Augmented and Virtual Reality

Konzeptentwicklung und Designprozess für die Anwendung Underwater Protection

Augmented und Virtual Reality
Fachhochschule Kiel, WS 21/22
Prof. Dr. Patrick Rupert Kruse, Prof. Dr.-Ing. Felix Woelk
Ein Dokument von Marvin Ottersberg und Micha Tom Wewers

Vorwort **3**

Ideenfindung **3**
Erste Idee: Handpan lernen 3
Zweite Idee: Defeat the Virus 4
Dritte Idee: Underwater Protection 5
FDD-Framework zur dritten Idee: Underwater Protection 7
Reflektion 8

Story Interaction Flow **9**
Vorgehen 9
Durchführung 9
Reflektion 12

Physischer Prototyp **13**
Vorgehen 13
Durchführung 14
Reflektion 15

Gestaltung der Räume **16**

Testing **20**
Vorgehen 20
Durchführung 20
Feedback der Präsentationen 20
Testing mit Versionskontrolle 23
Reflektion 25

Immersives Lernen **26**

Reflektion **28**

Vorwort

Dieses Dokument stellt die gesammelte Dokumentation des Konzept- und Designentwicklungsprozesses der Anwendung Underwater Protection dar. Die Aufgabe im Modul Augmented und Virtual Reality war es in Gruppen von 2 Personen eine VR oder AR-Anwendung zu entwickeln, die es dem/der Nutzer*in ermöglicht das umgesetzte Thema zu erlernen. Der Fokus sollte dabei darauf gelegt werden, wie Lerninhalte präsentiert und mit Hilfe einer interaktiven Narration vermittelt werden. Folgend wird dies von der Ideenfindung bis zum wissenschaftlichen Bezug der späteren Anwendung dargestellt. Die explizite technische Umsetzung ist nicht Teil dieses Dokumentes.

Ideenfindung

Erster Schritt war die Suche nach einer passenden Idee. Hierfür wurden drei mögliche VR oder AR Anwendungen ausgearbeitet, die im Folgenden beschrieben werden. In den Seminaren haben wir von den übrigen Teilnehmer*innen Feedback zu diesen Ideen bekommen. Folgend werden die Ausarbeitungen unserer drei Ideen beschrieben, sowie das zugehörige Feedback und unsere finale Entscheidung für eine Idee festgehalten.

Erste Idee: Handpan lernen

Unsere erste Idee bestand darin, das Instrument Handpan über eine VR-Anwendung zu erlernen. Als Zielgruppe wurden Musikinteressierte identifiziert, die Handpan lernen oder ausprobieren wollen. Wir dachten zudem, dass die Anwendung für Menschen interessant sein könnte, in deren Haus es nicht laut werden darf, wodurch sie viele Instrumente nicht spielen können. Eine Handpan ist vergleichsweise teuer, der Preis liegt im vierstelligen Bereich. Dies könnte viele abhalten, sich eine Handpan selber anzuschaffen. Um das Instrument auszuprobieren und die Klänge einmal immersiv zu erleben, bietet sich also eine VR-Anwendung an.

Für die Technologie könnte man, falls an der Fachhochschule vorhanden, auf die Oculus Quest (ggf. mit Handtracking) zurückgreifen. Außerdem sollte auf gute Kopfhörer geachtet werden. Das spätere Gameplay würde sich an anderen Apps in diesem Bereich orientieren (bspw. Percussive VR). Eine Möglichkeit wäre es, dass der/die Nutzer*in auswählen kann, ob man Noten lernen, Songs oder frei spielen möchte. Selbst so etwas wie Noten lernen macht in VR wahrscheinlich mehr Spaß und das Lernen in VR schneidet laut einer Studie[1] im Vergleich zum Lernen mit einem Textbuch oder einem Video auch besser ab. Es wäre auch möglich, Missionen einzubauen, wo man spielerisch lernt und weitere Missionen oder Songs freischalten kann. Als innovative Aspekte könnte man kleine Challenges und eine Möglichkeit zur Aufnahme des Gespielten anbieten, da diese Funktion bislang von keiner uns bekannten Anwendung angeboten wird.

Bei der Präsentation im Seminar hat diese Anwendung wenig Zuspruch bekommen und es wurde auf elektronische Alternativen hingewiesen, die zumindest den Aspekt des lauten Instrumentes obsolet machen und wahrscheinlich auch nicht so teuer sind. Zum anderen würde eine VR-App kein gleichwertiges Feedback geben können wie es eine originale

[1] Allcoat, D. & von Mühlenen, A. (2018). Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Research in Learning Technology*, *26*(0). https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2140

Handpan tun würde. Vibrationen sind als Ersatz ungenügend. Der schwerwiegendste Aspekt,der gegen diese Idee spricht, war, dass wir kein Wissen und keine Erfahrung im Musikbereich, geschweige denn in dem Spielen von einer Handpan aufweisen können. Wir bräuchten dementsprechend Experten, die uns beraten und dies hätte den Aufwand enorm erhöht. Außerdem hätten wir viel Zeit alleine mit der Aufnahme von Audio verbringen müssen.

Zweite Idee: Defeat the Virus

Unsere zweite Idee war ein VR-Escape Room, in dem die Nutzenden einen Impfstoff gegen einen Virus entwickeln müssen, um aus einem Labor zu entkommen. In dem Labor müssen dann weitere Rätsel gelöst werden, um sozusagen Raum für Raum und Schritt für Schritt Richtung Impfstoff zu gelangen. Unsere Zielgruppe besteht dabei wahrscheinlich aus Schüler*innen wie auch volljährigen Personen, da es für diese am sinnvollsten ist, über die Herstellung eines Impfstoffes Wissen zu erlangen und mit dem realen Kontext zu verbinden. Möchte man den Fokus eher auf eine Lernanwendung legen, ergibt es Sinn sich auf Schüler*innen als Zielgruppe zu fokussieren. Das ganze würde für die Oculus Rift oder die HTC Vive entwickelt werden. Für eine genaue Festlegung auf eine Hardware fehlt zum aktuellen Zeitpunkt noch Hintergrundwissen über die Eigenschaften der einzelnen Brillen.

Ziel der Anwendung ist, die Nutzenden emotional zu erreichen und einen Bezug zur aktuellen Corona-Lage zu schaffen. Dabei soll das Vertrauen in die Impfstoffe gestärkt werden, indem klar kommuniziert bzw. sogar selber angewendet wird, wie Impfstoffe hergestellt werden. Es soll deutlich werden, dass eine Impfung immer besser ist, als zu erkranken und das auch schnell hergestellte Impfstoffe auf erprobten Verfahren und vertrauenswürdiger Expertise beruhen, auch aktuell entwickelte Impfstoffe werden nicht ohne gründliche Prüfung herausgebracht. Diesen Aspekte würden wir auch in einer späteren Anwendung berücksichtigen. Die Nutzer*innen müssen deshalb Herausforderungen überwinden und ggf. von Vorne beginnen, wenn im Spiel nicht alles perfekt gelöst wird. Durch Aspekte eines Escape-Rooms, wie z.B. Rätsel oder das Suchen nach versteckten Hinweisen, soll der Spielspaß angeregt werden. In einer Studie von Grams, Pillath & Schwozer wurde bestätigt, dass Escape-Rooms Mitarbeitende für das digitale Lernen begeistern können und hier Gamification eine besondere Rolle spielt.[2] Einen Gamification-Ansatz sehen wir auch für unser diese Idee.

Der zu spielende Charakter wäre ein*e neue*r Wissenschaftler*in in dem Labor. Der/die Nutzer*in muss anderen Wissenschaftler*innen im Labor behilflich sein und eigene Aufgaben absolvieren. In dem Kontext soll eine gewisse Spannung herrschen, die die Lage erfordert, aber dennoch der professionellen Herangehensweise nicht im Wege steht.
Bei unserer Recherche haben wir keine weiteren Anwendungen gefunden, bei denen man einen Impfstoff selber herstellen muss, allerdings eine VR-Anwendung namens Eit Health, die von der EU mitentwickelt wurde, in der man übe die Vorteile von Impfung und der Herdenimmunität informiert wird. Diese hätten wir als Inspiration und für Faktenwissen herangezogen.

---

[2] Gramß, D., Pillath, P. & Schwozer, C., (2018). Escape Room – Mitarbeitende für digitales Lernen begeistern. In: Dachselt, R. & Weber, G. (Hrsg.), Mensch und Computer 2018 - Workshopband. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.. DOI: 10.18420/muc2018-demo-0507

Das Feedback zur zweiten Idee hat ergeben, dass diese Idee viel Potenzial hat, nicht nur in Schulen zur Wissensvermittlung, sondern auch in der breiten Bevölkerung als Sensibilisierung für die Impfung angewendet zu werden. Wir haben uns allerdings entgegen des Feedbacks (7 von 13 Stimmen aus dem Seminar) nicht für Defeat the Virus entschieden, weil wir enorme Recherchen zu Viren und Impfstoffen durchführen müssten und es natürlich sein kann, dass in diesem Feld nicht alles frei einsehbar ist. Man müsste bedingt durch das Gameplay auch darauf achten, dass man als Nutzer*in nicht einfach Objekte im Laborraum hin und her werfen kann.

Die Idee ist zwar prädestiniert für die Anwendung in Schulen, könnte allerdings auch zu teuer werden, wenn viele Headsets angeschafft werden müssen, vorausgesetzt man würde dauerhaft VR Anwendungen in den Schulen für die Erweiterungen des Lernprogramms nutzen wollen. Vorstellbar wäre aber auch ein Programm, dass für einen jeweils begrenzten Zeitraum an einer Vielzahl von Schulen nacheinander stattfindet. Hier wären die Anschaffungskosten deutlich geringer Dennoch müsste diese Anwendung immer aktuell gehalten werden, da die Entwicklung im Bereich der Impfstoffe rasend schnell vorangeht und man selbstverständlich keine veralteten Informationen vermitteln möchte. Aus dem Feedback ist außerdem hervorgegangen, dass das Genre weniger ein Escape-Room, sondern eher ein klassisches Spiel mit Fortschrittsbalken oder ein Job-Simulator wäre.
In unserer Überzeugung, dass in die Anwendung keine ablaufende Zeit eingebaut werden sollte, wurden wir bestätigt.
Unsere finale Entscheidung ist auf die dritte Idee gefallen. Wie folgend erläutert werden soll, hatten wir bei dieser bereits die konkreteste Idee für eine Story.

Dritte Idee: Underwater Protection

Unsere dritte Idee richtet sich an Schüler*innen (ab 12 Jahren, um eine gewisse Medienerfahrung vorauszusetzen) und Menschen, die einen Bezug zum Meer, sowie dem Natur-und Artenschutz aufweisen. Auch diese Idee würde als VR-Anwendung umgesetzt werden, wahrscheinlich auch auf der Oculus Rift oder der HTC Vive.
Die Nutzenden sollen unter Wasser verschiedene Aufgaben lösen. Unsere bisherigen Ideen waren:

- Müll zu sammeln
- ein Ölleck zu schließen
- Schleppnetze herauszuziehen
- Tiere aus Notsituationen zu retten.

