



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

School voor Educatieve Studies

Educatieve master in de wetenschappen en technologie

Masterthesis

Invloed van game-based learning en gamification- elementen binnen kernfysica

Eva Vandersmissen

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van Educatieve master in de wetenschappen en technologie, afstudeerrichting engineering en technologie

PROMOTOR :

dr. Mario GIELEN
Prof. dr. Katrien STRUYVEN

COPROMOTOR :

Prof. dr. Elke EMMERS



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be
Universiteit Hasselt
Campus Hasselt:
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt
Campus Diepenbeek:
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2023
2024



School voor Educatieve Studies

Educatieve master in de wetenschappen en technologie

Masterthesis

Invloed van game-based learning en gamification- elementen binnen kernfysica

Eva Vandersmissen

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van Educatieve master in de wetenschappen en technologie, afstudeerrichting engineering en technologie

PROMOTOR :

dr. Mario GIELEN

Prof. dr. Katrien STRUYVEN

COPROMOTOR :

Prof. dr. Elke EMMERS

Abstract

Kernfysica is een onderdeel in de fysica dat vaak gezien wordt als complex en moeilijk, door zowel leerlingen als leerkrachten. Omdat dit onderdeel van de wetenschappen door de modernisering van het onderwijs in verschillende richtingen uit de doorstroomfinaliteit is bijkomen, blijken er tekortkomingen te zijn in de bestaande onderwijsmethoden. O.a. zijn er vaak geen speciale labo's beschikbaar in secundaire scholen om proeven uit te voeren. Dus heeft dit als gevolg dat de geziene leerstof vooral theoretisch is, waardoor de motivatie en betrokkenheid van de leerlingen vaak laag zijn. Deze studie onderzoekt of het implementeren van game-based learning (via een escape room) en gamification elementen de motivatie, betrokkenheid en zelfzekerheid van de leerling kan beïnvloeden binnen de lessen kernfysica, alsook hoe deze geïmplementeerd kunnen worden in de lessen om de positieve invloeden te maximaliseren.

De ontworpen escape rooms voor het herhalen van elk hoofdstuk werden gebaseerd op een andere escape room ontworpen voor het Erasmus+ project BRAVER. Door onderzoek uit te voeren bij leerkrachten, leerlingen uit het zesde jaar en studenten uit de faculteit industrieel ingenieurswetenschappen nucleaire technologie werden deze escape rooms aangepast. Alsook werd er gelijktijdig onderzoek uitgevoerd bij leerkrachten betreffende gamification en game-based learning in meerdere vakgebieden, niet alleen fysica. De bekomen resultaten, de gekozen elementen en de aangepaste escape rooms werden vervolgens gebruikt in de lessen kernfysica in het vijfde jaar doorstroomfinaliteit.

Hoewel de streekproef beperkt was, tonen de bevindingen aan dat het scorebord, de escape rooms en de verhaallijn de grootste impact hadden op de motivatie en de betrokkenheid van de leerling. Het scorebord zorgde er ook voor dat de leerlingen in de loop van het jaar keuzes konden maken betreffende opdrachten, groepsvorming, ... Het spel en de verhaallijn zorgden voor variatie, maar ook voor een andere kijk op de oefeningen en bevorderden ook het probleemoplossend denken van de leerling. Toch dient er ook benadrukt te worden dat een goed klasklimaat, regelmatige evaluatie van de elementen en mogelijke bijsturing door de leerkracht nodig zijn.

Sluutelwoorden: gamification, game-based learning, kernfysica, escape room, secundair onderwijs, motivatie en betrokkenheid.

Woord vooraf

Eerst en vooral wil ik iedereen van het BRAVER-project die mij vorige zomer de kans hebben gegeven om te kunnen meewerken aan dit geweldige project heel hartelijk bedanken. Dus hierbij een enorme dank aan Sonja Schreurs, Wim Eerdeken, Lúgia Lopes, Maurice Klink, Ondřej Kořstka, Sandra Soares, Isabelle Gerardy, Lenka Thinová, Caroline Licour en Ulrich Scherer. Naast hun steun voor het verderzetten van het spel in mijn masterproef, heeft dit project ook mijn academische ontwikkeling bevorderd.

Een speciale dank gaat ook uit naar de leerlingen vanuit Hasp-O Zepperen (Sint-Truiden) en de studenten van de UHasselt die meegewerkt hebben aan het onderzoek. Hun input, maar ook hun nieuwsgierigheid en enthousiasme hebben een grote impact gehad op het creatief ontwerp van deze escape rooms en dit onderzoek.

Mijn dank gaat eveneens uit naar iedereen die op welke manier dan ook heeft bijgedragen aan het tot stand komen van deze masterproef. Ik wil dan vooral mijn dankbaarheid uitspreken aan alle respondenten en deelnemers, leerkrachten uit Hasp-O (Sint-Truiden) scholengemeenschap en nog vele andere scholen die vrijwillig hebben deelgenomen aan dit onderzoek. Zonder hun bijdrage zou dit werk niet mogelijk zijn geweest.

Ook mijn oprechte dank aan mijn familie en vrienden voor hun onvoorwaardelijke steun, geduld en aanmoediging tijdens deze periode. Hun geloof in mij heeft me gemotiveerd om door te zetten en dit doel te bereiken.

Tenslotte, maar zeker niet op de laatste plaats, mijn oprechte dank aan de docenten van UHasselt, Prof. Dr. Katrien Struyen, dr. Mario Gielen en Prof. Elke Emmers voor hun begeleiding, aanmoediging en expertise gedurende dit hele proces. Zonder hun steun en mentorship, was deze masterproef niet mogelijk geweest.

Inhoud

Abstract	3
Woord vooraf	4
Figurenlijst	7
Tabellenlijst	8
1 Inleiding	9
2 Probleemstelling	10
3 Literatuurstudie	11
3.1 Gamification	11
3.2 Game-Based Learning	11
3.3 Invloeden van de elementen	12
3.3.1 Motivatie	12
3.3.2 Betrokkenheid en klasklimaat	14
3.3.3 Academische prestatie	15
3.4 Rol van de leerkracht	15
4 Onderzoeksopzet en methodologie	17
4.1 Onderzoeksopzet	17
4.2 Onderzoek context 1 – gamification & GBL bij leerkrachten	18
4.3 Onderzoek context 2 – escape room (BRAVER-event)	19
4.4 Onderzoek context 2 – escape room	20
4.5 Onderzoek context 3 – in eigen klas	20
4.6 Analyse	21
5 Resultaten	22
5.1 Onderzoek context 1 – gamification & GBL bij leerkrachten	22
5.2 Onderzoek context 2 – escape room	25
5.2.1 Onderzoek context 2 – op BRAVER-event	25
5.2.2 Onderzoek context 2 – bij leerkrachten, leerlingen en studenten	28
5.3 Onderzoek context 3 – in eigen klas	30
5.3.1 Vooronderzoek in eigen klas	30
5.3.2 Na-onderzoek in eigen klas	32
6 Discussie	35
6.1 Resultaten en onderzoekskwaliteit	35
6.2 Beperkingen en toekomstig onderzoek	37
7 Conclusie	38
8 Referentielijst	40
9 Bijlagen	43
9.1 Creatief product	43

9.1.1	Creatief product.....	43
9.1.2	Enkele afbeeldingen uit spel	45
9.2	Vragenlijst en resultaten onderzoek context 1 – gamification & GBL bij leerkrachten.....	48
9.3	Vragenlijst en resultaten onderzoek context 2 – escape room	48
9.4	Vragenlijst en resultaten onderzoek context 3 – in eigen klas	49

Figurenlijst

Figuur 1: TPACK-model (Buelens, et al., 2002)	16
Figuur 2: Antwoord vraag 7 - "Denkt u dat punten en beloningen een positieve invloed zouden hebben op de motivatie en betrokkenheid van de leerling?"	22
Figuur 3: Antwoord vraag 8 - "Denkt u dat scoreborden een positieve invloed zouden hebben op de motivatie en betrokkenheid van de leerling?"	22
Figuur 4: Antwoord vraag 9 - "Denkt u dat tijd(slimieten) een positieve invloed zou hebben op de motivatie en betrokkenheid van de leerling?"	23
Figuur 5: Antwoord vraag 10 - "Denkt u dat een leerrijk spel spelen een positieve invloed zou hebben op de motivatie en betrokkenheid van de leerling?"	23
Figuur 6: Antwoord vraag 11: "Welke voordelen denkt u dat er zullen zijn bij het implementeren van deze elementen tijdens de les?"	23
Figuur 7: Antwoord vraag 12: "Welke nadelen denkt u dat er zullen zijn bij het implementeren van deze elementen tijdens de les?"	24
Figuur 8: Antwoord vraag 2 - "Wat was uw eerste indruk toen u de educatieve escape room betrad?"	25
Figuur 9: Antwoord vraag 5 - "Via deze escape room proberen wij de interesse te verbeteren in de kernfysica bij de leerlingen, zou deze escape dit bevorderen?"	25
Figuur 10: Antwoord vraag 6 - "Zou deze escape room zelfs leerlingen aanspreken om te kiezen voor een nucleaire richting?"	26
Figuur 11: Antwoord vraag 8 - "Welk aspect van de virtuele escape room vond u het meest waardevol voor het begrijpen van kernfysica?"	26
Figuur 12: Antwoord vraag 7 - "Vond u dat de escape room de concepten van de leerstof voldoende integreerde?"	26
Figuur 13: Antwoord vraag 1 - "Als je deze escape room had mogen spelen tijdens jouw lessen kernfysica, wat denk je dat dit met jouw motivatie had gedaan?"	28
Figuur 14: Antwoord vraag 5 - "Hoe vond je de balans tussen uitdaging, haalbaarheid en informatie in de escape room?"	29
Figuur 15: Antwoord vraag 1 - "In hoeverre denk je dat het gebruik van gamification en game based-learning jouw motivatie zou beïnvloeden?"	30
Figuur 16: Antwoord vraag 3 - "Nu je een beeld hebt van hoe de komende lessen zullen verlopen, voel je je meer gerustgesteld of juist meer angstig?"	30
Figuur 17: Antwoord vraag 5 - "Is jouw betrokkenheid bij het vak vergroot dankzij het inbrengen van deze elementen?"	30
Figuur 18: Antwoord vraag 6 - "Ben je nu van plan om meer moeite te steken in het vak fysica?"	31
Figuur 19: Antwoord vraag 7 - "Kies uit de volgende optie, meerdere keuzes mogelijk, ik zie mij studeren aan kernfysica omdat"	31
Figuur 20: Antwoord vraag 8 - "Ik merk dat de leerkracht hier veel tijd ingestoken heeft, daar de motivatie van de leerkracht duidelijk is, motiveert dit mij ook."	31
Figuur 21: Antwoord vraag 9 - "Het winnen van de escape rooms, zal mij motiveren van op te letten in de les en te studeren thuis."	32
Figuur 22: Antwoord vraag 1 - "In hoeverre heeft het gebruik van gamification en game-based learning jouw motivatie beïnvloed?"	32
Figuur 23: Antwoord vraag 2 - "In hoeverre heeft het gebruik van gamification en game-based learning jouw betrokkenheid beïnvloed?"	33
Figuur 24: Antwoord vraag 3 - "In hoeverre heeft het gebruik van gamification en game-based learning jouw academische prestaties beïnvloed?"	33

Figuur 25: Antwoord vraag 6 - "Heeft het scorebord jouw motivatie en betrokkenheid vergroot?"	33
Figuur 26: Antwoord vraag 7 - "Hebben de beloningen (keuzes onder het jaar, ...) jouw motivatie en betrokkenheid vergroot?"	34
Figuur 27: Antwoord vraag 10 - "Hebben de escape rooms jou gemotiveerd om meer op te letten en om thuis te studeren?"	34
Figuur 28: Antwoord vraag 11 - "Voel je je nu klaar voor dit onderdeel van het examen?"	34
Figuur 29: QR-code Bundels Escape Rooms.....	45
Figuur 30: Afbeelding uit spel - Startscherm Game 1	45
Figuur 31: Afbeelding uit spel - Test 2 - Game 1	46
Figuur 32: Afbeelding uit spel - Test 3 - Game 2.....	46
Figuur 33: Afbeelding uit spel - Test 6 - Game 3.....	47
Figuur 34: Afbeelding uit spel - Test 4 - Game 4.....	47
Figuur 35: QR-code naar bijlage 9.2.....	48
Figuur 36: QR code naar bijlage 9.3.....	48
Figuur 37: QR-code voor bijlage 9.4.....	49

Tabellenlijst

Tabel 1: Vier vormen van motivatie.....	13
Tabel 2: Puntensysteem	14
Tabel 3: Doelgroepen onderzoek.....	17
Tabel 4: Onderzoeksproces	18
Tabel 5: Overzicht onderzoek context 1	18
Tabel 6: Overzicht onderzoek context 2 - BRAVER-event.....	19
Tabel 7: Overzicht onderzoek context 2	20
Tabel 8: Overzicht onderzoek context 3 - in eigen klas	21
Tabel 9: Suggesties uit onderzoek context 1	24
Tabel 10: Suggesties uit onderzoek context 2 – BRAVER event	27
Tabel 11: Suggesties uit onderzoek context 2 - Leerkrachten, zesdejaars en studenten .	28
Tabel 12: Structuur Escape rooms & link	43

1 Inleiding

Fysica vormt een cruciaal onderdeel van onze kennis over de werking van de wereld. Het biedt ons inzichten in de fundamentele principes die het universum beschrijven. Deze kennis vormt een basis voor talrijke technologische vooruitgangen (Zourmpakis, Kalogiannakis, & Papadakis, 2023), en is al onmisbaar in het hedendaags leven. Ondanks het duidelijke belang van fysica, ervaren veel leerlingen obstakels bij het leren van dit vak. Er bestaan o.a. ook veel misconcepties over bepaalde concepten in de fysica (Rizki, et al., 2023), zeker als het gaat over kernfysica (Hartini & Liliasari, 2020). Het nadeel hier dat is er theorieën gezien moeten worden, die nog niet bewezen zijn. Het is dus mogelijk dat tijdens hun studies een bepaalde theorie bewezen wordt of net bewezen wordt dat deze fout is. Dus kernfysica kan een moeilijk vatbaar onderdeel van de lesmaterie zijn, zowel voor leerlingen, maar ook voor sommige fysica-leerkrachten (Hartini & Liliasari, 2020). Wegens de modernisering is de hoeveelheid leerstof kernfysica sterk toegenomen, en zal dit dus in de derde graad doorstroomfinaliteit uitgebreider gedoceerd moeten worden. De lessen fysica gaan vaak gepaard met practica, waardoor niet alleen de nieuwe leerstof, maar ook het vinden van een oplossing voor het uitvoeren van labo's in de klas erbij komt. Hiervoor is een gespecialiseerd labo nodig. De fysica-leerkrachten kregen in de jaren '60 en '70 nog pakketten van de overheid met radioactieve bronnen om aan de leerlingen te tonen wat radioactiviteit precies is, maar voor veiligheidsredenen worden deze momenteel allemaal opgehaald door het FANC¹ en NIRAS² (Vandersmissen, 2022). Een universitair labo met de nodige middelen bezoeken is dan wel weer een optie, maar wat als men vooraf al wat wil 'proeven' van deze materie of als men de leerstof wil herhalen in eigen school? Met de nodige middelen? En dit middel is enkel een computer?

Voor dit onderzoek werden virtuele escape rooms gemaakt om de leerstof na elk hoofdstuk te herhalen. Tegelijkertijd werd er nagegaan of deze games en het introduceren van gamification elementen in de lessen, de motivatie, betrokkenheid en zelfzekerheid betreffende de academische prestaties van de leerling zouden beïnvloeden. Deze elementen zijn niet nieuw in het onderwijs, denk maar aan programma's zoals Kahoot! die de voorbije jaren zeer populair geworden zijn, o.a. tijdens de coronapandemie. Daar de populariteit van spellen binnen onze maatschappij stijgt, zien leerkrachten hier dus het voordeel van in om dit te kunnen implementeren in het onderwijs (Spathopoulou & Pitychoutis, 2024). Dit kan al door enkele elementen zoals een puntensysteem, beloningen, ... toe te voegen.

¹ FANC: Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle

² NIRAS: Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen

2 Probleemstelling

Kernfysica blijkt een uitdagend onderdeel te zijn voor veel leerlingen en fysica-leerkrachten, wat vaak resulteert in een gebrek aan enthousiasme en interesse (Hartini & Liliyasi, 2020). De complexiteit en moeilijkheidsgraad van dit onderdeel dragen bij aan deze problematiek. De huidige onderwijsmethoden lijken te kort te schieten bij het overbrengen van deze materie. Er is duidelijk een behoefte aan verandering in onderwijsmethoden om de motivatie en betrokkenheid te verhogen van zowel de leerkrachten als de leerlingen (Hartini & Liliyasi, 2020). Er zal dus gezocht moeten worden naar nieuwe, andere onderwijsmethoden om deze factoren te verbeteren. Dankzij de huidige technologie zijn hier wel wat mogelijkheden.

Kunnen gamification elementen en game-based learning hier iets aan veranderen? Gamification heeft een ruime betekenis (Gaurina, Hrepić, Nikolaus, & Dželalija, 2022) en wordt beschreven als 'game-elementen in een niet-game context' (Sailer, Hense, Mandl, & Klevers, 2013). Deze term wordt ook vaak verward met de term game-based learning (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011), wat betekent dat een spel gebruikt wordt om specifieke leerdoelen aan te leren, zoals in deze studie, een escape room.

