelf moeten de geïnformeerde toestemming ondertekenen voordat de leerling kan deelnemen aan het onderzoek. Om ervoor te zorgen dat leerkrachten hun leerlingen niet (onbewust) onder druk zetten om deel te nemen aan het onderzoek, moeten zij een instemmingsverklaring ondertekenen (zie annex 8). Daarin geven ze uitdrukkelijk aan dat ze de vrijwilligheid van eventuele deelname niet beïnvloeden.



Figuur 4. Welkomscherm voor de website.



**Uitleg over het onderzoek**

Bedankt voor je interesse in het wetenschappelijk onderzoek voor de masterthesis van Jeroen Ooge, student master toegepaste informatica aan KU Leuven. Je kunt hier lezen hoe het onderzoek precies zal verlopen. Als je de onderstaande informatie begrijpt en ermee akkoord gaat, dan kun je jezelf registreren op de website om deel te nemen aan de studie.

**Doel van het onderzoek**

Leerlingen uit het middelbaar onderwijs hebben nood aan een leuke manier om hun wiskundeleerstof extra te oefenen. Jeroen bouwde daarom speciaal voor zijn thesis een online wiskundeplatform met duizenden kwalitatieve oefeningen. De website bevat verschillende motivationele strategieën en spelelementen. Met zijn onderzoek wil Jeroen te weten komen of leerlingen gemotiveerder worden om extra oefeningen te maken naargelang ze het online platform gebruiken.

**Hoe verloopt het onderzoek?**

Om toegang te krijgen tot het online platform, moet je je eerst registreren. Daarbij zul je enkele enquêtes moeten invullen, die samen ongeveer 10-15 minuten duren. Eenmaal geregistreerd, kun je onbeperkt oefeningen maken en vrijuit navigeren doorheen alle pagina's op de website. Al je activiteiten omtrent het oplossen van oefeningen en het interageren met de spelelementen worden op de achtergrond bijgehouden en later door Jeroen geanalyseerd. Aan het einde van de studie (rond 20 april 2019) zul je een e-mail ontvangen om een laatste korte bevraging in te vullen.

**Wat gebeurt er met mijn gegevens?**

Al je gegevens worden vanaf het begin anoniem bijgehouden. Bij de registratie moet je een e-mailadres opgeven, zodat Jeroen je kan contacteren, maar verder wordt er geen persoonlijke informatie bijgehouden die jou kan identificeren. Alleen Jeroen heeft als verantwoordelijke onderzoeker toegang tot je gegevens. De resultaten van dit onderzoek worden enkel gebruikt voor wetenschappelijke doeleinden: ze worden gepubliceerd in een openbare thesistekst, waarbij de anonimiteit en de vertrouwelijkheid van je gegevens worden gerespecteerd.

**Ben ik verplicht om deel te nemen aan het onderzoek?**

Nee, je neemt volledig vrijwillig deel aan het onderzoek. Je kunt op elk moment je deelname stopzetten zonder daarvoor een reden op te geven en zonder daarvan enig nadeel te ondervinden.

**Heb je nog vragen?**

Je kunt steeds contact opnemen met Jeroen op het e-mailadres [jeroen.ooge@student.kuleuven.be](mailto:jeroen.ooge@student.kuleuven.be).

Ik ga akkoord en wil me registreren    Terug naar welkom

Figuur 5. Gebruikers moeten akkoord gaan met het verloop van het onderzoek voordat ze zich kunnen registreren.

## 7. Research-involved deception

Will participants be deceived?

- NO
- YES - explain **why** deception is necessary in this study and **how** participants will be deceived:



## 8. Debriefing

Which information is given to participants during debriefing and how will this be provided?

Gebruikers worden voorafgaand aan hun online registratie ingelicht over het doel van het onderzoek. Er wordt aangegeven dat hun gedrag op het platform volledig anoniem wordt gevolgd in het kader van het onderzoek. Na afloop van de studie krijgen alle deelnemers een e-mail waarin wordt aangegeven dat ze feedback kunnen krijgen over hun resultaten en dat ze met eventuele vragen of opmerkingen terecht kunnen bij de thesisstudent. Aangezien alle resultaten gepubliceerd worden in een masterproef, kunnen ze ook achteraf geconsulteerd worden. De thesisstudent zal ook zo vaak mogelijk aanwezig zijn tijdens de lesuren van geïnteresseerde leerkrachten die aan de slag gaan met het wiskundeplatform. Op die manier kan hij mondelinge toelichting geven over de website en het onderzoek.

## 9. Risks, discomfort and counseling

Describe possible risks and whether participants might experience (physical or mental) discomfort, embarrassment, confusion, etc. during the course of the study.

Niet van toepassing (uitgezonderd wiskundestress...).

Is any support or counseling offered after participation?

Tijdens en na afloop van het experiment worden gebruikers via e-mail bedankt voor hun medewerking. Testpersonen kunnen op hun beurt altijd vragen stellen aan de thesisstudent via e-mail.

## 10. Remuneration, benefits and study outcome

Will participants receive a remuneration or compensation for their participation?

- NO – explain: Voor het thesisonderzoek is geen budget voorzien om deelnemers te vergoeden. Deelnemers kunnen tijdens de studie echter gratis gebruikmaken van een oefeningenplatform dat kwalitatieve oefeningen bevat die normaal te vinden zijn op een betalend alternatief, namelijk Polpo van Die Keure.
- YES – cost reimbursement (i.e., food, drinks, transport, parking) – specify:
- YES – additional compensation (e.g., voucher, course credits, money) – specify:

Are there other benefits to participation in this project? (e.g., what can a participant learn from the study)

- NO
- YES – specify: Door deel te nemen aan het onderzoek, versterken gebruikers hun wiskundekennis van middelbaar niveau. De thesisstudent zal ook in persoon aanwezig zijn op scholen die tijdens de lesuren gebruikmaken van het online platform, zodat leerlingen vragen kunnen stellen over (wiskundige) universitaire opleidingen.

Which information is given to participants about the outcome of the study? Will participants receive their individual results or only the overall study results? How will this information be provided?

Deelnemers hebben tijdens het experiment zicht op hun prestaties: ze krijgen directe feedback wanneer ze



oefeningen oplossen en kunnen zich eventueel meten met andere gebruikers van het online platform. Na afloop van het experiment wordt de thesistekst openbaar gemaakt, zoals aangekondigd in sectie 2.3.

**Checklist annexes** (use clear names for all annexes)

Participant information letter(s):

**Annex 6: informatiebrochure voor testpersonen**

Zie bijlage *SMEC\_informatiebrochure.pdf*.

Informed consent form(s):

**Annex 7: geïnformeerde toestemming voor ouders**

Zie bijlage *SMEC\_instemmingsverklaring voor ouders.pdf*.

