Fluid Dynamics in een virtuele wereld

Onderzoek LA52 Henk Massink

Bron: Provinciale Zeeuwse Courant, 14-4-2014

Hogeschool Rotterdam
Master Leren en Innoveren
Cursusjaar 2013/2014
Auteur: Henk Massink, 0863371
01-04-2015

Inhoud

Voorwoord....3
Samenvatting....4
1. Inleiding....5
2. Analyse Praktijkprobleem....9
3. Theoretisch kader....12
3.1 Introductie....12
3.2 Prototype oefening virtuele wereld en flow....13
3.3 Flow en Leerresultaat....13
3.4 Intermediaire variabelen en persoonskenmerken studenten....14
3.5 Ontwerpprincipes en intermediaire variabelen....16
4. Het onderzoeksdoel en de onderzoeksvraag....18
4.1 Onderzoeksdoel....18
4.2 Onderzoeksvraag....18
5. De onderzoeksmethode....20
5.1 Onderzoeksgroep....21
5.2. Dataverzameling....21
5.2.1 Dataverzameling eerste deelvraag....21
5.2.2 Dataverzameling tweede deelvraag....21
5.2.3 Dataverzameling derde en vierde deelvraag....22
5.2.3 Procedure....26
5.3 Dataverwerking....27
5.4 Data analyse....27
5.5 Betrouwbaarheid en validiteit....27
6. Resultaten....31
6.1 Resultaten deelvraag 1 en 2....32
6.2 Resultaten deelvraag 3 en 4....34
7. Conclusies en aanbevelingen....38
8. Discussie....42
8.1 Algemeen....42
8.2 Theoretisch kader....42
8.3 Gebruikte schalen en items....42
8.4 Resultaten....44
8.5 Vervolgonderzoek....44
9. Kennisdisseminatie....45
10. Referenties....47
Bijlage 1 Ontwerp prototype....50
Bijlage 2 Totstandkoming conceptueel model....61
Bijlage 3 Synopsis cursus Fluid Dynamics....64
Bijlage 4 Ontwerpprincipes prototype....69
Bijlage 5 Vragen enquête....71
Bijlage 6 Resultaten SPSS berekeningen....77
Bijlage 7 Toestemming gebruik figuren in bijlage 1....81

Voorwoord

Ik ben altijd al geïnteresseerd geweest in het gebruik van ICT, met name 3D, in het onderwijs. In 2011 was ik bezig met het ontwerp van 3D water animaties toen ik bij toeval op het boek “Learning in 3D” van Kapp en Driscoll (2010) stuitte. Sindsdien ben ik op zoek naar mogelijkheden om 3D virtuele werelden in mijn onderwijs toe te passen. Ik ben dan ook ontzettend blij, dat het in 2014 daadwerkelijk gelukt is om een virtuele wereld te creëren en om daarin een oefening Fluid Dynamics te ontwerpen die ik vervolgens kleinschalig getest heb. Het is mijn intentie om dit soort oefeningen verder te ontwikkelen en te gebruiken. Ik ben ervan overtuigd dat het gebruik van virtuele werelden tot grote veranderingen in het onderwijs gaat leiden.

Mijn dank gaat uit naar de docenten van de masteropleiding Leren en Innoveren, waardoor ik de gelegenheid kreeg dit onderzoek uit te voeren. Ook ben ik blij met de steun van mijn medestudenten. Bij naam wil ik noemen: Johan Rietjens, collega bij de Hz University of Applied Sciences. De filosofische beschouwingen tijdens onze reizen naar Rotterdam hebben mij zeker geholpen. Peter Verhage, ICT collega Hz. Dankzij Peter was er een zogeheten ‘opensim’ virtuele wereld op de servers van de Hz, waar ik mee kon werken. En via Peter had ik ook de noodzakelijke technische ondersteuning. Arjen Breedveld, ICT medewerker Windesheim, heeft mij regelmatig bezocht in de virtuele wereld om te helpen bij het programmeren. Zijn kennis en ervaring heeft mij ontzettend veel geholpen. Ook heeft Arjen een ‘vandalenproef’ uitgevoerd om de robuustheid van de oefening te testen.

Verder bedankt ik de collega’s op de Hz die hebben willen meedenken en de 50 studenten die de oefening hebben uitgevoerd en de enquête hebben ingevuld.

En natuurlijk mijn vrouw Anda, die de teksten heeft geredigeerd.

Henk Massink,
Vlissingen, 01-4-2015.

Samenvatting

De huidige technologische ontwikkelingen maken het gebruik van 3D virtuele werelden in het onderwijs mogelijk. In een 3D virtuele wereld kunnen deelnemers, als avatar, samenwerken in een authentieke leeromgeving. De Hz University of Applied Sciences heeft op haar servers een virtuele wereld (Open Simulator) draaien. Onderzocht is, in hoeverre een oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld uitgevoerd kan worden. Dit met het uiteindelijke doel het leerrendement van de cursus Fluid Dynamics te verhogen. Uit literatuuronderzoek is gebleken, dat flow een goede indicator is voor leerresultaat. In het conceptueel model wordt flow verklaard, vanuit persoonlijke variabelen (playfulness, self efficacy en intrinsieke motivatie) en intermediaire variabelen (control, clear goals, challenge, skill balance, feedback en samenwerking).

Op basis van ontwerpprincipes (waaronder bijvoorbeeld instructionally grounded) is een prototype voor een oefening in een virtuele wereld ontworpen. In het prototype komen de studenten / avatars op een eiland terecht, dat onder water staat. Door het aanpassen van de diameter van een duiker moet de overstroming verholpen worden. Om het onderzoek uit te voeren waren zes eilanden in de virtuele wereld beschikbaar, waarop groepjes van maximaal drie studenten de oefening konden uitvoeren. De onderzoeksgroep bestond uit eerstejaarsstudenten van de opleidingen Civiele Techniek en Aquatische Ecotechnologie. Deelname van de studenten was op vrijwillige basis. Tijdens de uitvoering van het prototype zijn de deelnemers geobserveerd. Om de flow te meten is een pre-experiment opgezet, waarbij gebruik gemaakt is van eerder gevalideerde (schaal)vragen. In de enquête zijn de studenten vooraf bevraagd over playfulness, self efficacy en intrinsieke motivatie. Na uitvoering van het prototype zijn de studenten stellingen voorgelegd, betreffende control, clear goals, challenge, skill balance, feedback, samenwerking en flow.

Het prototype oefening Fluid Dynamics is gemaakt door 50 studenten. Tijdens de uitvoering bleek er minder tijd beschikbaar voor het maken van de oefening dan vooraf was gepland. Ook traden er enkele technische problemen op. Studenten vonden het leuk om de oefening te maken. Uit de analyses van de betrouwbaarheid van de schalen voor de verschillende variabelen (op basis van de Cronbach's α) bleek de schaal voor intrinsieke motivatie onbetrouwbaar te zijn. Verder was het, ook vanwege betrouwbaarheid, noodzakelijk om de schalen voor clear goals, challenge en skill balance tot één schaal samen te voegen. De gemiddelde gemeten waarde voor de flow is 3,7 (schaal 1 – 5), de scores op de andere variabelen variëren tussen 3,3 en 3,9. Alle variabelen, uitgezonderd intrinsieke motivatie, blijken sterk gecorreleerd te zijn met flow. Uit een multiple regressie analyse blijkt dat van de intermediaire variabelen feedback en control de sterkste invloed op flow hebben.

Geconcludeerd kan worden, dat het prototype grotendeels volgens de ontwerpprincipes vormgegeven is. Het geobserveerde gedrag van de studenten in de oefening was niet geheel volgens de verwachting. Verder kan gesteld worden, dat de studenten flow ervaren hebben en dat flow verklaard kan worden, vanuit de variabelen playfulness, self efficacy, control, clear goals / challenge / skill balance, feedback en samenwerken. Op basis van de observaties en de ruimte voor verbetering bij de verklarende variabelen, lijkt het gerechtvaardigd om te stellen dat het prototype nog geen definitief ontwerp is. Door aanpassingen te maken aan het prototype lijkt het mogelijk een hogere flow te bereiken.

Vooral het beter implementeren van de ontwerpprincipes Reflectively Synthesized, Discovery Driven en Consequentially Experienced zullen naar verwachting (via de variabele Feedback) een positief effect hebben op flow. Hiervoor worden verschillende aanbevelingen voor een bijstelling van het ontwerp gedaan, zoals het bouwen van een experimenteerruimte, het benoemen van rollen, het verbeteren van de speurtocht en het verbeteren van communicatie.

Misschien wel de belangrijkste opbrengst van het onderzoek is, dat er daadwerkelijk een oefening in een virtuele wereld is gebouwd en getest. Hierdoor zijn er ontwerpprincipes, een conceptueel model en een vragenlijst beschikbaar, die bij andere onderzoeken gebruikt kan worden. Het gebruik van virtuele werelden in de cursus Fluid Dynamics kan nu verder ontwikkeld worden. Doordat virtuele werelden tijd- en plaats onafhankelijk zijn, vormgegeven kunnen worden als authentieke leeromgeving en Engelstalig zijn, kunnen ze van grote waarde zijn voor het onderwijs.

1. Inleiding

Aan eerstejaarsstudenten van de opleidingen Aquatische Ecotechnology en Civiele Techniek (vierjarige Bachelor) van de Hz University of Applied Sciences (Hz), wordt de cursus Fluid Dynamics aangeboden. Het betreft een cursus van zeven en een half credits (= 210 studiebelastingsuren), waarin de basisprincipes van vloeistofmechanica worden behandeld. Jaarlijks wordt de cursus gevolgd door circa 100 studenten, verdeeld over twee Nederlandse klassen en twee internationale klassen. Bij de cursus gaat het niet alleen om het verwerven van kennis, maar ook om het toepassen van deze kennis om problemen op te lossen. Bijvoorbeeld: Welke afmetingen moet een duiker hebben om te voorkomen dat er overstroming optreedt?

Door bezuinigingen is de inzet van het waterloopkundig laboratorium en het aantal velddagen binnen de cursus afgenomen. Hierdoor krijgen de studenten minder te maken met authentieke leeromgevingen, waarin ze de theorie in de praktijk kunnen toepassen. Daarbij constateren docenten uit vervolgcursussen dat studenten regelmatig problemen hebben om de theorie in praktische vraagstukken toe te passen, aldus J.J. Walhout, A. Verkruysse, H. A. Bakker en J.P.A, van der Vleuten (persoonlijke communicatie, 23 maart 2015).

Volgens Kapp en O'Driscoll (2010, p.7) vindt er op dit moment een "webvolution" plaats. Bij de start van internet ging het de gebruikers vooral om het kunnen maken van een verbinding met internet. Dit om informatie te vinden en te delen. Vervolgens is de focus van de gebruikers van internet verschoven naar het maken van verbindingen (delen, deelnemen en samenwerken) via internet. In de "webvolution" zal de focus, van gebruikers, vervolgens verschuiven naar het maken van verbindingen in ("within") internet. Hierbij zal immersief samenwerken en co-creatie in virtuele werelden plaatsvinden (t.a.p.). Voorbeelden van het maken van verbindingen via internet in het onderwijs zijn: webconferenties en online lectures. Deze zijn suboptimaal in hun mogelijkheid om kennis op een meeslepende manier over te brengen. Ze bevatten soms wel een vorm van virtuele interactiviteit, maar maken het nog niet mogelijk immersieve ervaringen op te doen, die zorgen voor een duurzame betrokkenheid. Immersieve virtuele werelden bieden deze mogelijkheid wel (Kapp & O'Driscoll, 2010, p.19).

Sinds enige jaren worden virtuele werelden ingezet in het onderwijs. Trooster (2010) omschrijft virtuele werelden als driedimensionale permanent toegankelijke audiovisuele omgevingen, waarin meerdere gebruikers tegelijkertijd actief kunnen zijn, middels een driedimensionale representatie van een karakter, avatar genaamd, waarmee zij in een bepaalde mate de omgeving kunnen maken of invullen. Virtuele werelden bieden de deelnemers het gevoel van aanwezigheid van andere deelnemers (studenten en/of docenten). Een bijkomend voordeel van virtuele werelden is, dat ze een online platform bieden, die tijd- en plaats onafhankelijk kunnen worden ingezet. Hierdoor zijn ze goed in te zetten voor bijvoorbeeld afstandsleren en internationalisering. Bovendien wordt bij virtuele werelden ondersteuning geboden door middel van een aantal tools. Daardoor is er sprake van een media-rijk medium met: tekst, beeld, geluid en gebaren. Met deze ICT-toepassingen is een verhoogde effectiviteit en efficiëntie in het onderwijs mogelijk. Dit komt niet in het minst, doordat dit medium aansluit bij de belevingswereld van de student. Dit alles maakt, dat virtuele werelden een sterk medium vormen om het onderwijsleerproces te ondersteunen (t.a.p.). Verder beschrijft Trooster (2010) een achttal Nederlandse onderwijsprojecten in Second Life. Second Life (http://secondlife.com/) is een commerciële virtuele wereld. De opensource variant van Second Life is Open Simulator (http://opensimulator.org) . Voordelen van Open Simulator ten opzichte van Second life zijn de lagere kosten en de volledige vrijheid om de virtuele wereld naar eigen behoefte in te richten. Ook kan de Open Simulator wereld als een afgesloten wereld ingericht worden, die alleen toegankelijk is voor aangemelde studenten. Op de servers van de Hz is een virtuele wereld op basis van Open Simulator geïnstalleerd.

In het instellingsplan van de Hz (2013, p.18) wordt het gebruik van nieuwe digitale media gezien als één van de pijlers van het gehanteerde onderwijsconcept. Dit om verbinding te kunnen leggen met internationale doelgroepen en partners. Daarnaast maken digitale media nieuwe werkvormen mogelijk en bieden ze kansen op het aanboren van nieuwe doelgroepen (t.a.p.).

In dit onderzoek wordt gekeken naar de mogelijkheden om virtuele werelden in de cursus Fluid Dynamics in te zetten. Hierbij komen compensatie voor de afname van authentieke leeromgevingen, het gebruikmaken van nieuwe technologie en het voldoen aan Hz beleid samen. Het gaat om innovatie van het onderwijs. “Een innovatie is een idee, gebruik of object dat als nieuw wordt ervaren door de doelgroep, bijvoorbeeld door een individuele gebruiker of een organisatie. Het maakt niet uit of het idee ook echt nieuw is. Het gaat om de ervaring van de nieuwheid door de gebruikers. Innovatie heeft dus niet zozeer met “uitvinden” (inventie) te maken, dan wel met het slim toepassen van bestaande uitvindingen” (Van der Donk & Van Lanen, 2012, p.265). Virtuele werelden bestaan al langer, maar de huidige technologische ontwikkelingen, maken het mogelijk om ze nu ook in het onderwijs toe te passen. De cursus Fluid Dynamics, waar het gaat om het oplossen van fysieke problemen, lijkt hiervoor bijzonder geschikt.

Dit onderzoek maakt deel uit van een langlopend ontwerponderzoek, waarbij de mogelijkheden tot het toepassen van virtuele werelden bij de cursus Fluid Dynamics worden onderzocht. Volgens Van der Donk en Van Lanen (2012, p.276) kan een ontwerponderzoek opgedeeld worden in twee onderzoeksfasen. In onderzoeksfase 1 wordt een beschrijvend onderzoek uitgevoerd naar de ontwerpeisen. In onderzoeksfase 2 wordt het ontwerp gemaakt en wordt de innovatiecyclus doorlopen, waarbij het ontwerp verder verbeterd wordt tot een definitief ontwerp. Onderzoeksfase 1 is in een eerder onderzoek al uitgevoerd. Dit heeft geresulteerd in een prototype oefening Fluid Dynamics. Het prototype is gebouwd in Open Simulator. In dit onderzoek wordt met het prototype de innovatiecyclus éénmalig doorlopen. Op basis van observaties en metingen worden bepaald of het prototype voldoet, of dat er aanpassingen noodzakelijk zijn. Deze virtuele wereld draait op de servers van de Hz. Het vakinhoudelijk gedeelte (vloeistofmechanica) is gebaseerd op de bestaande synopsis van de cursus (bijlage 3). Als instructional design model is het 4C-ID model aangehouden. Vormgeving van het prototype is gebaseerd op de ontwerpprincipes beschreven door Kapp en O’Driscoll (2010) en Kapp (2012) (bijlage 1).

De oefening kort uitgelegd in woorden:
De avatars komen in de virtuele wereld op een eiland terecht wat onder water staat. Oorzaken zijn hevige regenval en een te kleine duiker, waardoor onvoldoende water van het eiland afgevoerd kan worden. Uiteindelijk moeten de avatars berekenen wat de correcte afmetingen van de duiker zijn. Deze duiker kan ook daadwerkelijk in de virtuele aangebracht worden. Het systeem laat dan zien of de juiste duiker gekozen is. Een video met een beschrijving van het prototype is te vinden op:
https://vimeo.com/113210944 (duur 6 minuten).
Een openbare versie van het prototype is via hypergrid beschikbaar op
http://sv.simvalley.nl:8002/SVNL-PLAZA , regio nummer SV-1701 .
In de virtuele wereld op de server van de Hz zijn zes eilanden ingericht met het prototype.

Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat flow een goede indicator is voor het optreden van leren in virtuele werelden. Om te bepalen of het prototype voldoet wordt de flow gemeten en intermediaire variabelen die bepalend zijn voor het optreden van flow. In een vervolgonderzoek zal het aangepaste prototype opnieuw de innovatiecyclus doorlopen. Hier zit dus ook een ‘trial and error’ (of experimenteer) principe in. Het inzicht wordt vergroot door het verschillende malen doorlopen van de ontwerpcyclus.

Doel van het voorliggende masteronderzoek is om zicht te krijgen op mogelijkheden voor verbetering van het rendement (leerresultaat) in de cursus Fluid Dynamics door middel van het inzetten van virtuele werelden. Voor deze cursus is voorafgaand aan het voorliggende onderzoek aan de hand van een set ontwerpprincipes, die gericht zijn op het bereiken van de beoogde leerresultaten een prototype van een oefening in een virtuele wereld gemaakt. De vraag is nu of die oefening ook inderdaad de beoogde resultaten oplevert.

De onderzoeksvraag voor dit onderzoek is:
In hoeverre zorgt het gebruik van een prototype oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld voor flow bij eerstejaarsstudenten van de opleidingen Civiele Techniek en Aquatische Ecotechnologie aan de Hz University of Applied Sciences?

De opbrengsten zijn een oordeel of er flow optreedt bij het prototype en hoe de flow verklaard kan worden uit een aantal variabelen. Op basis hiervan worden adviezen opgesteld, hoe het prototype aan

te passen om tot een definitief ontwerp voor een oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld te komen.

In vervolg op dit onderzoek kan de gehele cursus Fluid Dynamics omgebouwd worden naar oefeningen in een virtuele wereld. Vervolgens kunnen met de opgedane deskundigheid en ervaring virtuele werelden gebruikt worden binnen andere opleidingen in Nederland, die vloeistofmechanica aanbieden. Tevens kunnen virtuele werelden ingezet worden bij andere gelijksoortige cursussen binnen de Hz en daarbuiten. Door de virtuele werelden Engelstalig uit te voeren, kunnen ook opleidingen buiten Nederland bediend worden. Doordat virtuele werelden plaats onafhankelijk zijn, kunnen ze ook ingezet worden bij afstandsleren. De inzet van virtuele werelden is daarom uiteindelijk niet alleen van belang voor de cursus Fluid Dynamics, maar ook van belang voor de Hz en van belang voor het onderwijs in het algemeen. González, Santos, Vargas, Martín-Gutiérrez en Orihuela (2013) stellen dat technologische ontwikkelingen, waaronder virtuele werelden, invloed hebben op wat er geleerd wordt en op hoe docenten hun onderwijs aanbieden. Het onderwijsmodel, waarbij de docent in een klas kennis aanbiedt, zal verdwijnen.

De onderzoeksgroep bestaat uit eerstejaarsstudenten van de opleidingen Civiele Techniek en Aquatische Ecotechnologie.

In het kader van leerarrangement Uitdagend Ontwerpen heeft Massink (2013) een leerplanontwerp op basis van het Ten Steps (4C/ID) model gemaakt voor de cursus Fluid Dynamics. Eén van redenen om voor dit model te kiezen is, dat de Ten Steps methodiek ook voor gaming (virtuele werelden) toepasbaar is (Van Merriënboer, 2013a). In dit onderzoek is daarom het 4C/ID model als didactisch model voor de cursus en ook voor de virtuele wereld aangehouden.

Definities
In de wereld van games en virtuele werelden worden geen eenduidige definities aangehouden. In onderstaande tekst worden de definities gegeven, zoals aangehouden in dit onderzoek.

In boeken en onderzoeken wordt in het Engels regelmatig de term “immersive” gebruikt, als er gesproken wordt over virtuele werelden. Het vinden van een gelijkwaardig woord in het Nederlands is niet eenvoudig. Vertaald staat “immersive” voor onderdompelen, meeslepend, overweldigend , intens en immersie. Men wordt ondergedompeld in een virtuele omgeving, die meeslepend en overweldigend is. In dit onderzoek is ervoor gekozen om “immersive” te vertalen naar het in het Nederlands wat minder gebruikelijke woord immersie.

In de literatuur en op internet komt men een groot aantal termen tegen voor omschrijvingen van virtuele werelden. Voorbeelden zijn Multi-User, Virtual Environments (MUVE), Massively Multiuser On-line Learning (MMOL), Virtual Reality Learning Environments (VRLE), Metaverse, Virtual Reality (VR), Massively Multiplayer Online Role-Play Game (MMORPG), Virtual Social World (VSW) en Multi-User Dungeon (MUD). Om een eenduidige naamgeving in het onderzoek aan te houden, worden de definities volgens Kapp en O’Driscoll (2010, p.357) aangehouden:
VIE-Virtual Immersive Environment: De VIE staat voor de 3D technologie , waarbinnen leren kan voorkomen. Het vertegenwoordigt de virtuele 3D leeromgeving, waarbinnen avatars interactie hebben en leren van de omgeving en van elkaar. De gebeurtenis, waarbinnen leren plaatsvindt, heet een 3D learning experiences (3DLE).
3DLE-Three-Dimensional Learning Experience : Dit is het proces, waarbij de lerende als avatar wordt ondergedompeld (immersed) in een 3D virtuele omgeving en contact maakt met andere avatars. Dit met als doel om te leren, waarbij een serie van ervaringen ondergaan worden. Deze ervaringen zorgen voor het bereiken van, zowel formele doelen, als informeel peer-to-peer leren.
Avatar: De weergave van de lerende in de virtuele wereld. Het virtuele karakter van de lerende wordt een avatar, welke volledig is opgenomen en ondergedompeld (immersed) in de 3DLE. In dit onderzoek zullen de studenten als avatars in de oefening Fluid Dynamics weergegeven worden.

Andere termen, die in relatie tot 3DLE vaak voorkomen,zijn serious game en gamification.
Kapp (2012) gaat uit van de volgende definities:
Game: Een systeem, waarin spelers betrokken zijn in een abstracte uitdaging, gedefinieerd door regels, interactiviteit en feedback. Dit resulteert in een kwantificeerbare uitkomst, die vaak een emotionele reactie uitlokt.
Gamification: Op games gebaseerde methodes, esthetiek en game-denken om mensen te laten participeren, tot actie te motiveren, leren te bevorderen en problemen op te lossen.
Serious Game: Een game ontworpen voor een primair doel, anders dan alleen vermaak.
Het verschil tussen een (serious) game en een 3DLE is, dat een (serious) game niet per definitie in een virtuele wereld afspeelt. Ook hoeft de speler in een serious game niet altijd, als een avatar voorgesteld te worden, wat in een 3DLE wel altijd het geval is. Gamification kan wel ingezet worden in een 3DLE. Dit met als doel: de lerende zo optimaal mogelijk te laten participeren.

Het prototype kan gekenmerkt worden als een serious game, vormgegeven als een 3DLE.

2. Analyse Praktijkprobleem

Het praktijkprobleem wordt beschreven volgens de 5xW+H methode uit Van der Donk en Van Lanen (2012, p.104). Hierbij wordt het probleem vooral gezien als een kans op innovatie.

Wat is het probleem? Wat is de kans van de innovatie?
Het "toets" rendement van de cursus Fluid Dynamics, voldoet aan de door de Hz gestelde norm van 70%. Door bezuinigingen is de inzet van het waterloopkundig laboratorium en het aantal velddagen wel afgenomen. Hierdoor krijgen de studenten minder te maken met authentieke leeromgevingen, waarin ze de theorie in de praktijk kunnen toepassen. Docenten uit vervolgcursussen constateren dat studenten regelmatig problemen hebben om de theorie in praktische vraagstukken toe te passen, aldus J.J. Walhout, A. Verkruysse, H. A. Bakker en J.P.A, van der Vleuten (persoonlijke communicatie, 23 maart 2015).

In het instellingsplan Hz (2013, p.18) wordt het gebruik van nieuwe digitale media gezien als één van de pijlers van het gehanteerde onderwijsconcept. In de confrontatiematrix Hz (2013, p.31) wordt het ontwikkelen van digitale tools voor onderwijs aangemerkt als een zwakte binnen de Hz. Het ontwikkelen van virtuele werelden biedt de mogelijkheid om deze zwakte om te buigen naar een sterkte.

Warburton (2009) stelt, dat de huidige technologische ontwikkelingen het gebruik van virtuele werelden in het hoger onderwijs mogelijk maken. Daarbij kunnen door de immersieve aard van virtuele werelden uitdagende onderwijskundige ervaringen ontstaan. Elementen, waardoor virtuele werelden kunnen zorgen voor innovatie in het onderwijs zijn:

- Rijke interacties: Hierbij valt te denken aan interactie tussen personen, maar ook interactie tussen personen en objecten en zelfs intelligente interactie tussen voorwerpen.
- Visualiseren en contextualiseren: Bouwen van virtuele omgevingen, die niet meer bestaan, te ver weg zijn, te kostbaar zijn, denkbeeldig zijn, toekomstig zijn of niet waarneembaar zijn door het menselijk oog.
- Blootstellen aan authentieke inhoud en culturen.
- Het kunnen aannemen van verschillende identiteiten.
- Immersie in een 3D virtuele wereld. Het onderdompelen in een virtuele wereld als avatar kan invloed hebben op de affectieve, empathische en motivationele aspecten van de ervaring.
- Simulatie. Mogelijkheden om omgevingen te maken, die in werkelijkheid te kostbaar zijn, met daarbij het voordeel, dat er bijvoorbeeld geen veiligheidsaspecten spelen.
- Community: Bouwen van communities op basis van bijvoorbeeld subculturen en geografische ligging
- Produceren van inhoud: Mogelijkheid om in de virtuele wereld gezamenlijk objecten te bouwen en leerrijke omgevingen te ontwerpen (t.a.p.).

Een authentieke leeromgeving zorgt voor een context, die reflecteert hoe kennis en vaardigheden in het werkelijke leven gebruikt worden. Dit geldt, zowel voor een fysieke leeromgeving, als virtuele omgevingen, die overeenkomen met de werkelijke wereld met daarin de complexiteit en beperkingen, conform de werkelijke wereld en die dezelfde mogelijkheden en opties bieden, zoals aanwezig in het werkelijke leven. Authentieke leeromgevingen stimuleren studenten niet alleen tot het ontwikkelen van kennis, maar ook tot vaardigheden en beroepshoudingen. Deze zijn allen nodig voor het oplossen van nieuwe problemen. Authentieke leeromgevingen met authentieke leertaken zorgen ervoor, dat studenten eerder de relevantie van de leertaken zien en het leren interessanter en waardevoller maken (Gulikers, Bastiaens & Martens, 2005). Van Merriënboer (2013b, hoofdstuk 1.1) stelt, dat bij complex leren alle belangrijke onderwijskundige ontwerpmodellen, leertaken op basis van authentieke leeromgevingen, zien als de drijvende kracht voor onderwijs en leren. Binnen de cursus Fluid Dynamics kunnen het waterloopkundig laboratorium en velddagen gezien worden als de hierboven omschreven fysieke, authentieke leeromgevingen. Door bezuinigingen staan het gebruik van het waterloopkundig laboratorium en het aantal velddagen onder druk. Tegelijkertijd maken de huidige technologische ontwikkelingen het gebruik van virtuele werelden, als nieuwe authentieke leeromgevingen mogelijk (Allison, Miller, Oliver, Michaelson & Tiropanis, 2012).

Voor de inzet van virtuele werelden is er wel draagvlak onder de collega's nodig. Collega's zijn, zowel inhoudelijk (didactisch), als technisch (gebruik programmatuur) onbekend met het gebruik van virtuele werelden. In een studie uitgevoerd door Petrakou (2010), waarbij een cursus aan hoger onderwijs via een virtuele wereld (second life) werd uitgevoerd, wordt er naast de potenties ook gewezen op het gevaar van technische problemen en het feit, dat het succes ook afhankelijk is van de vaardigheden van de gebruiker in het omgaan met de programmatuur. Door het uitvoeren van een oefening in een virtuele wereld wordt ervaring opgedaan, zowel inhoudelijk als technisch.

Samengevat kan gesteld worden, dat in de cursus Fluid Dynamics, door bezuinigingen het aantal velddagen en oefeningen in het waterloopkundig laboratorium de afgelopen jaren zijn afgenomen. Hierdoor krijgen studenten met minder authentieke leeromgevingen te maken. Ondanks dat het rendement van de cursus aan de norm voldoet, constateren docenten, dat bij de vervolgcursussen, studenten regelmatig problemen hebben om de geleerde theorie bij het oplossen van praktische problemen, toe te passen. In het instellingsplan wordt geconstateerd, dat het gebruik van digitale tools binnen het onderwijs in de Hz op dit moment een zwakte is. Door het inzetten van virtuele werelden ontstaat er een kans op innovatie, waarbij de studenten de mogelijkheid krijgen in authentieke leeromgevingen hun competenties te verwerven. Op dit moment is er onvoldoende kennis onder de docenten om virtuele werelden in het onderwijs in te zetten.

Wie heeft te kampen met het probleem? Wie heeft belang bij de innovatie?
Betrokkenen zijn jaarlijks ongeveer 100 eerstejaarsstudenten van de opleidingen Civiele Techniek en Aquatische Ecotechnologie, die de cursus Fluid Dynamics volgen. Daarnaast zijn de docenten van de opleidingen betrokken bij het probleem.

In het instellingsplan Hz (2012, p.6) wordt geconstateerd, dat de in gang gezette digitalisering van de maatschappij in al haar onderdelen verder beslag zal krijgen. Ook het onderwijs digitaliseert in een rap tempo. Tijd- en plaats onafhankelijk leren en werken, zullen steeds verder toenemen. Docenten krijgen in alle aspecten van hun beroep met digitalisering te maken. Daarom stelt de Hz dat bij alle docenten digitalisering een plaats moet hebben in hun professionele activiteiten (t.a.p.). De Hz heeft belang bij de inzet van virtuele werelden in het onderwijs, omdat hierdoor beter wordt aangesloten bij de digitalisering van de maatschappij.

Zowel studenten als docenten hebben een belang bij de inzet van virtuele werelden in het onderwijs. Hierbij zijn het de studenten, die de oefeningen in een virtuele wereld uitoefenen en zijn het de docenten, die deze oefeningen moeten toepassen in het onderwijs.

Het gebruiken van virtuele werelden om het rendement van de cursus te verhogen, is in eerste instantie bedoeld voor de opleidingen Civiele Techniek en Aquatische Ecotechnologie aan de Hz. Deze virtuele werelden kunnen ook gebruikt worden voor het verbeteren van het rendement van de vergelijkbare cursussen vloeistofmechanica, welke op veertien andere opleidingen bij Hogescholen in Nederland worden aangeboden. Door de virtuele werelden Engelstalig te maken, kunnen opleidingen wereldwijd, hiervan profijt hebben.

Wanneer treedt het probleem op? Wanneer biedt de innovatie voordelen?
De cursus Fluid Dynamics wordt aangeboden in het tweede semester van het eerste studiejaar. Onvoldoende inzicht in de principes van vloeistofmechanica, heeft effect op meerdere cursussen tijdens de vierjarige studie. Voorbeelden zijn de cursus Rural Water Management in het derde semester en de cursus Urban Water Management in het zevende semester. Daarnaast kunnen studenten tijdens de stage, minor en het afstuderen ook te maken krijgen met vraagstukken op het gebied van vloeistofmechanica. Men kan dus stellen, dat onvoldoende kennis van vloeistofmechanica gedurende de gehele opleiding een probleem kan zijn. Afhankelijk van het gekozen beroep kan dit probleem, na het afronden van de studie, ook optreden.

Het aanbieden van de virtuele wereld zal plaatsvinden tijdens de cursus Fluid Dynamics in het tweede semester. Doordat een virtuele wereld altijd beschikbaar is, is er de mogelijkheid om deze ten alle tijden voor studenten open te stellen.

Het nut van de toepassing van virtuele werelden in de cursus Fluid Dynamics is, dat de studenten hun vaardigheden kunnen trainen in een authentieke leeromgeving. Deze virtuele werelden zijn minder

kostbaar in vergelijking tot velddagen en practica in het waterloopkundig laboratorium. In virtuele werelden kunnen grote groepen studenten gelijktijdig aan de slag. Velddagen en practica in het waterloopkundig laboratorium zijn kostbaarder door reiskosten, bouwkundige voorzieningen en installaties en kostbare begeleiding (kleine groepen).

Waarom is het een probleem? Waarom is de innovatie kansrijk?
Competenties op het gebied van vloeistofmechanica zijn van belang voor afgestudeerden van de opleidingen Civiele Techniek en Aquatische Ecotechnologie. In verschillende beroepssituaties, die gekoppeld zijn aan deze opleidingen kunnen vraagstukken op het gebied van vloeistofmechanica voorkomen. Voorbeelden zijn, een medewerker van een waterschap, die verantwoordelijk is voor het oppervlaktewater. Of een adviseur van een adviesbureau, die voor een gemeente het hydraulisch functioneren van het rioolstelsel moet controleren. Een derde voorbeeld is een calculator, die voor een aannemer de kosten van bronbemaling moet bepalen.

In de confrontatiematrix van het instellingsplan Hz (2013, p.31) wordt het ontwikkelen van digitale tools voor onderwijs aangemerkt als een zwakte binnen de Hz. Door de steeds verdere digitalisering van de maatschappij is het van groot belang om het onderwijs hierop aan te laten sluiten. (Hz, 2013, p.6).

