

Klimaschutz - nachhaltig Bewusstsein schaffen durch Augmented Reality

Fachbereich 4
Informatik, Kommunikation und Wirtschaft

Verfasser:

Timo Schnorz

Marin Delija

Antje Stockhaus

Michelle Pötsch

Philipp Nitsche

Georgios Padopoulos

Gruppe 1

Gestaltung von Multimediasystemen

Prof. Dr.-Ing. Johann Habakuk Israel

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
University of Applied Sciences
Wilhelminenhofstr. 75A
12459 Berlin

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	2
Idee	2
Motivation	3
Vergleich zu anderen Veröffentlichungen	3
AUGMENTED REALITY PROVES TO BE A BREAKTHROUGH IN ENVIRONMENTAL EDUCATION	3
Immersive Virtual Reality Field Trips Facilitate Learning About Climate Change	4
Methode	5
Ergebnisse	6
Auswertung	8
Fazit der Ideenfindung	8
Entwicklung eines Papierprototypen	8
Beschreibung des Papierprototypens	9
Vergleich zu verworfenen Prototypen	13
Evaluation des Papierprototypen	15
Use Case Darstellung	17
Interaktionstechniken	17
Entwicklung vom Papierprototypen zum digitalen Prototypen	18
Implementierung (EMM)	22
Definition der Anforderungen und deren Erfüllungsgrad	22
Verwendete Technologien	24
Erläuterung des Systems	25
Systembild	27
Gesamteinschätzung des Projekts	29
Selbsteinschätzungen	30
Sourcecode	32
Evaluation des digitalen Prototypen	32
Literatur	36

Einleitung

Augmented Reality (AR) bietet Nutzern ein interaktives Erlebnis in der realen Umgebung. Hierbei werden Objekte aus der realen Welt mit computergenerierten Informationen erweitert¹. Augmented Reality kann dabei als System mit 3 grundlegenden Funktionen beschrieben werden: das Kombinieren der realen und virtuellen Welt, Echtzeit-Interaktion und das Registrieren von 3D Objekten im realen und virtuellen Raum.² Diese Art von Interaktion und Visualisierung ermöglicht es den Nutzern Informationen wesentlich einfacher zu verstehen.

Idee

Unsere Idee ist es Menschen auf den Klimawandel unserer Erde aufmerksam zu machen. Dies wollen wir erreichen, indem wir unseren Nutzern die Maßnahmen der einzelnen Klimafaktoren mit Hilfe von Augmented Reality deutlich machen. So soll unseren Nutzern deutlich gemacht werden, wie sich unsere Erde bei einem Temperaturanstieg höchstwahrscheinlich verändern wird oder was passiert wenn immer mehr Treibhausgase in die Atmosphäre gelangen.

Um unsere Nutzer nicht direkt von den Konsequenzen unserer derzeitigen Lebensart abzuschrecken hatten wir die Idee auch die positiven Effekte von bereits implementierten Maßnahmen darzustellen. So soll dem Nutzer zum Beispiel die positiven Effekte von erneuerbaren Energien gegenüber der fossilen Brennstoffe deutlich gemacht werden.

Dem Nutzer soll es mittels der App möglich sein, einzelne Parameter wie zum Beispiel den Grad des Temperaturanstiegs über die nächsten Jahre zu definieren.

Die Umsetzung dieser Idee soll mit Hilfe von Augmented Reality geschehen und erfordert somit ein Smartphone mit einer Kamera. Aus eigenen Erfahrungen haben visuelle Medien mehr Einfluss auf unser Verhalten und Verständnis als wenn wir eine Information lesen oder gesagt bekommen.

¹ Theodorou, Paraskevi, et al. "Augmented reality proves to be a breakthrough in environmental education." *Protection and Restoration of the Environment* 7 (2018).

² Wu, Hsin-Kai, et al. "Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education." *Computers & education* 62 (2013): 41-49.

Motivation

Der Klimawandel ist ein Thema, das uns alle betrifft und nicht nur heute sondern auch für die nächsten Jahrzehnte ein wichtiges Thema sein wird. Dass Pflanzen nicht überleben können, die Gletscher schmelzen und unsere Süßwasser Reserven schneller verbraucht werden als sie sich erholen können, ist heutzutage kein Geheimnis mehr. Durch kaum spürbare Änderungen im Alltag fühlen sich Menschen jedoch keiner Reaktion, noch Aktion nötig. Wir wollen Nutzern mittels unserer Anwendung zeigen, wie viel sich wirklich verändert, wenn unser Verhalten hinsichtlich Energiegewinnung, Essensgewohnheiten etc. geändert wird. Verantwortungsvolles Verhalten und Aufklärung über die Folgen von Verhaltens- und Gebrauchsmustern sind das Ziel dieser Anwendung.

Vergleich zu anderen Veröffentlichungen

AUGMENTED REALITY PROVES TO BE A BREAKTHROUGH IN ENVIRONMENTAL EDUCATION

In der Publikation "**AUGMENTED REALITY PROVES TO BE A BREAKTHROUGH IN ENVIRONMENTAL EDUCATION**"³, sind Theodorou und seine Kollegen mit Anwendungen, welche Gebrauch von Augmented Reality machen, an eine Grundschule in Athen gegangen, um zu schauen wie sich das Lernverhalten damit verändert.

Für diese Publikation wurden zwei Prototypen für Android basierte Smartphones entwickelt, welche den Schülern, Themen wie erneuerbare Energien und Klimawandel näher bringen sollten.

Die erste der beiden Applikationen sollte den Schülern das Thema von erneuerbaren Energien anhand der Funktion von Windrädern und Solaranlagen erläutern und diese mit fossilen Brennstoffen als Energiegewinner vergleichen.

Die zweite Applikation hat dabei sehr viele Ähnlichkeiten mit der Applikation, die wir uns vorgestellt haben. Diese zeigt die Auswirkungen des Klimawandels anhand von Abholzung in Wäldern. Diese Applikation zeigt dabei die direkten Auswirkungen von CO2 Emissionen, welche beim Verbrennen von fossilen Brennstoffen entstehen. Zudem zeigt die Applikation weitere Einflüsse auf die Umwelt am Beispiel von schmelzenden Gletschern, dem Anstieg des Meeresspiegels und der Desertifikation unserer Erde.

³ Theodorou, Paraskevi, et al. "Augmented reality proves to be a breakthrough in environmental education." *Protection and Restoration of the Environment* 7 (2018)..

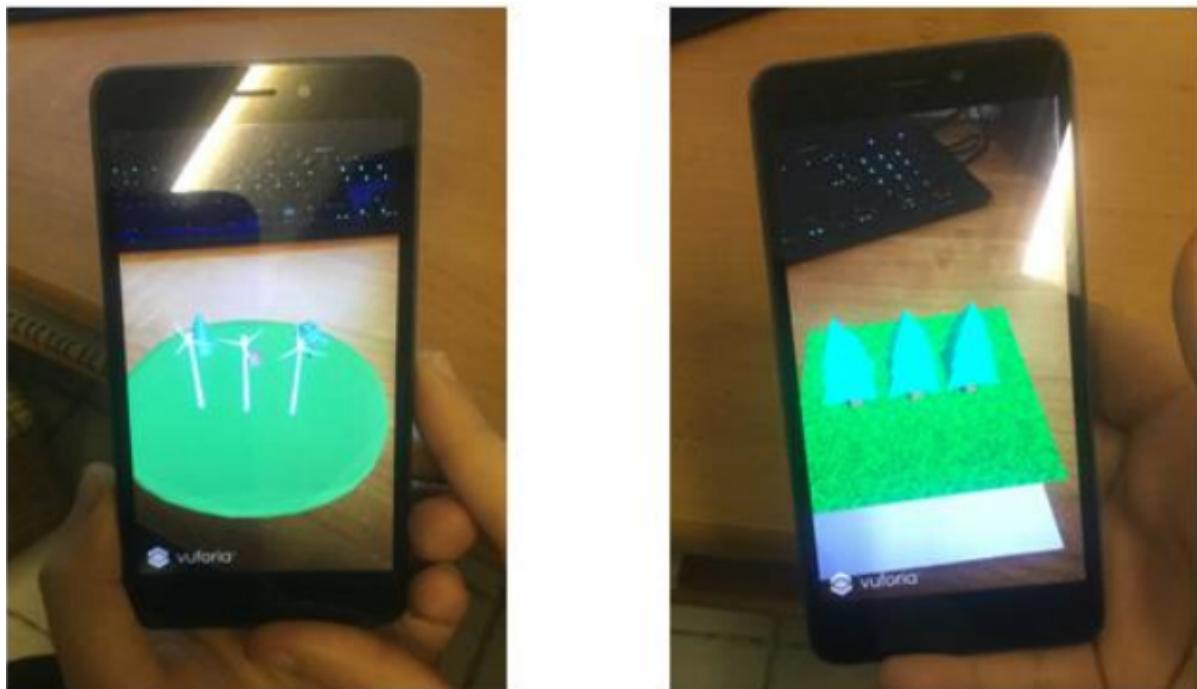


Abbildung 1: Die beiden Applikationen, welche entwickelt wurden.

Das Ergebnis dieses Papers ist dabei sehr vielversprechend und zeigt vor allem bei den jüngeren Kindern ein starken Zuwachs an Wissen von bis zu 29,5%. Auch die durchschnittliche Lernerfahrung war laut Angaben der Schüler etwas 32% besser als mit herkömmlichen Lernmethoden.

Immersive Virtual Reality Field Trips Facilitate Learning About Climate Change

In dem Forschungsprojekt mit dem Namen "Immersive Virtual Reality Field Trips Facilitate Learning About Climate Change"⁴, welches von Forschern aus der Stanford Universität stammt, wurde die Wirksamkeit von Virtual Reality als Bildungsmedium getestet, um die Folgen des Klimawandels zu lehren.

In der Studie wurde den Probanden dabei Virtual Reality (VR) Headsets aufgesetzt, mit welchen sie dann den Ozean aus der Sicht eines Tauchers erkunden konnten. Nach und nach wurde dabei simuliert, wie sich das Leben auf dem Meeresgrund über die nächsten 40 Jahre hinweg verändern wird.

⁴ Markowitz, David M., et al. "Immersive virtual reality field trips facilitate learning about climate change." *Frontiers in psychology* 9 (2018): 2364.

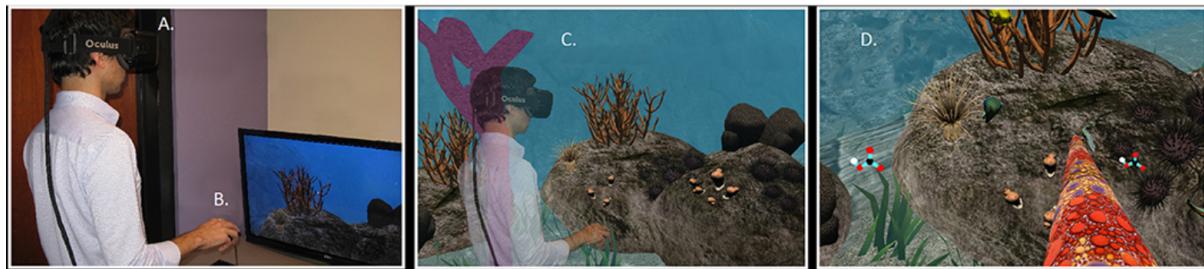


Abbildung 2: Ein Studienteilnehmer mit VR Brille, welche den Nutzer als Taucher den Ozean erforschen lässt.

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes sind dabei hochinformativ und stärken unsere bisherigen Erfahrung mit der Nutzung von visuellen Medien als Lernmittel. Die Ergebnisse zeigten, dass Menschen welche sich mit Hilfe von Virtual Reality die Folgen von der Versauerung des Ozeans interaktiv anschauen konnten tiefere kognitive Assoziationen mit dem wissenschaftlichen Inhalt hatten und die Ursachen und Auswirkungen der Versauerung der Ozeane besser lernen, sich daran erinnern und behalten konnten.

Methode

Ziel unserer Analyse war es herauszufinden durch welche Art der Informationsvermittlung ein größtmöglicher positiver Effekt hinsichtlich der Verhaltens- und Denkmuster unserer Nutzer erzielt werden kann. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Änderungen bewusster Lebensentscheidungen, die sich anhand der durch unsere Anwendung dargelegten Informationen über Veränderungen in unserer Umwelt, positiv oder zumindest klimaneutral auf unsere Umwelt auswirken.

Da sich der Klimaschutz unserer Erde an die gesamte Weltbevölkerung richtet, ist unsere Benutzergruppe grundsätzlich auf keine Altersklasse oder Branche beschränkt. Aufgrund der Umsetzung mittels einer Augmented Reality Anwendung werden jedoch nur Benutzer berücksichtigt, die bereits Erfahrungen im Umgang mit mobilen Anwendungen und Zugang zu einem mobilen Endgerät haben.

Für die Exploration dieser Benutzeranforderungen haben wir eine Fokusgruppe, die von einem Moderator und einem Co-Moderator angeleitet worden ist, durchgeführt. Die weiteren Gruppenmitglieder haben die Durchführung protokolliert. Ein halbstrukturierter Leitfaden diente uns hierbei als Orientierung, um sicherzustellen, dass uns zum Ende der Fokusgruppe die gesamten uns relevanten Informationen vorliegen. Unter Berücksichtigung unserer zwei Auswahlkriterien hat sich unsere Fokusgruppe aus fünf Informatikstudenten im Alter von 21 bis 25 Jahren zusammengesetzt.

Unsere Fokusgruppe "Klimaschutz - nachhaltig Bewusstsein schaffen durch AR" erstreckte sich über 1,5 Stunden und wurde als Videokonferenz durchgeführt.