Deze masterproef beoogt de volgende vragen te beantwoorden:

- In welke mate kunnen gamification elementen en game-based learning, met specifieke focus op een escape room concept, de motivatie, betrokkenheid en zelfzekerheid van de leerlingen verhogen in het kader van kernfysica-onderwijs?
- Op welke manieren kunnen gamification elementen en game-based learning specifiek toegepast/aangepast worden binnen het escape room concept om de motivatie van leerlingen in het kernfysica-onderwijs te vergroten?
- Wat zijn de potentiële uitdagingen en kansen bij de integratie van gamification en game-based learning in een (blended) leeromgeving in het kernfysica-onderwijs?

In het kader van deze masterproef wordt de effectiviteit van gamification elementen en game-based learning binnen de lessen kernfysica onderzocht met betrekking tot motivatie, betrokkenheid en academische prestaties.

3 Literatuurstudie

3.1 Gamification

Gamification is het toepassen en integreren van speltechnieken, zoals punten, badges, beloningen, feedback, scoreborden, moeilijkheidsgraden, uitdagingen, niveaus, voortgangsbalken, enzovoort (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011), in een niet-game context. Het hoofddoel van gamification is om de betrokkenheid en motivatie van de deelnemers te verhogen door het op een bepaalde manier leuk en boeiend te maken, net zoals spellen dat doen (Alsawaier, 2018). Deze elementen worden al lang toegepast in het onderwijs, maar door de groei in technologie van de laatste decennia, is de studie rondom spellen en spelelementen exponentieel gestegen.

Gaurina et al. (2022) bevat een literatuurstudie waarin er verschillende studies systematisch onderzocht werden betreffende gamification binnen de lessen fysica. Zij toonden aan dat deze elementen grotendeels kunnen zorgen voor een stijging in motivatie, betrokkenheid en academisch succes. Vele van hun onderzochte studies toonden dit aan. Ook stijgt de motivatie en betrokkenheid door deze elementen te combineren met andere leermethodes, zoals bijvoorbeeld projectwerk. Andere spreken verder over de motivatie in carrière-keuze (Hederich-Martinez, Camargo-Uribe, & Lopez-Vargas, 2018) die dus ook kan veranderen door het integreren van gamification elementen. Niet alle gevonden studies tonen positieve resultaten. Hanus en Fox (2015) spreken over positieve resultaten op korte termijn, maar niet op lange. Ook onderzochten niet alle studies alle invloeden, en waren de gamification elementen niet altijd dezelfde. Kapp (2012) richtte zich bijvoorbeeld voornamelijk op verbeterde betrokkenheid van de leerling als het primaire doel.

In de laatste jaren wordt er wel een stijging in onderzoek opgemerkt gericht op het vinden van zowel positieve als negatieve resultaten met betrekking tot gamification elementen, maar het valt op dat deze niet altijd onderzocht worden binnen een groep die significant groot genoeg is (Kalogiannakis, Papadakis, & Zourmpakis, 2021). Dus om een duidelijke conclusie te trekken over de effectiviteit van gamification, is dit vaak problematisch. Tegelijkertijd moet er binnen het onderwijs rekening gehouden worden met het vak, leerkracht en leerlingen, want ook deze factoren hebben invloed op motivatie, betrokkenheid en zelfzekerheid. Vanwege de diversiteit aan elementen en onderzoeksdoelen van deze studies, is het in deze studie cruciaal om de geschikte elementen te kiezen en belangrijk om de impact op de leerlingen te evalueren en bij te sturen waar nodig (Kapp, 2012).

3.2 Game-Based Learning

Game-based learning (GBL), ook gekend als 'serious game' of spel gebaseerd leren, is een onderwijsmethode waarbij leerstof geïntegreerd wordt in videogames of andere game-achtige activiteiten (Kapp, 2012). Door leerdoelen te integreren in het spel, wordt er geprobeerd om de leerstof over te brengen op een leukere en boeiendere manier. Dit kan zowel digitaal als niet-digitaal en komt voor in combinatie met traditioneel onderwijs.

GBL heeft verschillende voordelen. Ten eerste, zoals bevestigd door enkele studies, kan GBL sterk de motivatie, betrokkenheid en academische prestaties van de leerling verbeteren (Phan, Nguyen, & Nguyen, 2024). Ten tweede kan GBL voor een bepaald vak zoals fysica gecombineerd worden met een taalvak en dus gelijktijdig vakoverschrijdend

werken (Kalogiannakis, Papadakis, & Zourmpakis, 2021). Ten derde kunnen de spellen gebruikt worden om te differentiëren. De spellen kunnen zo aangepast worden dat de niveaus in het spel voldoen aan de behoefte van de individuele speler/leerling. Op deze manier kan dus gepersonaliseerd leren mogelijk gemaakt worden. Bovendien kunnen deze spellen een veilige en interactieve omgeving bieden waarin leerlingen kunnen experimenteren, fouten maken en leren van hun ervaring zonder angst voor negatieve gevolgen (Boctor, 2013). Vervolgens is het ook een goede manier om probleemoplossende vaardigheden te ontwikkelen (Phan, Nguyen, & Nguyen, 2024). Het bezitten van deze vaardigheden maakt een persoon waardevoller voor werkgevers, waardoor ze een voorsprong hebben op de arbeidsmarkt. Als laatste wordt er in enkele studies zoals Rizki et al. (2023) getoond dat een boeiend, goed geconstrueerd verhaal ook bijdraagt aan het positief effect van GBL. De betrokkenheid van de leerling gaat hierdoor omhoog en versterkt de motivatie om het spel uit te willen spelen.

Wanneer GBL toegepast wordt, zal het de taak zijn van de leerkracht om de voordelen eruit te halen en de nadelen te minimaliseren. Zo kan de interesse in het spelen van een spel groter zijn dan de interesse in de inhoud, en kunnen leerlingen snel afgeleid worden. Vervolgens kost het een enorme hoeveelheid tijd om zo'n game te bedenken en te maken, en weegt dit vaak niet op tegen traditioneel onderwijs. Afhankelijk van de gekozen technologie, komt vervolgens hierbij ook een kostprijs kijken. De software die nodig is voor het creëren van zo'n spel, de leerlingen die elk over een computer moeten beschikken, ... zijn allemaal kosten die in rekening gebracht moeten worden.

3.3 Invloeden van de elementen

In verschillende studies worden zowel positieve als negatieve effecten besproken van gamification en GBL elementen. Scott et. al. (2016) spreken o.a. over positieve effecten, terwijl Hanus en Fox (2015) beweren dat gamification op lange termijn negatieve effecten heeft op motivatie, betrokkenheid en academische prestaties. Daarbij is fysica een zeer abstract vak dat soms moeilijk te begrijpen is voor jongeren. Het kiezen van de elementen is dus erg belangrijk alsook de manier waarop ze geïmplementeerd worden. Want ook dat zal invloed hebben op de verandering van motivatie, betrokkenheid en academische prestatie van de leerling.

3.3.1 Motivatie

Motivatie zorgt ervoor dat de leerlingen bereid zijn om iets te doen en hun best te doen, zelfs in uitdagende omstandigheden. Daar kernfysica vaak gezien wordt als moeilijk, ingewikkeld, theoretisch en een grote hoeveelheid leerstof, zijn de leerlingen niet snel gemotiveerd voor dit onderdeel in de fysica (Hartini & Liliyasi, 2020). Vervolgens wordt niet iedereen op dezelfde manier gemotiveerd (Botte, Bakkes, & Veltkamp, 2020). Wetenschappers hebben aangetoond dat motivatie bij mensen twee belangrijke bronnen kent. Men kan gemotiveerd raken door pure interesse en plezier in de activiteit (intrinsieke motivatie), of juist door de drang om een extern doel te bereiken (extrinsieke motivatie) (Walker, Greene, & Mansell, 2006).

In deze studie zal er o.a. gekeken worden naar motivatie beschreven door de Zelf Determinatie Theorie (ZDT). ZDT behandelt zowel intrinsieke als extrinsieke motivatie, en gaat daarnaast ook in op de verbinding tussen deze twee vormen (Deci & Ryan, 2000).

(Deci & Ryan, 2000) beschrijft de vier vormen van motivatie zoals aangegeven in tabel 1.

Tabel 1: Vier vormen van motivatie	
Naam	Beschrijving
Externe regulatie (extrinsieke motivatie)	Iemand die een bepaald gedrag zal vertonen om een straf te vermijden of om een beloning te krijgen. Iemand die zijn gedrag zal aanpassen om bepaalde verwachtingen van andere te voldoen. Dit kan gepaard gaan met gevoelens van verplichting, druk en stress.
Geïntrojecteerde regulatie (extrinsieke motivatie)	Iemand die presteert om bepaalde negatieve gevoelens zoals angst, schaamte of teleurstelling niet te moeten voelen of om positieve gevoelens te bekomen zoals trots zijn op bepaalde prestaties.
Geïdentificeerde regulatie (intrinsieke motivatie)	Iemand die het persoonlijk belang of waarde van iets inziet, zal een bepaald gedrag vertonen om het beste resultaat te behalen. De persoon gaat zich als het ware bepaalde waarden van gedrag eigen maken, waardoor men dit gedrag ook zal uitvoeren (internaliseren van bepaalde gedragsregulaties).
Intrinsieke regulatie (intrinsieke motivatie)	Iemand die echt plezier beleeft aan bepaalde opdrachten en zich ook oprecht interesseert.

Leerlingen met intrinsieke of autonome motivatie ervaren energie om taken uit te voeren, kunnen zich gemakkelijk focussen en leren diepgaand. Deze leerlingen ervaren meer psychologische keuzevrijheid en kunnen beter omgaan met uitdagingen. Ze zien negatieve ervaringen als kansen voor groei en hebben een beter psychologisch welzijn dan leerlingen met extrinsieke of gecontroleerde motivatie.

Extrinsieke motivatie daarentegen resulteert vaak in gedrag dat niet duurzaam is, en leidt tot oppervlakkig leren en verminderde transfer van kennis naar andere contexten. Het wordt vaak gekenmerkt door stress en druk, waardoor het de ontplooiing van eigen interesses en waarden tegenhoudt. Extrinsieke doelen zijn vooral op korte termijn motiverend. Op lange termijn verhinderen ze het optimaal functioneren van de leerling. Hoe gamification en GBL elementen invloed hebben op de leerlingen, zal afhangen van de leerlingen zelf. Want niet bij alle leerlingen zullen deze elementen hetzelfde effect veroorzaken, sommige kunnen dit afleidend of zelfs vervelend vinden, bij andere werkt het dan wel weer motiverend.

Verder zal er ook gekeken worden naar de drie universele en aangeboren psychologische basisbehoeften, ook wel bekend als het ABC van motivatie (Coppens, et al., 2022). Deze basisbehoeften dragen bij aan groei, psychologisch welzijn en autonome motivatie. De eerste behoefte van ABC is autonomie, wat inhoudt dat individuen de behoefte hebben om hun eigen gedrag en doelen te bepalen. Hierbij komt het verlangen om zelf te kiezen welke activiteiten men onderneemt, vaak in lijn met persoonlijke waarden en interesses. In deze studie wordt er een puntensysteem in combinatie met een scorebord geïntroduceerd als competitie die enkel een kleine invloed zal hebben op hun resultaten op het rapport. Dit puntensysteem kan gevonden worden in tabel 2. Degene die dan op een bepaald moment eerste staat, mag bepaalde keuzes maken voor de klas. Zoals het vormen van groepen bij een groepswerk of labo, volgorde uitvoeren van het labo, Zo'n puntensysteem kan een positieve of negatieve invloed hebben op de leerlingen, want vaak komt hun eigen doel niet overeen met dat van de andere leerlingen.

Vervolgens heeft het maken van een avatar hier ook invloed op, dit kan de autonomie van de leerling beperken of versterken. Het creëren van een avatar stelt leerlingen in staat om hun identiteit en persoonlijkheid in een omgeving uit te drukken, wat dus vervolgens kan bijdragen aan een gevoel van autonomie en zelfexpressie.

Tabel 2: Puntensysteem

Actie	Aantal punten te verdienen
Eerste uit escape room, tweede, derde, ...	6, 5, 4, ...
Vinden van extra's (filmpjes, weetjes, ...)	3
Vinden van fouten in de cursus	1
Maak je eigen schema	2
Gedrag in de klas	Min punten
Gedrag tijdens labo	Max 5
Extra oefeningen maken	2 per oefening

De tweede behoefte is verbondenheid, waarbij mensen streven naar sociale connectie, affectie, betekenisvolle relaties waarop zij kunnen rekenen. Dit betekent o.a. zich goed voelen in een klasgroep, zie punt 3.3.2. De keuzes die gemaakt worden voor de gehele klas voortkomend uit het scorebord, kunnen invloed hebben op de klasdynamiek en vervolgens ook op hun motivatie. De derde behoefte is competentie, wat inhoudt dat individuen de wens hebben om zich bekwaam te voelen in het uitvoeren van taken en het behalen van gewenste resultaten. Het introduceren van de tijdslimieten binnen het spel zal hier invloed op hebben. De invloed van het al dan niet op tijd uit de escape room geraken, zal een grote impact hebben op deze behoefte. De gekozen verhaallijn kan als laatste nog invloed hebben op zowel de autonomie als competentie. Een verhaallijn die aansluit bij de interesses en waarden van de leerling kan hun gevoel van autonomie versterken. Wanneer leerlingen zich kunnen identificeren met de personages en de situaties in het verhaal, voelen ze zich meer betrokken en gemotiveerd om actief deel te nemen aan het leerproces. Natuurlijk als dit niet zo is, zal dit ervoor zorgen dat de leerlingen minder gemotiveerd en betrokken zijn.

3.3.2 Betrokkenheid en klasklimaat

Klasklimaat omvat de sfeer, interacties en normen binnen een klas, die resulteren in een cultuur van respect, openheid en betrokkenheid. De klas moet een omgeving zijn waarin alle leerlingen zich veilig, ondersteund, gewaardeerd en gemotiveerd voelen om te leren, zowel in de traditionele klasomgeving als in de online leerruimte. M.a.w. een ruimte waarin ze veilig kunnen experimenteren, vragen stellen, ideeën uitwisselen en samenwerken (Coppens, et al., 2022). Verschillende elementen, zowel sociaal als didactisch, kunnen bijdragen aan het creëren en behouden van zo'n omgeving. In het algemeen kan gesteld worden dat dit o.a. een open communicatie moet omvatten, waarbij zowel leraren als leerlingen vrij zijn om vragen te stellen, meningen te delen en feedback te geven. Wederzijds respect en empathie tussen leerlingen en leerkracht, maar ook tussen de leerlingen onderling, vormen een fundament, waarbij leerlingen worden aangemoedigd om elkaar te ondersteunen en begrip te tonen voor diverse standpunten en achtergronden (Miller & Pedro, 2006). Een goed klasklimaat kan zorgen voor een hoog niveau van betrokkenheid van de leerlingen zodat de motivatie kan gestimuleerd worden (Johnmarshall & Woogul, 2014).

Betrokkenheid kan opgedeeld worden in vier groepen: gedragsmatige, emotionele, cognitieve en agentische betrokkenheid (Skinner, Kindermann, & Furrer, 2009). Gedragsmatige betrokkenheid meet hoeveel moeite de leerling in de leeractiviteit steekt in termen van aandacht, inzet en volharding (Skinner, Kindermann, & Furrer, 2009). Emotionele betrokkenheid verwijst naar de aanwezigheid van positieve emoties tijdens taakbetrokkenheid, zoals interesse, en naar de afwezigheid van negatieve emoties zoals angst (Skinner, Kindermann, & Furrer, 2009). Cognitieve betrokkenheid meet hoe strategisch de leerling probeert te leren door gebruik te maken van geavanceerde in plaats van oppervlakkige leermethoden, zoals uitbreiding in plaats van louter memorisatie van de leerstof (Walker, Greene, & Mansell, 2006). Agentische betrokkenheid is een vierde en nieuw voorgesteld aspect van leerlingenbetrokkenheid, verwijzend naar de mate waarin de leerlingen een constructieve bijdrage leveren aan de gang van zaken in de instructie die ze ontvangen, bijvoorbeeld door vragen te stellen, voorkeuren uit te drukken en de leraar te laten weten wat ze willen en nodig hebben (Reeve, 2013). Het toevoegen van gamification elementen en GBL zal dus invloed hebben op de betrokkenheid van de leerlingen (Kapp, 2012). Deze zal ook gelijktijdig afhangen van de aanwezige dynamiek in de klas. In deze studie zal er gekeken worden hoe deze elementen invloed zullen hebben op het gedrag van de leerling. Het invoeren van een puntensysteem en het daarbij uitzetten op een scorebord zal invloed hebben op de gedragsmatige en emotionele betrokkenheid van de leerling. Vervolgens is het mogelijk dat de leerling hierdoor harder zal werken, meer vragen stellen en zal vragen voor extra uitleg, en zo dus hun agentische betrokkenheid beïnvloeden. Het spelen van het spel en dus vervolledigen van het verhaal zal invloed hebben op de cognitieve betrokkenheid. De leerlingen zullen hun leermethodes mogelijk aanpassen om uit het spel te geraken.

