



Fachhochschule
Nordwestschweiz

Läckerli Huus AR

AR-Prototyp für die Genusswelt-Ausstellung

IP6 Semesterprojekt (Bachelor Thesis)
Frühlingssemester 2020, Studiengang Informatik, (Profilierung iCompetence),
Hochschule für Technik, Fachhochschule Nordwestschweiz

Verfasser: Fabian Bur, David Maissen
Eingereicht bei: Prof. Dr. Arzu Çöltekin, Kathrin Koebel
Auftraggeber: Läckerli Huus AG
Datum: 14.08.2020

I. Zusammenfassung

Die folgende Arbeit befasst sich mit der Thematik von Augmented-Reality-Apps für Kinder im Alter zwischen acht und 14 Jahren. Der Kontext beinhaltet dabei vor allem das spielerische Vermitteln von Informationen mittels AR-Technologien. Durch die verschiedenen Entwicklungsstadien von Kindern, werden unterschiedliche Anforderungen an die Inhalte und vor allem auch an die Usability gestellt. Um diese Thematik genauer zu beleuchten, wurde in dieser Arbeit untersucht, welche spielerischen Elemente genutzt werden können, um Inhalte spannend zu vermitteln. Zudem sollte untersucht werden, ob und vor allem wie Kinder in der Lage sind, eine Augmented-Reality-App selbstständig zu bedienen und welche Technologien sich für eine einmalige Nutzung einer App eignen.

Um die beschriebene Problemstellung zu untersuchen, wurde das Vorgehen nach dem bekannten Design-Thinking-Ansatz gewählt, in welchem die Fragestellung in sechs aufeinander aufbauenden Phasen schrittweise und mittels iterativen Prozessen erörtert und mittels Prototypen validiert wird. Während des Prozesses wurden abstraktere (Lo-Fi-Prototypen) sowie weiter ausgearbeitete Prototypen (Hi-Fi-Prototypen) in verschiedenen User-Testings getestet und Erkenntnisse daraus abgeleitet. Als Resultat wird ein finaler Prototyp mit Resultaten aus einem abschliessenden User-Testing präsentiert.

Die Erkenntnisse aus dieser Arbeit zeigen, dass eine grosse Variabilität in Bezug auf die Entwicklungsstadien einzelner Kinder besteht und dass vor allem bei Kindern im Alter zwischen acht und neun Jahren im Vergleich zu älteren Kindern eine grössere Anzahl an Usability-Problemen auftritt. Diese Usability-Probleme treten im Zusammenhang mit der Interaktion von AR-Inhalten auf. So führt die noch nicht vollständig entwickelte räumliche Wahrnehmung zu Orientierungsschwierigkeiten, wenn sich ein Kind um ein virtuelles Objekt bewegen soll. Auch können Interaktionen die beispielsweise das Bedienen des Smartphones und gleichzeitig weitere Koordination mit den Händen fordern, das Bedienen der App verunmöglich. Die Bedienung des Smartphones durch Kinder erfolgt beinahe ausschliesslich zweihändig. Im Vergleich zu den Acht- bis Neunjährigen, weisen ältere Kinder im Alter zwischen zehn und zwölf Jahren weniger Usability-Probleme auf. Zusätzlich nehmen sie textliche Informationen rascher auf und sind in der Lage, Aufgaben wie Spiele merklich schneller zu lösen.

In Bezug auf die Technologien, die eine einmalige Nutzung unterstützen sollen, sind vor allem Webtechnologien hervorzuheben. Im Bereich von Augmented Reality geht der Trend klar in Richtung Browserlösungen, die keinen Download der App auf das jeweilige Gerät benötigen. Standards wie WebXR sind hier noch im Entwurfsstadium und die Browserkompatibilität befindet sich auf einem eher tiefen Niveau. Benötigt eine App komplexe Interaktionstechnologien wie Raycasting, sind in Bezug auf Webtechnologien meist Eigenentwicklungen nötig, welche wiederum zu Kompatibilitätsproblemen auf den verschiedenen Endgeräten führen können. Die Wahl der geeigneten Technologie bzw. des geeigneten Frameworks hängt somit stark von den Anforderungen an die App ab.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	6
1.1 Ausgangslage	6
1.1.1 Stakeholder	6
1.1.2 Genusswelt Läckerli Huus	6
1.2 Ziel der Arbeit	7
1.3 Fragestellung	7
1.4 Methodik.....	7
1.4.1 Design Thinking	7
1.4.2 Anwendung des Design-Thinking-Ansatzes	8
2 Theoretische Grundlagen.....	9
2.1 Technologie	9
2.1.1 Augmented Reality.....	9
2.1.2 Image Tracking	9
2.1.3 Raycasting	9
2.1.4 Plane Detection.....	9
2.1.5 Browserbasierte AR-Technologien.....	10
2.1.6 Native AR-Anwendungen	12
2.1.7 Unity.....	12
2.1.8 ARCore, ARKit, Vuforia	13
2.1.9 ARFoundation	13
2.1.10 Wiarframe.....	13
2.1.11 Blender	13
2.2 Literaturstudien	13
2.2.1 Methodik und Fragestellung	13
2.2.2 Datenerhebung	14
2.3 Ergebnisse Literaturstudie.....	14
2.3.1 Kognitive Entwicklung von Kindern.....	14
2.3.2 Motorische Fähigkeiten	15
2.3.3 Logische Fähigkeiten	16
2.3.4 Räumliche Fähigkeiten	17
2.3.5 Kinder im Umgang mit digitalen Medien – insbesondere Spielen	17
2.3.6 Lernen mit Augmented Reality	18
2.3.7 Spiele mit Augmented Reality für Kinder	18
2.4 Analyse von Augmented-Reality-Spielen für Kinder	18
2.4.1 Internet-Recherche	18
2.4.2 Interpretation Internet-Recherche	20
3 Konzeptentwicklung	22
3.1 Umfragen.....	22
3.1.1 Online-Umfrage Zielgruppe.....	22
3.2 Personas	22

3.2.1	Persona 1: Tim Beck	22
3.2.2	Persona 2: Leoni Schneider	23
3.2.3	User Stories	23
3.3	Spielkonzepte	23
3.3.1	Brainstorming.....	23
3.3.2	Storytelling.....	24
3.3.3	User Journey	25
3.3.4	Spielkonzepte.....	25
3.3.5	Gamification.....	28
3.3.6	Priorisierung und Schätzung des Implementierungsaufwands.....	29
3.4	Testing Spielkonzepte	30
3.4.1	Grundsätzliches.....	30
3.4.2	Ziele des Testings	30
3.4.3	Testobjekte	31
3.4.4	Testmetriken	31
3.4.5	Rekrutierung der Probanden	32
3.4.6	Test-Setup	33
3.4.7	Ergebnisse	33
3.5	Prototyping User Interface Design.....	35
3.5.1	Vorgehen.....	35
3.5.2	Sketches	36
3.5.3	Weiterentwicklung Lo-Fi-Prototyp.....	36
3.6	Testing User Interface	37
3.6.1	Grundsätzliches.....	37
3.6.2	Ziele des Testings	38
3.6.3	Testmetriken	38
3.6.4	Ergebnisse	39
4	Implementierung	41
4.1	Evaluation Entwicklungsumgebung und AR-Framework.....	41
4.1.1	Vorgehen.....	41
4.1.2	Evaluationskriterien	41
4.1.3	Analyse und Ergebnisse.....	41
4.2	Systemarchitektur.....	42
4.2.1	Struktur	42
4.2.2	Scenes	45
5	Resultat.....	47
5.1	Finales User Interface Design	47
5.1.1	Informationsarchitektur.....	47
5.1.2	Navigation	49
5.1.3	Visual Design	51
5.1.4	Audio Design	56
5.2	Finaler Prototyp	57
5.2.1	Hilfestellungen	57
5.2.2	Story	58
5.2.3	Ausgearbeitete Spielkonzepte	58