Nach einer kurzen Vorstellung unserer Moderatorin und unseres Co-Moderators wurde den Teilnehmern ein inhaltlicher Themenüberblick gegeben. Dieser beinhaltete eine kurze

Zusammenfassung des Klimawandels und Augmented Reality als generelle Oberthemen, sowie unser Ziel der Fokusgruppe, Benutzer dazu zu bewegen aktiv ihr eigenes Verhalten in Ausblick auf Auswirkungen auf das Klima zu ändern. Ein Hinweis darauf, dass ein gemeinsames diskutieren befürwortet wird und wir für jede Idee dankbar sind, sollte eventuelle Hemmungen schwächen.

Daraufhin baten wir, um eine kurze Selbstvorstellung unter Beantwortung der folgenden Fragen:

- Wurden bereits Erfahrungen mit Augmented Reality gemacht? Wenn ja, welche?
- Welche Erfahrungen wurden bereits mit den Themen Klimaschutz und Nachhaltigkeit gemacht?
- Wurden bereits Verhaltensweisen aufgrund von Informationen über den Klimaschutz und Nachhaltigkeit geändert? Wenn ja, welche? Wie wurden diese Informationen übermittelt?

Im Anschluss an unsere Vorstellungsrunde, haben wir unseren Teilnehmern einen Videoausschnitt einer AR-Anwendung gezeigt⁵, um ihre Kreativität anzuregen und neue Ideen für unsere weiteren Fragen zu sammeln, wie eine interaktive Anwendung, die auf den Klimawandel aufmerksam macht, aussehen könnte:

- Welche Funktionen/ Besonderheiten müsste diese Anwendung haben?
- Welche Methoden würden euch am meisten dazu anregen euer Verhalten zu ändern? Belohnung oder Bestrafung eines Verhaltens? Neutrale Informationsvermittlung?

Die Antworten der Teilnehmer wurden von den Protokollanten zeitgleich auf einem digitalen Whiteboard festgehalten, um die Teilnehmer dazu anzuregen, zu Ideen weitere Anmerkungen beizutragen und Ideen weiterzudenken.

Als keine weiteren Ideen mehr zustande kamen, teilten wir unseren Teilnehmern unsere ursprüngliche Idee mit. Dies führte dazu, dass wir genannte Anforderungen direkt mit unserer initialen Idee verknüpfen konnten und ein ehrliches Feedback zur Idee bekommen konnten.

Im folgenden Abschnitt ist tabellarisch aufgelistet, welche Anforderungen sich aus unserer Fokusgruppe ergeben haben.

Ergebnisse

Die Durchführung unserer Fokusgruppe ergab uns wichtige Erkenntnisse über die Anforderungen unserer Anwendung, die wir in der folgenden Tabelle zu sieben wesentlichen Anforderungsmerkmalen zusammengetragen haben.

Darüber hinaus haben wir weitere Erkenntnisse über das Bewusstsein unserer Teilnehmer über Nachhaltigkeit und Augmented Reality sammeln können.

Zwei von fünf Teilnehmern berichteten, dass ihnen der Klimaschutz eher unwichtig erscheint und "wir sowieso nichts daran ändern können". Dieser Gedanke wurde später weiter ausgeführt als die Teilnehmer ebenfalls anmerkten, dass Auswirkungen, die wir auf das Klima haben direkt visualisiert werden sollten, da sie sich sonst nicht als Faktor im

⁵ Apfelwelt, TOP 10 AR Apps | Augmented Reality auf iPhone & iPad (2019): 1:10 - 1:30

Klimawandel ansehen. Lediglich einer von fünf Teilnehmern berichtet, dass er sich bereits tiefgründiger mit dem Thema Klimaschutz und Nachhaltigkeit auseinander gesetzt hat und auch seine Lebensentscheidungen anhand von Nachhaltigkeitsfaktoren geändert hat.

Mit AR-Anwendungen hatten bereits vier von fünf Teilnehmern Erfahrungen, jedoch hier in keinem Bildungskontext.

Ein wichtiger Punkt dem alle unsere Teilnehmer zugestimmt haben, war es, dass eine potentielle Anwendung nicht nur negative Faktoren aufzeigen sollte, da diese demotivieren und den Nutzer von der Nutzung der AR-Anwendung abhalten könnten. Gleichzeitig war es den Teilnehmern wichtig, die Informationen nicht mit einem einmaligen Erlebnis mitgeteilt zu bekommen, sondern, dass die Anwendung in den Alltag integriert werden kann und somit ein direkter präsenter Bezug zu dem Nutzer besteht.

Tab. 1 - Ergebnisse unserer Anforderungsanalyse:

Anforderungsmerkmal	Erkenntnisse
Auswirkungsumfang	<u>Klimaauswirkung auf den direkten Nutzer beziehen</u> , keine Verallgemeinerung, trotzdem alle Aspekte zum Thema Nachhaltigkeit abdecken
Motivation	<u>belohnen positiven Nutzerverhaltens und bestrafen negativen Nutzerverhaltens</u> , <u>keine Nutzungsaufforderungen</u> (notifications) durch die Anwendung
Nutzungsumfang	<u>tägliche Nutzung der Anwendung</u> , einmaliges spielen eines Spiels ändert Verhalten gering
Informationsdarlegung	<u>direkte Verbildlichung der Auswirkung mit informellem Hinweis wie die Auswirkung entstanden ist/ welches Verhalten besser wäre</u> , reine Informationsdarlegung schafft keinen Bezug zum Nutzer
Umgebungsbedingung	<u>Alltagsbezug steht über spielerischen Aspekten</u>
Zeitbezug	nicht nur reine Prognose auf zukünftige Folgen, <u>zeitlich greifbar machen</u> , zeitnah
Communityaspekt	Community ist wichtig, Interessen teilen, andere motivieren, Anerkennung von anderen Nutzern bekommen

Auswertung

Durch unsere initiale Befragung, welche Berührungspunkte unsere Teilnehmer bereits mit dem Thema Klimaschutz und Nachhaltigkeit hatten, ergab sich für uns eine eindeutige Schlussfolgerung, dass eine AR-Anwendung, die auf Nachhaltigkeit in direktem Bezug mit dem Nutzer aufmerksam macht, erforderlich ist. Trotz der erhöhten Medienaufmerksamkeit der letzten Jahre durch Fridays for Future und ähnliche Bewegungen, scheint tatsächlich der individuelle Bezug auf das eigene Verhalten nicht ausreichend zu bestehen.

Des weiteren wurde durch die Aussagen unserer Teilnehmer klar, dass unsere ursprüngliche Idee vermutlich nicht den gewünschten langfristigen Effekt auf das Verhalten des Nutzers haben würde und haben demnach unsere Idee nach den genannten Anforderungsmerkmalen abgeändert. Alle in der Tabelle unterstrichenen Anforderungen werden wir in unsere AR-Anwendung mindestens mit aufnehmen.

Die durch die obig beschriebenen Studien bemerkten positiven Effekte auf den Lernerfolg der Schüler, möchten wir uns in unserer AR-Anwendung zu nutzen machen und diese aufgrund dem direkten Bezug zum Nutzer bestenfalls weiter verstärken.

Das anfängliche Desinteresse einiger Teilnehmer am Thema Klimaschutz wurde durch die fortlaufende Ideensammlung merklich geschwächt, sodass auch diese einen wesentlichen Beitrag zu unseren finalen Anforderungsmerkmalen beigetragen haben.

Fazit der Ideenfindung

Unsere ursprünglichen Idee hat sich durch die Erkenntnisse aus der Fokusgruppe stark abgeändert. Aus einer interaktiven Galerie wurde nun eine Alltagsanwendung, welche das Verhalten des Nutzers (erledigte Einkäufe, geplante Reisen, benutzte Transportmittel) an einem eigenen virtuellen Garten widerspiegelt. Die Fokusgruppe war für uns ein wichtiges Tool, um unsere Idee weiter auszubauen und die konkrete Umsetzung zu überdenken. Die Grundlage für die weitere Entwicklung unseres Prototyps wurde somit geschaffen.

Entwicklung eines Papierprototypen

Bevor wir uns mit dem Entwickeln der Applikation für die mobilen Endgeräte wagen, wollten wir testen, wie unsere Design Ideen bei unseren potenziellen Nutzern interpretiert werden. Um dies zu testen haben wir uns in der Gruppe entschieden jeweils einen Papierprototypen zu erstellen. Die Papierprototypen wurden daraufhin zunächst in einer internen Vorführung auf gute sowie schlechte Designentscheidungen untersucht. Wir haben die Prototypen dabei jeweils auf die Wahrnehmung der Visualisierung untersucht, welche in dem Paper "Perception in Visualization"⁶ untersucht wurden. Nach der Überprüfung unserer Prototypen mit Bezug auf das Paper ist uns klar geworden, dass wir auf von der präattentiven Verarbeitung der Menschlichen Wahrnehmung gebrauch machen wollten und haben uns

⁶ Healey, Christopher G. "Perception in visualization." Retrieved February 10 (2007): 2008.

somit Entschieden wichtige Elemente in der Applikation wenn notwendig Farblich deutlich voneinander zu differenzieren. Zudem sind wir bei der internen evaluierung der Prototypen auf die Gestaltpsychologie mit Referenz auf das Buch "Wahrnehmungspsychologie"⁷ von Healey eingegangen und haben es uns zur aufgabe gemacht die dort vorkommenden Gestaltgesetze einzuhalten.

Beschreibung des Papierprototypens

Das UI ist grundsätzlich sehr minimalistisch gestaltet. Der Designansatz des Minimalismus⁸ besagt Informationen so gering wie möglich zu halten, um so den User nicht zu überfordern. Außerdem sind nur dem User bereits bekannte Icons eingesetzt. So kann beim Erlernen sowie Nutzen der Anwendung, die Denkarbeit des Users gering gehalten werden.

Der Homescreen startet mit einem "Hallo, was willst du tun" um den User direkt persönlich anzusprechen. So soll das öffnen der App direkt zu einem positiven und freundlichen Gefühl des Willkommenseins führen.

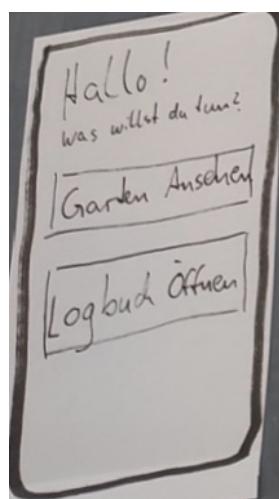


Abbildung 3: Hauptmenü des Papierprototypen



Abbildung 4: Komfortzonen des Daumens bei Anwendungen auf dem Smartphone

Darunter sind zwei Button die Zentral positioniert sind, da hier der Hotspot⁹ für das interagieren auf mobilen geräten ist. Wie auf Abbildung 4 zu sehen, ist dieser Bereich für Links- sowie Rechtshänder außerdem der Komfortabelste Bereich des Navigierens mittel des Daumens.

⁷ Goldstein, E. Bruce, and Manfred Ritter. *Wahrnehmungspsychologie*. Vol. 2. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2002.

⁸ Nielsen, Jakob. 10 Usability Heuristics for User Interface Design, Retrieved 19 December 2020, <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

⁹ Hurf Scott. (2021) <https://www.scothurff.com/posts/facebook-paper-gestures/>

Beim Betätigen des Button "Garten ansehen" auf dem Hauptmenü (Abb. 3), erscheint im Vollbildschirm der Garten als 3D-Modell mittels der Kamera in der realen Umgebung des Anwenders.

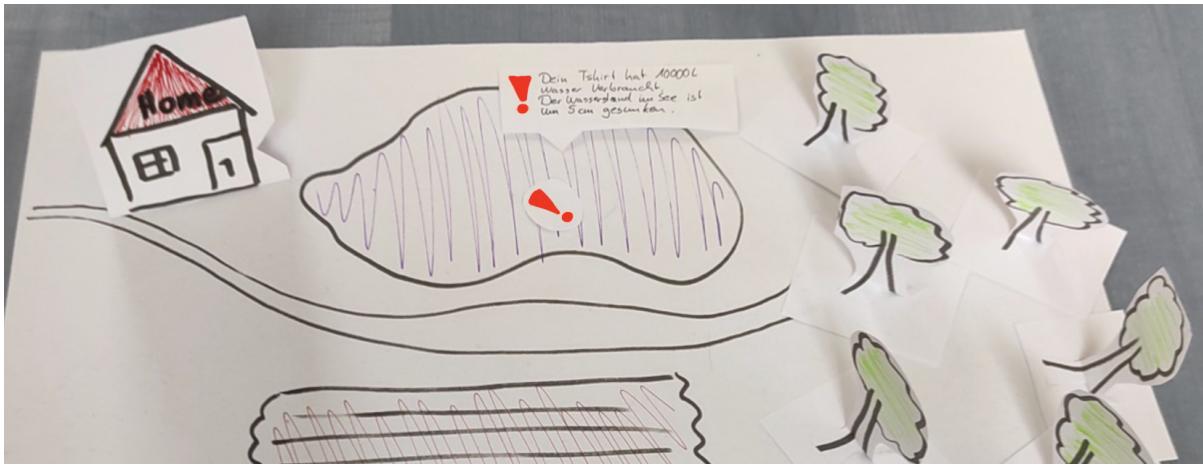


Abbildung 5: Papierprototyp des Gartens als 3D Modell

Der Garten besteht aus mehreren Objekten wie Bäumen, Pflanzen und einem See. Es wurden Objekte gewählt die laut Prognosen in Zukunft am meisten an den Klimaänderungen leiden.¹⁰

Alle einzelnen Objekte verändern sich grafisch sowohl nach den Eingaben die im Menü Logbuch tabellarisch aufgelistet sind sowie auch dem natürlichen Lauf der Zeit. Das Logbuch wird später noch genauer erläutert.

Das hierbei jede auch so kleine grafische Veränderung nicht übersehen wird, werden hier mit symbolen auf den jeweiligen Objekten aufmerksam gemacht.