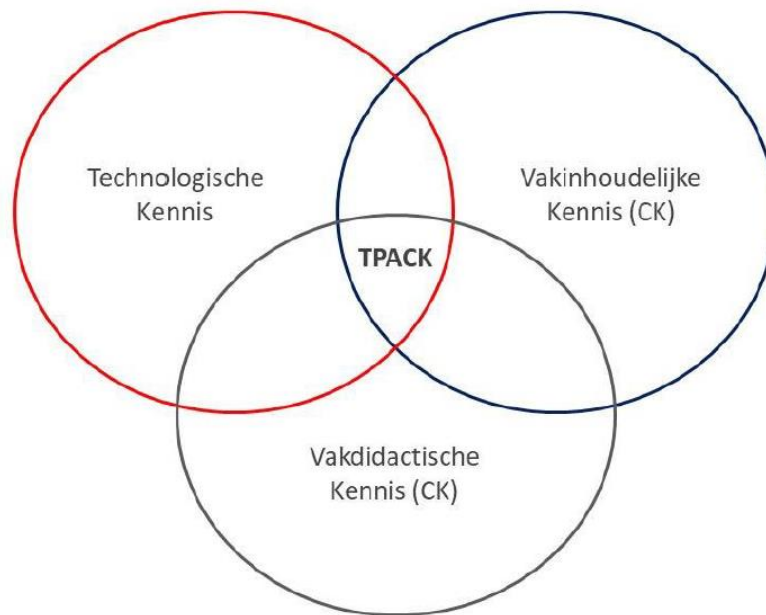
3.3.3 Academische prestatie

Daar gamification elementen en GBL invloed hebben om de motivatie en betrokkenheid, hebben ze vervolgens ook een significante invloed op de academische prestaties van leerlingen. In deze studie zullen geen testen afgenomen worden voor en na het spelen van de escape rooms, maar zal er eerder gekeken worden naar de zelfzekerheid over hun eigen prestaties. Er wordt gekeken of de leerlingen zich klaar voelen na het spelen van het spel voor een toets of examen die daarop volgen.

3.4 Rol van de leerkracht

Naast de invloed van gamification elementen en GBL, heeft ook de leerkracht uiteraard invloed op het gedrag, motivatie, betrokkenheid en prestatie van de leerling (Johnmarshall & Woogul, 2014). De lesmethode bepaalt of leerlingen toegewijd, enthousiast of juist ongeïnteresseerd zijn, of ze het beste van zichzelf geven of zich niet inspannen, of ze grondig dan wel oppervlakkig studeren of ze goed presteren dan wel zwakke resultaten behalen (Vansteenkiste, Simons, Lens, & Soenens, 2004). Zien de leerlingen ook in dat een nieuwe lesmethode moeite, en dus ook motivatie en betrokkenheid van de leerkracht vraagt, en kan dit hen dan omgekeerd motiveren voor het vak (Sanchez-Mena & Marti-Parreno, 2017)?

De omgeving die hier gecreëerd wordt, kan een 'gamified' omgeving genoemd worden, een blended leeromgeving waarbij traditioneel lesgeven gecombineerd wordt met het herhalen van de leerstof door middel van het spelen van een escape room (Mese & Dursun, 2019). Voor het creëren van zo'n gamified omgeving, zal de leerkracht voldoende technologische kennis moeten bezitten, alsook vakinhoudelijke en vakdidactische kennis, om dit te kunnen introduceren, weergegeven in figuur 1.



Figuur 1: TPACK-model (Buelens, et al., 2002)

Het hebben van vakinhoudelijke kennis is cruciaal voor het ontwikkelen van het spel, zoals bij het combineren van het verhaal en de leerstof. Bovendien bleek tijdens het ontwikkelingsproces van deze spellen dat praktijkervaring in het veld een pluspunt is. Een goed begrip van vakdidactische kennis draagt vervolgens bij aan het creëren van een positieve sfeer in de klas. Het is vaak echter de technologische kennis die een struikelpunt is voor leerkrachten (Phan, Nguyen, & Nguyen, 2024). Technologie evolueert voortdurend, en het up-to-date blijven van alle software en AI is niet vanzelfsprekend. Het programma dat gebruikt werd voor het maken van de escape rooms, Genial.ly, is weliswaar gebruiksvriendelijk met intuïtieve bedieningselementen, toch is basiskennis van computers noodzakelijk. Voor sommige geavanceerdere functies is een basiskennis van programmeren handig, al is dit dan weer op te lossen door het gebruik van AI.

Eigenschappen, zoals leeftijd, kunnen een belangrijke factor zijn in de bereidheid van leraren om deze elementen te implementeren in de klas. Jonge leraren met weinig ervaring, zullen eerder gaan experimenteren met nieuwe technieken en zijn dus meer geneigd om gamification elementen te gebruiken, terwijl oudere leraren mogelijk meer ondersteuning en training nodig hebben voordat ze dit effectief zullen integreren in hun lessen (Spathopoulou & Pitychoutis, 2024). Hun ervaring heeft dan volgens dezelfde studie weinig invloed op het gebruik van gamification en GBL elementen. Deze elementen kunnen trouwens toegepast worden in elk vak. Uit andere studies blijkt dat de meeste leerkrachten deze gamification elementen wel kennen, en er af en toe al reeds enkele toepassen (Vrcelj, Hoic-Bozic, & Holenko-Dlab, 2023). Een ander mogelijk probleem zijn de opties die de leerkrachten hebben op school, is er bijvoorbeeld voldoende ICT-ondersteuning aanwezig in de school om dit soort methodes toe te passen. Het kan ook mogelijk zijn dat niet elke leerling een laptop of Chromebook heeft, of dat de computers op school die bepaalde software niet aankunnen (Sanchez-Mena & Marti-Parreno, 2017). Als laatste is het ook belangrijk dat tijdens het implementeren van deze elementen de leerkracht de leerlingen ook observeert zodat er bijgestuurd kan worden om een goed klasklimaat te behouden.

4 Onderzoeksopzet en methodologie

4.1 Onderzoeksopzet

Om op de vragen te antwoorden die opgesteld werden voor dit onderzoek, zie hoofdstuk 2, werd er gestart met een literatuurstudie voor het verbeteren van de originele escape room en het opstellen van de vragenlijsten voor de ontwikkeling van het creatief product, zie bijlage 9.1.

Voor de literatuurstudie werden bronnen gezocht uit enkele grote databanken zoals Google Scholar, Research Gate en Semantic Scholar. Voor deze studie werden bronnen in het Nederlands en in het Engels gebruikt. Echter was snel duidelijk dat er nog niet veel onderzoek bestaat rond gamification en GBL binnen de lessen fysica in het secundair of hoger onderwijs. Uit de volledige lijst werden enkele bronnen geselecteerd voor dit onderzoek. Er werd o.a. gekeken naar de meest toepasbare en recente bronnen (2000-2024), het aantal citaties ($n > 10$), onderzoek in de westerse wereld, openstellen van het volledig artikel, ... De vragenlijsten voor dit onderzoek zullen op een kwalitatieve, alsook een kwantitatieve manier benaderd worden ('mixed-method'), afhankelijk van de gekozen doelgroep (steekproef). Het onderzoek zal uitgevoerd worden binnen drie contexten. De eerste context is binnen een groep leerkrachten van het secundair onderwijs betreffende het gebruik van gamification en GBL elementen. In de tweede context zal de focus liggen op het verbeteren van de originele escape room tot het creatief product voor dit onderzoek. In de laatste context zal het creatief product uitgetest worden in eigen klas. Een overzicht van alle doelgroepen en tot welke context zij behoren, is te vinden in tabel 3.

Tabel 3: Doelgroepen onderzoek

Context	Doelgroep (steekproef)	Aantal contacten	Aantal respondenten
1	Leerkrachten secundair onderwijs	35	27
2	Deelnemers BRAVER-event	14	4
2	Studenten UHasselt FIIW Nucleaire Technologie	36	12
2	Leerlingen zesde jaar Hasp-O Zepperen	14	2
3	Leerlingen vijfde jaar Hasp-O Zepperen	6	6

Het onderzoeksproces wordt vervolgens weergegeven in de tabel hieronder.

Tabel 4: Onderzoeksproces		
Stap	Methode	Doel
Vorbereiding	Voor het BRAVER-project werd er een escape room gebouwd over kernfysica; om zo meer leerlingen gemotiveerd te krijgen voor verdere studies in de kernfysica.	Creatie escape room voor BRAVER-event.
Onderzoek context 2 - Escape room BRAVER EVENT	Tijdens het BRAVER-event werden leerkrachten uit het secundair onderwijs bevraagd over deze escape room.	Aanpassingen creatief product.
Literatuurstudie	Zoeken naar relevante bronnen in verschillende databanken met relevante trefwoorden en zoektermen.	Aanpassingen creatief product en onderzoek.
Onderzoek context 1 - Gamification en GBL elementen	Bevragingen bij leerkrachten betreffende gamification en GBL elementen	Aanpassingen creatief product en onderzoek.
Onderzoek context 2 - Escape room	Bevragingen bij leerkrachten, leerlingen en studenten betreffende de reeds bestaande escape room	Aanpassingen creatief product en onderzoek.
Onderzoek context 3 - Uittesten creatief ontwerp	Vooronderzoek en na-onderzoek leerlingen & creatief product toepassen in eigen klas.	Toepassen creatief product en onderzoek.
Analyse en Rapport	Dataverwerking verschillende onderzoeken.	Rapportering.

4.2 Onderzoek context 1 – gamification & GBL bij leerkrachten

Om meer inzicht te verkrijgen betreffende gamification en GBL elementen in het onderwijs werd een vragenlijst opgesteld, zie bijlage 9.2, met behulp van de literatuurstudie. De onderzoeksgegevens werden verzameld via Qualtrics bij de doelgroepen: leerkrachten uit het secundair onderwijs. Hier werd de focus gelegd op de drie onderzoeksvragen. Hierbij werd niet enkel het accent gelegd op leerkrachten fysica, maar werden ook leerkrachten van andere vakken betrokken. Tabel 5 geeft een overzicht van het onderzoek in deze doelgroep betreffende gamification en GBL elementen. Het doel is om inzicht te verkrijgen in de effectiviteit, de voor- en nadelen, en algemene percepties van gamification en GBL in het onderwijs. Hierbij werd er getracht de meest toepasbare en succesvolle elementen te selecteren om ook toe te passen in het onderzoek in eigen klas.

Tabel 5: Overzicht onderzoek context 1	
Meetinstrument	Enquêtes (Qualtrics)
Validiteit	Afhankelijk van interpretatie door facilitator en respondenten. Beperkte controle over antwoordmogelijkheden bij de open vragen.
Betrouwbaarheid	De resultaten uit de enquêtes hebben een hoge mate van reproduceerbaarheid.
Populatie	Leerkrachten secundair onderwijs
Steekproef	27 (o.a. uit scholengemeenschap Hasp-O Sint-Truiden)
Dataverzameling & analyse	Kwalitatieve analyse van de open vragen en kwantitatieve analyse van de gesloten vragen van de enquête

4.3 Onderzoek context 2 – escape room (BRAVER-event)

Op 25 en 26 oktober 2023 werden drie workshops over het onderwerp “Virtual escape room design using Genial.ly” gepresenteerd tijdens het BRAVER-event over “Educational Tools for (Nuclear) Physics and Engineering”. Dit vond plaats aan de Universiteit van Hasselt, met in totaal veertien deelnemers over twee dagen. Na de workshop werd er gevraagd om een enquête in te vullen betreffende de workshop en escape room. Deze werd slechts door vier deelnemers ingevuld. Andere antwoorden die hier verwerkt werden, komen uit gesprekken voor en na de workshop, en tijdens de busrit naar Tablo (bezoekcentrum over radioactiviteit, te Dessel) op de laatste dag van het event. Hier werd o.a. gevraagd naar de motivatie en betrokkenheid in kader van de escape room (onderzoeksvraag 1 en 2), alsook verbeteringen voor het creatief product, zie bijlage 9.1. Verder werd er gevraagd op welke manier zij deze escape room zouden toepassen en wat de mogelijke uitdagingen en kansen zijn bij het integreren van dit concept (onderzoeksvraag 3).

Tabel 6 toont een overzicht van het onderzoek dat uitgevoerd werd op het BRAVER-event. Echter is de representativiteit beperkt doordat slecht vier deelnemers de enquête ingevuld hebben. De vragen uit de enquête zijn te vinden in bijlage 9.3.

Meetinstrument	Enquêtes (Google forms) en semigestructureerde gesprekken
Validiteit	Afhankelijk van interpretatie door facilitator en deelnemers. Beperkte controle over antwoordmogelijkheden bij de open vragen.
Betrouwbaarheid	De resultaten uit de gesprekken zijn beperkt reproduceerbaar. De resultaten uit de enquêtes hebben een hoge mate van reproduceerbaarheid.
Populatie	Leerkrachten secundair onderwijs
Steekproef	Met 4 (van de 14) antwoorden, beperkte representativiteit
Dataverzameling & analyse	Data uit gesprekken (kwalitatieve analyse) en voor de enquêtes kwalitatieve analyse van de open vragen en kwantitatieve analyse van de gesloten vragen.

4.4 Onderzoek context 2 – escape room

De enquête die opgesteld werd voor het BRAVER-event werd later aangepast om andere participanten buiten het event te bereiken en hun mening betreffende de escape room te verzamelen. De onderzoeksgegevens werden verzameld via Qualtrics bij de doelgroepen fysica-leerkrachten, leerlingen uit het zesde jaar secundair onderwijs en studenten in de richting industriële ingenieurswetenschappen met specialisatie nucleaire technologie. De vragenlijsten zijn te vinden in bijlage 9.3.

Tabel 7 geeft een overzicht van het onderzoek in deze doelgroep betreffende de escape room. Het doel is om hieruit nodige aanpassingen te verzamelen van de escape room om deze toe te passen in het finale creatief ontwerp.

Meetinstrument	Enquêtes (Google forms) en semigestructureerde gesprekken
Validiteit	Afhankelijk van interpretatie door facilitator en respondenten. Beperkte controle over antwoordmogelijkheden bij de open vragen.
Betrouwbaarheid	De resultaten uit de gesprekken zijn beperkt reproduceerbaar. De resultaten uit de enquêtes hebben een hoge mate van reproduceerbaarheid.
Populatie	Fysica leerkrachten, leerlingen uit het zesde jaar middelbaar en studenten.
Steekproef	Leerkrachten (2), zesdejaars (2) en studenten (12)
Dataverzameling & analyse	Data uit gesprekken en data uit open vragen van de enquête (kwalitatieve analyse); data uit de gesloten vragen van de enquête (kwantitatieve analyse).

4.5 Onderzoek context 3 – in eigen klas

Voor het bepalen van de veranderingen in motivatie, betrokkenheid en academische prestaties door gamification en GBL elementen, werd er een focusgroep gevormd van zes leerlingen uit de richting 5 Economie Wiskunde (5EW) van Hasp-O Zepperen. Ze kregen een voor- en na-enquête om hun meningen betreffende gamification en GBL te delen, zie bijlage 9.4. Als laatste werd er ook een klasgesprek gehouden over deze escape rooms en de gamification elementen, zie ook bijlage 9.4. Het doel van dit klasgesprek is meer diversiteit te bieden aan de antwoorden op de kwantitatieve gegevens uit de enquête.

Tabel 8 geeft een overzicht van het onderzoek in deze doelgroep betreffende het onderzoek in eigen klas. Het doel is om hieruit nodige effectiviteit en invloeden te bepalen van de escape rooms en gamification elementen die geïntroduceerd werden in de klas.

Tabel 8: Overzicht onderzoek context 3 - in eigen klas

Meetinstrument	Enquêtes (Qualtrics) en semigestructureerde gesprekken
Validiteit	Afhankelijk van interpretatie door facilitator en respondenten. Beperkte controle over antwoordmogelijkheden bij de open vragen.
Betrouwbaarheid	De resultaten uit de gesprekken zijn beperkt reproduceerbaar. De resultaten uit de enquêtes hebben een hoge mate van reproduceerbaarheid.
Populatie	Leerlingen in de doorstroomfinaliteit met veel wetenschapsvakken
Steekproef	6 leerlingen uit 5EW.
Dataverzameling & analyse	Data uit gesprekken en data uit open vragen van de enquête (kwalitatieve analyse); data uit de gesloten vragen van de enquête (kwantitatieve analyse).

4.6 Analyse

In dit onderzoek werden zowel open als gesloten vragen gesteld. De antwoorden op de open vragen uit dit onderzoek worden verzameld en worden vervolgens gecodeerd (afhankelijk van het antwoord) om de antwoorden te categoriseren en kwantitatief te analyseren. Deze codes worden enkel toegekend indien nodig, zo zijn er in enkele onderzoeken slechts een beperkt aantal antwoorden en dus onvoldoende om hier een code aan toe te kennen. Ook de antwoorden die gegeven zijn in interviews worden in bijlage 9.2 tot 9.4 vermeld en mogelijks gecategoriseerd. De antwoorden worden dan samengevat en besproken in hoofdstuk 5 van deze masterproef.

De gesloten vragen, die voornamelijk bestaan uit Likert-schaalitems, maar ook enkele ja/nee vragen en meerkeuzevragen bevatten, worden kwantitatief geanalyseerd in Excel. Het gemiddelde, de gemiddelde mening of houding van de respondenten op dat item, wordt bepaald met formule 1.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

Waar x_i de score van de respondent is en n het aantal respondenten.