Questionnaire(s) or interview format(s):

**Annex 1: enquête omtrent het Hexad-model**

Duid aan hoe goed de onderstaande uitspraken jou beschrijven. (Helemaal eens, Oneens, Eerder eens, Neutraal, Eerder eens, Eens, Helemaal eens)

1. Ik vind het leuk om de status quo in vraag te stellen.
2. Beloningen zijn een goede manier om me te motiveren.
3. Ik vind het leuk om obstakels te overwinnen.
4. Het maakt me gelukkig als ik anderen kan helpen.
5. Ik vind het leuk om nieuwe dingen uit te proberen.
6. Ik vind het moeilijk om een probleem los te laten voordat ik een oplossing heb gevonden.
7. Ik vind het leuk om te provoceren.
8. Ik geniet van groepsactiviteiten.
9. Ik zie mezelf als een rebel.
10. Ik hou ervan anderen te helpen met zich oriënteren in nieuwe situaties.
11. Ik hou van competities waarbij een prijs gewonnen kan worden.
12. Ik vind het belangrijk om taken altijd volledig uit te voeren.
13. Duid nu 'Oneens' aan om te bewijzen dat je nog wakker bent.
14. Ik vind onafhankelijk zijn belangrijk.
15. Ik vind het leuk om deel te zijn van een team.
16. Ik vind het belangrijk om mijn eigen weg te volgen.
17. Ik vind het belangrijk om me een deel van een gemeenschap te voelen.
18. Ik laat me vaak leiden door mijn nieuwsgierigheid.
19. Ik vind het belangrijk om iets terug te krijgen voor mijn inspanningen.
20. Ik vind het leuk om moeilijke taken de baas te kunnen.
21. Als de beloning voldoende is, dan zal ik de inspanningen leveren.
22. Ik hou ervan om mijn kennis te delen.
23. Ik hou niet van het volgen van regels.
24. Ik vind interactie met anderen belangrijk.



25. Ik vind het welzijn van anderen belangrijk.

**Annex 1bis: originele enquête omtrent het Hexad-model**

Zie bijlage *Hexad.pdf*.

**Annex 2: enquête omtrent het Big Five Factor-model (BFI-44)**

Hoe goed beschrijven de volgende uitspraken jouw persoonlijkheid? Ik zie mezelf als iemand die... (Helemaal oneens, Oneens, Neutraal, Eens, Helemaal eens)

1. ... spraakzaam is.
2. ... geneigd is kritiek te hebben op anderen.
3. ... grondig te werk gaat.
4. ... somber is.
5. ... origineel is, met nieuwe ideeën komt.
6. ... terughoudend is.
7. ... behulpzaam en onzelfzuchtig ten opzichte van anderen is.
8. ... een beetje nonchalant kan zijn.
9. ... ontspannen is, goed met stress kan omgaan.
10. ... benieuwd is naar veel verschillende dingen.
11. ... vol energie is.
12. ... snel ruzie maakt.
13. ... een werker is waar men van op aan kan.
14. ... gespannen kan zijn.
15. ... scherpzinnig, een denker is.
16. ... veel enthousiasme opwekt.
17. ... vergevingsgezind is.
18. ... doorgaans geneigd is tot slordigheid.
19. ... zich veel zorgen maakt.
20. ... een levendige fantasie heeft.
21. ... doorgaans stil is.
22. ... mensen over het algemeen vertrouwt.
23. ... duid nu 'Oneens' aan om te bewijzen dat je nog wakker bent.
24. ... geneigd is lui te zijn.
25. ... emotioneel stabiel is, niet gemakkelijk overstuurt.
26. ... vindingrijk is.
27. ... voor zichzelf opkomt.
28. ... koud en afstandelijk kan zijn.
29. ... volhoudt tot de taak af is.
30. ... humeurig kan zijn.
31. ... waarde hecht aan kunstzinnige ervaringen.
32. ... soms verlegen, geremd is.
33. ... attent en aardig is voor bijna iedereen.
34. ... dingen efficiënt doet.



35. ... kalm blijft in gespannen situaties.
36. ... een voorkeur heeft voor werk dat routine is.
37. ... hartelijk, een gezelschapsmens is.
38. ... soms grof tegen anderen is.
39. ... plannen maakt en deze doorzet.
40. ... gemakkelijk zenuwachtig wordt.
41. ... graag nadenkt, met ideeën speelt.
42. ... weinig interesse voor kunst heeft.
43. ... graag samenwerkt met anderen.
44. ... gemakkelijk afgeleid is.
45. ... het fijne weet van kunst, muziek, of literatuur.

**Annex 3: extra achtergrondinformatie over de testpersoon**

- E-mailadres
- Leeftijd
- Geslacht (M/V/X)
- Jaar (3de middelbaar / 4de middelbaar / 5de middelbaar / 6de middelbaar / hogeschool / universiteit / ik zit niet op school / anders)
- Aantal uur wiskundeles per week
- Hoe leuk vind je wiskunde in het algemeen? (score van 1 tot 7)
- Hoe gemotiveerd ben je in het algemeen om wiskunde-oefeningen te maken? (score van 1 tot 7)

**Annex 4: voorkeuren voor game-designelementen**

Hoe sterk denk je dat de volgende technieken jou motiveren om meer wiskunde-oefeningen te maken? (score van 1 tot 7) Het bestand *Screenshots.zip* bevat de paren screenshots die gebruikers bij elke vraag zien. De naamgeving van de screenshots is identiek aan die van de game-designelementen.

1. *Punten*. Verdien punten voor juist opgeloste oefeningen en verlies punten voor fout opgeloste oefeningen. Op je profiel zien jij en andere gebruikers je totale aantal punten.
2. *Puntenklassement*. Vergelijk jouw verdiende punten met die van andere personen op een klassemmentspagina. Er zijn twee klassemmenten: 'deze week' en 'aller tijden'.
3. *Oefeningeklassement*. Vergelijk jouw aantal juist opgeloste oefeningen met dat van andere personen op een klassemmentspagina. Er zijn twee klassemmenten: 'deze week' en 'aller tijden'.
4. *Day streak*. Los elke dag minstens 5 oefeningen juist op om je streak te verlengen. Je streak is ook voor anderen zichtbaar op je profiel.
5. *Help anderen*. Help personen die het moeilijk hebben met een bepaalde oefening door uit te leggen hoe jij de oefening zou aanpakken. Ontvang duimen omhoog voor behulpzame reacties.
6. *Verrassingen*. Door actief te zijn op de website, ontgrendel je leuke cartoons, die verstopt zijn op de website. Op je profiel zie je welke verrassingen je al gevonden hebt.
7. *Uitdagingen*. Maak willekeurige oefeningen van verschillende onderwerpen door elkaar.
8. *Motiverende feedback*. Wanneer je een oefening hebt beantwoord, zie je een extra motiverend zinnetje in de feedback.