Bei dem Ölleck soll ggf. ein technischer Bezug zur Lösung der Aufgabe hinzugezogen werden.

Das Ziel der Anwendung ist es, auf Tierleid und die Zerstörung der Unterwasserwelt durch Verschmutzung hinzuweisen. Außerdem soll der Nutzer emotional sensibilisiert und zur Handlung bewegt werden. Das Lösen der Aufgaben soll Spaß machen, aber auch Wissen vermitteln. So können wir uns vorstellen, dass Fakten und Wissen in Zwischensequenzen oder während der Aufgabe über Audio vermittelt wird. Wir wollen zeigen, welche Probleme es unter Wasser gibt und dass es wichtig, aber schwierig ist diese zu lösen.

Der/Die Nutzer*in ist ein*e Forschungstaucher*in, der/die von einem Wissenschaftler oder einem Tier durch die Aufgaben der Unterwasserwelt geleitet wird und die oben genannten

Challenges lösen soll. Wenn diese gelöst werden, erhebt sich der Ocean Health Index, welches den Nutzenden angezeigt wird. Dies ist eine Skala, die die Gesundheit der Meere für jedes Land misst und z.B. die Sauberkeit des Wassers und die Biodiversität mit einbezieht. Der Index soll durch den/die Nutzer*in angehoben werden. Manche Challenges können durch eine ablaufende Zeit in der Spannung erhöht werden.

In unserer Recherche haben wir zwei Anwendungen gefunden, die ähnliches umgesetzt haben. In Free Diver Triton Down spielt man eine Free-Diverin, die für einen Wissenschaftler etwas entdecken soll.
In Operation Apex sollen unter Wasser Daten gesammelt und die Umgebung entdeckt werden.
Im Gegensatz zu diesen beiden Anwendungen wollen wir eine aktive Auseinandersetzung der Nutzenden mit den Problemen der Unterwasserwelt bewirken. Wir möchten nicht nur Daten und Fakten darüber mitteilen, sondern den/die Nutzer*in an der Lösung teilhaben lassen.

Zu dieser Idee gab es ebenfalls viel Resonanz (6 von 13 Stimmen) und vor allem Begeisterung. Wir haben hier ein klares Gameplay vor Augen und einen Ablauf von Challengen die im späteren Spiel gelöst werden müssen. Wir sehen hier Potenzial, schnell ein Minimum Viable Product zu erstellen. Die größte Herausforderung wird die realistische Darstellung der Unterwasserwelt sein.
Hierauf bezogen sich auch viele Aspekte des Feedbacks. Nicht nur Wasser, sondern auch Tiere und die Umgebung müssen realitätsnah dargestellt (und ggf. animiert) werden. Hier wird für uns vor allem die Auswahl und die Verfügbarkeit von Assets entscheidend sein. Zudem wird eine korrekte Simulation der Bewegung unter Wasser eine Herausforderung. Es muss berücksichtigt werden, dass der/die Nutzer*in schnelle Bewegungen ausführen kann, diese dann aber unter Wasser verlangsamt sind. Dies kann zu Verwirrung führen. Es wurde bemerkt, dass die Bewegungen in einer Art Anzug anzuführen eine Möglichkeit wäre, um eine verlangsamte Bewegung zu simulieren.
Die Idee, das ganze Spiel in einer Art Zeichentrick-Stil umzusetzen, haben wir aufgenommen.

Wie beschrieben ist bei der dritten Idee ist unsere Vision und unser Vorwissen am weitesten ausgereift. Aus genannten Gründen haben wir uns dafür entschieden, die Idee Underwater Protection umzusetzen.
Wir erhoffen uns bei der Idee Underwater Protection einen vielversprechenden Effekt auf das Verhalten der Menschen in der realen Welt im Bezug zur Verschmutzung der Meere bewirken zu können. So heißt es in der Forschung von Schweiger und Fahr (2013), dass die Modelle der “Theory of Reasoned Action” und der “Theory of Planned Behaviour”, durch den Aspekt des früher ausgeübten Verhaltens gelegentlich erweitert werden.[3]
Folglich besteht die Hoffnung dass eine in der Vergangenheit ausgeübte Rettung der Meere in der virtuellen Welt das zukünftige Verhalten der Menschen in der realen Welt beeinflusst.

---

[3] Schweiger, W. & Fahr, A. (2013). *Handbuch Medienwirkungsforschung* (2013. Aufl., S. 321). Springer VS.

FDD-Framework zur dritten Idee: Underwater Protection

Um die Idee Underwater Protection weiter auszuarbeiten und das Core-Concept klar zu definieren, haben wir uns die formalen Elemente des FDD-Frameworks zur Hilfe genommen. Wir haben uns dafür entschieden bei der Story des Spiels zuerst auf eine der vier Challenge zu fokussieren.

Die Challenge “Müll sammeln” war für uns am realistischsten und sinnvollsten umzusetzen. Alle vier Challenges umzusetzen, hätte den machbaren Rahmen überstiegen.
Wir würden die Anwendung als Singleplayer planen, in dem der/die Nutzer*in mit Lebewesen und Gegenständen interagieren können (*Player Interaction Pattern aus dem FDD-Framework*).

Das primäre *Objective* der Anwendung ist das Sammeln von Müll, um den OHI-Index anzuheben. Als Sekundärziel und um den Spielspaß zu erhöhen, kann man die Unterwasserwelt entdecken. Zum *Objective* gehört ebenfalls, dass wir uns Gedanken darüber machen, wie unsere Anwendung enden soll. Wir haben durch ein Seil mit einer festgelegten Länge, an dem man sich entlang hangeln muss ein klar definierten Start und Endpunkt des Spiels. Hier könnte sich dann eine Unterwasserstation befinden, aus der man startet und die Anwendung beendet. Alternativ startet man auf einem Boot über Wasser und seilt sich dann auf den Boden. Auch möglich wäre es, direkt unter Wasser am Seil zu starten. Dann würde man die Info über Audio bekommen, dass der Wissenschaftler sich auf einem Boot befindet, sodass man sich nicht wundert, wie man dorthin gekommen ist.
Das Spiel wäre zu Ende, wenn man das Seil wieder und die Information bekommt, wie gut man abgeschlossen hat und wie viel man entdeckt hat.

Wir können uns verschiedene Arten von Gegenständen vorstellen, u.a. Müll, Flaschenpost und Schätze die gefunden werden können. Mit der Hand oder mit einem magnetischen Greifarm soll mit diesen Gegenständen interagiert werden. Die andere Hand kann zu jedem Zeitpunkt vom Seil losgelassen werden(*Procedures).*
Auf der Hand zeigt eine Uhr weitere Informationen (z.B. Wassertiefe), Erklärungen und ggf. Wiederholung des Gesagten des Wissenschaftlers an.

Als Grenzen des Spiels (*Boundaries*) bietet es sich bei uns an, dass sich die Nutzenden nur in einem bestimmten Umkreis des Seils bewegen oder interagieren können. Dies ist ebenfalls sehr leicht umzusetzen. Durch die Beschränkung des virtuellen Raums und der Länge des Greifers am Arm ist die Grenze quasi schon festgelegt.
Als *Charaktere* finden wir in unserer Anwendung den Wissenschaftler und die Lebewesen unter Wasser, mit denen interagiert werden kann. Dies können zum Beispiel Fische, Wale oder Haie sein. Der/Die Nutzer*in selber ist ein*e Taucher*in einer Organisation und verantwortlich für eine bestimmte Route, die regelmäßig gereinigt werden muss. Der Wissenschaftler ist sehr erfahren, in dem was er tut und kann einem hilfreiche Tipps über das Headset mitteilen. Über die Kamera kann er alles sehen was man tut. Die Kamera dient zudem zur Aufzeichnung und Datenaufnahme.
In unserer Anwendung haben verschiedene Dinge einen gewissen Wert für die Nutzer*innen (*Resources)*. Die Menge an gesammeltem Müll, die Anzahl an entdeckten Lebewesen, die Anzahl an gefundenen Geheimnissen wie z.B. einer Flaschenpost und der OHI-Index sind essenziell.

Zum Schluss (*Outcome)* kommt der/die Nutzer*in wieder an einem Ende des Seils an und schwimmt dieses wieder hoch. Zu diesem Zeitpunkt wurde eine bestimmte Anzahl an Müll gesammelt und es wurden verschiedene Gegenstände und Lebewesen entdeckt, für die man vom Wissenschaftler beglückwünscht wird.

Reflektion

Die eigene Idee auszuformulieren und für andere Personen verständlich zu machen ist eine Herausforderung, bei der uns das Game-Pitch-Doc und das FDD-Framework sehr behilflich war. Es ist immer hilfreich, wenn man nur Fragen beantworten muss, wie man sich etwas vorstellt und so zu einer besseren Definition seiner eigenen Idee kommt. Das Game-Pitch-Doc war nebenbei auch noch sehr inspirierend, wenn man im Hinterkopf hat, dass viele Spiele-Entwicklerstudios dies ebenfalls benutzen, um ihre Anwendungen auszuarbeiten.
Besonders hilfreich sind in beiden Frameworks die grundverschiedenen Bereiche gewesen. Über die Prämisse und die Story macht man sich irgendwie immer Gedanken, aber sowas wie die *Boundaries, Resources* und *Outcome* kann schon einmal übersehen werden. Die beiden wichtigsten Aspekte, die wir mitnehmen ist, dass wir durch die Frameworks ein klares *Objective* und ein klares Ende des Spiels besitzen. Wir haben uns noch daran erinnert, dass in der Vorlesung gesagt wurde, dass viele Spiele es nicht schaffen, ein klares Ende hinzubekommen.

Story Interaction Flow

Vorgehen

Um die Story unserer Idee auszuarbeiten, haben wir einen Story-Interaction Flow erstellt. Dieser findet sich in Abbildung 1 wieder. Die in der Anwendung *Underwater Protection* erzählte Story lässt sich am ehesten als einer Interactive Traditional Story ähnlich beschreiben, auch wenn sie sich keiner Kategorie voll und ganz zuordnen lässt. Merkmale einer solchen Story sind, dass es eine strikte Erzählstruktur gibt, die jedoch einen gewissen Grad Interaktivität zulässt. Mit dieser Interaktivität kann jedoch die eigentlich erzählte Geschichte nicht beeinflusst werden. Für die Nutzer*innen besteht die Möglichkeit der Interaktion mit der Umwelt, indem Tiere entdeckt und Müll gesammelt werden kann. Dennoch ist die Entscheidungsfreiheit eingeschränkt. Egal welche Entscheidung man in der Unterwasserwelt trifft, am Ende taucht man an der Wasseroberfläche auf. Außerdem hat man keine andere Möglichkeit als stetig dem Seil unter Wasser zu folgen. Somit haben wir eine für den Nutzenden interessante Erzählstruktur, halten den Aufwand der Umsetzung aber dennoch in einem machbaren Rahmen.