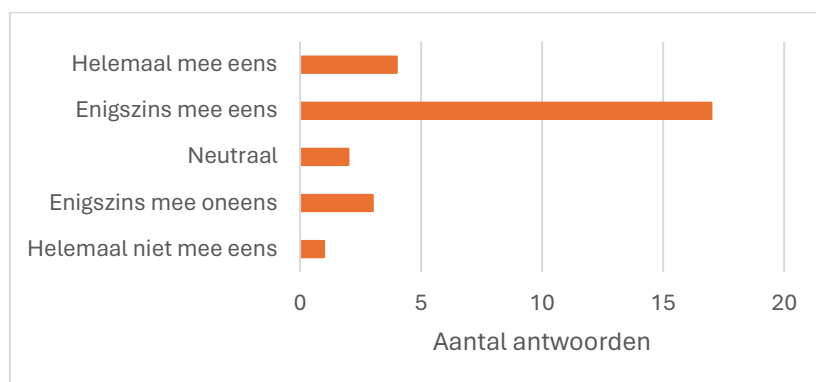
Aangezien het onderzoek niet voldoet aan een normaalverdeling, en er geen vergelijkingen tussen groepen worden gemaakt, maar de data wel in verschillende groepen verzameld zijn, zal er een ANOVA (Analysis of Variance) test worden uitgevoerd. De variabiliteit, de standaarddeviatie, wordt dus binnen elke groep geanalyseerd. Er zal gekeken worden naar significante of niet-significante verschillen tussen de gemiddelden binnen de groep. Deze standaard deviatie wordt gegeven door formule 2.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

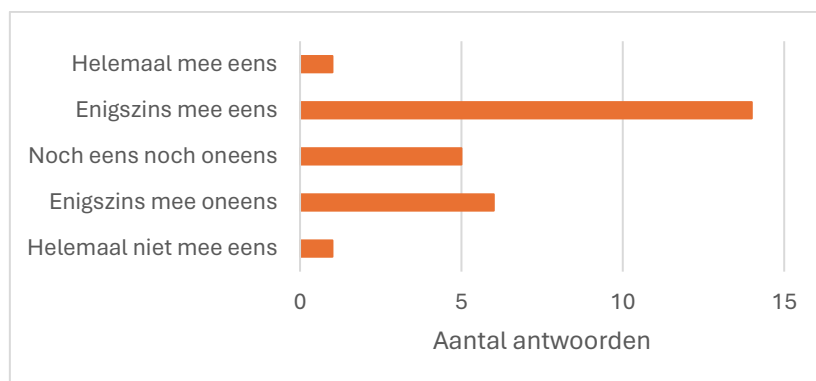
5 Resultaten

5.1 Onderzoek context 1 – gamification & GBL bij leerkrachten

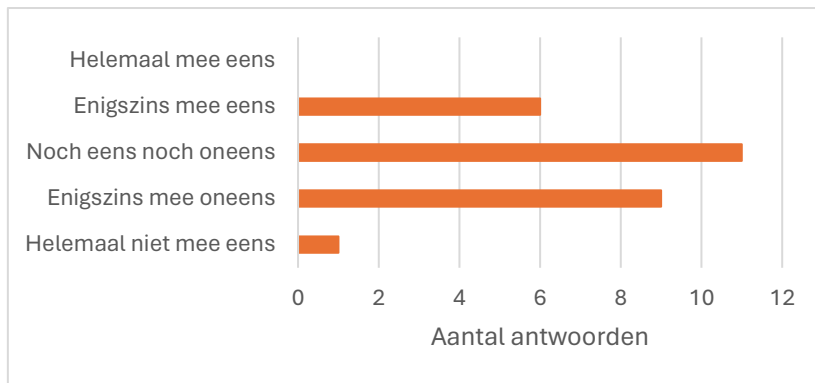
Om meer inzicht te verkrijgen betreffende gamification en GBL elementen in het onderwijs werden leerkrachten uit de scholengemeenschap Hasp-O en andere ondervraagd. Alle resultaten kunnen gevonden worden in bijlage 9.2. Uit de gekozen gamification elementen van de literatuurstudie die voorgesteld werden aan de leerkrachten, scoorden punten en beloningen ($\bar{x}_{i,7} = 3,74$; $s_{i,7} = 0,97$), alsook het spel hoog ($\bar{x}_{i,10} = 4,19$; $s_{i,10} = 0,90$), zie figuur 2 en figuur 5, in het hebben van een positieve invloed op de leerling. Alhoewel er volgens de leerkrachten scoreborden de zwakke leerlingen zouden demotiveren (zie figuur 7), is toch 55,55 % eens met de stelling dat dit een positieve invloed zou hebben, zie figuur 3 ($\bar{x}_{i,8} = 3,30$; $s_{i,8} = 0,97$). Tijdslimieten scoorden het slechtst en worden beschouwd als een negatieve invloed op motivatie en betrokkenheid, zie figuur 4 ($\bar{x}_{i,9} = 2,81$; $s_{i,9} = 0,82$).



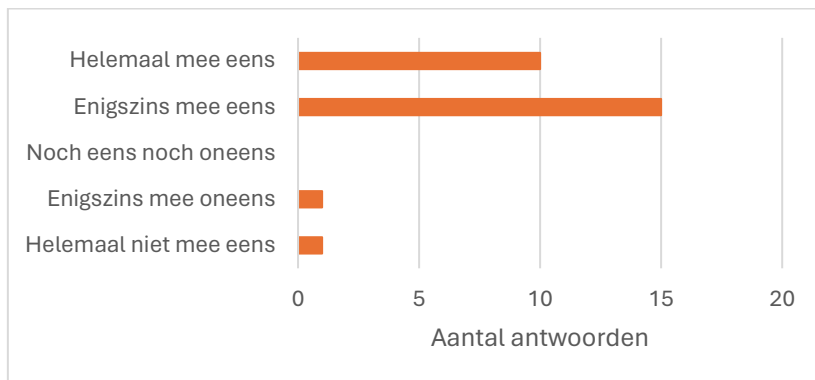
Figuur 2: Antwoord vraag 7 - "Denkt u dat punten en beloningen een positieve invloed zouden hebben op de motivatie en betrokkenheid van de leerling?"



Figuur 3: Antwoord vraag 8 - "Denkt u dat scoreborden een positieve invloed zouden hebben op de motivatie en betrokkenheid van de leerling?"

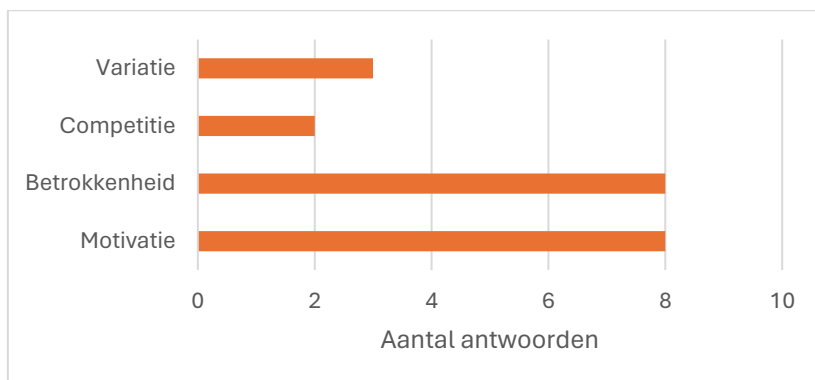


Figuur 4: Antwoord vraag 9 - "Denkt u dat tijd(slimieten) een positieve invloed zou hebben op de motivatie en betrokkenheid van de leerling?"

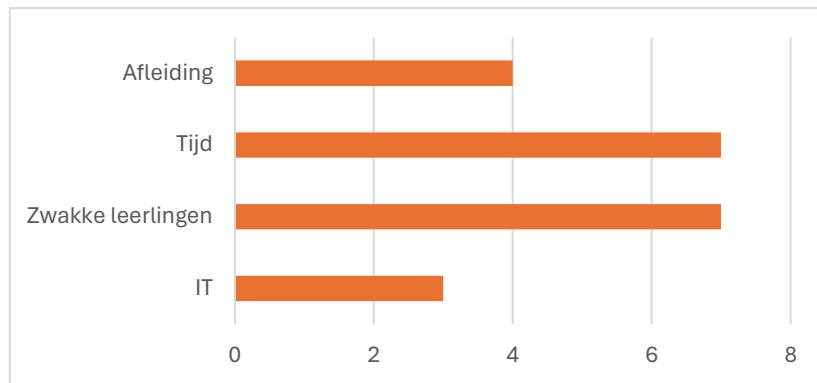


Figuur 5: Antwoord vraag 10 - "Denkt u dat een leerrijk spel spelen een positieve invloed zou hebben op de motivatie en betrokkenheid van de leerling?"

Het implementeren van deze elementen zal de betrokkenheid en motivatie versterken, zie figuur 6. Ook zien leerkrachten in dat dit kan helpen met variatie en competitie in de klas. Natuurlijk brengt dit ook nadelen mee. Niet alle leerlingen zullen even hard gemotiveerd worden. Er is een kans dat zwakkere leerlingen zullen afhaken (33,3 %). Ook moet er rekening gehouden worden met mogelijke IT problemen (14,3 %) en de tijd (33,3 %) die erin gestoken moet worden in het maken en organiseren van deze implementatie, zie figuur 7.



Figuur 6: Antwoord vraag 11: "Welke voordelen denkt u dat er zullen zijn bij het implementeren van deze elementen tijdens de les?"



Figuur 7: Antwoord vraag 12: "Welke nadelen denkt u dat er zullen zijn bij het implementeren van deze elementen tijdens de les?"

Als laatste worden in tabel 9 alle suggesties/antwoorden waarmee rekening zal gehouden worden, verzameld, met hun toepassing in de lessen en escape room.

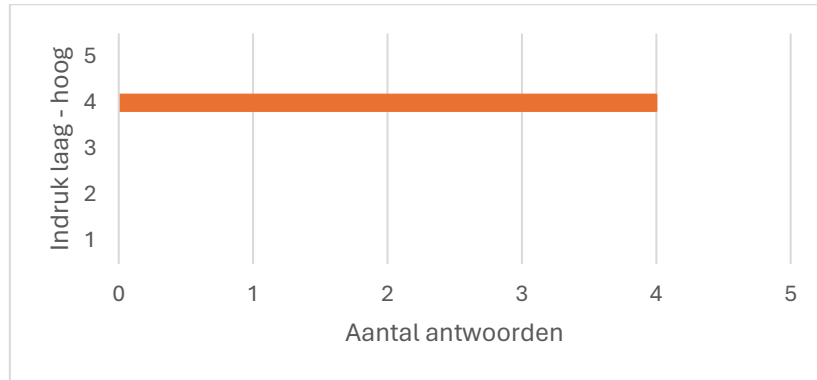
Tabel 9: Suggesties uit onderzoek context 1

Suggestie	Aanpassing doorgevoerd in de klas
Punten en beloningen	Zie tabel 2.
Scoreborden	Met behulp van het puntensysteem en de resultaten uit de escape rooms, wordt het scorebord opgesteld.
Tijdslimieten	De tijd wordt gemeten, de leerlingen moeten niet binnen de 30 min uit de kamer, maar voor het puntensysteem krijgen de eerste leerling meer punten dan de tweede, etc.
Zwakke leerlingen	Na twee escape rooms hebben de leerlingen die laatst staan, de keuze om tien minuten eerder te starten aan de derde en vierde escape room.
IT-problemen	Wetende dat deze zich kunnen voordoen, afwachten maar.
Tijd	Wetende dat dit tijd zal innemen, maar het is voor een goed doel. Eens het product gemaakt is, zullen in de toekomst enkel kleine aanpassingen nodig zijn.
Afleiding	Daar dit een kleine groep is, wordt er weinig afleiding verwacht.

5.2 Onderzoek context 2 – escape room

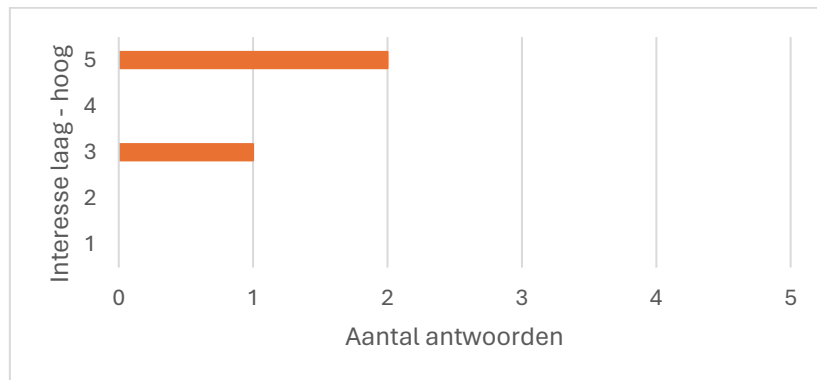
5.2.1 Onderzoek context 2 – op BRAVER-event

De volledige resultaten van dit onderzoek zijn te vinden in bijlage 9.3. Tijdens het BRAVER-event werd de escape room met veel enthousiasme en interesse ontvangen. Dit wordt bevestigd door figuur 8, waaruit blijkt dat 100,0 % van de respondenten het concept leuk vindt.

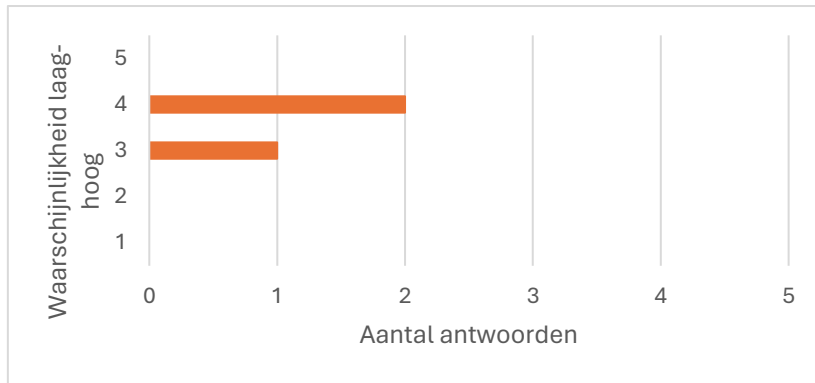


Figuur 8: Antwoord vraag 2 - "Wat was uw eerste indruk toen u de educatieve escape room betrad?"

Figuur 9 en figuur 10 laten zien dat het spel mogelijks de interesse in kernfysica en de keuze voor een studierichting in de kernfysica in het hoger onderwijs kan verhogen, wat één van de doelen is van het event. De gemiddelde waarden zijn hier $\bar{x}_{i,5} = 4$; $\bar{x}_{i,6} = 3,5$ met standaardafwijkingen $s_5 = 1,00$; $s_6 = 0,50$. Dit betekent dat de meeste leerkrachten die deelgenomen hebben aan de enquête de positieve invloed van de escape room erkennen. Echter, vanwege de kleine steekproef van vier leerkrachten, is het moeilijk te concluderen dat dit representatief is voor alle fysica-leerkrachten.

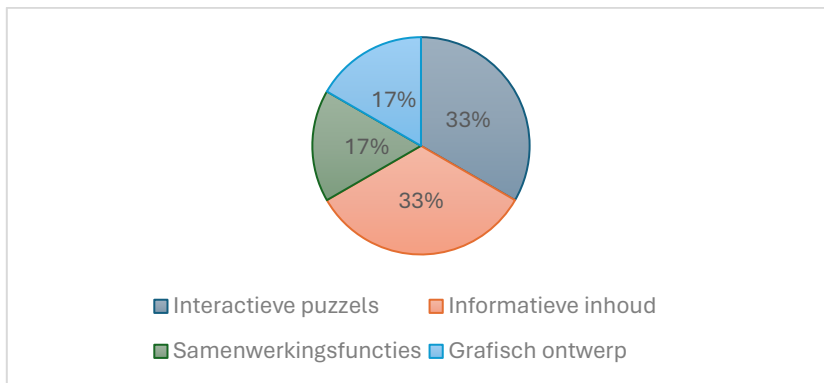


Figuur 9: Antwoord vraag 5 - "Via deze escape room proberen wij de interesse te verbeteren in de kernfysica bij de leerlingen, zou deze escape dit bevorderen?"

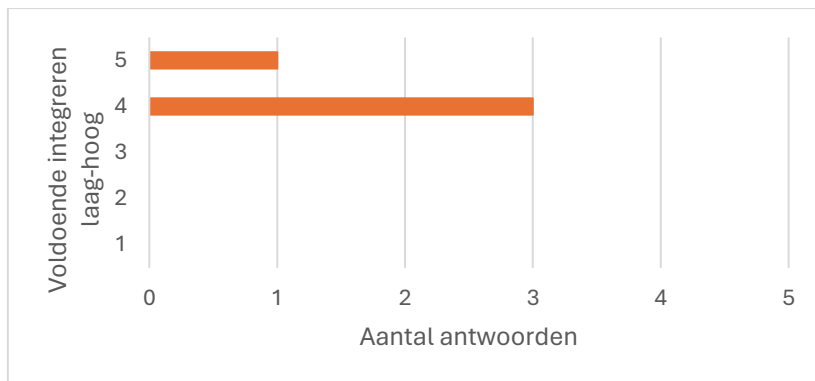


Figuur 10: Antwoord vraag 6 - "Zou deze escape room zelfs leerlingen aanspreken om te kiezen voor een nucleaire richting?"

Verder kan er uit de resultaten gehaald worden dat de puzzels (33,0 %) en de informatieve inhoud (33,0 %) zeker essentieel zullen zijn in de volgende escape rooms, zie figuur 11. Alsook geeft figuur 12 aan dat de originele escape room de leerstof voldoende integreerde.



Figuur 11: Antwoord vraag 8 - "Welk aspect van de virtuele escape room vond u het meest waardevol voor het begrijpen van kernfysica?"



Figuur 12: Antwoord vraag 7 - "Vond u dat de escape room de concepten van de leerstof voldoende integreerde?"

Vervolgens blijkt uit de resultaten van vraag 10, dat 50,0 % van de deelgenomen leerkrachten de escape room willen gebruiken als leermiddel. Uit de semigestructureerde gesprekken bleek dat de andere 50,0 % echter niet zeker was op welke manier ze dit zouden willen toepassen, daar het een lang spel is en zeker twee lesuren vereist voor het oplossen door de leerlingen.