**Annex 5: evaluatie van game-designelementen**

Hoe sterk motiveerden de volgende technieken jou om meer wiskunde-oefeningen te maken? (score van 1 tot 10 of niet van toepassing)

(Zelfde 9 items als in annex 4.)

Other documents – specify:

**Annex 8: instemmingsverklaring voor leerkrachten**

Zie bijlage *SMEC\_instemmingsverklaring voor leerkrachten.pdf*.

## INFORMATIEBROCHURE

Bedankt voor je interesse in het wetenschappelijk onderzoek voor de masterthesis van Jeroen Ooge, student master toegepaste informatica aan KU Leuven. Je kunt hier lezen hoe het onderzoek precies zal verlopen. Als je de onderstaande informatie begrijpt en ermee akkoord gaat, dan kun je jezelf registreren op de website om deel te nemen aan de studie.

### **Doel van het onderzoek**

Leerlingen uit het middelbaar onderwijs hebben nood aan een leuke manier om hun wiskundeleerstof extra te oefenen. Jeroen bouwde daarom speciaal voor zijn thesis een online wiskundeplatform met duizenden oefeningen van Die Keure, uitgeverij van de wiskundehandboeken *Van Basis Tot Limiet*. De website bevat verscheidene motivationele strategieën en spelelementen. Met zijn onderzoek wil Jeroen te weten komen of leerlingen gemotiveerder worden om extra oefeningen te maken naargelang ze het online platform gebruiken.

### **Hoe verloopt het onderzoek?**

Om toegang te krijgen tot het online platform, moet je je eerst registreren. Daarbij moet je vier vragenlijsten invullen, die samen 10-15 minuten duren. Twee daarvan zijn persoonlijkheidstesten: de resultaten ervan kunnen invloed hebben op hoe je Wiski ervaart. Eenmaal geregistreerd, kun je onbeperkt oefeningen maken en vrijuit navigeren doorheen alle pagina's op de website. Al je digitale activiteiten omtrent het oplossen van oefeningen en het interageren met de spelelementen worden op de achtergrond bijgehouden en later door Jeroen geanalyseerd. Aan het einde van de studie (rond 4 juni 2019) zul je een e-mail ontvangen om een laatste korte bevraging in te vullen.

### **Wat gebeurt er met mijn gegevens?**

Al je gegevens worden veilig bijgehouden en zijn alleen toegankelijk voor Jeroen als verantwoordelijke onderzoeker. Bij de registratie moet je een e-mailadres opgeven, zodat Jeroen je kan contacteren, maar verder wordt geen persoonlijke informatie bijgehouden die jou direct identificeert. De totale, anonieme resultaten van het onderzoek worden enkel gebruikt voor wetenschappelijke doeleinden: ze worden gepubliceerd in een openbare thesistekst. Na het onderzoek worden je gegevens anoniem opgeslagen op een beveiligde server van KU Leuven; je e-mailadres wordt niet bewaard.

### **Ben ik verplicht om deel te nemen aan het onderzoek?**

Nee, je neemt volledig vrijwillig deel aan het onderzoek. Je kunt op elk moment je deelname stopzetten zonder daarvoor een reden op te geven en zonder daarvan enig nadeel te ondervinden. Als je leerling bent en je niet wilt deelnemen aan het onderzoek, dan kan je wiskundeleerkracht je niet verplichten om Wiski te gebruiken tijdens lessen op school: je krijgt een andere opdracht wanneer lessen met Wiski zijn voorzien (bijvoorbeeld evenwaardige oefeningen op papier).

**Wie heeft dit onderzoek gecontroleerd?**

Dit onderzoeksproject is goedgekeurd door de Sociaal-Maatschappelijke Ethische Commissie (SMEC) in Leuven. Die commissie gaat na dat studies veilig verlopen en dat je rechten als testpersoon worden gerespecteerd. Voor eventuele klachten of andere bezorgdheden omtrent ethische aspecten van deze studie kun je contact opnemen met SMEC via [smec@kuleuven.be](mailto:smec@kuleuven.be).

**Heb je nog vragen?**

Je kunt steeds contact opnemen met Jeroen via [jeroen.ooge@student.kuleuven.be](mailto:jeroen.ooge@student.kuleuven.be).

## WISKI – INSTEMMINGSVERKLARING VOOR LEERKRACHTEN

Ik ga als wiskundeleerkracht akkoord met onderstaande uitspraken:

1. Ik ben betrokken bij het wetenschappelijk onderzoek voor de masterproef van Jeroen Ooge, masterstudent toegepaste informatica aan KU Leuven. Ik begrijp hoe het onderzoek verloopt na het lezen van de uitleg op [www.wiski.be/uitleg-onderzoek](http://www.wiski.be/uitleg-onderzoek).
2. Ik bied mijn leerlingen de kans om gebruik te maken van het online wiskundeplatform Wiski ([www.wiski.be](http://www.wiski.be)) tijdens minstens een van mijn lessen wiskunde. Het gaat daarbij over een supplementaire oefeningenles die aansluit bij mijn geziene leerstof.
3. Ik ben ervan op de hoogte dat leerlingen die Wiski willen gebruiken zich eerst moeten registreren op [www.wiski.be](http://www.wiski.be) en dat ze daarbij vier vragenlijsten moeten invullen, wat 10-15 minuten kan duren. Ik geef op voorhand het webadres door aan mijn leerlingen, zodat ze thuis kunnen beslissen of ze een account willen aanmaken op Wiski.
4. Ik begrijp dat leerlingen die Wiski gebruiken meewerken aan het onderzoek van Jeroen Ooge. Daarom verplicht ik mijn leerlingen niet om zich te registreren en zet ik ze ook niet onder druk om dat te doen (bijvoorbeeld door hen te evalueren terwijl ze Wiski gebruiken). Tijdens mijn les met Wiski voorzie ik oefeningen op papier voor leerlingen die zich niet willen registreren op de website of die daartoe geen toestemming krijgen van hun ouders.

**Naam:**

**School:**

**Handtekening voor akkoord:**

## THESISONDERZOEK WISKI

Beste ouder

Ik ben een masterstudent toegepaste informatica aan KU Leuven en voor mijn masterproef bouwde ik een online wiskundeplatform Wiski ([www.wiski.be](http://www.wiski.be)). De wiskundeleerkracht van uw zoon/dochter is bereid een van de gebruikelijke lesuren wiskunde op te vullen met oefeningen maken op Wiski. Uw minderjarige zoon/dochter kan echter alleen gebruikmaken van mijn platform als hij/zij vrijwillig deelneemt aan mijn onderzoek en daarvoor uw goedkeuring krijgt.