Durchführung

Die blauen Kreise im Story Interaction Flow gehören zur Story, gelbe Kreise beschreiben Interaktionsmöglichkeiten. Jeder Kreis beinhaltet einen Bezeichner, auf den wir uns im Folgenden beziehen werden. **S1** steht für die erste Story, **I1** für die erste Interaktion, usw.

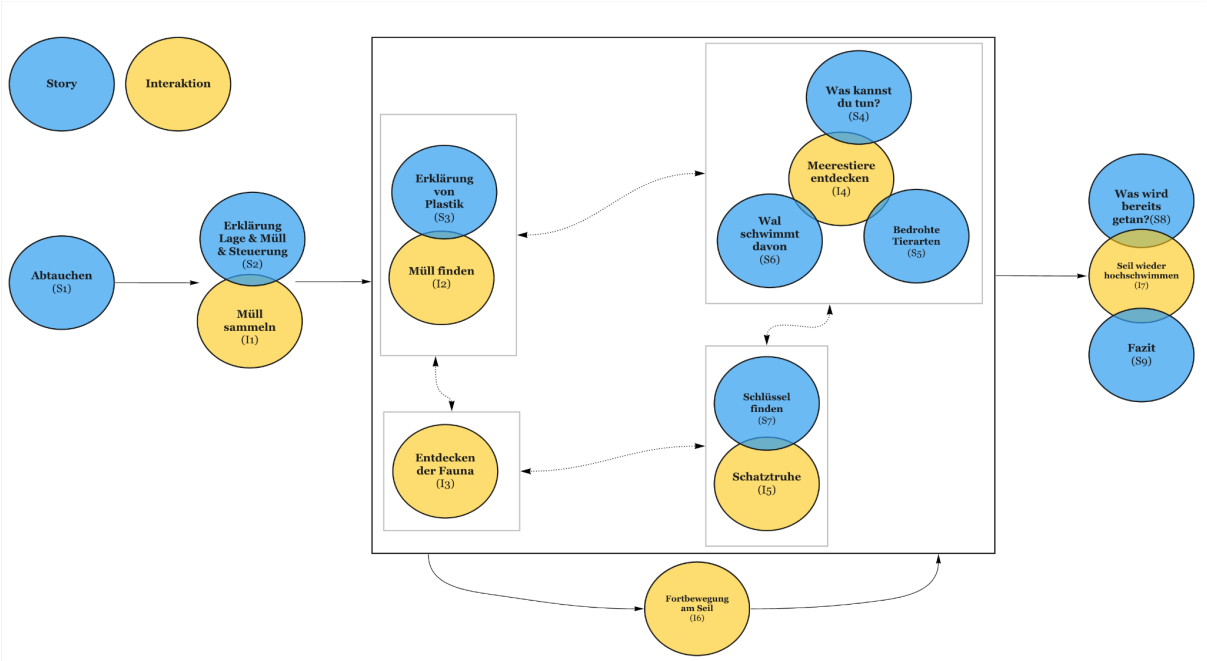

Abbildung 1: Story-Interaction-Flow

S1: Die Story beginnt ohne Interaktionsmöglichkeit, indem der/die Nutzer*in abtaucht. Was sich hier ähnlich einer Filmsequenz vorgestellt wird, lässt sich technisch später ggf. am einfachsten als Unity Animation umsetzen. Der/Die Nutzer*in erlebt in diesem Storyabschnitt den Abtauchvorgang unter die Wasseroberfläche und sieht beim Herabtauchen den Müll,

der auf dem Meeresboden liegt. Außerdem bekommt man eine Einführung in die Situation, die ein Wissenschaftler per Audio durch das Headset erläutert.
Der Wissenschaftler befindet sich an der Wasseroberfläche und beginnt damit sich vorzustellen. Er informiert den/die Nutzer*in, dass er/sie über eine Kamera das Blickfeld sieht und ihm/ihr also in jeder Situation mit Rat und Tat zur Seite steht.
Er erzählt, dass man ein*e Forschungstaucher*in der Organisation Protect Sea sei und die durch das Seil abgesteckte Route entlang tauchen muss und an dieser entlang den Ozean reinigen soll. Der Wissenschaftler soll den/die Nutzer*in außerdem dazu auffordern die Schönheit der Unterwasserwelt entlang der Route zu entdecken. Hierdurch soll man erfahren, warum die Unterwasserwelt schützenswert ist. Der Wissenschaftler führt in diesem Abschnitt ebenfalls in die wichtigste Steuerung, u.a. um sich am Seil fortzubewegen und Müll aufzusammeln, ein.
Eines der wichtigsten Hilfsmittel unter Wasser ist die Uhr am rechten Arm, die Informationen liefert. Auch auf diese weist der Wissenschaftler hin. Bei Spielbeginn vibriert die Uhr und zeigt “Zieltiefe erreicht” als Text an. Parallel zur Einführung in die Steuerung werden die zu benutzenden Knöpfe auf der Uhr dargestellt.

S2:
Darauf führt der Wissenschaftler in die geographische Lage ein. Er erklärt, dass sich der/die Taucher*in an der europäischen Atlantikküste befindet. Den Nutzenden wird verdeutlicht wie viel Müll sich am Meeresboden befindet. Er/sie wird darin eingeführt, dass Umweltverschmutzung ein großer und wichtiger Faktor unter Wasser ist. Der/Die Nutzer*in wird darauf hingewiesen, dass sein/ihr Müllsammeln direkte Auswirkungen auf einen Index, den OHI, hat. Er/Sie bekommt erklärt, was der OHI-Index ist und dass dieser für jedes gesammelte Müllstück ansteigt.
I2:
Während der Erklärung zur Steuerung soll der/die Nutzer*in diese ausprobieren und sich einmal am Seil fortbewegen und einmal Müll aufsammeln. Man soll sehen, dass dadurch der OHI-Index auf der Uhr angehoben wurde.

In Abbildung 1 sieht man einen großen Kasten. In diesem befinden sich die wichtigsten Story- und Interaktionsmöglichkeiten. Hier merkt man auch die Aspekte der Interactive Traditional Story ganz deutlich. Der/die Nutzer*in kann diese Möglichkeiten in verschiedener Reihenfolge erreichen. Es wird eine Illusion von Kontrolle und freier Wahl simuliert, es befindet sich aber immer innerhalb der vorgesehenen Struktur der Erzählung. Im übertragenen Sinne haben wir diese eingeschränkte Handlungsauswahl auch im physischen Prototypen (siehe S. XX) dargestellt: Das Seil befindet sich zwischen zwei Wänden und man ist durch diese in den Handlungsoptionen eingeschränkt.

I7:
Unsere Hauptbewegungsart, das Entlangziehen am Seil, verbindet jede der Handlungsoptionen innerhalb des Kastens miteinander und wird deswegen unterhalb dargestellt.

S3 & I2:
Der/Die Nutzer*in kann verschiedene Arten von Müll finden. Von großen Teilen, wie Autoreifen, Mülltüten und Bierflaschen bis hin zu Mikroplastik. Hierzu gibt der Wissenschaftler nützliche Informationen z.B. zu der Menge an Plastik, die im Ozean landet

oder den Folgen von Mikroplastik. Wird Müll aufgesammelt, erhöht sich die Anzeige auf der Uhr, wie viel Müll schon gesammelt wurde.

I3:
Der/Die Nutzer*in kann die Fauna entdecken und auf verschiedene Arten und Weise mit ihr interagieren. So soll man die Ursachen für das Korallensterben sehen und realisieren, wie schön eine gesunde Unterwasserwelt sein kann. Korallen haben normalerweise eine enorme Farbenvielfalt, die sie aber verlieren, wenn sie absterben. Dann sind sie komplett weiß.

I4:
Als eine der beiden Hauptinteraktionen soll der/die Nutzer*in Meerestiere entdecken. Dies geschieht über das geplante Vorbeischwimmen von Fischschwärmen oder einem Wal und dem Tracken, ob der/die Nutzer*in dort gerade hinschaut.
S4:
Der Wissenschaftler gibt dem/der Nutzer*in Vorschläge, über die verschiedensten Handlungsoptionen, um Tieren zu helfen. So kann man damit beginnen, weniger Fisch zu konsumieren, weniger Plastikverpackungen zu kaufen, da Plastikmüll langfristig im Meer landet und Tiere sterben lässt oder Müll von der Straße aufzuheben.
S5:
Der Wissenschaftler erzählt, wie viele Tierarten es gibt und welche bedroht sind und welche Auswirkungen es hat, wenn bestimmte Arten aussterben.
S6:
Ein vorbeischwimmender Wal wird durch die schönen Walgesänge angekündigt und man sieht ihn vorbeischwimmen. Daraufhin wird er von Lärm, in unserem Fall von Motorenlärm eines Bootes, gestört und schwimmt weg.

S7 & I5:
Als kleines Rätsel haben wir vorgesehen, dass der/die Nutzer*in eine Schatztruhe findet. Diese ist allerdings verschlossen und man muss erst den Schlüssel suchen. Wenn man diesen findet, kann man die Truhe öffnen und Gold finden. Außerdem befindet sich dort ein Zettel mit einem Gruß von den Entwicklern. Hier werden also die Credits der Entwickler angegeben.

I7:
Zu guter Letzt kann man das Seil wieder hochschwimmen und hat damit das Ende der Anwendung erreicht. Hierauf soll eine Filmsequenz/Animation folgen, wie man das Seil hochschwimmt und aus dem Wasser wieder auftaucht.
S8:
Während des Auftauchens bekommt man noch Hinweise auf real umgesetzte Initiativen wie z.B. Ocean Cleanup, und den Appell, selber zu recherchieren und sich ein Bild zu machen, was es schon gibt und wie man selber mitmachen kann.
S9:
Der/Die Nutzer*in bekommt das Ergebnis mitgeteilt, wie erfolgreich die ganze Aktion war. So kann es sein, dass was übersehen wurde und man nochmal probieren kann, wenn man möchte. Oder dass man es sehr gut gemacht hat und die Route erst in ein paar Tagen

wieder gereinigt werden muss. So oder so bekommt man Glückwünsche, dass man erfolgreich die Unterwasserwelt gereinigt hat und vielen Tieren geholfen hat.

Reflektion

Den Story Interaction Flow zu nutzen, hat uns geholfen unsere Idee und Story visuell zu strukturieren. Wir haben dadurch einen guten Überblick über den Zusammenhang zwischen erzählter Geschichte und möglichen Interaktionen erlangt. Auch für weitere Schritte, wie das Aufnehmen von Audios und Umsetzen einzelner Interaktionen können wir uns am erstellten Story Interaction Flow orientieren.
Einige Aspekte unserer Story, wie die genaue Ausgestaltung des Anfangs- und End-Audios, sind uns erst durch den erstellten Flow wirklich bewusst geworden.