De New Media Consortium (http://www.nmc.org/) brengt sinds 2004 jaarlijks hun Horizon Report uit, waarin voorspellingen gedaan worden over technologieën, die van invloed zijn op het onderwijs. Martin, Diaz, Sancristobal, Gil, Castro en Peire (2011) concluderen op basis van de Horizont Reports uit de periode 2004 tot en met 2010, dat immersieve omgevingen, waaronder virtuele werelden, hoogst waarschijnlijk impact zullen hebben op het onderwijs. Allison, e.a. (2012) stellen, dat het huidige internet in combinatie met de huidige hardware geschikt is voor het gebruik van het immersieve 3D web, zoals multi-user virtual world (MUVE) applicaties Second life. De ontwikkelingen in hardware en software zijn zodanig, dat het gebruik van virtuele werelden in het onderwijs mogelijk zijn geworden (t.a.p.). De ontwikkeling van hardware en software maakt het gebruik van virtuele werelden in het onderwijs mogelijk. Studies uitgevoerd door Ke (2009), Sitzmann (2011), Kapp en O'Driscoll (2010, p.119), Trooster (2010), Van Bruggen en Van Dulm (2009), Iqbal, Kankaanranta en Neittaanmäki (2010) en Liang (2014) tonen aan dat virtuele werelden kansrijk kunnen zijn in het onderwijs. Virtuele werelden kunnen bijdragen aan een verhoging van het leerresultaat.

Waar doet het probleem zich voor? Waar zijn de meeste kansen op innovatie?
Het toepassen van virtuele werelden zal in eerste instantie plaatsvinden tijdens een practicum in de computerlokalen van de Hz. Doordat de virtuele wereld overal en altijd ter wereld toegankelijk is, speelt een fysieke plaats eigenlijk geen rol bij deze innovatie. Enige voorwaarde is, dat de student een computer met internetverbinding tot zijn beschikking heeft. De virtuele wereld kan gedraaid worden op de servers van de Hz.

Hoe is het probleem ontstaan? Waarom is de innovatie wenselijk?
Velddagen en practica in het waterloopkundig laboratorium worden met kleine groepen studenten uitgevoerd en zijn daarom arbeidsintensief. Tegelijkertijd zijn er de afgelopen jaren bezuinigingen doorgevoerd. Dit heeft tot gevolg gehad dat het aantal velddagen en practica in het waterloopkundig laboratorium zijn afgenomen. Hierdoor krijgen de studenten minder mogelijkheden hun theorie in een authentieke leeromgeving toe te passen.

Afgelopen jaren wordt is door docenten regelmatig geconstateerd, dat studenten moeite hebben met het toepassen van de theorie bij het oplossen van praktische problemen in vervolgcursussen, aldus J.J. Walhout, A. Verkruysse, H. A. Bakker en J.P.A, van der Vleuten (persoonlijke communicatie, 23 maart 2015)

In het instellingsplan Hz (2012, p.6) wordt gesteld, dat door de toenemende digitalisering van de maatschappij er ook een toenemende behoefte onder studenten bestaat, om deze digitalisering ook in het onderwijs te laat plaatsvinden. In het instellingsplan is geconstateerd, dat deze digitalisering in het onderwijs op de Hz onvoldoende heeft plaatsgevonden.

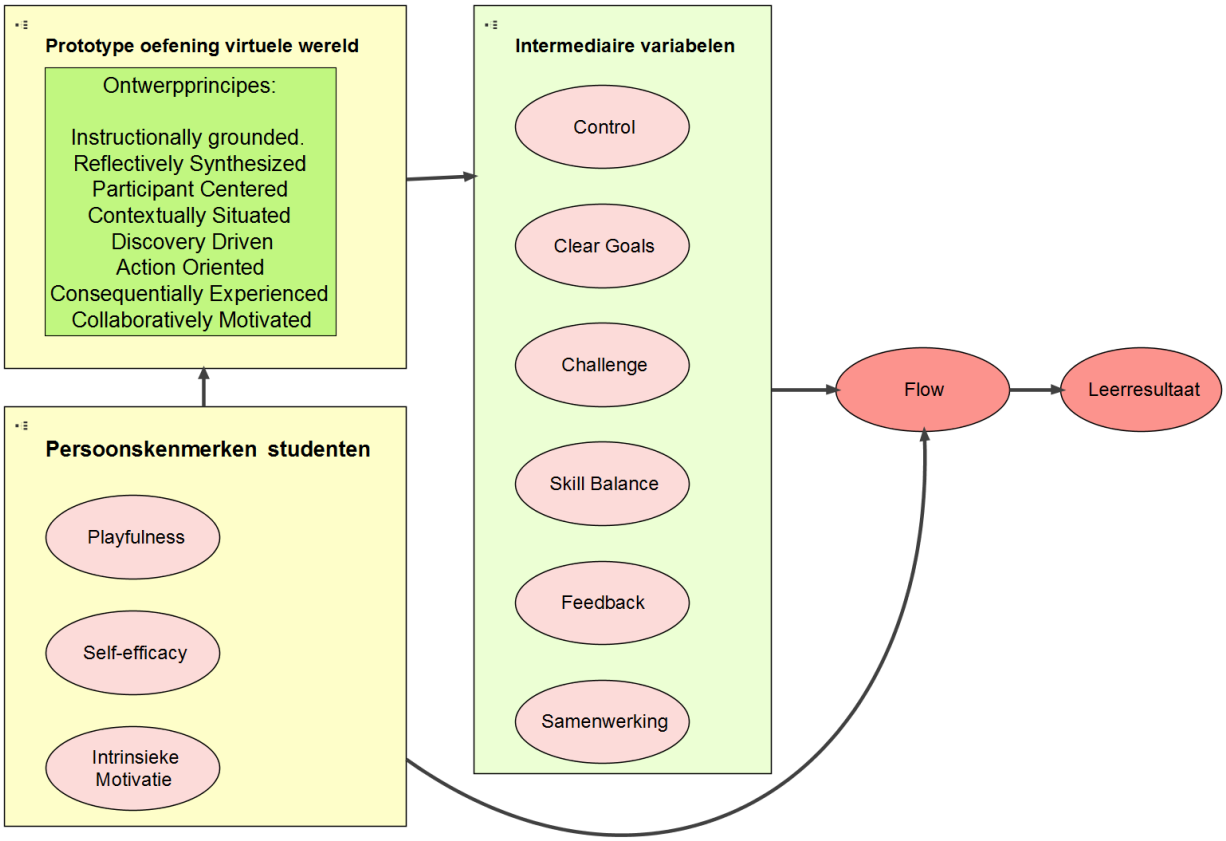
Het inzetten van virtuele werelden in het Fluid Dynamics onderwijs is wenselijk, omdat hiermee de mogelijkheid ontstaat de studenten een authentieke leeromgeving aan te bieden. Hierdoor kunnen studenten de aangeleerde theorie beter in de praktijk toepassen.

3. Theoretisch kader

3.1 Introductie

Voorafgaand aan dit onderzoek is er een prototype voor een oefening in een virtuele wereld ontworpen en in een digitale omgeving gebouwd. Hierbij zijn ontwerpprincipes aangehouden, zoals beschreven door Kapp en O'Driscoll (2010). Bijlage 1 en paragraaf 3.2 bevatten een toelichting op dit ontwerp.

Het conceptueel model, dat in het huidige onderzoek naar de werking van dit prototype is aangehouden, is vooral gebaseerd op het door Pavlas (2010) ontwikkelde en beproefde model, waarin relaties worden gelegd tussen flow, serious gaming en leren, en het door TNO ontwikkelde evaluatiekenmerk voor effectiviteitsstudies van trainingsinterventies (Oprins, Bakhuys Roozeboom, Visschedijk & Kistemaker,2013). In bijlage 2 zijn de stappen genomen voor de totstandkoming van het in dit onderzoek gehanteerde conceptueel model beschreven. Deze stappen hebben geresulteerd in het volgende model. Kapp en O'Driscoll (2010) beschrijven *ontwerpprincipes* die bij gebruik in een (prototype van een) oefening in een virtuele wereld tot bepaalde *ontwerpkenmerken* leiden, die bij studenten die de oefening doen, naar verwachting tot positieve scores op een aantal variabelen leiden. Via een aantal *intermediaire variabelen* (te weten control, clear goals, challenge, skill balance, feedback en samenwerking) worden de door de student ervaren *flow* en zijn *leerresultaten* positief beïnvloed, zo kan op basis van de literatuur worden verwacht. Daarbij spelen mogelijk een aantal *persoonskenmerken van studenten* (te weten playfulness, self-efficacy en Intrinsieke motivatie) mede een rol. Bij elkaar is dit een complex conceptueel model, omdat de ontwerpprincipes effect hebben op verschillende variabelen en ook onderling effect op elkaar hebben. Dit conceptueel model (figuur 1) wordt in de volgende paragrafen toegelicht.



Figuur 1 conceptueel model

3.2 Prototype oefening virtuele wereld en flow

Hoe is het prototype gekoppeld aan flow?

De basis van het onderzoek is dat er een interventie gepleegd wordt. Deze interventie bestaat uit het aanbieden van onderwijs in de vorm van oefeningen in een virtuele wereld. Het ontwerp van de oefening is gebaseerd op de ontwerpprincipes volgens Kapp en O'Driscoll (2010). De virtuele wereld die volgens deze principes ingericht is, moet gezien worden als een hoog immersieve (dat wil zeggen dat de deelnemer ondergedompeld wordt in een virtuele wereld, die meeslepend en overweldigend is) virtuele omgeving. Interactiviteit en immersie zorgen voor een grote mate van betrokkenheid (engagement), waardoor er motivatie om te leren ontstaat (Kapp & O'Driscoll, 2010, p.56). Deze omschrijving sluit aan bij de definitie van flow volgens Csikszentmihalyi (1975): een mentale toestand, waarin een persoon volledig opgaat in zijn of haar bezigheden. Flow wordt gekenmerkt door op de betreffende acties gerichte energie en activiteit, volledige betrokkenheid daarbij, alsmede het feit dat men de activiteiten succesvol uitvoert (t.a.p.). Kapp en O'Driscoll (2010, p.70) stellen dat een 3D learning experience zo ontworpen moet zijn, dat boeiende episodische interacties mogelijk worden, waarbij de lerende dankzij snelle uitdagingen en beloningen in een optimale staat van flow, vaak onbewust, leert. Csikszentmihalyi (1975) beschrijft acht componenten die flow mogelijk maken:

1. Uitvoerbare taken. Activiteiten zijn niet te moeilijk en niet te makkelijk.
2. Concentratie. Deelnemer is in staat zich te focussen op de taak.
3. Duidelijke doelstellingen. Deelnemer weet wat hij/zij moet doen.
4. Directe Feedback. Deelnemer weet bij een actie direct of het goed of fout is.
5. Moeiteloze betrokkenheid. Deelnemer heeft het gevoel dat alles vanzelf gaat.
6. Gevoel van controle. Deelnemer heeft het gevoel alles onder controle te hebben.
7. Verlies van het zelf. Deelnemer gaat zo op in de activiteit, dat belangstelling voor andere zaken verdwijnt.
8. Vervorming van het besef van tijd. Deelnemer raakt het besef van tijd kwijt (t.a.p.)

Ook hier is een duidelijke overeenkomst met een aantal ontwerpprincipes van Kapp en O'Driscoll (2010) te vinden, met name Reflectively Synthesized, Discovery Driven, Action Oriented en Consequentially Experienced. Het is daarom de verwachting dat bij een virtuele wereld ontworpen op basis van de ontwerpprincipes, flow zal optreden.

3.3 Flow en Leerresultaat

Hoe is flow gekoppeld aan leerresultaat?

Pavlas (2010, p.16) stelt dat de koppeling van flow aan leren nog vrij nieuw is. Eerdere onderzoeken constateerden dat bij leren flow kan optreden. Meer recente onderzoeken hebben de relatie flow en leren onderzocht. Hierbij toont een groeiend aantal studies het effect van flow op leren aan (t.a.p.), bijvoorbeeld:
Bij een onderzoek onder 253 lange afstandsstudenten vindt Liao (2006) een positieve relatie tussen ervaren flow en vermeende aangeleerde vaardigheden (perceived skills).
Choi, Kim en Kim (2007) hebben empirisch onderzoek gedaan naar de relatie tussen flow en leerresultaat. Bij een e-learning cursus onder 223 scholieren vonden zij een positieve relatie tussen flow en leerresultaat gemeten (t.a.p.)
Esteban-Millat, Martínez-López, Huertas-García, Meseguer en Rodríguez-Ardura (2014) voerden onderzoek uit onder 2574 studenten, actief in een virtuele leeromgeving en vonden dat een hogere flow leidt tot betere leerresultaten.
In een onderzoek onder schoolkinderen (8 – 14 jaar) die deelnamen een een gratis online game vond Weizman (2014) een positieve relatie tussen flow en leerervaring.
Echter, niet altijd wordt er een duidelijke positieve relatie gevonden tussen flow en leren. Bij het onderzoek van Barzilai en Blau (2014) naar game based learning onder 182 scholieren, bleek er wel een positief verband te bestaan tussen flow en door de scholieren vermeend leren (perceived learning), maar was de relatie tussen flow en het formele leren onduidelijk.
Auld & Blumberg (2013) stellen, dat er in de onderzoeken naar een relatie tussen flow en leren, een grote verscheidenheid bestaat in de wijze waarop flow gemeten wordt. Bij verschillende onderzoeken worden andere componenten onderzocht dan in de oorspronkelijke theorie van Csikszentmihalyi (1975) besproken. Vaak wordt in onderzoeken, achteraf gevraagd of er flow is opgetreden, soms zelfs

weken nadat het experiment uitgevoerd is. Csikszentmihalyi (1975) probeerde de flow tijdens de activiteit te meten. Door het ontbreken van een eenduidige methode om flow te meten, is het problematisch om betrouwbare uitspraken te doen over de relatie tussen flow en leren (t.a.p.).

Het voorliggende onderzoek naar de werking van een prototype voor leren in een virtuele wereld, richt zich op resultaten in termen van flow. In een vervolgonderzoek, als er een definitief ontwerp bestaat, kan de relatie tussen flow en het uiteindelijke leerresultaat onderzocht worden.

3.4 Intermediaire variabelen en persoonskenmerken studenten

Welke intermediaire variabelen en persoonskenmerken van de studenten zijn (mede) bepalend voor het optreden van flow?

Chen (2007) noemt het concept van de flow zone bij games. Om in the flow te blijven, moet er bij het uitvoeren van de activiteiten een balans blijven tussen de uitdagingen die door de games gesteld worden en het oplossend vermogen van de deelnemer om deze op te lossen. Indien de uitdaging te moeilijk is, creëert deze angst bij de deelnemer en zal deze met de game stoppen. Is de uitdaging te makkelijk dan verliest de deelnemer zijn interesse en zal deze de game verlaten. Een deelnemer zal echter niet direct stoppen, als de activiteiten te moeilijk of te makkelijk zijn. Dit zolang de deelnemer het vooruitzicht blijft houden dat de activiteiten onderhoudend zullen worden. Volgens het flow zone concept bestaat er een gebied waarbinnen de moeilijkheidsgraad van de activiteiten moet blijven om de deelnemer in de flow te houden (t.a.p.). Pavlas (2010) heeft op basis van Chen (2007) en Csikszentmihalyi (1975) onderzocht welke variabelen verantwoordelijk zijn voor het optreden van flow. Hierbij heeft Pavlas onderscheid gemaakt in variabelen gekoppeld aan de deelnemer (Playfulness, Self-efficacy en Intrinsieke Motivatie) en variabelen gekoppeld aan de game (Control, Clear Goals, Challenge, Skill Balance, Feedback) (t.a.p.).
Sweetser & Wyeth (2005) en Oprins, e.a. (2103) voegen de variabele samenwerking toe.

In de literatuur zijn meerdere modellen te vinden aan de hand waarvan het optreden van flow in games gemeten kan worden, voorbeelden zijn: GameFlow (Sweetser & Wyeth, 2005), EGameFlow (Fu, Su & Yu,2009) en Pervasive GameFlow (Jegers, 2009). Deze modellen gebruiken, net als Pavlas (2010), de componenten van Csikszentmihalyi (1975) als basis. Alleen Pavlas (2010) richt zich echt op de relatie tussen flow, serious gaming en leren. Echter ook in “gewone” games gaat het er meestal om dat de deelnemer leert om beter te worden in de game. Vandaar dat de modellen veel overlap hebben.
In recent onderzoek door Kiili, Lainema, De Freitas, en Arnab (2014) wordt een flow raamwerk voor eductional games voorgesteld dat overeenkomsten vertoont met het model van Pavlas (2010). Bij 98 studenten die een business game uitvoerden, werden de volgende parameters gemeten: challenge, goal, feedback, playability, sense of control, concentration, time distortion, rewarding experience en loss of self-consciousness. Hierbij zijn de eerste vijf parameters gekoppeld aan het ontwerp van de game, terwijl de laatste vier meer te maken hebben met de gevolg van het spelen van de game (flow) (t.a.p.).

De (mede) naar aanleiding van deze inzichten voor het voorliggende onderzoek gekozen persoonskenmerken van studenten en intermediaire variabelen (zie Figuur 1), worden hieronder verder toegelicht.

Playfulness

Volgens Webster en Martocchio (1992) is playfulness (speelsheid) een eigenschap van de speler, in hoeverre heeft de speler voorkeur voor de deelname aan een spel (computer game). Pavlas (2010, p.57) stelt dat playfulness zorgt voor intrinsieke motivatie, die daardoor verwant is aan een autotelische ervaring. Dat wil zeggen dat de voldoening voor de deelnemer ontstaat door het uitvoeren van de activiteit zelf (Nakamura & Csikszentmihalyi, 2002).

(Video game) Self-efficacy

Volgens Payne, Youngcourt en Beaubien (2007) verwijst self-efficacy naar het geloof van de speler in zijn/haar vermogen om succesvol een opdracht uit te voeren. Video game self-efficacy is dan het

vertrouwen van de speler in zijn/haar mogelijkheden om succesvol een video game te spelen. Self-efficacy sluit hierdoor aan bij het door Csikszentmihalyi (1975) genoemde concentratie en focus, als element om flow mogelijk te maken (Pavlas, 2010, p.57).

Intrinsieke motivatie

Intrinsieke motivatie staat dicht bij het concept van autotelische ervaring. Bij een autotelische ervaring ontstaat de voldoening voor de deelnemer door het uitvoeren van de activiteit zelf, niet door het eindresultaat (Nakamura & Csikszentmihalyi, 2002). Voor de intrinsieke motivatie onderscheiden Ryan en Deci (2000) drie soorten behoeften:
1.Beheersing (competence). ‘Ik wil mijn situatie beheersen’.
2.Erbij horen en verwantschap (relatedness).’Ik wil, dat anderen zien, dat ik mijn situatie beheers en dat ik samen met hen mijn situatie onder controle heb’.
3.Autonomie (autonomy). ‘Ik wil dit zelf kunnen doen. Ik wil mijn situatie zelf kunnen aanpakken’.

Control

Control (gevoel van controle) behoort tot de elementen die volgens Csikszentmihalyi (1975) flow mogelijk maken. Control betreft niet alleen het vermogen van de speler om de digitale omgeving te beïnvloeden , maar ook de mogelijkheden om de digitale wereld te manipuleren, om de bedoelingen van de speler duidelijk te maken (Pavlas, 2010, p.55).

Clear Goals

Clear Goals (duidelijke doelstellingen) behoort tot de elementen die volgens Csikszentmihalyi (1975) flow mogelijk maken. Zonder duidelijke doelen heeft de speler geen mogelijkheden om de voortgang op grote schaal in de game te beoordelen. Waar feedback vooral belangrijk is voor (korte termijn) activiteiten, zijn clear goals van belang voor de voortgang van de lange termijn doelen van de speler in de game (Sweester & Wyeth, 2005).

Challenge/ Skill Balance

Challenge (uitdaging) is één van de basis elementen van een game (Malone, 1981; Sweetser & Wyeth, 2005). De balans tussen de vaardigheden van de speler en de uitdaging door de game is de basis tot de flow theorie volgens Csikszentmihalyi (1975). Het is de interactie tussen de vaardigheden van de speler en de uitdagingen door de game, die zorgen voor de door de speler ervaren moeilijkheidsgraad en daarmee voor de prestaties door de speler. Omdat challenge/skill balance zo’n belangrijke voorbode voor het optreden van flow is, heeft de mate waarin vaardigheid en uitdaging op elkaar afgestemd zijn een direct en sterk effect op het vermogen van de speler om flow te ervaren (Pavlas, 2010, p.54).

Feedback

Feedback behoort tot de elementen die volgens Csikszentmihalyi (1975) flow mogelijk maken. Feedback is het element in een game, waardoor de speler weet hoe hij/zij presteert (Malone, 1981). Zonder feedback weet de speler niet of zijn activiteiten succesvol zijn, dan wel mislukken. Daarentegen wordt bij een goede implementatie van feedback, de speler zich direct bewust van de resultaten van zijn/haar acties (Pavlas, 2010, p.55).

Samenwerking

Pavlas (2010) onderzocht alleen games die door individuele spelers uitgevoerd zijn. Samenwerking komt ook niet in de lijst van Csikszentmihalyi (1975) voor. Echter Sweetser & Wyeth (2005) stellen dat er gamers zijn, die alleen al vanwege de sociale interactie met anderen, een bepaalde game spelen. Naast “gewone” communicatie tussen spelers, worden onder sociale interactie ook onderlinge competities en teamopdrachten verstaan. Sociale interactie is voor veel spelers een element dat de game leuk maakt en daarom van belang is bij het ontwerpen van een game. Sociale interactie levert niet direct een bijdrage aan flow, maar eerder indirect (t.a.p.). Ook Squire (2006) onderschrijft het belang van onderling interactieve ,competities en teamopdrachten, in games. Het merendeel van de

gamers speelt games, waarin samenwerking een belangrijk onderdeel is (t.a.p.). Kapp en O'Driscoll (2010, p.15) stellen, dat in internet samenwerking en vervolgens co-creatie de belangrijkste ontwikkelingen zijn.
Ook onderwijskundig wordt samenwerken van belang geacht. In een sociaal constructivistische visie op leren en instructie, staat samenwerkend leren centraal (Valcke, 2010, p.278).

3.5 Ontwerpprincipes en intermediaire variabelen.

Hoe zijn de ontwerpprincipes en intermediaire variabelen aan elkaar gerelateerd?

Eén van de doelstellingen van dit onderzoek is om op basis van de meetresultaten adviezen te geven om het prototype te optimaliseren. Daarvoor is het wenselijk om een koppeling te maken tussen de ontwerpprincipes volgens Kapp en O'Driscoll (2010) en de intermediaire variabelen (te weten control, clear goals, challenge, skill balance, feedback en samenwerking). Probleem is dat de ontwerpprincipes vaak gekoppeld kunnen worden met meerdere intermediaire variabelen. De sterkte van de koppeling kan ook verschillen.

- Instructionally grounded is gekoppeld aan clear goals en feedback
  Het onderwijskundige ontwerp van het prototype is gebaseerd op het Ten steps of 4C-ID model van Van Merriënboer en Kirschner (2013b). In het model worden duidelijke doelen (*clear goals*: leertaken) omschreven. Daarnaast speelt *feedback* een belangrijke rol in het 4C-ID model.

- Reflectively Synthesized is gekoppeld aan feedback en samenwerking
  Het gaat hierbij om reflecteren (*feedback*) van het eigen handelen en het handelen van de groep (*samenwerken).*

- Participant Centered is gekoppeld aan control
  De deelnemer staat centraal (*control*), niet de docent. De deelnemer heeft het vermogen om de digitale omgeving te beïnvloeden.

- Contextually Situated is gekoppeld aan challenge en skill balance
  Doordat de virtuele omgeving zo authentiek mogelijk is, ontstaat er een uitdagende omgeving (*challenge)*, waarin de deelnemer zijn vaardigheden (*skills*) kan tonen.

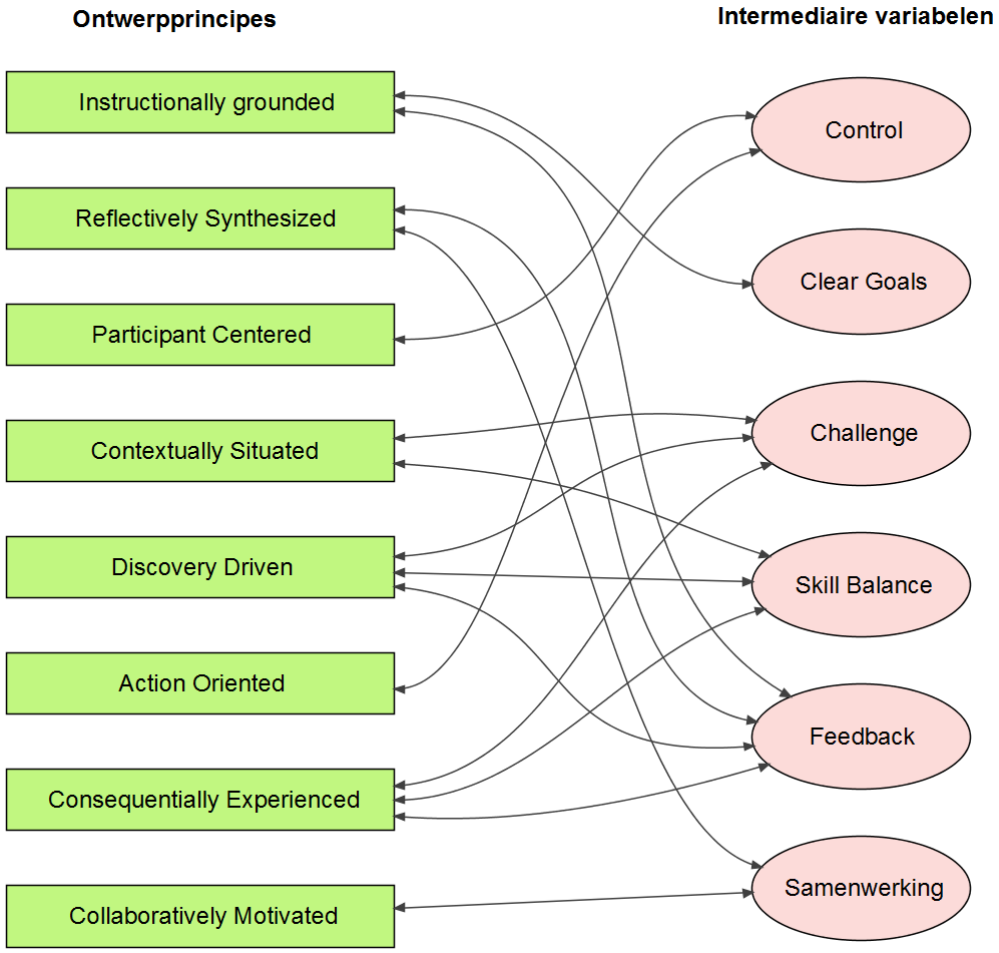
- Discovery Driven is gekoppeld aan challenge, skill balance en feedback.
  Het is de deelnemer, die zich betrokken en uitgedaagd (*challenge)* moet voelen, door selectief aangeboden informatie en beloningen.
  Om toegang te krijgen tot informatie of beloning zijn vaardigheden nodig (*skills*) . Informatie en beloning zijn in principe *feedback* door de virtuele wereld

- Action Oriented is gekoppeld aan control
  Het draait in de virtuele wereld om het uitvoeren van taken (acties), niet om onderwerpen. Het is de deelnemer die de actie uitvoert (*control*)

- Consequentially Experienced is gekoppeld aan challenge, skill balance en feedback.
  De try and error methode maakt een belangrijk deel uit van de virtuele wereld. Deelnemer moet uitgedaagd (*challenge)* worden om te experimenteren (*skills)*, waarbij de virtuele wereld constructieve *feedback* geeft.

- Collaboratively Motivated is gekoppeld aan samenwerking
  Leren in een virtuele wereld is gebaseerd op *samenwerking* tussen de deelnemers.

Op de volgende bladzijde zijn deze koppelingen grafische weergegeven:



Figuur 2 Koppeling ontwerpprincipes aan intermediaire variabelen

4. Het onderzoeksdoel en de onderzoeksvraag

4.1 Onderzoeksdoel

Doel van het onderzoek is om zicht te krijgen op mogelijkheden voor verbetering van het rendement in de cursus Fluid Dynamics, door middel van het inzetten van virtuele werelden. Aanleidingen zijn de huidige technologische ontwikkelingen, die de inzet van virtuele werelden mogelijk maken. Uit onderzoek blijkt dat virtuele werelden kunnen bijdragen tot verhoging van het leerrendement. Een secundair doel is het creëren van draagvlak onder collega's, waardoor virtuele werelden ook in te zetten zijn bij andere cursussen.

Doel in het onderzoek is het verkrijgen van kennis en inzicht in de mogelijkheden om flow te creëren bij eerstejaarsstudenten van de opleidingen Civiele Techniek en Aquatische Ecotechnologie aan de Hz University of Applied Sciences, door middel van een prototype oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld.

De opbrengst van het onderzoek is het antwoord op de vraag, in hoeverre er flow optreedt tijdens de uitvoering van het prototype bij de studenten. Tevens wordt er vastgesteld of het conceptueel model (Figuur 1) van toepassing is op dit onderzoek. Een opbrengst van dit onderzoek zijn aanbevelingen voor verbetering van het prototype virtuele wereld, waarbij flow bij studenten positief beïnvloed wordt. Aan de hand van de resultaten van het onderzoek kan het prototype verder uitgewerkt worden. Afhankelijk van de resultaten kan de aangepaste versie van het prototype dienen als definitief ontwerp, of zal het noodzakelijk zijn het aangepaste ontwerp opnieuw te testen (innovatie cyclus).

Het definitieve ontwerp van de virtuele wereld kan worden ingezet bij de cursus Fluid Dynamics aan de Hz University of Applied Sciences. De virtuele wereld kan vervolgens ook ingezet worden bij de andere veertien opleidingen in Nederland, waar competenties op het gebied van vloeistofmechanica worden aangebracht. Doordat de virtuele wereld Engelstalig is, kan deze tevens door internationale opleidingen gebruikt worden. Met de opgedane kennis en ervaring ontstaat ook de mogelijkheid om virtuele werelden in andere vakgebieden toe te passen. Doordat virtuele werelden plaats onafhankelijk zijn, kunnen ze tevens ingezet worden bij afstandsonderwijs.

Het onderzoeksdoel is besproken met collega's en leidinggevende (A. Hoogduin, persoonlijke communicatie, april 2014).

4.2 Onderzoeksvraag

In hoeverre zorgt het gebruiken van een prototype oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld voor flow bij eerstejaarsstudenten van de opleidingen Civiele Techniek en Aquatische Ecotechnologie aan de Hz University of Applied Sciences?

Deelvragen:

1. In hoeverre voldoet het prototype aan de ontwerpprincipes?
2. In hoeverre maken de studenten gebruik van het prototype, zoals bedoeld volgens het ontwerp?
3. In hoeverre ervaren de studenten flow bij het gebruik van het prototype?
4. In hoeverre is de flow aan het gebruik van het prototype toe te schrijven?

Toelichting:
In een eerder onderzoek zijn ontwerpprincipes voor een oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld opgesteld. Deze zijn gebaseerd op Kapp en O'Driscoll (2010) en Kapp (2012). Op basis van deze ontwerpprincipes is het prototype gebouwd (bijlage 1 en 4). In dit onderzoek wordt het prototype in de praktijk getest. Bij de eerste deelvraag wordt het uiteindelijk gebruikte prototype vergeleken met de ontwerpprincipes. Hierbij wordt onderzocht in hoeverre het uiteindelijk gelukt is, alle ontwerpprincipes in het prototype te verwerken. Op basis van de ontwerpprincipes wordt er een bepaald gedrag van de deelnemers / avatars in de virtuele wereld verwacht. Zo wordt, als voorbeeld, verwacht dat studenten op onderzoek uit gaan (ontwerpprincipe discovery driven). Bij de tweede deelvraag wordt onderzocht of de deelnemers / avatars daadwerkelijk het gedrag hebben vertoond, zoals op basis van het ontwerp was te verwachten. Om het leerresultaat van het prototype te meten, is

er in dit onderzoek de keuze gemaakt om dit te bepalen op basis van de ervaren flow. Bij de derde deelvraag wordt de flow onder de deelnemers gemeten. In dit onderzoek wordt met het prototype voor de eerste maal de innovatiecyclus doorlopen.
Om beter inzicht te krijgen in de variabelen, waardoor er flow optreedt, zijn in het conceptueel model (Figuur 1) intermediaire variabelen en persoonskenmerken opgenomen. Op basis van deze intermediaire variabelen is het mogelijk om te bepalen welke ontwerpprincipes verbeterd moeten worden om de flow te verhogen. In de vierde deelvraag wordt onderzocht, of bij het maken van het prototype, de intermediaire variabelen en persoonskenmerken daadwerkelijk gecorreleerd zijn aan flow en wat de sterkte van die correlatie is.

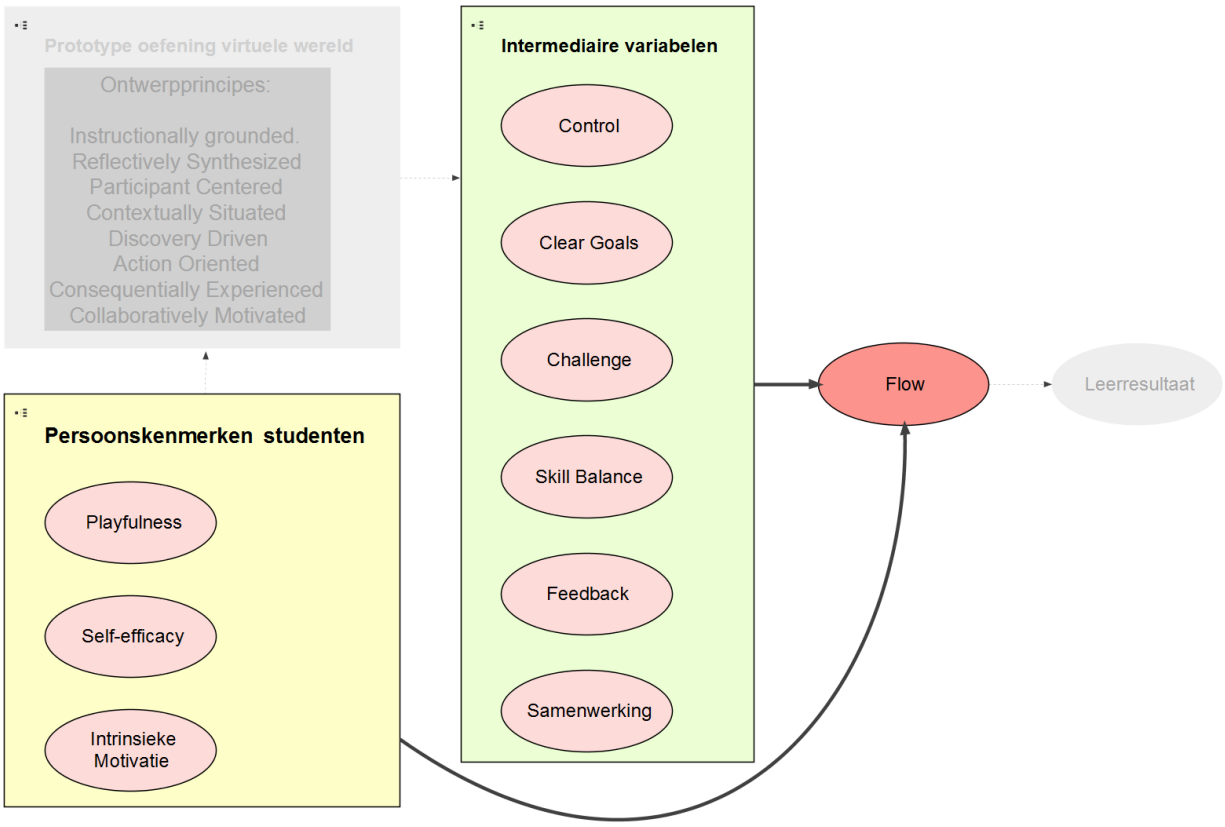
Operationaliseren

prototype oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld
Het prototype is gebouwd in Open Simulator en draait op de servers van de Hz. Toegang tot het prototype wordt verkregen via een viewer (software : Firestorm). In de virtuele wereld komen de deelnemers / avatars op een eiland terecht, welke overstroomd is. De oorzaak van deze overstroming is een te kleine afvoerende duiker. De avatars moeten verschillende opdrachten uitvoeren. Eerst moet er inzicht verkregen worden in het probleem, vervolgens gaan de deelnemers een oplossing zoeken. Uiteindelijk moet de duiker vervangen worden door een duiker met de juiste afmetingen. In de virtuele wereld zijn zes van deze eilanden aanwezig, zodat meerdere groepen tegelijkertijd aan de slag kunnen.
Een video met de beschrijving van het prototype is te vinden op: https://vimeo.com/113210944 (duur 6 minuten).

flow
Flow wordt verklaard vanuit persoonskenmerken (Playfulness, Self-efficacy en Intrinsieke motivatie) en intermediaire variabelen (Control, Clear Goals, Challenge, Skill Balance, Feedback en Samenwerking).