Gelieve de informatiebrochure te lezen en daarna te beslissen of u de toestemmingsverklaring ondertekent. U mag weigeren om uw toestemming te verlenen zonder daarvoor een reden op te geven. In dat geval zal de wiskundeleerkracht oefeningen op papier voorzien voor uw zoon/dochter tijdens het lesuur waarin met Wiski wordt gewerkt. Als u de toestemmingsverklaring wel ondertekent, dan moet uw zoon/dochter dit document terugbezorgen aan zijn/haar wiskundeleerkracht.

Alvast bedankt voor uw tijd en medewerking!

Jeroen Ooge

---

## INFORMATIEBROCHURE

U kunt hier lezen hoe het onderzoek verloopt. De tekst staat ook op [www.wiski.be/uitleg-onderzoek](http://www.wiski.be/uitleg-onderzoek).

### **Doel van het onderzoek**

Leerlingen uit het middelbaar onderwijs hebben nood aan een leuke manier om hun wiskundeleerstof extra te oefenen. Jeroen bouwde daarom speciaal voor zijn thesis een online wiskundeplatform met duizenden oefeningen van Die Keure, uitgeverij van de wiskundehandboeken *Van Basis Tot Limiet*. De website bevat verscheidene motivationele strategieën en spelelementen. Met zijn onderzoek wil Jeroen te weten komen of leerlingen gemotiveerder worden om extra oefeningen te maken naargelang ze het online platform gebruiken.

### **Hoe verloopt het onderzoek?**

Om toegang te krijgen tot het online platform, moet je je eerst registreren. Daarbij moet je vier vragenlijsten invullen, die samen 10-15 minuten duren. Twee daarvan zijn testjes om je spelerstype te bepalen: de resultaten ervan kunnen invloed hebben op hoe je Wiski ervaart. Eenmaal geregistreerd, kun je onbeperkt oefeningen maken en vrijuit navigeren doorheen alle pagina's op de website. Al je digitale activiteiten omtrent het oplossen van oefeningen en het interageren met de spelelementen



worden op de achtergrond bijgehouden en later door Jeroen geanalyseerd. Aan het einde van de studie (rond 4 juni 2019) zul je een e-mail ontvangen om een laatste korte bevraging in te vullen.

### **Wat gebeurt er met mijn gegevens?**

Al je gegevens worden veilig bijgehouden en zijn alleen toegankelijk voor Jeroen als verantwoordelijke onderzoeker. Bij de registratie moet je een e-mailadres opgeven, zodat Jeroen je kan contacteren, maar verder wordt geen persoonlijke informatie bijgehouden die jou direct identificeert. De totale, anonieme resultaten van het onderzoek worden enkel gebruikt voor wetenschappelijke doeleinden: ze worden gepubliceerd in een openbare thesistekst. Na het onderzoek worden je gegevens anoniem opgeslagen op een beveiligde server van KU Leuven; je e-mailadres wordt niet bewaard.

### **Ben ik verplicht om deel te nemen aan het onderzoek?**

Nee, je neemt volledig vrijwillig deel aan het onderzoek. Je kunt op elk moment je deelname stopzetten zonder daarvoor een reden op te geven en zonder daarvan enig nadeel te ondervinden. Als je leerling bent en je niet wilt deelnemen aan het onderzoek, dan kan je wiskundeleerkracht je niet verplichten om Wiski te gebruiken tijdens lessen op school: je krijgt een andere opdracht wanneer lessen met Wiski zijn voorzien (bijvoorbeeld evenwaardige oefeningen op papier).

### **Wie heeft dit onderzoek gecontroleerd?**

Dit onderzoeksproject is goedgekeurd door de Sociaal-Maatschappelijke Ethische Commissie (SMEC) in Leuven. Die commissie gaat na dat studies veilig verlopen en dat je rechten als testpersoon worden gerespecteerd. Voor eventuele klachten of andere bezorgdheden omtrent ethische aspecten van deze studie kun je contact opnemen met SMEC via [smec@kuleuven.be](mailto:smec@kuleuven.be).

### **Heb je nog vragen?**

Je kunt steeds contact opnemen met Jeroen via [jeroen.ooge@student.kuleuven.be](mailto:jeroen.ooge@student.kuleuven.be).

## TOESTEMMINGSVERKLARING

**Titel van het onderzoek:** Het personaliseren van motivationele strategieën en gamificationstechnieken m.b.v. recommender systemen

**Naam + contactgegevens onderzoekers:** Jeroen Ooge ([jeroen.ooge@student.kuleuven.be](mailto:jeroen.ooge@student.kuleuven.be)), Dr. Robin De Croon ([robin.decroon@kuleuven.be](mailto:robin.decroon@kuleuven.be)), Prof. Dr. Katrien Verbert ([katrien.verbert@cs.kuleuven.be](mailto:katrien.verbert@cs.kuleuven.be)), Prof. Dr. Vero Vanden Abeele ([vero.vandenabeele@kuleuven.be](mailto:vero.vandenabeele@kuleuven.be))

**Duur van het experiment:** 6 weken

- Ik begrijp wat van mijn zoon/dochter verwacht wordt tijdens dit onderzoek.
- Mijn zoon/dochter kan baat hebben bij dit onderzoek. Hij/zij kan tijdens de studie gratis gebruikmaken van het oefeningenplatform Wiski dat kwalitatieve oefeningen bevat die normaal te vinden zijn op een betalend alternatief, namelijk Polpo van Die Keure. Door oefeningen te maken op Wiski kan hij/zij op een leuke manier zijn/haar wiskundige kennis versterken zonder schoolse prestatiedruk.
- Ik begrijp dat de deelname van mijn zoon/dochter aan deze studie vrijwillig is. Hij/zij heeft het recht om de deelname op elk moment stop te zetten. Daarvoor hoeft hij/zij geen reden te geven en daaruit kan geen nadeel ontstaan; reeds verzamelde gegevens worden verwijderd.
- De resultaten van dit onderzoek kunnen gebruikt worden voor wetenschappelijke doeleinden en mogen gepubliceerd worden. Gegevens die mijn zoon/dochter direct kunnen identificeren worden daarbij niet gepubliceerd.
- Ik wil graag op de hoogte gehouden worden van de resultaten van dit onderzoek. De onderzoeker mag mij hiervoor contacteren op het volgende e-mailadres:

- 
- Voor vragen weet ik dat ik na mijn deelname terecht kan bij de verantwoordelijke onderzoeker.
  - Voor eventuele klachten of andere bezorgdheden omtrent ethische aspecten van deze studie kan ik contact opnemen met de Sociaal-Maatschappelijke Ethische Commissie van KU Leuven: [smec@kuleuven.be](mailto:smec@kuleuven.be).

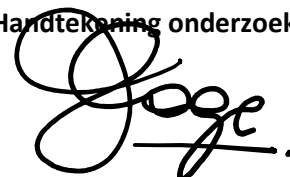
Ik heb bovenstaande informatie gelezen en begrepen en heb antwoord gekregen op al mijn vragen betreffende deze studie. Ik geef mijn zoon/dochter toestemming om deel te nemen.