Physischer Prototyp

Vorgehen

Im nächsten Schritt in der Ausarbeitung unserer Idee haben wir einen physischen Prototypen erstellt. Davor haben wir unsere Idee noch einmal konkreter formuliert.
Der/die Nutzer*in soll in unserem Spiel nicht nur mehr Wissen über die Verschmutzung unter Wasser erlangen, sondern motiviert werden, selber etwas für den Meeresschutz zu unternehmen. Deswegen wollten wir ein nahbares und für jede*n identifizierbares Thema für unsere Anwendung verwenden: Plastikmüll.

In unserer ersten Idee hatten wir noch die Idee mehrere verschiedene Challenges einzubauen. Das *Bergen von Schleppnetzen* oder das *Schließen eines Öllecks* ist für uns alle aber sehr weit entfernt von der Realität und man erkennt ggf. nicht die Wichtigkeit dahinter. Bei den Auswirkungen von Plastikmüll gibt es allerdings selten geteilte Meinungen. Dadurch, dass der/die Nutzer*in diesen selber einsammeln muss, ist er direkt in das Geschehen involviert.

Der fertige physische Prototyp ist auf Abbildung 2 zu sehen. Mit Hilfe des physischen Prototypen konnten wir das bisher nur theoretisch Behandelte visuell darstellen. Bei der Erstellung unseres Prototypen haben wir verschiedenste Materialien, wie Holz, Playmobil Figuren und 3D gedruckte Bauteile verwendet. Abschließen haben wir den physischen Prototypen dann den anderen Teilnehmern des Moduls präsentiert. Durch diesen konnten wir uns erweitertes Feedback zu unserer Idee einholen.

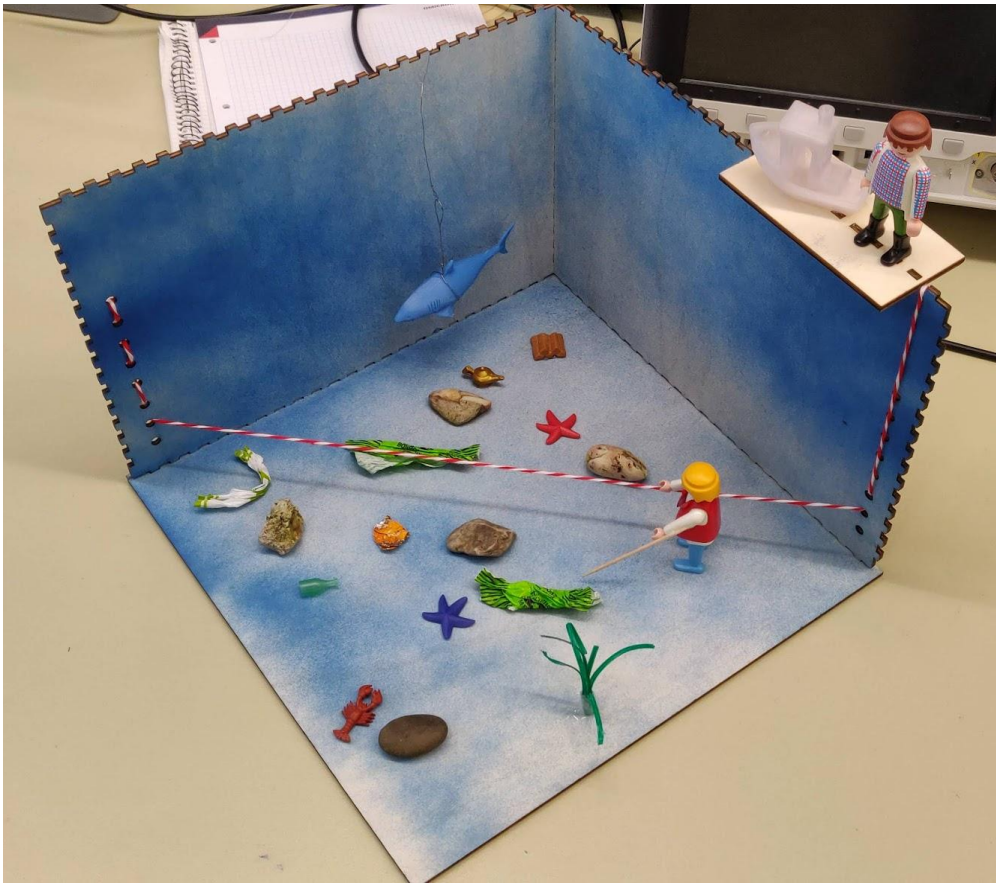

Abbildung 2: Physischer Prototyp

Durchführung

Bei unserer Vorstellung des physischen Prototyps ist die Dramatik hinter dem dargestellten Kontext klar geworden und wir haben das Feedback mitgenommen, diese Dramatik am Ende auch in das Spiel zu bekommen.

Die Story war für alle verständlich und die Hauptinteraktionen, besonders die Bewegung am Seil, waren sehr gut durchdacht.

Wie schon im Story-Interaction-Flow beschrieben, beginnt es damit, dass der/die Nutzer*in das Seil hinunter gleitet (siehe Abb. 2, rotes Seil geht an der linken und rechten Wand nach oben) und Erklärungen des Wissenschaftlers per Audio über die Situation, die Aufgabe und die Steuerung des Spiels bekommt. Der Wissenschaftler erklärt anfänglich, dass er sich auf einem Boot direkt über dem/der Nutzer*in befindet. Im Prototypen durch das Boot und der Figur auf der Platte dargestellt. Hierfür war die Suche nach passenden Objekten sehr schwierig und so haben wir hiernach festgesetzt, dass wir auf gar keinen Fall auch noch eine Szene für den Wissenschaftler und das Boot darstellen wollen. Wir hatten dies ursprünglich als möglichen Raum für den Spielstart mit Tutorial in Erwägung gezogen.

Während des Spiels bekommt man weitere Erläuterungen zu Plastikmüll, den Meerestieren und der Umgebung. Dies hat alles einen Bezug zu den Ursachen und Auswirkungen der Verschmutzung der Unterwasserwelt. Nebenher kann man natürlich die Unterwasserwelt, z.B. Korallen, Schätze und Tiere, entdecken. In unserem physischen Prototypen wollten wir dies durch die Pflanze, der "Genie Lampe" und den Hai (wird im Spiel ein Wal sein, aber wir hatten leider keinen Wal aus Lego) darstellen. Der Wal soll durch seine schönen Gesänge und das anmutige Vorbeischwimmen verdeutlichen, wie schön und schützenswert die Unterwasserwelt ist. Wir haben durch den phys. Prototypen nochmal festgehalten, dass unser Wal auf jeden Fall animiert werden muss, weil es sonst sehr unrealistisch wirkt.

Das Feedback von der Gruppe war für uns sehr hilfreich.

Aspekte unserer Idee, die für sehr gut befunden wurden, waren die Bewegung am Seil und die Erläuterung über Audio. Zu dem Bewegungsmodell wurden uns direkt Tipps zur Umsetzung gegeben und worauf wir achten sollen. So wäre es möglich, dass man nicht die Figur selber, sondern die ganze Szene mit dem Ziehen am Seil fortbewegt. Alternativ könne man greifbare Objekte an das Seil anfügen und sich an diesen entlang hangeln oder man schaut in den Continous Move Provider des XRInteraction Toolkits und passt diesen so an, dass die Bewegung am Seil funktioniert.

Es wurde der Hinweis gegeben, dass man bei der Umsetzung des Bewegungsmodell darauf achten müsse, dass man nicht durch Schütteln des Controllers ungewollte Probleme, wie das Hin-und Herfliegen von Objekten im Raum verursachen kann.

Ein weiterer Tipp war die Unterteilung in Wissens- und Aktionsräume unter Wasser. So kann man unterteilen, wann der/die Nutzer*in Informationen bekommt oder selber handeln muss. Dies werden wir bei der Entwicklung im Hinterkopf behalten.

Ein sehr hilfreicher Tipp war es, dass man anstatt, den Müll mit einem Greifarm zu greifen, einen Staubsauger benutzen kann, der den Müll einsaugt. So müssen wir uns nicht darum kümmern, was mit dem Müll geschieht, wenn wir ihn aufgesammelt haben. Dieser Vorschlag wird definitiv umgesetzt werden.

Eine weitere Idee war es, dass die Umgebung heller, farbenfroher und schöner wird oder dass mehr Fische vorbeischwimmen, je mehr Müll aufgesammelt wird. Dies sorgt bei

dem/der Nutzer*in für eine direkte Korrelation der eigenen Handlung zu den Auswirkungen. Auch diesen Vorschlag nehmen wir uns vor, umzusetzen.

Eine Idee, die wir zwar interessant, aber in unserem Rahmen nicht umsetzbar ist, war es, dass der/die Nutzer*in am Ende des Spiels ein Selfie machen kann. Dies fördert einerseits die Aufmerksamkeit auf das Thema und die Bereitschaft zu handeln, dennoch hätte die Funktion keinen großen Mehrwert für das Gesamterlebnis. Wir müssten für ein Selfie eine Art Avatar des Nutzers designen. Angesicht der knappen Zeit erschien uns das zu aufwendig.

Zum OHI-Index kam noch die Idee, dass wir zeigen könnten, wie hoch der Einfluss unterschiedlicher Kunststoffarten auf die Skala ist.

Auch kam die Idee auf, dass man Korallen pflanzen kann. Dies könnte als Interaktionsmöglichkeit dazu kommen, wenn wir am Ende noch genug Zeit haben. Allerdings fehlen uns noch Hintergrundinformationen zum Pflanzen von Korallen, die recherchiert werden müssten. Wir fokussieren uns vorerst auf die wichtigsten Interaktionsmöglichkeiten.

Reflektion

Abschließend lässt sich noch sagen, dass der physischen Prototyp eine gute Möglichkeit geboten hat, um unsere weiterentwickelte Idee zu präsentieren. Durch den physischen Prototypen konnten die einzelnen Elemente gut visualisiert werden, was uns dabei geholfen hat ein möglichst detailliertes Feedback zum aktuellen Stand unserer Idee zu erhalten.

Die Erstellung des physischen Prototype hat Spaß bereitet und war eine gute Vorbereitung für die Auseinandersetzung mit der Gestaltung von Räumen in unserem Spiel.

Gestaltung der Räume

Um das Thema Räume auf unser Spielkonzept anzuwenden, haben wir uns mit den vier Perspektiven auf das Verhältnis von Narration und Raum beschäftigt.
Bei der Betrachtung des situativen Kontexts sind uns einige Aspekte eingefallen, die wir berücksichtigen wollen.
Dadurch, dass sich der/die Nutzer*in unter Wasser befindet, wird der Wahrnehmungs- und Erlebnisraum ein anderer sein, als über Wasser. Unter Wasser hat man eine andere Wahrnehmung von Geräuschen und die Sichtweise ist ebenfalls eingeschränkt.
Als Referenzobjekt haben wir hier eine Szene aus dem Film Alien: Resurrection genutzt, die die Physik unter Wasser, unserer Meinung nach, sehr gut darstellt.[4]
So erkennt man, dass Bewegung und Laute unter Wasser sehr dumpf bis gar nicht hörbar sind und man tatsächlich nur die Geräusche von Wasserblasen hört. In der Szene kann man auch sehr gut erkennen, wie die Bewegung von Menschen und Objekten sich verändert. Die Gewehrkugel fliegt klar erkennbar und langsam durchs Wasser (vgl. 0:55 Min.).