5. De onderzoeksmethode

In het theoretisch kader (hoofdstuk 3) is het conceptueel model voor het verkrijgen van leerresultaat door de inzet van een oefening in een virtuele wereld beschreven. Doordat het een complex model is, is de keuze gemaakt om de persoonskenmerken studenten, intermediaire variabelen en flow te meten.



Figuur 3 Te meten variabelen

De vier deelvragen zijn evaluerend. Volgens Van der Donk en Van Lanen (2012, p.149) kan de methode van dataverzameling bij een evaluerend onderzoek bestaan uit: bestuderen, observeren en bevragen.

Bij de eerste deelvraag wordt bestudeerd in hoeverre de ontwerpprincipes in het prototype zijn toegepast.

Bij de tweede deelvraag wordt geobserveerd in hoeverre de deelnemers, als avatars in de virtuele wereld, zich gedragen zoals op basis van de ontwerpprincipes te verwachten is.

Bij de derde en vierde deelvragen zal de methode van dataverzameling bestaan uit bevragen. Hierbij gaat het om een kwantitatief onderzoek. Met behulp van vragenlijsten zal bij de deelnemers de waarde van de verschillende variabelen gemeten worden.

In de volgende paragrafen wordt de onderzoeksgroep (5.1), dataverzameling (5.2), dataverwerking (5.3), data analyse (5.4) en betrouwbaarheid en validiteit (5.5) besproken.

5.1 Onderzoeksgroep

De onderzoeksgroep bestaat uit de eerstejaarsstudenten Civiele Techniek en Aquatische Ecotechnologie. Aanwezige populatie per 1 september 2014:

Tabel 1 *Onderzoeksgroep*

Groep	aantal	M	V	Ned	Int	leeftijd
Civiele Techniek	66	62	4	45	21	19
Aquatische Ecotechnologie	50	42	8	38	12	19
Totaal	116	104	12	83	34	19

De cursus Fluid Dynamics wordt aangeboden in het tweede semester. Het onderzoek vindt plaats in het eerste semester. De eerstejaarsstudenten hebben daardoor nog geen theorie Fluid Dynamics aangeboden gekregen. De studenten kunnen niet verplicht worden tot deelname aan de proef. De studenten worden uitgenodigd tot het volgen van de oefening. Er is sprake van een selecte niet kans steekproef (Baarda, Bakker, Van der Hulst, Julsing, Fisher, Van Vianen & Van Goede, 2012, p.104). Verder zijn er beperkingen in de beschikbare computers voor uitvoering van de oefening in een virtuele wereld. De oefening duurt een dagdeel. Maximaal aantal deelnemers per sessie is zes groepen van drie deelnemers, samen achttien deelnemers. Uitgaande van drie sessies kunnen maximaal 54 studenten deelnemen. Baarda e.a. (2012, p.114) stelt, dat bij een experiment volstaan kan worden met dertig respondenten per experimentele conditie. Gestreefd wordt naar 50 deelnemers, indien nodig wordt hiervoor het aantal sessies uitgebreid. De selecte steekproef wordt hierdoor uitgevoerd als een quotasteekproef (Baarda e.a., 2012, p.106).

5.2. Dataverzameling

5.2.1 Dataverzameling eerste deelvraag

Het betreft een kwalitatief onderzoek, waarbij bestudeerd wordt in hoeverre de ontwerpprincipes zijn toegepast in het prototype. De ontwerpprincipes uit het conceptueel model (Figuur 1) zijn uitgewerkt in een 47 tal punten (bijlage 4).

Van der Donk en Van Lanen (2012, p.180) beschrijven een stappenplan voor het maken van een instrument. Doel van het instrument bij deelvraag één is om te bepalen in hoeverre het prototype voldoet aan de ontwerpprincipes. De kernbegrippen hierbij zijn de door Kapp en O'Driscoll (2010) beschreven ontwerpprincipes: Instructionally grounded, Reflectively Synthesized, Participant Centered, Contextually Situated, Discovery Driven, Action Oriented, Consequentially Experienced en Collaboratively Motivated.
Deze kernbegrippen zijn verder uitgewerkt in kijkpunten (bijlage 4).

Tabel 2 *Voorbeeld kijkpunten bij kernbegrip Instructionally grounded,*

Instructionally grounded.(3DLE design) 1. Betreft de leerinterventie een aangetoonde onderwijskundige behoefte? 2. Zijn de leerdoelen geoptimaliseerd voor de leerinterventie? 3. Is een 3DLE de meest efficiënte en effectieve oplossing voor het aanbrengen van de leerdoelen?

5.2.2 Dataverzameling tweede deelvraag

Betreft een kwalitatief onderzoek, waarbij geobserveerd wordt of de deelnemers het prototype gebruiken, zoals op basis van de ontwerpprincipes bedoeld was. De ontwerpprincipes zijn uitgewerkt in een 47 tal punten (bijlage 4).

Tijdens de uitvoering van de oefening zijn de deelnemers in een computerlokaal aanwezig. Daarnaast zijn de deelnemers, als avatar in de virtuele wereld actief. Bij observeren moeten volgens Van der

Donk en Van Lanen (2012, p.184) de volgende vragen beantwoordt worden: Wat wil ik observeren? Op welke wijze wil ik observeren? Welke instrumenten gebruik ik bij het observeren?
Wat er geobserveerd gaat worden, is het gedrag van de avatar in de virtuele wereld. In hoeverre gedragen de avatars zich, zoals op basis van de ontwerpprincipes is te verwachten?
De deelnemers zijn tijdens het maken van het prototype in een computerlokaal bijeen. De avatars zijn in groepen van maximaal drie, op een virtueel eiland bijeen.
De observatie vindt plaats tijdens de sessies. Het is een eenmalige observatie. Tijdens de observatie is de onderzoeker in het klaslokaal aanwezig om eventueel deelnemers te helpen. De onderzoeker is ook in de virtuele wereld, als avatar aanwezig om eventueel te helpen. De onderzoeker maakt echter geen deel uit van de oefening. De observatie is daarom, zowel participerend, als niet-participerend. Dit is afhankelijk van hoeveel hulp de studenten zullen vragen, tijdens de uitvoering van de oefening. Verder is de observatie direct. Doordat er nog geen ervaring is met studenten, die een oefening in een virtuele wereld uitvoeren, gaat het om een minder gestructureerde observatie.

Met een aantal deelnemers worden de gemaakte observaties besproken. Hebben de deelnemers de virtuele wereld ervaren, zoals door de observator is waargenomen? Het interview is mondeling en half gestructureerd, zoals beschreven door Van der Donk en Van Lanen (2012, p.200).

Van der Donk en Van Lanen (2012, p.180) beschrijven een stappenplan voor het maken van een instrument. Doel van het instrument bij deelvraag twee is om te bepalen in hoeverre de deelnemers / avatars zich gedragen, zoals op basis van het ontwerp is te verwachten. Doordat er nog geen ervaring is met studenten, die een oefening in een virtuele wereld uitvoeren, gaat het om een minder gestructureerde observatie. De observatiepunten zijn gebaseerd op de ontwerpprincipes (bijlage 4).

Tabel 3 *Observatiepunten bij deelvraag twee*

1. Wordt er geëxperimenteerd? (*Consequentially Experienced*)
2. Bepalen de deelnemers zelf hoe ze tot oplossingen komen? (*Participant Centered*)
3. Gaan de deelnemers uit op ontdekking? (*Discovery Driven*)
4. Ondernemen studenten acties om te leren? (*Action Oriented*)
5. Wordt er door de deelnemers via trail en error naar oplossingen gezocht? (*Consequentially Experienced*)
6. Werken de deelnemers / avatars samen? (*Collaboratively Motivated*)
7. Hebben de deelnemers voldoende mogelijkheden om zich te trainen als avatars? (*Participant Centered*)
8. Lijkt de avatar op de werkelijke person? (*Participant Centered*)
9. Voeren de deelnemers / avatars de speurtocht uit? (*Discovery Driven*)
10. Vinden er zinvolle dialogen tussen de deelnemers / avatars plaats? (*Collaboratively Motivated*)

5.2.3 Dataverzameling derde en vierde deelvraag

Het onderzoek wordt uitgevoerd, als een kwantitatief onderzoek. Baarda e.a. (2012, p.28) beschrijven een kwantitatief, als een onderzoek om zaken vast te stellen. In dit onderzoek is het belangrijkste doel om vast te stellen in hoeverre er flow optreedt en in hoeverre deze flow is toe te schrijven aan een aantal variabelen (Figuur 4). Dit met als doel om adviezen te kunnen opstellen om het prototype te verbeteren. Conform Baarda e.a. (2012, p.55) is de onderzoeksvraag een samenhangonderzoeksvraag. Het gaat om de samenhang tussen playfulness, self-efficacy, intrinsieke motivatie, control, clear goals, feedback, samenwerking en flow.

Het onderzoekstype is een formatief evaluatieonderzoek, welke door Baarda e.a. (2012, p. 64) gezien wordt als een bijzondere vorm van toetsend onderzoek. Het gaat hierbij om het toetsen van hypothesen, die betrekking hebben op de effectiviteit van een interventie. Er wordt geëvalueerd of de interventie (prototype virtuele wereld) aan de verwachtingen voldoet (optreden van flow) en of er nog verbeterpunten zijn.

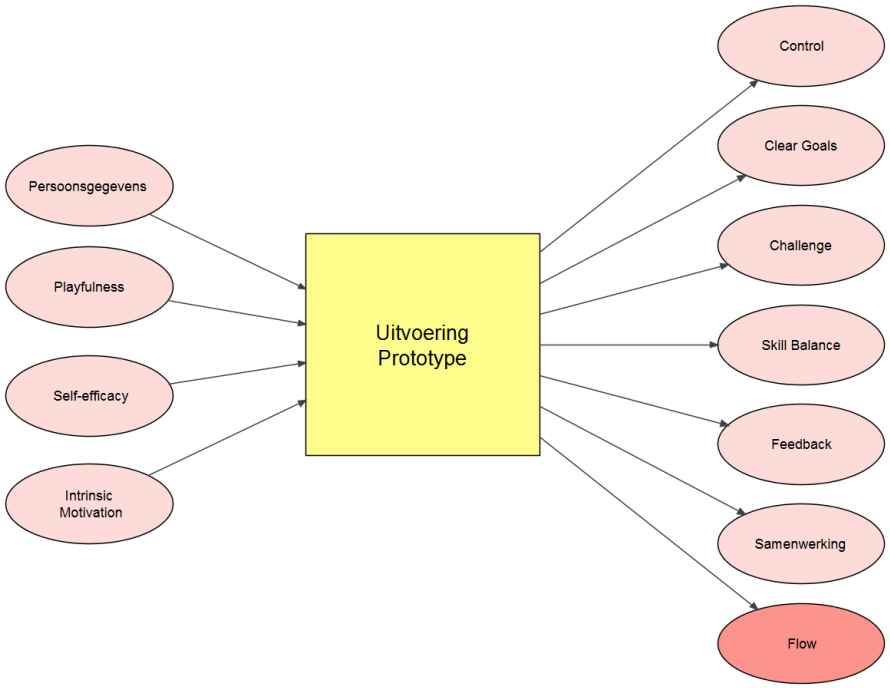
De eerste hypothese is, dat er flow optreedt bij studenten, die het prototype oefening Fluid Dynamics in virtuele wereld maken. De tweede hypothese, is dat flow verklaard kan worden vanuit de variabelen playfulness, self-efficacy, intrinsieke motivatie, control, clear goals, feedback en samenwerking

Aangezien de cursus Fluid Dynamics in het tweede semester aangeboden wordt en dit onderzoek in het eerste semester uitgevoerd wordt, is het om praktische redenen niet mogelijk om een controlegroep samen te stellen. Het experiment wordt uitgevoerd als een pre-experiment met één bestaande groep met alleen een nameting (Baarda e.a., 2012, p.81).

Gevolg van deze opzet is, dat er niet met zekerheid gesteld kan worden of een eventuele verandering toe te schrijven is aan de interventie (Baarda e.a., 2012, p.81). Nadat er in vervolgonderzoek tot een definitief ontwerp van de virtuele wereld gekomen is, ontstaat er de mogelijkheid tot het uitvoeren van een experiment, waarbij onderzocht kan worden of er een causaal verband bestaat tussen het aanbieden van de cursus Fluid Dynamics in een virtuele wereld en leerrendement.

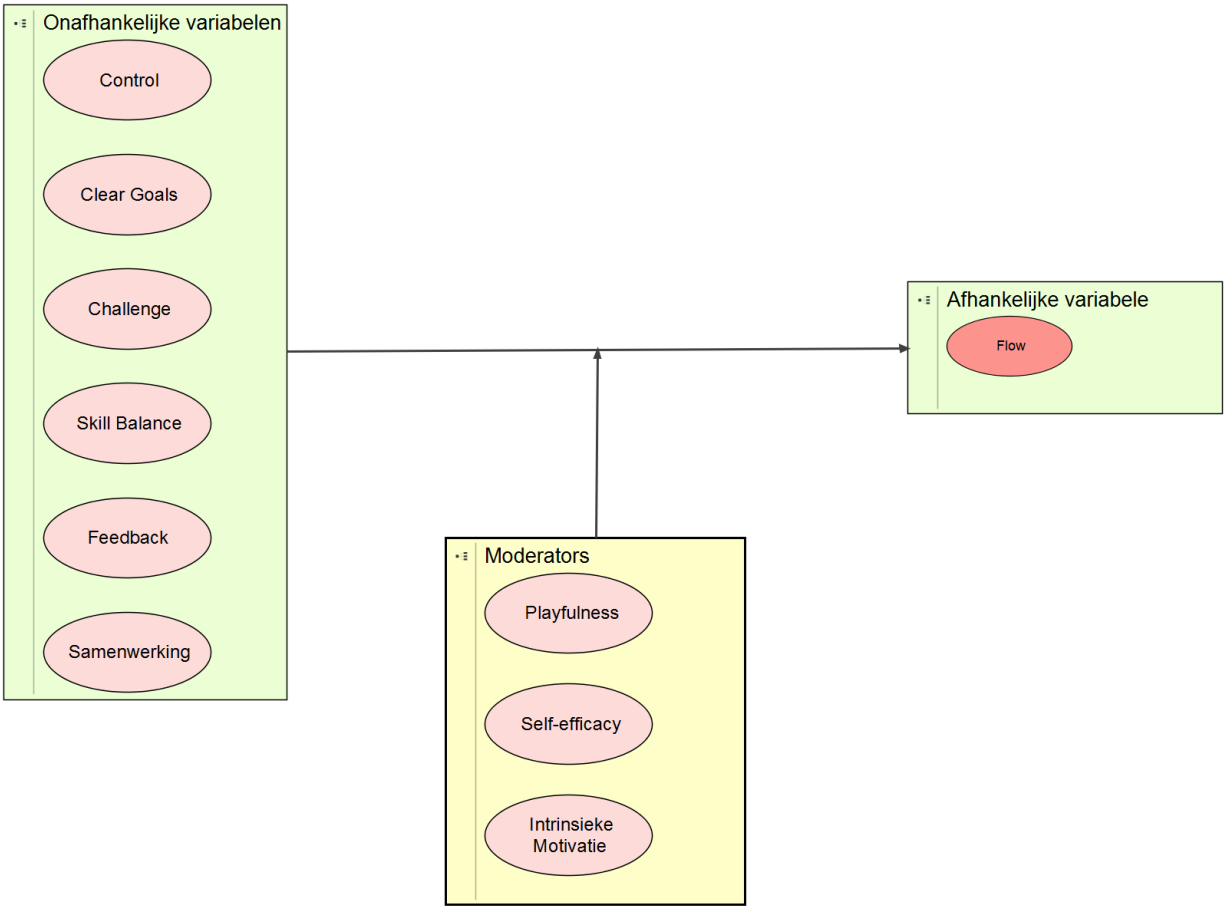
Voor de dataverzameling wordt gebruik gemaakt van enquêtes. Volgens Baarda e.a. (2012, p.136) kunnen vragenlijsten gezien worden als een vorm van gestructureerd interviewen. Interviewen wordt gebruikt als de onderzoeksvraag over gevoelens, kennis, houdingen of meningen gaan. Dit is het geval in het onderzoek. Verder wordt er gebruik gemaakt van gestructureerde dataverzameling, omdat er al kennis over het ontwerp bekend is (zie theoretische kader). Deze kennis is alleen nog niet toegepast op een oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld.

De enquêtes worden schriftelijk afgenomen. Het is aan de deelnemers of ze hun naam op het formulier zetten of niet. Doordat er inlogcodes voor de toegang tot de virtuele wereld aangemaakt moeten worden en tijdens de uitvoering van de oefening de deelnemers bij elkaar in een computerlokaal zitten, is de enquête niet anoniem.



Figuur 4 Volgorde van metingen

De direct onafhankelijke variabelen zijn *playfulness, self-efficacy, intrinsieke motivatie, control, clear goals, feedback, samenwerking.* De direct afhankelijk variabele is *flow*
Daarnaast zijn er moderatorvariabelen, die volgens Baarda e.a. (2012, p.59) het verband tussen de onafhankelijke variabelen en de afhankelijke variabele kunnen beïnvloeden.



Figuur 5 Afhankelijke en onafhankelijke variabele met moderator variabelen

Instrument voor de tweede en derde deelvraag

Het doel van het instrument is om te meten:

1. In welke mate de variabelen control, clear goals, challenge, skill balance, feedback en samenwerking, na uitvoering van het prototype, aanwezig zijn (onafhankelijke variabelen).
2. In welke mate de variabelen playfulness, self-efficacy en intrinsieke motivatie, voor aanvang van de uitvoering van het prototype, bij de deelnemende studenten aanwezig zijn (moderators).
3. In welke mate flow bij de deelnemers ervaren wordt (afhankelijke variabele).
4. In hoeverre de onafhankelijke variabelen en moderators gecorreleerd zijn met de afhankelijke variabele flow.

Op basis van het conceptueel model (Figuur 1) zijn de volgende variabelen opgenomen in het instrument. Daarnaast is de categorie persoonskenmerken toegevoegd.

Tabel 4 *Instrument deelvraag drie en vier*

Categorie	Variabele	Aantal Items
Achtergrondkenmerken deelnemers	Naam	
	Groep	
	Geslacht	
	Leeftijd	
	Studierichting	
	Nationaal / Internationaal	
Persoonskenmerken deelnemer	Playfulness	7
	Self-efficacy	5
	Intrinsic Motivation	5
Kenmerken prototype	Control	6
	Clear Goals	3
	Challenge	3
	Skill Balance	2
	Feedback	8
	Samenwerking	7
Resultaat	Flow	7
	Gebruik virtuele werelden	2

Bij het samenstellen van de vragen is gezocht naar vragen die eerder gebruikt zijn en daarbij betrouwbare resultaten hebben opgeleverd.

Oprins e.a. (2013) hebben experimenten uitgevoerd, waarbij het leereffect van vijf serious games is onderzocht. Hierbij heeft de controlegroep klassikale lessen ontvangen, terwijl de experimentele groep een serious game gespeeld hebben. De deelnemers hebben tijdens de voor- en nameting een vragenlijst ingevuld, waarbij gevraagd is naar self-efficacy, intrinsieke motivatie, controle / zelfsturing, leerdoel / uitdaging, instructie / feedback , flow / betrokkenheid / engagement en samenwerking. Daarnaast hebben de deelnemers een self-assessment op competenties en toetsing op competenties gemaakt. Op basis van 309 metingen is voor de zeven variabelen de Cronbach's α berekend. Minimum waarde was 0,65 (intrinsieke motivatie), maximum waarde 0,9 (flow / betrokkenheid / engagement), Volgens Baarda e.a. (2012, p.209) dient de Cronbach's α minimaal 0,6 te zijn, bij voorkeur minimaal 0,7

Pavlas (2010) heeft onderzoek gedaan naar een model voor flow and play in game-based learning. Hierbij heeft Pavlas twee onderzoeken uitgevoerd. Een onder 226 studenten en een tweede onder 77 studenten. Bij het onderzoeken van bestaande variabelen heeft Pavlas gebruikt gemaakt van in de literatuur gevalideerde lijsten. Het betreft de variabelen: computer playfulness scale, enjoyment scale, flow state scale 2 –short form, intrinsic motivation scale en videogame self-efficacy.

Voor het opstellen van de vragenlijst is uitgegaan van de stellingen van Oprins e.a. (2013). Dit aangevuld met de stellingen voor playfulness op basis van Pavlas (2010). Vervolgens zijn er ook nog twee vragen toegevoegd, waarbij gevraagd wordt naar de mening van de deelnemers ten aanzien van de mogelijkheid tot het gebruik van virtuele werelden in het onderwijs.

De vragen worden door middel van een schriftelijke enquête aan de deelnemers gesteld.
Met behulp van Excel zijn de vragen gerandomiseerd.

Alle schalen met items staan beschreven in bijlage 5. In de onderstaande tabel (volgende bladzijde) zijn de schalen flow (Oprins e.a., 2013) en playfulness (Pavlas, 2010) met bijhorende items weergegeven als voorbeeld.

Tabel 5 *Schalen flow en playfulness met items*

Schaal	Code	Items
Flow	H001	Mijn aandacht was volledig bij de simulatie;
	H002	Ik voelde me actief betrokken bij de simulatie;
	H003	Ik kon me goed concentreren tijdens de simulatie;
	H004	Ik vond de manier van leren tijdens de simulatie plezierig;
	H005	Ik vond de simulatie leuk om te doen;
	H006	Ik kon zelf ervaren wat wel en wat niet goed werkte;
	H007	Ik vond de inhoud van de simulatie leerzaam.
Playfulness	B001	Ik ben spontaan
	B002(R)	Ik ben fantasieloos
	B003	Ik ben flexibel
	B004	Ik ben creatief
	B005	Ik ben speels
	B006(R)	Ik ben niet orgineel
	B007(R)	Ik ben niet vindingrijk

5.2.3 Procedure

Het observeren van de deelnemers / avatars vindt plaats tijdens de geplande sessies.

Tijdens een sessie krijgen de deelnemers bij aanvang de schriftelijk enquête, deze bestaat uit een dubbelzijdige A4. Op de voorzijde de vragen die vooraf ingevuld dienen te worden. Op de achterzijde de vragen, die na afronding van de oefening ingevuld dienen te worden. Door het gering aantal deelnemers (maximaal 18), die in één lokaal aanwezig zijn, kan de onderzoeker in de gaten houden of iedereen de enquête invult.

Planning:
Voor de sessies worden de computers geprepareerd. De viewer (programma firestorm) om toegang tot de virtuele wereld te krijgen moet geïnstalleerd zijn, alsmede de laatste versie van quicktime (voor afspelen video in de virtuele wereld) en de nieuwste grafische drivers. Verder moeten er een aantal instellingen in de viewer aangepast worden om de video in de virtuele wereld te laten werken.

Vooraf zijn alle benodigde inlogcodes aangemaakt en zijn de groepsindelingen gemaakt. Tevens is er per groepje, één persoon aangewezen die de duikers gaat dragen. Hiervoor zijn de rechten in de virtuele wereld aangepast.

De onderzoeker heeft zelf de beschikking over twee computers, één om zelf als avatar toegang tot de virtuele wereld te krijgen en één computer waarop de “console” draait. Via de “console” kan bijvoorbeeld de virtuele wereld opnieuw opgestart worden, na een crash.

12:00 - 13:00	Voorbereidingen. Alle achttien computers opstarten, inloggen op computers, opstarten viewer. Eigen computer opstarten en zorgen dat avatar onderzoeker in virtuele wereld aanwezig is en dat “console” opensim opgestart is. Via de “console” checken of alle zes eilanden aanwezig zijn in de virtuele wereld en of de oefening in de beginstand (gereset) staan. Zorgen dat aansluiting op beamer werkt.
13:00 – 14:00	Aankomst deelnemers. Iedere deelnemer achter een computer plaatsen, waarbij de deelnemers per groep bij elkaar zitten. Introductie prototype. Uitdelen enquêtes en deelnemers eerste deel laten invullen. Deelnemers laten inloggen op virtuele wereld.
14:00 – 15:00	Training in gebruik opensim en vormgeven avatars. Deze training vindt plaats op een afzonderlijk eiland in de virtuele wereld

15:00 - 17:00 Iedere groep wordt in de virtuele wereld geteleporteerd naar een eigen eiland. De uitvoering van de oefening kan beginnen. Na beëindiging van de oefening wordt het tweede gedeelte van de enquête ingevuld. De enquête wordt ingeleverd bij de onderzoeker.

17:00 – 17:30 Onderzoeker bezoekt in de virtuele wereld alle eilanden waar een oefening gemaakt is. Hierbij wordt het puntentotaal genoteerd en wordt het eiland in de beginstand gereset.

Tijdens de uitvoering van de oefening is de onderzoeker als avatar in de virtuele wereld aanwezig. De avatar van de onderzoeker bezoekt de zes verschillende eilanden, waar de groepen bezig zijn met de uitvoering van de oefening. Hiervan worden screenshots gemaakt.

5.3 Dataverwerking

De schriftelijke enquêtes worden door de onderzoeker ingevoerd in SPSS.
Vragen B002, B006, B007 en F002 worden hierbij omgepoold. Vervolgens worden de verschillende items samengevoegd tot schalen. De items en schalen zijn weergegeven in bijlage 5.

Van de interviews met een beperkt aantal deelnemers wordt een verslag gemaakt.

5.4 Data analyse

Per schaal wordt de Cronbach's α berekend. Cronbach's α doet een uitspraak in hoeverre de verschillende stellingen de beoogde variabele meten. Bij een waarde lager dan 0,6 is de kwaliteit niet betrouwbaar. Het streven is minimaal 0,7 (Baarda e.a., 2012, p.209). Variabelen, waarbij de waarde lager is dan 0,6 zullen niet gebruikt worden bij het trekken van conclusies.

De samenhang tussen de onafhankelijke variabelen, moderators en de afhankelijke variabele flow, wordt uitgedrukt in de Pearson correlatie, waarbij tevens de significantie berekend wordt (Baarda e.a. 2012, p.286). Op basis hiervan kan bepaald worden in hoeverre de afzonderlijke variabelen invloed hebben op de flow. Doordat de onafhankelijke variabelen ook onderling gecorreleerd kunnen zijn, wordt deze onderlinge correlatie onderzocht met een multiple lineaire regressie analyse (Baarda e.a. 2012, p.290). Hierbij wordt tevens onderzocht welke onafhankelijke variabelen het meeste invloed hebben op flow (methode pairwise).

Per variabele en per afzonderlijke vraag wordt de gemiddelde waarde en de standaard deviatie berekend.

5.5 Betrouwbaarheid en validiteit

Saunders, Lewis, Thornhill, Verckens en Smitt (2011, p.134) definiëren betrouwbaarheid, als de mate waarin gegevens, verzamelingstechnieken en analyseprocedures tot consistente bevindingen leiden. Baarda e.a. (2012, p.149) spreken van betrouwbaarheid, als de mate waarin een meting beïnvloed wordt door toevallige fouten.
Validiteit geeft volgens Saunders e.a.(2011, p.135) aan of resultaten werkelijk over datgene gaan, waarover ze lijken te gaan. Baarda e.a. (2012, p.152) noemen validiteit: Meten wat je wilt meten. Betrouwbaarheid is geen garantie voor validiteit, maar een voorwaarde voor validiteit (Baarda e.a. 2012, p.155).

Betrouwbaarheid

De volgende factoren kunnen volgens Saunders e.a. (2011, p.135) de betrouwbaarheid aantasten :

- Subject- of deelnemersfout. Deze kan voor komen, als je studenten op een "verkeerd" moment bevraagt. Bijvoorbeeld op vrijdagochtend, na de gebruikelijke studenten stapavond.
- Subject- of deelnemersvertekening. Studenten vertellen wat de docent wil horen.
- Waarnemersfout. Verschillende personen, die interviews afnemen.
- Waarnemersbias. Verschillende benaderingen voor het interpreteren van antwoorden.

Om de kans op subject- of deelnemersfouten te verminderen, worden geen afspraken met studenten op vrijdagochtend gemaakt. Door het geringe aantal deelnemers per sessie en door het aanmaken van inlogcodes voor de toegang tot de virtuele wereld, is de kwantitatieve enquête niet anoniem. Hierdoor bestaat er een kans op subject- of deelnemersvertekening. Deelname aan het onderzoek heeft echter verder geen relatie met het reguliere onderwijs (bijvoorbeeld credits). Er lijkt daarom geen directe aanleiding voor studenten om antwoorden te geven, die de docent graag wil horen.
Doordat de interviews door dezelfde persoon (onderzoeker) uitgevoerd wordt, bestaat er minder kans op waarnemersfouten. Om de kans op waarnemersbias te verminderen, worden er van de interviews verslagen gemaakt, met daarin ook de conclusies, die ter controle naar de geïnterviewden verzonden worden.

Saunders e.a.(2011, p.339) beschrijft de volgende manieren om de betrouwbaarheid van kwantitatieve vragenlijst te boordelen:

- Test-hertest-schattingen. Hierbij wordt de vragenlijst tweemaal aan de respondenten voorgelegd. Geadviseerd wordt deze methode alleen als aanvulling op andere methodes te gebruiken.
- Interne consistentie. Dit betreft het correleren van de antwoorden op elke vraag met antwoorden op andere vragen in de vragenlijst. Een methode hiervoor is Cronbach's α.
- Alternatieve vorm. Hierbij dienen respondenten extra controlevragen in te vullen.

In het onderzoek zal gebruik gemaakt worden van Cronbach's α om de interne consistentie te beoordelen.
De Cronbach's α wordt berekend in SPSS. Bij een waarde lager dan 0.6 is de kwaliteit niet waardevol. Het streven is minimaal 0.7 Baarda e.a. (2012, p.209). Test-hertest-schattingen en alternatieve vormen worden niet gebruikt.

De vragen in het onderzoek zijn in ander onderzoek gebruikt en waren toen volgens Oprins e.a (2013) en Pavlas (2010) betrouwbaar, Cronbach's α groter dan 0,6.

Validiteit

De volgende factoren kunnen volgens Saunders e.a. (2011, p.135) de validiteit aantasten :

- Geschiedenis. Slechte ervaringen met gelijksoortige producten.
- Test. Heeft het resultaat invloed op de betrokkene.
- Instrumentatie. Verschillende meetinstrumenten gebruikt
- Mortaliteit. Uitvallen van deelnemers.
- Maturatie. Veranderingen in de tijd.
- Ambiguïteit omtrent de causale richting (t.a.p.).

De studenten hebben een gelijksoortige oefening op de Hz nog niet gedaan. Er worden geen verschillende meetinstrumenten gebruikt voor hetzelfde onderwerp. Mortaliteit en Maturatie zijn naar verwachting geen probleem. Ambiguïteit omtrent de causale richting kan alleen voorkomen, als er al eenzelfde oefening in het verleden is uitgevoerd. Dat is in het onderzoek niet het geval.

Volgens Saunders e.a.(2011, p.136) wordt onder generaliseerbaarheid (externe validiteit) verstaan, of je resultaten even goed van toepassing zijn op andere onderzoekssituaties. Hoewel dit niet het directe doel van dit onderzoek is, zal er zeker bekeken worden in hoeverre de resultaten bruikbaar zijn voor andere cursussen, andere opleidingen en andere Hogescholen.

Baarda e.a. (2012, p.86) beschrijft een aantal mogelijke verstorende factoren bij een pre-experimenteel design. Hiermee is als volgt omgegaan:

a) Tussentijds voorval
   Belangrijke gebeurtenis, die voorvalt tussen de voor- en nameting.
   Nu is er bij het onderzoek geen voormeting. Wellicht kunnen gebeurtenissen, tijdens de uitvoering van de oefening (bijvoorbeeld technische problemen) wel een invloed hebben.
   Doordat de oefening tijdens drie sessie plaatsvindt, is het waarschijnlijk dat studenten met elkaar communiceren en mogelijk tips geven aan studenten, die de oefening in de tweede of derde sessie maken.

b) Groei-effect
Gezien de korte testperiode (dagdeel) niet van toepassing.
c) Testeffect
Treedt op bij het herhaald testen. Doordat deelnemer één maal de oefening uitvoert, is dit bij het onderzoek niet van toepassing.
d) Instrumentatie-effect
Treedt op bij gebruik van verschillende meetinstrumenten. Bij het kwantitatief onderzoek zijn de meetinstrumenten hetzelfde. Bij het mondeling interviewen van enkele deelnemers zou dit effect kunnen optreden.
e) Plafondeffect
Treedt op indien deelnemers bij voormeting bijna alles maximaal scoren.
Is bij het onderzoek met alleen een nameting niet van toepassing.
f) Bodemeffect
Treedt op, indien deelnemers bij voormeting bijna alles laag scoren.
Is bij het onderzoek met alleen een nameting niet van toepassing.
g) Statistische regressie naar het gemiddelde.
Treedt op bij herhaalde metingen. Is in het onderzoek niet van toepassing.
h) Selectie
Kan in het onderzoek optreden, doordat studenten vrijwillig deelnemen aan het experiment. De kans bestaat dat studenten, die geen affiniteit met virtuele werelden of met Fluid Dynamics hebben, zich niet zullen aanmelden.
i) Selectieve uitval
Doordat de oefening verspreid over meerdere sessies aangeboden wordt, kan het zijn dat studenten ervaringen onderling uitwisselen. Dit kan tot gevolg hebben, dat studenten niet aan een sessie willen deelnemen.
j) Placebo effect
Treedt op, indien de verandering in de afhankelijke variabele (flow) is toe te schrijven aan het geloof van de deelnemers in de interventie en niet aan de interventie zelf.
Het gebruik van een virtuele wereld in het onderwijs is nieuw voor de studenten. Virtuele werelden staan ook als leuk bekend. Hierdoor kan het placebo effect optreden.