Uit de gesprekken en de open vragen uit de enquête wordt ten slotte een kwalitatieve analyse uitgevoerd gericht op aanpassingen van de originele escape room. De originele escape room bevat zes kamers en is dus vrij lang, en vergde daardoor ook aanzienlijk veel tijd voor het creëren ervan. De aanwezige leerkrachten zagen het zelf niet zitten om zo'n lange tijd te investeren in iets dat maar voor enkele lesmomenten gebruikt kan worden. Zij dachten dit product te gebruiken als taak tijdens de studie. Daarom stelden ze o.a. voor om de escape room op te delen in kleinere delen. Ook stelden zij voor om het in het Nederlands aan te bieden, daar niet elke leerling over voldoende kennis van het Engels beschikt. Betreffende de inhoud van de escape room, werden specifieke elementen zoals historische toepassingen en verhaallijn waardevol gevonden. Andere suggesties, en of deze toegepast worden in het creatief ontwerp, kunnen gevonden worden in dezelfde tabel 10.

Tabel 10: Suggesties uit onderzoek context 2 – BRAVER event

Suggestie	Aanpassing doorgevoerd in nieuw spel (Ja/nee + reden)
Verander de taal naar het Nederlands, niet alle leerlingen zijn even sterk in Engels.	Ja, ook enkele leerlingen uit 5EW zijn niet sterk in Engels.
Deel de kamers op en gebruik dit per hoofdstuk of deel van een hoofdstuk.	Ja, doel is de escape room te gebruiken als herhaling van het geziene hoofdstuk.
Laat leerlingen zelf een escape room bouwen als STEM-project.	Nee, hoort niet tot dit onderzoek
Maak een gevarieerde versie met verschillende complexiteitsniveaus.	Nee, klas te klein om dit te onderzoeken alsook kost dit veel tijd om dit te implementeren in het spel.
Samenwerking SCK	Nee, hoort niet bij dit onderzoek, maar kan besproken worden met UHasselt.
Meer uitleg betreffende de verschillende deeltjes	Nee, niet in het spel, is leerstof dat zal gezien worden tijdens de lessen.
Verwerk een historisch overzicht van de kernfysica, de fouten die in de loop der jaren gemaakt zijn, de problemen die nu naar boven komen en de oplossingen en toekomstperspectieven.	Ja en nee, enkele historische 'fouten' zitten reeds in het spel, zoals radiumverf en metallisch uranium in vliegtuigen. Echter is een volledig historisch overzicht te uitgebreid om toe te voegen, maar wel een belangrijke factor die zeker werkt bij het opwekken van interesses van de leerlingen.

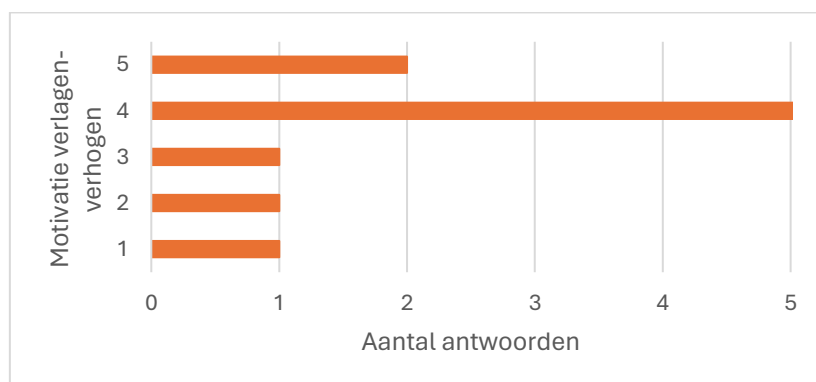
5.2.2 Onderzoek context 2 – bij leerkrachten, leerlingen en studenten

Dit onderzoek werd in twee groepen uitgevoerd, bij leerkrachten fysica en leerlingen uit het zesde middelbaar samen met ingenieursstudenten van UHasselt. Helaas was de groep leerkrachten niet groot genoeg om op te nemen in de resultaten, enkel hun suggesties voor verbeteringen voor het spel worden opgenomen en kunnen, samen met de suggesties van de andere groepen, gevonden worden in tabel 11. De resultaten uit beide enquêtes kunnen gevonden worden in bijlage 9.3.

Tabel 11: Suggesties uit onderzoek context 2 - Leerkrachten, zesdejaars en studenten

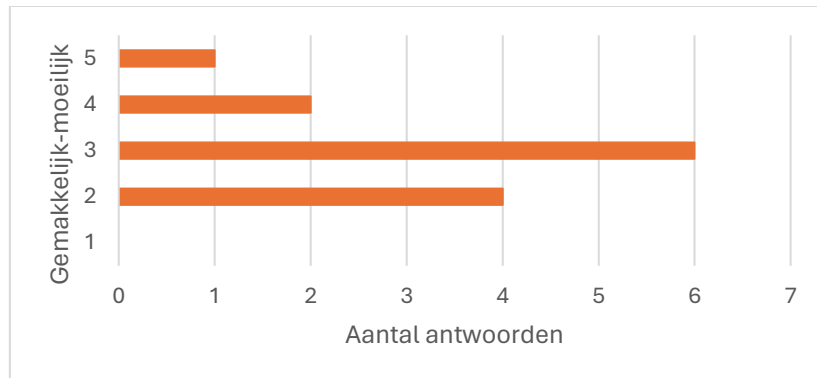
Suggestie	Aanpassing doorgevoerd in nieuw spel (Ja/nee + reden)
Geluid toevoegen	Ja, maar tijdens het spelen in de klas kan dit storend zijn, wel mogelijk met oortjes of koptelefoon.
Soms te veel tekst	Ja, het originele spel werd gecreëerd zodat alle informatie nodig voor de puzzel aanwezig was, nu moet deze informatie komen uit de les en hun samenvatting.
Codes zoeken zonder een echte opdracht waren overbodig	Ja, de codes zijn nu altijd gelinkt naar een opdracht.
Duidelijk laten zien welke knoppen ingedrukt kunnen worden, welke niet.	Ja, door de kleur te veranderen van deze knoppen.
Bug in labo waar je de onderdelen van het meettoestel moet maken. Deze loopt soms vast.	Ja, kamer komt niet meer terug in het creatief product daar dit niet behoort tot de leerstof.
Home of teruggaan knoppen aanpassen	Ja, ook hier waren enkele bugs die nu hopelijk niet meer terugkomen in het creatief product.

Net zoals tijdens het event, werd de escape room enthousiast ontvangen bij zowel de fysica-leerkrachten als de zesdejaars en de studenten. In figuur 13 ($\bar{x}_{i,1} = 3,69$; $s_{i,1} = 1,07$) hieronder is te zien dat bij 76,9 % van de steekproef de motivatie in het leren van kernfysica in het middelbaar zou verhogen door het spelen van dit spel.



Figuur 13: Antwoord vraag 1 - "Als je deze escape room had mogen spelen tijdens jouw lessen kernfysica, wat denk je dat dit met jouw motivatie had gedaan?"

Uit de open vragen kan besloten worden dat de historische toepassingen die in het originele spel terugkomen, zeker een meerwaarde zullen zijn voor de nieuwe spellen. Ook werd het verhaal goed onthaald. "Er is een perfecte balans tussen het intuïtief zoeken naar bepaalde zaken en het testen van de algemene kennis rondom kernfysica" werd door een student geschreven, zie ook figuur 14. Dus voor de volgende spellen is het zeer belangrijk dat deze balans behouden blijft.



Figuur 14: Antwoord vraag 5 - "Hoe vond je de balans tussen uitdaging, haalbaarheid en informatie in de escape room?"

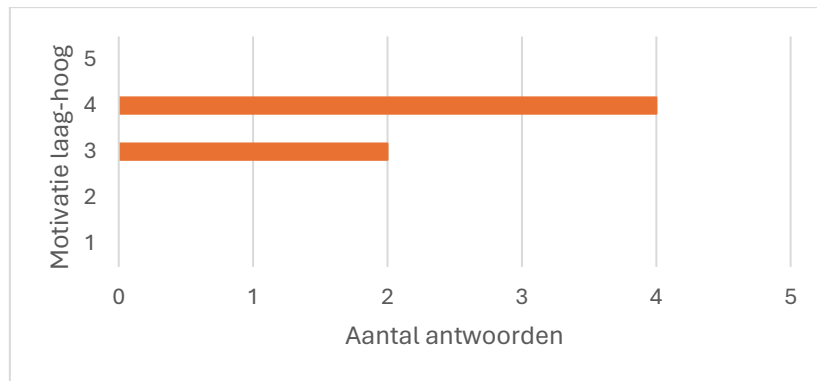
Andere positieve punten die zeker terug moeten komen in het creatief product zijn: de verhaallijn, de puzzels, de visualisatie. "Door de 'pure theorie' te combineren met een spannende verhaallijn vinden leerlingen het aanstekelijk om verder te gaan." werd o.a. geschreven door één van de ondervraagden. Vervolgens werd er ook weinig negatiefs meegedeeld. Een suggestie was de hoeveelheid tekst te verminderen. Omdat het originele spel gebouwd is om alle nodige informatie te verzamelen om de puzzels op te lossen, is er inderdaad veel tekst aanwezig. Dit zal in het creatief product alvast minder het geval zijn, daar de leerlingen de leerstof uit de lessen moeten halen. Een andere suggestie van de ondervraagden is om meer mogelijkheden om terug te gaan in het spel te implementeren, zodat er niet volledig opnieuw moet gestart worden als je vast komt te zitten. Alsook moet er volgens de ondervraagden duidelijk gemaakt worden welke knoppen werken en welke voor een volgende fase zijn.

Tenslotte werd er ook gevraagd of de leerlingen en studenten de voordelen en nadelen van deze escape room inzien. Bij de nadelen scoorde afleiding hoog (50,0 %). Een van de deelnemers antwoordde ook: "Dat leerlingen de escape room spelen en hierna denken dat ze de leerstof al volledig beheersen, waardoor ze er thuis niets meer voor doen". Dus bestaat er mogelijk een risico dat de leerlingen de leerstof niet meer zullen herhalen voor de toets. Ook zien de ondervraagden de voordelen van deze implicatie. Motivatie, betrokkenheid en variatie zijn andere voorbeelden van positieve feedback die terug te vinden zijn in de antwoorden.

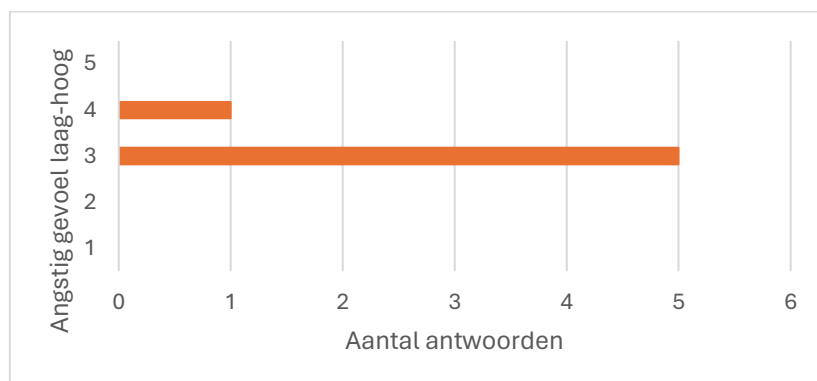
5.3 Onderzoek context 3 – in eigen klas

5.3.1 Vooronderzoek in eigen klas

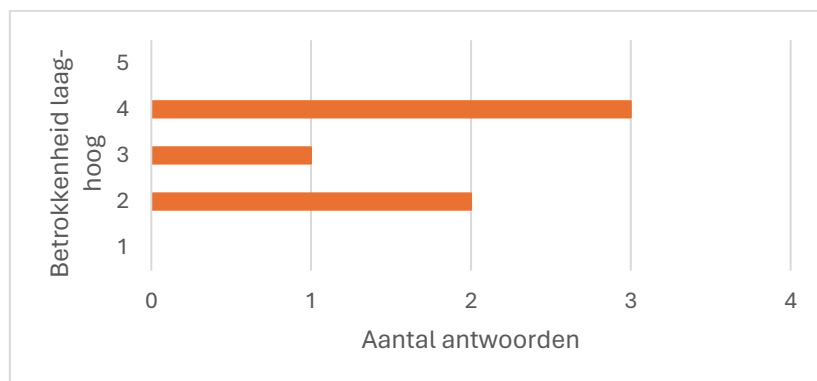
Na het uitleggen van de opzet van de escape rooms, het nieuwe verloop van de lessen en puntensysteem hebben de leerlingen uit 5EW een vragenlijst ingevuld betreffende deze veranderingen. Uit de resultaten kan gehaald worden dat door deze elementen toe te voegen, de leerlingen verwachten dat hun motivatie, zie figuur 15 ($\bar{x}_{i,1} = 3,67$; $s_{i,1} = 0,47$) en betrokkenheid, zie figuur 17 ($\bar{x}_{i,3} = 2,83$; $s_{i,3} = 0,37$), nu hoger zal zijn dan ervoor. Hun angstgevoel is niet sterk veranderd, enkel één leerling gaf aan dat hij/zij nu wat angstiger is wegens de veranderingen, zie figuur 16 ($\bar{x}_{i,2} = 3,67$; $s_{i,2} = 0,47$).



Figuur 15: Antwoord vraag 1 - "In hoeverre denk je dat het gebruik van gamification en game based-learning jouw motivatie zou beïnvloeden?"

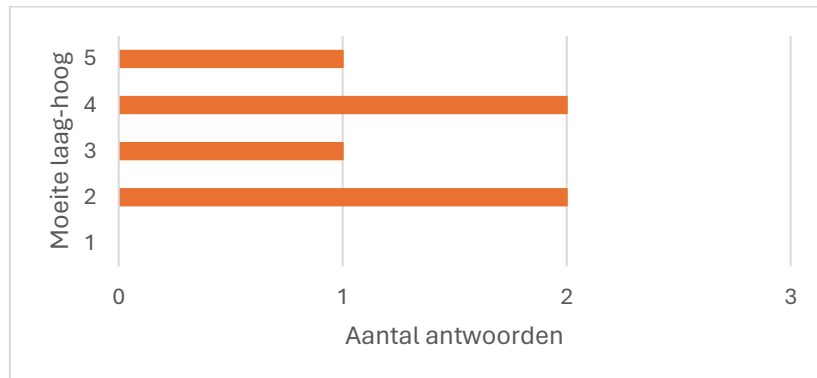


Figuur 16: Antwoord vraag 3 - "Nu je een beeld hebt van hoe de komende lessen zullen verlopen, voel je je meer gerustgesteld of juist meer angstig?"



Figuur 17: Antwoord vraag 5 - "Is jouw betrokkenheid bij het vak vergroot dankzij het inbrengen van deze elementen?"

De antwoorden betreffende het meer moeite steken in het vak veranderen niet sterk door het invoeren van deze elementen, enkel één leerling zal door de escape rooms nu meer moeite steken in het leren van het vak, zie figuur 18 ($\bar{x}_{i,6} = 3,33$; $s_{i,6} = 1,11$).

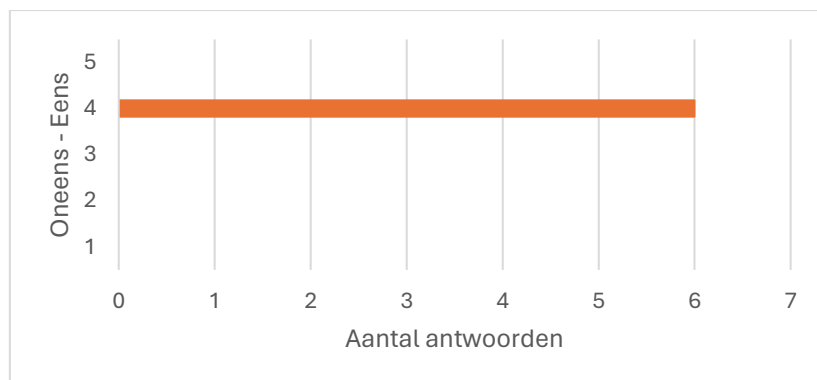


Figuur 18: Antwoord vraag 6 - "Ben je nu van plan om meer moeite te steken in het vak fysica?"

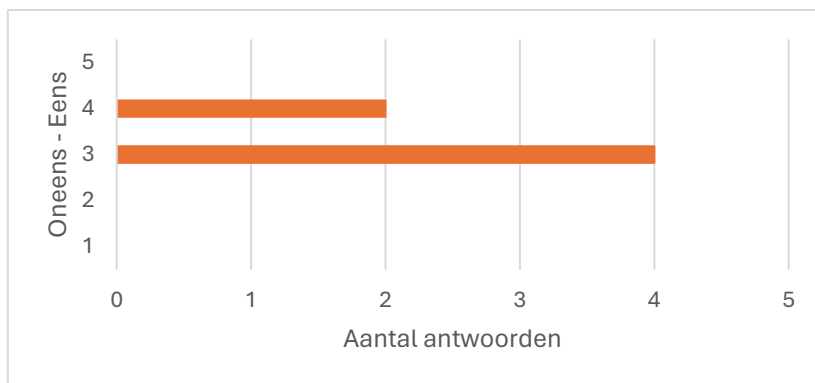
Als er gevraagd wordt waarom ze zouden studeren voor het vak, zie figuur 19, gaat 33,0 % van hun keuzes naar het willen slagen voor het vak. 27,0 % wil niet falen voor het vak. Slechts 7,0 % kiest voor de meerwaarde van het vak alsook voor de interesse. Echter kan uit figuur 21 ($\bar{x}_{i,9} = 3,40$; $s_{i,9} = 0,49$) gehaald worden dat het winnen van de escape rooms hun motivatie niet sterk zal verhogen. De motivatie van de leerkracht, zie figuur 20 ($\bar{x}_{i,8} = 4$; $s_{i,8} = 0$), heeft duidelijk wel een grotere invloed op hun motivatie.



