

Het effect van gamificatie op de motivatie van VWO-4 leerlingen

Verslag van Onderzoek van Onderwijs (10 EC variant)

Educatie en Communicatie in de Bètawetenschappen

Richting: Natuurkunde

Afstudeercommissie:
Dr. Jan T. van der Veen
Dr. Ed van den Berg

Student:
ir. Johan Hemssems
j.h.hemssems@student.utwente.nl
S9503439
07-08-2019

Inhoudsopgave

1	Samenvatting.....	4
2	Inleiding	5
2.1	Probleemstelling.....	5
2.2	Onderzoeksvraag en model.....	6
3	Theoretisch en conceptueel kader (fase oriënteren).....	7
3.1	Motivatie	7
3.2	Gamificatie	8
3.3	Gamificatie en motivatie in onderwijs	10
4	Onderzoeksvragen (fase richten)	12
4.1	Onderzoeksvragen.....	12
4.2	Hypothesen	12
5	Methode (fase plannen).....	13
5.1	Context	13
5.2	Procedure	13
5.3	Instrumentkeuze	13
5.4	Ethische aspecten.....	14
5.5	Respondenten	14
5.6	Validiteit en betrouwbaarheid	14
5.7	Analysemethode.....	15
5.8	Lesontwerp.....	15
6	Resultaten en analyse	18
6.1	Voormeting.....	18
6.2	Nameting	21
6.3	Nameting – open vragen	26
7	Conclusies.....	28
7.1	Conclusies deelvragen	28
7.2	Conclusie	29
8	Discussie en aanbevelingen.....	30
8.1	Discussie	30
8.2	Aanbevelingen.....	30
9	Literatuur/Referenties.....	32
10	Bijlagen	34
10.1	Enquête vragen	34
10.2	Resultaten en statistiek	36
10.3	Opgaven voor het opgavenspel.....	38

1 Samenvatting

Tijdens mijn lessen als stagiair natuurkunde docent, eerst bij Het Erasmus en later bij CSG Noordik, merkte ik al snel dat mijn VWO-4 leerlingen niet erg gemotiveerd waren om oefenopgaven te maken in de klas tijdens zelfwerktijd. In dit onderzoek probeer ik een andere methode uit die gebruik maakt van spelelementen om op deze manier interesse en plezier bij de leerlingen aan te wakkeren. Dit fenomeen van het gebruiken van spelelementen of gamedesignelementen in een werk -of leeromgeving is de laatste jaren meer in opkomst en staat bekend als gamificatie.

Het doel van het onderzoek en de interventie door middel van een oefenopgavenspel is om de intrinsieke motivatie van de leerlingen verhogen.

De hoofdonderzoeksvraag luidt als volgt:

Is het gebruik van gamedesignelementen in oefenopgaven bevorderend voor de intrinsieke motivatie van VWO-4 leerlingen om zelfstandig oefenopgaven te maken?

In het verslag wordt ingegaan op de literatuur omtrent motivatie en onderzocht welke factoren van belang zijn voor intrinsieke motivatie van leerlingen. De volgende 3 factoren blijken van belang te zijn: Autonomie, competentie en sociale verbondenheid (Ryan en Deci, 2000a, b).

Er is een les ontwikkeld waarin verschillende gamedesignelementen zijn gebruikt, bijvoorbeeld het gebruik van leaderboards, het verkrijgen van punten, verschillende niveaus (levels) die worden vrijgespeeld na het afronden van eenvoudigere levels, en directe feedback naar de leerlingen.

Het onderzoek gebruikt een gestandaardiseerde vragenlijst die gebruikt wordt om intrinsieke motivatie te meten, namelijk de IMI (Ryan & Deci, 2000a). Deze enquête is afgenomen bij de onderzoeksgroep, een klas met VWO-4 leerlingen, na afloop van een traditionele les waarin de leerlingen een oefentoets hebben moeten maken. Dit levert de nulmeting voor het onderzoek op.

Dezelfde enquête is nog een keer gehouden na afloop van een les waarin het ontwikkelde oefenopgavenspel is ingezet. Daarnaast zijn er aan deze enquête nog specifieke vragen toegevoegd over de game elementen. Andere instrumenten die gebruikt zijn in het vergaren van data zijn de zogeheten tips en tops van de leerlingen, waar alle leerlingen gevraagd werd anoniem sterke punten en verbeterpunten van deze manier van opgaven oefenen te geven. Verder is er gebruik gemaakt van eigen observaties en observaties en feedback van de vakcoach/stagebegeleider.

De belangrijkste resultaten uit het onderzoek zijn dat vooral plezier en interesse van de leerlingen sterk is gestegen in de nameting ten opzichte van de nulmeting. De leerlingen zijn daadwerkelijk meer gemotiveerd om met de oefenopgaven aan de slag te gaan. Dit heeft echter geen direct positief effect op de mate waarin de leerlingen het gevoel hebben competent te zijn, wat ook een indicator voor intrinsieke motivatie is. Er is wel een voorzichtige stijging te zien in het ervaren van autonomie door de leerlingen.

2 Inleiding

Dit verslag is geschreven in het kader van de Master Educatie en Communicatie in de Bètawetenschappen (ECB) voor het vak Onderzoek van Onderwijs (OvO). Dit onderzoek is uitgevoerd tijdens mijn stage aan het CSG Noordik te Almelo, en betreft een onderzoek naar de effecten van gamificatie op de motivatie van leerlingen.

In dit hoofdstuk wordt de schets gemaakt van de huidige situatie, waaruit een probleemstelling voortkomt, het gebruikte onderzoeksmodel en de onderzoeksvragen sluiten het hoofdstuk af.

2.1 Probleemstelling

In VWO-4 worden na het behandelen van de stof in de eerste weken van het onderwijs opgaven geoefend. Door het maken van de oefenopgaven worden leerlingen goed voorbereid op het maken van de toets waarin ze laten zien dat ze de stof beheersen. Oefenen van opgaven, en zodoende ervaring opdoen met systematisch aanpakken en oplossen van problemen, is essentieel binnen het natuurkunde onderwijs. Voor veel leerlingen is het echter een uitdaging om de oefenopgaven daadwerkelijk te maken.

Als docent merk ik dat het gebrek aan motivatie om natuurkunde opgaven te oefenen ook te zien is in het maken van huiswerk. De opgegeven opdrachten worden overgeslagen of onvolledig gemaakt doordat leerlingen te snel opgeven. Daarnaast blijkt uit de leerresultaten van de VWO-4 leerlingen dat de natuurkundige principes nog onvoldoende worden beheerst en oefening wel noodzakelijk is. De opdrachten in de gegeven methode tijdens de lessen zijn echter beperkt en worden veelal in eenzelfde vorm aangeboden. Leerlingen ervaren oefenen van opgaven als een repeterende taak, wat eveneens invloed heeft op de motivatie van de leerlingen. De huidige onderwijspraktijk is er nu op gericht dat er oefenopgaven als huiswerk opgegeven worden en deze in de les besproken worden. Wanneer deze opgaven niet goed voorbereid worden door de leerlingen, wordt er niet effectief geleerd. Juist het oefenen van de opgaven draagt bij aan een goede voorbereiding op het maken van de toets (Streun, 1994).

Het doel van mijn onderzoek en interventie is om de motivatie voor het maken van oefenopgaven bij leerlingen te vergroten.

Bij het zoeken naar een andere aanpak richt ik mij op het integreren van gamedesignelementen bij het maken van oefenopgaven. Dit integreren van elementen uit gamedesign wordt gamificatie genoemd. Ik verwacht dat dit leidt tot een verhoging van gevoel van competentie, autonomie en sociale verbondenheid en meer plezier in het leerproces, en daardoor kan bijdragen aan het verhogen van motivatie bij het maken van de oefenopgaven en het leren van natuurkunde.

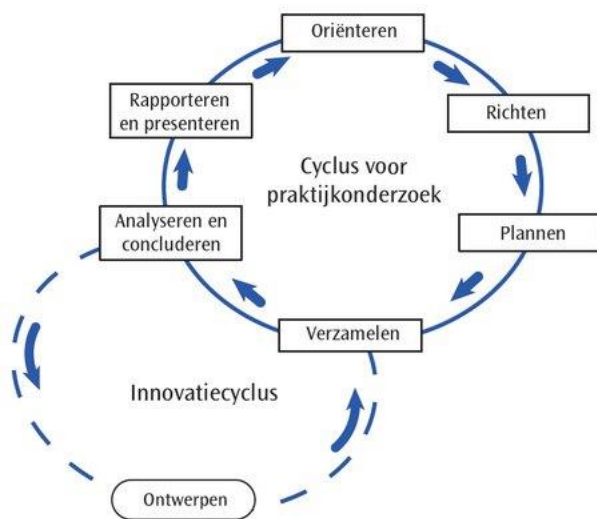
Het begrip 'motivatie' is een veel beschreven onderwerp in de onderzoeksliteratuur. In dit onderzoek wordt ingezoomd op een recente vorm van interventie gericht op het beïnvloeden van motivatie bij leerlingen, genaamd 'gamificatie'. Gamificatie verscheen in 2008 voor het eerst in een niet spel-gerelateerde context en verschijnt de laatste jaren ook steeds meer in het onderwijs (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011). Op het gebied van natuurkunde onderwijs is ook onderzoek gedaan naar het effect van gamificatie. De literatuur beschrijft vooral experimenten die gamificatie inzetten om natuurkundige concepten uit te leggen, bijvoorbeeld door Smith (Smith, 2018). Hoewel dit ook een interessant gebied is, wordt in dit onderzoek de focus gelegd op het motiveren tot het maken van oefenopgaven. De literatuur betreffende verduidelijken van natuurkundige concepten door middel van gamificatie zal verder niet besproken worden in dit onderzoek.

2.2 Onderzoeksvraag en model

De probleemstelling leidt tot de volgende onderzoeksvraag:

Is het gebruik van gamedesignelementen in oefenopgaven bevorderend voor de intrinsieke motivatie van VWO-4 leerlingen om zelfstandig oefenopgaven te maken?

In de aanpak wordt het onderzoeksmodel gevolgd van Van der Donk en Van Lanen (2016) waarin de kernactiviteiten van praktijkonderzoek als cyclus weergegeven wordt (figuur 1). Dit proces bestaat uit een cyclus voor praktijkonderzoek met daarin een innovatiecyclus, wat in dit geval een aangepaste les is waarin gamedesignelementen gebruikt worden.



Figuur 1: Kernactiviteiten van praktijkonderzoek (van der Donk, 2016).

De fase oriënteren (hoofdstuk 2 en 3) heeft tot doel om het probleem en de behoefte goed in beeld te brengen. Daarnaast wordt er een verkenning gedaan van de literatuur waarin de verschillende elementen van de vraagstelling behandeld worden.

In de fase richten wordt het probleem verder afgebakend zodat er een duidelijke focus in het onderzoek is. Dit leidt tot de hoofd- en deelvragen van het onderzoek (hoofdstuk 4).

In de fase plannen worden keuzes gemaakt wat betreft de vormgeving van het onderzoeksproces. Hier worden de ontwerpkeuzes voor de interventie ontworpen en de onderzoeksopzet beschreven. De fase ontwerpen is in dit geval de interventie, de les met gamificatie, zelf. Deze les moet voldoen aan de ontwerpeisen zoals deze opgesteld zijn in de fase plannen (hoofdstuk 5).

In de fase verzamelen worden resultaten verzameld (hoofdstuk 6) zodat deze geanalyseerd (hoofdstuk 6) kunnen worden. Middels deze analyse worden er antwoorden geformuleerd op de onderzoeksvraag en de deelvragen. Dit leidt tot concrete antwoorden in de vorm van conclusies (hoofdstuk 7).

De fase rapporteren en presenteren bestaat uit het onderzoeksverslag en de eindpresentatie.

3 Theoretisch en conceptueel kader (fase oriënteren)

Om tot een goede onderzoeksopzet te komen worden de belangrijkste onderwerpen die gerelateerd zijn aan het onderzoek beschreven.

3.1 Motivatie

Motivatie is een centraal onderwerp in onderzoek binnen de psychologie, want het is de kern van biologische, cognitieve en sociale regulering. Misschien nog belangrijker, in de maatschappij wordt motivatie zeer gewaardeerd vanwege de gevolgen ervan: motivatie produceert. Het is daarom van groot belang voor mensen in functies zoals manager, leraar, leider en coach. Ryan en Deci (2000a) omschrijven motivatie als in beweging komen om iets te doen. Zij stellen dat de mate van, en de reden voor motivatie per activiteit kunnen verschillen. In het onderwijs is het relevant om te weten hoe er invloed op de motivatie van leerlingen uitgeoefend kan worden. Hiermee kunnen leraren de lesstof en het lesplan beter laten aansluiten op behoeften van leerlingen, zodat de leerdoelen effectiever behaald kunnen worden.

3.1.1 Intrinsieke motivatie

De visie op hoe er invloed uitgeoefend kan worden op motivatie is in de loop der jaren veranderd. Vanuit externe regulatie zoals straffen en belonen naar de focus op interne cognitieve processen die dicht bij de persoonlijke behoeften van de leerlingen liggen. Hoe dichter de stimulans van buitenaf bij de persoonlijke behoeften, doelen, verwachtingen en overtuigingen ligt, hoe effectiever deze zal zijn (Brophy, 2013; Cook & Artino, 2016). De beste leerresultaten worden behaald wanneer de leerling intrinsiek gemotiveerd is en geen externe druk of prikkels nodig heeft om te leren. De motivatie van binnenuit, de intrinsieke motivatie wordt ook wel zelfdeterminatie genoemd. Leerlingen met een hoge mate van zelfdeterminatie nemen zelf de verantwoordelijkheid over hun leerproces. Autonomie is de mate waarin een leerling zelf het leerproces bepaalt (Ryan en Deci, 2000a, b). Naast autonomie spelen 'competentie' en 'sociale verbondenheid' een belangrijke rol bij het verhogen van de intrinsieke motivatie. Competentie is de overtuiging van een leerling over zijn eigen kunnen. Sociale verbondenheid staat voor een gevoel van verbondenheid met personen uit de directe omgeving. Het vervullen van de basisbehoeften autonomie, competentie en sociale verbondenheid kan intrinsieke motivatie bevorderen (Ryan en Deci, 2000a; 2000b). Intrinsieke motivatie vormt de belangrijkste motivatie in het bevorderen van het leren (Ryan & Deci, 2000a; Sierens & Vansteenkiste, 2009). Het aanboren van intrinsieke motivatie bij leerlingen is in vele schoolse situaties echter lastig omdat als uitgangspunten plezier en interesse van de leerlingen heeft. Plezier en interesse zijn bij leerlingen op een school niet vanzelfsprekend aanwezig (Brophy, 2013). Dit komt onder andere doordat school verplicht is en er een vaststaand curriculum wordt onderwezen. Ook zitten leerlingen vaak in grote klassen van gemiddeld meer dan vijftientig leerlingen, waardoor het voor de docent moeilijk is om in ieders behoefte te voorzien. Bovendien ervaren sommige leerlingen in een klassensetting met cijfersystemen een sterke mate van sociale- en/of prestatiedruk, wat van negatieve invloed is op het plezier (Brophy, 2013).

3.1.2 Extrinsieke motivatie

Naast intrinsieke motivatie onderscheiden Ryan en Deci (2000a; 2000b) 'extrinsieke motivatie'. Extrinsieke motivatie is motivatie van buitenaf. Dat wil zeggen dat mensen worden aangezet tot actie of in beweging komen door externe prikkels. Het refereert naar handelen met als doel een bepaald resultaat te bereiken (Ryan & Deci, 2000b). Bij extrinsieke motivatie leren de leerlingen niet uit eigen nieuwsgierigheid of interesse, maar laten ze zich leiden door externe prikkels of voorwaarden zoals het voorkomen van straffen en behalen van beloningen. Ook leren om gevoelens zoals schuld, schaamte, angst te vermijden of het zelfvertrouwen te vergroten vallen onder gecontroleerde

extrinsieke motivatie (Cook & Artino, 2016; Ryan & Deci, 2000a, 2000b; Sierens & Vansteenkiste, 2009). Extrinsieke motivatie kent echter ook vormen waarbij de leerling een mate van autonomie ervaart. Dit kan als de leerling de relevantie erkent, omdat deze een persoonlijk doel vervult (Sierens & Vansteenkiste, 2009). Net als bij intrinsieke motivatie is het vervullen van de drie basisbehoeften autonomie, competentie en relationele verbondenheid van belang in het stimuleren van het leerproces door middel van extrinsieke motivatie.

3.2 Gamificatie

In de huidige maatschappij is het spelen van spellen op een mobiele telefoon of een console een dagelijkse activiteit van het grootste deel van de kinderen, namelijk 91,8%. (CBS statline, 2019). Door internet en de digitale media is de wijze waarop kinderen informatie opnemen veranderd. Leerlingen zijn gewend om zelf dingen op te zoeken, zich te verdiepen en om actief met informatie bezig te zijn. Lesmethoden die vooral een beroep doen op het passief luisteren naar de docenten verliezen hun kracht bij deze nieuwe generatie leerlingen (Oblinger, 2014).