5.3 Testing finaler Prototyp	63
5.3.1 Ziele des Testings	63
5.3.2 Testobjekt	63
5.3.3 Testmetriken	63
5.3.4 Rekrutierung der Probanden	63
5.3.5 Testmethode	63
5.3.6 Test Setup	64
5.3.7 Ergebnisse	64
5.3.8 Anpassungen Prototypen.....	66
6 Schlussfolgerung.....	67
6.1 Spezifische Ergebnisse.....	67
6.1.1 Spielerische Inhalte	67
6.1.2 Usability	67
6.1.3 Technologien.....	68
6.2 Allgemeine Erkenntnisse.....	69
6.3 Kritischer Rückblick.....	69
6.4 Ausblick	70
6.4.1 Weiterentwicklung des Prototypen	70
6.4.2 Werbemassnahmen in der Ausstellung	71
6.4.3 Deployment	71
7 Abbildungsverzeichnis	72
7.1 Abbildungen	72
7.2 Tabellen.....	73
8 Literaturverzeichnis	74
9 Anhang.....	76
9.1 Umfrage Zielgruppe	76
9.1.1 Antworten	76
9.2 Testdossier Lo-Fi	87
9.2.1 Test-Setup	87
9.2.2 Testaufgaben	87
9.2.3 Testdurchführung	91
9.3 Testdossier Hi-Fi.....	100
9.3.1 Test-Setup	100
9.3.2 Testaufgaben	100
9.3.3 Testdurchführung	104
10 Verwendete Ressourcen	116
11 Ehrlichkeitserklärung	117

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Das Unternehmen Läckerli Huus stellt Backwaren und Confiserie-Produkte im Delikatessenbereich her – unter anderem das allseits bekannte Basler Läckerli. An ihrem Hauptsitz in Frenkendorf steht Besuchern neben einem Fabrikladen eine sogenannte Genusswelt zur Verfügung, die geschichtliche Hintergründe, Produkte und Einblicke in die Produktion zeigt. Geführten Gruppen und auch Individual-Besuchern wie Familien soll so die Marke Läckerli Huus und die vielen Delikatessen nähergebracht werden.

Die Genusswelt bietet bereits heute in mehreren Räumen verschiedene Stationen mit unterschiedlichen Themenschwerpunkten. Es werden Videos und Live-Einblicke in die Produktion gezeigt. Natürlich werden auch die Geschmacks- sowie Geruchssinne mit diversen Kostproben angesprochen.

Da sich die verschiedenen Besucher stark unterscheiden in Bezug auf Merkmale wie Alter, Sprache und Vorlieben, möchte das Unternehmen die Genusswelt für diese einzelnen Besuchergruppen attraktiver und vor allem individueller gestalten. Im Fokus stehen dabei die Individualbesucher. Dabei sollen neue Technologien wie Augmented Reality eingesetzt und spielerische Konzepte entwickelt werden.

1.1.1 Stakeholder

Der Auftraggeber dieses Projekts ist das Läckerli Huus und gilt somit als einer der Stakeholder. Das Unternehmen ist daran interessiert, die Marke Läckerli Huus und die bekannten Produkte mit neuen Technologien zu präsentieren und somit die Marke auch einem jüngeren Zielpublikum zugänglich zu machen.

Ein weiterer wichtiger Stakeholder ist selbstredend die Kundschaft, insbesondere die Individualbesucher der Genusswelt-Ausstellung. Der Fokus soll hierbei auf Familien mit ihren Kindern gelegt werden, die das Läckerli Huus auf spielerische Art und Weise kennenlernen und mit dem Ausstellungsbesuch ein bleibendes Erlebnis erhalten sollen.

1.1.2 Genusswelt Läckerli Huus

Die Genusswelt-Ausstellung des Läckerli Huus befindet sich am Hauptsitz des Unternehmens und erstreckt sich über Teile von insgesamt zwei Stockwerken. Die Ausstellung zeigt historische Hintergründe rund um das Unternehmen sowie eine Vielzahl an Produkten. Bereits heute erzählt die Genusswelt eine spannende Geschichte in Form von handgezeichneten Kulissen, die an den Wänden sowie in Form von Sternen innerhalb der Ausstellungsräume angebracht sind. Diese Kulissen wurden von Stauffenegger + Partner AG erstellt, wobei die Bilddateien der Zeichnungen für dieses Projekt zur Verfügung gestellt wurden. Die Zeichnungen wurden für die App koloriert und sind im finalen Prototypen wiederzufinden. Bilder und Videos übermitteln in der Ausstellung weitere visuelle Inhalte, sogar gustatorische Entdeckungsmöglichkeiten in Form von Kostproben sind vorhanden.

Alex der Bäckersjunge tritt als Hauptfigur in der Ausstellung auf und führt die Besucher durch die Backstube und die weiteren Bereiche der Ausstellung. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die Räumlichkeiten der Ausstellung sowie ein Beispiel der gezeichneten Kulissen.



Abbildung 1: Räumlichkeit in der Genussweltausstellung.



Abbildung 2: Beispiel einer Kulisse.

1.2 Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist, durch den Einsatz von Augmented Reality und Gamification den Besuchern der Genusswelt einen Mehrwert zu der bestehenden Ausstellung zu bieten. Im Fokus stehen dabei Kinder im Alter zwischen acht und 14 Jahren. Im Rahmen dieser Arbeit sollen Konzepte entwickelt werden, um dieses Ziel erreichen zu können. Es soll untersucht werden, welche Gamification-Konzepte die User motivieren, die Applikation zu nutzen und welche Interaktionskonzepte es ermöglichen, die User intuitiv und vor allem zielgruppenkonform durch die Applikation zu führen. Mit Gamification ist das Vorgehen gemeint, Inhalte spielerisch zu integrieren. Das Endprodukt soll dabei ein funktionaler Prototyp einer mobilen Anwendung sein, die sich grösstenteils auf Familien bzw. Individualbesucher fokussiert, welche die Ausstellung eigenständig besuchen.

1.3 Fragestellung

Folgende Fragestellung wurde als Grundlage für die theoretische Arbeit und das zu erarbeitende Konzept aufgestellt:

- Welche spielerischen Elemente (Gamification) eignen sich für eine AR-Applikation, um bei Kindern das Interesse zu wecken und so Inhalte spannend zu vermitteln?
- Wie können Kinder ohne Hilfe von Erwachsenen eine AR-Applikation eigenständig bedienen?
- Welche Technologien eignen sich für eine einmalige Nutzung einer AR-Applikation?

1.4 Methodik

1.4.1 Design Thinking

Design Thinking ist ein Ansatz, der soziale und kreative Fähigkeiten fördern soll, um so systematisch in aufeinanderfolgenden Phasen neue Ideen zu entwickeln. Der Prozess ist in sechs verschiedene Phasen (Empathize, Define, Ideate, Prototype, Test, Implement) gegliedert und in einen Problem- sowie Lösungsraum unterteilt. Im Problemraum gilt es, die Nutzer und deren Bedürfnisse zu verstehen, um diese Erkenntnisse danach im Lösungsraum als

Ideen mittels Prototypen zu realisieren. Die Abfolge der einzelnen Prozessschritte ist dabei nicht linear, sondern erfolgt iterativ in verschiedenen Detaillierungsgraden [1].