Tijdens dit onderzoek bestaat er kans op verstoring van de resultaten door “tussentijds voorval”, “selectie”, “selectieve uitval” en “placebo effect”. Deze verstoringen zouden voorkomen kunnen worden door de uitvoering eenmalig uit te voeren in een heel grote ruimte met veel computers, waarbij de deelnemers door een aselecte steekproef aangewezen worden. Het placebo effect zou voorkomen kunnen worden, door de deelnemers vooraf andere activiteiten in een virtuele wereld te laten uitvoeren, zodat ze bekend zijn met het gebruik van virtuele werelden. In het onderzoek is er niet genoeg tijd en ontbreken de faciliteiten om dit te verwezenlijken.

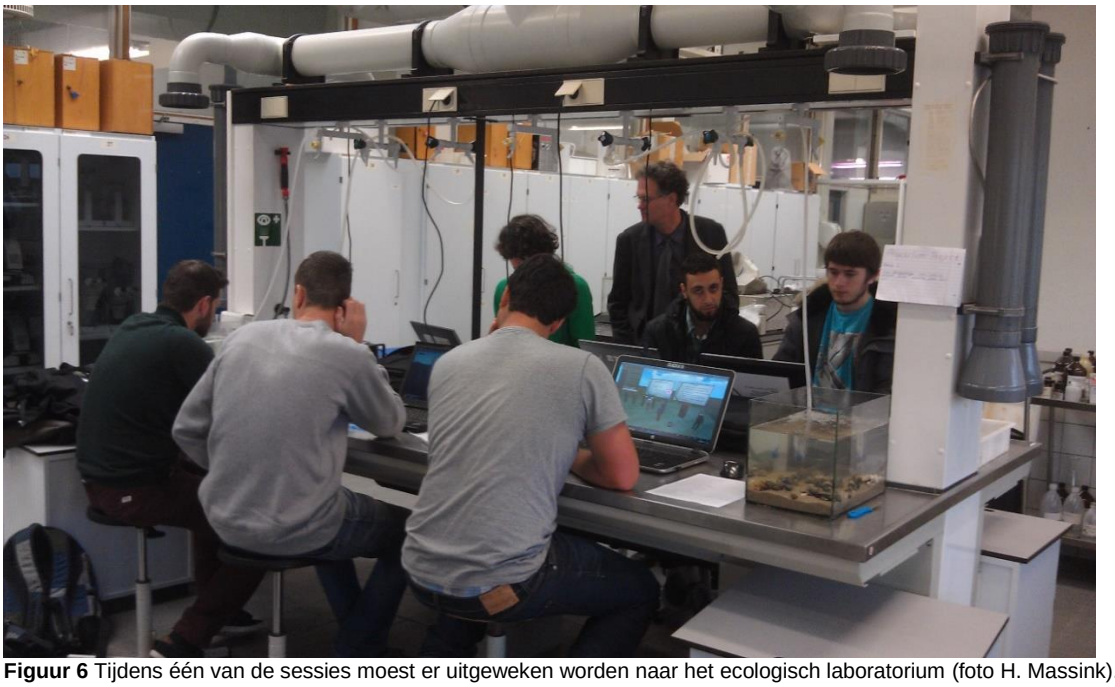
Van der Donk en Van Lanen (2012, p.46) geven een zevental richtlijnen om een hoge validiteit en betrouwbaarheid te verkrijgen.

1. Zorg voor triangulatie.
De gedachte achter triangulatie is, dat je informatie verzamelt of bekijkt, vanuit minimaal drie hoeken of bronnen.
Brontriangulatie:
In het onderzoek wordt gebruik gemaakt van literatuuronderzoek, interviews met docenten en interviews met externe deskundigen.
Methodische triangulatie
In het experiment worden naast het gebruik van kwantitatieve vragenlijsten enkele kwalitatieve interviews met deelnemers afgenomen..
Onderzoekerstriangulatie
Hierbij worden verschillende onderzoekers ingeschakeld. Dit is bij het onderzoek niet het geval.
Wel zal bij de boordeling van de resultaten overleg met collega’s plaatsvinden
2. Communiceer over je praktijkonderzoek.
Het onderzoek zal besproken worden met collega’s uit de opleiding, met medewerkers van de dienst onderwijs, met studenten, met collega’s uit de werkgroep digitale campus en met het management. Vormen zijn: teamoverleg, website, nieuwsbrief en medewerkersdag.

3. Zorg voor transparantie.
   De uitvoering van het onderzoek wordt beschreven op de website http://massinks.nl/mli/category/master/la5-onderzoek/ . Deze website is vrij toegankelijk.
4. Verdiep je in het praktijkprobleem.
   Onderzoeker heeft zich de afgelopen 4 jaar verdiept in de mogelijkheden virtuele werelden in het onderwijs in te zetten. Zo is er een virtuele wereld geïnstalleerd op de servers van de Hz. Tijdens de Hz medewerkersdag van 2012 hebben drie groepen collega's (ongeveer 15 per keer) een eenvoudig practicum uitgevoerd. Ook met het leerteam van de Master Leren en Innoveren is er een practicum in de virtuele wereld uitgevoerd. Daarnaast volgt de onderzoeker allerlei blogs over dit onderwerp en bezoekt hij bijeenkomsten van Edu-sim.
5. Verdiep je in de organisatie.
   Onderzoeker is 12 jaar werkzaam bij de opleiding als docent, maar ook als bouwer van het curriculum. De huidige cursus Fluid Dynamics is door de onderzoeker ontworpen.
6. Verdiep je in de verschillende perspectieven.
   Door de gesprekken met collega's en andere deskundigen zullen verschillende perspectieven naar voren komen.
7. Maak gebruik van vakliteratuur.
   De artikelen, gebruikt in het theoretisch kader, zijn geselecteerd op relevante inhoud. Daarnaast worden er twee zeer recente vakboeken Kapp en O'Driscoll (2010) en Kapp (2012) gebruikt voor het vormgeven van virtuele werelden.

6. Resultaten

In de periode van 7 november tot en met 24 november 2014 hebben er 10 sessies plaatsgevonden, waarin studenten het prototype konden uitvoeren. Het aantal deelnemers per sessie varieerde tussen twee en achttien deelnemers. De deelnemers werden verdeeld in groepen van twee tot drie personen. Iedere groep kreeg een eigen eiland in de virtuele wereld om de oefening uit te voeren. Omdat de sessies in bestaande roosters opgenomen moesten worden, was de maximale beschikbare tijd per sessie ongeveer twee uur. Deelnemers hebben de oefening uitgevoerd op vrijwillige basis.



Figuur 6 Tijdens één van de sessies moest er uitgeweken worden naar het ecologisch laboratorium (foto H. Massink).

Totaal hebben 50 eerstejaarsstudenten van de opleidingen Civiele Techniek en Aquatische Ecotechnologie het prototype oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld uitgevoerd.
De kenmerken zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 6 Kenmerken deelgenomen studenten

Groep	aantal	M	V	Ned	Int	leeftijd
Civiele Techniek	13	11	2	4	9	19
Aquatische Ecotechnologie	37	34	3	30	7	19
Totaal	50	45	5	34	16	19

In de onderstaande tabel is de groep deelgenomen studenten vergeleken met de onderzoeksgroep. De percentages zijn ten opzichte van het totaal per opleiding.

Tabel 7 *Vergelijk onderzoeksgroep en deelgenomen studenten*

Groep	aantal	M	V	Nat	Int
Civiele Techniek	57%	94%	6%	68%	32%
CT deelgenomen	*26%*	*85%*	*15%*	*31%*	*69%*
Aquatische Ecotechnologie	43%	84%	16%	76%	24%
AE deelgenomen	*74%*	*92%*	*8%*	*81%*	*19%*
Totaal	116	90%	10%	72%	28%
Totaal deelgenomen	*50*	*90%*	*10%*	*68%*	*32%*

De verdeling mannen / vrouwen en nationale / internationale studenten onder de deelgenomen groep is gelijk aan de onderzoeksgroep. Wel is de verhouding tussen de opleidingen verschillend tussen de deelgenomen groep en de onderzoeksgroep. Er hebben naar verhouding meer studenten Aquatische Ecotechnologie deelgenomen.

In de onderstaande tabel zijn de schalen tussen de studenten Civiele Techniek en Aquatische Ecotechnologie vergeleken. Het zijn de schalen zoals gedefinieerd bij paragraaf 6.1

Tabel 8 *Vergelijk schalen tussen deelgenomen studenten AE en CT*

	Aquatische Ecotechnologie			**Civiele Techniek**		
	N	**Mean**	**Std. Deviation**	**N**	**Mean**	**Std. Deviation**
Playfulness	37	3,76	,45	13	3,79	,56
Control	37	3,39	,52	13	3,49	,48
Feedback	37	3,44	,46	13	3,48	,51
Flow_state	37	3,67	,51	13	3,86	,66
Samenwerking	37	3,82	,49	13	3,97	,37
Gebruik_VW	37	3,24	,75	13	3,85	,59
Clear_Goals_CH_Skill	37	3,16	,55	13	3,32	,43
Self_efficacy	37	3,68	,50	13	3,92	,44

Er zijn geen grote verschillen tussen de twee groepen.

6.1 Resultaten deelvraag 1 en 2

Voor het beantwoorden van deelvraag 1 is er bestudeerd in hoeverre de ontwerpprincipes uiteindelijk in het prototype zijn geïmplementeerd. De 47 kijkpunten met de evaluatie is opgenomen in bijlage 4. Een aantal kijkpunten is niet of beperkt opgenomen in het prototype:

- *Punt 4. Het reflecteren op het handelen van het individu* (*Reflectively Synthesized*)
  In het prototype wordt niet gereflecteerd op het handelen van de individu. Alleen op het handelen van de groep wordt gereflecteerd.
- *Punt 6. Hoe kunnen studenten in de 3DLE experimenteren?* (*Consequentially Experienced*)
  Er is een heel beperkte mogelijkheid tot experimenteren met de duiker in de experimenteerruimte.
- *Punt 41. Is de verhaallijn voldoende uitdagend, interessant en complex?* (*Consequentially Experienced*)
  Het verhelpen van een overstroming is uitdagend en interessant. De bestaande verhaal is wel erg eenvoudig. Iedere deelnemer heeft dezelfde rol.
- *Punt 44. Heeft de student de mogelijkheid verschillende variabelen te manipuleren, waardoor er verschillende oplossingen mogelijk zijn? (Discovery Driven)*
  Deze mogelijkheid is in het prototype niet aanwezig.
- *Punt 47. Kan de game opnieuw gespeeld worden met andere variabelen en uitkomsten? (Consequentially Experienced)*
  Deze mogelijkheid is in het prototype niet aanwezig.

Voor het beantwoorden van deelvraag 2, zijn tijdens het uitvoeren van het prototype, de volgende observaties gedaan:

- *Wordt er geëxperimenteerd? (Consequentially Experienced)*
  Op het eiland is een demo duiker aanwezig, waarmee geëxperimenteerd kan worden. Hier is door de deelnemers amper gebruik van gemaakt.
- *Bepalen de deelnemers zelf hoe ze tot oplossingen komen? (Participant Centered)*
  Meeste deelnemers hadden bij aanvang, wat uitleg nodig over de werking van de vraag en antwoordpalen. Daarna kon het overgrote gedeelte zelf tot oplossingen komen. Bijna alle deelnemende groepen hebben het probleem (overstroming) opgelost.
- *Gaan de deelnemers uit op ontdekking? (Discovery Driven)*
  Het merendeel van de deelnemers richten zich op het oplossen van de vragen, gesteld door de vraag en antwoordpalen. Een enkele deelnemer gaat echt op ontdekking. Een aantal deelnemers gingen op bezoek bij groepen op andere eilanden.

- *Ondernemen studenten acties om te leren? (Action Oriented)*
  Op basis van de vragen door de vragen- en antwoordpalen, voeren de deelnemers acties uit om de antwoorden te vinden.
- *Wordt er door de deelnemers via trail en error naar oplossingen gezocht? (Consequentially Experienced)*
  Bij het uiteindelijk kiezen van de juiste duiker kunnen de deelnemers ervoor kiezen door middel van berekening de juiste duiker te vinden. Of ze kunnen gewoon verschillende duikers proberen. Merendeel koos ervoor de juiste duiker te berekenen. Dit omdat het aanbrengen van een verkeerde duiker, strafpunten opleverde.
- *Werken de deelnemers / avatars samen? (Collaboratively Motivated)*
  Vaak was er toch één deelnemer die het voortouw nam en het meeste deed. Doordat er geen verschillende rollen zijn en alleen de groep beoordeeld wordt, niet het individu, kan het zijn dat een enkele deelnemer het merendeel van het werk doet.
- *Hebben de deelnemers voldoende mogelijkheden om zich te trainen als avatars? (Participant Centered)*
  Doordat de beschikbare tijd beperkter was dan vooraf ingepland, is er weinig tijd geweest om zicht te trainen als avatar
- *Lijkt de avatar op de werkelijke person? (Participant Centered)*
  Door minder tijd is er weinig tijd besteed aan het vormgeven van de avatar. Soms konden deelnemers het ook niet laten om zich excentriek uit te dossen. Wel had iedere avatar de correcte naam en meestal het correcte geslacht.
- *Voeren de deelnemers / avatars de speurtocht uit? (Discovery Driven)*
  Deelnemers voerden de speurtocht naar de verschillende vlaggen uit. Men ging meestal niet als groep. Meestal gingen afzonderlijke deelnemers naar afzonderlijke vlaggen. Verder was het de bedoeling, dat de avatars de tekst bij de vraag lazen. Aan het eind van de tekst stond ook een nummer, wat ze moesten onthouden. De praktijk was, dat de studenten de tekst helemaal niet lazen en alleen zochten naar het nummer.
- *Vinden er zinvolle dialogen tussen de avatars plaats?* (*Collaboratively Motivated)*
  Doordat de deelnemers naast elkaar in het computer lokaal zaten, vond de dialoog in het werkelijke leven plaats, niet via de virtuele wereld. De dialogen betroffen dan meestal het oplossen van de vraagstukken.

Naast de observatiepunten, zijn de volgende aanvullende observaties, door de onderzoeker, gedaan.

- Het merendeel van de deelnemers reageerden enthousiast op de oefening. Vooral de mogelijkheid om als avatar in een virtuele wereld rond te lopen, vond men bijzonder. Ook de mogelijkheid om een duiker te kunnen dragen, zorgde voor enthousiaste reacties.
- Nagenoeg alle groepen hebben de oefening afgerond. Alleen bij de laatste sessie hebben door wat technische problemen en tijdgebrek, een viertal groepen de oefening niet afgerond.
- Door de beperkte tijd en doordat vooraf ook niet altijd duidelijk was, welke studenten zouden deelnemen, moesten op het laatste moment inlogcodes aangemaakt worden. Tijdens de sessie werden vervolgens de groepen ingedeeld en kreeg per groepje één student rechten om een duiker te dragen.
- Studenten zijn vaak ook te ongeduldig om even te bedenken hoe zaken uitgevoerd moeten worden. Ze willen direct actie.
- De beveiliging in de virtuele wereld was minimaal, waardoor avatars andere eilanden konden bezoeken. Een aantal avatars heeft dit ook gedaan, terwijl dat niet de bedoeling was.
- Bij een vrijwillige deelname reageren studenten soms minder serieus. Er staan immers geen credits op het spel.
- Opensim draaide niet altijd stabiel. Eén sessie is voortijdig afgebroken, omdat opensim bleef crashen. Bij deze sessie zijn geen enquêtes afgenomen. Op de server waren vier CPU vCores en vier GB RAM geheugen beschikbaar voor de zes eilanden.
- Het was de deelnemers vaak niet direct duidelijk, hoe de communicatie met de vraag- en antwoordpalen verliepen. Bij het invoeren, was het ingevoerde antwoord alleen zichtbaar voor de avatar, die de invoer uitvoerde.
- Bij vraag 2 moest een korte video bekeken worden, waarin de theorie behandeld werd, die de basis vormde voor het oplossen van het probleem. De video (in de virtuele wereld) werkte niet altijd goed. Ook was het geluid soms slecht, zeker als de deelnemers geen koptelefoon of oortjes hadden.

Figuur 7 Tevreden avatars na het succesvol afronden van de oefening (foto H.Massink).

Door de beperkte tijd is het de onderzoeker niet gelukt om individuele studenten te bevragen.

6.2 Resultaten deelvraag 3 en 4

De resultaten van alle afzonderlijke items zijn beschreven in bijlage 6.
Om de betrouwbaarheid van de schalen te beoordelen is per schaal de Cronbach's α berekend.

Tabel 9 *Cronbach's α voor de verschillende schalen*

Schaal	Cronbach's α	N
Playfulness	0,66	50
Self Efficacy	0,59	50
Intrinsieke Motivatie	0,03	50
Control	0,66	50
Clear Goals	0,52	50
Challenge	0,61	50
Skill Balance	0,29	50
Feedback	0,72	50
Samenwerking	0,74	50
Flow	0,80	50
Gebruik Virtuele Wereld	0,69	50

Baarda e.a. (2012, p.209) stellen dat bij een Cronbach's α lager dan 0,6 de schaal niet betrouwbaar is. Op basis hiervan kan gesteld worden dat de schalen Self Efficacy, Intrinsieke Motivatie, Clear Goals en Skill Balance niet betrouwbaar zijn. In een verdere analyse is gepoogd de betrouwbaarheid te verhogen door items uit de schaal te verwijderen of andere combinaties te maken.
Bij Self Efficacy is item C002 "Ik ben er zeker van dat ik dit onderwerp kan leren" verwijderd.
Bij Intrinsieke Motivatie is het niet mogelijk om een combinatie van items samen te stellen, waardoor de betrouwbaarheid voldoende wordt. Voor verder berekening is gekozen voor één item : D001 "Ik wil mezelf graag verbeteren"
De items van Clear Goals, Challenge en Skill Balance werden samengevoegd tot één schaal, waarbij item F002 "De inhoud van de simulatie was voor mij te makkelijk" verwijderd is.

Bij de schalen Feedback, Flow en Samenwerking kan de betrouwbaarheid iets verhoogd worden door het weglaten van een enkel item.
Feedback, item G008 "De moeilijkheid van de simulatie werd aangepast aan mijn eigen niveau", Cronbach's α = 0,74.
Samenwerking, item I001 "Ik heb geleerd van de feedback van medestudenten", Cronbach's α = 0,76.
Flow, item H003 "Ik kon me goed concentreren tijdens de simulatie", Cronbach's α = 0,81.
Door het verwijderen van items worden de validiteit van de schaal minder. Daarom is ervoor gekozen Feedback, Flow en Samenwerking niet aan te passen. Zie tabel op volgende bladzijde.

Tabel 10 *Cronbach's α voor de schalen zoals aangehouden in studie*

Schaal	Cronbach's α	N
Playfulness	0,66	50
Self Efficacy	0,63	50
Intrinsieke Motivatie (1 item)	-	50
Control	0,66	50
Clear Goals / Challenge / Skill Balance	0,68	50
Feedback	0,72	50
Samenwerking	0,74	50
Flow	0,80	50
Gebruik Virtuele Wereld	0,69	50

In de onderstaande tabel staan de meetresultaten per schaal weergegeven.

Tabel 11 *Meetresultaten per schaal*

	Mean	Std. Deviation	N
Playfulness	3,77	0,47	50
Self_Efficacy	3,75	0,49	50
Control	3,41	0,51	50
Intrinsieke Motivatie (1 item)	4,12	0,63	50
Clear Goals / Challenge / Skill Balance	3,20	0,52	50
Feedback	3,45	0,49	50
Samenwerking	3,86	0,47	50
Flow	3,72	0,56	50
Gebruik Virtuele Wereld	3,40	0,76	50

Volgens het theoretisch model (Figuur 1) zijn Playfulness, Self efficacy, Control , Intrinsieke Motivatie, Clear Goals / Challenge / Skill Balance, Feedback en Samenwerking gecorreleerd aan Flow.
Om dit te onderzoeken is de Pearson Correlatie met SPSS berekend. Zie tabel op volgende bladzijde.

Tabel 12 *Pearson correlatie schalen met flow*

		Flow
Playfulness	Pearson Correlation	,41**
	Sig. (2-tailed)	,00
	N	50
Self_Efficacy	Pearson Correlation	,56**
	Sig. (2-tailed)	,00
	N	50
Intrinsieke Motivatie	Pearson Correlation	,18
	Sig. (2-tailed)	,22
	N	50
Control	Pearson Correlation	,60**
	Sig. (2-tailed)	,00
	N	50
Clear Goals /Challenge/ Skill Balance	Pearson Correlation	,62**
	Sig. (2-tailed)	,00
	N	50
Feedback	Pearson Correlation	,67**
	Sig. (2-tailed)	,00
	N	50
Samenwerking	Pearson Correlation	,48**
	Sig. (2-tailed)	,00
	N	50

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Uitgezonderd Intrinsieke Motivatie, zijn de variabelen/schalen significant gecorreleerd met Flow.

Uit de volledige correlatie tabel (bijlage 6) blijkt, dat ook de variabelen onderling gerelateerd zijn. Daarnaast zullen sommige variabelen een groter effect op flow hebben in vergelijking tot anderen. Om dit verder te onderzoeken zijn er verschillende regressie analyses uitgevoerd. De afhankelijke variabele hierbij is flow. Als eerste heeft er een regressie analyse (methode enter) plaatsgevonden, met als afhankelijke variabelen playfulness, self efficacy, control, clear goals/challenge/skill balance , feedback en samenwerking. De “adjusted R Square” is hierbij 0,56, hetgeen wil zeggen, dat 56% van de variantie in de afhankelijke variabele flow verklaard kan worden met het regressiemodel. Volgens de F-toets is de significantie (p-waarde) minder dan 0,01.

Tabel 13 *Coëfficiënten multiple regressie analyse, methode enter*

Model		Unstandardized Coefficients B	Unstandardized Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
1	(Constant)	-,64	,59		-1,1	,28
	Playfulness	,10	,14	,08	,72	,48
	Self-efficacy	,33	,14	,29	2,44	,02
	Control	,14	,16	,12	,83	,41
	Clear Goals / Challenge / Skill B	,09	,14	,09	,66	,51
	Feedback	,42	,17	,35	2,5	,02
	Samenwerking	,15	,15	,13	1,03	,31

a. Dependent Variable: Flow

Alle variabelen hebben een positieve relatie met flow (B>0). Wel is de p-waarde bij Playfulness, Control, Clear Goals / Challenge / Skill Balance en Samenwerking hoger dan 0.05. Deze zijn niet significant.

Om te onderzoeken welke variabelen het meeste effect op de flow hebben is er vervolgens een regressie analyse methode stepwise uitgevoerd. Feedback en Self efficacy hebben het meeste effect. De “adjusted R Square” is hierbij 0,55, hetgeen wil zeggen, dat 55% van de variantie in de afhankelijke variabele flow verklaard kan worden met het regressiemodel. Volgens de F-toets is de significantie (p-waarde) minder dan 0,01.

Tabel 14 *Coëfficiënten multiple regressie analyse, methode stepwise*

Model		Unstandardized Coefficients B	Unstandardized Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
1	(Constant)	,99	,44		2,24	,03
	Feedback	,79	,13	,67	6,21	,00
2	(Constant)	-,03	,49		-,065	,95
	Feedback	,63	,12	,54	5,20	,00
	Self_efficacy	,42	,12	,37	3,60	,00

a. Dependent Variable: Flow

In het prototype zijn de kenmerken van de deelnemers moeilijk te beïnvloeden. De kenmerken van het prototype zijn mogelijk wel aan te passen. Daarom is er onderzocht welke variabelen horende bij het prototype het meeste effect op de flow hebben.

Hiervoor is weer een regressieanalyse, methode stepwise uitgevoerd. De afhankelijke variabelen zien hierbij control, clear goals/challenge/skill balance , feedback en samenwerking. Feedback en Control hebben het meeste effect. De “adjusted R Square” is hierbij 0,48, hetgeen wil zeggen, dat 48% van de variantie in de afhankelijke variabele flow verklaard kan worden met het regressiemodel. Volgens de F-toets is de significantie (p-waarde) minder dan 0,01.

Tabel 15 *Coëfficiënten multiple regressie analyse(kenmerken prototype), methode stepwise*

Model		Unstandardized Coefficients B	Unstandardized Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
1	(Constant)	,99	,44		2,24	,03
	Feedback	,79	,13	,67	6,21	,00
2	(Constant)	,68	,45		1,51	,14
	Feedback	,57	,16	,48	3,51	,00
	Control	,32	,13	,29	2,17	,04

a. Dependent Variable: Flow

7. Conclusies en aanbevelingen

Een representatieve groep van 50 eerstejaarsstudenten, van de opleidingen Aquatische Ecotechnologie en Civiele Techniek, hebben een prototype oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld gebruikt.

Deelvraag 1 In hoeverre voldoet het prototype aan de ontwerpprincipes?

De ontwerpprincipes zijn gebaseerd op Kapp en O'Driscoll (2010). Van de 47 kijkpunten (bijlage 4) zijn twee kijkpunten, die betrekking hebben op de ontwerpprincipes *Discovery Driven* en *Consequentially Experienced* niet opgenomen en zijn drie kijkpunten die betrekking hebben op de ontwerpprincipes *Reflectively Synthesized* en *Consequentially Experienced* beperkt verwerkt in het prototype. De andere 42 kijkpunten zijn wel aanwezig in het prototype.

Geconcludeerd kan worden dat het prototype ontworpen is volgens de ontwerpprincipes van Kapp en O'Driscoll (2010), waarbij een vijftal (van de 47) ontwerppunten verbeterd kunnen worden.

Deelvraag 2 In hoeverre maken de studenten gebruik van het prototype, zoals bedoeld volgens het ontwerp?

De ontwerpprincipes zijn gebaseerd op Kapp en O'Driscoll (2010). Tijdens het gebruiken van het prototype is geobserveerd dat de volgende ontwerpprincipes (vijf van de tien) onvoldoende tot uiting in het gedrag van de deelnemers / avatars komt:

- Experimenteren (*Consequentially Experienced*)
- Uitgaan op ontdekking (*Disovery Driven*)
- Voldoende mogelijkheden om te trainen als avatar (*Participant Centered*)
- Lijkt de avatar op de werkelijke person (*Participant Centered*)
- Uitvoeren van een speurtocht (*Discovery Driven*)

Geconcludeerd kan worden, dat de deelnemers / avatars, in de virtuele wereld, niet altijd het gedrag vertoonden, zoals op basis van de ontwerpprincipes van Kapp en O'Driscoll (2010) was te verwachten.

Deelvraag 3 In hoeverre ervaren de studenten flow bij het gebruik van het prototype?

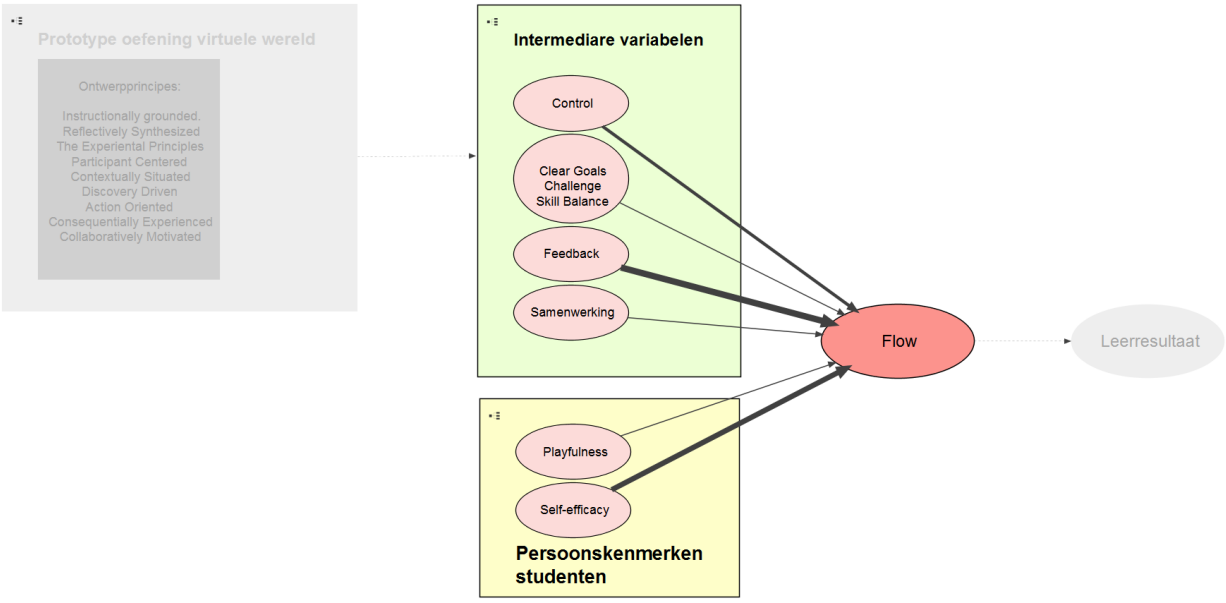
Flow is volgens Csikszentmihalyi (1975) een mentale toestand, waarin een persoon volledig opgaat in zijn of haar bezigheden. Flow wordt gekenmerkt door op de betreffende acties gerichte energie en activiteit, volledige betrokkenheid daarbij, alsmede het feit dat men de activiteiten succesvol uitvoert (t.a.p.). Uit het onderzoek blijkt, dat de studenten flow ervaren met een gemiddelde waarde van 3,72 en een standaard deviatie van 0,56. Dit op een schaal van 1 (geen flow) tot 5 (veel flow).

Geconcludeerd kan worden dat de studenten flow hebben ervaren bij het gebruik van het prototype.

Deelvraag 4 In hoeverre is de flow aan het gebruik van het prototype toe te schrijven?

De schaal Intrinsieke Motivatie wordt vanwege een te lage Cronbach's α buiten beschouwing gelaten. De schalen Clear Goals, Challenge en Skill Balance zijn gecombineerd tot één schaal. Dit om een schaal te krijgen die voldoende betrouwbaar is.

Op basis van de Pearson correlatie kan geconcludeerd worden, dat playfulness, self efficacy, control, clear goals / challenge / skill balance , feedback en samenwerking sterk significant gecorreleerd zijn met flow. Uit de multiple regressie analyse blijkt, dat self efficacy en feedback de sterkste invloed hebben op flow. Self efficacy is hierbij gekoppeld aan de persoon en feedback aan het prototype. Als alleen gekeken wordt naar de kenmerken van het prototype, dan hebben feedback en control de sterkste invloed op flow. Het conceptueel model kan op basis van de resultaten als volgt worden weergegeven:



Figuur 8 Conceptueel model op basis van resultaten onderzoek

De resultaten komen hiermee gedeeltelijk overeen met de onderzoeken van Pavlas (2010) en (Oprins e.a.,2013). In het onderzoek is het meetinstrument met betrekking op Intrinsieke Motivatie niet betrouwbaar gebleken. Tevens was het noodzakelijk de schalen clear goals / challenge / skill balance samen te voegen om een betrouwbare schaal te krijgen.

Hoofdvraag

Op basis van de antwoorden op de drie deelvragen kan geconcludeerd worden dat:

Het prototype oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld zorgt voor flow (3,72 met een standaard deviatie van 0,56, schaal van 1 tot 5) bij eerstejaarsstudenten van de opleidingen Civiele Techniek en Aquatische Ecotechnologie aan de Hz University of Applied Sciences.

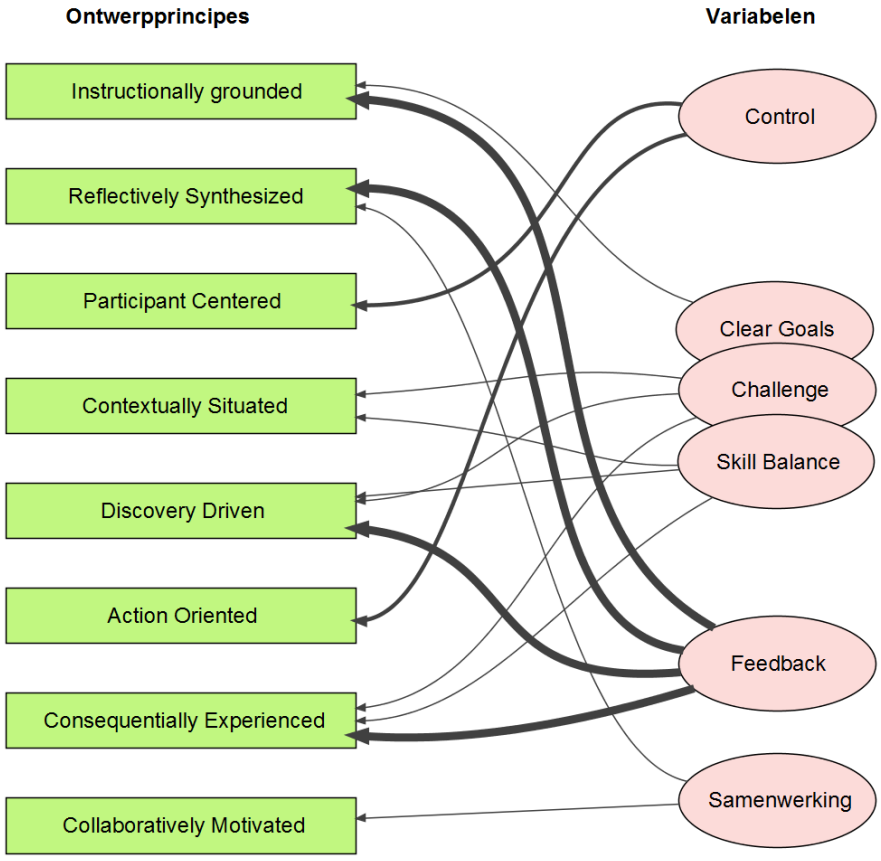
De flow is hierbij voor 56% te verklaren vanuit de variabelen playfulness, self efficacy, control, clear goals / challenge / skill balance , feedback en samenwerking.

De gemiddelde waarde voor de variabelen control (3,41), clear goals / challenge / skill balance (3,20) , feedback (3,45) en samenwerking (3,86) geven nog ruimte voor verbetering. Het verhogen van de feedback en control hebben hierbij het meeste effect op de flow (48%).

Volgens Pavlas (2010), Liao (2006), Choi, Kim en Kim (2007), Esteban-Millat, e.a. (2014) en Weizman (2014) heeft flow een positief effect op leerresultaat. Doordat de studenten flow hebben ervaren bij het gebruik van het prototype is er de verwachting, dat de studenten ook geleerd hebben.