Gamificatie is het inzetten van gamedesign elementen in niet-spel activiteiten (Deterding et al., 2011). Deze definitie is echter voor dit onderzoek niet afdoende omdat de relatie met motivatie hierin ontbreekt. In de definitie van Kapp (2012) komt de connectie tussen motivatie en gamificatie wel naar voren. Kapp omschrijft gamificatie als: “het gebruik van spel-gerelateerde mechanismen, esthetiek en speldenken om mensen te engageren, motiveren, leren te stimuleren en problemen op te lossen” (Kapp, 2012). Een combinatie van de twee definities wordt in dit onderzoek gebruikt als uitgangspunt voor gamificatie, namelijk: het gebruik van gamedesignelementen in een niet-spel gerelateerde context om mensen te engageren, motiveren, leren te stimuleren en problemen op te lossen. De techniek van gamificatie zorgt ervoor dat mensen aangemoedigd worden om saaie of vervelende taken alsnog met plezier uit te voeren. Gamificatie is dus eigenlijk een proces om activiteiten meer gameachtig te maken door beloningen en andere factoren die games leuk en boeiend maken toe te voegen aan activiteiten, zodat mensen actief deel willen nemen. De betrokkenheid, loyaliteit en het plezier van de gebruiker wordt verhoogd door het toevoegen van gamedesignelementen (Miller, 2013).

3.2.1 Gamedesign elementen

Gamedesignelementen worden steeds vaker in het onderwijs ingezet. Gamedesignelementen zijn bijvoorbeeld de inzet van punten, badges, leaderboards en het gebruik van een storyline. Er worden een achttal gamedesignelementen onderscheiden die in het onderwijs ingezet kunnen worden (Nah, 2014).

1. Punten behalen: Punten hebben tot doel om de mate van succes aan te geven. De punten kunnen als beloning of als indicatie van niveau ingezet worden. Er zijn verschillende soorten punten, zoals Experience points (XP), deze worden gewonnen als er een taak volbracht is. Steam points, deze punten zijn eenheden die in de game ingezet kunnen worden, als betaal- of ruilmiddel. In het onderwijs kunnen punten ook staan voor het aantal credits (EC) dat behaald is.
2. Levels/Stages: Het level systeem worden in games gebruikt om spelers het gevoel van progressie te geven. Makkelijke levels worden sneller behaald en moeilijke levels kosten meer inzet. In games is het gebruik van levels populair. In onderzoek over het gebruik van levels in onderwijs blijkt dat dit niet direct leidt tot een verschil in progressie van de leerling.
3. Badges: Badges worden ingezet om aan te geven dat een bepaalde taak voltooid is. In het leerproces helpt het inzetten van badges bij de motivatie van de leerling om door te gaan naar de volgende taak. Badges zijn een soort minibeloning, enigszins vergelijkbaar met de stickers die vroeger

werden uitgedeeld, maar het verschil is dat de badges ook voor iedereen zichtbaar zijn en een statussymbool functie vervullen. Wanneer alleen badges worden ingezet, zal dit vooral de extrinsieke motivatie verhogen.

4. Leaderboards: Leaderboards, of scoreborden, zijn een visuele presentatie van wat een speler bereikt heeft ten opzichte van anderen. Het doel van leaderboards is om de motivatie te verhogen en om prestatiedrang te verhogen. Om demotivatie te vermijden voor degenen die lager staan wordt in het leaderboard niet alle info getoond of alleen de hoogste scores van de speler zelf. Volgens onderzoek van O'Donovan et al. (2014) is het gebruik van leaderboards in onderwijs het meest effectief om de motivatie van leerlingen te verhogen.

5. Prijzen en beloningen: Het gebruik van prijzen is effectief gebleken om leerlingen te motiveren. De timing en de grootte van de prijs heeft invloed op de motivatie. Er kan gesteld worden dat het effectiever is om meerdere kleine prijzen te geven in plaats van 1 grote prijs. De timing van het geven van prijzen moet goed in balans zijn gedurende het leerproces. In games zijn er meestal karakter upgrades, waardoor je als speler meer mogelijkheden hebt tot het personaliseren van een avatar en daaraan zien anderen hoever je bent. Net als bij badges is hier is de motivatie vooral extrinsiek, maar kan na verloop van tijd wel overgaan in intrinsieke motivatie, wanneer aan de andere voorwaarden als gevoel van competentie en ervaren van autonomie voldaan is.

6. Progressie bars: Progressiebalken worden gebruikt om te laten zien hoever iemand is ten opzichte van volledige voltooiing. Progressie helpt in de motivatie omdat het dient als stimulans om (sub)doelen te bereiken.

7 Verhaallijn: Verhaallijnen refereren naar het verhaal in het spel. Een goede verhaallijn helpt in de motivatie van de leerling doordat het verhaal uitdagend of boeiend is om te blijven volgen. Een goed verhaal helpt in het begin en eind van het leerproces. Daarnaast geeft een verhaallijn context binnen het leerproces.

8. Feedback: De frequentie, kwaliteit en snelheid van feedback helpen de leerling om betrokken te blijven bij het leren. Hoe vaker er feedback gegeven wordt, hoe effectiever het leerproces. Heldere, begrijpelijke en snelle feedback zorgen ervoor dat de leerling in een flow blijft.

3.2.2 Gamificatie om gedrag te veranderen

Bij gamificatie wordt gepoogd om de motivatie van leerlingen te verhogen door interesse en plezier aan te wakkeren. Een veelgehoorde quote luidt: "Fun can change behavior for the better". Door inzet van "fun" (plezier) lukt het om gewenst gedrag te bewerkstelligen. Zo is het gelukt om meer mensen de trap te laten gebruiken in de metro van Stockholm in Zweden doordat elke traptrap een pianonoot representeerde. Door dit "fun" element uit de gamificatie toe te voegen steeg het trapgebruik met 66% ten opzichte van de roltrap (Huang & Soman, 2013).

Het voorbeeld laat zien dat plezier en uitdaging mensen engageert en motiveert een taak te volbrengen (Huang & Soman, 2013). Dit geldt ook voor het onderwijs. Als de leerling een leeractiviteit als plezierig en interessant ervaart, ongeacht de uitkomst, zal deze intrinsiek gemotiveerd zijn de aandacht bij de taak te houden. In het onderwijs vormt motivatie daardoor de sleutel tot leren (Buckley & Doyle, 2016).

Sebastian Deterding, User Experience Designer en onderzoeker, stelt dat gamificatie niet alleen gaat over het toepassen van gameprincipes en het leuker maken van datgene dat gedaan moet worden. De inzet van gamedesignelementen moet ook van betekenis zijn. Gamemechanismen moeten volgens Deterding een verband hebben met iets wat een intrinsieke waarde heeft voor de gebruiker.

Wanneer dit niet het geval is zal de gebruiker slechts een oppervlakkig gevoel krijgen wat spoedig zal leiden tot het stoppen met de activiteit. Deterding vindt dat games aantrekkelijk zijn doordat ze vrijwillig worden gespeeld, dit dient ook in gamificatie terug te komen. De gebruiker moet het gevoel krijgen dat de acties vrijwillig worden gedaan, hierdoor heeft het uitvoeren van de acties een hogere intrinsieke waarde (Deterding, 2011).

Mensen kunnen door gamificatie aangemoedigd worden om taken die als vervelend worden ervaren toch met plezier uit te voeren. Door het toepassen van gamificatie wordt de betrokkenheid, loyaliteit en het plezier van de gebruiker verhoogd. De gebruiker krijgt plezier terug voor de investering van tijd, de activiteiten hebben geen grote gevolgen voor de gebruiker en zijn laagdrempelig. Deterding is van mening dat de sleutel naar hoge loyaliteit en betrokkenheid is het toevoegen van zingeving, meesterschap en autonomie aan gamificatie, zodat gamificatie waardevoller wordt voor de gebruiker. Anderzijds stelt hij dat mensen snel afhaken in het huidige gebruik van gamificatie, doordat de gebruiker niet genoeg gemotiveerd wordt door gamebeloningen, zoals levels, punten en badges. Gamificatie kan daarom het best gezien worden als ondersteunend middel om motivatie tot gedragsverandering te verhogen. Voor leerlingen dient gamificatie om negatieve emoties die ze voor leren in een traditionele onderwijssetting hebben te verminderen. Binnen games is het voor leerlingen normaal dat ze een eerste keer een level niet halen, ze blijven echter proberen en zullen steeds iets verder komen. Door “learning by failure” technieken uit de gamificatie krijgen ze een andere benadering tot het opnemen van kennis en opdoen van vaardigheden. Het grote voordeel van gamificatie in deze context is dat het falen geen schaamte gevoelens met zich meebrengt. Docenten kunnen aan de andere kant beter bijhouden hoe de student scoort en hoever hij of zij is in het leerproces. Dit geeft de mogelijkheid tot feedback die past bij het level, ofwel de voortgang van de leerling (Garris, 2002).

3.3 Gamificatie en motivatie in onderwijs

Het is aannemelijk dat de toepassing van gamificatie, middels gamedesignelementen in het onderwijs de motivatie van leerlingen bevordert. Glover (2013) suggereert dat engagement van leerlingen bij onderwijs duidelijk is wanneer er een competitieve teamgeest, discussie en debat is binnen de onderwijscontext. Bovendien wordt de betrokkenheid versterkt wanneer leerlingen worden geconfronteerd met gerichte doelen, uitdagende taken, een authentiek en meeslepend verhaal, een zekere nieuwigheid en een verscheidenheid aan interessante personages en rollen (Faria, 2009).

Het stimuleren van positief leergedrag wordt gezien als het belangrijkste voordeel van gamificatie. Individuen, leerlingen, hebben echter verschillende leermotivaties. Sommigen leren voor hun plezier of om nieuwsgierigheid te bevredigen, terwijl anderen leren om beloningen te verkrijgen (bijvoorbeeld een baan met hoge status en/of financiële beloningen). Duidelijk is hierin onderscheid aan te geven in intrinsieke en extrinsieke gemotiveerde leerlingen. Glover (Glover, 2013) suggereert dat motivatie van leerlingen een belangrijke bepalende factor is voor hoe leerlingen reageren op leeractiviteiten. Hoewel sommigen gemotiveerd kunnen zijn door gamificatie, kan het anderen demotiveren. Als gamified learning een verschillende impact heeft op leerlingen ontkent dit niet het nut ervan, het pleit eerder voor het opnemen van gamedesignelementen als onderdeel van het onderwijs. Er moet gekozen worden voor elementen die ervoor zorgen dat geen type leerling systematisch wordt benadeeld. Zo is het aannemelijk dat werkstukken zoals essays en reflecterende opdrachten, leerlingen met een relatief hoge intrinsieke motivatie bevoordelen. Het inzetten van gamedesignelementen kan daardoor juist zorgen voor een evenwichtige balans (Buckley & Doyle, 2016).

Een belangrijk voordeel van gamificatie is dat gamedesignelementen kunnen worden gebruikt als een middel om de betrokkenheid en participatie van leerlingen te controleren en in het algemeen te vergroten (Kapp, 2012). De studie van Buckley en Doyle (2016) levert bewijsmateriaal ter onderbouwing van deze notie, met als belangrijk voorbehoud dat het geen eenvoudige relatie is tussen gamificatie en het verhogen van de betrokkenheid. Gamificatie heeft invloed op leerlingen met verschillende soorten motivatie. Het onderzoek van Buckley en Doyle (2016) toont aan dat gamificatie bijzonder effectief is voor leerlingen die intrinsiek gemotiveerd zijn. Om gamificatie in educatie succesvol te laten zijn is het van belang dat de gamedesignelementen aansluiten bij de drie eerder genoemde basisbehoeften met betrekking tot motivatie van de leerling; autonomie, competentie en sociale verbondenheid (Ryan, 2000a). In de volgende alinea's worden de meest gebruikte gamedesignelementen onderzocht door Dicheva (2014), toegelicht en gekoppeld aan deze drie basisbehoeften.

3.3.1 Gamedesignelementen en autonomie

Het geven van keuzevrijheid is een gamedesignelement dat tegemoet komt aan de basisbehoefte autonomie. Keuzevrijheid houdt in dat de leerlingen zelf kunnen kiezen welke opdrachten zij willen maken, hoe ze dit doen, in welke volgorden en in welk tempo (Brophy, 2013; Dicheva, 2014). Het gamedesignelement 'vrijheid om te falen' speelt ook in op de basisbehoefte autonomie. Leerlingen worden in games uitgedaagd risico's te nemen en te experimenteren, zonder dat zij hierop beoordeeld worden met een cijfer (Buckley & Doyle, 2016; Dicheva, 2014; Stott & Neustaedter, 2013).

3.3.2 Gamedesignelementen en competentie

Door 'directe feedback', een ander gamedesignelement, weten leerlingen meteen of wat ze gedaan hebben goed of fout is. Ze kunnen daarna meteen hun strategie aanpassen en zichzelf voorbereiden op de volgende opdracht. (Brophy, 2013; Buckley & Doyle, 2016; Stott & Neustaedter, 2013).

In games is er buiten directe feedback ook de mogelijkheid de 'voortgang te monitoren' van het begin tot het uitspelen van het spel. Dit kan bijvoorbeeld door middel van een voortgangsbalk, een puntensysteem of verschillende levels (Glover, 2013; McGonigal, 2011; Stott & Neustaedter, 2013).

Het monitoren van de voortgang heeft als doel de leerling bewust te maken hoever hij is in het bereiken van zijn doel (Glover, 2013). Deze elementen versterken allen het gevoel van competentie van de leerling.

3.3.3 Gamedesignelementen en sociale verbondenheid

Het toepassen van het 'competitieve element' uit de gamificatie staat gedeeltelijk in contrast met het traditionele onderwijs. In veel games is het competitieve aspect terug te zien in de vorm van een leaderboard waarin iedereen elkaars voortgang kan zien (Buckley & Doyle, 2016). Deze weergave van hoe een leerling ervoor staat ten opzichte van een andere leerling maakt het mogelijk dat een leerling zich direct met anderen kan vergelijken. Deels wordt hieraan ook geappelleerd aan de competentie factor van motivatie omdat ze inzicht krijgen in eigen kunnen (Hanus & Fox, 2015). De erkenning en het respect die leerlingen van leeftijdsgenoten krijgen voor geleverde prestaties zorgen ervoor dat de leerling zich verbonden voelt met de omgeving (Oblinger, 2004). Dit sluit aan bij de basisbehoefte sociale verbondenheid van Ryan en Deci (2000a; 2000b). Echter, voor sommige leerlingen kan het ook confronterend zijn dat hun scores met iedereen gedeeld worden, wat kan zorgen voor wat sociale onveiligheid (Hanus & Fox, 2015).

4 Onderzoeksvragen (fase richten)

Op basis van het literatuuronderzoek worden hoofd- en deelvragen opgesteld. De hypotheses die daarbij gedaan worden zijn gebaseerd op de bevindingen uit het literatuuronderzoek.

4.1 Onderzoeksvragen

4.1.1 Hoofdvraag:

Hoofdvraag: Is het gebruik van gamedesignelementen in oefenopgaven bevorderend voor de intrinsieke motivatie van VWO-4 leerlingen om zelfstandig oefenopgaven te maken?

Om deze hoofdvraag te beantwoorden worden een aantal deelvragen geformuleerd die richting geven aan het onderzoek.

4.1.2 Deelvragen

Deelvraag 1: Hoe intrinsiek gemotiveerd zijn leerlingen voor het maken van oefenopgaven voor natuurkunde in de huidige situatie?

Door het beantwoorden van deze vraag krijgen we helder inzicht in de huidige situatie, en vormt een zogeheten nulmeting voor dit onderzoek. Wanneer dat duidelijk is geworden kan de interventie worden ingezet, in deze het oefenopgavenspel. Om de effecten daarvan te meten wordt een tweede deelvraag geformuleerd die in het onderzoek beantwoord dient te worden:

Deelvraag 2: Hoe intrinsiek gemotiveerd zijn leerlingen voor het maken van oefenopgaven met de inzet van het oefenopgavenspel?

Deze tweede vraag wordt beantwoord door een meting na de interventie waarin het opgavenspel is gespeeld. Na de nulmeting zal er dus een nameting moeten plaatsvinden om het effect van de interventie te kunnen bepalen.

Deelvraag 3: In hoeverre helpen de individuele gamedesignelementen uit het oefenopgavenspel bij de motivatie van de leerlingen om zelfstandig oefenopgaven te maken?

In deze deelvraag wordt specifiek ingegaan op de gebruikte gamificatie elementen. Per gamificatie element wordt onderzocht of er een bepaald effect is te zien in de motivatie van de leerlingen.

4.2 Hypothesen

De hypotheses zijn opgesteld op basis van de literatuurstudie en eigen ervaring met de leerlingen. De hypotheses verwoorden de verwachte uitkomsten van het onderzoek. In de hypotheses wordt ingegaan op de motivatie door een uitspraak te doen over de basisbehoeften voor intrinsieke motivatie, namelijk autonomie, ervaring van competentie en sociale verbondenheid.