1.4.2 Anwendung des Design-Thinking-Ansatzes

Zu Beginn wurden in der sogenannten «Empathize-Phase» die Bedürfnisse der Zielgruppe aufgenommen und ausgewertet. Dies wurde in Form von Interviews mit den verschiedenen Zielgruppen sowie einer Literaturstudie durchgeführt. Die Erkenntnisse aus diesen Arbeiten wurden in einem nächsten Schritt kategorisiert und priorisiert. Die Define-Phase diente dazu, anhand der Ergebnisse aus der ersten Phase Personas abzuleiten und deren Bedürfnisse zu definieren. Der erste Meilenstein wurde mit dem Projektkunden in Form einer Konzeptpräsentation festgelegt, die nach der Ideate-Phase und somit nach der Erarbeitung erster Spielideen stattgefunden hat. Anhand dieser Ideen wurden erste Prototypen erstellt und mittels User-Testing validiert. Das iterative Ausarbeiten dieser Prototypen unter Berücksichtigung des User-Testings führte zum Schluss zum finalen Prototypen, der dem Kunden als Resultat mit zusätzlichen Ergebnissen eines finalen User-Testings übergeben wurde.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Technologie

2.1.1 Augmented Reality

Der englische Begriff «Augmented Reality» (kurz «AR») umfasst Technologien, die es erlauben, die vom Menschen wahrgenommene Realität durch eine digitale Dimension zu erweitern. Grundsätzlich lassen sich drei Merkmale festhalten: virtuelle Elemente und die Realität werden kombiniert, die Interaktivität ist in Echtzeit möglich und die virtuellen Inhalte sind im dreidimensionalen Raum verankert. Im Gegensatz zu Virtual Reality (kurz «VR»), in welchem der Benutzer vollständig in eine virtuelle Welt eintaucht, wird bei Augmented Reality die Realität mit virtuellen Elementen überlagert. So werden die verschiedenen menschlichen Sinne angeregt und zusätzliche Informationen vermittelt. Als Devices dienen dabei die ebenfalls im Virtual-Reality-Bereich eingesetzten VR-Brillen, es können jedoch auch Geräte wie Smartphones, Tablets und Head-up-Displays verwendet werden [2].

Augmented Reality umfasst eine Vielzahl an Bereichen und Technologien. Im Folgenden werden die für diese Arbeit relevanten Technologien beschrieben und das grundsätzliche Prinzip aufgezeigt. Weiter sollen die Unterschiede bzw. die Vor- und Nachteile von browserbasierten AR-Technologien sowie nativen Apps beleuchtet werden.

2.1.2 Image Tracking

Kombiniert man die Realität mit virtuellen Elementen, wird ein Auslöser (engl. Trigger) benötigt, der die virtuelle Dimension zum richtigen Zeitpunkt oder am richtigen Ort einblendet. Es gibt verschiedene Technologien wie Image Tracking oder Geolocation, die diese Trigger erkennen können. Mit Image Tracking ist es möglich, Bilder mit der Kamerafunktion des Gerätes zu erkennen und darauf abgestimmte Aktionen auszulösen. Ein Bild dient so als Marker und weist bestimmte Merkmale auf, die eine eindeutige Identifikation ermöglichen. Marker werden in der Regel in Datenbanken erfasst, auf welche die Applikation im Live-Betrieb zugreift und die erfassten Kameradaten damit abgleicht [3].

2.1.3 Raycasting

Um eine Interaktion mit dem Benutzer zu ermöglichen, müssen Elemente selektiert werden können. Doch wie kann ein Objekt im dreidimensionalen Raum erkannt und selektiert werden? Zeigen wir mit unserem Finger auf ein reales Objekt im Raum, so zeigen wir dem Betrachter, in welcher Richtung das jeweilige Objekt liegt. Die Technologie Raycasting funktioniert nach einem ähnlichen Prinzip. Objekte werden anhand eines nicht sichtbaren virtuellen Strahls selektiert. Der Strahl kann vom Benutzer gesteuert werden, in dem er zum Beispiel einen Fokuspunkt des Kamerabildes auf ein bestimmtes Objekt platziert. Die Software evaluiert nun alle Objekte, die von diesem Strahl getroffen werden und wählt in der Regel das am nächsten liegende Objekt aus. Wenn wir wieder das Beispiel des Fingerzeigs heranziehen, wissen wir, dass näherliegende Objekte einfacher erkannt werden, da die Richtung bei grösserer Entfernung nur schwer abzuschätzen ist. Aus diesem Grund eignet sich auch Raycasting vor allem für Objekte, die sich nahe am Standort des Benutzers befinden [2].

2.1.4 Plane Detection

Bei der Gestaltung von Benutzeroberflächen für gewöhnliche Apps werden die Elemente in einem zweidimensionalen Bereich wie beispielsweise einen Screen angeordnet. Im Bereich der Augmented-Reality-Apps ist es möglich, Objekte im dreidimensionalen Raum anzuord-

nen. Elemente wie Oberflächen und Gegenstände aus der Realität können dabei berücksichtigt werden. Möchte man nun ein virtuelles Element auf eine Oberfläche projizieren, muss diese freie Fläche von der Software erkannt werden. Mittels dem Feature «Plane Detection», welches wiederum das Prinzip von Raycasting anwendet, verarbeitet die Software die Kamerabilder und erstellt mit Hilfe von Algorithmen ein Abbild des Raumes. Trifft also der unsichtbare Strahl (Raycasting) auf eine Oberfläche, wird diese erkannt. Die ermittelten Oberflächen dienen dann als Projektionsfläche für virtuelle Elemente [2].

2.1.5 Browserbasierte AR-Technologien

Bis anhin war Augmented Reality eine Domäne der nativen Apps. Mittlerweile hat sich jedoch auch ein Trend für browserbasierte Augmented-Reality-Anwendungen entwickelt. Web- bzw. browserbasierte Technologien bieten den Vorteil, dass für die Nutzung keine App auf das Gerät heruntergeladen werden muss. Firmen wie Mozilla und Google arbeiten an Programmierschnittstellen, die über den Browser auf Hardwarefunktionen der Geräte zugreifen, um so VR- sowie AR-Inhalte darzustellen. Webbasiertes Augmented Reality stellt heute die gängigsten Features wie Image Tracking oder Marker Tracking zur Verfügung. Höhere Interaktionslevels wie Raycasting, Plane Detection, Objektskalierung und räumliche Orientierung stellen eine Herausforderung für browserbasierte AR-Anwendungen dar. Hierzu gibt es jedoch Bestrebungen die Funktionalitäten von ARCore und ARKit über Programmierschnittstellen oder spezielle Viewer im Browser zur Verfügung zu stellen.

2.1.5.1 WebXR

Unter dem Begriff WebXR sammeln sich eine Gruppe von Standards, die aus den Bestrebungen von WebVR hervorgegangen sind und Funktionen für die Verwendung von VR- und AR-Inhalten auf Endgeräten wie VR-Brillen und Smartphones bereitstellt. WebVR ist eine von Mozilla und Google entwickelte Programmierschnittstelle, welche allerdings nie als offizieller Standard ratifiziert wurde [4]. Im Gegensatz dazu gibt es für die WebXR Device API eine Spezifikation, die sich gemäss Stand vom 24. Juli 2020 im Entwurfsstadium befindet [5].

Der Funktionsumfang von WebXR wird laufend ergänzt und soll so unter anderem die bis anhin begrenzten Möglichkeiten in Bezug auf Interaktionen in WebAR erweitern. Allerdings ist die Kompatibilität der Programmierschnittstelle auf wenige Browser beschränkt. Abbildung 3 von der Webseite «Can I use» zeigt eine Übersicht über die Browserkompatibilität. Zu erwähnen ist, dass Apple bis zum heutigen Zeitpunkt nicht an der Entwicklung von WebXR partizipiert und die Funktionalitäten deshalb auf iOS-Geräten nur über spezielle Viewer genutzt werden können. Mozilla stellt mit dem XRViewer eine entsprechende App im App Store zur Verfügung [6].