Figuur 19: Antwoord vraag 7 - "Kies uit de volgende optie, meerdere keuzes mogelijk, ik zie mij studeren aan kernfysica omdat"



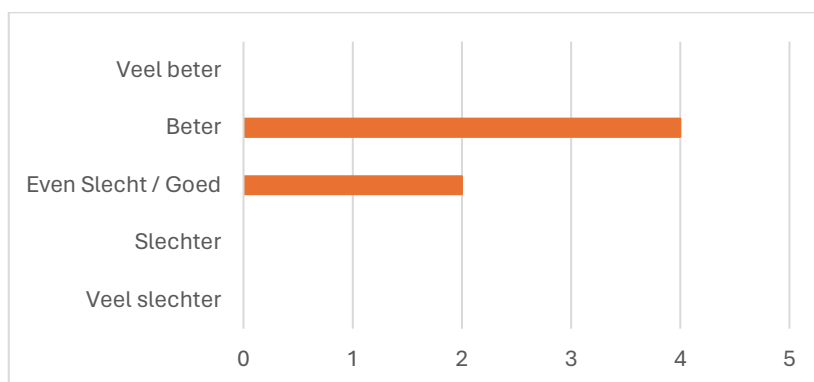
Figuur 20: Antwoord vraag 8 - "Ik merk dat de leerkracht hier veel tijd ingestoken heeft, daar de motivatie van de leerkracht duidelijk is, motiveert dit mij ook."



Figuur 21: Antwoord vraag 9 - "Het winnen van de escape rooms, zal mij motiveren van op te letten in de les en te studeren thuis."

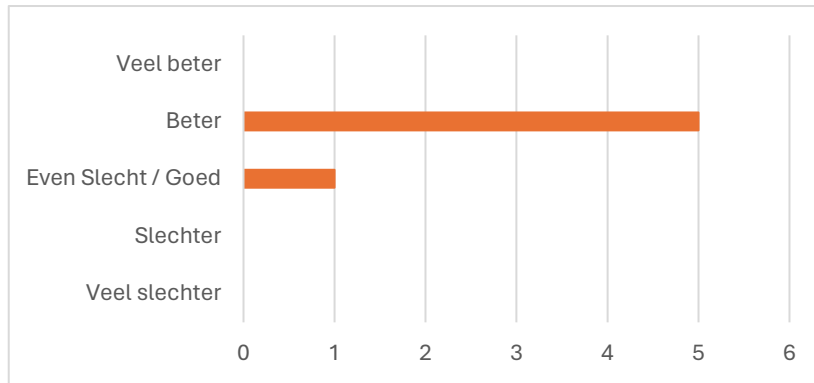
5.3.2 Na-onderzoek in eigen klas

Na de escape rooms en het zien van de leerstof, kregen de leerlingen opnieuw een vragenlijst en volgde hierna nog een klasgesprek voor aanvullingen, zie bijlage 9.4 voor de volledige vragenlijsten en resultaten. 66,7 % van de leerlingen gaf aan dat ze nu meer gemotiveerd waren voor fysica en vermoeden dat dit ook hun academische prestatie heeft verbeterd, zie figuur 22 ($\bar{x}_{i,1} = 3,67$; $s_{i,1} = 0,47$) en figuur 24 ($\bar{x}_{i,3} = 3,67$; $s_{i,3} = 0,47$). Uit het gesprek kan gehaald worden dat dit vooral kwam door de verhaallijn, wat bevestigd wordt in figuur 27. Opmerkelijk dat ook veranderingen zichtbaar werden in de vier vormen van motivatie, ook al is de onderzochte groep klein. Dit zal verder besproken worden in hoofdstuk 6.

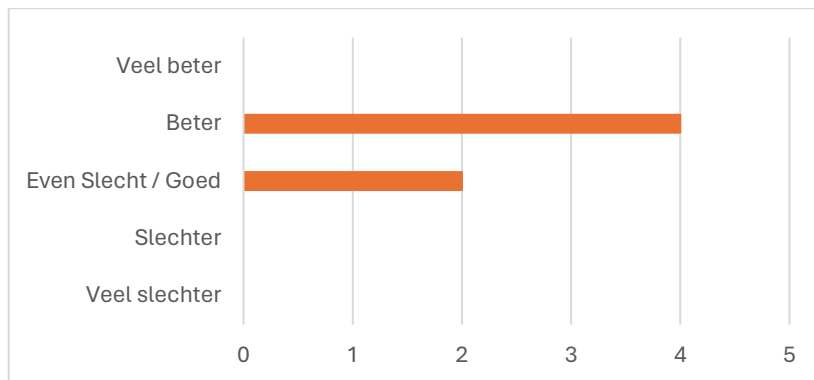


Figuur 22: Antwoord vraag 1 - "In hoeverre heeft het gebruik van gamification en game-based learning jouw motivatie beïnvloed?"

Ook is de betrokkenheid beter bij 83,3 % van de groep, zie figuur 23 ($\bar{x}_{i,2} = 3,83$; $s_{i,2} = 0,37$). Uit de gesprekken kan er geconcludeerd worden dat dit betrekking heeft op hun gedragsmatige en emotionele betrokkenheid: ze gingen meer moeite doen omdat ze o.a. als eerste uit de escape room wilden geraken.

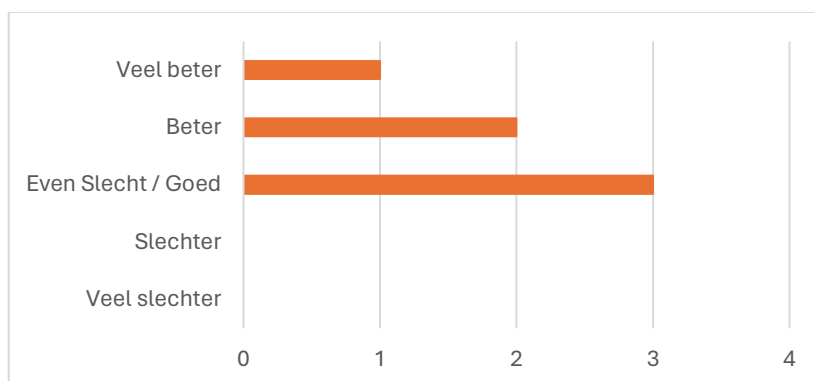


Figuur 23: Antwoord vraag 2 - "In hoeverre heeft het gebruik van gamification en game-based learning jouw betrokkenheid beïnvloed?"

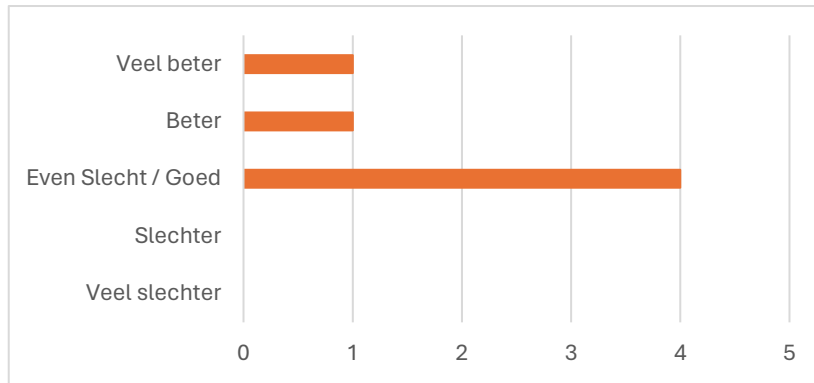


Figuur 24: Antwoord vraag 3 - "In hoeverre heeft het gebruik van gamification en game-based learning jouw academische prestaties beïnvloed?"

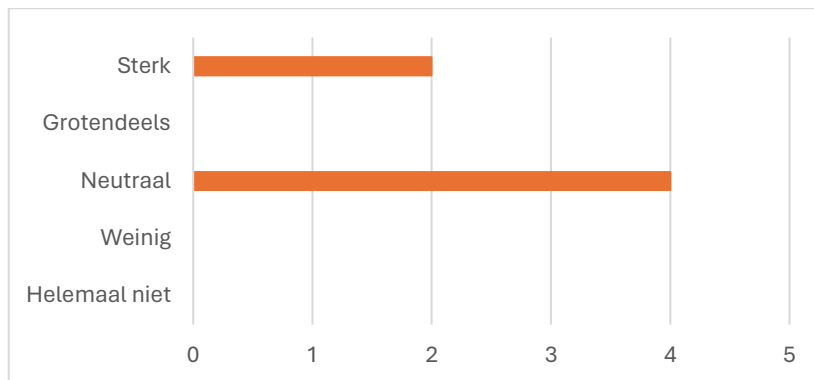
Vervolgens kan in figuur 25 ($\bar{x}_{i,6} = 3,67$; $s_{i,2} = 0,75$), figuur 26 ($\bar{x}_{i,7} = 3,50$; $s_{i,2} = 0,76$) en figuur 27 ($\bar{x}_{i,10} = 3,67$; $s_{i,2} = 0,75$) gezien worden dat de elementen een invloed hebben gehad op de motivatie en betrokkenheid van de leerlingen. De leerlingen waren in het algemeen tevreden over de implementatie van de elementen en gaven duidelijk aan dat dit hen gemotiveerd had.



Figuur 25: Antwoord vraag 6 - "Heeft het scorebord jouw motivatie en betrokkenheid vergroot?"

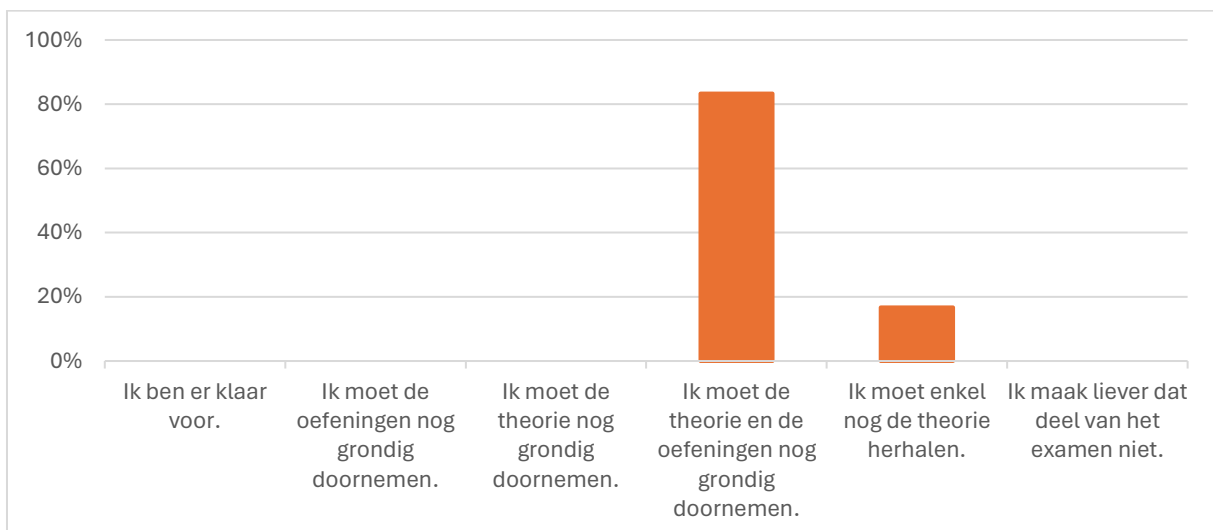


Figuur 26: Antwoord vraag 7 - "Hebben de beloningen (keuzes onder het jaar, ...) jouw motivatie en betrokkenheid vergroot?"



Figuur 27: Antwoord vraag 10 - "Hebben de escape rooms jou gemotiveerd om meer op te letten en om thuis te studeren?"

Eén van de leerlingen voelde zich nu wel zekerder voor het examen en vond dat hij/zij enkel nog de theorie moest herhalen. Voor hem/haar was het oplossen van de puzzels voldoende bewijs dat de oefeningen gingen lukken, zie figuur 28.



Figuur 28: Antwoord vraag 11 - "Voel je je nu klaar voor dit onderdeel van het examen?"

6 Discussie

6.1 Resultaten en onderzoekskwaliteit

Om de effectiviteit van gamification elementen en GBL binnen de lessen kernfysica te onderzoeken werd er na het opbouwen van de originele escape room, eerst een literatuurstudie gedaan. Echter werden er niet veel (toepasselijke) bronnen gevonden specifiek over gamification en GBL binnen de lessen kernfysica. Ook als dit dan onderzocht werd, specifiek binnen lessen fysica, was de onderzoeksgroep niet significant groot genoeg. Alhoewel dit de literatuurstudie wat beperkt hield, gaf dit een kans om dieper in te gaan in de beschikbare bronnen die net niet over fysica gingen. Niet alle studies toonden positieve resultaten, eerder positief op korte termijn, maar negatief op lange. Uit de literatuurstudie kwamen de volgende elementen naar voor om te kunnen implementeren in de klas:

- Voortgangsbalken/Scorebord (Zourmpakis, Kalogiannakis, & Papadakis, 2023) en (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011)
- Tijdslimieten/Competitie (Zourmpakis, Kalogiannakis, & Papadakis, 2023) en (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011)
- Puntensysteem met beloningen (Zourmpakis, Kalogiannakis, & Papadakis, 2023) en (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011)
- Avatars (Sailer, Hense, Mandl, & Klevers, 2013)
- Escape room (Rizki, et al., 2023)

De gekozen elementen uit de literatuur werden vervolgens onderzocht om o.a. te achterhalen welk effect ze hebben op de motivatie, betrokkenheid en zelfzekerheid van de leerling. Voor motivatie werd er o.a. gekeken naar welke vorm (extrinsieke of intrinsieke), alsook naar de drie universele en aangeboren psychologische basisbehoeften (ABC). Verder werd er gekeken naar hoe de verschillende elementen invloed hebben op deze verschillende vormen en basisbehoeften. Om de betrokkenheid te onderzoeken, werden er specifieke vragen toegevoegd, en werd het klasklimaat geobserveerd. Om de zelfzekerheid te testen werden ook specifieke vragen toegevoegd aan de reflectie op het einde van het spel en de vragenlijsten.

In de tweede fase in dit onderzoek werden eerst de gekozen elementen en hun mogelijke invloeden bevraagd bij enkele leerkrachten. De resultaten uit 5.1 laten zien dat deze elementen, zoals punten, beloningen en het spel zelf, hoog scoren in termen van potentiële positieve invloed op de motivatie en betrokkenheid van leerlingen. Echter waren niet alle resultaten even rooskleurig. Een interessant punt dat naar voren kwam, was dat scoreborden een positieve invloed kunnen hebben, maar een aanzienlijk percentage van de leerkrachten vreest dat dit zwakke leerlingen kan ontmoedigen. Dit benadrukt het belang dat niet alle elementen dezelfde impact zullen hebben op de leerlingen. Bovendien erkennen de leerkrachten dat het implementeren van gamification en GBL elementen kan zorgen voor variatie en competitie in de klas, wat de betrokkenheid van de leerling kan versterken. Dit komt overeen met de bevindingen uit de literatuurstudie. Een ander punt dat naar voren kwam, was dat tijdslimieten een negatiever effect zullen hebben dan aanvankelijk gedacht. Hoewel dit vaak voorkomt in het 'game' concept, en dus eerder motiverend zou moeten werken, merkten enkele leerkrachten op dat die ook een negatief effect kunnen veroorzaken. Leerlingen voelen zich overweldigd en haken sneller af, denkend dat ze de opdracht niet binnen de gestelde tijd gaan kunnen voltooien. Werken met deadlines is nochtans een belangrijke ervaring die de leerlingen moeten opdoen omdat deadlines zeker zullen terugkomen in het

werkveld. Ten slotte werd in deze studie ook gewezen op mogelijk IT-problemen, hoewel het afwachten is in hoeverre deze zich zullen voordoen. Het spelen van de gemaakte spellen voorafgaand aan de lessen zal echter helpen om mogelijke problemen te minimaliseren bij de leerlingen.

Als derde fase van dit onderzoek werd de oorspronkelijke escape room gepresenteerd aan of gespeeld door leerkrachten, leerlingen uit het zesde jaar middelbaar en studenten uit de richting industriële ingenieurswetenschappen. Vervolgens kregen zij een vragenlijst om te achterhalen wat zij zouden willen verbeteren en welke voor- en nadelen zij zien bij het implementeren ervan in de les. Op basis hiervan werd de originele escape room aangepast naar het creatief product, besproken in bijlage 9.1. Hieruit kwamen verschillende suggesties voor het aanpassen van de escape room. Geluid werd uit het oorspronkelijk spel verwijderd vanwege de potentieel storende factor in de klasomgeving, maar door gebruik van oortjes of een koptelefoon kan dit wel mogelijk zijn. Ook al wordt vakoverschrijdend werken gezien als een voordeel, werden er toch suggesties gegeven van leerkrachten, en ook van de leerlingen van 5EW, om de escape rooms te schrijven in het Nederlands. De voornaamste meerwaarde van het spel waren de historische toepassingen. Vroeger wisten ze niet veel over radioactieve straling, zeker niet over de ernstige gevolgen die het kan hebben. Er werd vooral gekeken naar de veranderingen op korte termijn, en dus niet naar de ernstige gevolgen op lange termijn. Deze ingesteldheid leidde tot zeer interessante producten en toepassingen die later hebben uitgewezen niet al te gezond zijn, zoals radioactieve bronnen toevoegen aan tandpasta, sigarettenfilters, rookmelders, voeding en nog zoveel meer (Buchholz & Cervera, 2008). Hoewel dit te uitgebreid is om volledig toe te voegen aan de lessen en het spel, is het duidelijk dat dit direct interesse opwekt of je nu veel of weinig kennis hebt van straling. Verder merkten de studenten en zesdejaars nog enkele bugs in het spel op, en gaven suggesties voor verbeteringen (knoppen, codes, ...). Ook interessant was te zien dat afleiding hoog scoorde bij de leerlingen en studenten als nadeel van het implementeren van zulke spellen. Ze weten het duidelijk zelf ook.