Abbildung 6: Symbol einer positiven Objektänderung am Beispiel der Bäume

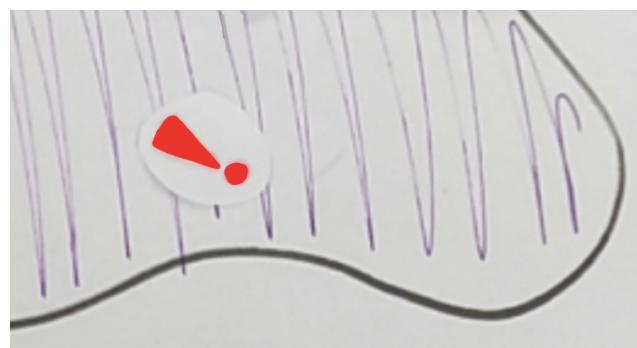


Abbildung 7: Symbol einer negativen Objektänderung am Beispiel des Sees

¹⁰ Umweltbundesamt (2014)

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/zu-erwartende-klimaaenderungen-bis-2100>

Hierbei wird eine positive Auswirkungen bewusst mit einem grünen Hacken symbolisiert. Die Farbe Grün wurde gewählt um ihre Psychologische Wirkung auf den Menschen von Gutem, Leben und Gelassenheit zu vermitteln. Die sowie dem Vorwärtsgehen das auch bei Ampeln genutzt wird,

Eine negative Veränderung wird mittels eines roten Ausrufezeichens symbolisiert. Die gewählte Farbe Rot, signalisiert hier im Gegensatz dazu ein sofortiges "Vorsicht, Stopp". Durch die Wahl des Symbol eines Ausrufezeichen das für Warnungen, Ausrufe, und Verbote steht, wird seine Wirkung noch verstärkt um so die Aufmerksamkeit des Users sofort zu erlangen.

Beim Antippen des Ausrufezeichens oder auch Haken, erscheint ein Textfeld mit der Information wie sich das Objekt geändert hat.

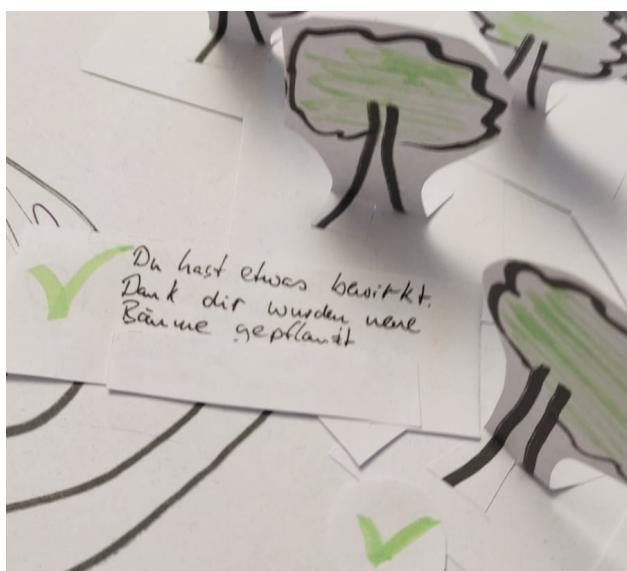


Abbildung 8: Infoanzeige der Objektänderung Beispiel der Bäume

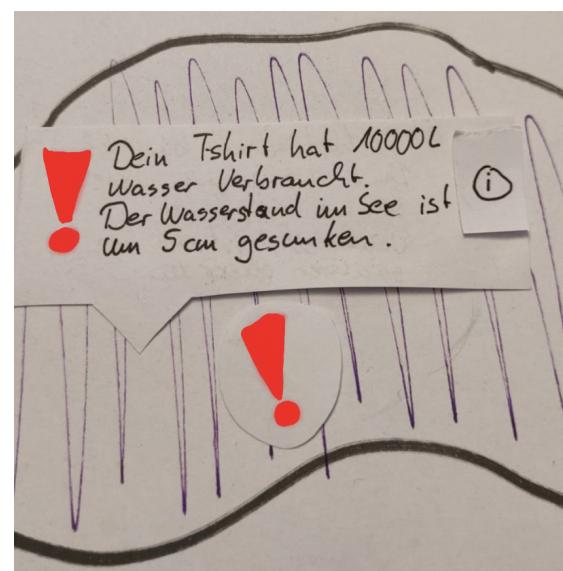


Abbildung 9: Infoanzeige der Objektänderung am Beispiel des Sees

Die Form des Textfeldes entspricht dem einer Sprechblase. Sie ist Eckig und Ihre geschlossene Umrandung ist nach dem Gestalt-Gesetz der Geschlossenheit des Gestaltpsychologie gewählt. Ein rechts platziertes umrandetes "i" innerhalb der Sprechblase ist dort platziert um Informationen spezifisch zu diesem Textinhalt zu geben. Wenn dieses angetippt wird öffnet sich folgende Ansicht.

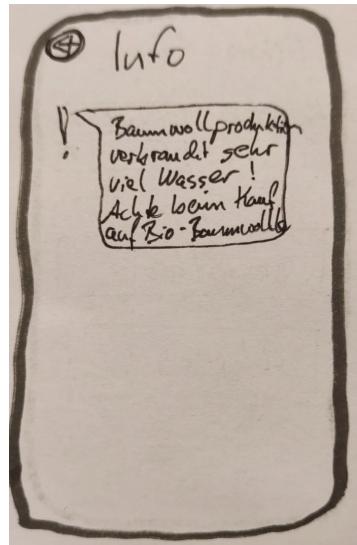


Abbildung 10: Untermenü Info zu einer Objektänderung

Die Überschrift "Info" ist oben zentral positioniert um sofort ins Auge zu springen. Das Ausrufezeichen von dem die Sprechblase sich öffnet, ist hier positioniert da, durch die Blickrichtung bei Medien Inhalte am linken Rand eine höhere Betrachtungshäufigkeit aufweisen.¹¹ Der gesamte Seiteninhalt dieses Untermenüs ist im oberen Drittel des Bildschirms positioniert. Da die Hauptaufgabe dieser Seite darin besteht Informationen zu vermitteln und der User in diesem Bereich die größte Aufmerksamkeit widmet. ¹² Mit dem Pfeil kann zurück zum Garten gegangen werden.



Ein Haus mit der Aufschrift "Home" ist ebenfalls im Garten zu sehen. Da die Assoziation eines Hauses bereits durch viele Anwendungen bekannt ist wurde diese Symbolisierung auch hier genutzt um zum Hauptmenü zurück zu kehren.

Abbildung 11: Haus Objekt des Gartens

Zurück im Hauptmenü (Abb. 3) führt das Betätigen des zweiten Buttons "Logbuch" zum Untermenü in Abbildung 12. Hier wird tabellarisch das eingegebene Verhalten des Benutzers festgehalten. Die einzelnen Eingaben werden mittels einer Linie durch das Nutzen des Gestaltgesetzes der Einfachheit ¹³ voneinander getrennt. Um solch eine Eingabe des Verhaltens hinzuzufügen ist der Button mit dem Plus Icon zu betätigen.

¹¹ Feuss, S. "Medienwissenschaft" (2014) https://www.ard-werbung.de/fileadmin/user_upload/media-perspektiven/pdf/2005/01-2005_ARD-Forschungsdienst.pdf

¹² Ludwig, D. nach Wilhelm, T "Blickverlauf auf Websites. Auf dem Weg zu Daumenregeln. Göttingen: eResult 2003". <https://blogsheets.info/wohin-wir-auf-einer-webseite-als-erstes-schauen-8531>

¹³ Molich, R and Nielsen, J (2013) <https://usersnap.com/de/blog/usability-nielsen/>

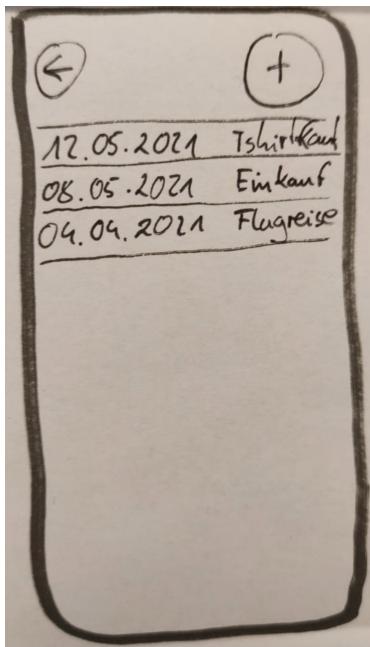


Abbildung 12: Logbuch Menü

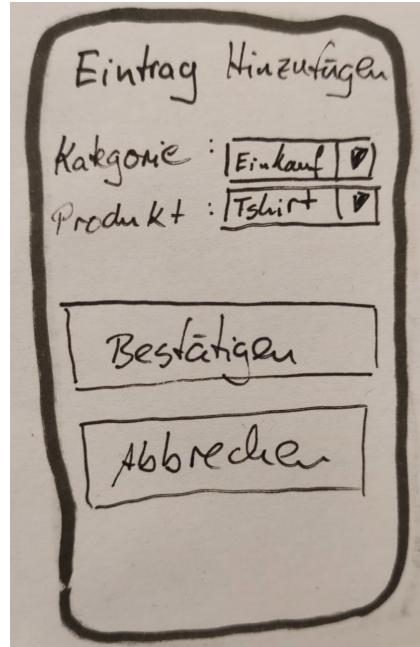


Abbildung 13: Menü um einen Logbuch Eintrag hinzuzufügen

Die Überschrift "Eintrag Hinzufügen" steht zentral über allem auf dem Bildschirm da es die Beschreibung der ganzen Seite zusammenfasst. Darunter sind zwei mit Dropdown Menüs die dem User die Auswahl der Kategorie und Produkt gibt.

Die grossen Button "Bestätigen" und "Abbrechen" darunter sind dort um den Eintrag zuletzt abschließen zu können.

Die Positionierung dieses Screens wurde unter dem Gestaltungsgesetz der Verbundenheit gewählt um die Kategorie wie auch das Produkt mit dem jeweils dazugehörigen Dropdown Menü zu Gruppieren.

Beim Bestätigen des Eintrags wird das Logbuch wieder aufgerufen und der gerade getätigte Eintrag wird als neue Zeile in der tabelle angezeigt. Beim Abbrechen wird ebenfalls das Logbuch aufgerufen doch der Eintrag wird nicht gespeichert.

Vergleich zu verworfenen Prototypen

Neben dem hier aufgeführten und von uns sowie potenziellen Nutzern evaluierten Papierprototypen gab es auch noch einen anderen Papierprototypen, welcher für das weitere Arbeiten an dem Projekt in frage gekommen wäre.

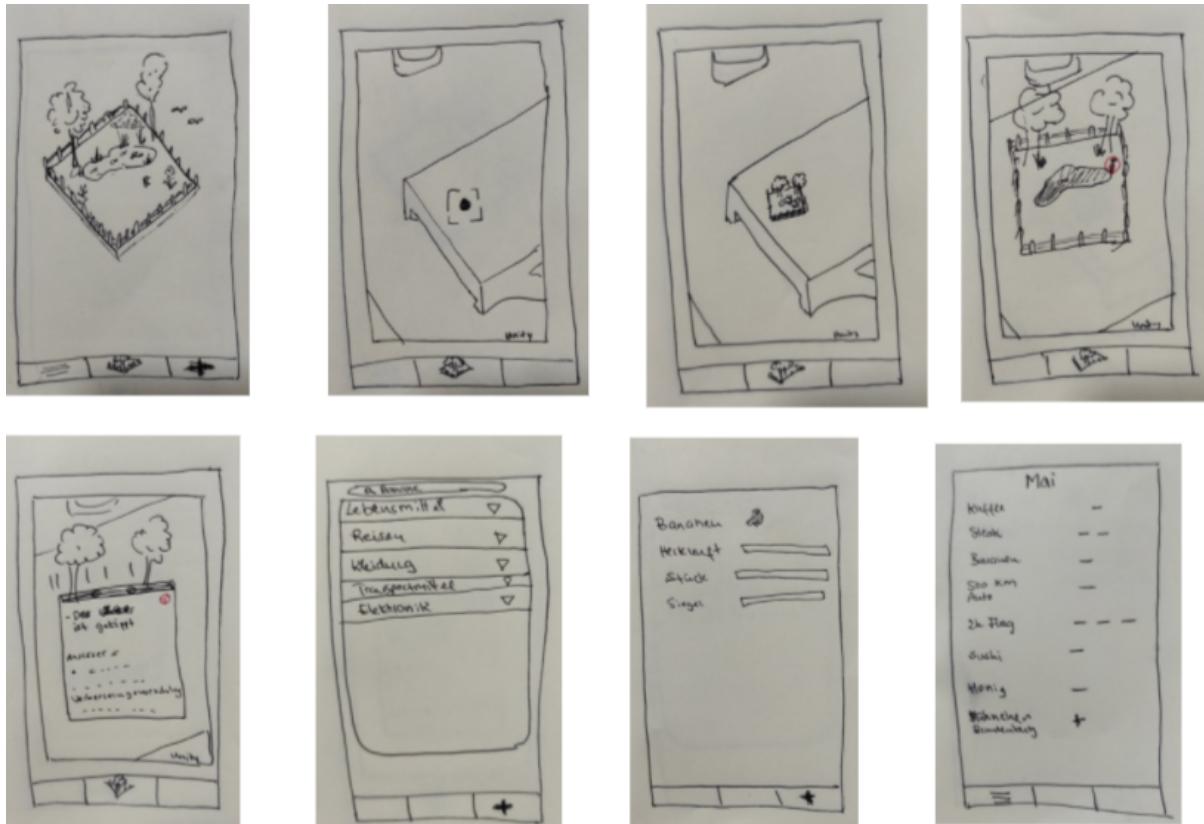


Abbildung 14: Der verworfene Papierprototyp von Antje, welcher ebenfalls für die weitere Evaluierung in Frage kam.