Wir wollen in unserem Spiel realitätsnah sein, indem wir die Audio des Wissenschaftlers so verändern, dass es sich wirklich anhört, als käme es durch eine Funkverbindung.
Diese kann dann auch mal Aussetzen oder Kratzgeräusche beinhalten, wie man es so typischerweise kennt. Die Geräusche sollten ebenfalls nicht zu laut, eher dumpf und ohne Hall sein.

---

[4] JoBlo Movie Clips. (2020, 16. November). *ALIEN: RESURRECTION Clips - „Under Water“ (1997) Sigourney Weaver* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=fUejnmqxr7A

Beim Schauen des Films Aquaman von 2018 ist uns aufgefallen, dass es passieren kann, dass man die Physik komplett vergisst und beispielsweise Schreie unter Wasser unverändert klar in der höchsten Lautstärke abspielt (vgl. Aquaman[5], 3:20 Min.).
Auch die Sichtweite unter Wasser wird in den beiden Filmen komplett verschieden dargestellt. So hat man in Aquaman ein sehr klares Wasser und man kann selbst in der Ferne noch Dinge erkennen (s. Abb 1). Im Gegensatz dazu sieht man in Alien schon nach ein paar Metern nichts mehr (s. Abb. 2).

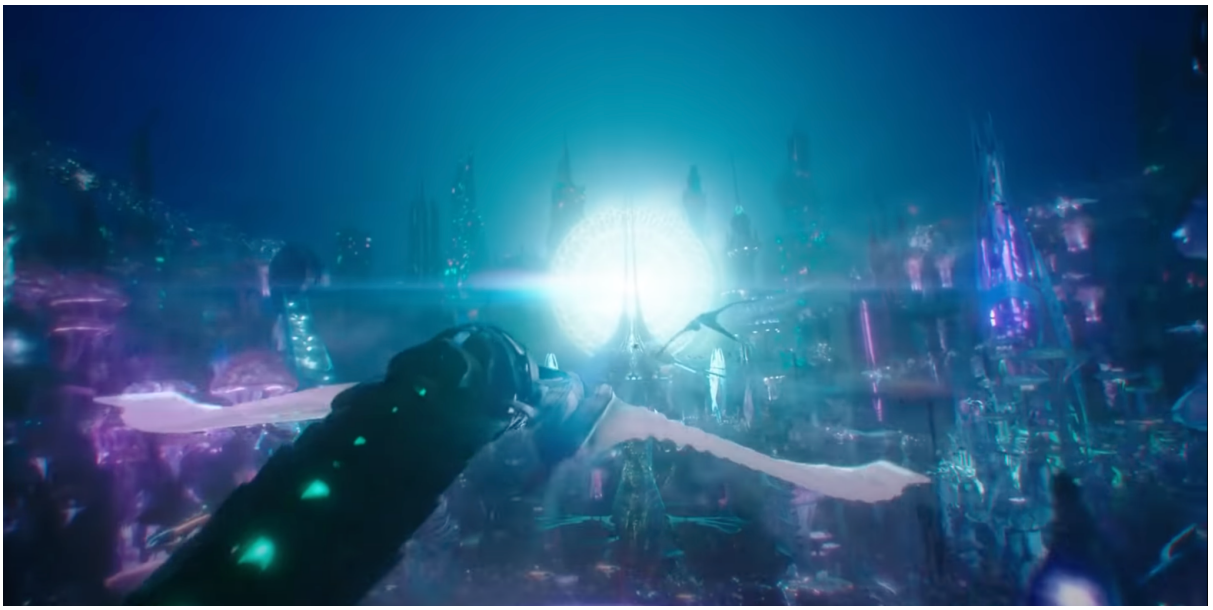

Abbildung 1: Atlantis in Aquaman[6]

Abbildung 2: Unter Wasser in Alien

[5] Movies World. (2019, 13. März). *AQUAMAN Final Underwater Full Fight Scene (Part 1) 1080p* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=zYFHhCqMKa0

[6]Movieclips. (2019, 22. März). *Aquaman (2018) - Escape from Atlantis Scene (4/10) | Movieclips*

[Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=nF74obZFKp8

Wir müssen also den schmalen Grad zwischen Realismus und guter Usability finden. In dem Kontext unseres Spiels befindet man sich in einer Umgebung mit einer ausreichenden Sichtweite, um genug Spielraum zu haben, die dann aber durch eine Art Nebel begrenzt wird, sodass man nicht im Glauben ist, man befände sich in einem Open-World-Game.

Wie beim Schauen von Filmen versuchen wir ebenso in Videospielen in eine andere Welt "einzutauchen" und wir gestalten die Räume so, dass sie die Emotionen unterstützen, die die Anwendung hervorrufen will.
Die Gestaltung des Raumes in unserem Spiel, insbesondere die Menge an Müll, sagt etwas über den Zustand der (Unterwasser-)Welt aus und soll die Botschaft vermitteln, dass man etwas ändern muss. Um diese Wirkung zu verstärken, wäre es außerdem möglich nicht irgendeinen Müll dort zu platzieren, sondern welchen, der emotional sensibilisiert.
Dies könnte einerseits gesellschaftskritisch dargestellt werden, indem eine Cola-Dose vom weltweit größten Plastikmüllverursacher Coca Cola[7] gefunden werden kann oder man findet Alltagsgegenstände, die man selber benutzt:
Eine Zahnbürste, ein Strohhalm oder eine Chips-Tüte.

Für unseren Ghost-Prototypen war es zuerst geplant gewesen, eine halbtransparente Sphäre als eine Art Unterwasser-Basis am Anfang des Spiels zu verwenden (s. Abb. 3).

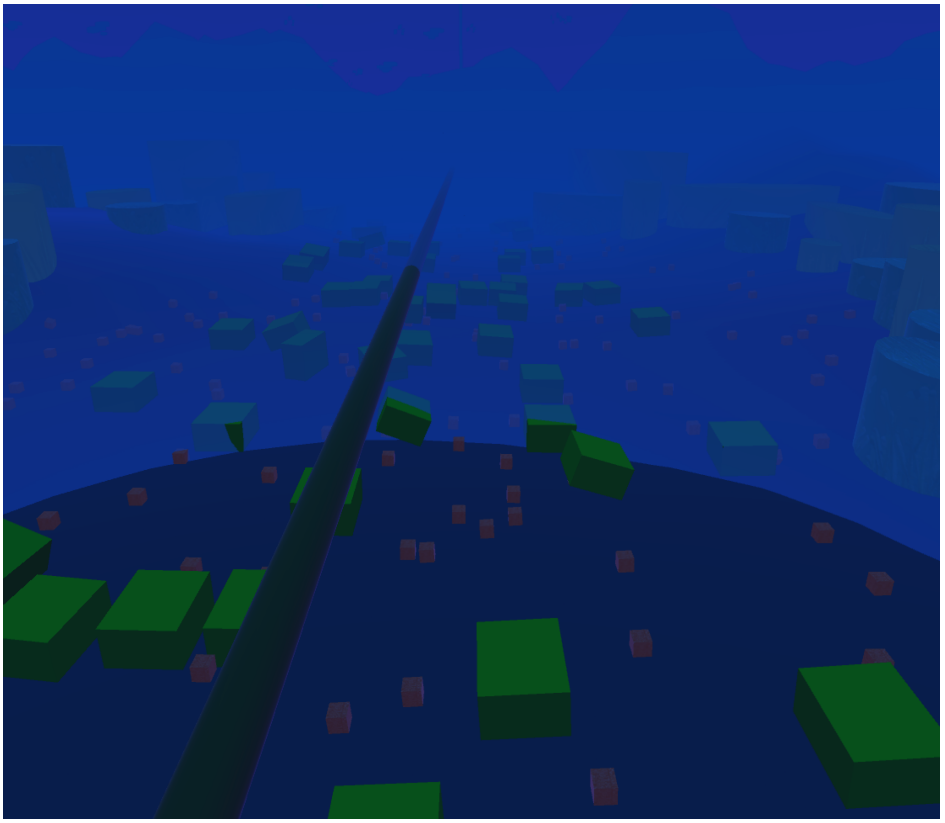

Abbildung 3: Unterwasser-Basis, impliziert durch eine halbtransparente Sphäre

[7]Zapf, M. (2021, 29. Oktober). *Das sind die größten Verursacher von Plastikmüll*. Capital.de.

Abgerufen am 2. Februar 2022, von

https://www.capital.de/wirtschaft-politik/das-sind-die-groessten-verursacher-von-plastikmuell

In diesem Raum sollte dann die Einführung stattfinden. Für uns wäre das praktisch, diese örtliche Begrenzung zu haben, da wir den Bewegungsspielraum am Anfang einschränken können und gewährleisten, dass die Nutzenden sich die erste wichtige Audio mit den Erklärungen komplett anhören. Wir sind dann allerdings an der realistischen Umsetzung gescheitert. Dieser Raum hätte kein Wasser enthalten dürfen und der/die Nutzer*in hätte sich dann erstmal einen Helm anziehen und durch eine Art Schleuse in die Unterwasserwelt gehen müssen. Da dies aber nicht zu unseren Hauptinteraktionen gehört und uns auch nicht näher an unser Ziel bringt, hätten wir nur Zeit in diese Umsetzung gesteckt und einen nicht wirklich großen Mehrwert bekommen. Nichtsdestotrotz war es wichtig, da wir uns so Gedanken über die verschiedenen Herangehensweisen an die Gestaltung von Räumen gemacht haben und so auf die gewaltigen Unterschiede von natürlichen und menschengemachten Formen und Strukturen gekommen sind. Dieser Kontrast soll sich in unserem Spiel wiederfinden und eventuell mit dem krassen, sichtbaren Unterschied von toten zu lebendigen Korallen darstellen (s. Abb. 4).