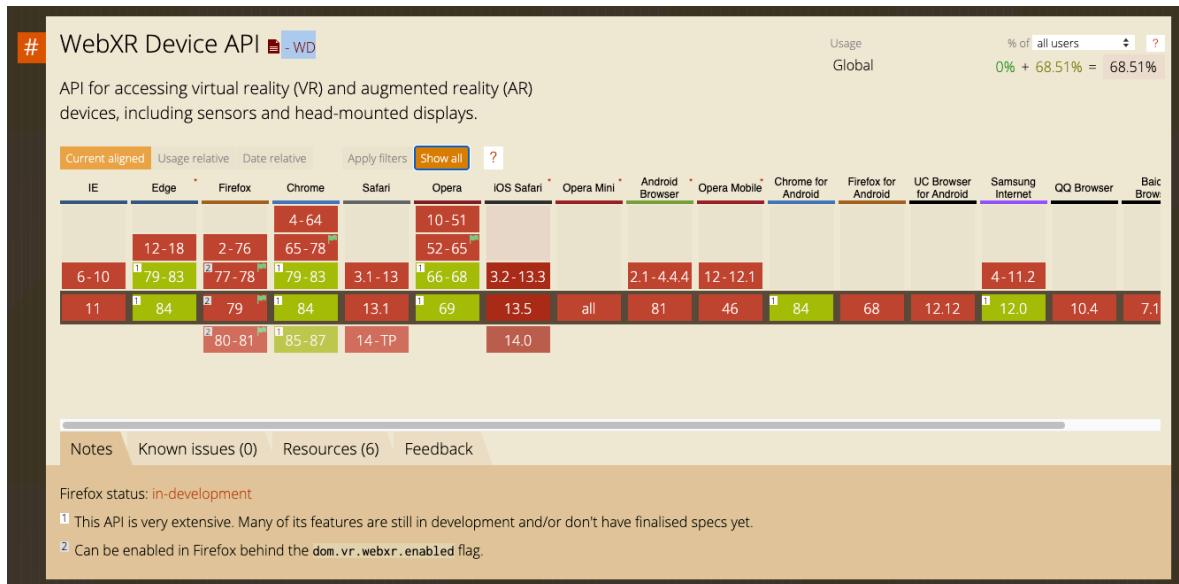


Abbildung 3: Der Screenshot von der Webseite «Can I use» zeigt einen Überblick über die Browser-Kompatibilität der WebXR Device API [7].

2.1.5.2 QuickLook

Apple stellt den Nutzern mit QuickLook ein Preview-Tool zur Verfügung, mit welchem sich unter anderem AR-Inhalte im Raum platzieren lassen. Um dies zu ermöglichen, wird die Funktionalität von ARKit genutzt. Es können Input-Formate wie das von Pixar mitentwickelte USDZ- oder das Reality-Format genutzt werden, welche beispielsweise mit dem von Apple zur Verfügung gestellten Tool «Reality Composer» erstellt werden können. QuickLook kann aus einer externen Anwendung wie einer App oder einer Webseite mit den jeweiligen Input-Parametern aufgerufen werden, um so AR-Funktionalitäten zu nutzen. QuickLook wird so als externe Anwendung gestartet, weshalb Rückmeldungen in die die ursprüngliche App nicht möglich sind [8].

2.1.5.3 Web-Frameworks

Unter dem geläufigen Begriff WebAR sammeln sich verschiedene Technologien, die Augmented Reality im Browser ermöglichen sollen. Die folgende Auflistung zeigt die wichtigsten Technologien und Frameworks.

2.1.5.4 AR.js

Mit dem Javascript-Framework AR.js lassen sich webbasierte AR-Anwendungen mittels Image-und Marker-Tracking sowie dem Location-based-Ansatz erstellen. Location-based bedeutet, dass AR-Inhalte mittels geographischen Koordinaten platziert werden können. Das Framework steht als kostenlose Open-Source-Version zur Verfügung. AR.js kann in Kombination mit A-Frame oder three.js genutzt werden [9].

2.1.5.5 A-Frame

Mit dem Framework A-Frame lassen sich 3D-Modelle darstellen und virtuelle Welten erstellen. Die Objekte können mittels HTML-Syntax erzeugt werden. A-Frame implementiert die Java-script-Library three.js und baut auf WebGL auf [10].

2.1.5.6 Three.js

Three.js ist ein Javascript-Framework, dass auf WebGL aufbaut und mit welchem 3D-Objekte sowie Animationen erstellt werden können. WebGL ist eine Javascript-API, die es Browsern ermöglicht 3D-Objekte im Browser darzustellen. Three.js zeichnet sich durch

seine Vereinfachung der WebGL-Funktionalität aus, wodurch es auch für Einsteiger mit überschaubarem Aufwand zu erlernen ist. In Kombination mit AR.js lassen sich mit Three.js browserbasierte AR-Anwendungen erstellen [11].

2.1.5.7 8th Wall

Das gleichnamige Unternehmen stellt mit dem Tool 8th Wall eine AR Engine zur Verfügung, mit welcher sich Inhalte in einem Cloud-Editor erstellen lassen. Die Engine baut dabei auf JavaScript und WebGL auf. 8th Wall besticht durch einen grossen Funktionsumfang und enthält Features wie Plane Detection, Image Tracking und kreative Effekte in Bezug auf Gesichter [12].

2.1.5.8 Funktionsübersicht AR-Webtechnologien

Die nachfolgende Tabelle (Tabelle 1) zeigt die beschriebenen AR-Webtechnologien bzw. -Frameworks und deren wichtigsten Funktionen. Da die verschiedenen Tools unterschiedliche Bereiche von WebAR abdecken, soll die Liste die Frameworks anhand ihrer Funktionen einordnen und somit keinen wertenden Charakter in Bezug auf den Funktionsumfang aufweisen.

Framework/ Technologie	WebXR- Support	Image Tracking	Marker Tracking	Plane Detection	Raycasting
AR.js	–	X	X	–	–
A-Frame	X	X ¹	X ¹	X	X
Three.js		–	–	–	–
8th Wall		X	X	X	X
ARToolKit		X	X	X	
WebARKit ²		X	X	X	
1: Integration von AR.js					
2: Baut auf den Technologien von ARToolKit auf.					

Tabelle 1: Funktionsübersicht der beschriebenen Tools.

2.1.6 Native AR-Anwendungen

Native AR-Anwendungen werden in der Regel spezifisch für die verschiedenen Plattformen wie Android und iOS entwickelt. Der Vorteil liegt meist in der performanten Nutzung von Hardware wie Kamera und Sensoren. Im Bereich von Augmented Reality werden für die jeweiligen Plattformen wie Android und iOS AR-SDKs angeboten. Der spezifisch entwickelte Programmcode für die jeweiligen Plattformen resultiert im Vergleich zu Cross-Plattform-Lösungen in einem höheren Entwicklungsaufwand. Der Quellcode von Cross-Plattform-Anwendungen wird für die verschiedenen Plattformen automatisch übersetzt, was somit zu einem geringeren Gesamtaufwand führt.

2.1.7 Unity

Mit der vom Unternehmen Unity Technologies entwickelten Game Engine Unity lassen sich Games und andere Anwendungen in 2D sowie 3D entwickeln. Das Programm besticht durch eine umfangreiche VR- und AR-Hardware-Unterstützung [2].

2.1.7.1 Programmaufbau

Unity ist nach dem Prinzip des Entity-Component-Modell aufgebaut. Dieses Prinzip bedeutet, dass alle Objekte in einem Level als Entitäten definiert sind, die miteinander in Beziehung stehen. Ein Level – in Unity als Scene bezeichnet – kann also verschiedene Entitäten

wie Game Objects, Prefabs und Scripts beinhalten [2]. Game Objects bilden dabei die grundlegendsten Objekte für die Szenerie, also Komponenten für das User Interface sowie 3D-Modelle. Diese Objekte können wiederum als Behälter für weitere Komponenten wie Scripts fungieren. Prefabs dienen dazu, komplette Game Objects mit allen Parametern zu speichern, um aus diesen Vorlagen neue Instanzen zu erstellen [13].