Hypothese 1: Ik verwacht dat de leerlingen meer plezier ervaren bij het maken van de oefenopgaven met gamedesignelementen ten opzichte van een les waarin de opgaven worden gemaakt zonder gamificatie toe te passen

Hypothese 2: Ik verwacht dat leerlingen, doordat ze hun eigen score kunnen zien op het leaderboard en directe feedback krijgen van de docent, meer vertrouwen hebben in hun eigen competentie.

Hypothese 3: Ik verwacht dat de inzet van gamedesignelementen een positieve invloed heeft op het ervaren van autonomie ten opzichte van een traditionele les.

5 Methode (fase plannen)

In dit onderzoek wordt de les ontwikkeld met behulp van gamificatie waarin oefenopgaven voor het vak natuurkunde gemaakt worden. Het doel van het onderzoek is om te kijken welke invloed dit heeft op de intrinsieke motivatie van de leerlingen.

5.1 Context

Het onderzoek wordt uitgevoerd tijdens de lessen aan VWO-4. De leerlingen hebben in de voorgaande lessen de theorie uitgelegd gekregen en het doel van de laatste lessen is om leerlingen voor te bereiden op de toets. Het voorbereiden wordt gedaan middels het maken van oefenopgaven tijdens de les en als huiswerkopdrachten.

5.2 Procedure

Dit onderzoek richt zich op het maken van oefenopgaven tijdens de les. Door inzet van gamificatie wordt gekeken of de leerlingen meer gemotiveerd zijn om de oefenopgaven te maken. De eerste meting, voormeting, wordt gedaan na een traditionele les waarin oefenopgaven gemaakt worden. De nameting wordt gedaan na een les waarin gamificatie elementen zijn gebruikt tijdens de les. Beide metingen worden bij dezelfde klas gedaan. Tussen beide lessen zit één lesweek.

5.3 Instrumentkeuze

Deelvraag 1: Hoe intrinsiek gemotiveerd zijn leerlingen voor het maken van oefenopgaven voor natuurkunde in de huidige situatie?

Om deze deelvraag te beantwoorden wordt een vragenlijst afgenomen na een les waarin op een traditionele wijze oefenopgaven in de les gemaakt worden. Voor de vragenlijst wordt gebruik gemaakt Google Forms. Er is voor Google Forms gekozen omdat direct na het invullen van de enquête een overzichtelijke, visuele weergave van de resultaten te zien is. De respons is niet te herleiden naar individuele leerlingen en is daarmee volledig anoniem. De vragenlijst wordt aangevuld met eigen observaties van het verloop van de les. Zo zal ik de leerlingen observeren terwijl ze bezig zijn.

Voor de vragen in de enquête is gebruik gemaakt van de gestandaardiseerde vragenlijst 'Intrinsic Motivation Inventory' (IMI) van Deci, Koestner en Ryan (Deci, 2001). In het theoretisch kader van dit onderzoek wordt de zelfdeterminatietheorie als basis genomen voor het beschrijven en verklaren van motivatie. De IMI is gericht op de verschillende factoren die ten grondslag liggen aan intrinsieke motivatie. De vragenlijst bestaat uit 22 stellingen (bijlage 1). De leerlingen geven per stelling aan in hoeverre ze het ermee eens zijn. Er wordt gebruik gemaakt van een 7-puntsschaal, waarin 1 staat voor 'helemaal niet waar' en 7 voor 'helemaal waar'.

De vragenlijst is via de website Vernieuwonderwijs.nl (geraadpleegd op 02 mei 2019) verkregen. De score informatie komt van dezelfde bron. De scores zijn in 4 categorieën in te delen, namelijk:

- Interesse/plezier
- Ervaren van competentie
- Ervaren van autonomie
- Druk/spanning

In de nulmeting, uitgevoerd met de IMI, zijn verschillende factoren opgenomen die ten grondslag liggen aan intrinsieke motivatie. Deze zijn onder te verdelen in vier categorieën: plezier/interesse, ervaren competentie, ervaren autonomie en druk/spanning. De laatste categorie is een negatieve voorspeller van intrinsieke motivatie.

Deelvraag 2: Hoe intrinsiek gemotiveerd zijn leerlingen voor het maken van oefenopgaven met de inzet van het oefenopgavenspel?

Deelvraag 3: In hoeverre helpen de individuele gamedesignelementen uit het oefenopgavenspel bij de motivatie van de leerlingen om zelfstandig oefenopgaven te maken?

Om deelvraag 2 en 3 te beantwoorden wordt dezelfde vragenlijst afgenomen als bij deelvraag 1. Dit om het verschil in de motivatie te meten. In de vragenlijst die bij de nameting is gebruikt zijn elf vragen toegevoegd die zich specifiek richten op de ingezette gamedesignelementen. Deze zijn gekoppeld aan de motivatie categorieën om zo een uitspraak te kunnen doen aan het effect van de individuele game-design elementen en intrinsieke motivatie.

Voor de vragenlijst wordt gebruik gemaakt Google Forms. Ook zullen er 2 open vragen gesteld worden aan de leerlingen. Er zal ze gevraagd worden om het geven van tips en tops, respectievelijk verbeterpunten en sterke punten van deze manier van oefenopgaven maken. Daarnaast vul ik dit aan met eigen observaties van het verloop van de les en de observaties van de stagebegeleider/vakcoach.

De vragenlijsten zijn opgenomen in bijlage 10.1

5.4 Ethische aspecten

Binnen dit onderzoek zal rekening gehouden worden met ethische aspecten. Dit wordt gedaan door transparant te zijn over de inhoud van het onderzoek naar leerlingen en vakdocenten. Er wordt van tevoren toestemming gevraagd voor het afnemen van de enquêtes. Als extra waarborg wordt de data verzameld via google Forms, deze wordt zonder login ingevuld en er is daardoor geen mogelijkheid de antwoorden terug te herleiden naar individuele leerlingen. In de afsluitende vraag van de Google Forms enquête wordt nogmaals gevraagd om toestemming voor gebruik in dit onderzoek.

5.5 Respondenten

De onderzoeksgroep bestaat uit 26 VWO-4 leerlingen in de leeftijd van ongeveer 16 jaar. Dit is de groep die ik een half jaar tijdens de stage les heb gegeven. Ik heb gemerkt dat deze doelgroep met moeite aan de slag gaat met natuurkunde oefenopgaven. Bij de huiswerkcontrole blijkt regelmatig dat meerdere leerlingen de opdrachten niet of onvolledig gemaakt hebben. Met name tijdens lesonderdelen waarin de leerlingen zelf actief met de stof bezig moeten gaan zijn leerlingen snel afgeleid. Ook lukt het zelfstandig maken van oefenopgaven lang niet alle leerlingen. Dit doet mij vermoeden dat deze doelgroep weinig gemotiveerd is de natuurkunde opgaven te oefenen. Deze observatie wordt gedeeld door de vakcoach (en vaste docent van de klas). Deze klas is een samengestelde clusterklas en is opgebouwd uit leerlingen uit 3 verschillende VWO-4 klassen.

5.6 Validiteit en betrouwbaarheid

Door een gestandaardiseerde wetenschappelijke vragenlijst voor de enquête te gebruiken wordt de betrouwbaarheid van de onderzoek vergroot. De validiteit wordt geborgd door gebruik te maken van een 7-puntschaal in de IMI. Een oneven schaal laat meer nuance toe dan een even schaal en heeft hierdoor de voorkeur.

De gebruikte gamificatie elementen uit de literatuur zijn gekoppeld aan motivatie categorieën, dit verhoogt de validiteit.

Het onderzoek is uitgevoerd onder dezelfde groep leerlingen. Dit is belangrijk want verschillen tussen de klassen zijn vaak best groot, dit maakt ook dat de resultaten niet te generaliseren zijn naar andere leerlinggroepen.

Er is een verschil tussen de categorieën die in de literatuurstudie zijn beschreven en die in de IMI vragenlijst worden gebruikt. In de literatuur wordt sociale verbondenheid benoemd, deze wordt in de IMI vragenlijst echter niet meegenomen. In de conclusies zal geprobeerd worden het aspect sociale verbondenheid wel te behandelen zover dat mogelijk is uit vanuit de resultaten. In de IMI vragenlijst wordt stress/spanning als negatieve voorspeller van intrinsieke motivatie gemeten. Deze is in de literatuurstudie wordt hier niet specifiek op ingegaan. Er is ondanks dit verschil wel voor de IMI vragenlijst gekozen omdat deze wetenschappelijk gestandaardiseerd is.

5.7 Analysemethode

5.7.1 Score informatie

Enkele vragen in de enquête zijn omgekeerd gesteld. Om de score juist te kunnen verwerken wordt de gegeven antwoord van 8 afgetrokken en dat resultaat wordt gebruikt als het resultaat van de vraagscore voor die betreffende vraag. Dit proces van spiegelen van de data wordt bij de vragen 2, 9, 11, 14, 19 en 21 toegepast.

5.7.2 Analyse

Per categorie worden de scores gemeten door de gemiddelden te nemen per vraag. Er wordt geen onderscheid gemaakt in sekse of leeftijd aangezien alle gegevens anoniem verzameld zijn.

In de voormeting zijn de factoren opgenomen die volgens de literatuur bijdragen aan intrinsieke motivatie. De vier categorieën die in de IMI worden onderscheiden zijn interesse/plezier, ervaren competentie, ervaren autonomie en druk/spanning. De laatste is een negatieve voorspeller van intrinsieke motivatie.

De resultaten van de voormeting en de nameting worden met elkaar vergeleken door middel van een student t-test. Het verschil tussen de voor- en de nameting wordt als significant beschouwd, wanneer de p-waarde uit de t-test kleiner is dan 0.05.

Tevens zijn er in de nameting vragen aan de IMI vragenlijst toegevoegd die specifiek gaan over de gamificatie elementen. Tevens worden de resultaten uit de open vragen (tips en tops) en mijn persoonlijke observatie meegenomen in de analyse.

5.8 Lesontwerp

Het ontwerp van het oefenopgavenspel is in de volgende zes stappen tot stand gekomen, de stappen zijn gebaseerd op het stappenplan beschreven door Gerben Bakker in Handboek Natuurkundendidactiek (Bakker in Kortland, Mooldijk & Poorthuis, 2017). Achter elke stap staat kort beschreven hoe er in dit onderzoek invulling is gegeven aan deze stap. Daarbij is bij het ontwerpen van het oefenopgavenspel de leertheorie van de “zone van de naaste ontwikkeling” van Vygotsky toegepast. Dit houdt in dat het eerste level zelfstandig en zonder hulp opgelost kan worden. De opvolgende levels liggen altijd binnen het ontwikkelingsniveau van de leerling en zou met hulp van medeleerlingen of eventueel begeleiding van de docent opgelost kunnen worden (Berk, 1995).

5.8.1 Stappenplan

Beoogde opbrengsten: Het doel is dat meer leerlingen met de oefenopgaven aan de slag gaan. Tijdens de les moeten leerlingen minimaal de eenvoudige opgaven maken en zich daarnaast uitgedaagd voelen om lastigere vragen te maken, rekening houdend met de eerdergenoemde “zone van naaste ontwikkeling” van Vygotsky. Aan het eind van de les moeten de leerlingen een tevreden

gevoel hebben en zich gemotiveerd voelen om zelfstandig oefenopgaven te maken. Dit door het gevoel van competentie te verhogen omdat er succes behaald wordt.

Doelgroep: in de klas zitten 26 leerlingen van ongeveer 16 jaar.

Gewenst gedrag: De leerlingen zijn gemotiveerd aan de slag met het maken van oefenopgaven. De leerlingen vinden het leuk om antwoorden te vinden en hiermee punten te scoren. Het maken van de oefenopgaven in spelvorm en het succes dat ze hiermee behalen, zou moeten leiden tot intrinsieke motivatie om zelf ook aan de slag te gaan met oefenopgaven.

Medium: De leerlingen werken met pen en papier op de opgavenbladen die van te voren geprint zijn door de docent. De docent gebruikt een Excel in de vorm van een leaderboard waarop de behaalde punten voor de klas zichtbaar zijn op het scherm. Feedback wordt mondeling gegeven.

Stimulansen: De leerlingen worden gestimuleerd omdat ze tegen elkaar spelen. Elk goed antwoord levert punten op. Op het scherm is door middel van een leaderboard zichtbaar hoe de leerlingen scoren. De leerlingen werken in duo's. Het winnende duo krijgt een kleine prijs.

Iteratie: Een extra beloning wordt gegeven aan leerlingen die moeilijker vragen oplossen. Doordat er voor hogere level opgaven meer punten zijn te verdienen, kan het gebeuren dat leerlingen in de verleiding komen om de level 1 multiple choice vragen snel af te ronden, om zo door te kunnen gaan naar het volgende level. Om gokken of willekeurige antwoorden te voorkomen wordt er voor een fout antwoord bij de level 1 vragen een punt afgetrokken van de score. Bij de hogere level opgaven worden de antwoorden door de docent gecontroleerd en bij eventuele foute antwoorden van hints en feedback voorzien. De leerlingen dienen de opgave eerst correct in te leveren voordat ze naar een volgend level kunnen gaan.

5.8.2 Het oefenopgavenspel

In de klas worden de leerlingen in tweetallen ingedeeld, ze mogen zelf kiezen met wie ze een team vormen. De teams kiezen een teamnaam.	> Eigen keuze > Autonomie
---	---------------------------

Op het bord worden de teamnamen zichtbaar gemaakt, daarachter ruimte om de punten van het team op te schrijven. Per level worden de punten toegekend en zichtbaar gemaakt. De totaalscore is ook direct zichtbaar.	> Leaderboard > Verhogen prestatiedrang
--	---

Het team met de hoogste score wordt op dat moment afgebeeld op het erepodium op het leaderbord.	> Prijzen en beloningen > Plezier/interesse
---	---

Het oefenopgavenspel bestaat uit 4 levels. Een team kan verder naar het volgende level als het level behaald is. Level 1 is 'easy', level 2 is 'medium' en level 3 'medium-hard'. Level 4 heeft level hard. Voor de snelle leerlingen is er nog een level 5 vraag toegevoegd die ruim boven het niveau van de toetsstof ligt, het zogeheten 'Are you Crazy?!?' level.	> Levels > Gevoel van succes, competent zijn
---	--

Level 1 bestaat uit 12 meerkeuzevragen (a, b, c, d). Voor elk goed antwoord kan 1 punt behaald worden. Een fout antwoord levert een minpunt op. Een niet ingevuld antwoord geen punten.
 Level 2 is een rekenopgave, een goed antwoord levert 5 punten op.
 Level 3 is een moeilijkere rekenopgave van toetsniveau die uit 2 delen bestaat. Beide delen dienen beantwoord te worden, een goed antwoord levert 2 en 5 punten op.
 Level 4 is een lastige vraag voor 5 punten.
 Level 5 is een vraag waarmee 15 punten te verdienen zijn, maar die de leerlingen niet binnen de tijd zullen oplossen.

> Punten behalen > Gevoel van succes, competent zijn

Voor in de klas aan mijn bureau is de jurytafel. Elke keer wanneer leerlingen een vraag af hebben, kunnen ze naar de jurytafel lopen en deze laten nakijken. Het team krijgt ter plekke feedback over het antwoord; bij een goed antwoord mag het team door naar de volgende level en worden de punten op het leaderboard bijgeschreven. Bij een fout antwoord wordt er korte feedback gegeven zodat het team tot het goede antwoord komt. In dit geval wordt er door de docent -1 op het blad geschreven en wordt de te behalen score voor de vraag met 1 verlaagd.

> Directe feedback > competentie

De opgaven en lesomschrijving zijn te vinden in bijlage 10.3.

6 Resultaten en analyse

6.1 Voormeting

In de voormeting wordt de eerste deelvraag beantwoord. Deze meting wordt ook de nulmeting genoemd en beschrijft de huidige situatie vóór de interventie.

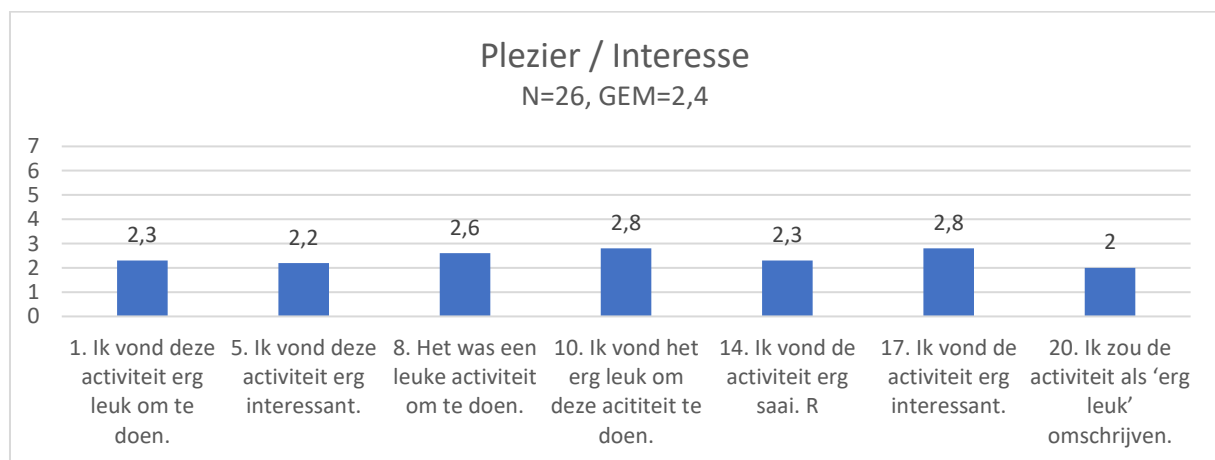
Deelvraag 1: Hoe intrinsiek gemotiveerd zijn leerlingen voor het maken van oefenopgaven voor natuurkunde in de huidige situatie?