**Gebruikersnaam van mijn zoon/dochter op Wiski:**

**Handtekening ouder:**

**Handtekening zoon/dochter:**

**Handtekening onderzoeker:**



# Bijlage C

## Extra details over het proof of concept

Deze bijlage bevat meer details over het *proof of concept* dat besproken wordt in Hoofdstuk 4. Hieronder volgt een wiskundige motivatie voor het gekozen puntensysteem met giscorrectie. Tabel C.1 en Tabel C.2 bevatten respectievelijk een overzicht van de onderwerpen voor oefeningen en alle motiverende feedbackzinnen.

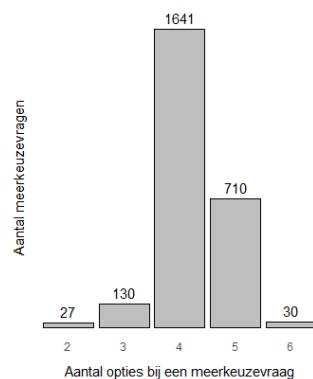
Wanneer gebruikers een opgave correct oplossen tijdens een oefeningensessie, verdienen ze punten. Omgekeerd wordt hen punten afgetrokken wanneer ze een oefening fout beantwoorden. Het te winnen of te verliezen puntenaantal vastleggen is niet triviaal: gebruikers kunnen blijven antwoorden tot ze de oplossing aanklikken en personen die willekeurig opties kiezen, mogen op de lange termijn geen punten verdienen. De verwachtingswaarde  $\mathbb{E}$  moet voor gokkers met andere woorden gelijk zijn aan 0. Om dat te realiseren, is er een goede balans nodig tussen het aantal punten  $x$  dat wordt toegekend bij een correct antwoord en het aantal punten  $y$  dat wordt afgetrokken bij een fout antwoord. Hieronder motiveren we wiskundig de uiteindelijk gekozen waarden  $x = y = 5$ .

Veronderstel dat een meerkeuzevraag  $n$  mogelijke antwoorden heeft. Noteer  $Z$  voor het aantal ondernomen pogingen om het correcte antwoord te vinden,  $w(k)$  voor de nettowinst in het geval van  $k$  pogingen en  $\mathbb{P}(Z = k)$  voor de kans dat  $Z = k$ . Dan geldt:

$$\begin{array}{lll} Z = 1 & w(1) = x & \mathbb{P}(Z = 1) = \frac{1}{n} \\ Z = 2 & w(2) = x - y & \mathbb{P}(Z = 2) = \frac{n-1}{n} \cdot \frac{1}{n-1} = \frac{1}{n} \\ Z = 3 & w(3) = x - 2y & \mathbb{P}(Z = 3) = \frac{n-1}{n} \cdot \frac{n-2}{n-1} \cdot \frac{1}{n-2} = \frac{1}{n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{array}$$

De algemene uitdrukking voor de verwachtingswaarde is

$$\mathbb{E}(Z) = \sum_{k=1}^n \mathbb{P}(Z = k) w(k) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x - (k-1)y) = x - \frac{n-1}{2}y.$$



**Figuur C.1:** Een histogram van het aantal meerkeuzevragen op *Wiski* ten opzichte van het aantal mogelijke antwoorden.

Omdat  $\mathbb{E}(Z) \leq 0$ , volgt dat voor elke  $n$  moet gelden:

$$x \leq \frac{n-1}{2}y. \quad (\text{C.1})$$

Het histogram in Figuur C.1 toont dat de overgrote meerderheid (98,9%) van de meerkeuzevragen op *Wiski* minstens 3 opties heeft, dus  $\mathbb{E}(Z) \leq 0$  wanneer (C.1) verstrengt tot  $x \leq y$ . Anderzijds opteren we ervoor dat  $x \geq y$  om voor gebruikers zo veel mogelijk te verbergen dat er giscorrectie wordt gehanteerd. Bijgevolg is  $x = y$  vrij te kiezen en we leggen arbitrair  $x = y = 5$  vast.

**Tabel C.1:** Onderwerpen van de oefeningen op *Wiski*, ingedeeld volgens graad en thema.

<b>Basiskennis</b>	
Natuurlijke getallen	Hoofdbewerkingen Volgorde van bewerkingen Grootste Gemene Deler van natuurlijke getallen Kleinste Gemeen Veelvoud van natuurlijke getallen
Gehele getallen	Volgorde van bewerkingen Eigenschappen van de hoofdbewerkingen Eerstegraadsvergelijkingen Rekenen met lettervormen Machten
Basisbegrippen meetkunde	Hoeken Meetkundige begrippen Onderlinge ligging van punten, rechten en vlakken Schaalberekening
Vlakke figuren	Coördinaten in het vlak Cirkels Driehoeken Bijzondere parallellogrammen Vlakke figuren

Ruimtefiguren	Omtrek en oppervlakte van vlakke figuren Coördinaten in de ruimte Ruimtefiguren Inhoud van meetkundige lichamen
<b>3de middelbaar en 4de middelbaar</b>	
Reële getallen	Reële getallen Vierkantswortels in $\mathbb{R}$ $n$ -de machtswortels in $\mathbb{R}$
Veeltermen	Rekenen met lettervormen en veeltermen Merkwaardige producten Ontbinden in factoren Veeltermuitdrukkingen Reële veeltermen Euclidische deling en regel van Horner
Functies	Grafische voorstelling van elementaire functies Tweedegraadsfuncties Tekenverloop van tweedegraadsfuncties Tweedegraadsvergelijkingen Problemen en vraagstukken oplossen
Analytische meetkunde	Scalair product van twee vectoren Afstand van een punt tot een rechte in het vlak Loodrechte stand van rechten in het vlak
De cirkel	Vergelijking van een cirkel Hoeken in een cirkel Onderlinge ligging van cirkels en rechten
Goniometrie	Goniometrische getallen Goniometrische getallen en verwante hoeken Willekeurige driehoeken
Rijen	Rekenkundige rijen Meetkundige rijen Toepassingen van meetkundige rijen
Telproblemen	Elementaire combinatoriek
<b>5de middelbaar en 6de middelbaar</b>	
Machten en wortels	Machten en $n$ -de machtswortels in $\mathbb{R}$
Complexe getallen	Rekenen met de algebraïsche vorm van complexe getallen Rekenen met de goniometrische vorm van complexe getallen
Algebraïsche functies	Veeltermfuncties van graad hoger dan twee Rationale en irrationale functies Transcendente functies
Exponentiële en logaritmische functies	Rekenen met exponentiële functies Rekenen met logaritmische functies

	Verloop van exponentiële en logaritmische functies
Goniometrie	Goniometrische formules en vergelijkingen
	Goniometrische functies
	Cyclometrische functies
Limieten	Limiet van rekenkundige en meetkundige rijen
	Limiet van een functie met onbepaalde vorm
	Asymptoten
Afgeleiden	Afgeleide van een functie in een punt
	Kettingregel
	Afgeleiden en algebraïsche bewerkingen
	Tweede en derde orde afgeleiden
	Afgeleide van logaritmische functies
	Afgeleide van exponentiële functies
	Functies waarvan de afgeleide recht evenredig is met de functie- waarde
	Extreme waarden van een functie
	Toepassingen van afgeleiden
	Toepassingen van afgeleiden in de fysica
	Regel van de l'Hospital
Integralen	Fundamentele primitieven
	Integratie door substitutie
	Partiële integratie
	Oppervlakte tussen een kromme en de x-as
	Oppervlakte tussen twee krommen

---

**Tabel C.2:** Lijst van 30 motiverende zinnen, die worden getoond in de feedback bij het beantwoorden van een meerkeuzevraag.