Met het prototype is nu eenmaal de innovatiecyclus doorlopen. De vraag hierbij is of het prototype voldoende goed functioneert om als definitief ontwerp bestempeld te kunnen worden. Doordat het experiment is uitgevoerd als een pre-experiment met één bestaande groep met alleen een nameting (Baarda e.a., 2012, p.81) en er ook geen norm is wanneer de flow voldoende is, is deze vraag moeilijk te beantwoorden. Op basis van de observaties en de ruimte voor verbetering bij de verklarende variabelen, lijkt het gerechtvaardigd om te stellen dat het huidige prototype nog geen definitief ontwerp is. Door aanpassingen te maken aan het prototype lijkt het mogelijk een hogere flow te bereiken.

Voor het opstellen van aanbeveling kan de koppeling tussen variabelen en ontwerpprincipes als volgt worden weergegeven (hierbij zijn figuur 2 en 8 gecombineerd):



Figuur 9 Ontwerpprincipes met de meeste invloed op flow (via de intermediaire variabelen).

De ontwerpprincipes Instructionally grounded, Reflectively Synthesized, Discovery Driven en Consequentially Experienced zullen via de variabele feedback de meeste invloed op flow hebben.
Uit de eerste deelvraag blijkt dat de ontwerpprincipes Reflectively Synthesized, Consequentially Experienced en Discovery Driven beter geïmplementeerd kunnen worden.
Uit de observaties bij de tweede deelvraag blijkt dat de ontwerpprincipes Consequentially Experienced Discovery Driven en Participant Centered verbeterd kunnen worden.
Ook hier kan geconcludeerd worden dat door beter implementatie van een aantal ontwerpprincipes, er de mogelijkheid bestaat de flow te verhogen.

Aanbevelingen

Voor het opstellen van de aanbevelingen is er een overleg geweest met drie docenten en een onderwijskundige (A. Verkruysse, A.C. Nijssen, M. van Eenennaam, E.E.M. Glabbeek & E.H. Torn Broers, persoonlijke informatie 1 december 2014). De aanbevelingen hebben tot doel de ontwerpprincipes beter te implementeren. In de virtuele wereld zijn verschillende eilanden aanwezig waarop de deelnemers hun opdrachten uitvoeren. Als er bij de aanbevelingen gesproken wordt over alle deelnemers, dan wordt bedoeld alle deelnemers op één eiland.

<u>Ontwerpprincipes</u>

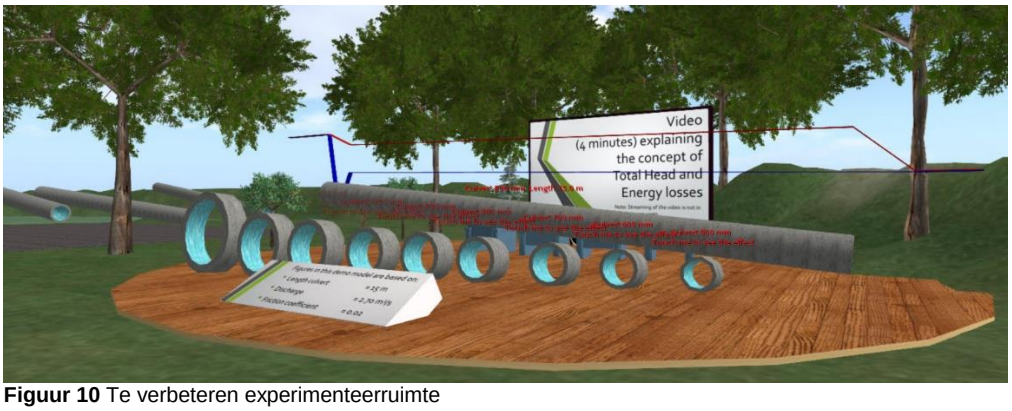
1. De bestaande experimenteerruimte (duiker die op de kant ligt) verder uitwerken. Aan de duiker kunnen verschillende aanpassingen gemaakt worden, waarbij de gevolgen voor het debiet en de energieverliezen zichtbaar worden. Door te experimenteren (*Consequentially Experienced*) met parameters krijgen de deelnemers inzicht in de theorie. De video instructie komt te vervallen. De feedback door de virtuele wereld zelf, neemt toe (*Reflectively Synthesized*). Verder moeten deelnemers acties ondernemen om te leren (*Discovery Driven*).
2. Het benoemen van drie rollen in de virtuele wereld:
   - Beheerder. De beheerder is op de hoogte van de kenmerken van het eiland, zoals waterstanden, maaiveldhoogtes en afmetingen bestaande duiker. De beheerder constateert,

dat er een probleem is en schakelt de ontwerper en aannemer in.
-Ontwerper. De ontwerper kent de theorie en is in staat om het debiet te berekenen en de diameter van de nieuwe duiker.
-Aannemer. De aannemer weet welke diameters beschikbaar zijn en zal uiteindelijk de berekende duiker op zijn plaats leggen.
De drie rollen moeten enerzijds hun eigen expertise ontwikkelen en anderzijds hebben ze elkaar nodig voor de noodzakelijke informatie. Ze hebben elk hun eigen opdrachten, die uitgevoerd moeten worden, terwijl het oplossen van het hoofdprobleem (verhelpen overstroming) ze alleen gezamenlijk kunnen oplossen (*Collaboratively Motivated*). Hierdoor ontstaat een werkverdeling, zoals die in de praktijk ook voorkomt (*Contextually Situated*). De virtuele wereld reflecteert, zowel op het handelen van het individu als de groep (*Reflectively Synthesized*).

3. De communicatie met de vraag- en antwoordpalen wordt voor iedere deelnemer zichtbaar gemaakt. Bijvoorbeeld door in de virtuele wereld schermen te laten zien, waarop de vragen en antwoorden verschijnen. Daarnaast een rekenmachine, die in de virtuele wereld voor alle deelnemers zichtbaar is. Berekening die gemaakt worden zijn door alle deelnemers te volgen. De feedback vanuit de virtuele wereld neemt toe (*Reflectively Synthesized*).
4. Zorg dat de avatars beter lijken op de werkelijke persoon (naam, lengte, huidskleur, ogen en haar). Zorg dat de deelnemers voldoende tijd krijgen om hun avatar vorm te geven, te oefenen. Zorg voor voldoende attributen, zoals kleding, ogen en haar (*Participant Centered*)
5. Speurtocht beter ontwerpen, zodat de deelnemers echt inzicht krijgen in de werking van het eiland. De vragen die beantwoord moeten worden, meer inhoudelijker maken (*Reflectively Synthesized* en *Discovery Driven*).
6. In plaats van het puntensysteem, werken met fictief geld. Voor het oplossen van het probleem wordt een budget beschikbaar gesteld. De uitdaging is om het project tegen de laagste kosten uit te voeren. Door het gebruik van geld kunnen verkeerde beslissingen uitgedrukt worden in kosten (*Reflectively Synthesized* en *Contextually Situated).*
7. Authenticiteit van de virtuele wereld verbeteren door deelnemers niet verschillende kansen te bieden om een antwoord te geven. Bij een fout antwoord, worden direct de gevolgen zichtbaar. Bij voorkeur worden de kosten van de foute beslissing van het beschikbare budget afgetrokken. Het herstellen van de foutieve beslissing gaat ten koste van het budget (*Reflectively Synthesized* en *Contextually Situated).*
8. Zorgen voor een verhaallijn. Door het benoemen van rollen (aanbeveling 2), het werken met fictief geld (aanbeveling 6) en de werksituatie authentieker te maken (aanbeveling 7) ontstaan er betere mogelijkheden voor een verhaallijn (*Discovery Driven*).
9. Zorg voor een variabele set aan oplossingen, zodat het prototype verschillende keren met verschillende uitkomsten gebruikt kan worden (*Consequentially Experienced*).

<u>Overige aanbevelingen</u>

10. Oefening virtuele wereld met voldoende tijd inplannen in de reguliere cursus Fluid Dynamics. Hierdoor is er meer tijd en rust om de oefening uit te voeren. Deelname is dan ook niet meer vrijwillig. Het maakt formeel onderdeel uit van de cursus.
11. Zorgen voor voldoende geheugen en processorkracht op de Hz server. Samen met ICT onderzoeken, wat de problemen van het crashen zijn. Door Opensim (2014) wordt geadviseerd één processor en één GB RAM geheugen per eiland aan te houden.
12. Beveiliging verhogen, waardoor avatars niet elkaars eilanden kunnen bezoeken.



Figuur 10 Te verbeteren experimenteerruimte

8. Discussie

8.1 Algemeen

Misschien is wel de belangrijkste opbrengst van dit onderzoek, dat er daadwerkelijk een oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld gebouwd is en getest. Hierdoor is er ervaring opgedaan en is er een lijst met ontwerpprincipes, een vragenlijst en een conceptueel model beschikbaar, welke gebruikt kunnen worden bij andere gelijksoortige projecten. In eerste instantie kan hierbij gedacht worden aan meerdere oefeningen binnen de cursus Fluid Dynamics. Om nog beter gebruik te maken van de mogelijkheden om een authentieke leeromgeving te creëren in een virtuele wereld, zou samenwerking met andere vakgebieden binnen de Delta Academie gezocht kunnen worden. Hierbij kan men bijvoorbeeld denken aan waterkwaliteit en beleid.

Toegang tot de virtuele wereld is in dit onderzoek verkregen via computers op de Hz. Dit vooral om zeker te zijn van werkende systemen. Nadeel was, wel dat door de matige grafische kracht van de computers, de virtuele wereld er visueel niet optimaal uitziet. Bij een stabiel systeem en studenten die al wat ervaring hebben met virtuele werelden kan er gebruik gemaakt worden van de, meestal betere, grafische kracht op de eigen computers van studenten. De virtuele wereld wordt hierdoor aantrekkelijker en realistischer. Met betere grafische kaarten kan bijvoorbeeld schaduw zichtbaar gemaakt worden. Doordat studenten hun eigen computer gebruiken, kan het onderwijs in de virtuele wereld ook tijd- en plaats onafhankelijk worden.

Voor de meeste studenten was werken met virtuele werelden een nieuwe ervaring in het onderwijs. Studenten vonden deze nieuwe ervaring leuk. Van Schie (2012) spreekt over de gadget fase en Baarda e.a. (2012, p.86) heeft het over het placebo-effect. Het is daarom mogelijk dat studenten hogere waarderingen gaven, omdat het om een nieuwe ervaring gaat. Pas bij veelvuldig gebruik kan gemeten worden of dit effect opgetreden is.

8.2 Theoretisch kader

In het onderzoek is de keuze gemaakt om flow te gebruiken als indicator voor leerresultaat. Onderzoeken van Pavlas (2010), Liao (2006), Choi e.a.(2007), Esteban-Millat e.a. (2014) en Weizman (2014) vinden een positieve relatie tussen flow en leerresultaat. Auld & Blumberg (2013) zijn echter kritisch over deze onderzoeken, in het bijzonder over de verschillende methodes die gehanteerd worden om flow te meten. Er lijkt nog geen eenduidig bewijs voor een positieve relatie tussen flow en resultaat. Het lijkt daarom een logischer keuze om niet flow te meten, maar om direct het leerresultaat te meten. Bijvoorbeeld een experiment, waarbij een controlegroep de interventie niet aangeboden krijgt en een experimentele groep die de interventie wel aangeboden krijgt.
In dit onderzoek is dit echter problematisch. Het prototype is een ontwerp in ontwikkeling. Het vergelijken met een controlegroep is pas zinvol, indien het ontwerp definitief is. Een ander probleem is, dat het prototype een kort lopende oefening is (1 a 2 uur). Het lesprogramma Fluid Dynamics bevat complexe concepten die pas na een training over langere periode bij de studenten blijven hangen. Deze zijn niet na een korte oefening te meten. Verder is het organiseren van een experiment met een controle groep en experimentele groep in een bestaand onderwijsprogramma complexer en tijdrovender in vergelijking tot het nu uitgevoerde onderzoek.

8.3 Gebruikte schalen en items

Om praktische reden is de vragenlijst van Oprins e.a. (2013) gebruikt , aangevuld met de vragenlijst voor playfulness van Pavlas (2010). De vragen waren eerder gebruikt en waren bij eerder onderzoek betrouwbaar. Achteraf was een meer kritische beschouwing van de vragen toch wenselijk geweest.

Bij de items voor flow valt het op dat de vragen niet volledig overeenkomen met de componenten genoemd door Csikszentmihalyi (1975). In de volgende tabel (zie volgende bladzijde) een vergelijk:

Tabel 16 *vergelijk items flow*

Csikszentmihalyi (1975)	Oprins e.a. (2013)
1. Uitvoerbare taken.	1. Ik vond de manier van leren tijdens de sim. plezierig.
2. Concentratie.	2. Ik kon me goed concentreren tijdens de simulatie.
3. Duidelijke doelstellingen.	3. Ik vond de inhoud van de simulatie leerzaam.
4. Directe Feedback.	4. Ik kon zelf ervaren wat wel en wat niet goed werkte.
5. Moeiteloze betrokkenheid.	5. Mijn aandacht was volledig bij de simulatie.
6. Gevoel van controle.	6. Ik voelde me actief betrokken bij de simulatie
7. Verlies van het zelf.	7. Ik vond de simulatie leuk om te doen
8. Vervorming van het besef van tijd.	

Met name Csikszentmihalyi's punt 8 "Vervorming van het besef van tijd" komt in de itemlijst van Oprins e.a. (2013) niet voor. Eigenlijk wordt hiermee de constatering van Auld & Blumberg (2013) bevestigd, dat er grote verschillen zijn in de wijze waarop flow wordt gemeten.

Pavlas (2010) gebruikt een vragenlijst van Jackson, Martin en Eklund (2008)

1. I felt I was competent enough to meet the high demands of the situation.
2. I did things spontaneously and automatically without having to think.
3. I had a strong sense of what I want to do.
4. I had a good idea while I was performing about how well I was doing.
5. I was completely focused on the task at hand.
6. I had a feeling of total control over what I was doing.
7. The way time passed seemed to be different from normal.
8. The experience was extremely rewarding.
9. I was not worried about what others may have been thinking of me or my performance.

Deze komt beter overeen met de componenten volgens Csikszentmihalyi (1975). Bij een vervolgonderzoek zullen bovengenoemde items opgenomen worden voor het meten van flow.

In het onderzoek is de betrouwbaarheid (Cronbach's α) voor de schaal self efficacy laag en voor intrinsieke motivatie onvoldoende. Dit terwijl de gebruikte vragen in andere onderzoeken gevalideerd zijn. De variabelen playfulness, self efficacy en intrinsieke motivatie hebben betrekking op de deelnemer. De stellingen, die bij deze variabelen horen, zijn voordat de oefening gemaakt werd aan de deelnemers voorgelegd. Door de krappe tijd kregen de studenten vooraf weinig uitleg. De deelnemers wisten toen nog niet, wat hen te wachten stond. Wellicht is dit een verklaring voor de lage validiteit. Om dit verder te onderzoek is op 23 maart 2015 aan 63 studenten uit de onderzoeksgroep de vragenlijst betreffende playfulness, self-efficacy en intrinsieke motivatie nogmaals voorgelegd. Dit voorafgaande aan een quiz die in de klas afgenomen werd. De resultaten ten aanzien van de betrouwbaarheid zijn:

Tabel 17 *Cronbach's α voor schalen, aanvullend onderzoek*

Schaal	Cronbach's α	N
Playfulness	0,59	63
Self Efficacy	0,81	63
Intrinsieke Motivatie	0,57	63

Door het verwijderen van het item B005 "Ik ben speels" wordt de Cronbach's α voor playfulness verhoogd naar 0,67. De betrouwbaarheid van de schaal Intrinsieke Motivatie is ook door het verwijderen van items niet te verhogen. Deze resultaten komen hiermee overeen met het onderzoek. De schaal Intrinsieke Motivatie lijkt niet betrouwbaar. Bij vervolgonderzoek is het wenselijk een andere vragenlijst te gebruiken.

Volgens Ryan en Deci (2000) verwijst intrinsieke motivatie naar het aanpakken van een taak / opdracht omwille van de taak zelf. Men wil de taak uitvoeren, men beleeft er plezier aan (t.a.p.). Intrinsieke motivatie is daarom duidelijk gekoppeld aan de activiteit. Het vooraf vragen naar de intrinsieke motivatie impliceert, dat de deelnemer een goed beeld heeft van de betreffende activiteit. Dit was bij het onderzoek niet het geval. De gevonden vragenlijsten met betrekking tot intrinsieke motivatie worden gesteld tijdens of na het uitvoeren van de activiteit. Bijvoorbeeld McAuley, Duncan en Tammen (in Pavlas, 2010) . De vragen hebben echt betrekking op de activiteit. Ook Guay, Vallerand, en Blanchard (2000) hebben in de Situational Motivation Scale een aantal vragen met

betrekking tot intrinsieke motivatie opgenomen. Ook hierbij hebben de vragen duidelijk betrekking op de activiteit. Het vooraf meten, zonder dat de ondervraagde de activiteit kent, van de intrinsieke motivatie lijkt daarom problematisch. Zodra bij vervolgonderzoek meerdere oefeningen in een virtuele wereld uitgevoerd worden, weten de studenten welke activiteit het betreft.

8.4 Resultaten

Doordat het de eerste keer is, dat een dergelijk onderzoek heeft plaatsgevonden, was het beantwoorden van de tweede deelvraag moeilijk. Het was vooraf moeilijk in te schatten hoe de studenten en ook de avatars in de virtuele wereld zouden reageren. Tijdens de uitvoering was er veel tijd nodig voor het begeleiden van de studenten en voor de techniek. Hierdoor is het systematisch observeren van de studenten / avatars in het gedrang gekomen. Ook was er geen tijd om studenten te bevragen. Achteraf was het beter geweest om een afzonderlijke begeleider en observator in te zetten. De begeleider kan zich volledig bezighouden met het goed laten verlopen van het proces (techniek en begeleiden avatars), terwijl de observator zich kan richten op het gedrag van de avatars in de virtuele wereld en het achteraf interviewen van deelnemers.

8.5 Vervolgonderzoek

Uiteindelijk gaat het onderzoek over de mogelijkheden om via virtuele werelden het leerrendement te verhogen. Op basis van dit onderzoek kan daarop geen definitief antwoord gegeven worden. Dit omdat het om een prototype gaat en omdat er geen vergelijking met het bestaande onderwijs is gemaakt. Toch lijkt het aannemelijk, dat virtuele werelden daadwerkelijk ingezet kunnen worden om het leerrendement te verhogen. Door het prototype te verbeteren en vervolgens weer te testen, kan onderzocht worden of de flow daadwerkelijk toeneemt. Vervolgens kunnen meerdere oefeningen in een virtuele wereld vormgegeven worden. Door in een vervolgonderzoek een experiment uit te voeren, waarbij de virtuele wereld en bestaande onderwijs vergeleken worden, kan er een meer onderbouwd antwoord gegeven worden op de vraag of virtuele werelden zorgen voor een verhoging van het leerrendement.

Het prototype is de eerste daadwerkelijke inzet van virtuele werelden in het Fluid Dynamics onderwijs aan de Delta Academie. Door de inzet van virtuele werelden ontstaan er mogelijkheden om het onderwijs echt anders in te richten. Authentieke leeromgevingen, waarin studenten kennis vergaren door het uitvoeren van activiteiten, die in een klaslokaal onmogelijk zijn.

In hun onderzoek naar de kwaliteit van de instructional design principes bij 76 Massive Open Online Courses (MOOCs) concluderen Margaryan, Bianco en Littlejohn (2015) dat deze over het algemeen matig zijn. Om de kwaliteit te bepalen zijn de MOOCs beoordeeld op de volgende principes: probleem georiënteerd, activerend, demonstratie (voordoen van vaardigheden), toepassingsgericht, integratie, collectieve kennis, samenwerking, differentiatie, authentieke omgeving en feedback (t.a.p.). Al deze principes komen voor bij de ontwerpprincipes voor de prototype oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld. Zijn virtuele werelden daarom niet een mogelijkheid om de kwaliteit van de MOOCs te verhogen?

Van der Dussen en Kos (2013) beschrijven een viertal scenario’s voor de ontwikkeling van online onderwijs. Als onderdeel van het meest revolutionaire scenario wordt de disruptive innovation van Clayton M. Christensen van de Harvard Business School genoemd. De basisgedachte hierbij is, dat niet nieuwe technologische innovatie de drijfveer voor verandering is, maar het op innovatieve wijze combineren van bestaande technologieën. Er treedt een marktverstoring op als eenvoudige en reeds bewezen technologieën op een nieuwe manier gecombineerd worden om een goedkopere versie van de oorspronkelijke dienst te creëren. Uiteindelijk wordt de innovatie zo succesvol, dat het de bestaande marktleiders verdringt en marginaliseert (t.a.p.). Zal in de toekomst het gebruik van virtuele werelden zo eenvoudig en goedkoop worden, dat ze de bestaande onderwijsinstellingen volledig zullen hervormen of wellicht overbodig maken?

9. Kennisdisseminatie

Het onderzoek betreft een prototype oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld. Het is daarmee nog geen kant en klare onderwijsmodule die door andere docenten gebruikt kan worden. De kennisdisseminatie betreft vooral het beschrijven van de resultaten en het aanbieden aan anderen om een kijkje in de virtuele wereld te nemen.

Relevante stakeholders zijn:

- Studenten aan de Delta Academy.
- Collega's en leidinggevenden binnen de Delta Academy.
  Belangrijkste doel hierbij is, het creëren van draagvlak, waardoor virtuele werelden ook bij andere cursussen binnen de Delta Academy ingezet kunnen worden.
- Collega's en leidinggevenden binnen de Hogeschool.
  De inzet van virtuele werelden is ook mogelijk binnen andere opleidingen binnen de Hogeschool.
- Docenten en leidinggevenden buiten de Hogeschool.
  Meerdere Hogescholen bieden een cursus vloeistofmechanica aan. De oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld kan ook door hen gebruikt worden. Tevens kunnen virtuele werelden bij andere opleidingen ingezet worden. Doordat de oefening Engelstalig is, kan deze ook interessant zijn voor buitenlandse opleidingen.

Een vijftigtal van de bestaande studenten heeft al kennisgenomen van de oefening, doordat ze het prototype in het kader van dit onderzoek gemaakt hebben. Bij de komende cursussen zal de oefening weer door studenten gemaakt worden. Hierbij zal het prototype verder aangepast zijn.

Met directe collega's en leidinggevende wordt het prototype besproken in het reguliere afdelingsoverleg. Tevens hebben een aantal collega's het prototype ook zelf uitgevoerd. Ook bij de verdere ontwikkeling van de oefening worden de directe collega's betrokken. Ze krijgen de oefening te zien en krijgen de mogelijkheid tot het geven van input. Verder zijn er regelmatig foto's en video's van het prototype geplaatst op de Facebook pagina van de Delta Academy:
https://www.facebook.com/HZDeltaAcademy

Informeren van de andere collega's en leidinggevenden binnen de Hz gebeurt via:

- Workshop tijdens jaarlijkse medewerkersdag.
- Rapporteren en presenteren in de werkgroep digitale campus van de Hz. Voorzitter van het College van Bestuur is tevens voorzitter van de werkgroep
- Artikel in de Update, de magazine voor medewerkers van de Hz.
- Plaatsen van een artikel op Infonet, het Hz netwerk.

Kennisdisseminatie buiten de Hz vindt plaats door:

- Eindrapportage aanbieden aan externe deskundigen van Edusim en Hogeschool Windesheim.
  Edusim is de Nederlandse OpenSimulator community voor het onderwijs. Het team van Edusim is in de loop van de jaren regelmatig door de onderzoeker om raad gevraagd bij het werken met virtuele werelden.
  Door de Hogeschool Windesheim is concreet ondersteuning gegeven bij het programmeren van het prototype.
- Eindrapportage plaatsen op LinkedIn groep SIG Virtuality.
  SIG Virtuality is een special interest group Virtuality van Surfspace. https://www.surfspace.nl/
- Engelse samenvatting plaatsen op Google+ groep Virtual Worlds Teacher Network.
  Deze Google+ groep bestaat uit docenten wereldwijd, die geïnteresseerd zijn in het gebruik van virtuele werelden in het onderwijs.
- Eindrapportage aanbieden aan docenten KIVI/NIRIA werkgroep Waterbouwkunde.
  KIVI/NIRIA is de beroepsorganisatie voor ingenieurs in Nederland. De werkgroep Waterbouwkunde bestaat uit docenten van verschillende Hogescholen van Nederland, die zich met Waterbouwkunde bezighouden, waaronder vloeistofmechanica.

Een openbare versie van het prototype is via hypergrid beschikbaar op http://sv.simvalley.nl:8002/SVNL-PLAZA , regio nummer SV-1701
Hierdoor kunnen avatars vanuit andere virtuele werelden rechtstreeks het eiland met de oefening bezoeken. Ook is het mogelijk een gratis account aan te maken bij http://www.simvalley.nl/ en vervolgens regio SV-1701 te bezoeken.

Verder zijn er video's, foto's en verslagen te vinden op de website http://massinks.nl/mli/category/master/la5-onderzoek/

10. Referenties

Allison, C., Miller, A., Oliver, I., Michaelson, R., & Tiropanis, T. (2012). The web in education. *Computer Networks*. Retrieved from http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128612003489

Auld, D. P. & Blumberg C.F.(2013). Breaking the Flow-Examining the Link between Flow and Learning in Computer-Mediated Learning Environments. *In Proceedings of the 5th International Conference on Computer Supported Education,* pages 461-468 DOI: 10.5220/0004414304610468

Baarda, B., Bakker, E., Hulst, M. van der., Julsing, M., Fisher, T., Vianen, R. van & Goede, M. van.(2012). *Basisboek methoden en technieken: kwantitatief praktijkgericht onderzoek op wetenschappelijke basis.* Groningen : Noordhoff Uitgevers.

Barzilai, S., & Blau, I. (2014). Scaffolding game-based learning: Impact on learning achievements, perceived learning, and game experiences. *Computers & Education*, *70*, 65–79. doi:10.1016/j.compedu.2013.08.003

Bruggen, W. van, & Dulm, P. van. (2009). *Virtuele omgevingen, iets voor uw onderwijs?* Stichting Kennisnet. Verkregen op 11 juni, 2013, van http://edugrid.opensim.nl/documents/Handboek-virtuele_omgevingen-iets_voor_uw_onderwijs.pdf

Chen, J. (2007). Flow in games (and everything else). *Communications of the ACM*, *50*(4), 31–34. Verkregen op 16 februari 2015 van http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1232769

Choi, D. H., Kim, J., & Kim, S. H. (2007). ERP training with a web-based electronic learning system: The flow theory perspective. *International Journal of Human-Computer Studies*, *65*(3), 223–243. doi:10.1016/j.ijhcs.2006.10.002

Coppoolse, R. (2010). *75 modellen van het onderwijs*. Groningen: Noordhoff.

Csikszentmihalyi, M. (1975). Beyond boredom and anxiety: The experience of play in work and games. San Francisco: Jossey-Bass.

Donk, C. van der, & Lanen, B. van. (2012). *Praktijkonderzoek in de school*. Bussum: Coutinho.

Dussen, R.V. van der, & Kos, T. (2013). Rapport Open en online onderwijs en de toekomst van het Nederlandse hoger onderwijs. SURF. Verkregen op 14 december 2014, van https://www.surf.nl/kennis-en-innovatie/kennisbank/2013/rapport-open-en-online-onderwijs-en-de-toekomst-van-het-nederlandse-hoger-onderwijs.html

Esteban-Millat, I., Martínez-López, F. J., Huertas-García, R., Meseguer, A., & Rodríguez-Ardura, I. (2014). Modelling students' flow experiences in an online learning environment. *Computers & Education*, *71*, 111–123. doi:10.1016/j.compedu.2013.09.012

Fu, F.L., Su, R.C., & Yu, S.C. (2009). EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers & Education*, *52*(1), 101–112. doi:10.1016/j.compedu.2008.07.004

González, M. A., Santos, B. S. N., Vargas, A. R., Martín-Gutiérrez, J., & Orihuela, A. R. (2013). Virtual Worlds. Opportunities and Challenges in the 21st Century. *Procedia Computer Science*, *25*, 330–337. doi:10.1016/j.procs.2013.11.039

Guay, F., Vallerand, R. J., & Blanchard, C. (2000). On the assessment of situational intrinsic and extrinsic motivation: The Situational Motivation Scale (SIMS). *Motivation and emotion*, *24*(3), 175–213. Geraadpleegd op 25 maart 2015 van http://link.springer.com/article/10.1023/A:1005614228250

Gulikers, J.T. M., T. J. Bastiaens, & R. L. Martens. (2005) The surplus value of an authentic learning environment. *Computers in Human Behavior* 21, nr. 3. The Pedagogical Use of Information and Communication Technology in Education: A Dutch Perspective : 509–21. doi:10.1016/j.chb.2004.10.028.

Hz. (2013). HZ instellingsplan 2013-2017, brondocument. Vlissingen

Iqbal, A., Kankaanranta, M., & Neittaanmäki, P. (2010). Engaging learners through virtual worlds. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *2*(2), 3198–3205.

Jegers, K. (2009). Pervasive GameFlow: identifying and exploring the mechanisms of player enjoyment in pervasive games. Umeå.

Kapp, K. M., & O'Driscoll, T. (2010). *Learning in 3D adding a new dimension to enterprise learning and collaboration*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education.* San Francisco, CA: Pfeiffer.

Ke, F. (2009). A qualitative meta-analysis of computer games as learning tools. *Handbook of research on effective electronic gaming in education*, *1*, 1–32.

Kiili, K., Lainema, T., de Freitas, S., & Arnab, S. (2014). Flow framework for analyzing the quality of educational games. *Entertainment Computing*, *5*(4), 367–377. doi:10.1016/j.entcom.2014.08.002

Liao, L. (2006). A Flow Theory Perspective on Learner Motivation and Behavior in Distance Education. *Distance Education*, *27*(1), 45–62. doi:10.1080/01587910600653215

Liang, S.,J. (2014). Experimentation Comparison in Virtual and Practical Operation - Take Hydraulics Learning for Example. *In Proceedings of the 6th International Conference on Computer Supported Education (2014)* (pp. 155–162). doi:10.5220/0004676701550162

Malone, T. W. (1981). Toward a Theory of Intrinsically Motivating Instruction. *COGS Cognitive Science*, *5*(4), 333–369.

Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, J. (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. *Computers & Education*, *57*(3), 1893–1906. Doi: 10.1016/j.compedu.2011.04.003

Margaryan, A., Bianco, M., & Littlejohn, A. (2015). Instructional quality of Massive Open Online Courses (MOOCs). *Computers & Education*, *80*, 77–83. doi:10.1016/j.compedu.2014.08.005

Massink, H. (2013). Herontwerp course Fluid Dynamics. LA2 Uitdagend Ontwerpen. Hogeschool Rotterdam. Verkregen op 1 april, 2014 van http://massinks.nl/mli/wp-content/uploads/sites/5/2014/04/LA2_HenkMassink_0863371.pdf

Merriënboer, J. J. G. van (2013a) Keynotes - Introductie - Symposium 4C-ID. Geraadpleegd op 10 april 2014. http://portal.ou.nl/web/4cidsymposium/introductie/-/wiki/Main/Keynotes.

Merriënboer, J. J. G. van, & Kirschner, P. A. (2013b). Ten steps to complex learning: a systematic approach to four-component instructional design [e-reader version]. London: Routledge. Verkregen op 30 juni 2013 van http://itunes.apple.com

Nakamura, J., & Csikszentmihalyi, M. (2002). The concept of flow. In C. R. Snyder, & S. J. Lopez (Eds.) Handbook of positive psychology, (pp. 89-105). Oxford, England: Oxford University Press.

Oprins, E.A.P.B., Bakhuys Roozeboom, M.C., Visschedijk, G.C., & Kistemaker, J.A. (2013) TNO 2013 R10415, Effectiviteit van serious gaming in het onderwijs. *TNO*

OpenSim. (2014). Geraadpleegd 13 december 2014, van http://opensimulator.org/wiki/Performance

Payne, S. C., Youngcourt, S. S., & Beaubien, J. M. (2007). A meta-analytic examination of the goal orientation nomological net. *Journal of Applied Psychology*, *92*(1), 128–150. doi:10.1037/0021-9010.92.1.128

Pavlas, D. (2010). A Model of Flow and Play in Game-based Learning: The Impact of Game Characteristics, Player Traits, and Player States. University of Central Florida Orlando, Florida. Verkregen op 8 april, 2014, van http://www.navistudios.net/Pavlas_Davin_A_201012_PhD.pdf.

Petrakou, A. (2010). Interacting through avatars: Virtual worlds as a context for online education. Computers & Education, 54(4), 1020–1027. doi: 10.1016/j.compedu.2009.10.007

Rice, J. (2007). Assessing higher order thinking in video games. *Journal of Technology and Teacher Education*, *15*(1), 87–100. Verkregen op 11 juli, 2014, van http://www.editlib.org/index.cfm?fuseaction=Reader.ViewAbstract&paper_id=6321&from=NEWDL&a=1

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. Contemporary Educational Psychology, 25(1), 54–67. doi:10.1006/ceps.1999.1020

Ryan, R. M., Rigby, C. S., & Przybylski, A. (2006). The Motivational Pull of Video Games: A Self-Determination Theory Approach. Motivation and Emotion, 30(4), 344–360. doi:10.1007/s11031-006-9051-8

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2009). Promoting Self-Determined School Engagement. Motivation, Learning, and Well-Being. In Wentzel, K. R., & Wigfield, A. (ed.) Handbook of motivation at school. (171-196). New York; London: Routledge.

Schie J. van. (2012) Bernie Dodge, Leren in werkelijkheid. Stichting Kennisnet. Verkregen op 8 april, 2014 van, http://www.kennisnet.nl/uploads/tx_kncontentelements/Bernie_Dodge_leren_in_werkelijkheid_-_1_de_power_indicator.pdf

Saunders, M., Lewis, P., Thornhill, A., Verckens, J. P., & Smitt, M. C. (2011). *Methoden en technieken van onderzoek*. Amsterdam: Pearson Education.

Squire, K. (2006). From content to context: Videogames as designed experience. *Educational researcher*, *35*(8), 19–29. Op 22 februari 2015 geraadpleegd van http://edr.sagepub.com/content/35/8/19.short

Sweetser, P., & Wyeth, P. (2005). GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. *Computers in Entertainment (CIE)*, *3*(3), 3–3.

Sweetser, P., Johnson, D., Wyeth, P., & Ozdowska, A. (2012). GameFlow heuristics for designing and evaluating real-time strategy games. In *Proceedings of the 8th Australasian Conference on Interactive Entertainment: Playing the System* (p. 1). ACM.