Bereits bei der internen Evaluation von dem Papierprototypen von Antje ist uns aufgefallen, dass wegweisende Elemente nicht eindeutig sind. So ist das Menü welche sich am unteren Ende des Bildschirmrandes befindet nicht sofort verständlich und könnte bei neuen Nutzern für Verwirrung sorgen. Auch in Bezug zu "Perception in Visualization"¹⁴ haben wir bei diesem Prototypen einige Schwachstellen gefunden. So wurde hier zum Beispiel wenig mit Farbunterschieden und anderen präattentiven Mitteln gearbeitet, welche es dem Nutzer einfacher machen würde mit der Applikation zurecht zu kommen.

In beiden Prototypen wurden jedoch auf die Gestaltgesetze aus der "Wahrnehmungspsychologie"¹⁵ geachtet. So ist es in beiden Prototypen der Fall, dass die Elemente in dem Tagebuch/Logbuch nach dem Gesetz der Geschlossenheit von einer Linie umfasst werden um den Nutzer bewusst zu machen, dass diese Elemente zusammengehören.

¹⁴ Healey, Christopher G. "Perception in visualization." Retrieved February 10 (2007): 2008.

¹⁵ Goldstein, E. Bruce, and Manfred Ritter. *Wahrnehmungspsychologie*. Vol. 2. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2002.

Evaluation des Papierprototypen

Für die Evaluation unseres Papierprototypen haben wir uns mit 5 nutzern von Mobiltelefonen zusammengesetzt, welche vorher noch nicht in Verbindung mit diesem Projekt standen. Um möglichst viel Informationen aus der Evaluation mitzunehmen, haben wir die befragten Nutzer gebeten den Fragebogen für die heuristische Evaluation nach Nielsen so ehrlich wie möglich auszufüllen. Nachdem wir das Feedback der Nutzer bekommen haben sind uns direkt einige sachen aufgefallen, welche wir ändern sollten.

Bei der Beschriftung der zwei Button im Hauptmenü, ist in unserer Evaluationsgruppe des Papierprototypen vor allem aufgefallen, dass die erstmals gewählten Bezeichnungen von "Garten ansehen" sowie "Logbuch Öffnen" zu verwirrung geführt hat.

Da es sich bei Logbuch um einen doch eher unbekannteren Begriff handelt, wurde hier zu einer mehr aussagekräftigen Beschriftung von "Tagebuch" gewechselt.

Bei dem Button "Garten ansehen" wurde vermehrt die Frage "welcher oder wessen Garten" in den Raum geworfen. Demzufolge wurde hier auf die Bezeichnung "Mein Garten ansehen" ausgewichen.

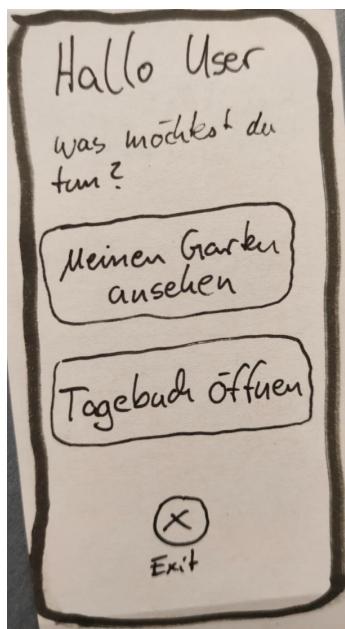


Abbildung 15: Verbessertes Design des Hauptmenüs

Dies bestätigt ebenfalls erneut unsere Erkenntnisse aus den Fokusgruppen. Hier wurde bereits von den Teilnehmenden mehrmals erwähnt, Ihnen sei vor allem wichtig, dass auf die Auswirkungen des eigenen persönlichen Verhaltens eingegangen wird. Die zusätzliche Beschriftung von "Mein Garten" unterstreicht dies somit. Das Possessivpronomen "Mein" verdeutlicht hier den Besitz und die Zugehörigkeit des Gartens, zum Individuum, dem User. Zusätzlich wurde an das Hallo im Startbildschirm zu "Hallo User" erweitert um die Ansprache noch persönlicher zu gestalten.

In der Evaluationsgruppe ist auch aufgefallen das der Info button in der Sprechblase nicht aufgefallen ist. Dieser wurde erst nach aufmerksam machen der Vorstellenden wahrgenommen und angetippt. Um diesen Informationsinhalt auffälliger zu machen um dem User sofort ins Auge zu springen wurde hier das Design zu einem gelben Dreiecks schild gewechselt.

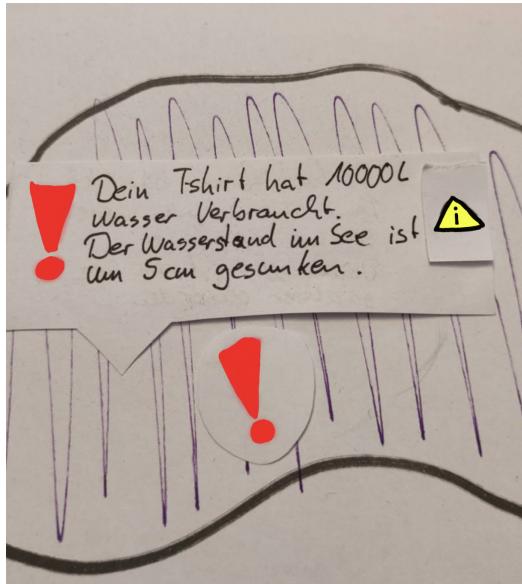


Abbildung 16: Verbessertes Design des Info Buttons

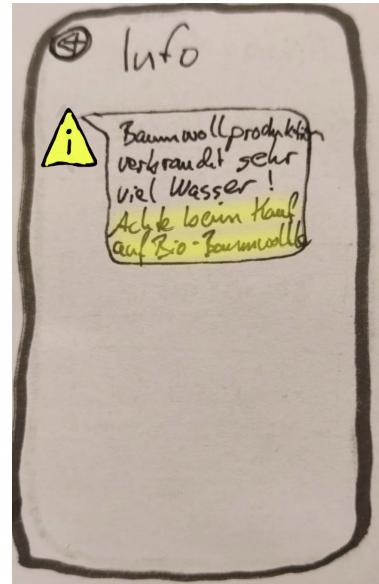


Abbildung 17: Verbessertes Design des Info Untermenüs

Die Form des Dreieck soll an Schilder wie die des Straßenverkehrs erinnern an dessen Regeln zu halten sind. Da die Sprechblase sich an diesem öffnet spricht das Schild somit bildlich seine Regel zum User. Zum einen vermittelt es "Achtung, dein Objekt hat sich verändert" und zum anderen, wie hier im Beispiel auf Abbildung 17, "Achte beim Kauf auf Bio-Baumwolle". Dass dieser Tipp zur Verhaltensänderung dem Anwender ins Auge springt, ist dieser mit gelber Farbe hinterlegt um somit noch einmal vom Infotext abgehoben zu werden.

Die Farbe gelb wurde hier gewählt um die Signalfarben der Ampel wieder aufzugreifen die auch auf Seite 11 bereits angesprochen wurden. Somit vervollständigt sich die Zuweisung der Farben innerhalb der gesamten Anwendung von Grün für positiv, Rot für negativ und Gelb für Achtung.

Da die Kern Ursprungsidee der Anwendung darin besteht, das Verhalten des Individuums gegenüber des Klimas zu verbessern ist, ist die Wahrnehmung der Infos und Tipps über die Folgen dessen Verhaltens im Fokus. Dies konnte durch die zusätzliche Verwendung der Warnfarbe Gelb sichergestellt werden.

Use Case Darstellung

Der wichtigste Use Case unserer Applikation, ist das erkennen der Auswirkungen von den Aktionen des Nutzers. Um zu sehen, wie sich der Einkauf eines Produkts auf des wohlbefinden des Gartens auswirkt, so muss der User nach dem Eintragen der Aktion wieder auf das Hauptmenü (Abb. 3) zurück navigieren. Nachdem der Nutzer wieder dort angekommen ist, kann dieser den Button für das Anschauen seines Gartens klicken um den Virtuellen Garten mit Hilfe der Kamera auf einer Fläche darzustellen. Sollte es sich bei der hinzugefügten Aktion im Logbuch um eine negativ auswirkende Aktion handeln, so wird im Garten ein farblicher Button mit einem roten Ausrufezeichen auftauchen (Abb. 16), welcher für den Nutzer anklickbar ist und Informationen über die Auswirkung der Aktion enthält. Sollte die Aktion des Nutzers jedoch Positive Auswirkungen auf dessen Garten haben, so hat der Nutzer die Möglichkeit auf einen grünen Button mit einem Häkchen zu Klicken, welcher ebenfalls Informationen über die Auswirkungen der zuletzt eingefügten Aktionen enthält.

Interaktionstechniken

Beim Öffnen unserer mobilen Anwendung wird das Menü zunächst in 2D auf dem Smartphone Bildschirm dargestellt. Mittels Touchfunktion kann der Nutzer zu den Menüpunkten weitergeleitet werden. Möchte der Nutzer einen Eintrag hinzufügen, kann dieser unter dem entsprechenden Menüpunkt in zwei Dropdownlisten, die ebenfalls durch Antippen ausgeklappt werden, den gewünschten Eintrag auswählen.

Nach Hinzufügen des Artikels, kann über das Antippen der Zurück-Taste in das Hauptmenü zurück gewechselt werden und sich der Eintrag durch Antippen des "Tagebuch" Menüpunktes im Tagebuch angezeigt werden lassen.

Der letzte Eintrag wird hier immer als unterster Eintrag hinzugefügt, sodass der Nutzer bei vielen Einträgen nicht mehr alle Einträge sehen kann. Hierfür scrollt der User die Tagebuchliste mit vertikalen Streichbewegungen nach unten.

Aus dem Hauptmenü kann man durch Antippen des "Mein Garten ansehen" - Menüpunktes, die Smartphonekamera starten und den virtuellen Garten durch einmaliges Tippen auf den Bildschirm in der Umgebung positionieren.



Abbildung 18: virtueller Garten

Die Kamera kann nun im realen Raum bewegt werden um den erzeugten Garten aus allen Perspektiven zu betrachten. Das tatsächliche Laufen im Raum und das Schwenken der Smartphonekamera des Nutzers zeigt den Garten aus den gewünschten Perspektiven und gibt dem Nutzer das Gefühl tatsächlich seinen Garten vor sich zu sehen.

Wurde ein Eintrag hinzugefügt, der eine Veränderung im Garten ausgelöst hat, wird an der Stelle im Garten ein virtueller Haken oder ein virtuelles Ausrufezeichen gesetzt. Dieses kann durch Antippen, an der entsprechend angezeigten Position auf dem Bildschirm, einen Infotext öffnen, welcher in 2D auf dem Smartphone Bildschirm erscheint.

Ein weiteres Antippen des Warnzeichens öffnet ein weiteres 2D-Infofeld, welches genauere Informationen über den auslösenden Eintrag und Verbesserungsvorschläge zeigt.

Ein Antippen der Zurück-Taste bringt den Nutzer wieder in die 3D-Ansicht.

Möchte der Nutzer wieder zurück in die 2D-Menüansicht, kann er über den Bildschirm durch Antippen des Homeknopfes auf der Gartenhütte in die Menüansicht weitergeleitet werden.

Die Kamera schließt sich und die Anwendung kehrt zurück in den 2D-Modus.

Entwicklung vom Papierprototypen zum digitalen Prototypen

Zahlreiche Ideen unseres Papierprototypens, die bereits bei der heuristischen Evaluation von unserer Testgruppe als gut erachtet wurden, wurden von uns direkt in den digitalen Prototypen übernommen. Dazu gehörten die im Garten realisierten Objekte wie Bäume, Gras, ein See und eine Gartenhütte, um in das Hauptmenü zurückzukehren. Auch unsere im Papierprototypen entwickelte Idee, auf die Veränderungen des Gartens anhand von Haken und Ausrufezeichen aufmerksam zu machen, wurde in unserem digitalen Prototypen umgesetzt.