6.1.1 Plezier/interesse

Figuur 2 geeft de gemiddelden van de vragen uit de nulmeting die gericht zijn op plezier/interesse weer. Hiervan is vraag 14 gedecodeerd (8-resultaat) omdat deze vraag negatief geformuleerd is. Op elk van de vragen over plezier/interesse is door de leerlingen tussen de 2 en 2.5 gescoord op een schaal van 7. De leerlingen geven aan weinig interesse of plezier te hebben voor de oefenopgaven op de traditionele manier.

Tijdens de les heb ik herhaaldelijk leerlingen aangespoord om met de oefenopgaven bezig te gaan. De leerlingen lijken snel afgeleid en hebben de neiging om met elkaar over andere dingen dan de oefenopgaven te praten. Slechts een enkele leerling ging uit zichzelf aan het werk en wist geconcentreerd door te blijven werken.

Ook hadden leerlingen tijdens het maken van de opgaven inhoudelijke vragen over de stof. Deze leerlingen bleven wachten totdat ik langs was gelopen om hun vraag te beantwoorden. Ondertussen waren ze niet verder aan het werk met andere opgaven.



Figuur 2: Gemiddelden plezier/interesse per stelling

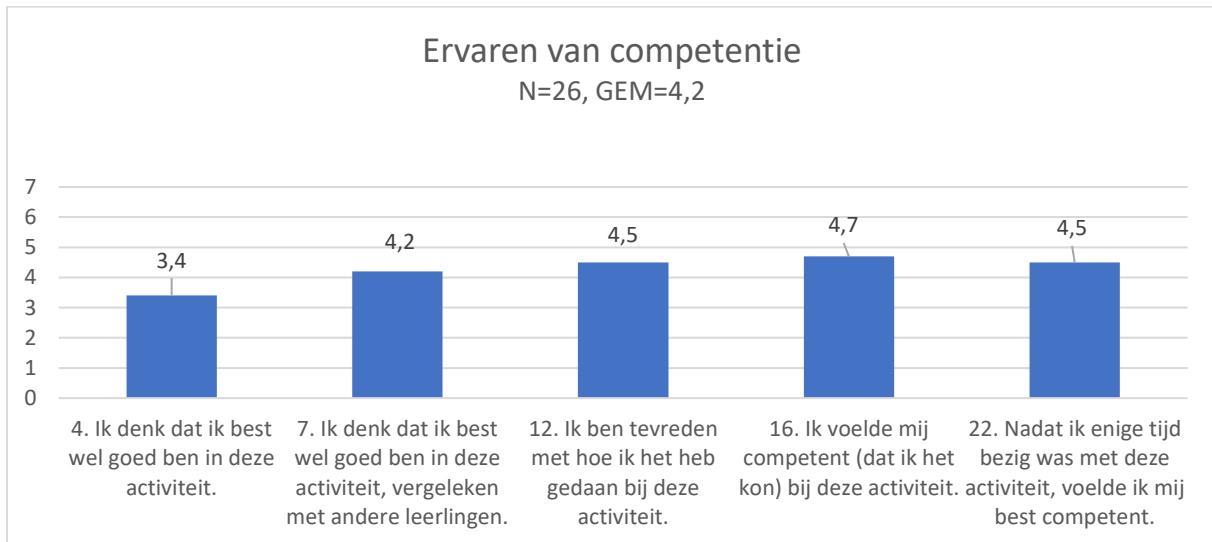
6.1.2 Ervaren van competentie

Figuur 3 geeft de gemiddelden van de vragen uit de nulmeting die gericht zijn op ervaren van competentie weer. Op elk van de vragen over het ervaren van competentie is door de leerlingen tussen de 3 en 5 gescoord op een schaal van 7 punten. De leerlingen hebben een redelijk hoge inschatting met betrekking tot het competent zijn om de oefenopgaven te maken.

Een aantal leerlingen gaf tijdens de les aan de oefenopgaven niet nodig te hebben omdat ze naar eigen zeggen de stof al beheersten. Deze mening dat ze de stof voldoende beheersten werd voor de betreffende leerlingen niet bevestigd door mijzelf en de vakdocent.

Daarnaast gaf een aantal tijdens de les juist aan niet aan de slag te gaan omdat ze de stof niet begrepen. Ook gaven enkele leerlingen tijdens de les aan eerst nog een eigen samenvatting van de

stof te willen maken voordat ze opgaven gaan oefenen, omdat ze denken de stof nog niet voldoende te beheersen. Deze houding lijkt in tegenspraak met de relatief hoge gemiddelde score op de vragen betreffende competentie. Deze leerlingen heb ik proberen te motiveren door aan te geven dat natuurkunde bij uitstek een vak is dat geoefend moet worden zodat de leerlingen zich ook de systematische probleemaanpak eigen maken.

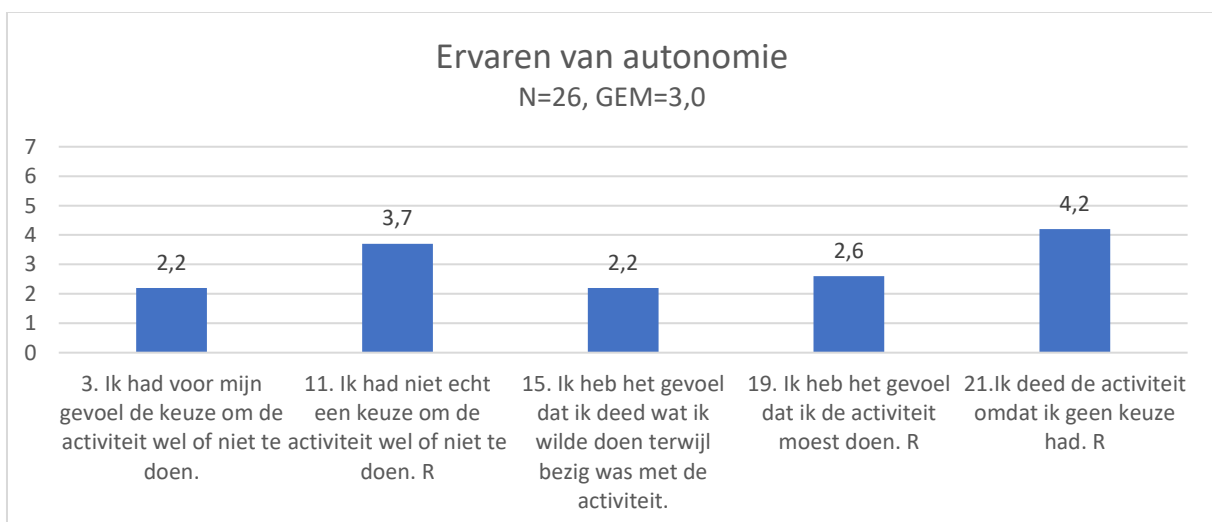


Figuur 3: Gemiddelden ervaren van competentie per stelling

6.1.3 Ervaren van autonomie

Figuur 4 geeft de gemiddelden van de vragen uit de nulmeting die gericht zijn op ervaren van autonomie weer. Hiervan zijn vraag 11, 19 en 21 gespiegeld (8-resultaat) omdat deze vragen negatief geformuleerd zijn. De leerlingen geven in de stelling aan wel enig gevoel van keuzevrijheid te hebben om mee te doen maar liever wel een andere activiteit zouden willen doen.

Tijdens de les is hierover door de leerlingen niets gezegd. Ze geven niet aan iets anders te willen doen.



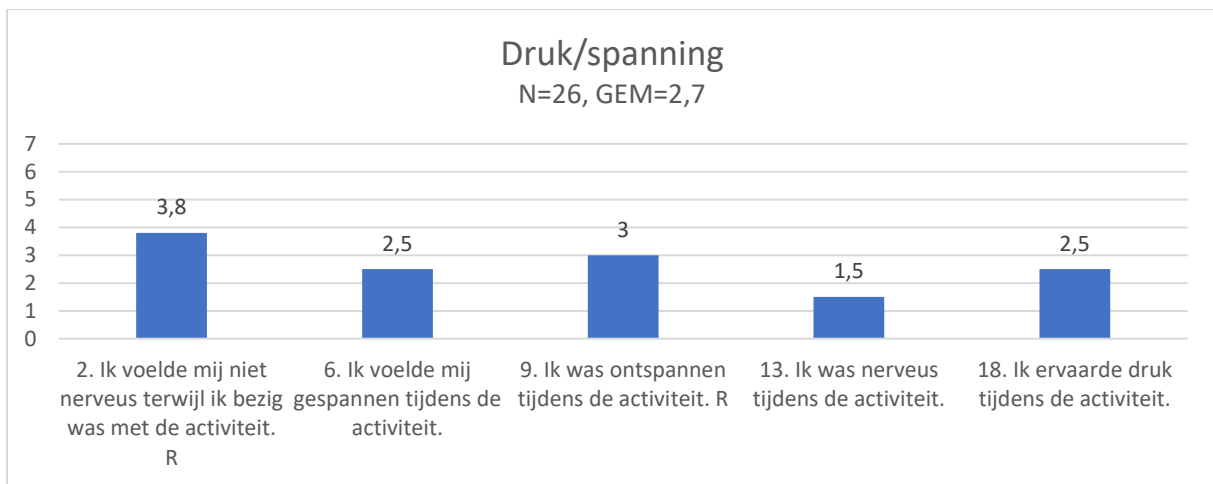
Figuur 4: Gemiddelden ervaren van autonomie per stelling

6.1.4 Ervaren van druk/spanning

Het ervaren van druk/spanning is een negatieve voorspeller van intrinsieke motivatie. Een lagere score is derhalve beter dan een hoge score.

Figuur 5 geeft de gemiddelden van de vragen uit de nulmeting die gericht zijn op het ervaren van druk of spanning. De vragen 2 en 9 zijn gedecodeerd (8-resultaat) omdat deze vragen negatief geformuleerd zijn. Opvallend is dat vraag 2 en 13 wat betreft score 1,8 punt verschillen, terwijl het ongeveer dezelfde vraag is. Het algemene beeld is dat de leerlingen vrij weinig druk of spanning ervaren tijdens de les.

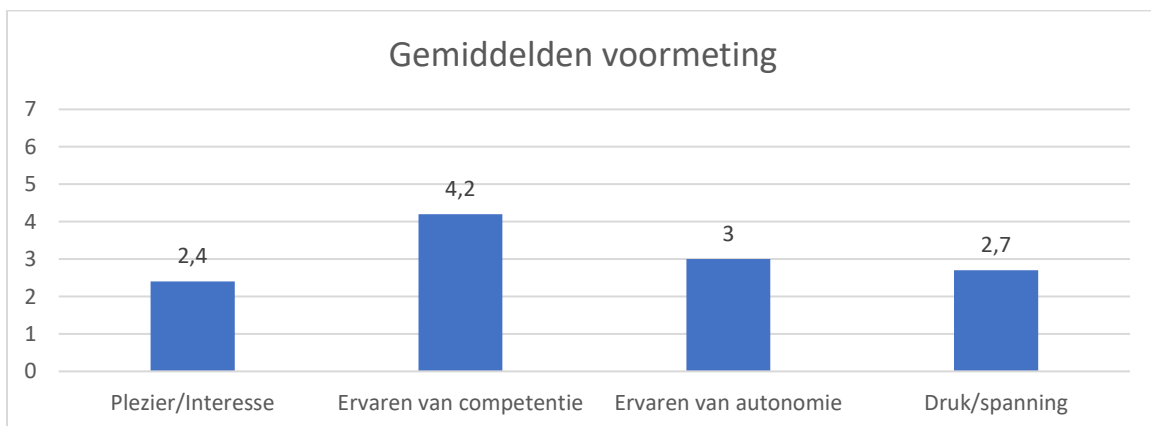
Dit beeld komt overeen met mijn eigen observatie tijdens de les. Er heerst in de klas tijdens de les een ontspannen sfeer.



Figuur 5: Gemiddelden Druk/Spanning per stelling

6.1.5 Intrinsieke motivatie bij de voormeting

Uit de gemiddelde waarden van de 4 categorieën die een rol spelen bij motivatie kan worden geconcludeerd dat leerlingen zich vooral positief uitspreken over hun eigen competentie. Ze hebben dus wel de ervaring dat ze de stof voldoende beheersen om de opgaven te kunnen maken. Ze scoren het laagst op de categorie interesse/plezier, wat een belangrijke indicator is voor intrinsieke motivatie. Een overzicht van de gemiddelde scores per categorie is onderstaande figuur 6 te zien.



Figuur 6: Gemiddelden alle categorieën in de voormeting.

6.2 Nameting

Met behulp van de resultaten van de nameting wordt geprobeerd een antwoord te geven op deelvraag 2 en deelvraag 3.

Deelvraag 2: Hoe intrinsiek gemotiveerd zijn leerlingen voor het maken van oefenopgaven met de inzet van het oefenopgavenspel?

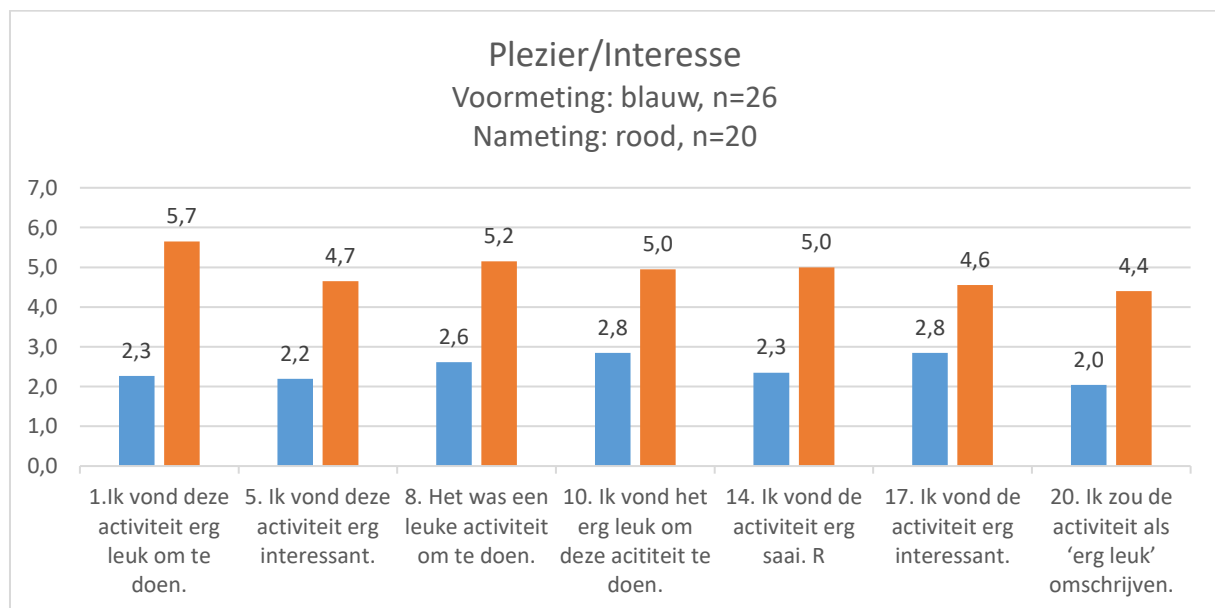
Deelvraag 3: In hoeverre helpen de individuele gamedesignelementen uit het oefenopgavenspel bij de motivatie van de leerlingen om zelfstandig oefenopgaven te maken?

De vragenlijst van de nameting is beantwoord door 20 leerlingen van de onderzochte klas, waar de voormeting door alle 26 leerlingen is ingevuld. Aan het oefenopgavespel hebben 24 leerlingen meegedaan, 2 leerlingen waren deze les afwezig. 4 leerlingen hebben geen feedback gegeven. Aangezien de vragenlijst anoniem is gemaakt is niet te achterhalen welke leerlingen niet hebben gereageerd op het verzoek om respons, en wat daar de reden van is. In de vragenlijst zijn vragen toegevoegd die specifiek gaan over de gamificatie elementen en er zijn 2 open vragen gesteld (tips en tops).

De resultaten van de voormeting en de nameting zijn met elkaar vergeleken door middel van een student t-test. Het verschil tussen de voor- en de nameting is als significant beschouwd, wanneer de p-waarde uit de t-test kleiner is dan 0.05. De resultaten van de student t-test zijn te vinden in bijlage 10.2.