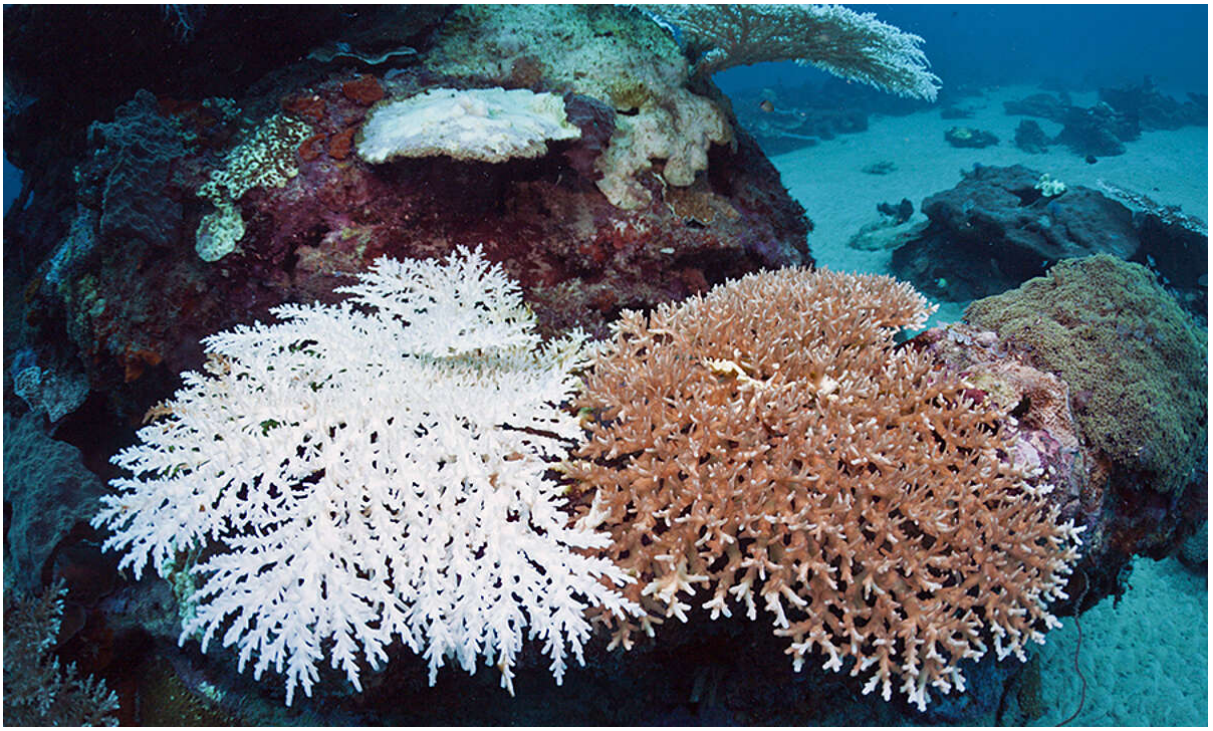

Abbildung 4: Links: Tote Koralle, Rechts: Lebendige Koralle, die anfängt zu erbleichen (Quelle[8])

Ein weiterer Aspekt der Gestaltung unseres Raumes soll die Veränderung der Umgebung sein. Je mehr Müll der/die Nutzer*in aufsammelt, desto “positiver”, also heller und farbenfroher soll die Unterwasserwelt werden.
In Filmen oder Büchern wird “das Böse” im Allgemeinen durch dunkle Farben symbolisiert und das Gute mit hellen Farben. Das beste Beispiel liefert Star Wars mit ihrer Assoziation der “dunklen Seite der Macht”. Diese Wirkung wollen wir ebenfalls nutzen.

[8] https://www.eskp.de/klimawandel/korallenbleiche-vor-australien-935795/

Testing

Vorgehen

Das Testing der Anwendung wurde auf verschiedene Arten durchgeführt.
Ein Teil des Testings war es durch verschiedene Präsentationen, jeweils am Anfang, zur Mitte und gegen Ende des Projektes, Feedback der Kommilitonen und Dozierenden einzuholen. Dabei wurden Zwischenstände der Anwendung und Teilaspekte der Entwicklung zur Veranschaulichung für die anderen Teilnehmer*innen des Moduls genutzt. Es wurden u.a. die potentiellen Ideen für die Anwendung, der physische Prototyp der ausgewählten Idee und der Ghost Prototyp des Projektes vorgestellt.

Ein weiterer Teil des Testings war die Unterteilung der Software in verschiedene Versionen. Mit diesem Vorgehen wurde erst gegen Ende des Projektes nach der entsprechenden Vorlesung zu dem Thema begonnen. Eine neue Version war immer dann vorhanden, wenn alle Branches erfolgreich gemerged waren. Darauf haben eine oder mehrere Testpersonen das Spiel gespielt und alle Fehler, die dabei aufgefallen sind, wurden in einer entsprechenden Tabelle festgehalten.

Durchführung

Feedback der Präsentationen

Das Feedback zur Präsentation der drei Ideen wurde bereits zu Anfang erwähnt (siehe S. XX). Folgend möchten wir jeweils drei ausgewählte Aspekte des Feedbacks zu jeder Idee noch einmal mit ihrem direkten Einfluss zur Entscheidungsfindung für oder gegen eine Idee darstellen. Dabei möchten wir außerdem das Ergebnis der Abstimmung mit erwähnen:

Idee:	**Feedback:**	**spricht dafür oder gegen die Idee:**
Handpan lernen (0 von 13 Stimmen)	fehlendes haptisches Feedback	dagegen
	bessere elektrische Alternativen vorhanden	dagegen
	großer Aufwand, da fehlendes Vorwissen	dagegen
Defeat the Virus (7 von 13 Stimmen)	Potential um über Impfung aufzuklären	dafür
	Lernern über Impfstoffe wird gut durch VR Technologie unterstützt	dafür
	Informationen ggf. nicht	dagegen

	frei einsehbar	
Underwater Protection (6 von 13 Stimmen)	Klare Idee für Gameplay vorhanden	dafür
	Wir besitzen bereits großes Vorwissen zur Verschmutzung der Meere.	dafür
	Darstellung der Unterwasserwelt ist schwierig.	dagegen

Eine Abwägung zwischen allen Aspekten hat zu den bereits bekannten Schlussfolgerungen geführt (siehe S. XX).

Die zweite Präsentation und somit eine weitere Möglichkeit des Testing war die bereits genannte Präsentation des physischen Prototypen. Hierbei möchten wir uns nun darauf beschränken, die Aspekte des bekommenen Feedbacks, die Einfluss auf unsere Idee genommen haben, noch einmal hervorzuheben und dazu einen Ausblick darauf zu geben, inwiefern diese in der finalen Version umgesetzt wurden:

> *"Die Dramatik der Umweltverschmutzung unter Wasser ein wichtiger Aspekt, der in eurer Idee deutlich werden muss!"*

Wir haben das Feedback aufgenommen, und uns vorgenommen die Dramatik der Umweltverschmutzung dem/der Nutzer*in über Informations-Audios zu vermitteln. Diese sind auch in der finalen Version immer noch im Prototypen enthalten. Der Wissenschaftler präsentiert dem/der Nutzer*in Fakten zur Umweltverschmutzung und sensibilisiert ihn somit für das Problem. Wir halten das für einen zentralen Aspekt unserer Spielidee.

> *"Das Bewegungsmodell kann entweder mit Hilfe einer veränderten Form des Continuous Move Providers aus dem XR Interaction Toolkit realisiert werden oder indem der/die Nutzer*in beim Ziehen am Seil die ganze Szene an sich vorbei zieht!"*

Da wir zu Beginn des Projektes nicht abschätzen konnten wie einfach eine veränderte Form des Continuous Move Provider zu realisieren ist, hatten wir einen ersten Ansatz unseres Bewegungsmodell umgesetzt, indem der/die Nutzer*in die gesamte Szene an sich vorbei zieht. Dieser Ansatz war leicht zu realisieren, hatte aber Schwächen. Im weiteren Verlauf der Entwicklung fanden wir genügend Zeit um den Continuous Move Provider für unsere Zwecke umzuschreiben. Das entsprechende Script haben wir hierbei eigenständig ganz ohne fremde Hilfe oder das Internet entwickelt. Das dadurch entstandene Bewegungsmodell bewegt wirklich den/die Nutzer*in und nicht mehr die Szene. Die Bewegung funktioniert gut, und diese Realisierung ist deswegen auch in unserem finalen Stand noch enthalten.

> *"Nutzt Wissens- und Interaktionsräume!"*

Die Idee ist in verschiedenen Situationen wieder aufgekommen. Gerade bei der Umsetzung der Audios gab es mehrere Gedanken, solche Wissens- und Interaktionsräume einzubauen. Wirklich umgesetzt wurde sie jedoch nie. Die Unterteilung in verschiedene Räume schien in in der Unterwasserwelt schwierig. Bei der Vermittlung von Informationen wurde die Entscheidung getroffen lieber auf bereits bestehende Elemente, wie bspw. das Audio des Wissenschaftlers oder die von uns genutzte Armbanduhr, zu setzen.

> *"Nutzt einen Staubsauger um Müll aufzusaugen!"*

Dieses Feedback haben wir aus verschiedenen Gründen umgesetzt. Einer war auf jeden Fall, dass ein Staubsauger eine gute Erklärung dafür bietet, wo der Müll landet sobald er aufgesammelt wird und man nicht umständlich einen Müllsack dabei haben muss. Dies hätte zudem ordentliche Probleme in der realistischen Entwicklung verursacht. Ein Staubsauger erschien uns außerdem konzeptionell am einfachsten.

> *"Erhöht die Anzahl der Fische im Wasser als Feedback auf das Sammeln von Müll, um zu verdeutlichen, dass dadurch direkt etwas positives ausgelöst wird!"*

Auch diesen Hinweis haben wir in der finalen Version umgesetzt. Wir fanden Fische im Wasser wichtig, um eine lebhafte Unterwasserwelt darzustellen.

Die dritte und somit letzte Präsentation, in der Feedback gegeben wurde, war die Präsentation des Ghost Prototypen. Auch hier werden kurz die Aspekte des Feedbacks, den Einfluss auf unsere Idee und unsere resultierenden Schlussfolgerungen erläutert:

> *"Stellt den OHI Index als Skala mit farbigem Verlauf dar!"*

Dieser Hinweis erschien uns nachvollziehbar, um den erhöhten Wert des OHI Index besser einsortieren zu können, er erhielt jedoch auf Grund der knappen verbleibenden Zeit eine geringe Priorität, da er nicht elementar für die Funktion des Spiels ist und wurde letztlich nicht als Skala, sondern in einer Form Slider, der sich mit grüner Farbe füllt, je mehr Müll gesammelt wird.

> *"Wenn mehr Fische auftauchen sollen, je mehr Müll gesammelt wird, müsst ihr darauf aufmerksam machen, sodass das auch bemerkt wird!"*

Der damit einhergehende Vorschlag, einen Fisch direkt im Blickfeld des/der Nutzer*in vorbeischwimmen zu lassen, erschien uns zu schwierig und mit zu geringem Effekt, sodass wir uns gegen die Umsetzung dieses Feedbacks entschieden haben.