Sitzmann, T. (2011). A Meta-Analytic Examination of the Instructional Effectiveness of Computer-Based Simulation Games. *Personnel Psychology*, *64*(2), 489–528. Doi: 10.1111/j.1744-6570.2011.01190.x

Trooster, W.J. (2010). Het gebruik van Second Life in het onderwijs. Zwolle: Lectoraat ICT & Onderwijsinnovatie Christelijke Hogeschool Windesheim. Verkregen op 11 juni, 2013, van http://www.licto.nl/download.php?fileID=128

Valcke, M. (2010). *Onderwijskunde als ontwerpwetenschap: een inleiding voor ontwikkelaars van instructie en voor toekomstige leerkrachten*. Gent: Academia Press.

Warburton, S. (2009). Second Life in higher education: Assessing the potential for and the barriers to deploying virtual worlds in learning and teaching. *British Journal of Educational Technology*, *40*(3), 414–426. doi:10.1111/j.1467-8535.2009.00952.x

Webster, J., & Martocchio, J. (1992). Microcomputer playfulness: development of a measure with workplace implications. MIS Quarterly, (pp. 201-226). doi. 10.2307/249576.

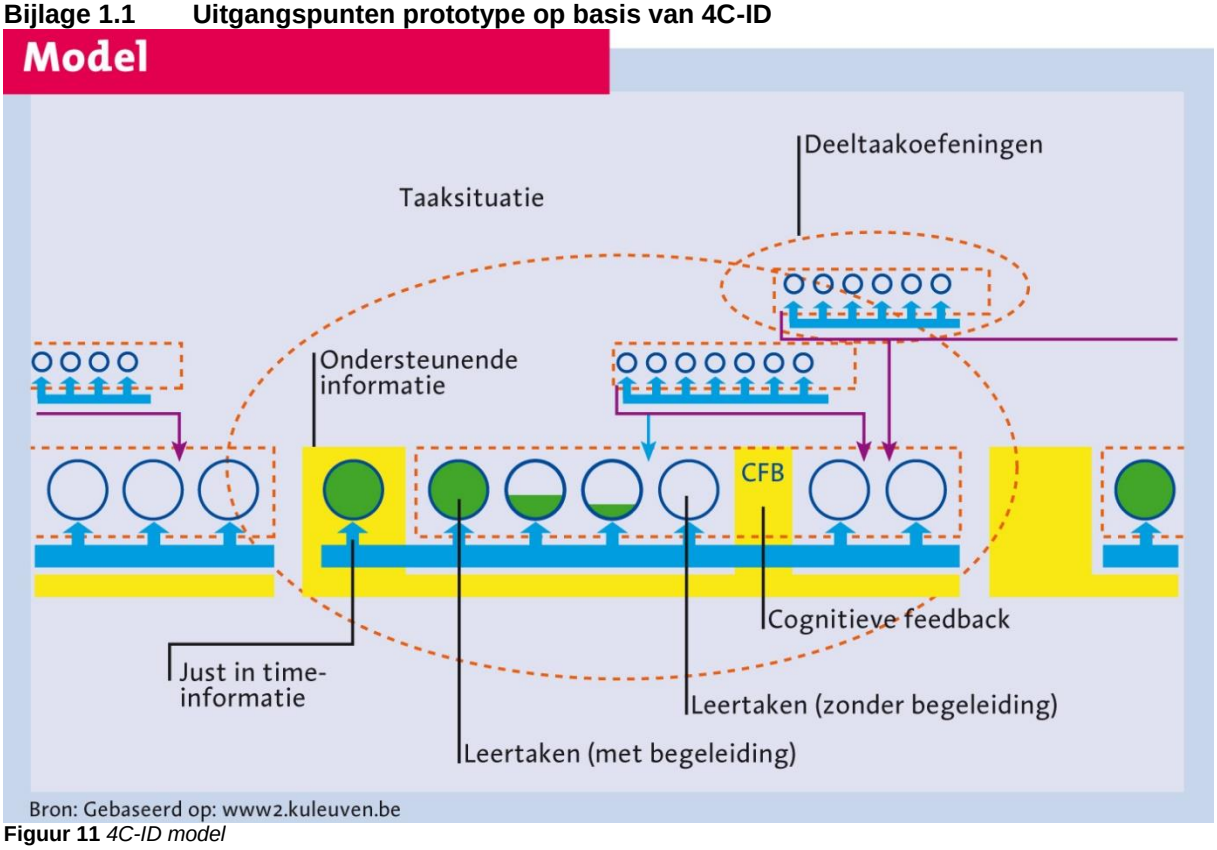
Weizman, A. (2014). Designing Casual Serious Games in Science. The case of “Couch Potatoes Defense”. *EAI Endorsed Transactions on Game-Based Learning*, *1*(3), e6. doi:10.4108/sg.1.3.e6

Bijlage 1 Ontwerp prototype

In de bijlage zijn opgenomen:

1.1 Uitgangspunten prototype op basis van 4C-ID
1.2 3DLE Design Principles Model
1.3 Gamification

Bijlage 1.1 Uitgangspunten prototype op basis van 4C-ID



Figuur 11 *4C-ID model*

- Leertaken: taken uit de beroepspraktijk (betekenisvol), die dienen als basis voor de te verwerven competenties. Leertaken zijn authentiek, integratief en gericht op transfer.
- Ondersteunende informatie: kennisbasis voor het uitvoeren van leertaken. Deze worden doorgaans voorafgaand aan de uitvoering van de leertaak aangeboden. Deze bestaat uit zowel conceptuele kennis, als aanpakkennis.
- Just-in-time informatie: informatie (toepassingsgerichte kennis) die nodig is voor de directe uitvoering van een afzonderlijke leertaak.
- Deeltaakoefeningen: Routine aspecten van een complexe vaardigheid, waarvoor een hoog niveau van automatisering gewenst of vereist is.

(Coppoolse, 2010, p.16)

Voor het prototype oefening in een virtuele wereld is als uitgangspunt leerdoel Ld4.1.1 "*Je kunt de afmetingen van een duiker, rioolbuis, watergang, rivier of kanaal bepalen op basis van verval, debiet en energieverliezen*" genomen. Zie bijlage 3 voor de synopsis.

Bij verder ontwikkeling van de virtuele werelden, zal ook de cursus Fluid Dynamics verder beschreven worden op basis van het 4C-ID model. Vanuit de holistische benadering van het 4C-ID kan men zelfs de vraag stellen of een afzonderlijke cursus Fluid Dynamics eigenlijk wel gewenst is? Dit valt buiten de scope van dit onderzoek

Gezien de beperkte beschikbare tijd voor het onderzoek, is er gekozen voor een vereenvoudigde leertaak.

Leertaak: Het dimensioneren van een duiker

Hierbij worden de leertaken op verschillende wijzen aangeboden, waarbij de begeleiding steeds minder wordt. Deze verschillende leertaken, worden taakklasse genoemd.

Taakklasse 1
Waterstanden boven- en benedenstrooms zijn gegeven.
Stroomsnelheden boven- en benedenstrooms zijn zeer klein (snelheidshoogte ≈ 0 m)
Afmetingen duiker zijn gegeven, duiker is volledig gevuld.
Bereken de stroomsnelheid en debiet door de duiker.
Bereken de verschillende energieverliezen (instroom, wrijving en uitstroom) ter plaatse van de duiker
Taakklasse 2
Waterstand boven- en benedenstrooms is gegeven
Stroomsnelheden boven- en benedenstrooms zijn zeer klein (snelheidshoogte ≈ 0 m)
Debiet door duiker is gegeven.
Bereken de afmetingen van de duiker.

Aangenomen wordt dat de stroming door de duiker stromend en turbulent is. In werkelijkheid zal men dit moeten controleren, omdat dit bepalend is voor de te gebruiken formules.

Nogmaals het prototype bevat een zeer beperkte uitvoering van de leertaak. In een uiteindelijk ontwerp van de virtuele wereld zou de oplopende complexiteit en afnemende ondersteuning vormgegeven kunnen worden door het ontwerpen van verschillenden “eilanden” in de virtuele wereld.

De **ondersteunende informatie** bestaat uit
- Wet van Bernoulli.
- Continuiteitswet.
- Energieverliezen bij een volledig gevulde duiker.

De ondersteunde informatie is in het prototype als video tutorial beschikbaar. Tevens is er een docent tijdens de uitvoering van de oefening in de virtuele wereld aanwezig.

De **just in time informatie** bestaat uit
- Berekenen oppervlak van een cirkel
- Berekenen van de Hydraulische straal
- Berekenen snelheidshoogte in duiker
- Bereken energieverlies ten gevolge van inlaat duiker
- Bereken energieverlies ten gevolge van wrijving duiker
- Bereken energieverlies ten gevolge van uitlaat duiker

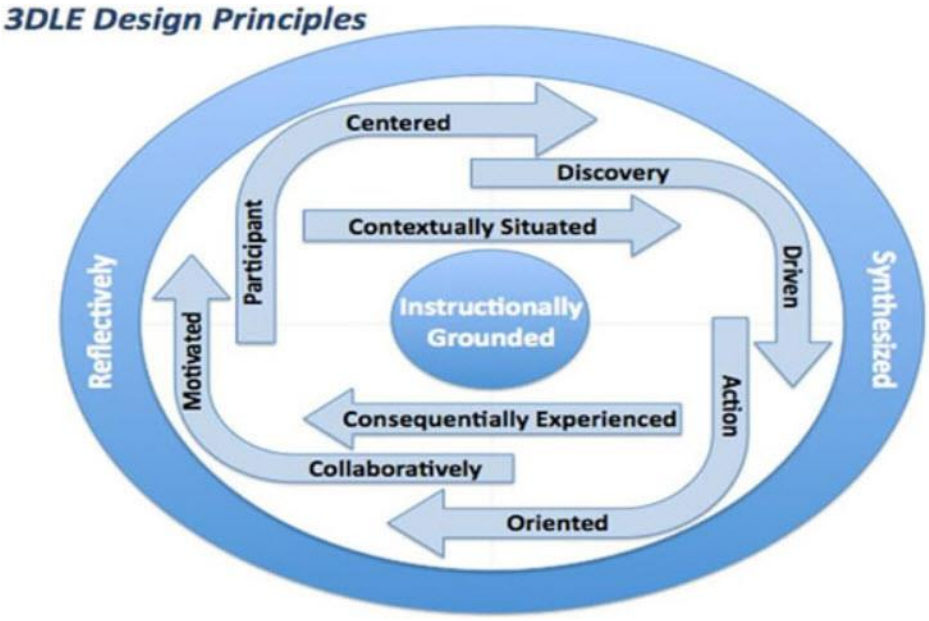
De just in time informatie is in het prototype als video tutorial beschikbaar. Hierin wordt een stappenschema beschreven.
Gezien de beperkte duur van het prototype zijn er nog geen **deeltaakoefeningen** opgenomen.

In het prototype worden door middel van de vraag- en antwoordpalen de volgende vragen opgelost.
- Wat is de lengte van de bestaande duiker
- Wat is de diameter van de bestaande duiker
- Wat is het waterniveau op zee
- Wat is het waterniveau op het eiland
- Wat is het verschil in waterniveau
- Bereken de stroomsnelheid door de duiker
- Bereken het debiet door de duiker
- Wat is het energieverlies ten gevolge van wrijving
- Wat is de gewenste waterstand op het eiland
- Bereken de gewenste diameter.

Bijlage 1.2 3DLE Design Principles Model

Kapp en O’Driscoll (2010, p.70) stelt, dat voor het ontwerp van een succesvolle 3DLE de inhoud belangrijk is, maar de context nog veel belangrijker. Een 3DLE zou flow moeten oproepen bij de

student. Leren in een 3DLE ontstaat op het moment, dat het tekort aan kennis of vaardigheden van de student samenkomt met de behoefte van de student om een uitdaging of taak in de virtuele wereld op te lossen. De 3DLE is zodanig ontworpen, dat leermomenten regelmatig voorkomen. Deze leermomenten zijn niet voor iedere student hetzelfde. Leermomenten worden bepaald door de ontmoetingen, toepassingen en reflecties, welke de studenten ervaren en niet zozeer door opdrachten van de docent. De inhoud ("content") van de 3DLE brengt definities, concepten, onderwerpen, procedures en principes tot leven bij de student. De werkelijke potentie van een 3DLE wordt echter nooit bereikt door alleen het kopiëren van de schoollokaal omgeving. De potentie van een 3DLE is gelegen in de mogelijkheid van de studenten om :"samen" te werken naar een gemeenschappelijk doel, te falen, opnieuw te proberen op een andere manier en om de leerdoelen te bereiken. In essentie is het doel van een 3DLE om het onderscheid tussen leren en doen te vervagen. In samenwerking met andere 3DLE designers is het volgende ontwerp model opgesteld:



Figuur 12
Overgenomen uit *Learning in 3D adding a new dimension to enterprise learning and collaboration* van K.M. Kapp en T. O'Driscoll, 2010, p.71. Overgenomen met toestemming.

- Instructionally grounded.
  Ontwerp is gebaseerd op solide onderwijskundige principes. *In het prototype is uitgegaan van het 4C-ID model als instructional design. Zie bijlage 2 voor uitwerking.*
- Reflectively Synthesized
  Reflecteren van het eigen handelen en het handelen van de groep zijn een belangrijk onderdeel van de virtuele wereld. *Reflectie op het eigen handelen en het handelen van de groep vindt plaats door:*
  - vragen en antwoorden door de "vraag- en antwoordpalen".
  - aanpassen waterstand op eiland, op basis van aangebrachte duiker
  Als groep moeten de vragen beantwoord worden.

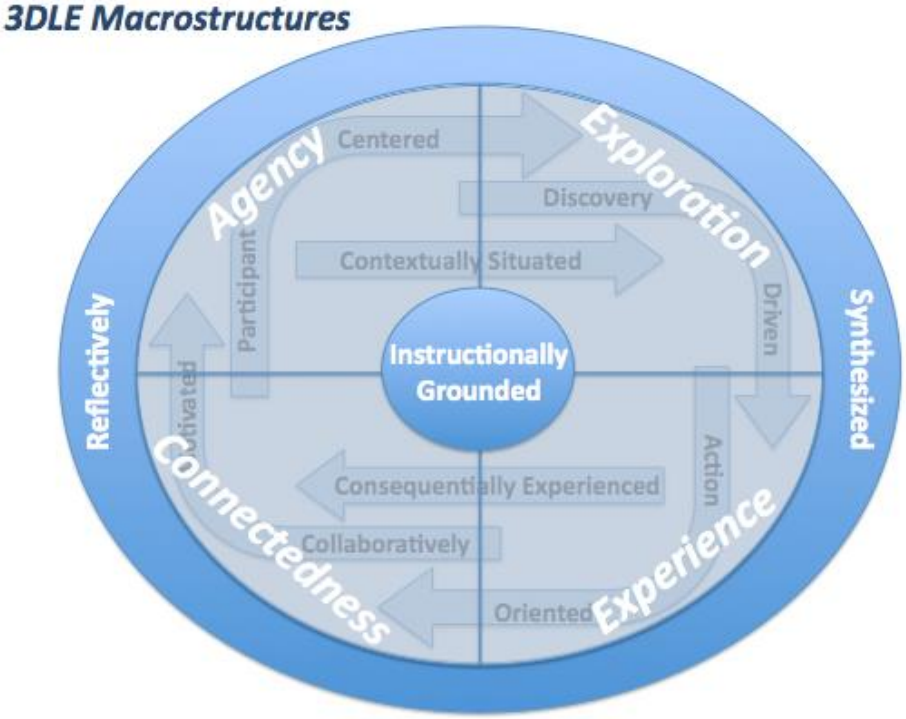
The Experiental Principles
Om de leerdoelen te bereiken, moeten de deelnemers de mogelijkheid hebben te experimenteren. *Aan het begin van de oefening krijgen de deelnemers een mogelijkheid tot experimenteren. Deelnemers kunnen de duiker vervangen door een beperkt aantal andere duikers en door dit te doen, kunnen ze ervaren wat het effect is van een andere duiker op de waterstand op het eiland.*

- Participant Centered
  De deelnemer staat centraal, niet de docent.
  Het zijn de deelnemers die een oplossing moeten vinden, de docent wordt alleen ingeschakeld als deelnemers daarnaar vragen.

- Contextually Situated
  De virtuele omgeving is zo authentiek mogelijk.
  Dit is het geval.
- Discovery Driven
  Ontdekkend leren
  Doordat de deelnemers op een eiland aanwezig zijn, waar zich problemen voordoen, moeten de deelnemers op ontdekkingstocht. In het prototype wordt dit wel enigszins beperkt door de vraag- en antwoordpalen.
- Action Oriented
  Het draait in de virtuele wereld om het uitvoeren van taken (acties), niet om onderwerpen.
  Deelnemers moeten verschillende taken uitvoeren
- Consequentially Experienced
  De try and error methode maakt een belangrijk deel uit van de virtuele wereld. Goede feedback door de virtuele wereld is daarom belangrijk.
  Feedback vindt plaats door:
  - de vraag- en antwoordpalen
  - aanpassing van de waterstand op basis van verschillende duikers
- Collaboratively Motivated
  Leren in een virtuele wereld is gebaseerd op samenwerking tussen de deelnemers.
  Als groep moeten de deelnemers tot een oplossing komen.

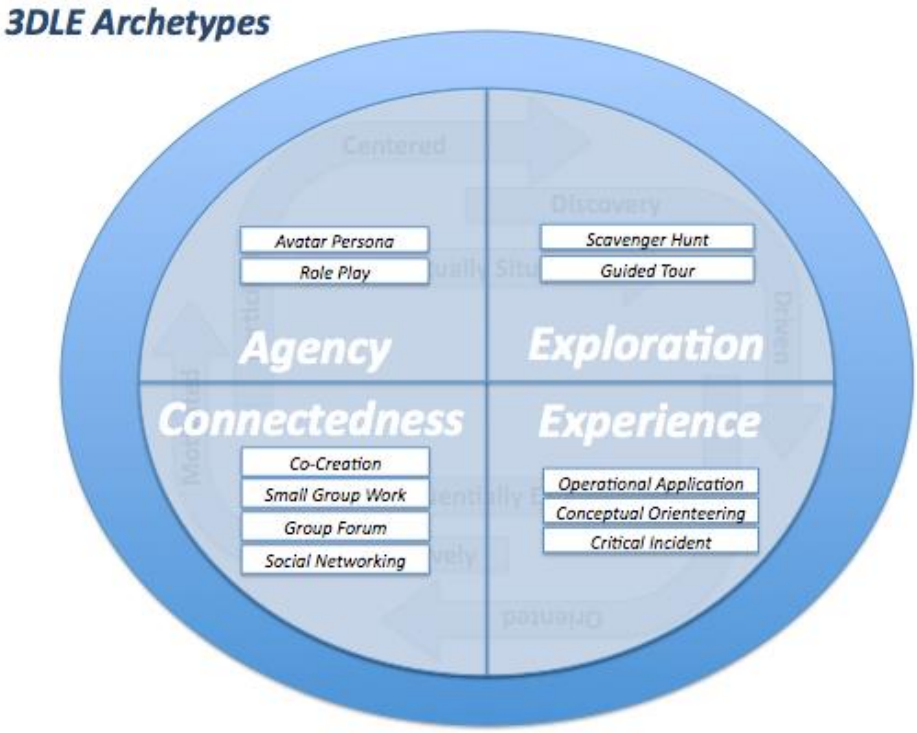
Op macroniveau kunnen de genoemde principes verdeeld worden naar:

- Agency (vertegenwoordigen)
  Gaat om de mogelijkheden van de student om als avatar in de 3DLE te handelen. Door de student (avatar) in het middelpunt van de leerervaring te plaatsen en hem of haar onafhankelijke acties te laten ondernemen, wordt deze structuur geactiveerd.
- Exploration (onderzoeken)
  Gaat om de mogelijkheden om rond te lopen en te onderzoeken, met als doel om kennis te vergaren. Door de avatars in een authentieke omgeving te plaatsen en de mogelijkheden te bieden leermomenten te hebben, terwijl ze door de 3DLE navigeren wordt deze structuur geactiveerd.
- Experience (ervaren)
  Gaat om het deelnemen aan activiteiten, het hebben van betekenisvolle interactie en het ondervinden van de consequenties van deze activiteiten en interactie. Door ervoor te zorgen dat de gevolgen van acties en activiteiten voor de deelnemer zichtbaar worden, wordt deze structuur geactiveerd.
- Connectedness (verbinden)
  Gaat om mogelijkheden om interactie met elkaar te hebben, naast het creëren en het verwerven van kennis. Door interactie te stimuleren rondom een inspanning en deze samenwerking te belonen, wordt deze structuur geactiveerd.



Figuur 13
Overgenomen uit *Learning in 3D adding a new dimension to enterprise learning and collaboration* van K.M. Kapp en T. O'Driscoll, 2010, p.79. Overgenomen met toestemming.

De macrostructuren dienen als een raamwerk voor het verdelen van de 3DLE archetypen. Archetypen kunnen gezien worden als bouwblokken voor een 3DLE. Elke archetype staat voor een set van leerresultaten en activeert één van de macrostructuren.



Figuur 14
Overgenomen uit *Learning in 3D adding a new dimension to enterprise learning and collaboration* van K.M. Kapp en T. O'Driscoll, 2010, p.81. Overgenomen met toestemming.

Naast een toelichting is *cursief* aangegeven welke archetypes in het prototype zijn opgenomen en hoe dat is vorm gegeven.

- Avatar Persona (Participant Centered)
  De mogelijkheid van mensen om te handelen en zichzelf te zien handelen in de 3DLE als een avatar. Nieuwkomers in een virtuele wereld moeten de mogelijkheid krijgen te wennen aan het gebruik van een avatar.
  De avatars lijken in enige mate op de "real life" deelnemers. Dezelfde naam, geslacht, lengte, kleur, ogen en haar. Voordat de oefening begint, zal er onder leiding van de docent een oefening plaatsvinden, waar de deelnemers hun avatar kunnen vormgeven, kunnen trainen in het bewegen in de virtuele wereld en de mogelijkheden om met elkaar te communiceren.
- Role Play (Participant Centered)
  Het aannemen van een rol, met als doel het beter leren begrijpen van die rol.
  In een virtuele wereld is het aannemen van een rol makkelijker, omdat de avatar zich kan kleden als de rol van de persoon en ook de virtuele omgeving afgestemd kan worden op de rol. Nadeel is wel, dat subtiele lichaamstaal in een virtuele wereld nog niet mogelijk is.
  Alle groepen representeren adviseurs, die het probleem moeten oplossen. Role Play is verder niet uitgewerkt.
- Scavenger Hunt (Discovery Driven)
  Als individu of als groep uitvoeren van een speurtocht met als doel kennis op te doen, Vooral bedoeld om declaratieve kennis en feiten op te doen. Deze vorm kan ook gebruikt worden om nieuwe deelnemers te introduceren. Of om deelnemers kennis te laten maken met de nieuwe omgeving. Nadeel kan zijn, dat deelnemers gefrustreerd raken, indien de speurtocht te moeilijk is en niet alle onderwerpen gevonden worden.
  Opgenomen als eenvoudige speurtocht, waarbij de deelnemers verschillende vlaggen op belangrijke plaatsen moeten opzoeken. Speurtocht is bedoeld om de deelnemers het de 3DLE te laten verkennen en is niet moeilijk.
- Guided Tour (Discovery Driven)
  Rondleiding waarbij de gids met autoriteit en kennis van zaken onderwerpen uitlegt. Vooral bedoeld om declaratieve kennis en feiten op te doen. Door de onafhankelijkheid van schaal kan in een virtuele wereld bijvoorbeeld een rondleiding door een hart of molecuul gegeven

worden. Alternatief is een rondleiding zonder gids, waarbij de objecten zelf uitleg geven.
Is niet opgenomen in het prototype.

- Operational Application (Action Orientated)
  Interactie met en manipulatie van objecten met als doel bekwaamheid te vergroten. Deelnemers worden uitgedaagd “real-world” fysieke regels toe te passen op objecten. Het gaat hierbij om “learning by doing”
  Door het plaatsen van een andere duiker, verandert de waterstand op het eiland.
- Conceptual Orienteering (Action Orientated)
  Activiteiten of situaties, waarbij deelnemers voorbeelden en niet-voorbeelden voorgeschoteld krijgen met als doel concepten te begrijpen. Studenten krijgen voorbeelden te zien van het concept, waarbij de deelnemers de onderdelen van het concept kunnen bestuderen. Ook hierbij kan weer gebruik gemaakt worden van de schaal onafhankelijkheid.
  Ter plaatse van de duiker wordt de energielijn met de daarbij optredende energieverliezen weergegeven. Dit is een belangrijk concept bij het uitvoeren van berekeningen aan duikers
- Critical Incident (Consequentially Experienced)
  Activiteiten die onverwacht, zeldzaam of te gevaarlijk zijn in de werkelijke wereld.
  Zijn niet echt opgenomen. Wel zal bij het kiezen van een duiker met te kleine diameter de waterstand op het eiland te hoog worden en bij het kiezen van een duiker met te grote diameter zal de waterstand op het eiland te laag worden.
- Co-Creation (Collaboratively Motivated)
  Twee of meer deelnemers die samen iets nieuws maken.
  Is niet opgenomen in het prototype
- Small Group Work (Collaboratively Motivated)
  Werkgroep met als doel samenwerken, delen van informatie en gezamenlijk een bijdrage leveren aan de body of knowledge.
  Oefening wordt uitgevoerd door groepen van 3-4 deelnemers.
- Group Forums (Collaboratively Motivated)
  Grote groep deelnemers, die samenkomen met als doel: samenwerken, delen van informatie en gezamenlijk een bijdrage leveren aan de body of knowledge.
  Is niet opgenomen.
- Social Networking (Collaboratively Motivated)
  Creëren van tijd en ruimte om deelnemers met elkaar in gesprek te laten gaan met als doel : samenwerken, delen van informatie en gezamenlijk een bijdrage leveren aan de body of knowledge.
  Deelnemers krijgen de gelegenheid om tijdens de oefening met elkaar te overleggen. Bij het geven van foute antwoorden worden strafpunten uitgekeerd.

In het prototype zijn de volgende archetypes vooral van belang voor het vertegenwoordigen van de macrostructuren.

- Agency (vertegenwoordigen) archetype : Avatar persona
- Exploration (onderzoeken) archetype : Scavenger Hunt
- Experience (ervaren) archetype : Conceptual Orienteering
- Connectedness (verbinden) archetype : Small Group Work

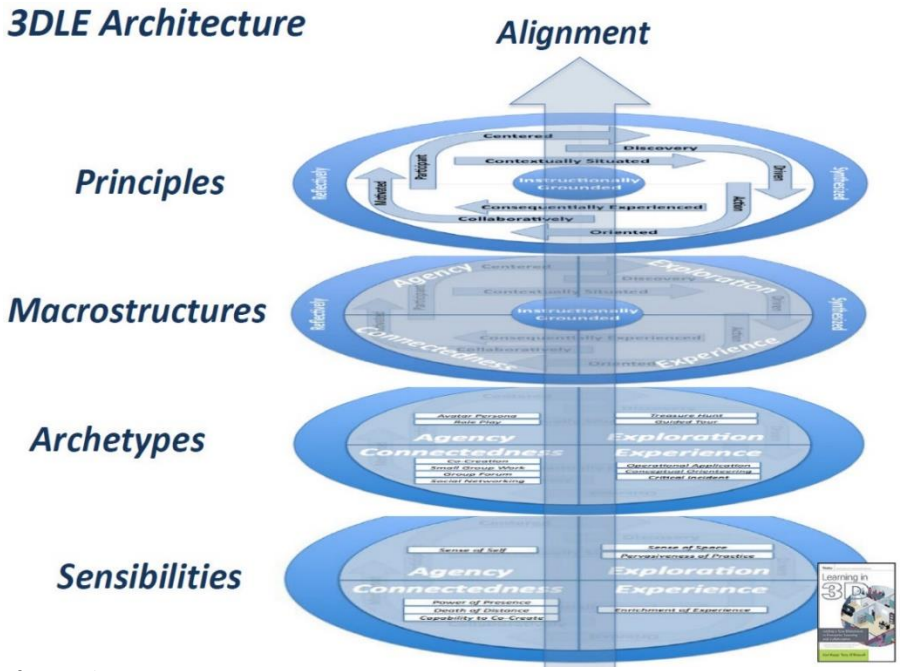
Door de inzet van de juiste archetypes kunnen alle vier macrostructuren geactiveerd worden. Verder kunnen ook de gevoeligheden (sensibilities) van een 3DLE geplaatst worden

Figuur 15
Overgenomen uit *Learning in 3D adding a new dimension to enterprise learning and collaboration* van K.M. Kapp en T. O'Driscoll, 2010, p.82. Overgenomen met toestemming.

Kapp en O'Driscoll (2010, p. 56) benoemen de volgende zeven "Sensibilities of VIEs". Het gaat hierbij niet alleen om gevoeligheid, maar soms ook om zintuigelijke gevoeligheid.

1. The Sense of Self
   Gedrag van de avatar wordt overgenomen in de werkelijke wereld. Het helpt hierbij indien de avatar lijkt op de werkelijke persoon.
2. The Death of distance
   Fysieke locatie van de deelnemers speelt geen rol meer. Tijdzones nog wel, want de deelnemers moeten gelijktijdig in de VIE aanwezig kunnen zijn.
3. The Power of Presence
   Door een goede vormgeving van de VIE en avatars, krijgen de deelnemers werkelijk het gevoel aanwezig te zijn in de virtuele wereld.
4. The Sense of Space
   Ruimte en schaal zijn onbeperkt. Een reis naar de maan, een inspectie onder water, het optillen van een buis met een lengte van 50 meter. Alles is mogelijk om zaken visueel nader te duiden.
5. The Capability to Co-Create
   Onafhankelijk van de fysieke locatie, kan men samen problemen oplossingen en werkelijk dingen bouwen in de VIE.
6. The Pervasiveness of Practice
   Virtuele werelden bieden de mogelijkheid werkelijke situaties te simuleren. De deelnemers kunnen oefenen op het oplossen van werkelijke problemen. Learning While doing.
7. The Enrichment of Experience
   Met een VIE kan volledig voldaan worden aan de cyclus van Kolb: Kijken, Denken,Voelen en Doen.

De volgende figuur geeft de afstemming tussen Principles, Macrostructures, Archetypes en Sensibilities weer



Figuur 16
Overgenomen uit *Learning in 3D adding a new dimension to enterprise learning and collaboration* van K.M. Kapp en T. O'Driscoll, 2010, p.83. Overgenomen met toestemming.

Kapp en O'Driscoll (2010, p. 315) benoemen 4 niveaus van volwassenheid bij een 3D learning model

- Niveau 1: Imiteren bestaande klas structuren.
  Wat in de klas gebeurt, gebeurt nu in de virtuele wereld. De studenten zitten als avatars in een virtuele klas en krijgen les van een docent als avatar. Dit type VIE leidt tot verveling en onhandelbare klassen.
- Niveau 2: Uitbreiding van de bestaande leerstructuren.
  Studenten zijn "immersive" en actief binnen de VIE. De avatars lopen rond in een virtuele wereld die eventueel realistisch weergegeven is. Deelnemers hebben interactie met hun omgeving en met elkaar.
- Niveau 3: Uitoefenen van een authentieke taak.
  De deelnemer is "immersed" en voert werkzaamheden uit die volledig overeenkomen met de werkelijke wereld. De 3DLE is zo authentiek en realistisch ontworpen als mogelijk. Dit compleet met de werkelijke andere mensen als avatar die voor de uitoefening van de taak van belang zijn.
- Niveau 4: Werken (Working)
  Hierbij vindt werkelijke productie in de virtuele wereld plaats. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan een groep auto ontwerpers, die een virtueel prototype voor een nieuwe auto ontwerpen. Hierbij krijgt de klant ook de mogelijkheid om in de virtuele auto te rijden (t.a.p.).

Het prototype wordt vormgegeven op niveau 3: Uitoefenen van een authentieke taak.

1.3 Gamification

Kapp (2012, p.143) behandelt de mogelijkheden om gamification toe te passen bij probleemoplossend denken ("Problem solving"). Hierbij moet de student een niet eerder tegengekomen probleem oplossen, op basis van eerder verworven kennis en vaardigheden (t.a.p.). Het kunnen oplossen van problemen is kenmerkend voor de course Fluid Dynamics. Het gaat niet alleen om het leren van theorie, maar vooral ook om het kunnen toepassen van de theorie.
Kapp (2012, p.145) beschrijft de verschillen tussen beginners en experts. Experts hebben door hun ervaring kennisnetwerken ontwikkeld. Zij bezitten cognitieve schema's die nodig zijn om nieuwe problemen op een effectieve manier aan te pakken. Zij bezitten hogere orde denkvaardigheden om een probleem aan te pakken. Een expert werkt bij het oplossen van een probleem vanuit de

beschikbare kennis naar het onbekende. De expert heeft gelijksoortige problemen al regelmatig opgelost en kent de cognitieve schema's om het probleem op te lossen.
Beginners bezitten deze schema's en hogere orde denkvaardigheden nog niet. Voor beginners zijn kennis en oplossingsstrategie, niet geïntegreerd. Een beginner begint bij een probleem vanuit het onbekende en probeert door "try and error" tot een oplossing te komen.
Bij beginners is de benodigde kennis in het geheugen nog niet aan elkaar gekoppeld. Bij experts is dit wel het geval en daarom hebben ze sneller toegang tot de schema's / kennis om het probleem op te lossen.
Rice, J. (2007) heeft een lijst van componenten opgesteld, die het verkrijgen van hogere orde denkvaardigheden in video games kan bevorderen. Kapp (2012, p.148) beschrijft de volgende componenten. Hierbij is *cursief* aangegeven hoe dit in het prototype is opgenomen:

- Assume a Role (Participant Centered)
  Doordat de student een bepaalde rol heeft, wordt deze gedwongen om haar of zijn acties, beslissingen en keuzes vanuit het perspectief van de rol te bekijken.
  In het prototype heeft de groep een rol als adviseur. Iedere deelnemer heeft geen afzonderlijke rol, behalve dat er één avatar is die de duikers mag dragen.
- Meaningful Dialogue (Colleboratively Motivated)
  Hierbij kan het gaan om interactie met andere avatars, maar ook met non-player characters (NPC). Interactie moet realistisch, betekenisvol en gefocust op de leerdoelen zijn.
  Groepsleden kunnen onderling communiceren en er is een beperkte communicatie met objecten.
- Complex Storyline (Consequentailly Experienced)
  Het is echter niet de uitkomst van het verhaal wat tot leren leidt, maar juist het doorlopen van het verhaal: de beslissingen die genomen moeten worden, de objecten die gekozen moeten worden en de vragen die wel of niet gesteld moeten worden. Als de verhaallijn interessant is en de omgeving voldoende interactief, dan zal de student zich een onderdeel van het verhaal voelen, waardoor een dieper leren kan optreden. De complexiteit moet wel realistisch zijn.
  Gezien de korte duur van de oefening is er geen complexe storyline. Deelnemers zijn adviseurs, die een overstroming moeten oplossen.
- Challenges the Learner (Discovery Driven)
  De virtuele wereld moet uitdagend voor de student zijn, de activiteiten moeten niet te moeilijk, maar zeker ook niet te makkelijk zijn. Een juiste mate scaffolding is noodzakelijk.
  In het prototype wordt er simpel begonnen, waarna de complexiteit enigszins toeneemt.
- Immediate Immersion (Action Orientated)
  Het ontwerp van de vituele wereld moet zodanig zijn, dat studenten direct ondergedompeld worden. Dus bijvoorbeeld niet vooraf een opsomming van de leerdoelen, maar direct zorgen actie.
  Na een korte introductie gaan de deelnemers meteen aan de slag.
- Manipulating Variables (Discovery Driven)
  Door manipulatie van de verschillende variabelen door de studenten in de virtuele wereld, kunnen verschillende oplossingen voor hetzelfde probleem gevonden worden. Net zoals in de werkelijkheid.
  Is niet opgenomen in prototype, daarvoor is de oefening te kort.
- Lifelike Avatars en Third-Person Perspective (Reflectively Synthesized)
  Hierdoor neemt de kans op betekenisvol gedrag toe, ook in de werkelijke wereld. Verder zorgt dit voor een gevoel van aanwezigheid in de virtuele wereld.
  Is opgenomen in prototype
- Interaction with Game Environment (Contextually Situated)
  Het gaat niet alleen om interactie met andere avatars in de virtuele wereld, maar ook om interactie met objecten in de virtuele wereld. Het kunnen vasthouden, bestuderen en manipuleren met objecten.
  Is opgenomen in prototype, dragen van duikers
- Synthesis of Knowledge (Instuctionally Grounded)
  Voor het verkrijgen van hogere orde denkvaardigheden is het van belang dat de studenten verschillende theorieën moet integreren.
  Vanwege de korte duur van het prototype is dit beperkt aanwezig, zie bijlage 2

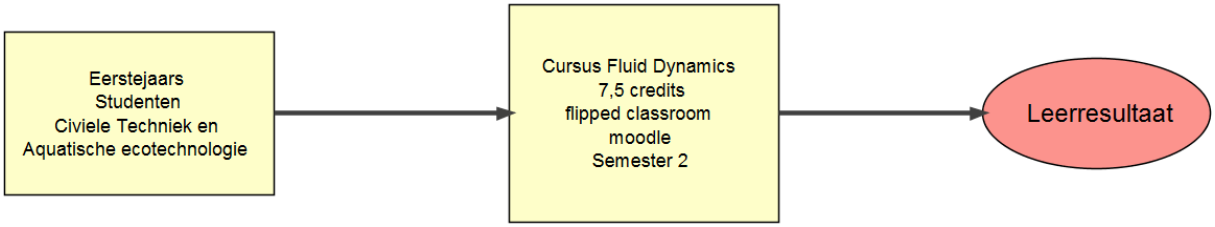
- Authentic Environment (Contextually Situated)
  Is vooral van belang om het geleerde te kunnen vertalen naar de werkelijke wereld.
  Prototype is authentiek
- Replayable with Different Results (Instructionally Grounded)
  Complexe games met verschillende routes om tot een oplossing te komen vragen om hogere orde denkvaardigheden van de deelnemers.
  Is in het prototype niet van toepassing

Hoe meer deze componenten verwerkt zijn in de virtuele wereld, hoe groter de kans is dat hogere orde vaardigheden via de virtuele wereld aangeleerd worden.