Als laatste werd het creatief product samen met enkele gamification elementen uitgetest in de klas. Daar onderzoek heeft aangetoond dat een positief klasklimaat zorgt voor het bevorderen van de betrokkenheid bij leerlingen, werd dit ook onderzocht in de klas. Echter lag het klasklimaat bij het begin van dit onderzoek niet helemaal goed. Enkele leerlingen konden het niet met elkaar vinden en er werden soms kwetsende woorden uitgewisseld. Maar als de vraag gesteld werd of er iets veranderd was aan het klasklimaat dankzij het implementeren van gamification en GBL elementen antwoordden ze allemaal van niet en vonden ze dat er een goed klasklimaat was. Wat wel was veranderd, was hun gedragsmatige en emotionele betrokkenheid. De leerlingen gaven aan dat ze harder zijn gaan werken omdat ze als eerste uit de escape room wilden geraken en schrik hadden om er niet uit te geraken. Ook al hadden ze voordat de spellen begonnen, verwacht dat dit weinig invloed ging hebben op hun motivatie. Hun leermethoden, dus hun cognitieve betrokkenheid, bleven onveranderd. Ondanks de mogelijkheid om extra punten te verdienen door extra werk te leveren, bleef ook hun agentische betrokkenheid dezelfde. De motivatie is wel gestegen bij iedereen, vooral door de escape rooms en de verhaallijn, dus door externe regulatie. Vervolgens werd ook snel duidelijk dat de veranderingen in motivatie sterk verschilden in vorm. Enkele van hen waren vooral gemotiveerd om negatieve gevoelens te vermijden (geïntrojecteerde regulatie). Eén leerling gaf aan dat zijn interesse voor kernfysica gestegen is (geïdentificeerde regulatie), en anderen gaven aan dat ze veel plezier hebben gehad in het spelen van de escape rooms (intrinsieke regulatie).

Wordt er vervolgens gekeken naar veranderingen binnen de basisbehoeften, dan kan er besloten worden dat binnen de eerste behoefte, nl. autonomie, vele veranderingen zijn gebeurd, zoals verwacht door het introduceren van een scorebord, puntensysteem en de escape room. Deze kleine competitie, en dus wordt ook de derde basisbehoefte hierbij betrokken, heeft ervoor gezorgd dat de leerlingen meer inzet getoond hebben binnen het vak. De tweede behoefte, nl. verbondenheid, heeft zijn verandering gezien wanneer de groepen gekozen moesten worden voor het labo. Niet iedereen was blij met de keuze van degene die op dat moment op de eerste plaats stond en dit werd vervolgens ook aan de leerkracht gemeld. Daar het de taak is van de leerkracht om bij te sturen indien nodig, zijn hier door de leerkracht aanpassingen gebeurd, o.a. door een gedeelte van de taak individueel te laten maken. Vervolgens werd het de leerlingen ook duidelijk dat er een grotere focus nodig was tijdens het spelen en dat elk detail belangrijk kon zijn. Ze beseften o.a. dat formules kennen niet altijd voldoende is, het correct toepassen hiervan ook. Alhoewel de avatars bedoeld waren om bij te dragen aan het gevoel van autonomie en zelfexpressie, was dit niet nodig in deze groep. Ze waren het allemaal vergeten. Ondanks de emotionele moeilijkheden binnen de groep, vonden zij dat ze nog steeds zichzelf konden zijn in de klas. Hun namen werden vervolgens gewoon gepresenteerd op het scorebord en iedereen vond dit ok. Er kan dus besloten worden dat er veel veranderingen zijn gebeurd door het introduceren van deze elementen, maar het verhaal en de escape rooms, de grootste impact hadden op de motivatie en betrokkenheid. Iedereen wou dr. Fermi stoppen, en was daardoor gedreven om de puzzels op te lossen.

6.2 Beperkingen en toekomstig onderzoek

Voor het onderzoek bij de leerkrachten heb ik mij niet beperkt tot de wetenschapsvakken, maar was ik vooral zelf geïnteresseerd om te zien of deze elementen toepasbaar zijn in andere vakgebieden en op welke manier. Tevens wou ik graag weten of leeftijd hier ook een invloed op kon hebben. Deze aspecten boeiden me, vermits ik als zij-instromer in het onderwijs zowel een beginnende leerkracht ben, maar toch ook al op een ander vlak ervaring heb. Spijtig genoeg lag de focus op de lessen (kern)fysica en werd dit achterwege gelaten. Voor toekomstig onderzoek zou het waardevol zijn om deze elementen te verkennen binnen verschillende vakgebieden om een breder beeld te krijgen van hun toepasbaarheid en effectiviteit, alsook te kijken naar leeftijd, ervaring en nodige ondersteuning.

Vervolgens had ik graag de nieuwe escape rooms willen uittesten in verschillende klassen, maar daar ik enkel kernfysica gegeven heb in één klas, was mijn steekproef echter beperkt. Hetgeen dus nadelig is voor de resultaten, omdat deze dus door de beperkte grootte niet significant representatief zijn, wat dus de generaliseerbaarheid van de bevindingen beperkt. Toekomstig onderzoek zou moeten streven naar uitbreiding naar meerdere scholen, meerdere en grotere klassen om een duidelijker en significanter beeld te krijgen van de resultaten. Daarom heb ik de escape room ook laten uittesten door mijn zesdejaars en studenten, dus niet alleen voor verbeteringen, maar ook om daar te observeren wat ze ervan vinden.

Daar de leerlingen in juni examens hebben, kan ik dan pas onderzoeken of de escape rooms hebben bijgedragen aan hun academische prestatie. Een follow-up studie zou daarom een meerwaarde zijn om te bepalen of de escape rooms niet alleen de motivatie op korte termijn verhoogd hebben, maar ook op lange termijn en of dit samenhangt met verbeterde zelfzekerheid, vakinhoudelijke kennis en academische prestatie, zoals besproken in de literatuurstudie.

7 Conclusie

Onderzoeksvraag 1: *"In welke mate kunnen gamification elementen en game-based learning, met specifieke focus op een escape room concept, de motivatie, betrokkenheid en zelfzekerheid van de leerlingen verhogen in het kader van kernfysica-onderwijs?"*

Hoewel de steekproef niet significant groot was, kan er toch voorzichtig besloten worden dat de spellen duidelijk een meerwaarde bieden voor de motivatie en betrokkenheid binnen de lessen kernfysica. Ook zorgde het voor variatie en werd er een andere omgeving gecreëerd waarin de leerlingen meer open waren. Dit blijkt zowel uit de resultaten van onderzoek in eigen klas, als bij de zesdejaars en studenten industrieel ingenieurswetenschappen. Het implementeren van deze spellen heeft niets veranderd aan de inhoud van de leerstof. Deze bleef even complex en theoretisch als voor het implementeren van de escape rooms. Maar bij elke escape room werd er wel geleerd en herhaald, niet alleen over kernfysica, maar ook over hoe belangrijk details kunnen zijn en hoe belangrijk je focus is bij het uitvoeren van een opdracht. Dus heeft dit o.a. ook invloed gehad op hun probleemoplossend denken. Hun zelfzekerheid verhogen is echter enkel bij één leerling gestegen, de meesten gaven aan na elke escape room dat er thuis nog wel gestudeerd moest worden. Dit kan natuurlijk pas echt onderzocht worden na de examens in juni. Naast de escape rooms waren het puntensysteem en de beloningen een grote motivator, alsook de mogelijkheid om keuzes te maken in de loop van het schooljaar. Leerlingen willen duidelijk graag zelf ook beslissingen maken over hun leren.

Onderzoeksvraag 2: *"Op welke manieren kunnen gamification elementen en game-based learning specifiek toegepast/aangepast worden binnen het escape room concept om de motivatie van leerlingen in het kernfysica-onderwijs te vergroten?"*

Uit de literatuur en het onderzoek bij leerkrachten kwamen verschillende gamification elementen naar voren om te kunnen combineren met het gebruik van een escape room. Deze elementen zijn o.a. scoreborden, tijdslimieten, puntensysteem, en beloningen. Deze elementen hebben o.a. invloed gehad op de vier vormen van motivatie en twee vormen van betrokkenheid. Opmerkelijk was dat alle vier vormen van motivatie terugkwamen, ook al was de groep niet significant groot. Het was duidelijk dat de leerlingen zich meer begonnen in te zetten en mee werken in de klas. Dus het implementeren van deze elementen heeft een zekere meerwaarde. Al zal de impact ervan steeds afhangen van de klas. Het is dus vooral belangrijk dat de leerkracht de klas goed kent, regelmatig evalueert en bijstuurt waar nodig. Een goed, open klasklimaat is hier nodig, zodat de leerkracht de juiste feedback kan krijgen van de leerlingen en zo de effectiviteit van deze elementen kan maximaliseren en mogelijke negatieve effecten kan minimaliseren. De gemaakte escape rooms kunnen de komende jaren blijven gebruikt worden (met kleine nodige aanpassingen afhankelijk van de leerstofinhoud) om de leerstof te herhalen, maar misschien ook ter vervanging van een toets of een taak in de studie. Verder kan dit concept zeker toegepast worden in andere vakken, om daar ook de motivatie en betrokkenheid van de leerlingen te verhogen, maar ook om te zorgen voor variatie. Het onderwijs is in de 21^e eeuw al lang niet meer een gebeuren waarbij de leerkracht ex cathedra alles doceert en de leerling passief luistert en probeert te absorberen.

Onderzoeksvraag 3: *“Wat zijn de potentiële uitdagingen en kansen bij de integratie van gamification en game-based learning in een (blended) leeromgeving in het kernfysica-onderwijs?”*

De grootste uitdaging bij het implementeren van gamification en GBL elementen is het behouden of verbeteren van het klasklimaat. Het onderzoek liet zien dat bepaalde keuzes door degene die als eerste gerangschikt stond, niet altijd gewaardeerd werd door de rest van de klas. Deze uitdaging kan door een aandachtige leerkracht zorgvuldig bijgestuurd worden. Afleiding, een andere mogelijk probleem, werd niet geobserveerd tijdens deze studie, maar kan zeker voorkomen. Ook hier is het de taak van de leerkracht die zijn/haar leerlingen kent om bij te sturen waar nodig. IT-problemen zijn echter onontkoombaar, maar waren gelukkig beperkt tot enkele knoppen die in het spel ineens niet meer wilden werken. Het herhaaldelijk zelf spelen van het spel voordat het gedeeld wordt met de leerlingen is een aanrader. Bijkomend werden variatie en competitie als positief ervan. Dus hebben deze gamification en GBL elementen niet alleen een positieve impact op motivatie, betrokkenheid en zelfzekerheid, maar bieden ook voldoende variatie tijdens de lessen en hebben een meerwaarde voor het probleemoplossend vermogen van de leerling. Het is een concept dat zeker bruikbaar is in de lessen, ook in andere vakken.

8 Referentielijst

- Alsawaier, R. S. (2018). The effect of gamification on motivation and engagement. *The International Journal of Information and Learning Technology*, pp. 56-79.
- Boctor, L. (2013). Active-learning strategies: The use of a game to reinforce learning in nursing education. A case study. *Nurse Education in Practice*, pp. 96-100.
- Botte, B., Bakkes, S., & Veltkamp, R. (2020). Motivation in gamification: constructing a correlation between gamification achievements and self-determination theory. *Springer Nature Switzerland AG*, pp. 157-166.
- Buchholz, M. A., & Cervera, M. (2008). *Radium Historical Items Catalog*. Oak Ridge, Tennessee: U.S. Nuclear Regulatory Commission.
- Buelens, W., Vermissen, F., De Wever, B., Rotsaert, T., Schellens, T., Tondeur, J., . . . & Vanderlinde, R. (2002). *Blended learning in het Vlaams secundair onderwijs: Van noodzaak naar structurele implementatie*. Onderwijskundig Beleids- en Praktijkgericht Wetenschappelijk Onderzoek.
- Coppens, L., Decabooter, I., Dierick, S., Saenen, L., Struyven, K., & Vervoort, A. (2022). *Leren en Ontwikkeling (Pedagogiek en Didactiek voor Educatieve Masters)*. Hasselt: UHasselt.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, pp. 54-67.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9-15). New York, NY, United States: Association for Computing Machinery.
- Gaurina, M., Hrepić, Z., Nikolaus, P., & Dželalija, M. (2022, Maart). How gamification impacts physics? *New Perspectives in Science Education*.
- Hanus, M. D., & Fox, J. (2015, Januari). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education*, pp. 152-161.
- Hartini, S., & Liliarsari, S. (2020, April). Investigation in the introductory nuclear physics course for pre-service physics teachers. *Journal of Physics Conference Series*.
- Hederich-Martinez, C., Camargo-Urbe, A., & Lopez-Vargas, O. (2018). Motivation and use of learning strategies in students, men and women, with different level of schooling. *Journal of Psychological and Educational Research*, pp. 121-146.
- Johnmarshall, R., & Woogul, L. (2014). Student's Classroom Engagement Produces Longitudinal Changes in Classroom Motivation. *Journal of Educational Psychology*, pp. 527-540.
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A.-I. (2021). Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature. *Education Sciences*.

- Kapp, K. (2012, Januari). The Gamification of Learning and Instruction. Game-Based Methods and Strategies for Training and Education. *Pfeiffer*.
- Mese, C. d., & Dursun, O. O. (2019, Juli). Effectiveness of Gamification Elements in Blended Learning Environments. *Turkish Online Journal of Distance Education*, pp. 119-142.
- Miller, R., & Pedro, J. (2006, Januari). Creating Respectful Classroom Environments. *Early Childhood Education Journal*, pp. 293-299.
- Phan, T. T., Nguyen, T. H., & Nguyen, T. N. (2024, Januari 18). Engaging Students in The Learning Process with Game-Based Learning. *International Journal of English Language Studies*, pp. 54-60.
- Reeve, J. (2013). How students create motivationally supportive learning environments for themselves: The concept of agentic engagement. *Journal of Educational Psychology*, pp. 579-595.
- Rizki, I. A., Saphira, H., Alfarizy, Y., Saputri, A. D., Ramadani, R., & Suprpto, N. (2023, Januari). Adventuring Physics: Integration of Adventure Game and Augmented Reality Based on Android in Physics Learning. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, pp. 4-21.
- Sailer, M., Hense, J., Mandl, H., & Klevers, M. (2013). Psychological Perspectives on Motivation through. *Interaction Design and Architecture(s) Journal*, pp. 28-37.
- Sanchez-Mena, A., & Marti-Parreno, J. (2017, Oktober). Drivers and Barriers to Adopting Gamification: Teachers' perspectives. *The Electronic Journal of e-Learning*, pp. 434-443.
- Skinner, E., Kindermann, T., & Furrer, C. (2009, juni). A Motivational Perspective on Engagement and Disaffection Conceptualization and Assessment of Children's Behavioral and Emotional Participation in Academic Activities in the Classroom. *Educational and Psychological Measurement*, pp. 493-525.
- Spathopoulou, F., & Pitychoutis, K. M. (2024, Februari 1). Teachers' attitudes on gamification: The Greek EFL context. *International Journal of Education and Practice*, pp. 163-176.
- Vandersmissen, E. (2022, Februari 24). *Nieuwe ophaalcampagne bij scholen en apotheken*. Retrieved from NIRAS: <https://www.niras.be/nieuwe-ophaalcampagne-bij-scholen-en-apotheken>
- Vansteenkiste, M., Simons, J., Lens, W., & Soenens, B. (2004, Oktober). De kwaliteit van motivatie telt: over het promoten van intrinsieke doelen op een autonomieondersteunende wijze. *Netherlands Journal of Psychology*, pp. 117-128.
- Vrcelj, A., Hoic-Bozic, N., & Holenko-Dlab, M. (2023). Attitudes of Secondary School Teachers towards Gamification. *The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences (EPESS)* (pp. 54-66). Budapest, Hungary: ISRES Publishing.
- Walker, C. O., Greene, B. A., & Mansell, R. A. (2006). Identification with academics, intrinsic/extrinsic motivation, and self-efficacy as predictors of cognitive engagement. *Learning and Individual Differences*, pp. 1-12.

Zourmpakis, A.-I., Kalogiannakis, M., & Papadakis, S. (2023). Chapter 5 A Review of the Literature for Designing and Developing a. In M. F. Taşar, & P. R. Heron, *The International Handbook of Physics Education Research: Teaching Physics* (p. 27). Melville, New York: AIP Publishing.



9 Bijlagen

9.1 Creatief product

9.1.1 Creatief product

In dit onderzoek worden escape rooms gebruikt om de leerstof kernfysica te herhalen. Deze escape rooms zijn gebaseerd op een escape room³ die ontworpen werd voor een Erasmus+ project genaamd BRAVER. Het BRAVER (Blended and Remote teaching Activities supported by Virtual rEality for Radiation sciences) project is een initiatief van een internationaal team bestaande uit zeven Europese partners, waaronder UHasselt, gericht op het opleiden van nieuwe medewerkers in de nucleaire sector. Het project richt zich op het ontwikkelen van virtuele lesomgevingen (VR) en online escape rooms, waarmee studenten en docenten op een aantrekkelijke manier kennis kunnen maken met nucleaire wetenschappen en engineering. De tabel hieronder bevat de leerstofinhoud, verhaallijn en linken van de herwerkte escape rooms.