2.1.8 ARCore, ARKit, Vuforia

Um AR-Technologien auf Geräten wie Smartphones, Tablets und Glasses zu nutzen, werden die Funktionen von AR-SDKs – sogenannten Entwicklungsplattformen – benötigt. Auf diese Funktionen können Entwickler zugreifen, um eigene AR-Anwendungen zu entwickeln. Apple bietet für die iOS-Plattform ARKit, die Plattform von Google nennt sich ARCore. Mit Vuforia steht ein weiteres bekanntes SDK zur Verfügung, dass die Plattformen iOS, Android sowie UWP (Universal Windows Platform) unterstützt.

2.1.9 ARFoundation

Unity bietet für die Implementierung von Augmented Reality die Möglichkeit, eine sogenannte Cross-Plattform-API einzubinden. Dieser unter dem Namen ARFoundation bekannte Wrapper beinhaltet die Kernfunktionen von Apple ARKit und Google ARCore und ermöglicht so das einfachere Entwickeln für beide Plattformen. Das Prinzip ist dabei so, dass in einem Projekt die Funktionen von ARFoundation genutzt werden können. ARFoundation bindet dann im Hintergrund die Grundfunktionen von ARKit und ARCore ein.

2.1.10 Wiarframe

Mit dem Tool Wiarframe lassen sich mittels einem Browser-Editor Prototypen mit AR-Inhalten erstellen. Wiarframe besticht durch eine einfache Bedienung, die es ermöglicht, mit wenig Aufwand validierbare Testobjekte zu erstellen. Zudem stellt Wiarframe bereits eine Auswahl an fertigen Beispielen zur Verfügung. Es werden Apps für iOS und Android zum Download bereitgestellt, mit welchen die Prototypen auf den jeweiligen Geräten gestartet werden können [14].

2.1.11 Blender

Mit Blender können 3D-Objekte erstellt und animiert werden. Diese Software steht frei zur Verfügung und ist mit über acht Millionen jährlichen Downloads einer der bekanntesten 3D-Editoren. [15]

2.2 Literaturstudien

2.2.1 Methodik und Fragestellung

Die folgende Literaturstudie soll Erkenntnisse bezüglich der Fragestellungen in Bezug auf die spielerischen Inhalte und die Bedienbarkeit bzw. Usability einer AR-Applikation liefern. Die Fragestellungen sollen mittels einer systematischen Suche nach aussagekräftigen Studien und Abhandlungen beantwortet werden. Dazu wurde auf Plattformen wie Google Scholar, IEEE und SpringerLink nach den folgenden Begriffen gesucht: «Augmented reality», «children», «games», «videogames», «gamification», «education», «learning», «app», «AR», «motivation».

Die gefundenen Resultate wurden anhand des Abstracts analysiert und anhand der Einschluss- bzw. Ausschlusskriterien selektiert oder ausgeschlossen. Die selektierten Resultate wurden dann in einem weiteren Schritt analysiert, um daraus die Erkenntnisse für die Fragestellungen abzuleiten.

2.2.2 Datenerhebung

2.2.2.1 Einschlusskriterien

Die folgenden Einschlusskriterien wurden für die Literaturstudie definiert:

- Studie verfügt über Peer-Review bzw. ein Approvement
- Zielgruppe ist klar definiert
- Auswahlverfahren der Befragten von quantitativen Befragungen muss beschrieben sein. Der Zeitpunkt und der Ort sind klar definiert.

2.2.2.2 Ausschlusskriterien

Die folgenden Ausschlusskriterien wurden für die Literaturstudie definiert:

- Studie im Kontext Augmented Reality ist vor dem Jahr 2015 erschienen
- Zielgruppe wird nicht berücksichtigt bzw. wird nicht genau spezifiziert.
- Studie fokussiert sich auf Kinder mit spezifischen geistigen Entwicklungsstörungen.

2.3 Ergebnisse Literaturstudie

Die vorliegenden Ergebnisse aus der Literaturstudie beleuchten die grundsätzlichen kognitiven, motorischen, räumlichen und logischen Fähigkeiten in Bezug auf die Entwicklung von Kindern im Alter zwischen acht und 14 Jahren. Da die Entwicklung eines Kindes nicht auf das Jahr genau einem Muster folgt, wurde ebenfalls untersucht, ob kurz vor dem Alter von acht Jahren weitreichende Entwicklungsschritte beobachtet werden können. Zudem werden detaillierte Erkenntnisse im Zusammenhang mit der Nutzung von Augmented-Reality-Technologien aufgeführt.

2.3.1 Kognitive Entwicklung von Kindern

Während der Entwicklung eines Kindes erlernt dieses verschiedene Fähigkeiten. Die wichtigsten Fähigkeiten, welche das Erlebnis mit einer AR-Applikation beeinflussen können, kann man in folgende Kategorien unterteilen: motorische Fähigkeiten, räumliche Fähigkeiten, Aufmerksamkeitsfähigkeit, Gedächtnis und logische Fähigkeiten [16].

Gemäss dem bekannten Psychologen Jean Piaget durchlaufen Kinder vier Hauptstadien der kognitiven Entwicklung. Von null bis ca. zwei Jahren wird im sogenannten sensomotorischen Stadium die praktische Intelligenz entwickelt. Das präoperationale Stadium ist für die Altersspanne von zwei bis ca. sieben Jahren definiert und umfasst vor allem das Erlernen vom Sprechen und Spielen [17]. Vereinfacht ausgedrückt, kann man damit sagen, dass sich das Kind in diesem Stadium noch vor dem eigentlichen Stadium befindet, in welchem es «richtig» denken kann [18].

Für die Fragestellung dieser Arbeit sind vor allem die dritte sowie die vierte Entwicklungsstufe interessant. Im dritten Stadium – dem sogenannten konkret-operationalen Stadium – verändert sich das Denken des Kindes und löst sich somit schrittweise von der Wahrnehmung. Auch einfache logische mathematische Aufgaben wie Subtraktion oder Addition sind möglich. Dieses Stadium dauert in etwa vom siebten bis zum elften Altersjahr. Das vierte und letzte Stadium – das formal-operationale Stadium – wird im Alter von ungefähr zwölf Jahren erreicht. Hier nimmt die Vorstellungskraft im Vergleich zum vorigen Stadium deutlich zu. Das Denken wird abstrakter und Hypothesen können entwickelt werden. [17]

Piagets Theorie zu den kognitiven Entwicklungsstadien wurde im Laufe der Zeit weiterentwickelt und natürlich auch von Kritikern hinterfragt. Die Vielfalt an Ergebnissen aus Studien führt zur Schlussfolgerung, dass bei der Entwicklung von Kindern eine hohe Variabilität besteht.

2.3.2 Motorische Fähigkeiten

2.3.2.1 Motorische Fähigkeiten im jeweiligen Entwicklungsstadium

Die motorischen Fähigkeiten hängen stark vom jeweiligen Entwicklungsstadium und somit auch vom Alter eines Kindes ab. Bei der Entwicklung einer App, insbesondere einer AR-App, bei welchen Kinder neue Möglichkeiten in Bezug auf die Interaktion erleben, ist es von zentraler Bedeutung, diese motorischen Fähigkeiten und entwicklungsbedingte Beeinträchtigungen zu berücksichtigen. Diese Fähigkeiten werden benötigt, damit sich die Kinder in Räumen bewegen oder gezielte Bewegungen mit ihren Händen machen können. Im Zusammenhang mit einer AR-App muss sich das Kind mit dem mobilen Gerät bewegen können. Zudem sollte es mit den Fingern gezielte Bewegungen machen können, wie zum Beispiel einen Button antippen. Augmented Reality ermöglicht dabei verschiedene Interaktionstypen. Diese reichen von einfachen Touch-Gesten bis hin zu greifbaren Interaktionen, bei welchen die Applikation auf reale Objekte reagiert, die zum Beispiel in Bezug auf ihre Anordnung eine Aktion auslösen können.