Feedback voor foute antwoorden	Feedback voor juiste antwoorden
Woeps, dat ziet er niet juist uit...	Pri(s)ma resultaat!
Dat is zo juist als $1 + 1 = 3$ ...	Helemaal juist, niet gebuisd!
Je antwoord is eerder miskunde dan wiskunde...	Top- $\pi$ !
Op die oplossing moet je niet rekenen...	Joe- $\pi$ , dat is juist!
Hmm, dat antwoord heeft weinig inhoud...	Klopt als een plus!
Ja, ja, en vierkanten zijn rond...	Reken maar van yes!
Ai, je bent de $\pi$ -neut...	Machtig goed gedaan, blijven gaan!
Het lijkt erop dat je wat afgeleid was...	Woehoe, je statistieken verbeteren exponentieel!
Die oplossing is integraal fout...	100% correct!
Zelfs de beste wiskundigen kunnen weleens verkeerd zijn...	Zo word je een echte wiskundige!
Dat reken je best nog eens na...	Je hebt het bij het rechte eind!
Je zit toch nog niet aan de limiet van je kunnen?	Correct in het kwadraat!
Dat valt onder de noemer 'fout'...	Je hebt bewezen dat je het begrijpt!
Hopelijk gaan die fouten zich niet vermenigvuldigen...	Jij functioneert maximaal!
Foute coördinaten voor de correcte bestemming...	jij + wiskunde = de max!

# Bibliografie

- [1] Chadia Abras, Diane Maloney-Krichmar, Jenny Preece, et al. User-centered design. *Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications*, 37(4):445–456, 2004.
- [2] Ahmed Allam, Zlatina Kostova, Kent Nakamoto, and Peter Johannes Schulz. The effect of social support features and gamification on a web-based intervention for rheumatoid arthritis patients: Randomized controlled trial. *J Med Internet Res*, 17(1):e14, Jan 2015.
- [3] Gabriel Barata, Sandra Gama, Joaquim Jorge, and Daniel Goncalves. Studying student differentiation in gamified education. *Comput. Hum. Behav.*, 71(C):550–585, June 2017.
- [4] Gabriel Barata, Sandra Gama, Joaquim A.P. Jorge, and Daniel J.V. Gonçalves. Relating gaming habits with student performance in a gamified learning experience. In *Proceedings of the First ACM SIGCHI Annual Symposium on Computer-human Interaction in Play, CHI PLAY '14*, pages 17–25, New York, NY, USA, 2014. ACM.
- [5] R. Bartle. Hearts, Clubs, Diamonds, Spades: Players Who Suit MUDs. *The Journal of Virtual Environments*, 1(1), 1996.
- [6] Chris Bateman and Richard Boon. *21st Century Game Design (Game Development Series)*. Charles River Media, Inc., Rockland, MA, USA, 2005.
- [7] Chris Bateman, Rebecca Lowenhaupt, and Lennart Nacke. Player typology in theory and practice. In *DiGRA Conference*, 2011.
- [8] Jonathan Belman and Mary Flanagan. Exploring the creative potential of values conscious game design: Students’ experiences with the vap curriculum. *Eludamos. Journal for Computer Game Culture*, 4(1):57–67, 2010.
- [9] Staffan Bjork and Jussi Holopainen. *Patterns in game design (game development series)*. 2004.
- [10] Brenda Brathwaite and Ian Schreiber. *Challenges for game designers*. Nelson Education, 2009.
- [11] John Brooke et al. Sus-a quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194):4–7, 1996.
- [12] Michael Buhrmester, Tracy Kwang, and Samuel D Gosling. Amazon’s mechanical turk: A new source of inexpensive, yet high-quality, data? *Perspectives on psychological science*, 6(1):3–5, 2011.
- [13] Roger Caillois. *Man, play, and games*. University of Illinois Press, 2001.
- [14] Eduardo H Calvillo-Gómez, Paul Cairns, and Anna L Cox. Assessing the core elements of the gaming experience. In *Game user experience evaluation*, pages 37–62. Springer, 2015.
- [15] Christopher Cheong, Justin Filippou, and France Cheong. Towards the gamification of learning: Investigating student perceptions of game elements. *Journal of Information Systems Education*, 25(3), 2014.