Bijlage 2 Totstandkoming conceptueel model

Hieronder zijn de verschillende stappen in de ontwikkeling van het conceptueel model voor dit onderzoek beschreven.

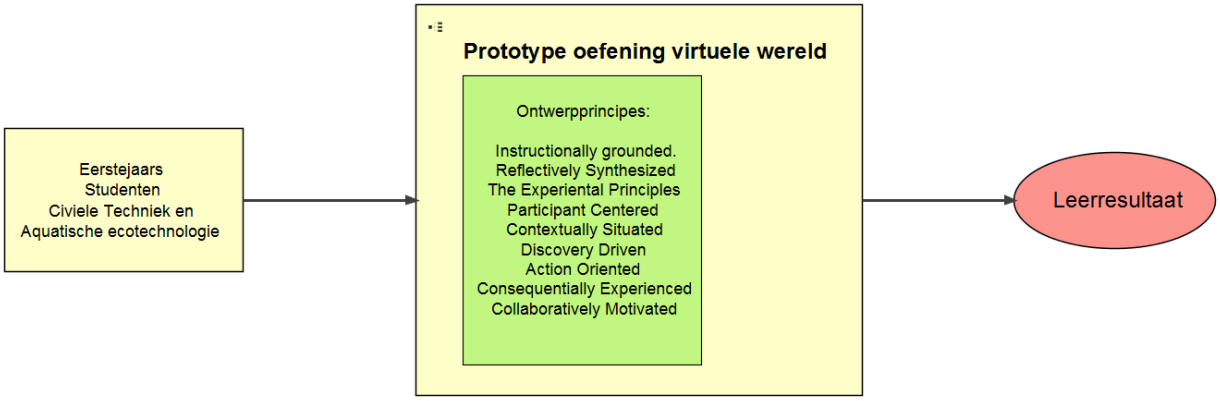
Stap 1 Huidige situatie cursus Fluid Dynamics



Figuur 17
Huidige situatie cursus Fluid Dynamics.

Stap 2 Interventie

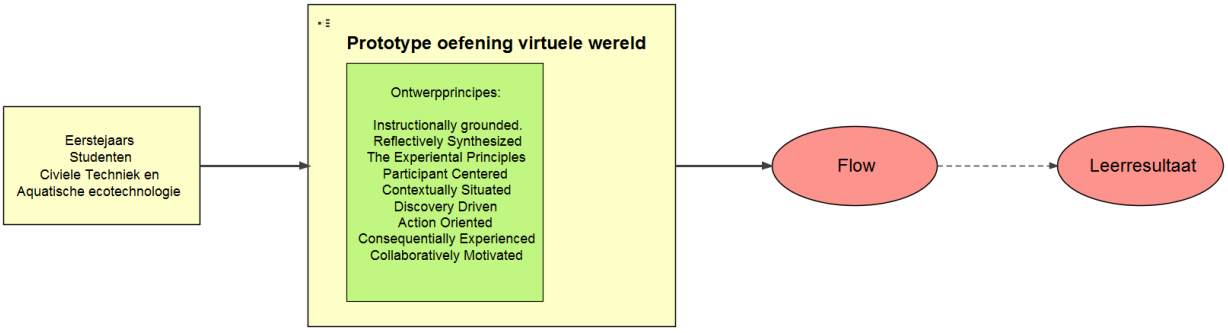
De interventie bestaat uit een oefening met een prototype in een virtuele wereld, gebaseerd op de ontwerpprincipes volgens Kapp en O'Driscoll (2010).



Figuur 18
Interventie prototype oefening virtuele wereld

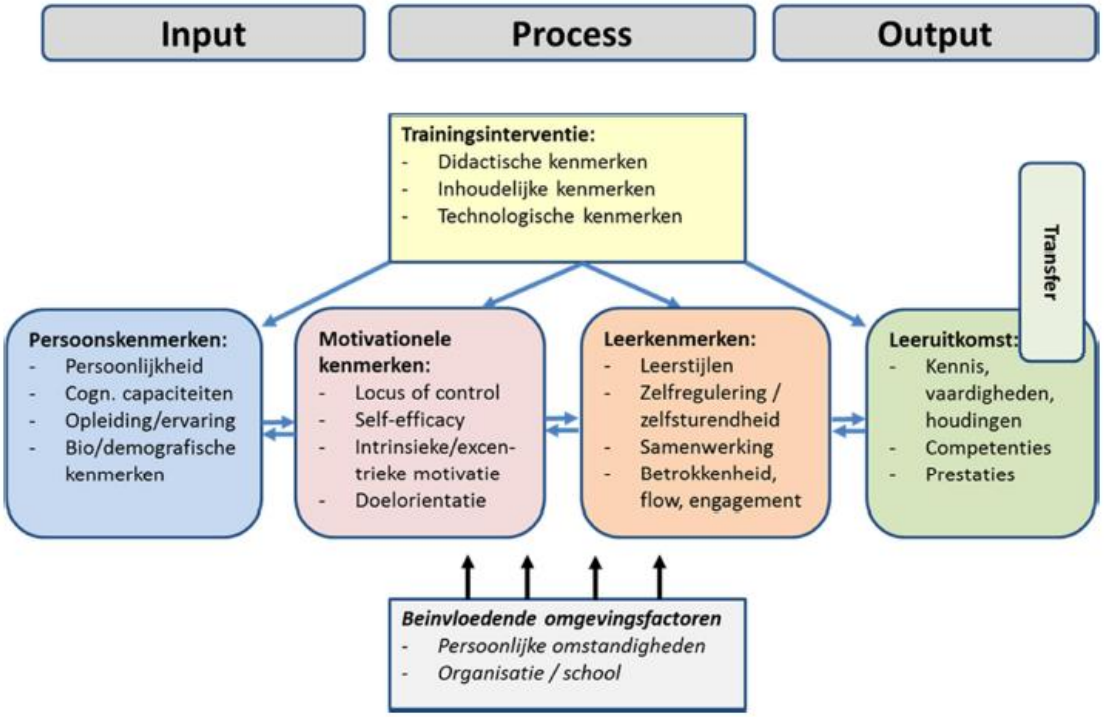
De oefening met het prototype duurt te kort (1-2 uur) om daadwerkelijk leerresultaten te meten. De leerstof die in het prototype aan bod komt is complex, er is enige tijd nodig om die stof te leren beheersen. Daarvoor zijn oefeningen in een virtuele wereld noodzakelijk die meerdere uren beslaan. Uit de literatuur blijkt echter dat flow een goede indicator is voor het optreden van (later) leerresultaat.

Stap 3 Toevoegen flow om leerresultaat te meten

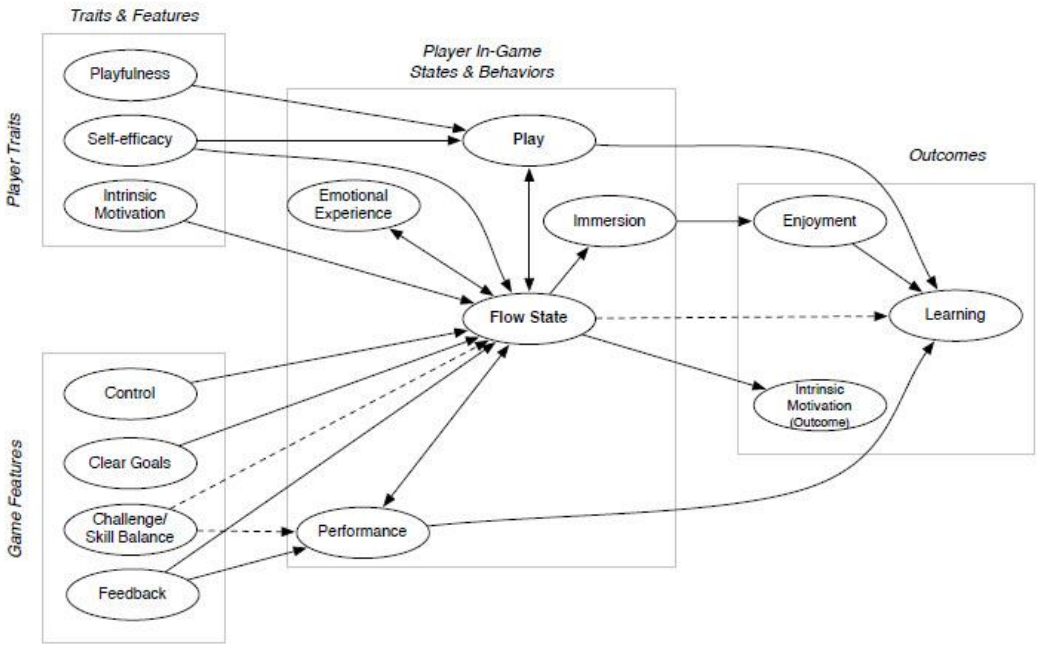


Figuur 19
Toevoegen flow aan de interventie

Stap 4 Gebruikmaken van Pavlas (2010) en Oprins e.a. (2013)

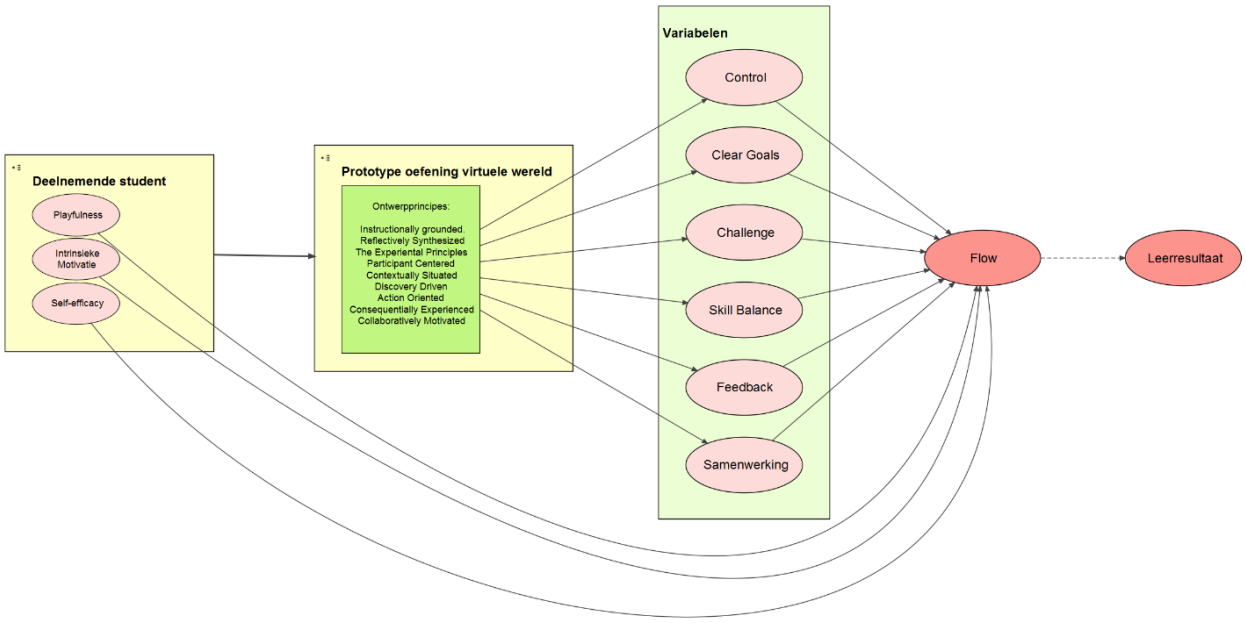


Figuur 20
Met toestemming van de auteurs overgenomen uit Oprins e.a.(2013, p.9).



Figuur 21
Met toestemming van de auteur overgenomen uit Pavlas(2010, p.53).

Stap 5 Vertalen naar interventie (prototype)



Figuur 21
Model van Pavlas (2010) en Oprins e.a.(2013, p.9) verwerkt in interventie

Bijlage 3 Synopsis cursus Fluid Dynamics

SYNOPSIS *hét HZ-instrument voor onderwijsontwikkeling*

Algemene gegevens	
Rubriek	
Opleiding	Aquatische ecotechnologie
Academie	Delta Academy
EC	7,5 EC
Cursuscode	CU03287
Titel van de cursus	Fluid Dynamics / Waterstroming
Niveau	1
Cursusjaar	Cursusjaar 2011 - 2012
Deelnemers	Voltijd
Studiejaar - semester	leerjaar 1, semester 2
Omschrijving op rooster	Water str
Opleidingscoördinator	Ing. Alco Nijssen
Cursuseigenaar	Ing. Henk Massink
Ontwikkelteam	Ing. Henk Massink

Cursusbeschrijving		
Nr	***Rubriek***	
1	Beroepskader	Vloeistofmechanica heb je vaak nodig bij functies zoals, adviseur, ontwerper, uitvoerder, onderzoeker, technisch medewerker en projectleider. Hierbij kan je werkzaam zijn bij zowel overheid (bv gemeente, waterschap, Rijkswaterstaat) als bedrijfsleven (adviesburo, aannemer, industrie). Je moet zelfstandig eenvoudige berekeningen maken, zoals het dimensioneren van een duiker, stuw of watergang. Maar het kan ook zijn dat er zeer complexe berekeningen (eventueel met anderen) gemaakt moeten worden zoals bv het doorrekenen van een rioolstelsel of het modelleren van een polder. Hierbij heb je te maken met in de tijd veranderende variabelen zoals de neerslagintensiteit van een regenbui. Als deskundige op het gebied van rekenen aan water kan je gebruik maken van Excel en van SOBEK (simulatieprogrammatuur)
2	Inhoud van de cursus	Je gaat zowel theoretisch als praktisch aan de slag met vloeistofmechanica. Je leert de verschillende gangbare principes van waterstroming met de daarbij praktisch te gebruiken formules. Je onderzoekt de gedragingen van bewegend water in een waterlaboratorium. Omdat bewegend water vaak dynamisch is, leer je de basisvaardigen modelleren met Excel en SOBEK (simulatieprogrammatuur) Door middel van opgaven krijg je de diverse formules onder de knie, je dimensioneert een doorlaatmiddel in het Veerse meer of Grevelingen en je maakt een model voor de afvoer van overtollig hemelwater uit een kleine polder. Uiteindelijk krijg je inzicht in het gedrag van water zodat je in gebieden overstromingen kan voorkomen of kan reguleren en de negatieve effecten van verdroging kan minimaliseren.
3	Competenties (C), deeltaken (Dt), Leer-doelen (Ld)	Bij CT:

			Niveau ①	②	③
B1	Initiëren				
	CiT 01	*Programma van eisen en ontwerpen hieraan toetsen*	♦	…	…
B3	Specificeren				
	CiT 04	*Detailleren, berekenen en tekenen*	♦	…	…

♦ komt aan de orde in deze cursus.
T = wordt in deze cursus expliciet getoetst.

Competenties en deeltaken AET

C3	Inventariseren		
	Dt3.1	*Onderzoeken (niveau 1)*	
		Ld3.1.1	*Je kunt stroomsnelheid, debiet en energieverliezen meten in een goot en in een leidingstelsel (water laboratorium)*

		Ld3.1.2	*Je kunt met behulp van Sobek en Excel een eenvoudig watersysteem modelleren*	
	Dt3.2	*Analyseren probleem (niveau 1)*		
		Ld3.2.1	*Je kunt het stromingstype bepalen (eenparig / niet eenparig, uniform / non uniform, turbulent / laminair, stromend / schietend, volkomen / onvolkomen)*	
		Ld3.2.2	*Je kunt bepalen of er kans is op erosie dan wel sedimentatie*	
		Ld3.2.3	*Je kunt op basis van modellering (Sobek en Excel) de werking van een eenvoudig watersysteem analyseren.*	
		Ld3.2.4	*Je kunt de kracht uitgeoefend daar water op een object bepalen.*	
C4	*Formuleren oplossingen*			
	Dt4.1	*Opstellen alternatieven (niveau 1)*		
		Ld4.1.1	*Je kunt de afmetingen van een duiker, rioolbuis, watergang, rivier of kanaal bepalen op basis van verval, debiet en energieverliezen.*	
		Ld4.1.2	*Je kunt de afmetingen van een stuw/overlaat bepalen op basis van verval, debiet en energieverliezen.*	
		Ld4.1.3	*Je kunt op basis van modellering (Sobek en Excel) verschillende oplossingen opstellen voor een eenvoudig watersysteem.*	
	Dt4.2	*Analyseren alternatieven (niveau 1)*		
		Ld4.2.1	*Je kunt op basis van modellering (Sobek en Excel) de verschillende gevonden oplossingen voor een eenvoudig watersysteem vergelijken.*	

4 Onderzoeks-vaardigheden

Uitvoeren van onderzoek val onder kerntaak C3. In deze course *Dt3.1* en *Dt3.2 (niveau 1)*. Het praktisch onderzoek bestaat uit het uitvoeren van een eenvoudig meetplan voor het meten van stroomsnelheid, waterstand / drukhoogte en debiet in een goot en een leidingstelsel (3 practicum waterlab). Een eenvoudige start met theoretisch onderzoek vindt plaats door de hydraulische problemen in een model te analyseren en te zoek naar verschillende oplossingen (4 practicum Sobek).

5 Cruciale leervaardig-heden

Tijdens de cursus waterstroming wordt er beroep gedaan op de volgende cruciale leervaardigheden:
LV2 zelfsturing (je krijgt steeds meer vertrouwen in je eigen kunnen doordat je een eigen theoretisch denkkader leert opbouwen)
LV3 analyseren, relateren, structureren (je brengt je resultaten in verband met elkaar)
LV4 concretiseren (je vertaalt resultaten van berekeningen naar werkelijke dimensies , bv diameter duiker)

6 Vorm van de toetsen

Waarom de toetsvormen passen bij de leerdoelen en de werkvormen wordt in 8 (Inhoud van de toetsen) en in 12 (Werkvormen) uitgelegd.

naam	soort toets	bodemcijfer	gewicht
1 Tussentoets	Individueel schriftelijk tentamen met open vragen	55	25
2 Eindtoets	Individueel schriftelijk tentamen met open vragen	55	35
3 Waterlab	Practicum verslag (groepswerk in viertallen)	55	15
4 Sobek	Practicum verslag (groepswerk in tweetallen)	55	15
5 Portfolio	Individuele huiswerkopgaven Project verslag (groepswerk in tweetallen)	55	10

7 Planning van de toetsen

De theorie wordt getoetst met twee tentamens (tussentoets en eindtoets). Eén na het 1e kwartaal van het 2e semesteren één aan het einde van het semester.
Het practicum waterlab wordt uitgevoerd in groep van vier studenten, waarbij twee practica in het waterlab plaatsvinden. Aangezien er maar twee groepen tegelijkertijd in het waterlab werkzaamheden kunnen uitvoeren , zijn de practica over het gehele semester verspreid. Na het tweede practica dient een groep binnen 10 werkdagen het verslag in te leveren.
Voor het practicum Sobek wordt een klas in 2 groepen gesplitst ivm het aantal beschikbare computers in een computerlokaal. Iedere groep krijgt 4 contact momenten en moet uiterlijk aan het einde van het semester de rapportage inleveren.
Het portfolio bestaat uit twee onderdelen:
1. Een twaalftal huiswerkopgaven die de studenten individueel moeten inleveren. Deze opgaven worden gedurende het semester opgegeven.
2. Een korte projectopdracht
Herkansingen: zie regelingen OER.

Inroosteren	lesweken	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ja	1 Tussentoets																			
Ja	2 Eindtoets																			
nee	3 Waterlab																			
nee	4 Sobek																			
nee	5 Portfolio																			

toets

contactactiviteiten

NB Bij toets 2 en 3 dienen de verslagen 10 werdagen na het laatste practicum te worden ingeleverd
NB De toetsmomenten voor 2 en 3 zijn verschillend voor de groepen omdat practica over het gehele semester verspreid worden. In de bovenstaande tabel is daarom voor 1 willekeurige groep het toetsmoment ingevuld.
NB Bij 4 vinden voorbereiding en toetsing het gehele semester plaats. Dit onderdeel bestaat uit de individuele opgaven en cursusopdracht

8 Inhoud van de toetsen

1 Tussentoets: Wet van Pascal, Wet van Bernoulli, Wet van Archimedes, Getal van Reynolds, Darcy-Weisbach, Colebrook-White, Eenparige / Niet eenparige stroming, Uniforme /Non uniforme stroming
Vragen zijn vooral gericht op reproductie.
(Leerdoelen Ld3.2.1, Ld3.2.4)

2 Eindtoets: Naast de onderwerpen uit de tussentoets :Formule van Chezy, Formule van Manning, Getal van Reynolds, Getal van Froude, Volkomen / Onvolkomen overlaat. Erosie / sedimentatie, Stuwen, Evenwichtsdiepte
Tijdens toets moeten duiker, watergang, rioolbuis worden berekend. Vragen zijn vooral gericht op toepassing.
(Leerdoelen Ld3.2.1, Ld3.2.2, Ld4.1.1, Ld4.1.2)

3 Waterlab: Meten stroomsnelheid, debiet en energieverliezen in een goot en in een leidingstelsel. Resultaten uitwerken in oa druklijn en energielijn. Vragen zijn vooral gericht op het verkrijgen van inzicht.
(Leerdoelen Ld3.1.1, Ld3.2.1)

4 Sobek: Model van eenvoudig watersysteem, analyse waterhuiskundig probleem, opstellen verschillende oplossingen, oplossingen vergelijken. Vragen zijn vooral gericht op het verkrijgen van inzicht en het kunnen toepassen van Sobek.
(Leerdoelen Ld3.1.2, Ld3.2.3, Ld4.1.3, Ld4.2.1)

5 portfolio: Huiswerkopgaven zijn vooral gericht op reproductie.
Excel model van eenvoudig watersysteem, analyse probleem, opstellen verschillende oplossingen, oplossingen vergelijken. Vragen zijn vooral gericht op het verkrijgen van inzicht en het kunnen toepassen van Excel
(Leerdoelen Ld3.1.2, Ld3.2.3, Ld4.1.3, Ld4.2.1)

9 Beoordelings-eisen per toets

1 (tussentoets) en 2 (eindtoets): Voor de beoordeling van toetsen 1 en 2 zijn antwoordprotocollen beschikbaar.

3. Waterlab		
	1	*Je hebt het functioneren van een goot en leidingstelsel inzichtelijk gemaakt.*
	2	*Je hebt de betrouwbaarheid van de resultaten aangetoond.*
	3	*Je hebt de resultaten accuraat verwerkt.*
4. Sobek		
	1	*Je hebt een eenvoudig watersysteem gemodelleerd*
	2	*Je hebt vastgesteld welke problemen in het watersysteem voorkomen*
	3	*Je hebt verschillende oplossingen voor het probleem gemodelleerd*
	4	*Je hebt de verschillende oplossingen met elkaar vergeleken*
5. Portfolio		
	1	*Je hebt de theorie d.m.v. opgaven geoefend.*
	2	*Je hebt een eenvoudig watersysteem gemodelleerd*
	3	*Je hebt vastgesteld welke problemen in het watersysteem voorkomen*
	4	*Je hebt verschillende oplossingen voor het probleem gemodelleerd*
	5	*Je hebt de verschillende oplossingen met elkaar vergeleken*

10 Gebruik van het portfolio

De behaalde toetsen in deze cursus leiden tot het behalen van de beschreven competenties op het gestelde niveau. De resultaten (cijfer en competenties) leg je vast in het portfolio.
Daarnaast kun je de praktische vaardigheden die in relatie staan met de leerdoelen, beschrijven in je CV.
Als je n.a.v. deze cursus geïnteresseerd raakt in vloeistofmechanica kan de vastlegging in het portfolio je helpen een passende stage, minor of afstuderen te kiezen.
De docent begeleidt het verwerven van competenties en ondersteunt je bij het verzamelen van bewijsmateriaal waarmee je kunt aantonen dat je de vereiste competenties hebt verworven. De docent maakt je bijvoorbeeld tijdens het practicum bewust van het belang van de verworven vaardigheden voor het uitoefenen van beroep.

11 Studiebelasting en studielast-spreiding

Studieonderdeel	Contact	Zelfstudie	Totaal
Theorie	23	64	87
Waterlab	5	20 (verslagen)	25
Sobek	9	40(verslagen)	49
Portfolio	9	40 (verslagen)	49
	46	164	210

De contactmomenten en practica zijn gelijkmatig over het semester verdeeld.

12 Voorbeelden van cruciale werkvormen

Hoorcolleges waarin de theorie behandeld wordt en opgaven geoefend.
(Leerdoelen Ld3.2.1, Ld3.2.2, Ld3.2.4, Ld4.1.1, Ld4.1.2 leervaardigheden LV2, LV4)

Practicum Waterloopkundig Laboratorium.
Uitvoeren van metingen in een goot en in een leidingstelsel.
(Leerdoelen Ld3.1.1, Ld3.2.1 leervaardigheden LV3)

Practicum Sobek
Kennismaking met Sobek en het beoordelen van eenvoudig model.
(Leerdoelen Ld3.1.2, Ld3.2.3, Ld4.1.3, Ld4.2.1 leervaardigheden LV3, LV4)
Groepswerk
Werken aan de opdracht, mogelijkheid tot overleg met docenten.
(Leerdoelen Ld3.1.2, Ld3.2.3, Ld4.1.3, Ld4.2.1 leervaardigheden LV4)

13 Voorbeelden van kenmerkende opdrachten

Je wordt in deze cursus gevraagd om een ontwerp te maken voor een doorlaatmiddel in het Veerse Meer of in de Grevelingen. Hierbij moet je rekening houden met het getij op open water en de toelaatbare waterstanden op het meer. Bij het dimensioneren van het doorlaatmiddel kan je gebruikmaken van een basismodel in Excel of in Sobek.
Bij het ontwerp ook rekening houden met bodembescherming
stroomsnelheid, energieverlies) van een inlaatmiddel.
De opdracht wordt in groepen van 2-4 studenten uitgevoerd.

14 Samenhang met andere cursussen en leerlijnen

De course maakt onderdeel uit van de zgn waterlijn (vooral kwantiteit) binnen de Delta Academie. Deze waterlijn bestaat uit de courses Delta Land en Water (S1), Waterstroming (S2), Waterbeheersing (S3) en Water in de Stad (S7). Waarbij Water in de Stad een keuzecourse is. Deze courses worden aangeboden aan de studenten van de zowel de opleiding Civiele Techniek als Aquatische Ecotechnologie.
Vloeistofmechanica is van belang bij een tal van andere courses zoals Watersysteemanalyse, Kust en Oever bescherming, Ecotechniek en River bassin management.
Waterstroming en Waterbeheersing zijn van belang voor de Sobek leerlijn, waarbij in de course Waterstroming de basisvaardigheden worden aangebracht en in de course Waterbeheersing verder verdiept worden.
Delta Land en Water en Waterbeheersing zijn van belang voor de GIS leerlijn, waarbij in de course Waterstroming de basisvaardigheden worden aangebracht en in de course Waterbeheersing verder verdiept worden.

15 Student-materialen

Literatuur:
- Chadwick, Morfett and Borthwick, *Hydraulics in Civil and Environmental Engineering*, Spon Press
- Internationale studenten: Glabbeek, E.E.M. van (2008), *GWO* (English ed.)
- Nederlandstalige studenten: Glabbeek, Noortje van (2012*), Succesvol studeren, communiceren en onderzoeken. Alfabetisch naslagwerk voor het hoger onderwijs*, Amsterdam: Pearson Education Benelux.

Lesmaterialen:
- Powerpoints op VLD
- Oefenopgaven en uitwerkingen op VLD
- Practicumhandleidingen op VLD

Links:
- Links aangegeven in VLD

16 Docent-materialen

- Alle studentmaterialen
- Voorbeeldtoetsen
- Lesvoorbereidingen
- Toetsen en antwoordprotocollen bij toetsen
- Beoordelingsformulieren van practica en groepsopdracht

17 Kwaliteits-management

- Docenten beoordelen elkaars toetsen op kwaliteit en haalbaarheid door middel van intervisie.
- Toetsresultaten, mits afwijkend (grote spreiding of laag of hoog gemiddeld cijfer), kunnen aanleiding zijn voor aanpassing of herziening van toets. Dit zal besproken worden met de intervisiedocent en indien nodig ook met de studenten.
- Gesprekken met studenten over inhoud, didactiek, feedback en begeleiding kunnen tot aanpassingen en/of verbetering leiden.
- De cursus wordt geëvalueerd met een enquête die je aan het einde van de cursus invult. De resultaten van deze enquête worden in het opleidingsteam en met de opleidingscoördinator besproken. De opleidingscoördinator ziet erop toe dat de resultaten besproken worden, ook in de kwaliteitskring.

Daaruit worden verbeteracties geformuleerd en uitgevoerd, waarover de studenten over worden geïnformeerd.

- Met de BAC (beroepenadviescommissie) vinden gesprekken plaats over de inhoud van de cursus en eventuele voorstellen voor vernieuwingen.
- Naar aanleiding van congresbezoeken, literatuurstudie, etc. wordt de cursus up-to-date gehouden.