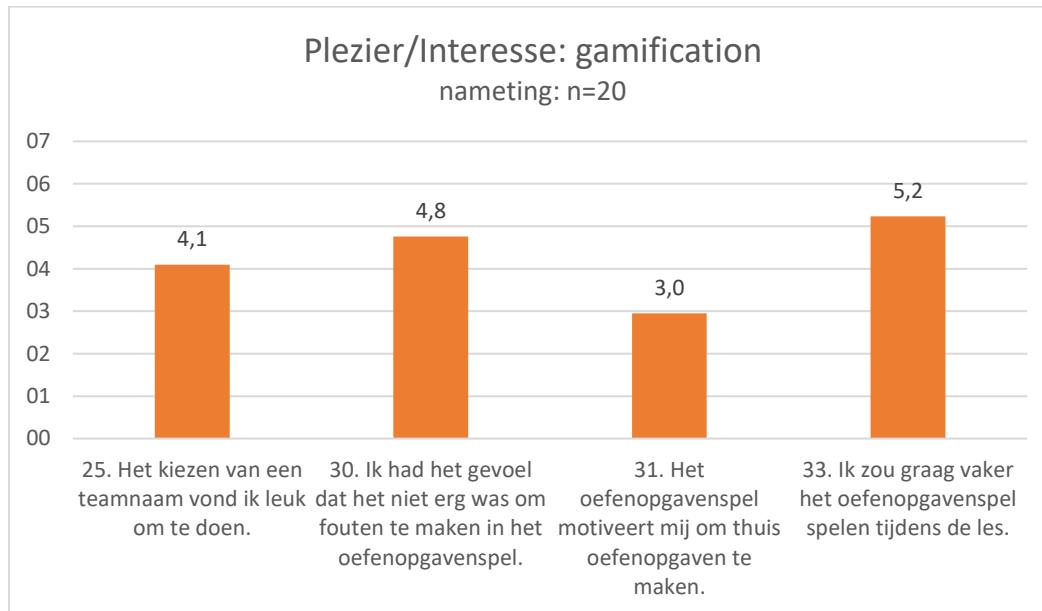
6.2.1 Plezier/Interesse

In figuur 7 zijn de resultaten te zien van de voor- en nameting op de vragen gerelateerd aan plezier/interesse. Opvallend in de nameting is dat op alle indicatoren meer dan twee keer zo hoog is gescoord. Het verschil tussen de voor- en nameting is op alle vragen significant met een p-waarde van 0.000, en op vraag 14 een p-waarde van 0.001. Er mag dus geconcludeerd worden dat er meer plezier/interesse was tijdens de les door het gebruik van de gamedesignelementen tijdens het maken van de oefenopgaven. De leerlingen geven met name aan dat ze de activiteit leuk vonden om te doen (vraag 1, figuur 7).



Figuur 7: Gemiddelden plezier/interesse per stelling bij de voor- en nameting.

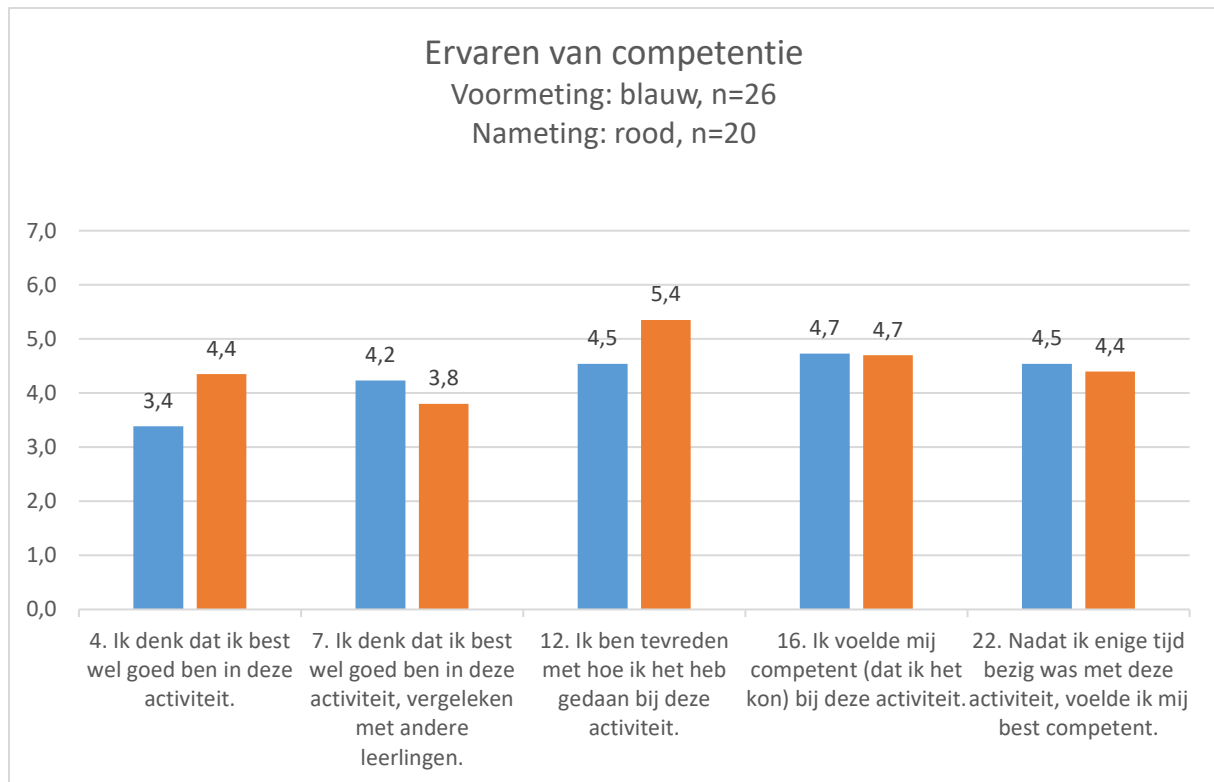
In figuur 8 worden de resultaten weergegeven van de vragen die betrekking hebben op gamificatie. Een opvallend resultaat is dat de leerlingen aangeven het spel wel vaker in de les te willen spelen, maar niet gemotiveerd raken om thuis oefenopgaven te maken. Het opgavenspel lijkt daardoor meer geschikt om plezier/interesse in een lessituatie te verhogen, maar er zijn niet direct blijvende effecten waar te nemen.



Figuur 8: Gemiddelden plezier/interesse per stelling, 4 extra vragen nameting.

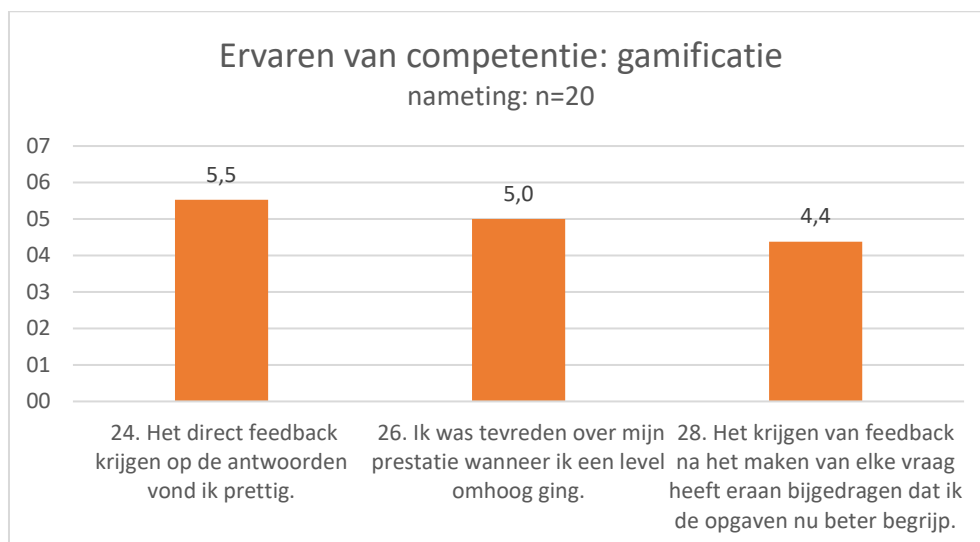
6.2.2 Ervaren van competentie

In de categorie 'ervaren van competentie' is sprake van weinig verschil tussen voor- en nameting, zoals te zien is in figuur 9. Op vraag 12 'Ik ben tevreden met hoe ik het gedaan heb bij deze activiteit' is een significant verschil te meten ($p = 0.037$). Bij de overige vragen is geen sprake van een significant verschil. Het is daarom niet mogelijk om conclusies te trekken over deze categorie.



Figuur 9: Gemiddelden gevoel van competentie per stelling bij de voor- en nameting.

In figuur 10 zijn de resultaten weergegeven met betrekking tot gamificatie en ervaren van competentie. Hoewel het ontvangen van directe feedback door de leerlingen gewaardeerd wordt (vraag 24, figuur 10), draagt dit niet in dezelfde mate bij aan het begrijpen van de stof (vraag 28, figuur 10). Het gaf de leerlingen een tevreden gevoel wanneer hun eigen score op het leaderboard omhoog ging.

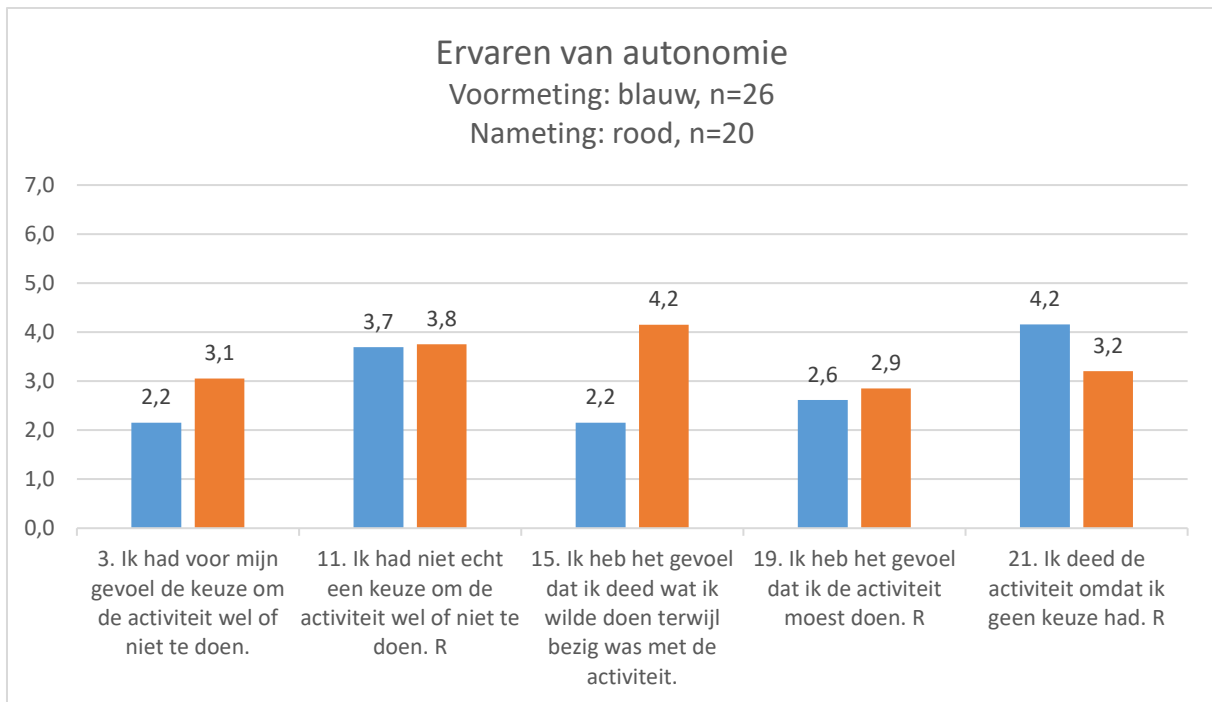


Figuur 10: Gemiddelden gevoel van competentie per stelling, 3 extra vragen nameting.

6.2.3 Ervaren van autonomie

Uit de voor- en nameting komt het beeld naar voren dat de leerlingen meer het gevoel van keuzevrijheid ervoeren tijdens de les waarin het oefenopgavenspel werd gespeeld (figuur 11). De

verschillen in de voor- en nameting bij vraag 3 en 15 zijn significant (p-waarde 0.033 en 0.000 respectievelijk). Hierin geven de leerlingen aan dat ze keuze hebben ervaren om de activiteit wel of niet te doen. Vooral het verschil bij vraag 15 “ik heb het gevoel dat ik deed wat ik wilde doen terwijl ik bezig was met de activiteit” is opvallend. Het verschil bij vraag 11, 19 en 21 is echter niet significant ($p > 0.05$). Met twee duidelijke significante verbeteringen en drie niet significante verschillen kan er slechts een voorzichtige conclusie worden getrokken dat het inzetten van de gamificatie enigszins heeft bijgedragen aan het vergroten van het ervaren van autonomie in de les.



Figuur 11: Gemiddelden gevoel van autonomie per stelling bij de voor- en nameting

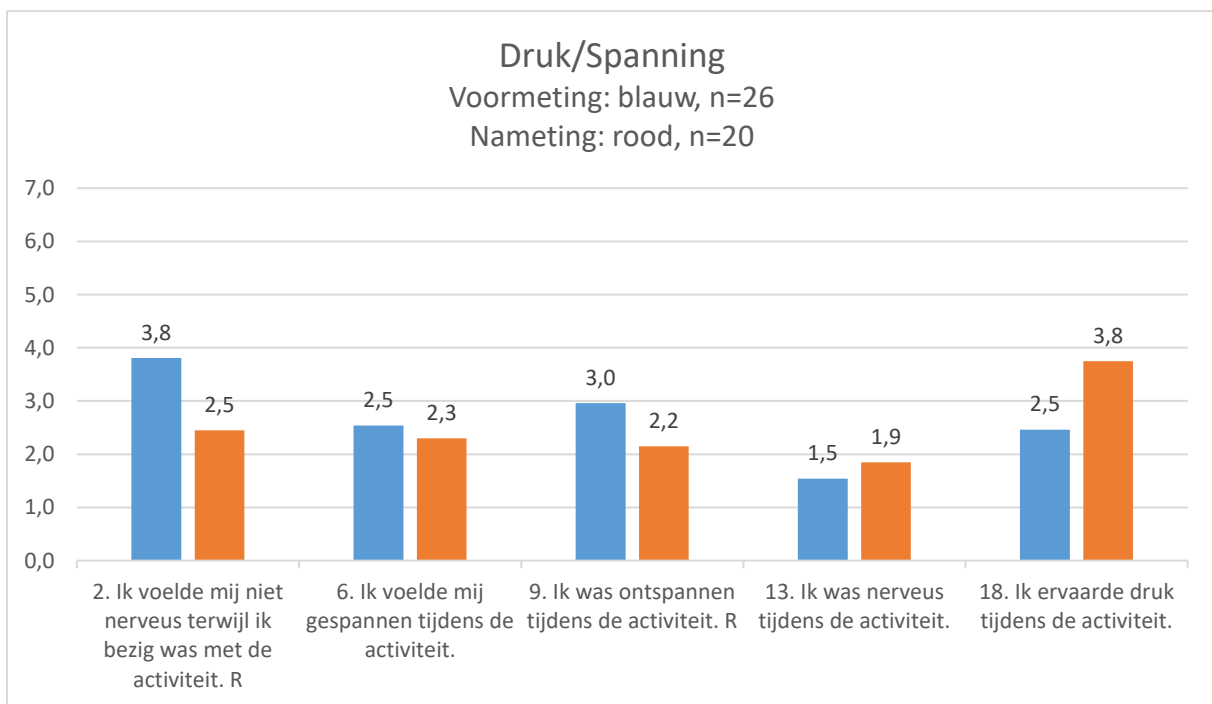
De leerlingen geven aan dat het zelf een team en teamnaam mogen kiezen als gematigd positief ervaren wordt. Dit draagt daarmee bij aan de ervaring van autonomie (figuur 12).



Figuur 12: Gemiddelden gevoel van autonomie, 1 extra vraag in de nameting.