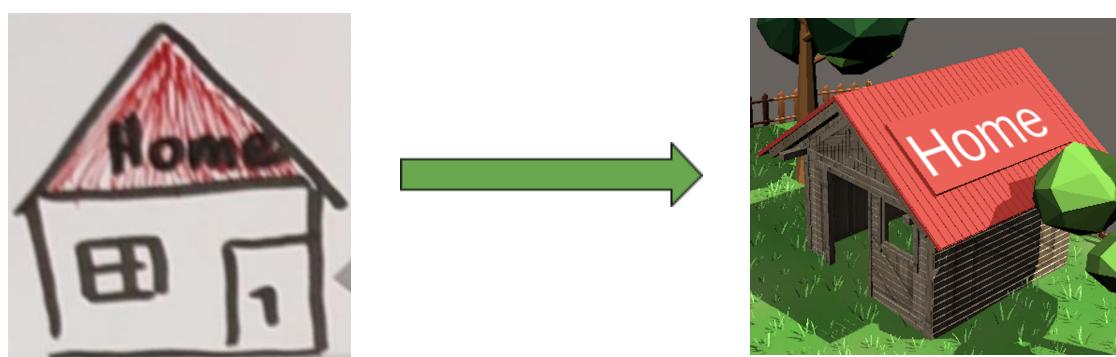


Abbildung 19: umgesetztes Design der Gartenhütte aus dem Papierprototypen in den digitalen Prototypen

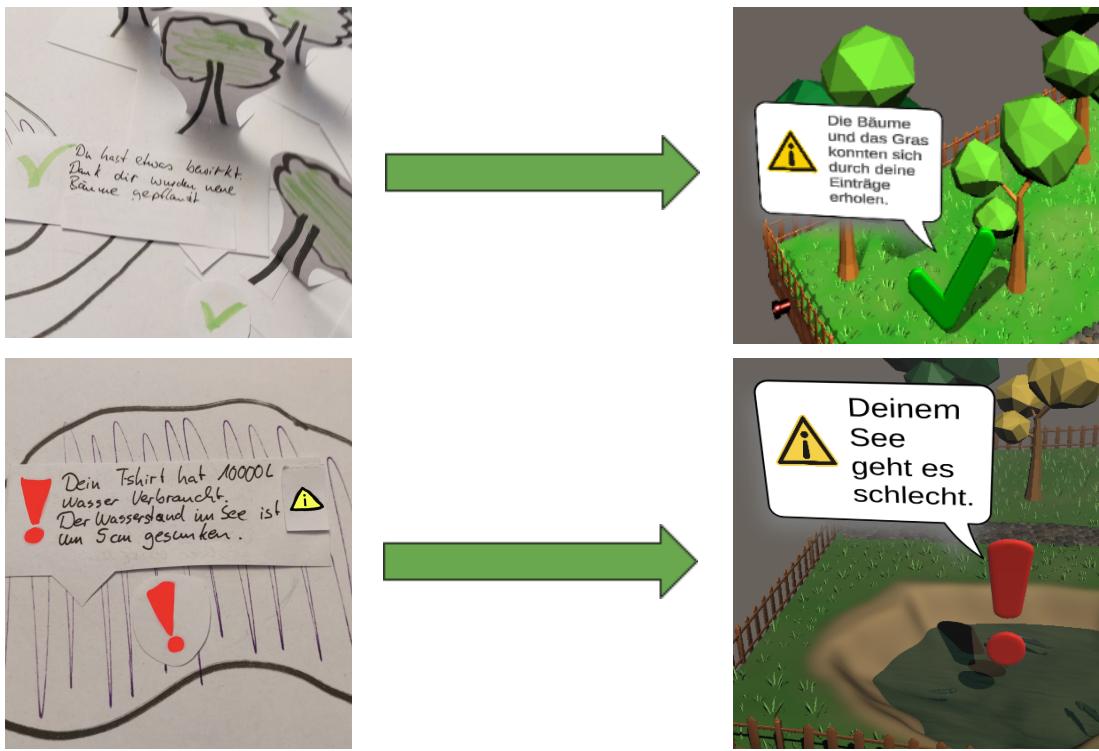


Abbildung 20: umgesetzte Designs der Haken und Ausrufezeichen aus dem Papierprototypen in den digitalen Prototypen

Eine Änderung im virtuellen Garten, die sich bereits durch die erste Befragung unserer Tester ergab, war das Hervorheben des Info-Knopfes in der Textblase. Dieser war bei unserem ersten Prototypen nicht nach den gängigen Wahrnehmungsgesetzen¹⁶ gestaltet und wurde dementsprechend auch nicht von unseren Testern wahrgenommen. Nach Anpassung der Form und Farbe nach den Gestaltgesetzen (Anpassung der Form und Farbe nach einem Warnsymbol) haben wir den Info-Knopf in unserem digitalen Prototypen ebenfalls mit einem Flackern ausgestattet und uns somit zusätzlich das präattentive Feature der Bewegung für uns genutzt.

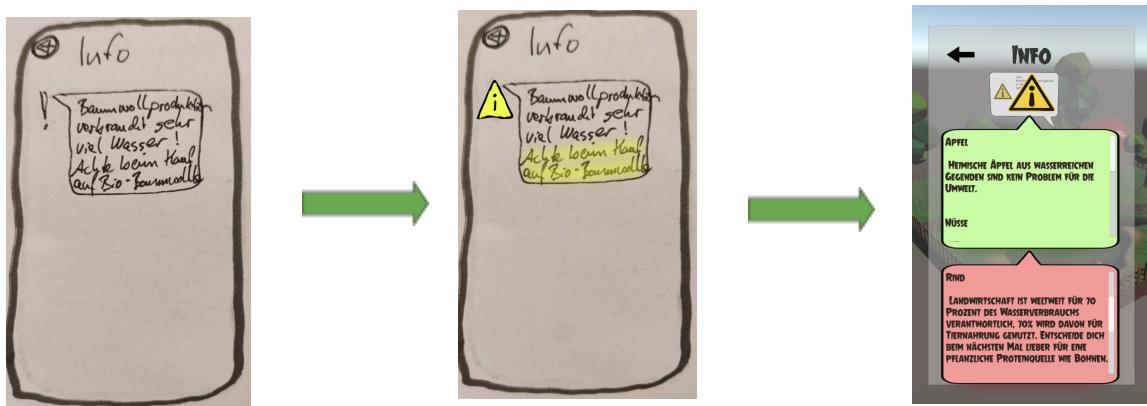


Abbildung 21: Entwicklung des Info-Menüs vom ersten Prototypen zum digitalen Prototypen

¹⁶ Welle Robert, (2011) <https://www.toushenne.de/design/gestaltgesetze-der-wahrnehmung.html>



Abbildung 22: Hauptmenü des digitalen Prototyps

Unser Design des Menüs hat sich hingegen etwas stärker verändert. Von einem geplanten sehr minimalistischen Menü haben wir uns ein wenig entfernt und ein Menü erstellt, welches direkt an einen Garten und die Natur erinnert. Trotzdem wurde das Usability Kriterium von Niehlsen “aesthetic and minimalistic design” unserer Meinung nach weiterhin berücksichtigt, da das Design nicht mit den dargelegten Informationen konkurriert und den Nutzer nicht überfordert. Zusätzlich überträgt unser Design auch auf viszeraler Ebene durch helle, gesättigte Farben und symmetrische, abgerundete Objekte ein positives Gefühl (siehe Abbildung 22).

Anstelle von zwei Hauptmenüpunkten haben wir das Menü, um einen weiteren Punkt, “Eintrag hinzufügen”, erweitert. Dadurch kann der Nutzer, wie der Name bereits verrät, direkt Einträge hinzufügen, die sich auf seinen Garten auswirken, ohne vorher in das Tagebuch wechseln zu müssen. Da die tägliche und stetige Nutzung der Anwendung ein besonderer Fokus ist, sollte dieser Schritt, der oft mehrmals stattfindet, schnell und unkompliziert durchführbar sein. Die selbige Funktion im Tagebuch bleibt dem Nutzer jedoch erhalten (siehe Abbildung 22).



Abbildung 23: "Eintrag hinzufügen" Untermenü des digitalen Prototyps, Eintrag hinzugefügt



Abbildung 24: "Eintrag hinzufügen" Untermenü, Dropdownliste geöffnet

Im "Eintrag hinzufügen" - Menü wird wie bereits im Papierprototyp geplant, das Hinzufügen von Einträgen durch zwei Dropdownlisten vereinfacht. Der Nutzer kann in der ersten Dropdownliste eine Kategorie und in der zweiten Dropdownliste einen konkreten Eintrag auswählen. Die auswählbaren Einträge werden hierbei durch die Oberkategorie eingeschränkt und nur Einträge angezeigt, die dieser zugehörig sind (siehe Abbildung 24). Dies vermeidet Fehler in der Logik der Einträge (Usability Kriterium von Niehlsen "Error prevention").

Zusätzlich haben wir nach dem Usability Kriterium von Niehlsen eine Mitteilung über den Systemstatus eingefügt. Beim Hinzufügen eines Eintrags im "Eintrag hinzufügen"-Menü wird nun eine Pop-Up Anzeige eingeblendet, die dem Nutzer mitteilt, dass sein ausgewählter Eintrag auch wirklich ins Tagebuch aufgenommen wurde und somit eventuell Veränderungen im Garten zu beobachten sind (siehe Abbildung 23).

Implementierung (EMM)

Definition der Anforderungen und deren Erfüllungsgrad

Nachfolgend kommen unsere eigens aufgestellten Anforderungen inklusive Beschreibung, wie wir diese in unserer Anwendung umgesetzt haben. Bildlich werden die Beschreibungen später bei der Erläuterung des Systems untermauert.

Anforderung Nr. 1: Ein virtueller Garten kann mittels AR in der Umgebung dargestellt und betrachtet werden.

Wir arbeiten mit Vuforia und der Ground Plane Detection, sodass sich der User per Klick den Garten via AR anzeigen lassen kann.

Nr. 2: Durch ein Haus im Garten kann zurück ins Hauptmenü gegangen werden.

In unserem Garten wurde eine Hütte platziert mit einem "Home"-Schriftzug auf dem Dach. Diese Hütte bleibt stets unverändert und dient als Button der einen zum Hauptmenü zurückführt.

Nr. 3: Aus einer Datenbank können verschiedene Verhaltensweisen, Lebensweisen, Konsumgüter mit ihrer entsprechenden Auswirkung auf die Umwelt ausgewählt werden.

Unsere Anwendung arbeitet mit einer eigens erstellten CSV-Datei zusammen. Diese umfasst diverse Produkte, ordnet diese in Kategorien und enthält je Produkt den Einfluss auf den Kohlenstoffdioxidgehalt, den Wasserverbrauch, die Wasserverschmutzung und die Abholzung. In der UI wurde eine extra Szene für das Auswählen von Produkten und somit der Kommunikation mit der Datenbank erstellt.

Nr. 4: Der Garten (Objekte im Garten) verändert sich grafisch je nach Auswahl aus der Datenbank.

Die vier gespeicherten Umweltfaktoren aus der Datenbank können sich in unserem Garten auf den Teich (Farbe, Müll, Fische), die Bäume (keine, Baumstumpf, unterschiedliche Grade der Blüte), das Gras und auf das Vorhandensein von Pilzen und Blumen auswirken.

Nr. 5 : Veränderungen werden dem Nutzer durch Symbole angezeigt, damit er auf einen Blick positive und negative Auswirkungen erkennt.

In der Datenbank sind alltägliche Produkte und Verhaltensweisen gespeichert, die sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf den Garten haben können. Nach dem Hinzufügen eines Eintrags wird beim nächsten Start des Gartens durch ein rotes Ausrufezeichen oder einen grünen Haken symbolisiert, ob es sich um eine Verschlechterung oder eine Verbesserung des Zustandes handelt.

Nr. 6: Durch anklicken eines Objektes werden Infos darüber angezeigt, wie sich das Objekt verändert hat und was die Veränderung ausgelöst hat.

Beim Anklicken eines Hakens oder Ausrufezeichens öffnet sich eine Sprechblase die Info darüber gibt das sich etwas verbessert oder verschlechtert hat. Was die Veränderung ausgelöst hat ist im Untermenü "Info" einzusehen, welches in der Anforderung Nr. 10 beschrieben wird.

Nr. 7: Wenn keine Eingaben stattfinden, wird von einer Nullsummen-Ökobilanz ausgegangen und der Garten regeneriert sich mit der Zeit.

Nach einer gewissen von uns selbst definierten Zeit regenerieren sich die Umweltwerte des Gartens, sodass sich der Garten wie in der Natur auch ohne Einflüsse wieder langsam erholt.

Nr. 8: Die Navigation zwischen einzelnen Sichten (Gartenansicht, Datenbank etc.) findet über ein einfaches Menü statt.

Unser Hauptmenü beinhaltet Buttons zu den wesentlichen Szenen unserer Anwendung. Man gelangt vom Hauptmenü zum Garten, zur Datenbankschnittstelle zum Hinzufügen eines Eintrags und zum Logbuch. Jeder der einzelnen Punkte verfügt wiederum über einen Button, über den man zurück ins Hauptmenü gelangen kann.

Nr. 9: Ein "Logbuch" listet die vergangenen Aktivitäten (konsumierte Güter, Reisen etc.) chronologisch auf.

Im Hintergrund der Anwendung wird bei jedem eingefügten Eintrag eine Textdatei erweitert. Unter dem Menüpunkt "Tagebuch" wird die Textdatei dann ausgelesen und der User kann alle hinzugefügten Produkte inklusive Datum, Zeit und Menge anschauen.

Nr. 10: Der Nutzer bekommt im Garten Tipps und Verbesserungsvorschläge bezüglich seines Verhaltens und seiner Auswirkungen auf die Umwelt angezeigt.

Nachdem man den Hinweis an den Haken oder Kreuzen geöffnet hat wird einem zusätzlich ein Info-Dreieck angezeigt, welches bei Klick ein Info Menü öffnet. Dieses Fenster wird in eine grüne und rote Sprechblase unterteilt, um zwischen positivem und negativem Feedback zu unterscheiden. Dort erfolgt dann Feedback in Form von Aufklärung, was an dem Verhalten richtig oder falsch war, oder Verbesserungsvorschläge.