Tabel 12: Structuur Escape rooms & link



Game	Inhoud	Verhaal & link
Game 1 – H1 Stabiele en instabiele kernen	<ul style="list-style-type: none">• Herhaling bouw van het atoom, massagetal, protonental, neutronental• Elementaire bouwstenen• 4 fundamentele krachten• Natuurlijke en kunstmatige radionucliden• Halveringstijd & toepassingen (¹⁴C)	<ul style="list-style-type: none">• Introductie detective en verhaal lijn• Zoektocht kantoor detective• Zoektocht op vliegtuig <p>Link⁴</p> 
Game 2 – H3 radioactief verval	<ul style="list-style-type: none">• Radioactief verval (alfa, bèta, gamma)• Behoudswetten & notitie kernreacties• Gebruik nuclidekaart• Vervalreeksen	<ul style="list-style-type: none">• Zoektocht in kantoor dr. Fermi• Gevonden item voor verhaal: plannen van een kerncentrale en locatie <p>Link⁵</p> 

³ <https://view.genially.com/64b50ed8ece81f00117f266f>

⁴ <https://view.genially.com/65a17ade2f6eb60014935589>

⁵ <https://view.genially.com/65eac5effd7fdb00142098b7>

Tabel 12: Structuur Escape rooms & link

Game	Inhoud	Verhaal & link
Game 3 – H2 Kernenergie	<ul style="list-style-type: none">• Atomaire massa – eenheid & massadefect• Rustenergie• Bindingsenergie• Kernsplijting en kernfusie• Bouw kerncentrale	<ul style="list-style-type: none">• Zoektocht in Tsjernobyl naar kerncentrale• Zoektocht in kerncentrale• Gevonden item voor verhaal: lege bronmhuksel, radioactieve bron gestolen, ziekenhuis in Duitsland en foto van iemand <p>Link⁶</p> 
Game 4 – H4 Gevaren van ioniserende straling	<ul style="list-style-type: none">• Besmetting en bestraling• ALARA principe• Nodige grootheden en eenheden bij het meten van straling• Natuurlijke en kunstmatige straling• Toepassingen in de radiologie	<ul style="list-style-type: none">• Zoektocht uit Tsjernobyl• Zoektocht in ziekenhuis in Duitsland• Stoppen van de moord van Alexei Vasilyev.• Wereldoorlog 3 stoppen <p>Link⁷</p> 

⁶ <https://view.genially.com/65ed588b8f2706001471a0f1>

⁷ <https://view.genially.com/65ed5896fb0e4e00143f44d9>

Voor elk spel werd een bundel opgesteld voor de leerlingen om in te vullen en één leerkrachtenbundel met de leerplandoelstellingen, oplossingen en evaluatie. Deze kunnen gevonden worden via de QR-code in figuur 29. In het volgend punt worden nog enkele afbeeldingen getoond van het spel indien de linken of QR-codes in tabel 12 niet zouden werken.

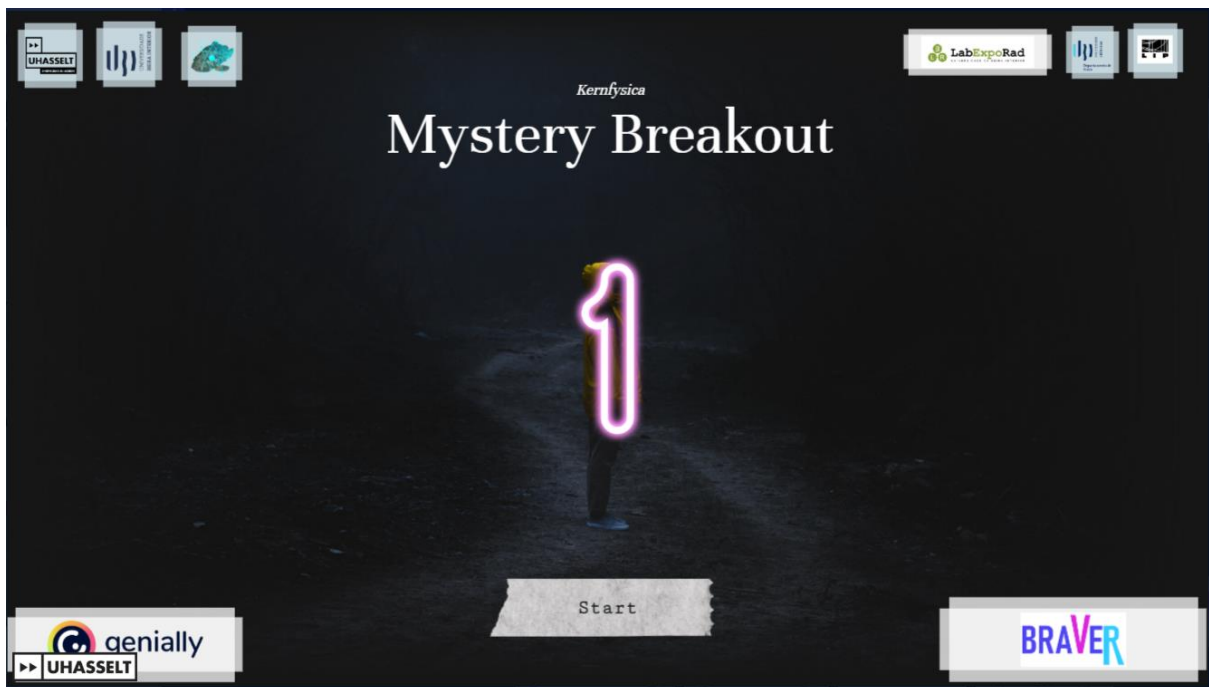


Figuur 29: QR-code Bundels Escape Rooms

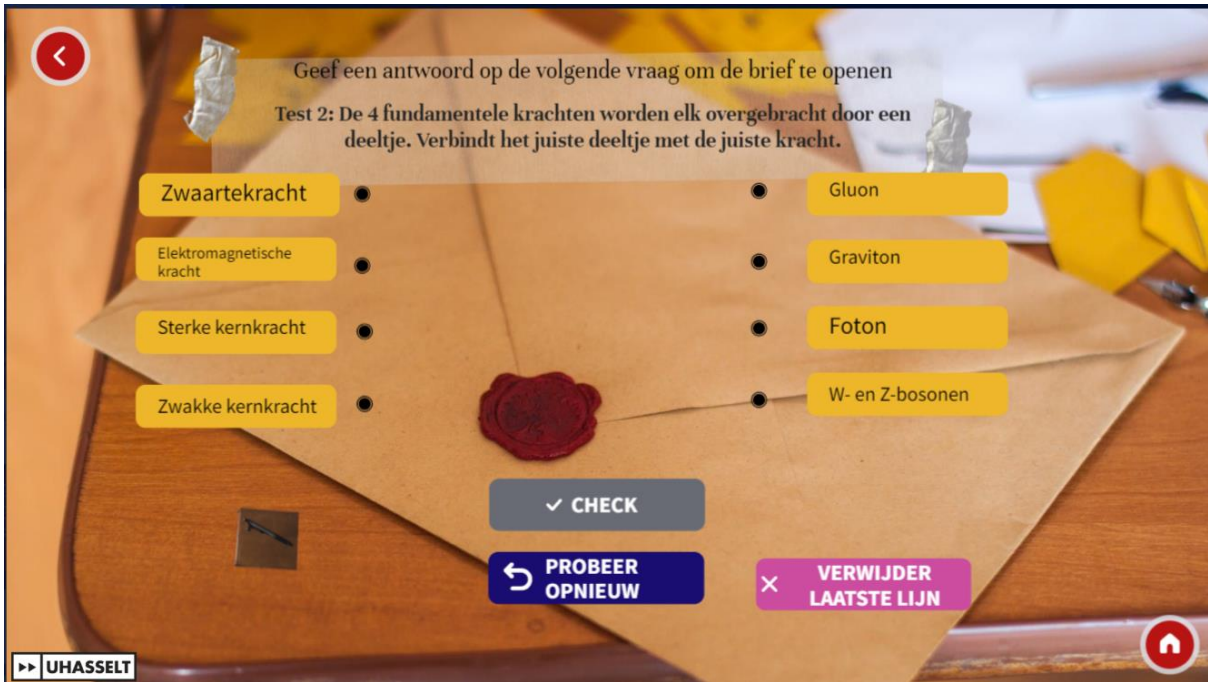
https://drive.google.com/file/d/1DUNvsmdCwR6ghhGJH5MtPLukbAJ4yok5/view?usp=drive_link

9.1.2 Enkele afbeeldingen uit spel

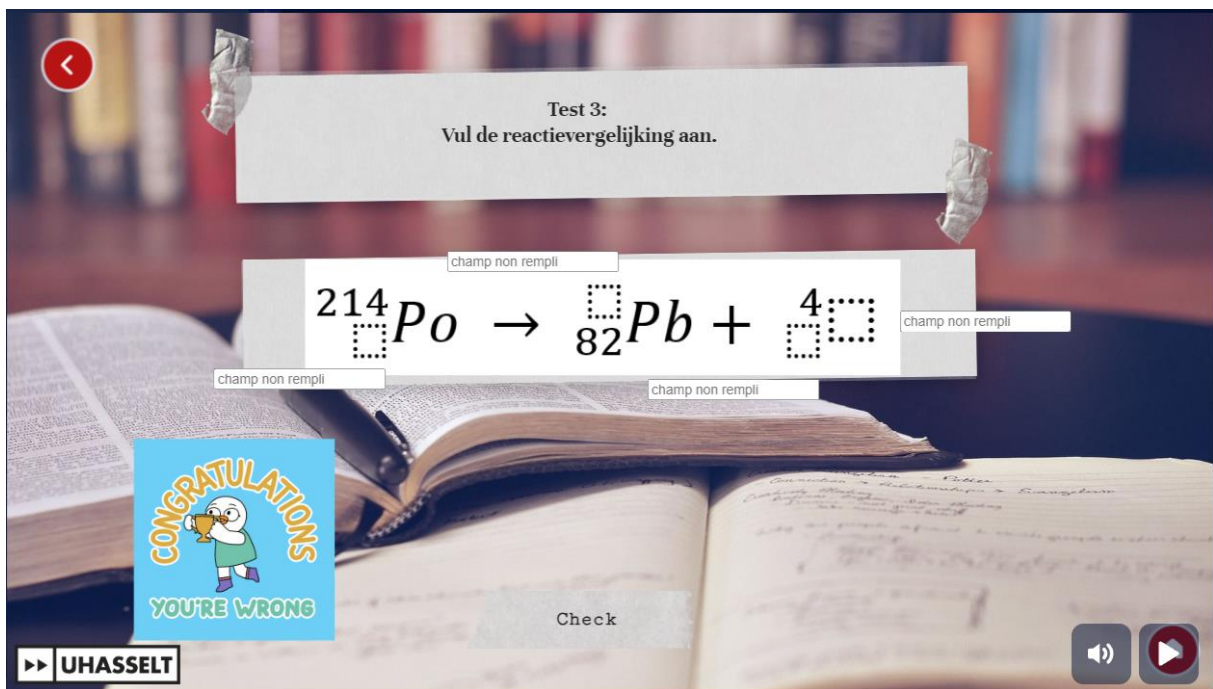
Indien er problemen zijn met de linken naar het spel, werden enkele afbeeldingen toegevoegd.



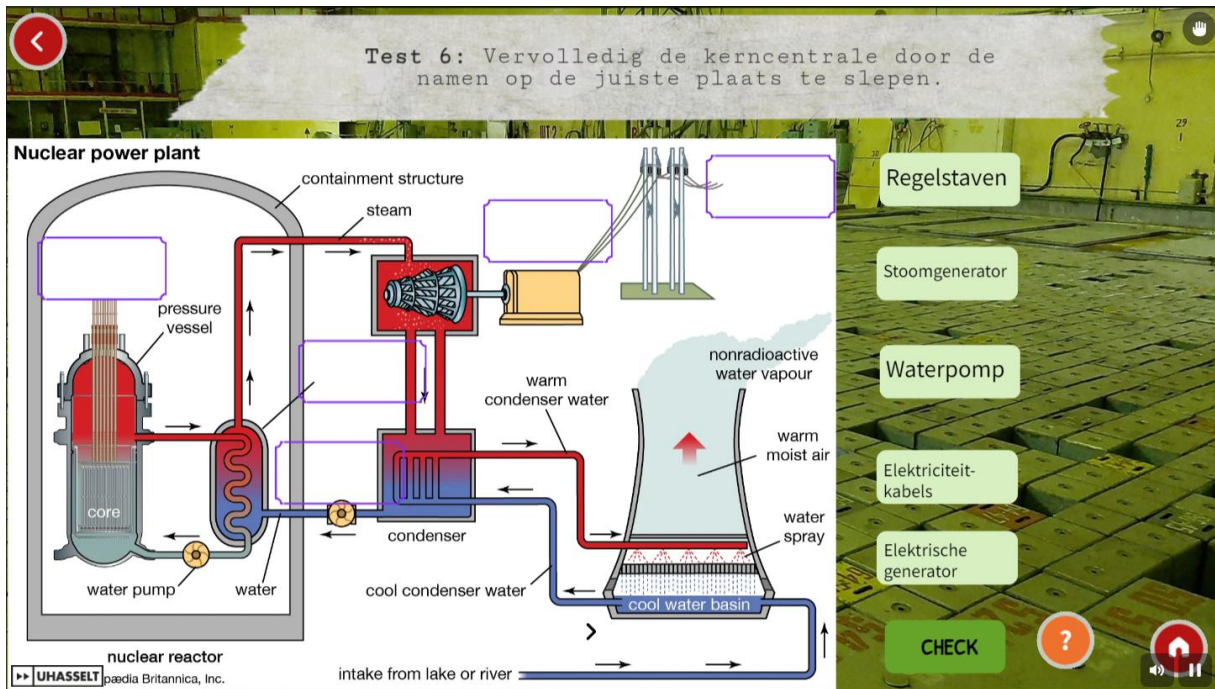
Figuur 30: Afbeelding uit spel - Startscreen Game 1



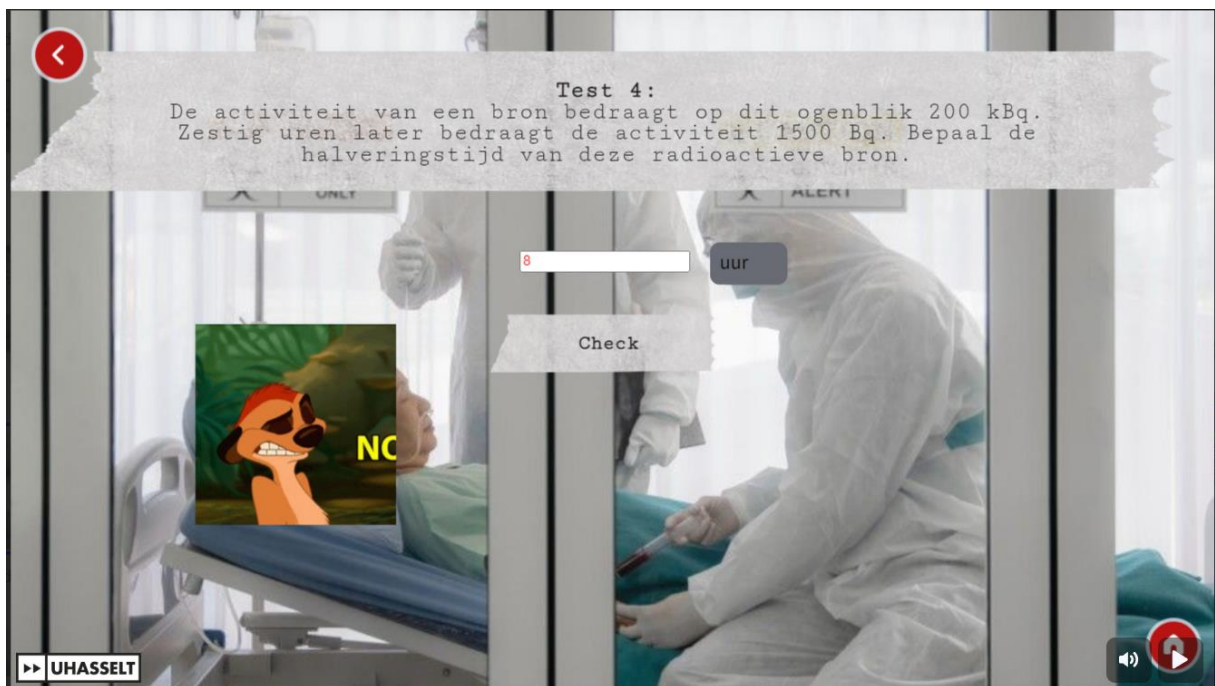
Figuur 31: Afbeelding uit spel - Test 2 - Game 1



Figuur 32: Afbeelding uit spel - Test 3 - Game 2



Figuur 33: Afbeelding uit spel - Test 6 - Game 3



Figuur 34: Afbeelding uit spel - Test 4 - Game 4

9.2 Vragenlijst en resultaten onderzoek context 1 – gamification & GBL bij leerkrachten

De vragenlijsten en volledige resultaten zijn beschikbaar via de QR-code of link:



Figuur 35: QR-code naar bijlage 9.2

https://drive.google.com/file/d/1eelATz2r8cTTspDmWWc74bd8V8KLSIUL/view?usp=drive_link

9.3 Vragenlijst en resultaten onderzoek context 2 – escape room

De vragenlijsten en volledige resultaten zijn beschikbaar via de QR-code of link:



Figuur 36: QR code naar bijlage 9.3

https://drive.google.com/file/d/1Cv7VrwblCs71lxdaLCSg05eEkoRfCvOX/view?usp=drive_link

9.4 Vragenlijst en resultaten onderzoek context 3 – in eigen klas

De vragenlijsten en volledige resultaten zijn beschikbaar via de QR-code of link:



Figuur 37: QR-code voor bijlage 9.4

https://drive.google.com/file/d/1er37d2JwpPQjvudgeXz7grt-GrAf4FzO/view?usp=drive_link