Bijlage 4 Ontwerpprincipes prototype

Tabel 18 *Lijst met uitgewerkte ontwerpprincipes met daarbij een evaluatie van het prototype*

Ontwerpprincipes vanuit theoretisch kader	Evaluatie prototype
Instructionally grounded.(3DLE design) 1. Betreft de leerinterventie een aangetoonde onderwijskundige behoefte? 2. Zijn de leerdoelen geoptimaliseerd voor de leerinterventie? 3. Is een 3DLE de meest efficiënte en effectieve oplossing voor het aanbrengen van de leerdoelen?	1. Ja, maakt onderdeel uit van het curriculum. 2. In de synopsis zijn de leerdoelen opgenomen. 3. Ja, omdat het om een authentieke leersituatie gaat. Deze situatie is in de werkelijkheid praktisch niet als oefening in te richten.
Reflectively Synthesized (3DLE design) 4. Hoe wordt er gereflecteerd op het eigen handelen? 5. Hoe wordt er gereflecteerd op het handelen van de groep?	4. De vraag- en antwoordpalen worden als groep ingevoerd. Hierdoor is er geen duidelijke reflectie op het eigen handelen. 5. De opdrachten worden door de groep beantwoord. Het is daarom de groep die beoordeeld wordt.
The Experiential Principles (3DLE design) 6. Hoe kunnen studenten in de 3DLE experimenteren?	6. In het prototype is er één moment dat studenten kunnen kiezen tussen experimenteren en uitrekenen. Dat is bij de keuze van de duiker. Het experimenteren is beperkt.
Participant Centered (3DLE design) 7. Staan de studenten centraal in de 3DLE? 8. Welke rol spelen de studenten in de 3DLE? 9. Welke acties en interacties ondernemen de studenten om leermomenten te creëren in de 3DLE?	7. Ja, de studenten staan centraal. 8. Gezamenlijk moeten ze verschillende problemen oplossen. Eén student wordt aangewezen als buizendrager. In principe hebben ze dezelfde rol 9. Studenten moeten gegevens opzoeken, berekeningen maken en een buis plaatsen.
Contextually Situated (3DLE design) Authentic Environment (Gamification) 10. Wat is de beste situationele context voor de 3DLE? 11. Wat is de rol van de docent, de studenten en omgeving om een authentieke leeromgeving te creëren?	10. Een eiland, waar het regent, waar de afvoer onvoldoende is, waar overstroming optreedt en waar een oplossing gevonden moet worden door het aanbrengen van een duiker met de juiste afmetingen. 11. Studenten moeten het probleem onderzoeken en oplossen. Docent helpt in het begin de studenten met wat instructie over het gebruik van de VIE, verder is de docent beschikbaar als vraagbaak. Dit zowel real life als als avatar.
Discovery Driven (3DLE design) 12. Wat is de minimale set van richtlijnen om actie te bewerkstelligen in de 3DLE? 13. Welke informatie of beloningen worden selectief vrijgegeven om betrokkenheid en gezamenlijk actie binnen de 3DLE te creëren?	12. De actie wordt gestuurd door de vraag- en antwoordpalen. 13. Aan de vraag- en antwoordpalen is een puntensysteem verbonden. Goede antwoorden leveren punten op, foute punten geven aftrek. Verder wordt theorie vrijgegeven op het moment van de betreffende vraag.
Action Oriented (3DLE design) 14. Welke set van geplande activiteiten zullen de studenten onderdompelen in de 3DLE? 15. Welke acties en interacties tijdens deze geplande activiteiten zorgen voor leermomenten?	14. Het is de bedoeling dat het geheel aan activiteiten, zorgen dat er immersie ontstaat. 15. Bijna alle vraag- en antwoordpalen zorgen voor een leermoment.
Consequentially Experienced (3DLE design) 16. Hoe tonen studenten hun vaardigheden aan? 17. Hoe zijn trail and error en feedback in de 3DLE opgenomen? 18. Wat zijn de gevolgen bij falen voor een student?	16. Door het beantwoorden van de vragen. 17. Bij vraag- en antwoordpalen zijn er meerdere kansen op een antwoord. Er wordt aangegeven wanneer het antwoord fout is. Bij het plaatsen van de duiker geeft het systeem feedback, door het wijzigen van de waterstanden. Verder is de docent als avatar beschikbaar voor vragen en kan hij feedback geven. 18. Bij iedere vraag en antwoordpaal krijgen de studenten 3 kansen om een antwoord te geven. Daarna geeft de paal het juiste antwoord.
Collaboratively Motivated (3DLE design) 19. Hoe wordt de samenwerking en co-creatie van de teams beloond? 20. Is de beloning intrinsiek of extrinsiek? 21. Hoe wordt samenwerking door de 3DLE gestimuleerd?	19. Bij het goed beantwoorden van de vragen worden punten verdiend. Verder verschijnen er kleurige bloemen indien de overstroming wordt verholpen. 20. Punten is extrinsiek, het oplossen van de overstroming kan als intrinsiek gezien worden. 21. Gezamenlijk moet de studenten ervoor zorgen dat de overstroming verholpen wordt.
Archetype Avatar Persona (Participant Centered) Lifelike Avatars en Third-Person Perspective (Gamification) 22. Zijn er voldoende mogelijkheden om te wennen aan gebruik van de avatar 23. Wordt er gebruik gemaakt van third-person perspectief 24. Lijkt de avatar op de werkelijke persoon?	22. In de planning is tijd (ongeveer 1 uur) opgenomen voor het trainen met de avatar 23. In opensim wordt er standaard vanuit het third-person perspectief gewerkt. 24. Er is in de planning niet veel tijd opgenomen om de avatar op de werkelijke persoon te laten lijken. Gelijkenis is naam, geslacht, lengte, huidskleur en kleur ogen. NB. Voor de het maken van het prototype is een dagdeel ingepland. In deze tijd moet de avatar vormgegeven worden, de besturing van de avatar aangeleerd worden en moet ook de oefening uitgevoerd worden. Vandaar dat de tijd voor vormgeving van de avatar simpel is gehouden.
Archetype Role Play, Assume a Role (Participant Centered) 25. Zijn er rollen benoemd? 26. Is de omgeving afgestemd op de rol? 27. Zijn de docent en student gelijktijdig in de virtuele wereld aanwezig?	25. Iedere Avatar heeft op dit moment dezelfde rol. 26. De omgeving is afgestemd op de rol, eigenlijk meer dan in de werkelijkheid. In het werkelijke leven zal de ontwerper de oplossing vinden achter het bureau, in het prototype gebeurt dit in het veld. 27. Docent is gelijktijdig met studenten in de VIE aanwezig, maar moet zijn aandacht verdelen over verschillende groepen. Wellicht inzetten van meerdere docenten?
Archetype Scavenger Hunt (Discovery Driven) 28. Wordt er een speurtocht uitgezet om de studenten het gebied te laten verkennen? 29. Is deze speurtocht niet te moeilijk?	28. Speurtocht bestaat uit het bezoeken van zes verschillende vlaggen. 29. Speurtocht is niet moeilijk,
Archetype Guided Tour (Discovery Driven) 30. Vindt er een rondleiding door de docent plaats? 31. Is er een rondleiding, zonder docent, waarbij de uitleg op de objecten wordt weergegeven?	30. Nee, er is wel een eenvoudige speurtocht (zie 28) 31. Er is een eenvoudige speurtocht (zie 28).
Archetype Operational Application (Action Oriented) 32. Worden er “real-world” fysieke regels toegepast?	32. Ja, waterstand eiland en energielijn duiker zijn op basis van fysieke regels.
Archetype Conceptual Orienteering (Action Oriented) 33. Worden er concepten gevisualiseerd?	33. Het energieverlies ter plaatse van duiker wordt gevisualiseerd.
Archetype Critical Incident (Consequentially Experienced) 34. Treden er kritische incidenten op?	34. Zou kunnen door een bestaande duiker die te klein is, waardoor er overstroming optreedt. Het gebied staat onder water. Welke duiker is nodig om de waterstand te laten zakken. Moet eigenlijk wel gaan om een onverwacht probleem. Een echt Critical Incident is in het prototype niet aanwezig.
Archetype Co-Creation (Collaboratively Motivated) 35. Vindt er co-creatie plaats?	35. Er wordt niet een nieuw object gemaakt, wel wordt op basis van samenwerking een keuze gemaakt in de duiker die gebruikt gaat worden.

Archetype Small Group Work (Collaboratively Motivated) 36. Word ter in kleine groepen gewerkt?	36. In het prototype wordt in groepjes gewerkt (twee tot drie studenten). Er wordt alleen via tekst informatie uitgewisseld, doordat de groepsleden in het zelfde computer lokaal zitten kan er ook gewoon met elkaar gesproken worden.
Archetype Group Forums (Collaboratively Motivated) 37. Worden er grote groepsbijeenkomsten gehouden?	37. Niet van toepassing op prototype. Er is gekozen voor kleine werkgroepen.
Archetype Social Networking (Collaboratively Motivated) 38. Krijgen studenten ruimte en tijd om met elkaar te communiceren?	38. Avatars kunnen met elkaar communiceren.
Meaningful Dialogue (Collaboratively Motivated) 39. Vinden er zinvolle dialogen tussen de avatars plaats (student, docent)? 40. Vinden er zinvolle dialogen tussen avatars en objecten plaats?	39. Er zijn wel mogelijkheden tot zinvolle dialogen. 40. In het prototype is dit beperkt. Gewassen geven bijvoorbeeld wel aan welke waterstand zij prefereren.
Complex Storyline (Consequentially Experienced) 41. Is de verhaallijn voldoende uitdagend, interessant en complex?	41. Verhaal is bij het prototype nog erg simpel.
Challenges the Learner (Discovery Driven) Challenge / Skill Balance (Pavlas) 42. Zijn er voldoende uitdagingen voor de student? Hoe is scaffolding opgenomen?	42. Omdat het in het prototype om een enkele oefening gaat, is scaffolding nog zeer beperkt.
Immediate Immersion (Gamification) 43. Worden studenten direct ondergedompeld in het verhaal? Geen saaie theorie vooraf	43. Wordt een poging toe gedaan, wel wordt er af en toe theorie behandeld.
Manipulating Variables (Discovery Driven) 44. Heeft de student de mogelijkheid verschillende variabelen te manupilieren, waardoor er verschillende oplossingen mogelijk zijn?	44. In prototype niet aanwezig.
Interaction with Game Environment (Contextually Situated) 45. Vindt er ook interactie met objecten plaats?	45. Op beperkte schaal. Zou moet de gekozen duiker gedragen worden naar de nieuwe locatie. Ook in de experimenteerruimte vindt er interactie plaats.
Synthesis of Knowledge (Instructionally grounded) 46. Vindt er integratie van verschillende theorieën plaats?	46. Vindt beperkt plaats bij de behandeling van de theorie. Is bij een korte oefening, zoals het prototype moeilijk te realiseren.
Replayable with Different Results (Consequentially Experienced) 47. Kan de game opnieuw gespeeld worden met andere variabelen en uitkomsten	47. In het prototype is één set van oplossingen opgenomen. Het prototype voorziet niet in andere parameters bij het opnieuw spelen.

Bijlage 5 Vragen enquête

In deze bijlage zijn eerst de vragen per categorie gegeven, daarna de lijst in zowel Nederlands als Engels zoals ze aan de studenten zijn aangeboden. Hierbij is de tekst iets verkleind zodat ze ook in dit rapport op één A4 passen.

Algemeen	A001	Geslacht : man / vrouw
	A002	Leeftijd:
	A003	Studierichting : CT , AET, …….
	A004	Nationaal / Internationaal
	A005	Studiejaar
	A006	Datum
	A007	Student / Docent / Overig
		(1=geheel oneens, 2=oneens, 3=neutraal, 4=eens, 5=geheel eens)
Playfulness	B001	Ik ben spontaan
	B002(R)	Ik ben fantasieloos
	B003	Ik ben flexibel
	B004	Ik ben creatief
	B005	Ik ben speels
	B006(R)	Ik ben niet orgineel
	B007(R)	Ik ben niet vindingrijk
Self-efficacy	C001	Ik heb zelfvertrouwen in wat ik kan;
	C002	Ik ben er zeker van dat ik dit onderwerp kan leren;
	C003	Ik blijf geloven in wat ik kan, ook bij tegenslag;
	C004	Ik blijf zelfverzekerd, ook bij kritiek van anderen;
	C005	Ik vertrouw erop dat mijn prestaties goed zijn.
Intrinsic Motivation	D001	ik wil mezelf graag verbeteren;
	D002	Ik wil graag uitgedaagd worden;
	D003	Ik vind het leuk om nieuwe dingen te leren;
	D004	Ik doe mijn best om zo goed mogelijk te presteren;
	D005	Ik ben bereid tijd te besteden in het leren.
Control	E001	Ik kon in mijn eigen tempo leren;
	E002	Ik kon op meerdere manieren het doel van de simulatie bereiken;
	E003	Ik kon zelf de volgorde kiezen tijdens de simulatie;
	E004	Ik heb inzicht gekregen in mijn eigen manier van leren;
	E005	Ik heb zelf gekozen hoe ik wilde leren;
	E006	Ik leerde door tijdens de simulatie zelf te ervaren wat wel en niet werkt.
Clear Goals	F003	Ik wist vooraf wat het doel was van de simulatie;
	F005	Ik wist wat ik aan het eind van de simulatie moest kunnen;
	F006	Wat ik leerde kan ik praktisch toepassen;
Skill Balance	F001	De inhoud van de simulatie was voor mij te moeilijk;
	F002(R)	De inhoud van de simulatie was voor mij te makkelijk;
Challenge	F004	Ik heb veel geleerd tijdens de simulatie;
	F007	De simulatie sloot aan bij mijn eigen belevingswereld;
	F008	Ik werd uitgedaagd in wat ik moest leren;

Feedback	G001	Ik kreeg steeds voldoende uitleg en begeleiding;
	G002	Ik wist voortdurend hoe goed ik het deed tijdens de simulatie;
	G003	Ik heb geleerd van mijn eigen fouten;
	G004	Ik leerde door zelfstandig te oefenen tijdens de simulatie;
	G005	Tijdens de simulatie had ik het gevoel dat ik steeds beter werd;
	G006	Ik merkte direct de effecten van wat ik deed tijdens de simulatie;
	G007	Ik wist steeds hoe ik mijn prestaties moest verbeteren;
	G008	De moeilijkheid van de simulatie werd aangepast aan mijn eigen niveau.
Flow	H001	Mijn aandacht was volledig bij de simulatie;
	H002	Ik voelde me actief betrokken bij de simulatie;
	H003	Ik kon me goed concentreren tijdens de simulatie;
	H004	Ik vond de manier van leren tijdens de simulatie plezierig;
	H005	Ik vond de simulatie leuk om te doen;
	H006	Ik kon zelf ervaren wat wel en wat niet goed werkte;
	H007	Ik vond de inhoud van de simulatie leerzaam.
Samenwerking	I001	Ik heb geleerd van de feedback van medestudenten;
	I002	Ik vond het samenwerkend leren nuttig;
	I003	Ik vond het leuk om samen te werken tijdens de simulatie;
	I004	Ik vond het overleggen met de medestudenten gemakkelijk gaan;
	I005	Ik heb veel geleerd van het overleggen met elkaar;
	I006	Ik vond het prettig om geholpen te worden door medestudenten;
	I007	Door zelf uitleg te geven aan anderen begrijp ik de leerstof beter.
Gebruik Virtuele Werelden	J001	Ik denk dat ik via een virtuele wereld beter kan leren
	J002	Leren in een virtuele wereld is effectiever dan in een klas.

LA52 Henk Massink 0863371

Vul deze vragenlijst in voor aanvang van de simulatie

Naam :	☐	☐	☐	☐	☐
Groep :	☐	☐	☐	☐	☐
Geslacht : man / vrouw	☐	☐	☐	☐	☐
Leeftijd:	☐	☐	☐	☐	☐
Studierichting : CT , AET, …….	☐	☐	☐	☐	☐
Nationaal / Internationaal	☐	☐	☐	☐	☐

	geheel oneens	**oneens**	**neutraal**	**eens**	**geheel eens**
Ik ben flexibel	○	○	○	○	○
Ik vind het leuk om nieuwe dingen te leren;	○	○	○	○	○
Ik vertrouw erop dat mijn prestaties goed zijn.	○	○	○	○	○
Ik ben bereid tijd te besteden in het leren.	○	○	○	○	○
Ik ben niet vindingrijk	○	○	○	○	○
ik wil mezelf graag verbeteren;	○	○	○	○	○
Ik ben spontaan	○	○	○	○	○
Ik blijf zelfverzekerd, ook bij kritiek van anderen;	○	○	○	○	○
Ik ben er zeker van dat ik dit onderwerp kan leren;	○	○	○	○	○
Ik ben fantasieloos	○	○	○	○	○
Ik doe mijn best om zo goed mogelijk te presteren;	○	○	○	○	○
Ik wil graag uitgedaagd worden;	○	○	○	○	○
Ik heb zelfvertrouwen in wat ik kan;	○	○	○	○	○
Ik ben creatief	○	○	○	○	○
Ik ben speels	○	○	○	○	○
Ik blijf geloven in wat ik kan, ook bij tegenslag;	○	○	○	○	○
Ik ben niet origineel	○	○	○	○	○

Aanvullende opmerking na uitvoering simulatie

LA52 Henk Massink 0863371

Vul deze vragenlijst in na uitvoering van de simulatie	geheel oneens	oneens	neutraal	eens	geheel eens
De inhoud van de simulatie was voor mij te makkelijk;	○	○	○	○	○
Ik leerde door zelfstandig te oefenen tijdens de simulatie;	○	○	○	○	○
Ik wist steeds hoe ik mijn prestaties moest verbeteren;	○	○	○	○	○
Ik wist voortdurend hoe goed ik het deed tijdens de simulatie;	○	○	○	○	○
Ik heb veel geleerd tijdens de simulatie;	○	○	○	○	○
Wat ik leerde kan ik praktisch toepassen;	○	○	○	○	○
Ik heb geleerd van de feedback van medestudenten;	○	○	○	○	○
Ik kon in mijn eigen tempo leren;	○	○	○	○	○
Ik kon zelf ervaren wat wel en wat niet goed werkte;	○	○	○	○	○
Ik heb veel geleerd van het overleggen met elkaar;	○	○	○	○	○
Ik kon me goed concentreren tijdens de simulatie;	○	○	○	○	○
Ik heb zelf gekozen hoe ik wilde leren;	○	○	○	○	○
Ik wist wat ik aan het eind van de simulatie moest kunnen;	○	○	○	○	○
Ik kon op meerdere manieren het doel van de simulatie bereiken;	○	○	○	○	○
De moeilijkheid van de simulatie werd aangepast aan mijn eigen niveau.	○	○	○	○	○
Ik vond de inhoud van de simulatie leerzaam.	○	○	○	○	○
Ik voelde me actief betrokken bij de simulatie;	○	○	○	○	○
Ik vond het overleggen met de medestudenten gemakkelijk gaan;	○	○	○	○	○
Leren in een virtuele wereld is effectiever dan in een klas.	○	○	○	○	○
Door zelf uitleg te geven aan anderen begrijp ik de leerstof beter.	○	○	○	○	○
Tijdens de simulatie had ik het gevoel dat ik steeds beter werd;	○	○	○	○	○
Ik heb inzicht gekregen in mijn eigen manier van leren;	○	○	○	○	○
Ik vond het prettig om geholpen te worden door medestudenten;	○	○	○	○	○
Ik wist vooraf wat het doel was van de simulatie;	○	○	○	○	○
Ik denk dat ik via een virtuele wereld beter kan leren	○	○	○	○	○
Ik kon zelf de volgorde kiezen tijdens de simulatie;	○	○	○	○	○
De inhoud van de simulatie was voor mij te moeilijk;	○	○	○	○	○
Ik vond het leuk om samen te werken tijdens de simulatie;	○	○	○	○	○
Mijn aandacht was volledig bij de simulatie;	○	○	○	○	○
Ik merkte direct de effecten van wat ik deed tijdens de simulatie;	○	○	○	○	○
Ik kreeg steeds voldoende uitleg en begeleiding;	○	○	○	○	○
Ik vond het samenwerkend leren nuttig;	○	○	○	○	○
Ik heb geleerd van mijn eigen fouten;	○	○	○	○	○
Ik vond de simulatie leuk om te doen;	○	○	○	○	○
Ik leerde door tijdens de simulatie zelf te ervaren wat wel en niet werkt.	○	○	○	○	○
Ik vond de manier van leren tijdens de simulatie plezierig;	○	○	○	○	○
Ik werd uitgedaagd in wat ik moest leren;	○	○	○	○	○
De simulatie sloot aan bij mijn eigen belevingswereld;	○	○	○	○	○

LA52 Henk Massink 0863371

Name:	☐	☐	☐	☐	☐
Group:	☐	☐	☐	☐	☐
Age:	☐	☐	☐	☐	☐
Study program : CT, AET, ……	☐	☐	☐	☐	☐

Complety this part of the survey before the simulation	**strongly disagree**	**disagree**	**neutral**	**agree**	**strongly agree**
I am flexible;	○	○	○	○	○
I like to learn new things;	○	○	○	○	○
I trust that my performance is good;	○	○	○	○	○
I am willing to spend time in learning;	○	○	○	○	○
I am uninventive;	○	○	○	○	○
I would like to improve myself;	○	○	○	○	○
I am spontaneous;	○	○	○	○	○
I remain confident, even in criticism of others;	○	○	○	○	○
I am sure I can learn this subject;	○	○	○	○	○
I am unimaginative;	○	○	○	○	○
I do my best to perform as well as possible;	○	○	○	○	○
I would like to be challenged;	○	○	○	○	○
I have confidence in what I can;	○	○	○	○	○
I am creative;	○	○	○	○	○
I am playful;	○	○	○	○	○
I still believe in what I can, even in adversity (misfortune);	○	○	○	○	○
I am unoriginal;	○	○	○	○	○

Remarks you want to add after finishing the simulation:

LA52 Henk Massink 0863371

complete this survey after the simulation	strongly disagree	disagree	neutral	agree	strongly agree
The content of the simulation was too easy for me;	○	○	○	○	○
I learned by practicing independently during the simulation;	○	○	○	○	○
I always knew how to improve my performance;	○	○	○	○	○
I constantly knew how well I wa doing during the simulation;	○	○	○	○	○
I learned a lot during the simulation;	○	○	○	○	○
What I learned I can apply practical;	○	○	○	○	○
I learned from the feedback of fellow students;	○	○	○	○	○
I could learn at my own pace;	○	○	○	○	○
I was able to experience what worked and what not worked;	○	○	○	○	○
I learned a lot from the consults with each other;	○	○	○	○	○
I could concentrate well during the simulation;	○	○	○	○	○
I choose how I wanted to learn;	○	○	○	○	○
At the end of the simulation I knew what I had to be able to do	○	○	○	○	○
I was able to achieve the purpose of the simulation in multiple ways;	○	○	○	○	○
The difficulty of the simulation was adapted to my own level.	○	○	○	○	○
I found the content of the simulation instructive.	○	○	○	○	○
I felt actively involved in the simulation;	○	○	○	○	○
I found the discussions with fellow students to be easy;	○	○	○	○	○
Learning in a virtual world is more effective than in a classroom.	○	○	○	○	○
By explaining to others I understand the subject matter better.	○	○	○	○	○
During the simulation, I had the feeling that I was getting better;	○	○	○	○	○
I have gained insight into my own way of learning;	○	○	○	○	○
I liked to be helped by fellow students;	○	○	○	○	○
I knew in advance what the purpose of the simulation was;	○	○	○	○	○
I think I can learn better through a virtual world	○	○	○	○	○
I could choose the order during the simulation;	○	○	○	○	○
The content of the simulation was too difficult for me;	○	○	○	○	○
I liked to work together during the simulation;	○	○	○	○	○
My attention was completely in the simulation;	○	○	○	○	○
I noticed immediately the effects of what I did during the simulation;	○	○	○	○	○
Everytime I got sufficient explanation and guidance;	○	○	○	○	○
I found collaborative learning useful;	○	○	○	○	○
I have learned from my own mistakes;	○	○	○	○	○
I found the simulation fun to do;	○	○	○	○	○
I learned by experiencing, during the simulation, what was working and wh	○	○	○	○	○
I found the way of learning during the simulation enjoyable;	○	○	○	○	○
I was challenged in what I had to learn;	○	○	○	○	○
The simulation was in line with my own world of experiences;	○	○	○	○	○

Bijlage 6 Resultaten SPSS berekeningen

In deze bijlage de volgende tabellen
- 6.1 Tabel met alle resultaten van de stellingen en variabelen
- 6.2 Tabel Pearson correlatie

6.1 Tabel met waardes per stelling en per variabele

Tabel 19 *Resultaten per schaal en stellingen.*

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Leeftijd	48	17	24	19,06	1,779
Playfulness (Cronbach's α = 0,663)	**50**	**2,86**	**5,00**	**3,770**	**,474**
B001 Ik ben spontaan	50	1	5	3,72	,858
B002 Ik ben fantasieloos (later omgezet)	50	1	3	1,86	,700
B003 Ik ben flexibel	50	2	5	3,80	,700
B004 Ik ben creatief	50	1	5	3,68	,868
B005 Ik ben speels	50	1	5	3,72	,809
B006 Ik ben niet origineel (later omgezet)	50	1	5	2,34	,895
B007 Ik ben niet vindingrijk (later omgezet)	49	1	4	2,33	,899
Self_Efficacy (Cronbach's α = 0,591)	**50**	**2,20**	**5,00**	**3,77**	**,431**
C001 Ik heb zelfvertrouwen in wat ik kan;	49	2	5	4,06	,689
C002 Ik ben er zeker van dat ik dit onderwerp kan leren;	50	1	5	3,88	,659
C003 Ik blijf geloven in wat ik kan, ook bij tegenslag;	50	1	5	3,76	,716
C004 Ik blijf zelfverzekerd, ook bij kritiek van anderen;	50	1	5	3,44	,907
C005 Ik vertrouw erop dat mijn prestaties goed zijn.	48	3	5	3,73	,536
Intrinsic_Motivation (Cronbach's α = 0,027)	**50**	**3,20**	**4,60**	**3,97**	**,308**
D001 ik wil mezelf graag verbeteren;	50	3	5	4,12	,627
D002 Ik wil graag uitgedaagd worden;	50	2	5	3,80	,700
D003 Ik vind het leuk om nieuwe dingen te leren;	50	3	5	4,22	,465
D004 Ik doe mijn best om zo goed mogelijk te presteren;	49	3	5	3,98	,559
D005 Ik ben bereid tijd te besteden in het leren.	50	2	5	3,74	,694
Control (Cronbach's α = 0,692)	**50**	**2,00**	**4,67**	**3,41**	**,511**
E001 Ik kon in mijn eigen tempo leren;	49	2	5	3,65	,855
E002 Ik kon op meerdere manieren het doel van de simulatie bereiken;	49	2	5	3,49	,767
E003 Ik kon zelf de volgorde kiezen tijdens de simulatie;	50	1	5	3,12	,895

E004 Ik heb inzicht gekregen in mijn eigen manier van leren;	50	1	5	3,20	,833
E005 Ik heb zelf gekozen hoe ik wilde leren;	50	2	5	3,40	,833
E006 Ik leerde door tijdens de simulatie zelf te ervaren wat wel en niet werkt.	49	1	5	3,65	,830
Clear_Goals (Cronbach's α = 0,521)	**50**	**1,67**	**4,67**	**3,23**	**,676**
F003 Ik wist vooraf wat het doel was van de simulatie;	50	1	5	2,84	1,037
F005 Ik wist wat ik aan het eind van de simulatie moest kunnen;	49	1	5	3,47	,960
F006 Wat ik leerde kan ik praktisch toepassen;	49	1	5	3,39	,837
Challenge (Cronbach's α = 0,612)	**50**	**2,00**	**4,67**	**3,35**	**,611**
F004 Ik heb veel geleerd tijdens de simulatie;	50	2	5	3,50	,678
F007 De simulatie sloot aan bij mijn eigen belevingswereld;	49	1	5	3,10	,895
F008 Ik werd uitgedaagd in wat ik moest leren;	49	1	5	3,47	,868
Skill_Balance (Cronbach's α =0,290)	**50**	**1,50**	**5,00**	**2,90**	**,647**
F001 De inhoud van de simulatie was voor mij te moeilijk;	49	1	5	2,63	,994
F002 De inhoud van de simulatie was voor mij te makkelijk; (later omgezet)	50	1	4	2,84	,681
Feedback (Cronbach's α = 0,724)	**50**	**2,38**	**4,25**	**3,45**	**,468**
G001 Ik kreeg steeds voldoende uitleg en begeleiding;	50	1	5	3,62	,945
G002 Ik wist voortdurend hoe goed ik het deed tijdens de simulatie;	50	2	5	3,44	,787
G003 Ik heb geleerd van mijn eigen fouten;	49	2	5	3,76	,596
G004 Ik leerde door zelfstandig te oefenen tijdens de simulatie;	50	1	5	3,24	1,001
G005 Tijdens de simulatie had ik het gevoel dat ik steeds beter werd;	49	2	5	3,78	,743
G006 Ik merkte direct de effecten van wat ik deed tijdens de simulatie;	50	2	5	3,64	,722
G007 Ik wist steeds hoe ik mijn prestaties moest verbeteren;	49	1	5	3,35	,751
G008 De moeilijkheid van de simulatie werd aangepast aan mijn eigen niveau.	49	1	4	2,78	,771

Flow (Cronbach's α = 0,795)	**50**	**2,71**	**4,86**	**3,72**	**,555**
H001 Mijn aandacht was volledig bij de simulatie;	50	1	5	3,34	1,022
H002 Ik voelde me actief betrokken bij de simulatie;	49	2	5	3,92	,731
H003 Ik kon me goed concentreren tijdens de simulatie;	49	1	5	3,22	1,006
H004 Ik vond de manier van leren tijdens de simulatie plezierig;	48	2	5	3,88	,841
H005 Ik vond de simulatie leuk om te doen;	48	2	5	4,08	,821
H006 Ik kon zelf ervaren wat wel en wat niet goed werkte;	49	2	5	3,96	,735
H007 Ik vond de inhoud van de simulatie leerzaam.	50	3	5	3,76	,591
Samenwerking (Cronbach's α = 0,743)	**50**	**2,14**	**4,71**	**3,85**	**,466**
I001 Ik heb geleerd van de feedback van medestudenten;	50	1	5	3,42	,950
I002 Ik vond het samenwerkend leren nuttig;	50	2	5	3,90	,678
I003 Ik vond het leuk om samen te werken tijdens de simulatie;	50	2	5	4,18	,629
I004 Ik vond het overleggen met de medestudenten gemakkelijk gaan;	50	2	5	3,86	,857
I005 Ik heb veel geleerd van het overleggen met elkaar;	50	2	5	3,96	,699
I006 Ik vond het prettig om geholpen te worden door medestudenten;	49	2	5	3,92	,640
I007 Door zelf uitleg te geven aan anderen begrijp ik de leerstof beter.	50	2	5	3,76	,716
Gebruik Virtuele Werelden (Cronbach's α = 0,685)	**50**	**1,50**	**5,00**	**3,40**	**,755**
J001 Ik denk dat ik via een virtuele wereld beter kan leren	50	1	5	3,34	,895
J002 Leren in een virtuele wereld is effectiever dan in een klas.	50	2	5	3,46	,838

6.2 Pearson correlatie

Tabel 20 *Pearson correlatie*

		Playfulness	Self-efficacy	Intrinsic Motivation	Control	Clear Goals Challenge Skill Balance	Feedback	Samenwerking	Flow
Playfulness	Pearson Correlation	1	,556**	,028	,260	,164	,234	,279*	,409**
	Sig. (2-tailed)		,000	,846	,068	,256	,101	,049	,003
	N	50	50	50	50	50	50	50	50
Self-efficacy	Pearson Correlation	,556**	1	,096	,348*	,322*	,357*	,223	,562**
	Sig. (2-tailed)	,000		,509	,013	,023	,011	,119	,000
	N	50	50	50	50	50	50	50	50
Intrinsic Motivation	Pearson Correlation	,028	,096	1	,148	,218	,140	,179	,176
	Sig. (2-tailed)	,846	,509		,306	,129	,333	,212	,221
	N	50	50	50	50	50	50	50	50
Control	Pearson Correlation	,260	,348*	,148	1	,601**	,647**	,614**	,603**
	Sig. (2-tailed)	,068	,013	,306		,000	,000	,000	,000
	N	50	50	50	50	50	50	50	50
Clear Goals Challenge Skill Balance	Pearson Correlation	,164	,322*	,218	,601**	1	,639**	,345*	,535**
	Sig. (2-tailed)	,256	,023	,129	,000		,000	,014	,000
	N	50	50	50	50	50	50	50	50
Feedback	Pearson Correlation	,234	,357*	,140	,647**	,639**	1	,464**	,668**
	Sig. (2-tailed)	,101	,011	,333	,000	,000		,001	,000
	N	50	50	50	50	50	50	50	50
Samenwerking	Pearson Correlation	,279*	,223	,179	,614**	,345*	,464**	1	,483**
	Sig. (2-tailed)	,049	,119	,212	,000	,014	,001		,000
	N	50	50	50	50	50	50	50	50
Flow	Pearson Correlation	,409**	,562**	,176	,603**	,535**	,668**	,483**	1
	Sig. (2-tailed)	,003	,000	,221	,000	,000	,000	,000	
	N	50	50	50	50	50	50	50	50

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Bijlage 7 Toestemming gebruik figuren in bijlage 1

Henk,
Thanks for the email and good luck with the studies. Feel free to use the figures you indicated.
Take care,
Karl

On Mon, Dec 8, 2014 at 12:01 PM, Henk Massink <h.massink@hz.nl> wrote:
From: Henk Massink <h.massink@hz.nl>
Subject: Request for use pictures
Dear Karl,
I am a lecturer Civil Engineering at the Hz University of Applied Sciences in the Netherlands.
I am trying to introduce virtual worlds in my education. I have your Learning in 3D and gamification books. They are great. At this moment I am following a master learning and innovation. As part of this master I am conducting a research on the use of virtual words in education. Actually I made a prototype exercise Fluid Dynamics in opensim. http://vimeo.com/111083419
I used the design-principles from your books for the prototype. 50 students did the exercise and I measured their flow. At this moment I am writing my report and for the report I would like to use some pictures from the Learning in 3D book.
figure 4.1 3DLE Design Principles (Kapp & O'Driscoll, 2010, p.71)
figure 4.2 Macrostructures (Kapp & O'Driscoll, 2010, p.79)
figure 4.3 Macrostructures (Kapp & O'Driscoll, 2010, p.81)
figure 4.4. Seven VIE Sensibilities (Kapp & O'Driscoll, 2010, p.82)
figure 4.5 Alignment of Model Elements (Kapp & O'Driscoll, 2010, p.83)
Actually the pictures I used are from a Powerpoint Presentation from Slideshare. Their quality was much better.

Greetings from the Netherlands
Henk Massink

This mail is sent via contact form on Karl Kapp http://karlkapp.com
Karl M. Kapp, Ed.D., CFPIM, CIRM
Assistant Director, Institute for Interactive Technologies
Professor of Instructional Technology
Bloomsburg University
Sutliff Hall, Bloomsburg, PA, 17815-1301
570-389-4849 (direct)
570-389-4506 (office)
karlkapp@gmail.com
Author of: The Gamification of Learning and Instruction
Visit Karl at www.karlkapp.com

LA52 Henk Massink 0863371

Dag Henk,

Klinkt erg leuk je onderzoek. Heb je al resultaten al of ga je nog een keer testen?
Je kunt de figuren en vragen gebruiken als je ze refereert. Voor het raamwerk figuur kan je het beste met 'adopted from…' en referentie verwijzen.
Voor het zelfdeterminatiemodel kan je misschien beter direct verwijzen naar Ryan en Deci, aangezien dit niet van ons komt.
Heel veel succes nog met schrijven! We zouden het leuk vinden om je verslag te ontvangen als het openbaar is.

Hartelijke groet,
Gillian

G.C. (Gillian) Visschedijk
Researcher / Consultant
Training & Performance Innovations

T +31 (0)88 866 35 70
M +31 (0)6 117 831 74
E gillian.visschedijk@tno.nl

Location
Disclaimer

Beste Gillian,

Het is al enige tijd geleden dat we contact hebben gehad. Ik heb toen gevraagd om een copie van het rapport Effectiviteit van serious gaming in het onderwijs.

Ondertussen ben ik met mijn onderzoek bezig voor de master leren en innoveren. Daarbij heb ik een prototype oefening Fluid Dynamics in een virtuele wereld gemaakt. Dit prototype heb ik getest op studenten en ik ben nu met mijn eindverslag bezig. In mijn theoretisch kader verwijs ik naar

Oprins, E.A.P.B., Bakhuys Roozeboom, M.C., Visschedijk, G.C., & Kistemaker, J.A. (2013) TNO 2013 R10415, Effectiviteit van serious gaming in het onderwijs. *TNO*

Daarbij wil ik ook een aantal figuren uit het rapport gebruiken, nml
Figuur 2 TNO evaluatieraamwerk (Oprins e.a. 2013, p.9)
Figuur 4 Zelfdeterminatietheorie (gebaseerd op Oprins e.a. 2013, p.11) en

Daarnaast wil ik de vragen uit jullie onderzoek gebruiken voor mijn onderzoek.

Kan ik hier toestemming voor krijgen?

Met vriendelijke groeten / Kind regards,

Henk Massink
Senior Lecturer Water Management and Civil Engineering at the Delta Academy

HZ, University of Applied Sciences
P.O. Box, 4380 AJ Vlissingen, The Netherlands
Edisonweg 4, 4382 NW Vlissingen, The Netherlands
T: +31 (0)118 – 48 92 45
M: +31 (0)6 - 21 34 02 56
www.hz.nl / www.deltaacademy.nl