Die feinmotorischen Fähigkeiten sind bei Kindern vor allem beim Zeichnen und Schreiben identifizierbar. Im Alter von ungefähr neun bis zwölf Jahren sind Kinder in der Lage, klare Buchstabenformen zu zeichnen und Zeichnungen anhand eines Rasters nachzuzeichnen. Die Grobmotorik, die vor allem in der Bewegung zu erkennen ist, entwickelt sich im Vergleich zur Feinmotorik etwas schneller. Im Alter von acht Jahren kann das Kind gezielte Bewegungsabläufe vollziehen sowie die Bewegungsrichtung ändern und die Geschwindigkeit variieren. Im Laufe der Entwicklung verändern sich diesbezüglich vor allem die Geschwindigkeit sowie die allgemeine Kontrolle der Bewegungen [16].

Die visuelle Wahrnehmung – also zum Beispiel die Möglichkeit, sich bewegende Objekte wahrzunehmen – entwickelt sich grösstenteils bis zum Alter von neun Jahren. Die Differenzierung von Objekt und Hintergrund wird bis zum Alter von etwa 13 Jahren ausgebildet [16].

2.3.2.2 Bedienung von Smartphones und Tablets

AR-Apps, die für Geräte wie Smartphones oder Tablets entwickelt werden, benötigen abhängig von der eingesetzten Technologie und natürlich auch von den Inhalten verschiedene motorische Fähigkeiten.

Bedient man eine AR-App, gibt es unterschiedliche Methoden, wie virtuelle Objekte selektiert werden können. So können Objekte mit einem Fadenkreuz anvisiert und so selektiert werden. Auch ist es möglich, Objekte lediglich mit dem Finger zu selektieren. Studien mit Kindern im Alter zwischen fünf und zehn Jahren haben gezeigt, dass die Selektion mit dem Finger in Bezug auf die Geschwindigkeit Vorteile gegenüber der Fadenkreuz-Selektion aufweist [16].

Neben den Interaktionstypen zur Objektselektion ist auch die Grifftechnik ein wichtiger Faktor bei der Bedienung einer AR-App. Eine Untersuchung bezüglich verschiedener Grifftechniken beschreibt sechs verschiedene Techniken: den Crab-Grip, den Straight-Grip, den Curl-Grip, den Corner-Grip, den Bottom-Grip sowie den No-Grip. Die Untersuchung zeigt, dass

der Crab-Grip am meisten verwendet wird, gefolgt von der Curl-Technik. Der Crab-Grip wird durch seine Bezeichnung bereits sehr treffend beschrieben. Bei dieser Grifftechnik greift das Kind das Gerät von vorne mit beiden Händen. Die Daumen befinden sich an der unteren Kante des Geräts, während die Zeigefinger von oben Druck ausüben. Beim Curl-Grip wird das Gerät seitlich durch beide Hände eingeklemmt, während die Finger an der Rückseite des Geräts angewinkelt werden [16]. Auf den Abbildungen 4 und 5 sind diese beiden Grifftechniken zu sehen.

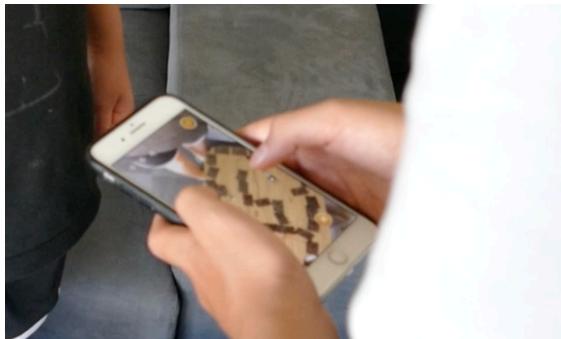


Abbildung 4: Curl-Grip einer Testperson während dem Testing des finalen Prototypen.

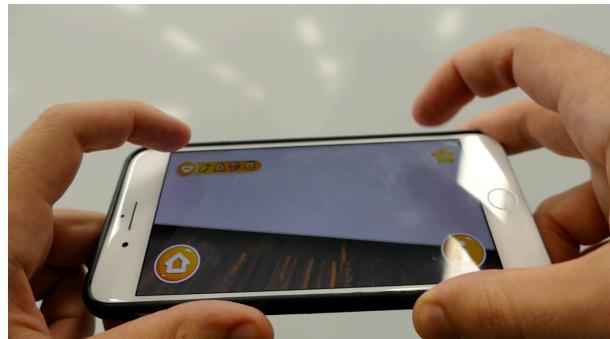


Abbildung 5: Nachgeahmter Crab-Grip während der Nutzung des finalen Prototypen.

2.3.3 Logische Fähigkeiten

Piagets Theorie geht davon aus, dass Kinder im präoperationalen Stadium nicht operational denken. Dies wird nach seiner Auffassung mit einem von ihm durchgeföhrten Versuch gezeigt. Man zeigt einem Kind zwei Glasbehälter mit identischem Durchmesser, die mit Flüssigkeit gefüllt sind und lässt sie erkennen, dass beide Gefäße gleich viel Flüssigkeit enthalten. Kinder im Alter von sechs bis sieben Jahren werden somit aussagen, dass sich nach dem Umschütten der Flüssigkeit des einen Behälters in einen anderen Behälter mit geringerem Durchmesser, im Vergleich zum anderen Behälter mehr Flüssigkeit darin befindet. Hier fehlen dem Kind laut Piaget zwei wichtige Operationen, die sogenannte Reversibilität und die Dezentrierung. Reversibilität bedeutet, dass das Kind in der Lage ist, den Vorgang rückgängig zu machen, in diesem Fall würde das also bedeuten, dass immer noch gleich viel Flüssigkeit im Behälter vorhanden sein muss, wenn man diesen wieder in den ursprünglichen Behälter zurückgießt. Mit Dezentrierung ist gemeint, dass sich das Kind bei diesem Experiment mit mehreren Merkmalen auseinandersetzen muss: einerseits mit der Höhe der Flüssigkeitssäule und andererseits mit dem Durchmesser des Behälters [18].

Kinder im Alter von acht bis neun Jahren sind allerdings in der Lage, diese Operationen anzuwenden. Im konkret-operationalen Stadium sind Kinder fähig, Teilmengen zu bilden und Gegenstände mit mehr als nur einem Merkmal in Verbindung zu setzen. Sobald ein Kind mehr als nur ein Merkmal berücksichtigen kann, ist es auch in der Lage, logische Ordnungen zu bilden, also zum Beispiel Objekte ihrer Länge nach einzuordnen. Hierzu wird zudem das Verständnis von Transitivität benötigt, also dass ein Gegenstand, der kürzer ist als sein Nachfolger, ebenfalls kürzer ist als das übernächste Objekt in der Reihe. Gemäss Erkenntnissen von Piaget sind Kinder zwischen sieben und elf Jahren in der Lage, Transitivität zu verstehen [19]. Auch beim Erinnerungsvermögen wird der Entwicklungsschritt deutlich, ein fünf Jahre altes Kind kann sich zwischen vier bis fünf Objekte merken, ein neunjähriges Kind schafft dabei bereits sechs Objekte und dies sogar ebenfalls in umgekehrter Reihenfolge [16].

2.3.4 Räumliche Fähigkeiten

Gemäss den Theorien von Piaget, findet bei Kindern im Alter von ungefähr sieben Jahren ein signifikanter Entwicklungsschritt statt. Vor diesem Entwicklungsschritt scheinen Kinder Objekte relativ zu ihrem eigenen Körper in Verbindung zu bringen. Es wird also kein metrisches System genutzt, sondern auf eine relative Ordnung der Objekte zurückgegriffen. Ab einem Alter von neun bis zehn Jahren sind Kinder dann jedoch in der Lage, räumliche Entfernung zwischen Objekten in metrischen Einheiten zu betrachten. Auch bei der räumlichen Orientierung ist festzustellen, dass Kinder unter sieben Jahren Orientierungspunkte wählen, die nahe am eigentlichen Ziel liegen. Bei älteren Kindern werden auch Orientierungshilfen genutzt, die weiter vom eigentlichen Ziel wegliegen, um sich so im Raum zu orientieren. [16].