6.2.4 Druk/spanning

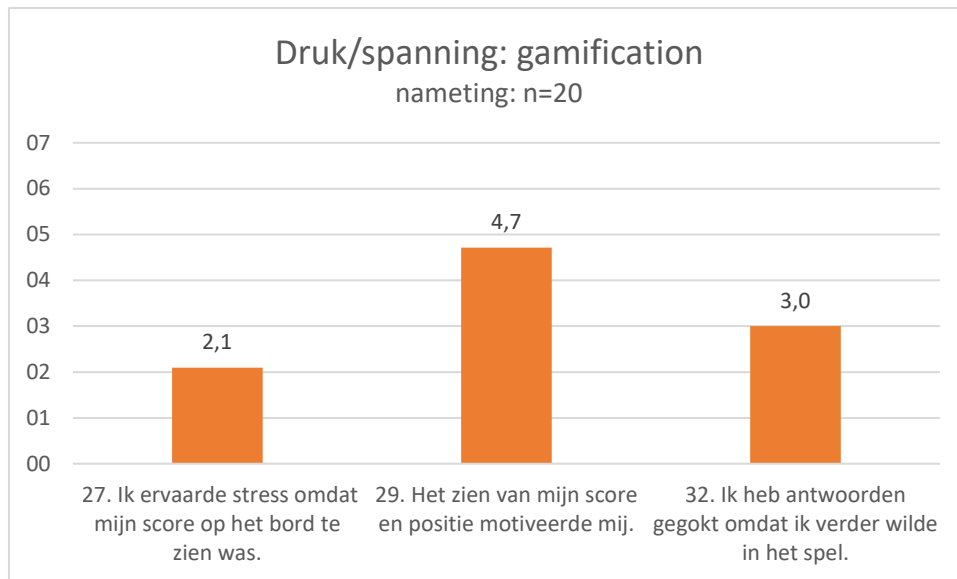
In figuur 13 zijn de scores van de vragen over druk/spanning weergegeven. De vragen met R zijn net als in de nulmeting wederom negatief gesteld, en daardoor zijn de scores gespiegeld. Leerlingen scoren hier gemiddeld tussen 2 en 3 punten. Wat opvalt, is dat bij vraag 18, “ik ervaar druk tijdens de activiteit”, de score significant ($p=0.002$) is gestegen ten opzichte van de voormeting. Reden hiervoor kunnen gelegen zijn in het gebruik van het spelelement van leaderboards, en het ervaren van de druk van de competitie om zo hoog mogelijk te willen eindigen op het leaderbord. Vraag 6, 9 en 13, laten geen significant verschil zien. Bij vraag 2 “Ik voelde me niet nerveus terwijl ik bezig was met de activiteit” is wel een significant ($p=0.022$) verschil gemeten. Hoewel de leerlingen in vraag 18 aangeven wel meer druk te hebben ervaren, geven ze in vraag 2 aan dat in de les waarin gamificatie is toegepast ze minder nerveus zijn.



Figuur 13: Gemiddelden druk/spanning per stelling bij de voor- en nameting

Hoewel het ervaren van druk en spanning volgens de literatuurstudie juist een negatief voorspellende waarde heeft op de motivatie van leerlingen, is er in dit geval wel sprake van een positieve spanning. Dat blijkt ook uit de aanvullende vragen (figuur 14) die bij de nameting gesteld zijn, waaronder de vraag: “Het zien van mijn score en positie motiveerde mij”. Deze vraag is gemiddeld beantwoord met een 4,7, wat duidelijk positieve score aangeeft. Daarbij wordt de vraag naar het ervaren van stress omdat de scores voor iedereen zichtbaar op het bord staan, juist ontkennend beantwoord met een score van 2,1.

Volgens de observaties van de vakcoach was er juist een hele goede en positieve sfeer in de klas. Hij gaf aan de klas zelden zo actief bezig te hebben gezien. Ook de leerlingen die normaliter vrij inactief zijn in een les, waren druk en ingespannen bezig. De ervaren druk en spanning werden door de vakcoach niet als negatief voor de motivatie gezien.



Figuur 14: Gemiddelden druk/spanning per stelling, 3 extra vragen nameting

6.3 Nameting – open vragen

In de enquête van de nameting is er ook ruimte gegeven aan de leerlingen om in eigen woorden feedback te geven op het opgavenspel. Dit is gedaan door middel van de volgende vraagstelling:

- Wat zijn je tips:
- Wat zijn je tops:

Een selectie van de antwoorden staat hieronder weergegeven.

Opmerking die hierbij gemaakt moet worden is dat de vraagstelling blijkbaar te generiek was, aangezien sommige antwoorden ook over de manier van lesgeven gingen en daardoor meer feedback op mijn functioneren in de klas was, in plaats van specifiek over het opgavenspel. Er is echter juist gekozen voor een zeer open vraagstelling zodat leerlingen zich niet beperkt voelden in het geven van feedback en alles kwijt konden wat ze maar wilden.

Tips:

1. Geen, ik vond het echt heel leerzaam en leuk
2. Sommige waren saai
3. Minder stressen tijdens het nakijken van die levels
4. Jezelf minder druk maken en minder stressen met alles nakijken is nergens voor nodig
5. Misschien de eerste opdracht iets minder lang
6. Onderverdelen in verschillende niveaus want niet iedereen is goed in natuurkunde
7. Het was best rumoerig in de klas

Tops:

8. Heel Leerzaam en super leuk
9. Leuk spel
10. De vragen waren goed vooral de laatste
11. Leuke manier van lesgeven, goede humor en dergelijke
12. Ik vond het leuk om er fanatiek mee bezig te zijn
13. U kunt goed uitleggen

De tips en tops kunnen gerelateerd worden aan de resultaten uit de vragenlijsten. Opvallend is dat 6 (1, 2, 8, 9, 11, 12) gerelateerd zijn aan plezier/interesse, waarvan 1 in negatieve zin 'Sommigen waren saai'. Drie (5, 6, 10) reacties zijn gerelateerd aan de ervaring van competentie, waarvan er 2 negatief zijn. Drie (3, 4, 7) zijn te relateren aan stress/spanning, waarvan alle drie de reacties aangeven bij te dragen aan stress/spanning en dus negatief zijn. Een reactie (13) is specifiek gericht op de docent en niet te relateren aan een bepaalde categorie.

In totaal zijn er dus 6 positieve reacties, die te relateren zijn aan het verhoogde intrinsieke motivatie. En 6 negatieve reacties, die negatief relateren aan intrinsieke motivatie.

Blijkbaar werd mijn enthousiasme over het spel en de drukte die ik daardoor uitstraalde door sommige leerlingen als negatief ervaren (3 en 4), gezien de feedback om minder te stressen tijdens het nakijken van de levels. Door enigszins gejaagd na te kijken, probeerde ik juist mijn enthousiasme over te brengen.

De eerste opdracht was wellicht aan de lange kant (5). Dit is bewust gedaan zodat niet alle leerlingen op het zelfde moment klaar zouden zijn en het nakijken daardoor wat zou vergemakkelijken. Het moet echter niet als een demotivator gaan werken.

Door het heen en weer lopen in de klas van leerlingen met hun antwoorden en de continue verschuivingen op het leaderbord, was er wel enige onrust in de klas. Ik heb dat zelf als positieve sfeer ervaren, maar gezien de reacties in de enquête kon een enkele leerling dat juist niet waarderen en werd daardoor wellicht afgeleid of kon zich minder goed concentreren.

Hoewel er spelelementen zijn toegevoegd aan de les, waren de meeste opgaven gewoon standaard opgaven die ook op een toets zouden kunnen worden gevraagd. Een leerling geeft aan de opgaven saai te vinden. De meeste opgaven van het opgavenspel worden zonder context aangeboden, en zijn vooral concept vragen (level1) of rekenvragen (level 2,3 en 4).

7 Conclusies

7.1 Conclusies deelvragen

In dit hoofdstuk worden de conclusies per deelvraag behandeld om zo te komen tot een antwoord op de hoofdvraag. De verwachting is beschreven in de hypothesen.

Hypothese 1: Ik verwacht dat de leerlingen meer plezier ervaren bij het maken van de oefenopgaven met gamedesignelementen ten opzichte van een les waarin de opgaven worden gemaakt zonder gamificatie toe te passen.

Hypothese 2: Ik verwacht dat leerlingen, doordat ze hun eigen score kunnen zien op het leaderboard en directe feedback krijgen van de docent, meer vertrouwen hebben in hun eigen competentie.

Hypothese 3: Ik verwacht dat de inzet van gamedesignelementen een positieve invloed heeft op het ervaren van autonomie ten opzichte van een traditionele les.

7.1.1 Beantwoording deelvraag 1

Deelvraag 1 luidt:

Hoe intrinsiek gemotiveerd zijn leerlingen voor het maken van oefenopgaven voor natuurkunde in de huidige situatie?

De leerlingen zijn niet erg intrinsiek gemotiveerd voor de het maken van oefenopgaven voor natuurkunde. Plezier/interesse is de belangrijkste indicator voor intrinsieke motivatie en op deze indicator scoren de leerlingen laag. Hoewel ervaren van competentie bijdraagt aan plezier/interesse en daarmee aan de intrinsieke motivatie scoren de leerlingen hierop hoog. De indicator druk/spanning scoort laag, wat ook zou kunnen bijdragen aan plezier/interesse en daarmee ook aan de intrinsieke motivatie. Op ervaren van autonomie scoren de leerlingen niet opvallend. Dus hoewel de leerlingen zich redelijk competent voelen en geen druk en stress ervaren ze toch geen plezier/interesse in het maken van oefenopgaven. De elementen voor intrinsieke motivatie zijn deels aanwezig, maar lijken zich nog niet te vertalen naar het daadwerkelijk intrinsiek handelen (maken van de opgaven) door de leerlingen.

7.1.2 Beantwoording deelvraag 2

Deelvraag 2 luidt:

Hoe intrinsiek gemotiveerd zijn leerlingen voor het maken van oefenopgaven met de inzet van het oefenopgavenspel?

Een voorzichtige conclusie op deze deelvraag is dat het inzetten van het oefenopgavenspel een positieve invloed heeft op de elementen die bijdragen aan intrinsieke motivatie. De belangrijkste factor, volgens de literatuurstudie, is het element plezier/interesse. Het blijkt dat het oefenopgavenspel een positieve invloed heeft op dit element bij de leerlingen. Dit komt zowel naar voren in de onderzoeksdata, als ook in de observaties van de vakcoach en mijzelf.

Het oefenopgavenspel lijkt minder invloed te hebben op de andere elementen, gevoel van competentie, gevoel van autonomie en stress/spanning. Er is echter ook geen duidelijk negatieve invloed van het oefenopgavenspel op deze elementen.

7.1.3 Beantwoording deelvraag 3

Deelvraag 3 luidt:

In hoeverre helpen de individuele gamedesignelementen uit het oefenopgavenspel bij de motivatie van de leerlingen om zelfstandig oefenopgaven te maken?

Er is in het oefenopgavenspel gebruik gemaakt van meerdere gamedesignelementen, namelijk leaderboards, punten en levels, maar ook feedback en prijzen/beloningen.

Wat uit de antwoorden opvalt, is dat het leaderboard, dat met een presentatie op het scherm voor iedereen zichtbaar was, bijdraagt aan het gevoel van stress/spanning. Uit de observatie in de klas lijkt dit niet negatief te zijn, maar juist motiverend om sneller en beter te werken aan de opgaven. Dit competitieve spelelement speelt voor de leerlingen een rol in motivatie. Het leaderboard daagt leerlingen uit om hun best te doen. Het vergelijken met medeleerlingen is van belang is om het eigen kunnen in perspectief te kunnen plaatsen (Hanus, 2015). Volgens Olinger (2014) voelen de leerlingen zich verbonden met hun omgeving door tegen elkaar te spelen. Hiermee sluit het competitieve spelelement aan op een van de basisbehoeften die een rol spelen in het bevorderen van intrinsieke motivatie, namelijk 'relationele verbondenheid'. Met name het krijgen van directe feedback (punten en levels) droeg bij aan de motivatie van de leerlingen omdat dit het gevoel van competentie verhoogt. De directe feedback voorkomt dat leerlingen in dezelfde fout blijven hangen en draagt bij aan het snel progressie maken (Brophy, 2013). Twee leerlingen waren dermate gemotiveerd om de opgave van het hoogste level op te lossen, dat ze daar in het weekend nog mee bezig zijn geweest. Hieruit kan je concluderen dat voor een aantal leerlingen het gamedesignelement "levels" bijdraagt aan de intrinsieke motivatie.

7.2 Conclusie

De drie deelvragen vloeiden voort uit de hoofdvraag van het onderzoek. Deze hoofdvraag luidt:

Is het gebruik van gamedesignelementen in oefenopgaven bevorderend voor de intrinsieke motivatie van VWO-4 leerlingen om zelfstandig oefenopgaven te maken?

Gamificatie is in dit onderzoek ingezet als één van de interventies die mogelijk intrinsieke motivatie beïnvloeden. Uit de resultaten blijkt dat het met name heeft bijgedragen aan het vergroten van het plezier bij de leerlingen. Plezier en interesse zijn belangrijke voorwaarden voor intrinsieke motivatie. Het gebruiken van gamificatie ter verhoging van de intrinsieke motivatie om oefenopgaven te maken heeft een positieve invloed. Met de verschillende spelelementen in het oefenopgavenspel is tegemoet gekomen aan de behoeften van de leerlingen zoals beschreven in de zelfdeterminatietheorie van Ryan en Deci (2000a; 2000b). Dit heeft ervoor gezorgd dat de leerlingen meer intrinsiek gemotiveerd waren tijdens de les waarin gamedesignelementen zijn toegepast. Daarmee is de hoofdvraag van het onderzoek positief beantwoord.

Hypothese 1 is bewezen door dit onderzoek. De resultaten laten een overtuigend beeld zien dat de leerlingen aangeven meer plezier ervaren door het spelen van het oefenopgavenspel dan ze plezier ervaren bij een traditionele les zonder gamificatie.

Hypothese 2 is niet bewezen. Tussen de voor- en nameting is geen significant verschil te meten in de categorie gerelateerd aan competentie. Echter, leerlingen waarderen wel de directe feedback en het gevoel van progressie wanneer ze een level omhoog gaan.

Hypothese 3 is gedeeltelijk bewezen. Twee vragen uit de categorie 'ervaren van autonomie' laten een significant verschil zien, de andere drie niet. Er kan slechts voorzichtig een trend worden gesignaleerd dat het ervaren van autonomie is toegenomen door inzet van gamificatie.

8 Discussie en aanbevelingen

8.1 Discussie

De studie is uitgevoerd met slechts 1 onderzoeksgroep, namelijk 1 VWO-4 cluster klas. De steekproef is klein, de resultaten zijn daarom niet direct generaliseerbaar naar andere groepen leerlingen. Het aantal respondenten was bij de nameting kleiner dan bij de voormeting. Wanneer de ontbrekende respondenten wel hun mening hadden gegeven waren de resultaten voor sommige categorieën wellicht wel of juist niet significant meer geweest. De resultaten in de categorie plezier/ interesse zijn echter zo overduidelijk significant, dat ook met een relatief kleine onderzoeksgroep hier wel een conclusie aan verbonden kan worden. De reden waarom vier leerlingen de nameting niet ingevuld hebben is niet bekend.

De IMI vragenlijst richtte zich op elementen die bijdragen aan de zelfdeterminatie, ofwel intrinsieke motivatie van leerlingen. Ten opzicht van de literatuur waren dit niet helemaal dezelfde elementen. Zo is het element sociale verbondenheid niet meegenomen in de vragenlijst. Dit element was daarom moeilijk te meten en te analyseren.

In een vervolgonderzoek zou ik me richten op vier elementen: plezier, autonomie, competentie en sociale verbondenheid. Allen dragen direct bij aan de intrinsieke motivatie. Het element stress/spanning is een negatieve indicator maar bleek in het kader van gamificatie niet per se negatief te zijn waardoor het moeilijk wordt hier uitspraken over te doen in relatie tot intrinsieke motivatie.

8.2 Aanbevelingen

Na een jaar les te geven op twee verschillende Voortgezet Onderwijsscholen heb ik gemerkt dat de meerwaarde van het toepassen van gamificatie wel wordt gezien, maar dat het in praktijk toch nauwelijks toegepast wordt. Een reden hiervoor is dat er weinig tijd beschikbaar is om dit voor te bereiden. Een aanbeveling zou dan ook zijn om tijd vrij te maken voor het ontwikkelen van lesmaterialen gericht op de motivatie van leerlingen. Deze materialen zouden dan bijvoorbeeld via een opensource licentie beschikbaar gemaakt kunnen worden voor andere docenten. Ik vermoed dat het rendement van deze tijdsinvestering zich snel genoeg terugverdient door tevredener leerlingen en betere resultaten.

Dat leerlingen gamificatie kunnen waarderen heb ik meermaals gemerkt in mijn lessen. Naast de onderzoeksgroep de VWO-4 klas, heb ik ook in de andere klassen al gamedesignelementen toegepast in mijn lessen, bijvoorbeeld bij een Gymnasium-3 en Atheneum-3 klas. Daar heb ik echter geen nulmeting verricht, zodat ik ze niet heb mee kunnen nemen in dit onderzoek. Ik zal zeker proberen in de rest van mijn onderwijs carrière gamedesignelementen toe te passen, niet in de laatste plaats omdat ik er zelf ook veel plezier aan beleef.

Een van de mooiste voorbeelden hiervan was een leerling die op maandagochtend voor de les naar me toe kwam en trots vertelde dat hij de level 5 “Are you Crazy !?!?” vraag had opgelost, en of ik die even wilde nakijken. Deze persoon had daar een groot deel van zijn vrije weekend aan besteed. Eerlijk gezegd had ik de vraag zelf alleen bedacht, maar nog niet uitgewerkt. Daardoor was ik zelf extra gemotiveerd om op maandagavond de opgave zelf ook uit te werken, uiteindelijk met behulp van een zelfgeschreven algoritme.