- [16] Chris Crawford. The art of computer game design. 1984.
- [17] Robin De Croon, Davina Wildemeersch, Joris Wille, Katrien Verbert, and Vero Vanden Abeele. Anthropomorphism-based focus group protocol to select gamification mechanics. In *Proceedings of the Positive Gaming: Workshop on Gamification and Games for Wellbeing co-located with the ACM SIGCHI Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play (CHI PLAY 2017), Amsterdam, The Netherlands, October 15, 2017.*, 2017.
- [18] Christian Crumlish and Erin Malone. *Designing social interfaces: Principles, patterns, and practices for improving the user experience.* "O'Reilly Media, Inc.", 2009.
- [19] Robin De Croon, Davina Wildemeersch, Joris Wille, Katrien Verbert, and Vero Vanden Abeele. Gamification and serious games in a healthcare informatics context. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Healthcare Informatics, IEEE International Conference On Healthcare Informatics, New York, New York, 4/6/2018 - 7/6/2018*, pages 53–63. IEEE, June 2018.
- [20] Simone de Sousa Borges, Vinicius HS Durelli, Helena Macedo Reis, and Seiji Isotani. A systematic mapping on gamification applied to education. In *Proceedings of the 29th annual ACM symposium on applied computing*, pages 216–222. ACM, 2014.
- [21] Sebastian Deterding. The ambiguity of games: Histories and discourses of a gameful world. 2014.
- [22] Sebastian Deterding, Dan Dixon, Rilla Khaled, and Lennart Nacke. From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, MindTrek '11, pages 9–15, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [23] Sebastian Deterding. Eudaimonic design, or: Six invitations to rethink gamification. In Mathias Fuchs, Sonia Fizek, Paolo Ruffino, and Niklas Schrape, editors, *Rethinking Gamification*, pages 305 – 331. meson press, 2014.
- [24] Darina Dicheva, Christo Dichev, Gennady Agre, and Galia Angelova. Gamification in education: A systematic mapping study. *Educational Technology & Society*, 18:75–88, 2015.
- [25] Adrián Domínguez, Joseba Saenz de Navarrete, Luis de Marcos, Luis Fernández-Sanz, Carmen Pagés, and José-Javier Martínez-Herráiz. Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education*, 63:380 – 392, 2013.
- [26] Claire Dormann and Robert Biddle. A review of humor for computer games: Play, laugh and more. *Simulation & gaming*, 40(6):802–824, 2009.
- [27] Helge Fischer, Matthias Heinz, and Marcus Breitenstein. Gamification of learning management systems and user types in higher education. In *ECGBL 2018 12th European Conference on Game-Based Learning*, page 91. Academic Conferences and publishing limited, 2018.
- [28] Nicolai Foldager, Hans Hansen, Mikkel Skovsmose Tewes, and Thomas Bjørner. Designing an engaging and informative application about first aid: Gamification and humor as design elements in a serious game. In *International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good*, pages 78–87. Springer, 2016.
- [29] Karën Fort, Gilles Adda, and K Bretonnel Cohen. Amazon mechanical turk: Gold mine or coal mine? *Computational Linguistics*, 37(2):413–420, 2011.
- [30] Tracy Fullerton. *Game design workshop: a playcentric approach to creating innovative games.* AK Peters/CRC Press, 2014.
- [31] Ioana Ghergulescu and Cristina Hava Muntean. Measurement and analysis of learner's motivation in game-based e-learning. In *Assessment in game-based learning*, pages 355–378. Springer, 2012.

- [32] Borja Gil, Iván Cantador, and Andrzej Marczewski. Validating gamification mechanics and player types in an e-learning environment. In *Design for Teaching and Learning in a Networked World*, pages 568–572. Springer, 2015.
- [33] RACHEL GLENNERSTER and KUDZAI TAKAVARASHA. *Running Randomized Evaluations: A Practical Guide*. Princeton University Press, 2013.
- [34] Lewis R Goldberg. The structure of phenotypic personality traits. *American psychologist*, 48(1):26, 1993.
- [35] Lasse Hakulinen, Tapio Auvinen, and Ari Korhonen. Empirical study on the effect of achievement badges in trakla2 online learning environment. In *2013 Learning and teaching in computing and engineering*, pages 47–54. IEEE, 2013.
- [36] Juho Hamari, Jonna Koivisto, Harri Sarsa, et al. Does gamification work?-a literature review of empirical studies on gamification. In *HICSS*, volume 14, pages 3025–3034, 2014.
- [37] Johan Huizinga. Homo ludens. proeve eener bepaling van het spel-element der cultuur. In Brummel L. et al, editor, *Johan Huizinga, Verzamelde werken V (Cultuurgeschiedenis III)*, pages 26–246. H.D. Tjeenk Willink & Zoon, 1950.
- [38] Robin Hunicke, Marc LeBlanc, and Robert Zubek. Mda: A formal approach to game design and game research. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, volume 4, page 1722, 2004.
- [39] Kai Huotari and Juho Hamari. Gamification” from the perspective of service marketing. In *Proc. CHI 2011 Workshop Gamification*, 2011.
- [40] Katherine Isbister and Noah Schaffer. *Game usability: Advancing the player experience*. CRC press, 2008.
- [41] Jaap J A Denissen, Rinie Geenen, Marcel Aken, Samuel Gosling, and Jeff Potter. Development and validation of a dutch translation of the big five inventory (bfi). *Journal of personality assessment*, 90:152–7, 04 2008.
- [42] Yuan Jia, Yikun Liu, Xing Yu, and Stephen Voida. Designing leaderboards for gamification: Perceived differences based on user ranking, application domain, and personality traits. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1949–1960. ACM, 2017.
- [43] Yuan Jia, Bin Xu, Yamini Karanam, and Stephen Voida. Personality-targeted gamification: A survey study on personality traits and motivational affordances. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI ’16, pages 2001–2013, New York, NY, USA, 2016. ACM.
- [44] Oliver P John, Laura P Naumann, and Christopher J Soto. Paradigm shift to the integrative big five trait taxonomy. *Handbook of personality: Theory and research*, 3(2):114–158, 2008.
- [45] Oliver P John, Sanjay Srivastava, et al. The big five trait taxonomy: History, measurement, and theoretical perspectives. *Handbook of personality: Theory and research*, 2(1999):102–138, 1999.
- [46] Jesper Juul. *Half-real: Video games between real rules and fictional worlds*. MIT press, 2011.
- [47] Sander Kamstra. De invloed van een autonomie ondersteunende leeromgeving op de intrinsieke motivatie en gepercipieerde autonomie van leerlingen in het voortgezet onderwijs. Master’s thesis, Open Universiteit, 2015.
- [48] Sean HK Kang. Spaced repetition promotes efficient and effective learning: policy implications for instruction. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(1):12–19, 2016.

- [49] Yamini Karanam, Leslie Filko, Lindsay Kaser, Hanan Alotaibi, Elham Makhsoom, and Stephen Volda. Motivational affordances and personality types in personal informatics. In *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication*, UbiComp '14 Adjunct, pages 79–82, New York, NY, USA, 2014. ACM.
- [50] Richard N Landers, Kristina N Bauer, and Rachel C Callan. Gamification of task performance with leaderboards: A goal setting experiment. *Computers in Human Behavior*, 71:508–515, 2017.
- [51] Pascal Lessel, Maximilian Altmeyer, and Antonio Krüger. Users as game designers: Analyzing gamification concepts in a "bottom-up" setting. In *Proceedings of the 22Nd International Academic Mindtrek Conference*, Mindtrek '18, pages 1–10, New York, NY, USA, 2018. ACM.
- [52] James R Lewis. Multipoint scales: Mean and median differences and observed significance levels. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 5(4):383–392, 1993.
- [53] Wei Li, Tovi Grossman, and George Fitzmaurice. Gamicad: a gamified tutorial system for first time autocad users. In *Proceedings of the 25th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pages 103–112. ACM, 2012.
- [54] Christian E Lopez and Conrad S Tucker. The effects of player type on performance: A gamification case study. *Computers in Human Behavior*, 91:333–345, 2019.
- [55] Andrzej Marczewski. 52 gamification mechanics and elements. <https://www.gamified.uk/user-types/gamification-mechanics-elements/>. Online, mei 2019.
- [56] Andrzej Marczewski. Gamification mechanics and elements. *Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking & Motivational Design*, pages 165–177, 2015.
- [57] Andrzej Marczewski. User types. *Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking and Motivational Design*, 1:65–80, 2015.
- [58] Andrzej Marczewski. The paradox of play. <https://www.gamified.uk/2017/05/10/the-play-paradox/>, 2017. Online, mei 2019.
- [59] Andrzej Marczewski. Analogue vs digital gamification. <https://www.gamified.uk/2019/04/26/analogue-vs-digital-gamification/>, 2019. Online, mei 2019.
- [60] Janaki Mythily Kumar and Mario Herger. Gamification at work: Designing engaging business software, chapter 6: Mechanics. <https://www.interaction-design.org/literature/book/gamification-at-work-designing-engaging-business-software/chapter-6-58-mechanics>. Online, mei 2019.
- [61] Lennart E. Nacke, Chris Bateman, and Regan L. Mandryk. Brainhex: Preliminary results from a neurobiological gamer typology survey. In Junia Coutinho Anacleto, Sidney Fels, Nicholas Graham, Bill Kapralos, Magy Saif El-Nasr, and Kevin Stanley, editors, *Entertainment Computing – ICEC 2011*, pages 288–293, Berlin, Heidelberg, 2011. Springer Berlin Heidelberg.
- [62] Lennart E Nacke, Chris Bateman, and Regan L Mandryk. Brainhex: A neurobiological gamer typology survey. *Entertainment computing*, 5(1):55–62, 2014.
- [63] Lennart E. Nacke and Sebastian Deterding. The maturing of gamification research. *Computers in Human Behavior*, 2017 2017.
- [64] Jakob Nielsen. *Usability engineering*. Elsevier, 1994.
- [65] Oded Nov and Ofer Arazy. Personality-targeted design: Theory, experimental procedure, and preliminary results. In *Proceedings of the 2013 Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW '13*, pages 977–984, New York, NY, USA, 2013. ACM.