Verwendete Technologien

Unity



Zur Entwicklung unserer Anwendung, die für das Smartphone sein soll, haben wir uns für die Unity3D-Entwicklungsumgebung entschieden. Hiermit können interaktive 3D-Anwendungen erstellt werden und mit Scripten, Animationen, etc. ausgearbeitet werden. Sowohl die Zusammensetzung der Gartenszene wie auch das UI der App konnte hiermit somit leicht umgesetzt werden.¹⁹

Vuforia



Um den Garten mittels Augmented Reality in der Umgebung des Users anzeigen lassen zu können, wurde das Augmented Reality-Software Entwicklungskit Vuforia Engine verwendet. Da Unity3D eine gute Einbindung hierfür bereitstellt und Vuforia selber bereits über viele vorkonfigurierte Komponenten verfügt, sowie für mobile Anwendungen optimiert ist, war die Wahl schnell hierauf gefallen. Die Verwendung der Ground Plane Detection hat uns beispielsweise problemlos ermöglicht dem Nutzer die Freiheit zu geben, seinen Garten auf jeglicher Oberfläche platzieren zu können.²⁰

Houdini



Zur besseren Implementierung der Positionierung der GameObjekte wurde Houdini FX verwendet. Hierbei handelt es sich um ein voll prozedurales, Node-Basiertes 3D Programm. Es ermöglicht einen zu jeder Zeit flexiblen Workflow und Last-Minute-Changes am Modell und dessen Design mit wenigen Handgriffen, was in anderen 3D Programmen einen erheblichen Mehraufwand bedeuten würde. Die Flexibilität wird durch die Möglichkeit erweitert, sämtliche Sachverhalte in Houdini skripten und automatisieren zu können. Die Houdini Engine für Unity bietet eine Schnittstelle, um den prozeduralen Workflow in Unity fortzuführen. Somit konnten Gartenobjekte jederzeit auch im Nachhinein verändert werden.²¹

Maya



Die 3D Modelle des Gartens wurden teilweise aus dem Unity Asset Store übernommen, oder auch mithilfe von Maya individualisiert, oder gar komplett selbst erstellt. Maya ist eine Software für 3D Modellierung, Rendering und Animation. Die Modelle wurden aus Polygonen modelliert und nach dem Import in das Unity Projekt dort mit selbsterstellten Materialien und Shadern fertiggestellt.²²

Erläuterung des Systems



Abbildung 25:
Hauptmenü



Abbildung 26:
Untermenü

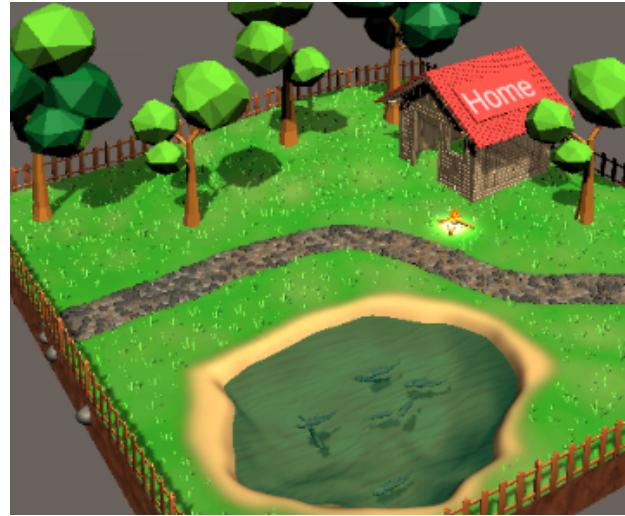


Abbildung 27: der virtuelle Garten

Über das Hauptmenü gelangt man zum Garten, zum Tagebuch und zum Untermenü um Einträge hinzuzufügen (Abb. 25). In Abbildung 27 sieht man den Garten in seinem Ausgangszustand, also ohne jegliche Veränderungen. Die Bäume und das Gras sind lebendig grün. Der Teich hat einen normalen Wasserspiegel und ist klar. Durch Antippen des sich auf dem Haus befindlichen Home-Buttons, gelangt man ins Hauptmenü zurück. Im Menü "Eintrag hinzufügen" kann über zwei Dropdownlisten zwischen mehreren Kategorien und Tätigkeiten ausgewählt werden (Abb. 26). In dem darunter stehenden Eingabefeld kann die Menge der jeweiligen Tätigkeit angegeben werden. Dabei wirken sich Tätigkeiten nicht immer auf alle Faktoren aus und müssen auch nicht immer einen negativen Einfluss haben. Ein Eintrag wie z.B. Plastiktüte, wirkt sich negativ auf die Wasserverschmutzung aus, wobei Umweltschutzspenden sich positiv auf alle Faktoren auswirken.



Abbildung 28: Garten nach negativem
Eintrag von Plastiktüten



Abbildung 29: Garten mit gesunkenem
Wasser und viel Müll

In Abbildung 28 kann man sehen, wie sich der Eintrag von fünf Plastiktüten auf den Garten auswirkt. Der Teich wirkt auf dem ersten Blick im Vergleich zum Teich im Normalzustand (Abb. 27) trüber. Außerdem schwimmt nun Müll an der Wasseroberfläche. Das rote Ausrufezeichen über dem Teich vermerkt dabei negative Veränderungen. In diesem Fall weist es auf eine erhöhte Wasserverschmutzung hin. Fügt man nun 10 weitere Plastiktüten, sowie den Kauf von 3 Jeans hinzu, verändert sich der Garten gemäß Abbildung 29. Das Wasser nimmt, aufgrund des Eintrags der Plastiktüte, jetzt eine bräunliche Farbe an und der Müllgehalt im Teich ist erhöht. Durch das Hinzufügen der 3 Jeans ist der Wassergehalt des Sees deutlich gesunken. Die negativen Veränderungen werden auch hier mit Ausrufezeichen vermerkt. Durch Anklicken der Ausrufezeichen können Sprechblasen geöffnet werden (Abb. 30), die Angaben zu der jeweiligen Veränderung machen. Klickt man in der Sprechblase auf das gelbe Dreieckschild, wird ein Info Untermenü geöffnet. Dieses listet die positiven sowie negativen Einträge, die sich auf diesen Umweltfaktor auswirken auf. Da im Beispiel hier nur Einträge hinzugefügt wurden, die sich negativ auf den Garten auswirken, steht nur etwas in der roten Sprechblase welche die negativen Einträge beinhaltet (Abb. 31).



Abbildung 30: Sprechblasen



Abbildung 31: Infomenü



Abbildung 32: schlechtester Zustand des Gartens

In Abbildung 32 kann man beobachten, wie der Garten in seinem schlechtesten Zustand aussieht. Aber auch von diesem Zustand aus kann der Garten sich noch regenerieren. Die Regeneration des Gartens erfolgt dabei entweder über das Hinzufügen positiver Einträge oder kann nach einer gewissen Zeitspanne ohne Einträge erfolgen. Beispielsweise führt ein Monat ohne Einträge jeglicher Art dazu dass der Garten zu seinen Ausgangszustand zurückkehrt.



Abbildung 33: bester Zustand
Tagebuch
des Gartens

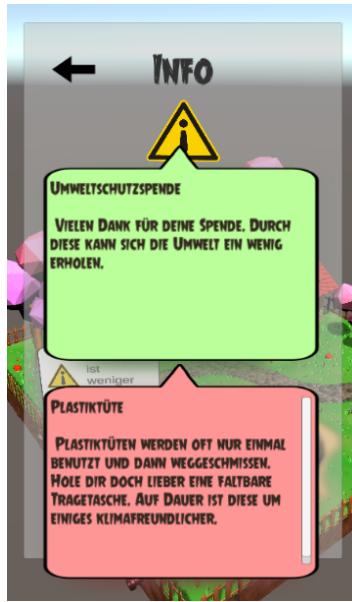


Abbildung 34: Infomenü



Abbildung 35:

In Abbildung 33 kann man den Garten sehen, welcher dem Garten aus Abbildung 32 nach dem hinzufügen einer Umweltschutzspende von mehreren hundert Euro entspricht. Positive Veränderungen werden hier durch ein grünes Häkchen vermerkt. Wie die Ausrufezeichen können auch diese angeklickt werden. Diese besitzen jedoch hingegen im Gegensatz zu den Ausrufezeichen einen positiven Text in der entsprechenden Sprechblase. Wie in Abbildung 34 zu sehen, wurde jetzt auch der neue positive Eintrag in die Infobox der grünen Sprechblase übernommen.

Über die "Tagebuch" Taste im Hauptmenü gelangt man zum Tagebuch, welches alle bis jetzt getätigten Einträge, samt Menge und Datum, dokumentiert. Über das Eintragsdatum im Tagebuch wird auch die zuvor beschriebene zeitliche Regeneration des Gartens gesteuert (Abb. 35).

Systembild

Folgend gehen wir auf das Systembild in Abbildung 36 ein.
Die Anwendung ist für das Smartphone entwickelt. Da diese heutzutage standardmäßig über eine Kamera verfügen kann diese den Garten, mittels AR das von Vuforia berechnet wird, auf dem Display zeigen. Dort kann der User mit der Anwendung Interagieren. Der Rest der Anwendung wird durch die Programmierung in Unity gesteuert.

Veränderungen im Garten werden von vier unterschiedlichen Umweltfaktoren (Kohlenstoffdioxid, Wasserverbrauch, Plastikverschmutzung, Abrodung) bestimmt. Produkte und deren positiver bzw. negativer Einfluss sind in einer CSV-Datei vermerkt, welche somit als Datenbank für diese Anwendung agiert.

Um die im Garten auftretenden Veränderungen zwischen Sessions beizubehalten, hatten wir uns entschieden, die vier Umweltfaktoren in eine Binär-Datei zu speichern. So werden diese bei erneutem Aufruf der App geladen und stellen so den Garten aus der vorherigen Session, mitsamt Veränderungen, wieder her.

Das Speichern der Einträge in einem Tagebuch wurde über das Speichern in einer Textdatei bewerkstelligt.

Für das Auslesen der Produkte und deren Werte aus der CSV-Datei, dem Speichern der Umweltfaktoren in eine Binär-Datei, sowie dem Loggen der Einträge in eine Textdatei, ist ein Gameobjekt, der Manager, welches alle relevanten Skripte implementiert, zuständig.

Beim Wechseln zwischen Szenen werden dem Manager beim Start über einen sich in jeder Szene befindlichen Gameobjekt, dem LoadManager, die für die Bearbeitung relevanten Gameobjekte aus der Hierarchie zugewiesen, sowie benötigte Skripte von diesem ausgeführt. Der Manager nimmt somit eine eher passive Rolle ein. Er besitzt die Skripte und die geladenen Daten, ausgeführt werden diese jedoch beim Start einer neuen Szene über den LoadManager.

Die Funktion des Managers beim Laden der Gartenszene ist es, alle Gameobjekte auszuführen, welche die changeable Komponente implementieren. Beim changeable handelt es sich um ein Skript, welches, abhängig von den über den Manager geladenen Umweltfaktoren, Veränderungen in den Gameobjekten des Gartens ausführt.

Beim Aufruf des Tagebuchs übernimmt der Manager die Funktion des Auslesens der Einträge aus der Textdatei und der Darstellung dieser in einer Listview.

Beim Tätigkeiten-Menü erfolgt über das Auslesen der CSV-Datei die dynamische Zuweisung der Kategorien und Tätigkeiten in die jeweiligen Dropdownlisten. Nach einer Mengenangabe im Eingabefeld und der Betätigung der „Eintrag hinzufügen“ Taste, wird die CSV-Datei erneut durch iteriert und die über die Mengenangabe berechneten Umweltfaktoren der ausgewählten Tätigkeit den vorherigen Umweltfaktoren hinzugerechnet. Anschließend werden die neuen Werte in einer Binärdatei gespeichert. Außerdem wird ein neuer Eintrag im Tagebuch erstellt und in der Textdatei vermerkt.

Abhängig vom Einfluss des Eintrags würden entsprechende Veränderung beim Laden der Gartenszene vorliegen.

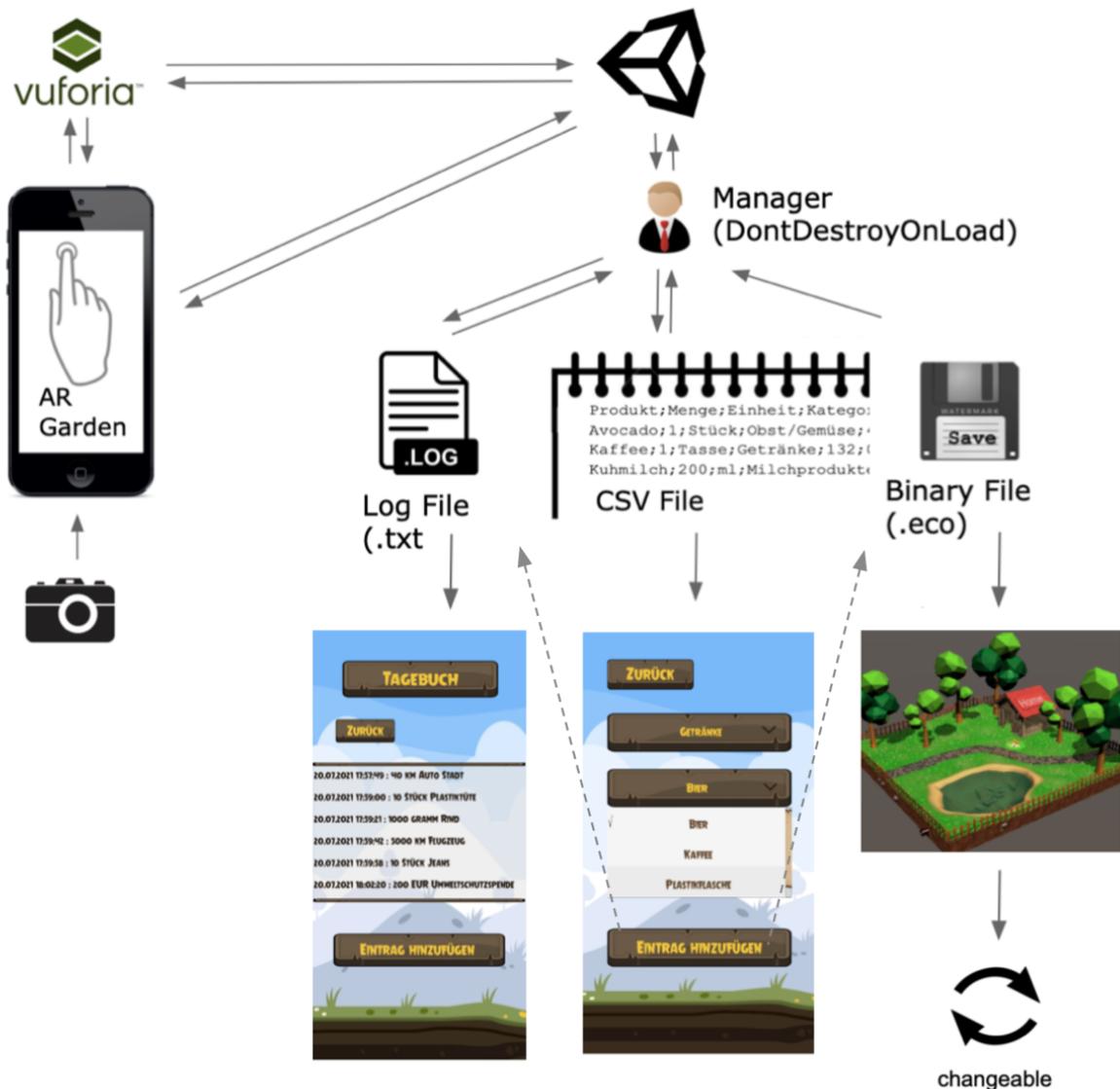


Abbildung 36: Systembild

Gesamteinschätzung des Projekts

Die Arbeit im Team wurde stets gleichmäßig aufgeteilt. Das Projekt wurde beispielsweise zu Beginn in zwei Teams (Garten und Backend) unterteilt, wobei stets gemeinsame Meetings anstanden, sodass jeder jedem helfen konnte. Die Meetings und die abzuarbeitenden Aufgaben dazwischen wurden iterative geplant und neue Ideen bzw. Aufgaben wurden ausführlich diskutiert. Die Kommunikation war zu jedem Zeitpunkt sehr zufriedenstellend. Nach einiger Zeit wurde aus dem Team "Garten" ein weiteres Team Menü gebildet. Die größten Hürden waren die Organisation über Git, vor allem das Mergen unserer Teilarbeiten, sowie die Aspekte der Systemarchitektur im Hinblick auf das Verändern von Objekten und das Speichern der Zustände. Auch hier wurden Lösungsansätze ausführlich diskutiert und gemeinsam eine Lösung erarbeitet. Dabei war es sehr hilfreich, dass es immer mehrere Teammitglieder gab, die Ideen mitgebracht bzw. entwickelt haben, die diskutiert werden konnten. So war es möglich, Probleme meist in überschaubarer Zeit zu lösen. Jedes

Teammitglied hat mit der Zeit seine eigenen Kompetenzbereiche entwickelt und jeder konnte, angesichts seiner (Vor-) Kenntnisse, in gleichem Maße positives zu dem Projekt beitragen. Das hat die Arbeit an dem Projekt sehr erfrischend gestaltet und dazu beigetragen, dass alle Spaß an der Entwicklung des Prototyps hatten.