2.3.5 Kinder im Umgang mit digitalen Medien – insbesondere Spielen

Der Konsum von digitalen Medien nimmt bei Kindern ab sechs Jahren rasant zu. Das ist beispielsweise am steigenden Besitz von elektronischen Devices wie Smartphones gut erkennbar. Die meisten Kinder unter acht Jahren besitzen noch kein eigenes Smartphone, etwa ein Viertel aller Sechs- bis Siebenjährigen besitzen hingegen eines. Ab dem 13. Lebensjahr besitzen fast alle Kinder ein Smartphone (97%) [20].

2.3.5.1 Motivationsfaktoren in digitalen Spielen

Die Motivation ist ein wichtiger Faktor dafür, ob ein Kind eine App bzw. ein Spiel spielen möchte oder nicht. Hierbei kann festgestellt werden, dass sich Motivationsfaktoren in Bezug auf verschiedene Merkmale wie Alter oder Geschlecht unterscheiden. Nachfolgend sind die wichtigsten demografischen Merkmale aufgeführt.

Alter: Das Alter und die damit einhergehende Entwicklung eines Kindes spielt bei Motivationsfaktoren eine entscheidende Rolle. So ist zum Beispiel bei Kindern bis zum Alter von elf Jahren vor allem die Herausforderung des Spiels ein motivierender Faktor. Kinder, insbesondere Jungen ab zwölf Jahren, lassen sich durch kompetitive Spiele motivieren, bei welchen sie sich mit ihren Kollegen messen können [21].

Geschlecht: Geschlechtsspezifische Merkmale in Bezug auf Motivationsfaktoren in Videogames hängen wiederum von zahlreichen Faktoren wie Interessen, gesellschaftlichem Umfeld, Erziehung etc. ab, deren Gründe gesondert in einer wissenschaftlichen Fragestellung bearbeitet werden müssen. Da in dieser Arbeit Familien und vor allem deren Kinder und somit nicht geschlechterspezifische Gruppen im Fokus stehen, werden in dieser Recherche nur grundsätzliche Erkenntnisse beleuchtet. Befragungen von Jugendlichen zeigen, dass bei Jungen vor allem der Wettbewerb im Vordergrund steht, also das gegenseitige Messen von Fähigkeiten. Neben dem reinen Spass am Spiel ist jedoch auch anzumerken, dass bei Mädchen, die regelmässig Videospiele spielen, der Wettbewerb ein bedeutender Faktor ist [21].

Neben diesen demografischen Aspekten kann für Kinder auch motivierend sein, sich in Videospielen in die Rolle des Helfers bzw. des Lehrers zu versetzen. Unter Beobachtung der Langzeitnutzung von Videospielen wurde festgestellt, dass Geschwister und andere Gleichaltrige das Konzept des Lehrens und Lernens aufnahmen. So helfen sich diese Kinder gegenseitig, um einen Fortschritt im Spiel zu erzielen und somit ein gemeinsames Erfolgserlebnis zu haben [21].

2.3.6 Lernen mit Augmented Reality

Die Grenzen von Spielen und Lernen sind im Umfeld von Kindern meist nicht eindeutig zu identifizieren. Das spielerische Lernen hat in den verschiedenen Entwicklungsstadien von Kindern eine bedeutende Rolle. Aus diesem Grund sind auch Motivationsfaktoren im Lernumfeld – besonders im Bereich des Lernens mit Augmented Reality – für diese Fragestellung bzw. dieses Projekt von Bedeutung.

In einer durchgeführten Studie in England wurde mit einer Klasse von 19 Schulkindern im Alter zwischen sieben und acht Jahren in einem Museum das Lernverhalten mit Augmented Reality untersucht. Kinder reagierten im Museum auf Augmented-Reality-Inhalte mit einer gesteigerten Neugierde sowie einer erhöhten Interaktivität im Vergleich zu den gewöhnlichen Inhalten des Museums [22].

2.3.7 Spiele mit Augmented Reality für Kinder

2.3.7.1 Motivationsfaktoren

Motivationsfaktoren tragen dazu bei, ob eine AR-App genutzt wird oder nicht. Betrachtet man Pokémon Go – ein bekanntes AR-Game auf dem Markt – so lassen sich in diesem Beispiel einerseits die Aktivität im Freien, aber auch die soziale Interaktion innerhalb des Spiels als motivierende Faktoren ausmachen [23].

Augmented Reality erweitert die Wirklichkeit. Im Unterschied zu Virtual Reality besteht aber nach wie vor eine Verbindung zur Realität. In einer Studie mit zwölf Kindern wurde untersucht, welche Erwartungen an eine AR-App gestellt werden. Dabei wurde festgestellt, dass reale Charaktere und Interaktionen erwartet werden, welche die realen physischen Gegebenheiten widerspiegeln [16].

2.3.7.2 Frustrationsfaktoren

Es gibt verschiedene Faktoren, welche dazu führen können, dass eine AR-Applikation für ein Kind zu schwierig ist bzw. zu Frustrationen führen kann. In Bezug auf die Entwicklung seien hier die vorhin beschriebenen kognitiven Fähigkeiten nochmals erwähnt. Ist ein Kind mit der Bedienung der App oder mit dem Schwierigkeitsgrad einer Aufgabe überfordert, führt dies im schlimmsten Fall zu Ablehnung und Frust.

Potenzielle herausfordernde Faktoren können beispielsweise bei der Bedienung des Gerätes ausfindig gemacht werden. Eine Aufgabe, in der das Gerät gehalten werden und mit der anderen Hand eine andere Aktivität ausgeführt werden muss, kann besonders für Kinder im Vorschulalter eine grosse Herausforderung bedeuten. Auch zeigt diese Altersgruppe Schwierigkeiten beim Fokussieren eines Markers, so dass dieser während des Spiels unter Umständen verloren geht [16]. Bei Kindern im Alter zwischen fünf und acht Jahren wurden Schwierigkeiten ausgemacht, wenn diese ihre eigene Körperposition anhand des Spiels neu ausrichten mussten, um einen Marker zu erkennen oder allgemein die Perspektive zu wechseln. Diese Problematik nimmt mit zunehmendem Alter ab und ist bei den Kindern im Alter zwischen neun und zehn Jahren nicht mehr auszumachen [16].

2.4 Analyse von Augmented-Reality-Spielen für Kinder

2.4.1 Internet-Recherche

Bereits heute gibt es zahlreiche Augmented-Reality-Spiele für Kinder, die in den jeweiligen App-Stores verfügbar sind. Um einen ersten Überblick über die verschiedenen Spiele und

deren Inhalte, Konzepte sowie Erfolgsfaktoren zu erhalten, wurde eine Internet-Recherche durchgeführt und eine Auswahl an AR-Spielen analysiert.

2.4.1.1 *Color Quest AR*

Mit Color Quest AR können Kinder verschiedene Figuren auswählen, die reale Objekte wie Früchte oder auch menschliche Organe imitieren, diese ausmalen und danach zum Leben erwecken. Dabei können die Figuren, welche als Konturvorlage angezeigt werden, mittels dem Finger mit verschiedenen Farben angemalt werden. Sobald die Zeichnung fertiggestellt ist, kann das Kind auf einen Zauberstab klicken und den Charakter in der realen Welt platzieren. Nachdem dieser mittels Plane Detection platziert ist, beginnt er zu tanzen und es erscheint eine lehrreiche Information zum jeweiligen Charakter. Zusätzlich kann das Kind mit dem tanzenden Charakter ein Foto oder Video aufnehmen.