- [66] Rita Orji, Lennart E. Nacke, and Chrysanne Di Marco. Towards personality-driven persuasive health games and gamified systems. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '17, pages 1015–1027, New York, NY, USA, 2017. ACM.
- [67] Rita Orji, Gustavo F. Tondello, and Lennart E. Nacke. Personalizing persuasive strategies in gameful systems to gamification user types. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '18, pages 435:1–435:14, New York, NY, USA, 2018. ACM.
- [68] Beatrice Rammstedt and Oliver P. John. Measuring personality in one minute or less: A 10-item short version of the big five inventory in english and german. *Journal of Research in Personality*, 41:203–212, 02 2007.
- [69] Ute Ritterfeld, Michael Cody, and Peter Vorderer. *Serious games: Mechanisms and effects*. Routledge, 2009.
- [70] Karen Robson, Kirk Plangger, Jan H. Kietzmann, Ian McCarthy, and Leyland Pitt. Is it all a game? understanding the principles of gamification. *Business Horizons*, 58(4):411 – 420, 2015.
- [71] Lilith Roggemans and Bram Spruyt. Toelatingsproef (tand) arts: een sociografische schets van de deelnemers en geslaagden. *Brussel: Onderzoeksgroep TOR, Vakgroep Sociologie, Vrije Universiteit Brussel (140 blz.)-TOR*, 29, 2014.
- [72] Michael Sailer, Jan Hense, J Mandl, and Markus Klevers. Psychological perspectives on motivation through gamification. *Interaction Design and Architecture Journal*, (19):28–37, 2014.
- [73] Katie Salen, Katie Salen Tekinbaş, and Eric Zimmerman. *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press, 2004.
- [74] Jeff Sauro. Measuring usability with the system usability scale (sus). <https://measuringu.com/sus/>, 2011. Online, mei 2019.
- [75] Katie Seaborn and Deborah I Fels. Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of human-computer studies*, 74:14–31, 2015.
- [76] Alana Semuels. The internet is enabling a new kind of poorly paid hell. <https://www.theatlantic.com/business/archive/2018/01/amazon-mechanical-turk/551192/>, 2018. Online, januari 2018.
- [77] Carolyn Snyder. *Paper prototyping: The fast and easy way to design and refine user interfaces*. Morgan Kaufmann, 2003.
- [78] Alireza Souri, Shafiqeh Hosseinpour, and Amir Masoud Rahmani. Personality classification based on profiles of social networks' users and the five-factor model of personality. *Human-centric Computing and Information Sciences*, 8(1):24, 2018.
- [79] StatWiki. Data screening. [http://statwiki.kolobkreations.com/index.php?title=Data\\_screening](http://statwiki.kolobkreations.com/index.php?title=Data_screening), 2017. Online, juni 2019.
- [80] Bernard Suits. *The Grasshopper-: Games, Life and Utopia*. Broadview Press, 2014.
- [81] Emily Sun, Brooke Jones, Stefano Traca, and Maarten W Bos. Leaderboard position psychology: counterfactual thinking. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pages 1217–1222. ACM, 2015.
- [82] Mariusz Szyma. Who coined the term “gamification”? <https://www.quora.com/Who-coined-the-term-gamification>, 2014. Online, mei 2019.
- [83] TL Taylor. The assemblage of play. *Games and Culture*, 4(4):331–339, 2009.

- [84] Gustavo F. Tondello, Alberto Mora, and Lennart E. Nacke. Elements of gameful design emerging from user preferences. In *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, CHI PLAY '17, pages 129–142, New York, NY, USA, 2017. ACM.
- [85] Gustavo F. Tondello, Rita Orji, and Lennart E. Nacke. Recommender systems for personalized gamification. In *Adjunct Publication of the 25th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, UMAP '17, pages 425–430, New York, NY, USA, 2017. ACM.
- [86] Gustavo F. Tondello, Rina R. Wehbe, Lisa Diamond, Marc Busch, Andrzej Marczewski, and Lennart E. Nacke. The gamification user types hexad scale. In *Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, CHI PLAY '16, pages 229–243, New York, NY, USA, 2016. ACM.
- [87] Gustavo Fortes Tondello and Lennart E Nacke. Towards customizing gameful systems by gameful design elements. In *PPT@ PERSUASIVE*, pages 102–110, 2018.
- [88] Steven D Tripp and Barbara Bichelmeyer. Rapid prototyping: An alternative instructional design strategy. *Educational Technology Research and Development*, 38(1):31–44, 1990.
- [89] Miriam Walker, Leila Takayama, and James A Landay. High-fidelity or low-fidelity, paper or computer? choosing attributes when testing web prototypes. In *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting*, volume 46, pages 661–665. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, 2002.
- [90] Kevin Werbach. (re)defining gamification: A process approach. In Anna Spagnolli, Luca Chittaro, and Luciano Gamberini, editors, *Persuasive Technology*, pages 266–272, Cham, 2014. Springer International Publishing.

**Departement Computerwetenschappen**

Celestijnenlaan 200 A bus 1  
3001 LEUVEN, BE  
tel. +32 16 32 142  
wms.cs.kuleuven