Am Ende ist es gelungen alle gesetzten Ziele termintreu umzusetzen. Alles in allem lässt sich festhalten, dass unser Team sehr zufrieden mit der Umsetzung und Durchführung des Projektes, sowie dessen Ergebnis ist. Auch die Themenwahl wurde zu keinem Zeitpunkt bereut. Als kleine Verbesserungen für das nächste Projekt wären allerdings zu nennen: Bessere Koordination des Repositories (Organisation/Benennung der Branches etc.) und von vornherein eine klare Entwicklung einer Systemarchitektur statt zu viel “try-and-error” in der Anfangsphase.

Selbsteinschätzungen

Timo

Die Anwendung war das erste große Unity Projekt für mich und ich hatte keinerlei Vorwissen zu AR und zum persistenten Speichern von Daten vor diesem Kurs. In der Hinsicht habe ich viel dazugelernt, ebenso wie die Zusammenarbeit über Gitlab und die Arbeit mit Merge-Konflikten. Die gemeinsamen wöchentlichen Meetings haben meiner Meinung nach geholfen jedem von uns in allen Bereich der Anwendung auf dem selben Stand zu sein und Verständnisprobleme oder Bugs gemeinsam zu lösen. Besonders spannend fand ich das Zusammenspiel zwischen unserer Anwendung und externen Dateien zu erlernen, sowie eine eigene interaktive Anwendung zu bauen. Es war herausfordernd, aber auch lehrreich und spannend diese Komponenten zu kombinieren.

Philipp

Das Projekt war die erste größere, interaktive Anwendung, die ich mit Unity entwickelt habe. Ich hatte zuvor lediglich Erfahrung mit Unreal Engine und 3D Programmen/3D Modelling, was mir für das Projekt jedoch sehr geholfen hat. Darüber hinaus war es für mich die erste kollaborative Programmier-Teamarbeit in so einer großen Gruppe. Anfänglich hatte ich ein paar Schwierigkeiten mit Git, bin aber im Verlaufe des Projektes gut in das Arbeiten mit Git rein gekommen. Ich bin sehr zufrieden mit der Zusammenarbeit und Kommunikation des Teams. Die Aufgaben waren zu jeder Zeit gleichmäßig verteilt und wir konnten uns gut gegenseitig helfen. Meine Hauptaufgabe zu Anfang war das Bauen des Basis-Garten-Modells, welches ich prozedural mit Houdini erstellt habe. Zuvor hatte ich noch nie Modelle mit dem Anspruch gebaut, für eine interaktive Anwendung gedacht zu sein und so musste ich mich viel mit der Optimierung des Modelles beschäftigen.

Georgios

Wie die meisten hatte auch ich keine größeren Vorerfahrungen mit Unity, oder ähnlichen Game-Engines. Durch Tutorials konnte ich mich jedoch schnell in das Framework einarbeiten und wurde im Laufe des Moduls ziemlich gut vertraut mit der Arbeitsumgebung. Da ich hinsichtlich der 3D-Modellierung auch nicht wirklich sonderlich Vorwissen besaß, überließ ich diesen Teil meinen Gruppenmitgliedern und konzentrierte mich primär auf das Schreiben der Skripte und schrieb somit einen großen Teil dieser. Einige meiner größten Herausforderungen im Projektverlauf waren, die Veränderung der Gameobjekte abhängig von den Umweltfaktoren zwischen Szenen und Sessions beizubehalten, sowie positive und negative Veränderungen im Garten mit Symbolen hervorzuheben. Auch die Zusammenarbeit in einer so großen Gruppe über Git stellte sich manchmal als Herausforderung dar, war aber aufgrund unserer Kommunikation starken Gruppe insgesamt eine positive Erfahrung.

Michelle

Anfangs hatte ich keine Erfahrungen in Unity, doch durch mein großes Interesse an Augmented Reality hatte ich durch ein parallel laufendes WPF, welches speziell über AR handelt, ein wenig Kenntnisse in Vuforia bereits gesammelt. Somit habe ich zu Beginn den Grundaufbau des Unity Projekts sowie die Funktionalität für die AR Oberflächenerkennung übernommen. Durch meine Ausbildung als Technische Produktdesignerin konnte meine Faszination zu 3D-Modellierung im gestalten des Gartens genutzt werden. Dementsprechend war Modelle zu finden, in Maya modelle individuell für uns zu gestalten, sowie andere Designaufgaben einer meiner Schwerpunkte im Projekt. Außerdem habe ich Skripte zur Veränderung der Gartenmodelle geschrieben das für mich aber sehr anspruchsvoll war. Das schwierigste für mich im Projekt war das Arbeiten mit Git. Hierbei konnte ich aber vor allem durch die gute Unterstützung meiner Teammitglieder einiges dazu lernen. Durch das Projekt habe ich sehr viel über Zusammenhänge sowie das Arbeiten mehrerer Komponenten wie Klassen und Datenbanken etc. lernen können. Darüber Hinaus habe ich gesehen wie reibungslos und spaßig ein Projekt sein kann wenn das Team harmoniert und jederzeit offen kommuniziert.

Antje

Da ich noch keine Vorerfahrung in Unity hatte, war das gesamte Projekt kein leichtes Unterfangen. Anfängliche Schwierigkeiten bei der Arbeit in Unity konnte ich jedoch durch Hilfe meiner Teammitglieder und Internetrecherchen überwinden. Meine Hauptaufgabe im Projekt war es, das Menü zu erstellen und unsere Datenbank mit sinnvollen Werten und Texten für unsere Anwendung zu befüllen. Eine weitere Hürde war das Arbeiten mit SCM. Durch viele Fehler beim Bearbeiten, habe ich nun jedoch ein gutes Verständnis vom managen größerer Projekte mit Git erlangt. Des Weiteren hat mir das gemeinsame Erarbeiten und Erläutern von Teilespekten unserer Anwendung in Discord sehr geholfen zukünftig Aufgaben, wie das Aus- und Einlesen von CSVs oder das schreiben anderer komplexerer Methoden, zu meistern.

Sourcecode

<https://gitlab.rz.htw-berlin.de/s0573651/virtualgarden.git>

Evaluation des digitalen Prototypen

Bei der Evaluation stützen wir uns auf den Nasa Task Load Index (NASA-TLX)¹⁷, um die geistige und physische Beanspruchung der Probanden bei der Benutzung des virtuellen Gartens zu ermitteln. Die Wahl der Evaluationsmethode erschien uns als angemessen, da wir eine Applikation entwickeln wollten, die Alltagstauglich sein sollte und sich dementsprechend ohne große Anstrengungen in den Alltag integrieren lassen muss. NASA-TLX ermittelt die geistige-, körperliche-, und zeitliche Anstrengung, sowie den Erfolg und Aufwand zum Erreichen des gestellten Ziels und die Frustration, die damit einhergeht. Die Anwendung sollte möglichst in allen Bereichen gut abschneiden, um als Alltagstauglich eingestuft zu werden, wobei Alltagstauglich bedeutet, mit möglichst wenig Aufwand und jederzeit ein gestelltes Ziel mit möglichst hoher Zufriedenheit zu erreichen.

Insgesamt wurden für die Evaluation nach der erläuterten Methodik sechs Probanden befragt. Alle Probanden waren zwischen 17 und 30 Jahre alt und kamen aus verschiedenen Fachrichtungen:

Proband 1: Schüler, 17 Jahre

Proband 2: Student, 21 Jahre, 4.FS Politikwissenschaften

Proband 3: Studentin, 22 Jahre, 6.FS Bachelor Facility Management

Proband 4: Studentin, 22 Jahre, 4.FS Bachelor Populärmusik

Proband 5: Student, 22 Jahre, 2.FS Master Bauingenieurswesen

Proband 6: Angestellte, 30 Jahre, Bürokauffrau

Die Probanden bilden einen Querschnitt durch unsere Hauptzielgruppe technisch versierter und neuen Technologien gegenüber aufgeschlossenen Menschen. Etwa die Hälfte hat angegeben, sich bereits aktiv mit Umweltschutz und Klimaschutz auseinanderzusetzen beziehungsweise sich schon einmal mit dieser Thematik beschäftigt zu haben, während die andere Hälfte eher unbedarfzt mit der Thematik umgeht.

Die Probanden haben eine kurze Einführung zu der Anwendung bekommen, die sich rein auf den inhaltlichen Nutzen und nicht auf die Bedienung bezog. So konnte sichergestellt werden, dass unter allen Probanden Klarheit über den Sinn und Zweck der Applikation bestand. Als Zielgabe wurde gesetzt, einen für den Probanden typischen Einkauf in die Anwendung einzupflegen. Der Versuchsleiter stellte hierbei lediglich einen passiven Beobachter dar, der den Versuchsablauf protokollierte und positive sowie negative Anmerkungen der Probanden vermerkte. Die Probanden sollten komplett eigenständig die Anwendung kennenlernen und ausprobieren. Sie waren angehalten, nur Fragen zu den Subskalen von NASA-TLX zu stellen, sobald Unklarheiten zu diesen auftauchten.

Nach der Auswertung der ungewichteten Skalen aller Probanden, ergab sich folgendes, gemitteltes Ergebnis (abb. 37):

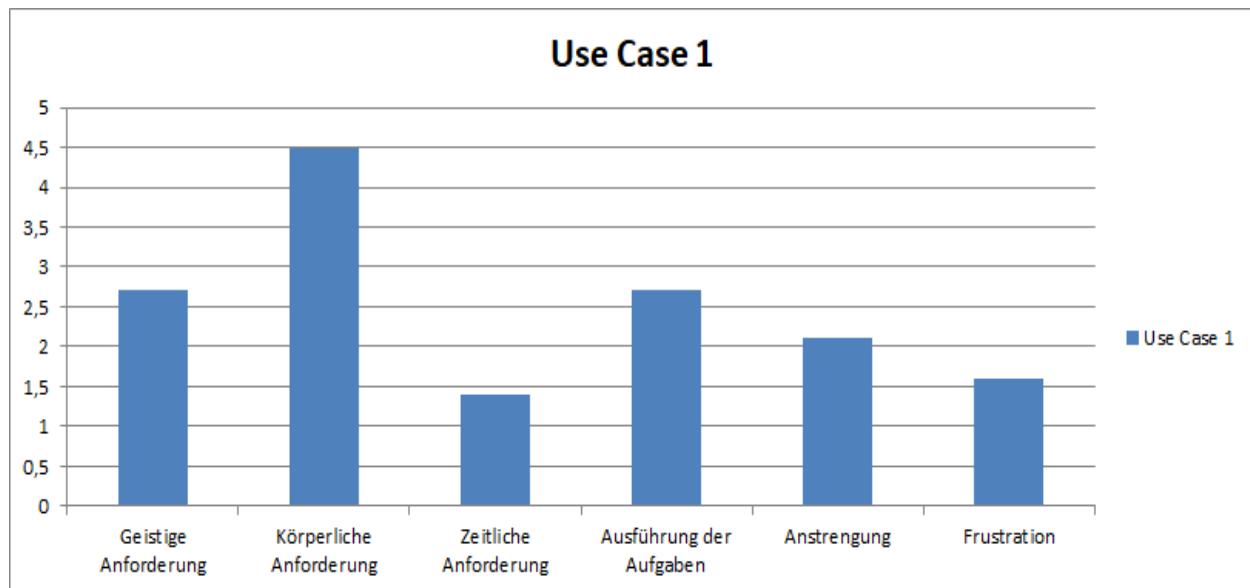


Abbildung 37: Auswertung der Fragebögen nach NASA-TLX

Es ist auffällig, dass die körperlichen Anforderungen größer sind, als alle anderen Werte. Die meisten Probanden haben die physischen Anforderungen verhältnismäßig hoch eingeschätzt, da man sich durch den AR Anteil im Raum bewegen muss, wenn man sich den virtuellen Garten ansehen möchte. Interessanterweise gab es hierzu auch diverse Beobachtungen von Versuchsleitern, die Probleme der Probanden mit der Interaktionstechnik aufgedeckt haben. So musste ein Proband zum Beispiel darauf hingewiesen werden, dass er physisch näher an das 3D Modell herangehen kann, um die für ihn zu kleine Schrift der Sprechblasen/Infotexte besser lesen zu können. Ein ähnliches Problem kam mit der Verdeckung von anklickbaren Elementen durch z.B. Bäume etc auf. Auch hier hat es einen Moment gedauert, bis der Nutzer feststellte, dass er das Problem durch das Bewegen seines Standpunktes um den Garten lösen kann. Ein anderes Problem hatte ein Proband, der an einem Tisch saß und den Garten vor sich auf dem Tisch platzieren wollte. Der Garten war viel zu nah dran und der Proband musste sich verrenken, um mehr sehen zu können. Trotz allem ist die Versuchsperson sitzen geblieben und ist nicht aufgestanden.