Een leuke extra toevoeging aan het opgavenspel zou kunnen zijn het toevoegen van een verhaallijn. In de enquête kwam naar voren dat de opgaven zelf saai werden gevonden. Ergens is dat begrijpelijk want de opgaven waren opgaven op toetsniveau zonder al te veel context. Wellicht zou het toevoegen van het verhaallijn gamedesignelement hier positief aan bij kunnen dragen. Op deze

manier zouden leerlingen wellicht gemotiveerder kunnen worden om harder te werken om zo naar de volgende levels te gaan, omdat ze willen weten hoe het verhaal zich verder ontwikkeld. Dit kost aan de andere kant wel weer extra voorbereiding.

Een gevaar is dat docenten 'meer van hetzelfde' gaan doen. Dit is deels te wijten aan het gebrek aan tijd maar ook door de beschikbare tooling. Er wordt snel teruggegrepen op beschikbare (online) tools als Kahoot of Socrative. Dit kan een negatief effect hebben op de doelstelling die een docent heeft. Een vervolg onderzoek zou dan ook zijn in hoeverre de bovenstaande stelling correct is.

Een aanvulling op dit onderzoek zou ook kunnen zijn om te onderzoeken in hoeverre gamificatie en bijvoorbeeld een oefenopgavenspel meerwaarde heeft voor formatief toetsen.

9 Literatuur/Referenties

- Berk, L.E. & Winsler, E. (1995). *Scaffolding children's learning: Vygotsky and early childhood education*. Publisher: National Association for the education of young children. Washington.
- Brophy, J. E. (2013). *Motivating students to learn*. (3e druk). Routledge, New York.
- Buckley, P., & Doyle, E. (2016). Gamification and student motivation. *Interactive Learning Environments*, 24(6), 1162-1175.
- Cook, D.A., & Artino, A.R. (2016). Motivation to learn: An overview of contemporary theories. *Medical Education*, 50(10), 997-1014.
- Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (2001). Extrinsic rewards and intrinsic motivation in education: Reconsidered once again. *Review of Educational Research*, 71(1), 1-27.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011, September). From game design elements to gamefulness: defining gamification. In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15). ACM.
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. *Educational Technology & Society*, 18(3), 75-88.
- Donk, C. van der & Lanen, B. van (2016). *Praktijkonderzoek in de school*. Bussum: Coutinho
- Faria, A., Hutchinson, D., Wellington, W., Gold, S. (2009). Developments in Business Gaming: A Review of the Past 40 Years. *Simulation & Gaming*. 40. 464-487.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441-467.
- Glover, I. (2013). Play as you learn: gamification as a technique for motivating learners. In J. Herrington, et al. (Eds.), pp. 1999-2008, Chesapeake
- Hanus, M. D., & Fox J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on Intrinsic Motivation, Social Comparison, Satisfaction, Effort, and Academic Performance. *Computers & Education*, 80, 152-161.
- Huang, W. H. Y., & Soman, D. (2013). Gamification of education. *Research Report Series: Behavioural Economics in Action*, Rotman School of Management, University of Toronto, Toronto.
- Kapp, K. M. (2012). Games, Gamification, and the Quest for Learner Engagement. *T+D*, 66(6), 64-68
- Kortland, K., Mooldijk, A., Poorthuis, H.(red.), (2017). *Handboek Natuurkundendidactiek*, Epsilon uitgaven, Amsterdam, p. 96-100.
- McGonigal, J. (2011). *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. New York: The Penguin Press.

Miller, G. (2013), The Gamification of Education. *Journal of Developments in Business Simulation and Experiential Learning*, 2013(40).

Nah F.F-H., Zeng Q., Telaprolu V.R., Ayyappa A.P., Eschenbrenner B. (2014). *Gamification of Education: A Review of Literature*. In: Nah F.FH. (eds) HCI in Business. HCIB 2014. Lecture Notes in Computer Science, vol 8527. Springer, Cham.

O'Donovan, S., Gain, J., Marais, P. (2013), A Case Study in the Gamification of a University level Games Development Course. *Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists Conference*, pp. 242–251

Oblinger, D. (2004). The next generation of educational engagement. *Journal of interactive media in education*, 2004(1).

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000a). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology* (25), 54-67.

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

Sierens, E., & Vansteenkiste, M. (2009). Wanneer meer minder betekent: motivatieprofielen van leerlingen kaart gebracht. *Begeleid zelfstandig leren*, 17-36.

Smith, D.A., (2018). Learning the Rules of the Game, *The Physics Teacher*, 2018 56, 146

Stott, A. & Neustaedter, C. (2013). Analysis of Gamification in Education, *Technical Report, 2013-0422-01*, Connections Lab, Simon Fraser University, Surrey, BC, Canada

Streun, A. van, (1994). Hoe onderwijs je probleemoplossen? *Tijdschrift voor Didactiek der bètawetenschappen*, 12, 210-225.

Vernieuwonderwijs (2019), vragenlijst IMI, geraadpleegd op 2 mei 2019, <https://www.vernieuwonderwijs.nl/motivatatie-meten-2-vragenlijsten/>

10 Bijlagen

10.1 Enquête vragen

Hieronder zijn de vragen van de enquête weergegeven met behulp van Google Forms aan de leerlingen zijn voorgelegd.

10.1.1 Vragenlijst 1 - voormeting

Helemaal niet waar 1.....7 Helemaal waar

1. Ik vond deze activiteit erg leuk om te doen.	1 2 3 4 5 6 7
2. Ik voelde mij niet nerveus terwijl ik bezig was met de activiteit.	1 2 3 4 5 6 7
3. Ik had voor mijn gevoel de keuze om de activiteit wel of niet te doen.	1 2 3 4 5 6 7
4. Ik denk dat ik best wel goed ben in deze activiteit.	1 2 3 4 5 6 7
5. Ik vond deze activiteit erg interessant.	1 2 3 4 5 6 7
6. Ik voelde mij gespannen tijdens de activiteit.	1 2 3 4 5 6 7
7. Ik denk dat ik best wel goed ben in deze activiteit, vergeleken met andere leerlingen.	1 2 3 4 5 6 7
8. Het was een leuke activiteit om te doen.	1 2 3 4 5 6 7
9. Ik was ontspannen tijdens de activiteit.	1 2 3 4 5 6 7
10. Ik vond het erg leuk om deze activiteit te doen.	1 2 3 4 5 6 7
11. Ik had niet echt een keuze om de activiteit wel of niet te doen.	1 2 3 4 5 6 7
12. Ik ben tevreden met hoe ik het heb gedaan bij deze activiteit.	1 2 3 4 5 6 7
13. Ik was nerveus tijdens de activiteit.	1 2 3 4 5 6 7
14. Ik vond de activiteit erg saai.	1 2 3 4 5 6 7
15. Ik heb het gevoel dat ik deed wat ik wilde doen terwijl bezig was met de activiteit.	1 2 3 4 5 6 7
16. Ik voelde mij competent (dat ik het kon) bij deze activiteit.	1 2 3 4 5 6 7
17. Ik vond de activiteit erg interessant.	1 2 3 4 5 6 7
18. Ik ervaarde druk tijdens de activiteit.	1 2 3 4 5 6 7
19. Ik heb het gevoel dat ik de activiteit moest doen.	1 2 3 4 5 6 7
20. Ik zou de activiteit als 'erg leuk' omschrijven.	1 2 3 4 5 6 7
21. Ik deed de activiteit omdat ik geen keuze had.	1 2 3 4 5 6 7
22. Nadat ik enige tijd bezig was met deze activiteit, voelde ik mij best competent.	1 2 3 4 5 6 7

10.1.2 Vragenlijst 2 - nameting

Vraag 1-22 van vragenlijst 1 worden opnieuw gesteld, plus de volgende vragen:

23. Het zelf indelen van mijn team motiveerde mij mee te doen.	1 2 3 4 5 6 7
24. Het direct feedback krijgen op de antwoorden vond ik prettig.	1 2 3 4 5 6 7
25. Het kiezen van een teamnaam vond ik leuk om te doen.	1 2 3 4 5 6 7
26. Ik was tevreden over mijn prestatie wanneer ik een level omhoog ging.	1 2 3 4 5 6 7
27. Ik ervaarde stress omdat mijn score op het bord te zien was.	1 2 3 4 5 6 7
28. Het krijgen van feedback na het maken van elke vraag heeft eraan bijgedragen dat ik de opgaven nu beter begrijp.	1 2 3 4 5 6 7
29. Het zien van mijn score en positie motiveerde mij.	1 2 3 4 5 6 7
30. Ik had het gevoel dat het niet erg was om fouten te maken in het spel.	1 2 3 4 5 6 7
31. Het oefenopgavenspel motiveert mij om thuis oefenopgaven te maken.	1 2 3 4 5 6 7
32. Ik heb antwoorden gegokt omdat ik verder wilde in het spel.	1 2 3 4 5 6 7
33. Ik zou graag vaker het oefenopgavenspel spelen tijdens de les.	1 2 3 4 5 6 7

Hieronder staat een overzicht van de eerder genoemde 4 categorieën en welke vraagnummers daarbij horen.

Interesse / plezier:	voormeting: 1, 5, 8, 10, 14, 17, 20	nameting: 25, 30, 31, 33
Gevoel van competentie:	voormeting: 4, 7, 12, 16, 22	nameting: 24, 26, 28
Gevoel van keuzevrijheid:	voormeting: 3, 11, 15, 19, 21	nameting: 23
Druk / spanning:	voormeting: 2, 6, 9, 13, 18	nameting: 27, 29, 32

10.1.3 Google Forms enquête

De enquête is uitgevoerd door middel van Google Forms. In figuur 15 en 16 worden 2 schermafbeeldingen getoond van deze enquête zoals die door de leerlingen gezien wordt.

Natuurkundeles oefenopgavenspel

Hoi leerlingen van 4V. Ik wil graag jullie mening peilen over de manier waarop we afgelopen dinsdag opgaven hebben geoefend.
Dit onderzoek doe ik in het kader van mijn opleiding tot natuurkundeleraar en de antwoorden die jullie geven zal ik verwerken in een verslag. Dit gebeurt volledig anoniem. Ik kan niet zien wie welke antwoorden gegeven heeft, voel je dus vrij om eerlijk te antwoorden.

In totaal zijn er 33 stellingen, die je eenvoudig kunt beantwoorden op een schaal van "helemaal oneens" tot "helemaal eens". Daarnaast zijn er twee open vragen waar tips en tops worden gevraagd. Jullie input wordt erg gewaardeerd!

Hartelijk dank,
Johan Hemssens

*** Required**

Allereerst de 2 open vragen: Wat zijn je tips? *

Your answer

Wat zijn je tops? *

Your answer

NEXT Page 1 of 7

Never submit passwords through Google Forms.

This content is neither created nor endorsed by Google. [Report Abuse](#) - [Terms of Service](#)

Google Forms

Figuur 15: schermafbeelding van het welkomtscherm van de enquête behorende bij de nameting.

Natuurkundeles oefenopgavenspel

* Required

Vragen deel 1

*

	1. Helemaal oneens	2	3	4 Neutraal	5	6	7 Helemaal eens
Ik vond deze activiteit erg leuk om te doen.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ik voelde mij niet nerveus terwijl ik bezig was met de activiteit.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ik had voor mijn gevoel de keuze om de activiteit wel of niet te doen.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ik denk dat ik best wel goed ben in deze activiteit.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ik vond deze activiteit erg interessant.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

BACK
NEXTPage 2 of 7

Never submit passwords through Google Forms.

Figuur 16: Schermafbeelding van de eerste vragen van de enquête behorende bij de nameting.

10.2 Resultaten en statistiek

In tabel 17 zijn de resultaten van de t-test weergegeven die is bepaald met behulp van software SPSS. De dataset van 26 leerlingen uit de nulmeting is vergeleken met de dataset van 20 leerlingen uit de nameting.

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
1. Ik vond deze activiteit erg leuk om te doen.	Equal variances assumed	,133	,717	-10,490	44	,000	-3,3808	,3223	-4,0303	-2,7312
	Equal variances not assumed			-10,477	40,829					
2. Ik voelde mij niet nerveus terwijl ik bezig was met de activiteit. R	Equal variances assumed	1,175	,284	-2,372	44	,022	-1,3577	,5724	-2,5114	-,2040
	Equal variances not assumed			-2,302	35,586					
3. Ik had voor mijn gevoel de keuze om de activiteit wel of niet te doen.	Equal variances assumed	10,021	,003	-2,203	44	,033	-,8962	,4069	-1,7161	-,0762
	Equal variances not assumed			-2,062	28,711					
4. Ik denk dat ik best wel goed ben in deze activiteit.	Equal variances assumed	,122	,729	-1,913	44	,062	-,9654	,5047	-1,9826	,0518
	Equal variances not assumed			-1,905	40,402					
5. Ik vond deze activiteit erg interessant.	Equal variances assumed	12,127	,001	-6,263	44	,000	-2,4577	,3924	-3,2485	-1,6669
	Equal variances not assumed			-5,799	26,813					
6. Ik voelde mij gespannen tijdens de activiteit.	Equal variances assumed	3,929	,054	,565	44	,575	,2385	,4222	-,6124	1,0894
	Equal variances not assumed			,536	31,287					
7. Ik denk dat ik best wel goed ben in deze activiteit, vergeleken met andere leerlingen.	Equal variances assumed	9,809	,003	1,167	44	,250	,4308	,3692	-,3134	1,1749
	Equal variances not assumed			1,083	27,319					
8. Het was een leuke activiteit om te doen.	Equal variances assumed	2,849	,098	-6,142	44	,000	-2,5346	,4127	-3,3663	-1,7029
	Equal variances not assumed			-6,350	43,992					
9. Ik was ontspannen tijdens de activiteit. R	Equal variances assumed	4,327	,043	-1,913	44	,062	-,8115	,4242	-1,6665	,0434
	Equal variances not assumed			-1,962	43,742					
10. Ik vond het erg leuk om deze activiteit te doen.	Equal variances assumed	11,734	,001	-3,961	44	,000	-2,1038	,5312	-3,1743	-1,0333
	Equal variances not assumed			-4,247	40,625					
11. Ik had niet echt een keuze om de activiteit wel of niet te doen. R	Equal variances assumed	29,116	,000	,080	44	,936	,0577	,7192	-1,3918	1,5072
	Equal variances not assumed			,084	43,324					
12. Ik ben tevreden met hoe ik het heb gedaan bij deze activiteit.	Equal variances assumed	,045	,833	-2,148	44	,037	-,8115	,3778	-1,5730	-,0500
	Equal variances not assumed			-2,117	38,530					
13. Ik was nerveus tijdens de activiteit.	Equal variances assumed	10,480	,002	-1,209	44	,233	-,3115	,2576	-,8307	,2077
	Equal variances not assumed			-1,103	24,416					
14. Ik vond de activiteit erg saai. R	Equal variances assumed	19,628	,000	6,886	44	,000	2,6538	,3854	1,8771	3,4306
	Equal variances not assumed			6,346	26,067					
15. Ik heb het gevoel dat ik deed wat ik wilde doen terwijl bezig was met de activiteit.	Equal variances assumed	7,217	,010	-4,979	44	,000	-1,9962	,4009	-2,8041	-1,1882
	Equal variances not assumed			-4,671	29,107					
16. Ik voelde mij competent (dat ik het kon) bij deze activiteit.	Equal variances assumed	11,673	,001	,081	44	,936	,0308	,3787	-,7324	,7939
	Equal variances not assumed			,075	27,063					
17. Ik vond de activiteit erg interessant.	Equal variances assumed	,075	,785	-3,464	44	,001	-1,7038	,4919	-2,6951	-,7126
	Equal variances not assumed			-3,426	39,167					
18. Ik ervaarde druk tijdens de activiteit.	Equal variances assumed	1,886	,177	-3,292	44	,002	-1,2885	,3914	-2,0773	-,4996
	Equal variances not assumed			-3,130	31,630					
19. Ik heb het gevoel dat ik de activiteit moest doen. R	Equal variances assumed	,442	,509	,511	44	,612	,2346	,4588	-,6901	1,1593
	Equal variances not assumed			,518	42,663					
20. Ik zou de activiteit als 'erg leuk' omschrijven.	Equal variances assumed	,087	,769	-5,559	44	,000	-2,3615	,4248	-3,2177	-1,5054
	Equal variances not assumed			-5,428	36,809					
21. Ik deed de activiteit omdat ik geen keuze had. R	Equal variances assumed	,270	,606	-1,638	44	,108	-,9538	,5822	-2,1272	,2195
	Equal variances not assumed			-1,648	41,868					
22. Nadat ik enige tijd bezig was met deze activiteit, voelde ik mij best competent.	Equal variances assumed	4,438	,041	,395	44	,695	,1385	,3509	-,5688	,8458
	Equal variances not assumed			,372	29,826					

Tabel 17: t-test resultaten van voor- en nameting (SPSS)

10.3 Opgaven voor het opgavenspel

Op de volgende pagina's staan de opgaven weergegeven zoals deze in de klas zijn gebruikt. Level 1 wordt uitgedeeld in de klas aan elk tweetal. Level 2, 3, 4 en 5 opgaven liggen voor op het bureau (de jurytafel) in stapels klaar voor de leerlingen.