> *"Überarbeitet euer Audiosystem. Nutzt z.B. Bildschirme mit Informationen, die zeitgleich Audios triggern, wenn der/die Nutzer*in dort hinschaut. Entfernt sich der/die Nutzer*in vom Bildschirm stoppt die Audio wieder. "*

Auch dieses Feedback haben wir nicht wie vorgeschlagen umgesetzt. Uns erschien es nicht sehr intuitiv und spielfreudig, wenn man die ganze Zeit auf den Bildschirm schauen muss,

wenn die Audio abgespielt werden soll. Was, wenn man schon nebenbei weiter machen möchte? Das könnte den Spielfluss stören. So haben wir uns anstelle der Bildschirme unter Wasser, dafür entschieden, unsere bereits bestehende Armbanduhr mit in das Audiosystem einzubinden.
Die verschiedenen Audios wurden in obligatorische und optionale Audios unterteilt. Obligatorische Audios werden ohne weiteren Einfluss der Nutzenden abgespielt. Optionale Audios werden durch Vibration des rechten Controllers auf der Uhr angezeigt und können durch Knopfdruck abgespielt werden, sofern der/die Nutzer*in das wünscht. Somit hat der/die Nutzer*in mehr Kontrolle über die Audios, ähnlich dem Vorschlag aus dem Feedback mit den Unterwasserbildschirmen.

Testing mit Versionskontrolle

Abschließend sollen die Fehlertabellen zu den einzelnen Versionen der Software erläutert werden. Wir haben uns eine Tabelle angelegt, die die jeweilige Version benennt, dem Fehler eine ID zur Wiedererkennung zuweist und den aktuellen Status, sowie das Datum anzeigt. Ein Fehler soll in der Regel in einer Version als aktiv betitelt werden, wenn er gefunden wird und in der nächsten Version als fixed.

Versionsname	**Fehler-ID**	**Status**	**Datum**
0.1 pre Ghost	1	aktiv	21.12.21

Der Fehler mit der **ID 1** bestand darin, dass mit dem RightHand Controller weiterhin Teleportationen auf der Teleportation Area ausgeführt werden konnten, obwohl dies nicht möglich sein sollte. Er wurde in der Version **0.1 pre Ghost** am 21.12.21 entdeckt und sollte bis zur nächsten Version gefixed werden.

Versionsname	**Fehler-ID**	**Status**	**Datum**
0.2 pre Ghost	1	fixed	06.01.22
	2	aktiv	06.01.22
	3	aktiv	06.01.22
	4	aktiv	06.01.22
	5	aktiv	06.01.22
	6	aktiv	06.01.22

Die Fehler aus der vorangegangenen Version konnten wie erhofft gefixed werden. Zur neuen Version **0.2 pre Ghost** wurde ein Testing durchgeführt und erneut die Fehler notiert. Der Fehler mit der **ID 2** bestand darin, dass die Pflanzen nicht auf dem Untergrund stehen, sondern darüber schweben. Der Fehler mit der **ID 3** umfasste, dass der aufzusammelnde Müll außerhalb des geplanten Radius spawnt. Außerdem fehlte uns noch klares Ende und

ein klarer Anfang für das Seil (**ID 4**)**,** die Seilhöhe war noch unpassend eingestellt (**ID5)** und der von uns eingestellte Nebel nicht dicht genug, sodass der Wal von immer und überall sichtbar war (**ID 6**). Erneut sollten alle gefunden Fehler bis zur nächsten Version, dem **Ghostprototypen**, gefixed werden.

Versionsname	**Fehler-ID**	**Status**	**Datum**
Ghost Prototype	2	fixed	07.01.22
	3	fixed	07.01.22
	6	fixed	07.01.22
	5	fixed	12.01.22
	4	fixed	13.01.22
	7	aktiv	13.01.22
	8	aktiv	20.01.22
	9	aktiv	20.01.22
	10	aktiv	20.01.22
	11	aktiv	20.01.22
	12	aktiv	20.01.22
	13	aktiv	20.01.22
	14	aktiv	20.01.22

Bis hin zur Version **Ghost Prototype** haben wir alle Fehler der vorangegangenen Version beheben können. Ein Test des aktuellen Standes hat erneut ein paar Fehler ergeben. Nicht jedes Müllstück konnte bspw. von dem/der Nutzer*in erreicht werden, da die im Laborraum vorhandene Spielfläche zu klein war (**ID 7**). Der aktuellste Stand war außerdem leider beim Mergen in einer falsch benannten Szene gespeichert worden (**ID 8**). Die Vibration der Controller, wenn ein Müllstück aufgesammelt wurde, funktioniert nicht (**ID 9**), des Weiteren konnten wichtige Audios, wie die Anfangs- und die Endaudio noch überschrieben werden (**ID 10**).
Die Audio, die die Steuerung erklären sollte, beschrieb die falsche Taste für die jeweilige Aktion (**ID 11**). Die Anfangs- und Endpunkte des Seiles waren noch versetzt zu den Objekten, die den zur Wasseroberfläche führenden Teil des Seiles darstellen sollten (**ID 12**). Weitere Fehler waren, dass die Wal Audio, nachdem sie einmal ausgelöst wurde, nicht mehr aufhörte zu spielen (**ID 13**) und, dass sich das Seil links zu nah am Rand der Spielfläche befand (**ID 14**). Alle gefundenen Fehler sollten bis zur nächsten Version, die dieses mal die finale Abgabe war, behoben werden.

Versionsname	Fehler-ID	Status	Datum
final version	7	fixed	20.01.22
	8	fixed	20.01.22
	9	fixed	20.01.22
	12	fixed	20.01.22
	14	fixed	20.01.22
	13	fixed	26.01.22
	10	fixed	26.01.22
	11	fixed	31.01.22

Zur **final version**, die am Ende abgegeben wird, konnten erneut alle zuvor gefundenen Fehler behoben werden. Auf ein erneutes Testing der Version wurde an dieser Stelle verzichtet, da es sich dabei um die letzte Version handelte und die Arbeit an dem Projekt mit dieser endete.

Reflektion

Die verschiedenen Arten des Testings haben uns dabei geholfen, unser Projekt sukzessive zu verbessern. Gerade das Feedback der übrigen Teilnehmer war wertvoll, um Inspiration für umzusetzende Ideen zu erhalten. Viele der Vorschläge wurden in unser Konzept übernommen. Die in der Mitte des Projektverlaufs eingefügte Arbeitsweise mit verschiedenen Versionen war eine große Hilfestellung bei der Strukturierung des Projektes. Eine Übersicht über die zu behebenden Fehler half enorm dabei, eine runde und möglichst fehlerfreie Software zu erhalten. Die Versionskontrolle und das Versehen mit einem Datum für den jeweiligen Fehler sorgt für eine gut recherchierbare und verständliche Dokumentation.

Immersives Lernen

Immersives Lernen ist eine moderne Lernmethode, bei welcher die Lernenden komplett in eine virtuelle Umgebung eintaucht. Dieses Eintauchen in eine andere Welt geschieht mit Hilfe von VR oder AR Technologie und wird Immersion genannt[9]. Das immersive Lernen ermöglicht dabei neue Arten des Lernen, da die Lernsituationen jederzeit bei Bedarf abgerufen werden und auch gefährliche Situationen von Anfängern ausprobiert werden können. Die von uns entwickelte Anwendung ermöglicht das immersive Lernen selbstredend dadurch, dass sie für die Nutzung auf VR Brillen konzipiert wurde. Abseits davon trägt sowohl das gewählte Thema wie auch die Art der Umsetzung unserer Anwendung zum Lernerfolg bei.
Ein Aspekt beim immersiven Lernen ist, dass die Nutzenden emotional in das virtuelle Erlebnis mit einbezogen werden[10]. Die Verschmutzung der Unterwasserwelt ist ein Thema von großem Ausmaß und drastischen Folgen für Pflanzen und Tiere unter der Meeresoberfläche.

Vielen ist sicherlich bewusst, dass man achtsam mit der Natur umgehen und vor allem Plastikmüll sammeln und nicht einfach liegen lassen sollte. Trotz diesem allgemeinen Bewusstseins ist Plastikmüll ein Problem in den Weltmeeren. Nicht das Wissen über die Folgen, sondern, dass Plastikverschmutzung im eigenen Umfeld nicht unmittelbar sichtbar ist, da die wenigsten am Meer wohnen und vor allem, da sich der Großteil des Plastikmülls unter der Meeresoberfläche sammelt[11] und somit von außen nicht zu erkennen ist, führen dazu, dass die Menge an Plastik in den Ozeanen Jahr für Jahr steigt.

Unsere Anwendung bezieht die Nutzenden emotional mit in das Problem ein. Die Nutzende kann, wenn auch nur virtuell, die Unterwasserwelt als schöne und schützenswerte Region erleben, aber auch gleichzeitig die Vielzahl verschiedenster Plastikteile, die auf den Meeresboden gesunken sind, erkennen.

Ein weiterer Aspekt des immersiven Lernens, der bereits seit langer Zeit als Art zu lernen bekannt ist, ist das Prinzip des Learning by Doing[12]. Wie der Name suggeriert, geht es darum, praktische Erfahrungen zu sammeln, indem man etwas ausübt und dadurch einen Lernerfolg zu erzielen. Bei diesem Aspekt spielt VR, wie im Anfang erwähnt, eine besondere Rolle. Learning by Doing kann normalerweise nur in einem Umfeld und in Situationen

---

[9] AK Learning Solutions & Fell, T. (2020). *Lernen in immersiven Welten*. Bitkom e.V. https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-05/200515_impulspapier_lernen-in-immersiven-welten.pdf , S.7

[10] Schrier, C. (2021, 13. Dezember). *Immersive Learning: What is it and why does it work?* Strivr. Abgerufen am 1. Februar 2022, von https://www.strivr.com/blog/defining-immersive-learning/

[11] Conservation. (o. D.). *Ocean pollution: 11 facts you need to know*. Abgerufen am 1. Februar 2022, von https://www.conservation.org/stories/ocean-pollution-11-facts-you-need-to-know

[12] Kumar, K. (2021, 29. Mai). *Why immersive learning works?* The Hindu. Abgerufen am 1. Februar 2022, von https://www.thehindu.com/education/why-immersive-learning-works/article34673883.ece#:%7E:text=Increased%20engagement%3A%20Such%20an%20environment,including%20interacting%20with%20the%20environment.&text=Learn%20by%20doing%3A%20An%20immersive,actual%20practice%20of%20the%20skills.

angewendet werden, in denen es erlaubt ist, Fehler zu machen. Verzeiht der Kontext keine Fehler oder ist um überhaupt in die Lernsituation zu kommen zunächst eine lange Ausbildung in dem entsprechenden Bereich notwendig, kann man nicht durchs Ausprobieren lernen. Da virtuelle Realitäten sich zwar echt anfühlen, aber die Situationen nur simulieren, kann jeder Fehler durch einen Neustart der Anwendung behoben werden.