Diese Beobachtungen und die Auswertung der Befragungen zeigt, dass die körperlichen Anforderungen für die Probanden in besonderem Maße auffällig sind und in einigen Fällen in Zusammenhang mit der Interaktionstechnik anscheinend nicht einmal zum regelbasierten Verhalten nach Rasmussen¹⁸ gezählt werden können. Daraus kann abgeleitet werden, dass unsere verwendete Interaktionstechnik bei vielen unterbewusst als störend wahrgenommen wird und die Nutzerfreundlichkeit etwas schmälern könnte. Abseits davon schneiden die anderen Faktoren recht gut ab. Die Menüführung war für die meisten Probanden logisch und mit geringen mentalen Aufwänden nachvollziehbar. Durch das Gesetz der Geschlossenheit und der präattentiven Wahrnehmung sich bewegender und

farbveränderter Objekte (wie den Haken/Ausrufezeichen im Garten) konnten anzuklickende Elemente zum Großteil schnell identifiziert werden. Einzig an den Dropdownmenüs im "Eintrag Hinzufügen" Dialog gab es Kritik, da einzelne Produkte oft lange gesucht werden mussten. Da es keine Suchfunktion gibt, mussten die Probanden erst schätzen, zu welcher Kategorie ein Produkt gehört und anschließend in der entsprechenden Kategorie das Produkt suchen. Dies ist vermutlich einer der Hauptgründe, weshalb die geistige Anforderung bei über 2,5 liegt und die Anstrengung bei knapp über 2. Zu der Anstrengung sei auch noch zu sagen, dass ein paar der Probanden am liebsten nach jedem Eintrag zurück zum Garten wechseln wollten, um die Veränderungen durch den letzten Eintrag zu sehen. Bei der aktuellen Version unserer Anwendung erfordert dies jedoch gleich mehrere Schritte (Zum Hauptmenü zurückkehren, "Mein Garten Ansehen" auswählen, Garten platzieren). Das ist zeitaufwendig und erhöhte den Arbeitsaufwand für die Probanden. An dieser Stelle wurde des weiteren oft kritisiert, dass nicht alle Einträge eine Auswirkung zeigten, bzw. dass den Probanden das Feedback im Garten dazu fehlte, wenn zwar ein Eintrag hinzugefügt wurde, sich im Garten jedoch davon nichts verändert hat. Diese Kritik schlägt sich vermutlich in der Frustration nieder, die von den Probanden im Mittel mit knapp über 1,5 bewertet wurde.

Alles in allem lässt sich jedoch festhalten, dass das Projekt recht erfolgreich war. Abgesehen von kleineren Kritikpunkten haben alle Nutzer mit Freude die Anwendung getestet und hatten dabei laut eigenen Aussagen sehr viel Spaß. Das bestätigen auch die Eindrücke der Versuchsleiter. Insgesamt schneiden alle Faktoren bei den Probanden als gut ab und alle Probanden würden die Anwendung weiter verwenden. Allerdings muss man festhalten, dass wir eine alltagstaugliche App entwickeln wollten und angesichts der Erkenntnisse vor allem in Hinblick auf die körperlichen Anforderungen hinterfragt werden muss, ob dies gelückt ist. Es gibt offenbar Orte, an denen unsere Anwendung nicht (gut) verwendet werden kann (z.B wenn nicht genug Platz vorhanden ist) und Orte an denen die Probanden die Anwendung nicht verwenden würden (z.B. wenn der Garten nicht erhöht platziert werden kann und die Nutzer sich weit hinunter bücken/hinknien müssten, um mit dem Garten zu interagieren). Des Weiteren ist fragwürdig, ob die Nutzer nach jedem Einkauf den Aufwand des Suchens und Eintragens der Produkte in die Anwendung in Kauf nehmen, oder die Applikation irgendwann eher vernachlässigen würden.

Man kann also festhalten, dass die Anwendung letztendlich nicht vollständig der alltägliche Begleiter ist, wie wir ihn uns zu Anfang vorgestellt hatten. Dafür hat sich ein weiterer Anwendungsbereich herauskristallisiert, für den die Anwendung um so besser geeignet scheint: Der Bereich der Lehre und Bildung. Es hat sich herausgestellt, dass die Probanden abseits von unserem Use Case sehr viel Spaß daran hatten, zufällige und willkürliche Produkte hinzuzufügen und sich deren Auswirkungen auf die Umwelt anzusehen. Es wäre also nicht einmal notwendig die Anwendung täglich zu benutzen, wenn man den Ansatzpunkt betrachtet, dass Nutzer experimentell werden und verschiedene Produkte ausprobieren können. Und das völlig unabhängig davon, ob sie diese Produkte gerade gekauft haben, oder nicht. Wichtig ist einzig und allein, dass die Nutzer etwas aus der Benutzung mitnehmen und spielerisch lernen können, welchen Einfluss sie mit bestimmten Verhaltensweisen auf die Natur haben. Und im besten Falle nehmen sie dieses Wissen dann mit zu ihrem nächsten Einkauf/ihrer nächsten Reise.

Unsere Probanden haben an einigen Stellen laut eigener Aussage etwas gelernt, was sie bislang noch nicht über ein Produkt wussten und ihre Ansichten zu dem Produkt geändert. Damit hat der Virtuelle Garten seinen Sinn und Zweck erfüllt.

Verlauf und Zusammenfassung des Projektes

Im Verlauf der letzten Monate wurde aus unserer Idee, Menschen mit Hilfe von Augmented Reality zu einer klimabewussten Lebensweise zu verhelfen, eine greifbare Anwendung. Durch die Durchführung einer Fokusgruppe änderte sich unsere ursprüngliche Idee die allgemeinen Einflüsse auf den Klimawandel wie zum Beispiel den Einsatz von fossilen Brennstoffen, das Halten von Nutztieren und die Abholzung des Regenwaldes visuell durch Augmented Reality darzustellen. Anstelle dieser allgemeinen informellen Darlegung des Klimawandels, sollte die Anwendung mehr in den Alltag integriert werden können und in direktem Bezug zu klimarelevanten Verhaltensweisen einzelner Individuen stehen. Dies förderte laut unseren Teilnehmern der Fokusgruppe das Gefühl einen Einfluss auf den Klimawandel zu haben, anstelle diesen nur passiv mitzuerleben.

In der Fokusgruppe entstand die Idee das Verhalten des Nutzers an einem Garten visuell sichtbar zu machen. Diese Idee verfestigte sich durch weiteres Brainstorming innerhalb unserer Gruppe. Der Nutzer sollte sein Verhalten wie zum Beispiel getätigte Einkäufe und unternommene Fahrten in eine Anwendung eingeben können und deren Auswirkungen in einem Garten durch Veränderungen von Farben und Formen der Natur erkennen können. Diese Idee setzten wir in unseren ersten Papierprototypen um. Jedes Gruppenmitglied konnte hier seine eigene Vorstellung der Benutzeroberfläche für die Anderen visuell aufbereiten. Nach einer Vorauswahl der besten zwei Prototypen wurde eine heuristische Evaluation durch unabhängige Bewerter durchgeführt.

Diese deckten Fehler in der Benutzerfreundlichkeit unserer Papierprototypen auf. Einige Bewerter kannten zum Beispiel benutzte Begrifflichkeiten nicht (wie zum Beispiel Logbuch), andere Funktionen wurden gar nicht erst als mögliche Interaktionsoberflächen wahrgenommen und wieder andere erforderten besseres Feedback an den Nutzer, ob ein Event stattgefunden hat. Hier legten wir uns die Usability-Kriterien von Niehlsen als Grundlage und nutzten gängige Wahrnehmungs- und Gestaltgesetze, um die Benutzerfreundlichkeit unserer Anwendung zu erhöhen und die Blicke der Nutzer besser durch die Anwendung zu lenken. Trotz Umsetzung der Kriterien aus den Ergebnissen der heuristischen Evaluation unseres Papierprototypens wies unser digitaler Prototyp in der Evaluation hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit noch Schwachstellen auf. So erwies sich unsere Dropdownliste im Menü nicht als die beste Variante, um Einträge hinzuzufügen, da der Nutzer kein Suchfeld hat, sondern sich erst für eine Kategorie entscheiden muss um zu dem gewünschten Eintrag zu gelangen. Dadurch ist der Zeitaufwand zwar erhöht, der bei einer Alltagsanwendung darüber entscheiden kann, ob der Nutzer weiterhin seine Zeit für das Eintragen investieren möchte, doch verzeichneten die Ergebnisse der NASA-TLX keine zwingende Verschlechterung des gefühlten Zeitaufwandes der Probanden.

Des weiteren kamen wir bei unserer Auswertung des digitalen Prototyps mit Hilfe des NASA-TLX zu dem Ergebnis, dass unsere Anwendung von den Probanden als physisch anstrengend empfunden wurde. Durch unsere Beobachtung der Testdurchführung kamen

wir ebenfalls zum selben Ergebnis. Unsere Anwendung scheint nicht in allen Situationen in den Alltag integriert werden zu können.

Trotzdessen scheint uns unsere Idee und Umsetzung in fast allen Aspekten gelungen. Die erfassten Anforderungen aus der durchgeführten Fokusgruppe wurden größtenteils bis in unseren digitalen Prototypen umgesetzt. Defizite sind lediglich bei der Alltagstauglichkeit zu verzeichnen. Der Communityaspekt wurde von uns im vornherein aufgrund der knappen Zeit ausgeschlossen.

Zusätzliche Erkenntnisse aus der Evaluation unserer Papierprototypen wurden ebenfalls erfolgreich in unseren digitalen Prototypen übernommen.

Unsere Hauptintention, dass Individuen mit Hilfe unserer Augmented Reality Anwendung ihr Verhalten anhand von Klimaaspekten abwägen können, sehen wir somit als erfolgreich umgesetzt an.

Literatur

1. Theodorou, Paraskevi, et al. "Augmented reality proves to be a breakthrough in environmental education." *Protection and Restoration of the Environment* 7 (2018).
2. Wu, Hsin-Kai, et al. "Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education." *Computers & education* 62 (2013): 41-49.
3. Theodorou, Paraskevi, et al. "Augmented reality proves to be a breakthrough in environmental education." *Protection and Restoration of the Environment* 7 (2018).
4. Markowitz, David M., et al. "Immersive virtual reality field trips facilitate learning about climate change." *Frontiers in psychology* 9 (2018): 2364.
5. Apfelwelt, <https://www.youtube.com/watch?v=rsUY96AcVy4&feature=youtu.be> TOP 10 AR Apps | Augmented Reality auf iPhone & iPad (2019): 1:10 - 1:30
6. Healey, Christopher G. "Perception in visualization." Retrieved February 10 (2007)
7. Goldstein, E. Bruce, and Manfred Ritter. *Wahrnehmungspsychologie*. Vol. 2. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2002.
8. Nielsen, J. 10 Usability Heuristics for User Interface Design, Retrieved 19 December 2020, <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
9. Hurf Scott. (2021) <https://www.scotthurff.com/posts/facebook-paper-gestures/>
10. Umweltbundesamt (2014) <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/zu-erwartende-klimaaenderungen-bis-2100>
11. Feuss, S. "Medienwissenschaft" (2014)
https://www.ard-werbung.de/fileadmin/user_upload/media-perspektiven/pdf/2005/01-2005_ARD-Forschungsdienst.pdf
12. Ludwig, D. nach Wilhelm, T "Blickverlauf auf Web- sites. Auf dem Weg zu Daumenregeln. Göttingen: eResult 2003". <https://blogsheets.info/wohin-wir-auf-einer-website-als-erstes-schauen-8531>
13. Molich, R and Nielsen, J (2013) <https://usersnap.com/de/blog/usability-nielsen/>
14. Johann Habakuk Isreal (2021)
GMM_UserExperiencehttps://moodle.htw-berlin.de/pluginfile.php/1234938/mod_resource/content/0/09-GMM_User_Experience_v8.pdf
15. Johann Habakuk Isreal (2021)
GMM_HeuristischeEvaluation

https://moodle.htw-berlin.de/pluginfile.php/1218629/mod_resource/content/0/UE05-G_MM_Heuristische_Evaluation_v5.pdf

16. Welle Robert, (2011)
<https://www.toushenne.de/design/gestaltgesetze-der-wahrnehmung.html>
17. Human Performance Research Group, NASA Ames Research Center, (2019)
https://humansystems.arc.nasa.gov/groups/TLX/downloads/TLX_pappen_manual.pdf
18. Johann Habakuk Israel(2021)
GMM_Menschliche_Informationsverarbeitung
https://moodle.htw-berlin.de/pluginfile.php/1196491/mod_resource/content/0/02-GMM_Menschliche_Informationsverarbeitung_v8.pdf (Folie 12)
19. Unity Logo, <https://unity.com/de>
20. Vuforia Logo, <https://www.ptc.com/en/products/vuforia/vuforia-engine>
21. Houdini Logo, <https://www.sidefx.com/>
22. Maya Logo, <https://www.autodesk.de/products/maya/overview>