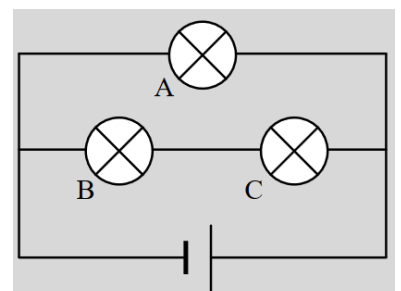
De antwoordbladen worden uiteraard niet klaargelegd, maar zijn wel toegevoegd zodat de leerlingen deze na de les ook nog mee kunnen nemen om zich thuis verder te voor te bereiden op de toets.

LEVEL 1 – EASY

11 Concept vragen. - Elk goed antwoord is 1 punt. - Elk fout antwoord is 1 minpunt.

Omcirkel elke keer het juiste antwoord!.Schrijf jullie namen bovenaan het papier...

- 1) Op een spaarlamp staat '11 W'. Wat is '11 W'?
 - A. Het rendement van de lamp.
 - B. Het energiegebruik van de lamp.
 - C. Het energiegebruik van de lamp in 1 seconde
 - D. Geen van bovenstaande antwoorden.
- 2) De stroomsterkte door en de spanning over een apparaat worden beide twee keer zo groot. Het vermogen van het apparaat wordt dan
 - A) Vier maal zo groot
 - B) twee maal zo groot
 - C) blijft gelijk
 - D) twee maal zo klein
 - E) vier maal zo klein
- 3) Een televisie heeft een vermogen van 460 W. Hoe groot is de stroomsterkte
 - A) 0,50 A
 - B) 1,0 A
 - C) 2,0 A
 - D) 20 A
- 4) Twee lampen moeten beiden op een spanning van 230 V worden aangesloten. De ene lamp heeft een elektrisch vermogen van 60 W. Voor de andere lamp is dat 40 W. Welke bewering over de weerstand van deze lampen is juist?
 - A. De weerstand van beide lampen is even groot
 - B. De 40 W lamp heeft de grootste weerstand.
 - C. De 60 W lamp heeft de grootste weerstand
- 5) Drie weerstanden van 10 Ω , 20 Ω en 30 Ω zijn in serie geschakeld en aangesloten op een 6,0 V spanningsbron. De spanningsbron levert een stroom van
 - A. 0,10 A
 - B. 0,60 A
 - C. 1,1 A
 - D. Geen van bovenstaande antwoorden is juist.
- 6) De spanning van de spanningsbron in een stroomkring heeft een vaste waarde. De weerstand van de stroomkring wordt tweemaal zo groot gemaakt. Daardoor wordt het elektrisch vermogen dat de spanningsbron levert :
 - A. viermaal zo klein
 - B. tweemaal zo klein
 - C. tweemaal zo groot
 - D. viermaal zo groot
- 7) In de schakeling zitten 3 zelfde lampjes. Welke bewering is juist?
 - A) De drie lampen A, B en C branden even fel.
 - B) Lamp A brandt het felst, lamp C minder fel en lamp B het zwakst.
 - C) Lamp A brandt het felst, de twee lampen B en C branden even fel maar zwakker dan lamp A.
 - D) Geen van deze drie beweringen is juist



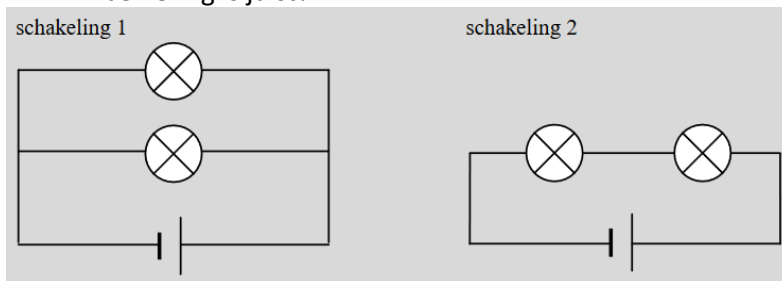
8) Ik heb een gloeilamp direct aangesloten op een regelbare spanningsbron. De lamp brandt. Nu wordt de spanning van de spanningsbron ingesteld op een tweemaal zo grote waarde. De stroomsterkte in de gloeilamp wordt daardoor:

- A) meer dan tweemaal zo groot.
- B) tweemaal zo groot.
- C) groter, maar minder dan tweemaal zo groot

9) De stroomsterkte in een lamp is 0,10 A. Hoeveel lading stroomt in 10 seconde door de lamp?

- A) 0,010 C
- B) 0,10 C
- C) 1,0 C
- D) 10 C
- E) 100 C

10) Hieronder staan twee schakelingen. De spanning van de spanningsbronnen in deze schakelingen is hetzelfde. Ook de vier lampen in deze schakelingen zijn hetzelfde. Welke bewering is juist?



- A) Schakeling 1 geeft meer licht dan schakeling 2
- B) Beide schakelingen geven evenveel licht.
- C) Schakeling 2 geeft meer licht dan schakeling 1

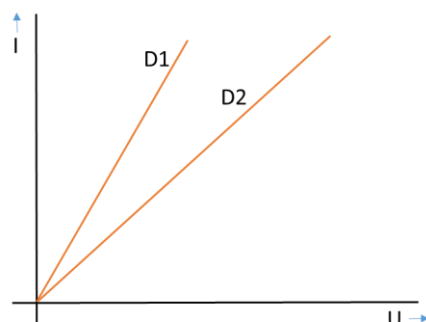
11) Twee draden zijn gemaakt van hetzelfde materiaal, maar draad 1 is tweemaal zo lang en heeft een tweemaal zo grote diameter als draad 2. De weerstand van draad 1, vergeleken met de weerstand van draad 2, is

- A. viermaal zo groot
- B. tweemaal zo groot
- C. even groot
- D. tweemaal zo klein
- E. viermaal zo klein

12) Van twee draden D1 en D2 die van hetzelfde materiaal zijn gemaakt is het (I,U) diagram te zien. Hierover worden 2 beweringen gedaan:

- I. D1 zou langer kunnen zijn.
- II. D1 zou dikker kunnen zijn

- A. Alleen I is waar.
- B. Alleen II is waar.
- C. I en II zijn waar.
- D. I en II zijn niet waar.



Antwoorden

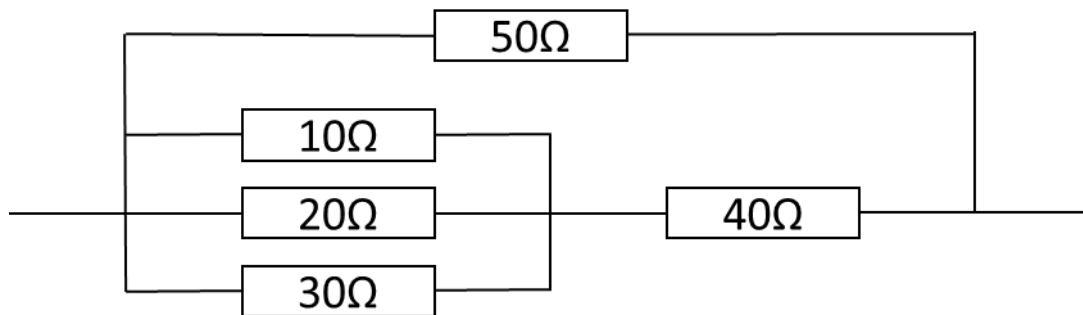
- 1) C ($P=E/t$)
- 2) A ($P=U \cdot I$)
- 3) C ($I=P/U$)
- 4) B ($P=U \cdot I$ en $R=U/I$)
- 5) A (weerstand in serie, $R_{\text{tot}} = 60\Omega$ $I=U/R$)
- 6) B
- 7) C
- 8) C (gloeilamp geen ohmse weerstand, niet rechtevenredig)
- 9) C ($I=Q/t \Rightarrow Q=I \cdot t$)
- 10) A (beide lampen branden op voedingsspanning. In serie verdeeld spanning zich)
- 11) D ($R=\rho \cdot L/A$; $A=1/4 \cdot \pi \cdot d^2$)
- 12) B (D1 kleinere weerstand, dus dikker)

LEVEL 2 – EASY - MEDIUM

Goed antwoord: 5 punten en door naar de volgende vraag.

Fout antwoord: 1 punt aftrek en vraag opnieuw maken.

Bereken de vervangingsweerstand van deze schakeling



Schrijf hieronder de tussenstappen op:

Aanpak:

- 1) Bereken vervangingsweerstand R_{10} , R_{20} en R_{30} . Parallel.
 - a. Noem dit R_{v123}
 - b. $1/R_{v123} = (1/10) + (1/20) + (1/30)$
- 2) Bereken vervangingsweerstand R_{40} en R_{v123} . In serie
 - a. Noem dit R_{v1234}
 - b. $R_{v1234} = R_{v123} + R_{40}$
- 3) Bereken vervangingsweerstand R_{v1234} en R_{50} . Parallel.
 - a. Noem dit R_{tot}
 - b. $1/R_{tot} = (1/50) + (1/R_{v1234})$

LEVEL 3 – Medium - Hard

Goed antwoord: A=2 en B=5 punten en door naar de volgende vraag.

Fout antwoord: 1 punt aftrek en vraag opnieuw maken.

De radio in figuur hiernaast heeft een oplaadbare batterij. Aan de bovenkant van de radio zitten zonnecellen waarmee de batterij kan worden opgeladen.



Bij een bepaalde stand van de volumeknop is het elektrisch vermogen van de radio 32 mW. In de volle batterij is 2,67 kJ energie opgeslagen.

A) Bereken na hoeveel uur de batterij leeg is. (2 Punten)

Op een zonnige dag schijnt de zon met een gemiddeld vermogen van 600 W per vierkante meter aardoppervlak. Het rendement van de zonnecellen is 13%.

De oppervlakte van de zonnecellen is 25 cm².

B) Bereken hoeveel uur de radio in de zon moet staan om de lege batterij volledig op te laden, als de radio uitstaat. (5 Punten)

Antwoorden:

A)

$$t = \frac{E}{P} = \frac{2,67 * 10^3}{32 * 10^{-3}} = 8,3 * 10^4 s = 23 \text{ uur}$$

B)

$$600 \text{ W/m}^2 \rightarrow 25 * 10^{-4} \text{ m}^2 = 1,5 \text{ W}$$

$$13\% \text{ van } 1,5 \text{ W} = 0,195 \text{ W of J/s}$$

$$\frac{2,67 * 10^3}{0,195} = 13,7 * 10^3 s = 3,8 \text{ uur}$$

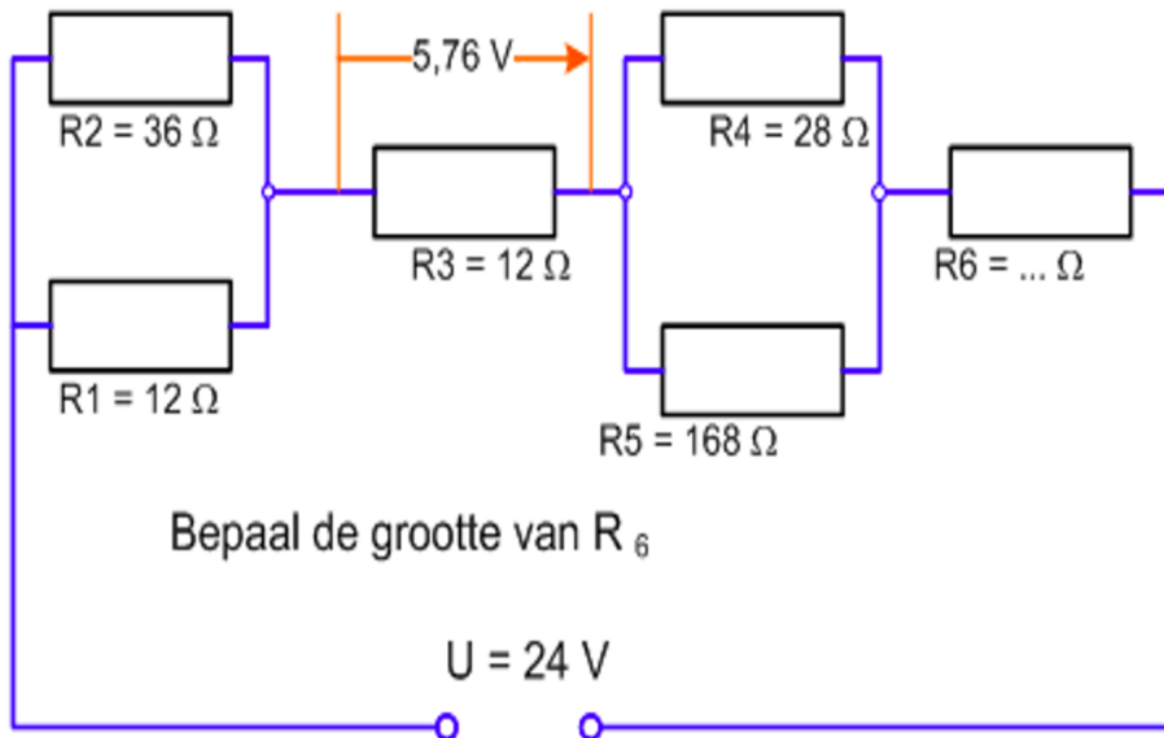
LEVEL 4 - HARD

Goed antwoord: 5 punten en door naar de volgende vraag.

Fout antwoord: 1 punt aftrek en vraag opnieuw maken.

Een gecombineerde schakeling:

Bepaal de waarde van R_6



Schrijf hieronder de tussenstappen op:

Aanpak:

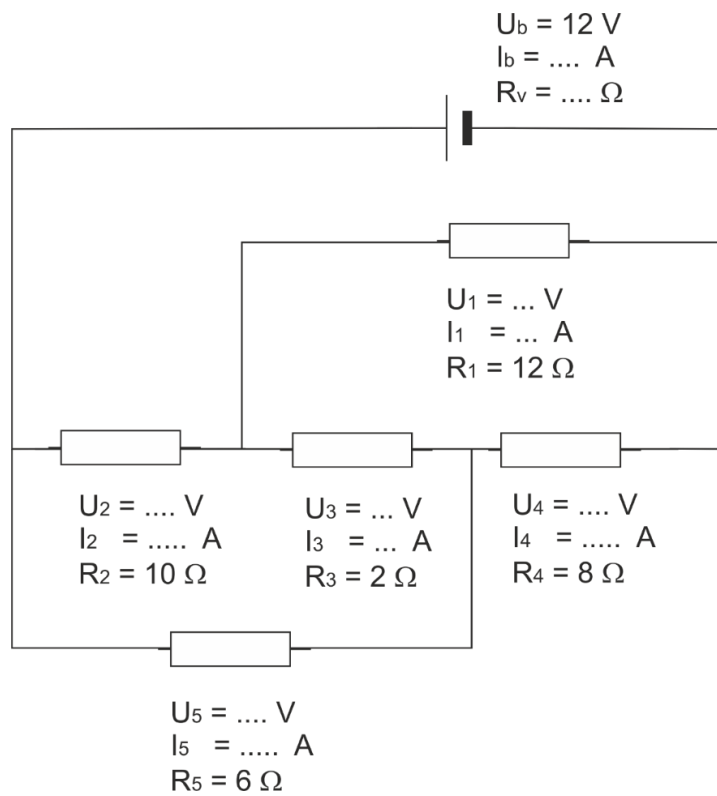
- 1) Bereken vervangingsweerstand R1 en R2 met parallelregel. $R=9$
- 2) Bereken vervangingsweerstand R4 en R5 met parallelregel. $R=24$
- 3) Bereken I_3
- 4) Bedenk dat $I_3 = I_{tot}$
- 5) Bereken R_{tot} met $U_{tot} = I_{tot} \cdot R_{tot}$
- 6) $R_{tot} = R_{v12} + R_3 + R_{v45} + R_6$ (want in serie)
- 7) $R_6 = R_{tot} - (R_{v12} + R_3 + R_{v45}) = 5\Omega$

LEVEL 5 – “ARE YOU CRAZY ?!”

Goed antwoord: 15 punten en rust lekker uit....

Fout antwoord: geeft niet, dit is ruim boven toets niveau ;-)

Vul alle ontbrekende waarden in!



Schrijf hieronder de tussenstappen op:

Aanpak:

1. geef de stromen een naam en richting
2. zet plussen en minnen bij elke component
3. hoeveel onbekende stromen zijn er?
4. pas de wetten van Kirchhoff toe; begin met de stroomwet, daarna de spanningswet
5. Gebruik wet van Ohm om U en I in elkaar om te schrijven
6. Zorg dat je evenveel (of meer) vergelijkingen dan onbekenden opschrijft
7. Los het stelsel vergelijkingen op!

Succes!