Die Nutzenden sind nie wirklich in Gefahr. Das kommt uns auch in unserer Anwendung *Underwater Protection* zugute. Ein Tauchgang, durch den die Unterwasserwelt erst sichtbar wird, benötigt im Vorhinein verschiedene Prüfungen und Erfahrung, um diesen meistern zu können. Die Möglichkeit, etwas falsch zu machen besteht genauso, wie die Wahrscheinlichkeit, dass ein unerfahrener Taucher einen großen Teil seiner Konzentration dafür aufbringen muss den Tauchgang zu bestreiten. Unter beiden Aspekten leidet das Lernerlebnis, da entweder nicht genügend ausprobiert werden kann oder das zu erschließende Problem gar nicht umfassend wahrgenommen wird. Durch unsere VR-Anwendung können wir jedem/jeder ermöglichen, die Unterwasserwelt zu erkunden, egal, welche Vorkenntnisse er/sie hat. Für uns spielt außerdem ein weiterer Punkt in den Aspekt des Learning by Doing hinein. Es besteht nicht nur die Hoffnung, dass die Nutzenden ein Lernerlebnis in der virtuellen Realität haben, angestrebt wäre auch, dass sie dieses Lernerlebnis auf die reale Welt übertragen können. So erwarten wir, dass ein/e Nutzer*in, nachdem sie in unserer Anwendung in der Unterwasserwelt Müll aufgesammelt hat, auch in der echten Welt Müll der bspw. auf der Straße liegt aufsammeln und somit aktiv einen Beitrag gegen die Umweltverschmutzung leistet.

Einen letzten Aspekt des immersiven Lernens gilt es noch hervorzuheben. Dieser beinhaltet, das immersives Lernen, wenn entsprechend umgesetzt, eine Lernumgebung ohne Ablenkung ermöglicht[13]. Wie immersiv die Anwendung umgesetzt ist sorgt dafür, wie viele Ablenkungen möglich sind. Klar ist natürlich, dass wenige Möglichkeiten der Ablenkung besseres Lernen ermöglichen. Bei der von uns umgesetzten Anwendung ist der/die Nutzende kaum äußeren Einflüssen ausgesetzt. Nicht nur ist sein/ihr Blickfeld natürlich durch die Brille vorbestimmt, auch haben wir verschiedene Arten von Audios in unsere Anwendung eingebaut. Gesprochene Audios die durch bestimmte Interaktionen im Spiel ausgelöst werden, aber auch Umgebungsgeräusche, die möglichst realistische eine Unterwasserwelt wiedergeben sollen. Somit hat der/die Nutzer*in sowohl visuell als auch auditiv ein immersives Erlebnis in unserer Anwendung. Das bewirkt, dass sich der Nutzer wirklich in die Unterwasserwelt hineingezogen fühlt und größeren Lernerfolg hat.

Zusammenfassend ist immersives Lernen eine moderne Methode, die vor allem in der virtuellen Realität Anwendung findet. VR-Anwendung sind, da diese in der Lage sind nahezu alle Umgebung realistisch darzustellen, prädestiniert für diese Art des Lernens. Wir konzentrierten uns in unserer Anwendung darauf eine Unterwasserwelt möglichst realistisch darzustellen, um die Nutzenden emotional in die Problematik einzubinden. Außerdem soll der/die Nutzer*in durch praktische Reinigung der virtuellen Unterwasserwelt diese Tätigkeit auf die echte Welt transferieren und dadurch einen weiteren Lernerfolg erhalten.

---

[13] Fleming, T. (2021, 10. Juni). *Immersive Learning – What it is, Benefits and How to Implement*. Future Visual. Abgerufen am 1. Februar 2022, von https://www.futurevisual.com/blog/immersive-learning/

Reflektion

Abschließend können wir sagen, dass uns jedes dieser Abschnitte auf dem Weg zur Lösung geholfen hat und wir unsere Idee mit einer gewissen Struktur immer weiter ausarbeiten und definieren konnten. Es fällt einem doch immer sehr schwer, wenn man am liebsten direkt in die Entwicklung gehen möchte und es eigentlich schlauer wäre, vorher über Story und Räume nachzudenken. Es ist hilfreich gewesen, dass wir diese Dokumente bearbeiten mussten, um von verschiedenen Blickwinkeln auf unsere Idee zu schauen. Am sinnvollsten war für uns der Story-Interaction-Flow, weil dadurch sowohl alle Punkte aus dem Game-Pitch-Doc als auch dem FDD-Framework visualisiert dargestellt wurde. Die Gestaltung der Räume war für unsere Anwendung durchaus schwieriger zu bearbeiten. Während des Prozesses sind viele neue Ideen aufgekommen, von denen wir aber aus zeitlichen Gründen nicht alle umsetzen konnten. Wir wollen deswegen schlussendlich kurz reflektieren, welche dies sind.

Wie im Story-Interaction-Flow unter S1 beschrieben, hatten wir vor, dass der/die Spieler*in am Anfang am Seil hinabsinkt und dabei die Erklärung des Wissenschaftlers bekommt. Dies sollte ggf. durch eine Animation ergänzt/ersetzt werden. Am Ende sollte man wieder am Seil hochklettern(I7). Beides haben wir nicht implementiert, weil wir beim Testen festgestellt haben, dass man sich komisch fühlt und einem sehr schnell übel werden kann, wenn man einfach von alleine unter Wasser richtung Boden sinkt. Es war zusätzlich geplant, dass die Uhr vibrieren soll, wenn man dann auf dem Boden ankommt. Dies wurde dann durch den Audio-Hinweis auf die Uhr ersetzt. Wenn wir am Ende das Seil hätten hochklettern wollen, hätten wir unser eigenes Bewegungsmodell noch einmal für die vertikale Achse umschreiben müssen, was im Anbetracht der knappen Zeit eine unnötige Arbeit gewesen wäre. So haben wir ein alternatives Ende gefunden.

Im Story Interaction Flow unter S3/I2 haben wir geschrieben, dass man viele Arten von Müll aufheben kann (“Von großen Teilen, wie Autoreifen, Mülltüten und Bierflaschen bis hin zu Mikroplastik.”). Am Ende mussten wir realistisch bleiben, welche Objekte man wirklich mit einem Staubsauger aufsaugen kann und welche Assets uns zur Verfügung standen. Deswegen wurden nur bekannte Müllstücke wie eine Plastikflasche, Chipstüte und Coladose eingebaut, um eine kleine Vielfalt zu haben, aber nicht unrealistisch zu sein.
Am realistischsten wäre es gewesen, überall Fischernetzte zu platzieren, weil diese mehr als die Hälfte des gesamten Mülls unter Wasser ausmachen. Da diese aber riesig und vor allem gefährlich für Taucher sind, wollten wir das nicht darstellen.

Der Vorschlag, die Welt heller zu machen, je mehr Müll gesammelt wird, ist ein super Vorschlag gewesen und wir waren auch fest überzeugt, dies umzusetzen. Da dies aber sehr viel Feingefühl und Testing beansprucht hätte, konnten wir dies nicht mehr umsetzen. Trotzdem spawnen mehr Fische, je mehr Müll gesammelt wird. Wenn man also aufmerksam ist, bemerkt man die direkten Auswirkungen der eigenen Handlung. Auch hier gibt es einen schmalen Grat dazwischen, ob man genug oder zu wenig Fische spawned. Es soll auffallen, aber man will auch nicht plötzlich nur noch Fische sehen und nichts mehr tun können.

In einem der Feedback-Runden kam die Idee auf, eine Art “Fernseher” unter Wasser als Bildschirm zu nutzen, um kontrolliert Videos oder Animationen und Audio abzuspielen. Die Idee fanden wir sehr vielversprechend, hätten dies mit Hilfe von Holzschildern umsetzen

wollen, haben dann aber bemerkt, dass es den Spielfluss stören würde, wenn man die ganze Zeit auf dieses Schild schauen müsste, um die Audio abzuhören.
Es ist ein schmaler Grat dazwischen, dass man dem Spielenden die Audios aufdrängt, weil man ja was erklären möchte und dem Spielenden einfach die Freiheit gibt, selbst zu entscheiden, was er/sie (hören) möchte.

So sind auch einige der geplanten Story-Elemente aus dem Story-Interaction-Flow nicht mehr im Spiel gelandet, weil wir dafür das Spiel (also das Seil) viel länger hätte sein müssen, um alle Audios unterzubringen. Und dafür fehlte es an weiteren Interaktionsmöglichkeiten, die wir zwar schon gesammelt haben, aber leider nicht mehr umsetzen konnten:

Wir wollten den Vergleich von lebenden zu toten Korallen als eine weitere drastische Darstellung der Auswirkung menschlichen Handelns unter Wasser darstellen. Wenn Korallen sterben werden sie komplett weiss und sehen längst nicht so schön aus (siehe S. XX). Im Feedback wurde außerdem geäußert, dass man ja als Spieler*in selber Korallen pflanzen könne. An sich wäre das eine weitere Interaktion, aber wir wussten nicht so richtig, ob dies so realistisch ist, weswegen wir es auch erst einmal rausgelassen haben.

Außerdem wollten wir die Unterwasserwelt erweitern, indem mehr und unterschiedliche Flora und Fauna sichtbar ist. So sollte man eigentlich auf einen Hai treffen, nachdem man vorher die Erklärung bekommen hat, dass diese nicht gefährlich sind, wenn man einige wichtige Verhaltensweisen einhält.
Wir wollten damit auch den Lernaspekt der Anwendung auf spannende Weise ergänzen: Haie sind zum größten Teil für das Gleichgewicht in den Meeren verantwortlich, weil sie kleine und sogar kranke Fische essen und dadurch, dass wir Menschen jetzt auch die Haie ausrotten wollen, zerstören wir auch unter Wasser die Welt der Tiere. Dies hat enorme Wichtigkeit für die Zukunft.

Im Zusammenhang mit Tieren könnte auch eine unser ursprünglichen Challenges in die Anwendung implementiert werden. Da sich Tiere in Schleppnetzen verfangen und qualvoll sterben, wäre es eine wichtige Aufgabe von Taucher*innen die Position durchzugeben, sodaß diese geborgen werden können.

Als kleines Easter-Egg wollten wir eine Schatztruhe einbinden, zu der man zuerst einen Schlüssel finden muss, um diese zu öffnen. In der Schatztruhe hätte man dann einige spannende Dinge platzieren können. Auch dies war aber zum jetzigen Zeitpunkt nicht relevant für die Hauptinteraktion und Story.

Im Allgemeinen sind wir sehr zufrieden mit dem was wir in unserer Anwendung umgesetzt haben und welche Herausforderungen wir gemeistert haben. Das Bewegungsmodell selbst zu schreiben und die Audios schlau einzubinden war anspruchsvoll und zeitraubend.
Beim Einsprechen der Audios ist uns außerdem aufgefallen, wie wenig Inhalt man in kurze Sequenzen bekommt. Dies hat das Ausmaß unserer Anwendung direkt eingeschränkt.
Wir haben die Audios bearbeitet und sie so angepasst, dass sie wie bei einer Funkverbindung klingeln. Da wir in AVM nur kurz mit Adobe Audition gearbeitet haben, mussten wir uns hier noch ein wenig einarbeiten und hatten leider nicht die Kapazitäten, die Audio noch weiter zu bearbeiten, um diese noch realistischer darzustellen.