2.4.1.2 *Pokémon Go*

Eines der wohl bekanntesten AR-Spiele ist Pokémons Go. Pokémons sind verschiedene Fantasiefiguren, die über bestimmte Fähigkeiten verfügen und im Kampf gegeneinander antreten können. Das Spielprinzip ist relativ einfach erklärt. Mittels GPS wird der Standort des Smartphones abgefragt. Befindet sich der User nun in der Nähe eines Pokémons wird dieses mittels Augmented-Reality-Technologien in der Umgebung platziert und ist über den Smartphone-Screen zu sehen. Der User kann das Pokémon nun fangen und in seine eigene Sammlung aufnehmen. Man kann sich zusätzlich in speziellen Arenen mit anderen Spielern messen und im Laufe der Zeit höhere Level erreichen.

2.4.1.3 *Thomas und seine Freunde: Minis*

In diesem Spiel gilt es, auf einer virtuellen Spielfläche Gleise zu bauen und so eine ganz eigene Zugstrecke zu entwerfen. Indem man den Weg zu goldenen Zahnrädern baut, kann man diese einsammeln und erhält somit neue Designs für die Lokomotive. Durch Elemente wie Wasserrutschen und Loopings lassen sich fantasievolle Welten erbauen. Das Spiel lässt sich einerseits ohne Augmented Reality spielen. Andererseits kann das Kind mittels Plane Detection die Spielfläche im Raum platzieren und so das Spiel auf eine andere Art und Weise erleben.

2.4.1.4 *AR Dragon*

Mit AR Dragon können Kinder einen Drachen als virtuelles Haustier halten. Der Drache muss dabei gefüttert und mittels Spielen unterhalten werden. Zudem wächst er von Tag zu Tag. Der Charakter kann ebenfalls mit dem Namen personalisiert werden. Hat man mittels Plane Detection eine geeignete Fläche gefunden, erscheint der animierte Drache in der Umgebung des Benutzers und lässt Interaktionen wie das Füttern zu.

2.4.1.5 *Avo*

Der Name Avo steht für den Charakter, der in diesem App in Form einer Avocado auftritt. Mit diesem niedlich gestalteten Maskottchen können Kinder Abenteuer erleben, Rätsel lösen und Verbrechen bekämpfen [24]. Avo kann durch den Benutzer gesteuert werden, indem man mit dem Finger auf dem Display eine Linie zieht. Das Besondere an dieser App ist, dass Avo innerhalb der spielbaren Episoden nicht mittels Augmented Reality in die Umgebung platziert wird, sondern dass sich der Charakter in einer Umgebung steuern lässt, die quasi als Video implementiert ist. Abhängig von der Benutzerinteraktion verändert sich diese Umgebung. Avo kann aber auch für Fotozwecke mittels Augmented Reality in die eigene Umgebung platziert werden.

2.4.1.6 Wonderscope

Der Name Wonderscope beschreibt das Konzept der AR-App bereits sehr gut. Dem Kind wird suggeriert, dass es mit seinem Smartphone durch eine magische Linse in andere Welten blicken und so Geschichten erleben kann. So muss man zum Beispiel dem Charakter Clio – ein kleines Partikel aus Sternenstaub – helfen, dass es zu einem grossen Stern heranwächst. Das Kind wird dabei aufgefordert, mit Clio und anderen Charakteren zu sprechen, indem es laut den eingebildeten Text nachsprechen muss. Da Wonderscope eine Sammlung an Geschichten ist, die auch weiter wächst, gibt es auch zahlreiche Charaktere, die darin vorkommen und verschiedene Aufgaben, die zu lösen sind [25].

2.4.2 Interpretation Internet-Recherche

Betrachtet man die Spielkonzepte sowie Stories der analysierten AR-Apps in Bezug auf die Gamification bzw. Unterhaltungsfaktoren kann man einige entscheidende Faktoren hervorheben. Die Tabelle 2 zeigt einen Überblick über die wichtigsten Faktoren der analysierten Spiele.

Spiel	Kategorie/Genre	Unterhaltungsfaktoren	Altersgruppe
Color Quest AR	Bildung	<ul style="list-style-type: none"> • Zeichnen • Tanzen/Bewegung 	Sechs bis sieben Jahre
Pokémon Go	Unterhaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Jagen/Sammeln • Sich messen in Arenen 	Ab neun Jahren
Thomas und seine Freunde: Minis	Unterhaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Eigene Zugstrecken entwerfen und bauen • Goldene Zahnräder einsammeln 	Ab vier Jahren
AR Dragon	Unterhaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Spielen mit dem Drachen • Den Charakter personalisieren • Den Drachen täglich füttern und wachsen lassen 	Ab vier Jahren
Avo	Unterhaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Bohnen und andere Gegenstände einsammeln. • Avo durch Fingergesten steuern. • Abenteuer bestehen. 	Ab vier Jahren
Wonderscope	Bildung/Unterhaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Geschichten erleben und Charakteren helfen, Aufgaben zu lösen • Aktives Sprechen 	Ab sechs Jahren

Tabelle 2: Analysierte AR-Apps in Bezug auf die wichtigsten Unterhaltungsfaktoren.

2.4.2.1 Bewegung

Spiele wie Pokémon Go oder Color Quest AR integrieren Bewegung in den Spielinhalt. Bei Pokémon sind die versteckten Charakter irgendwo in der Umgebung versteckt. Je mehr ein Kind sucht, desto eher findet es die seltenen Pokémons. Bei Color Quest AR tanzt der Charakter, nachdem er in der Umgebung platziert wurde. Das Kind hat die Möglichkeit, mit dem Charakter mitzutanzen und dies zusätzlich als Video festhalten zu lassen.

Durch die Tatsache, dass sich ein Kind mittels Augmented Reality um Objekte bewegen kann und Objekte mittels GPS oder anderen Technologien platziert werden können, wird die Aktivität bzw. Bewegung in AR-Apps ein wichtiger Faktor.

2.4.2.2 *Charaktere*

Bei Pokémon Go sind es viele verschiedene Charaktere, bei AR Dragon ein einziger. Auch Color Quest AR verwandelt bekannte Objekte wie Früchte in Charaktere, die zum Leben erweckt werden. Bei allen untersuchten Apps gibt es einen oder mehrere Charaktere, welche in eine Story eingebunden sind oder welchen man im Spiel helfen muss, einzelne Aufgaben zu erarbeiten. All diese Identifikationsfiguren sind ein zentrales Element, mit welchen der Benutzer interagieren oder sich sogar damit identifizieren kann.

2.4.2.3 *Herausforderung*

Die Herausforderung ist ein wichtiger Motivationsfaktor in Spielen, der auch in den analysierten AR-Apps eine zentrale Rolle spielt. Bei Pokémon Go liegt die Herausforderung darin, versteckte Charaktere zu finden und in den Arenen gegen andere Spieler zu bestehen. Mit dem Charakter Avo muss der Spieler Rätsel und andere Aufgaben lösen sowie Bohnen und andere Gegenstände einsammeln.

2.4.2.4 *Geschichten hautnah erleben*

Durch Augmented Reality ist es möglich, Inhalte in das reale Umfeld des Benutzers zu platzieren. Die Objekte können von allen Seiten begutachtet werden. Diese Art und Weise von Interaktion mit Objekten und Charakteren bringt Geschichten in das Umfeld des Kindes und macht es so möglich, stärker in die Story einzutauchen.

3 Konzeptentwicklung

3.1 Umfragen

3.1.1 Online-Umfrage Zielgruppe

Zu Beginn dieses Projekts wurde die Durchführung von Interviews mit Kindern aus der Zielgruppe geplant, um grundlegende Informationen für die Entwicklung des Konzepts zu erhalten. Bedingt durch den Lockdown aufgrund der Covid-19-Pandemie wurden diese Interviews in eine weniger umfangreiche Online-Umfrage umgewandelt, um so trotzdem ein grundsätzliches Bild der Zielgruppe sowie eine Grundlage für die Literaturstudie zu erhalten [26]. Das Interview wurde an verschiedene Schulen im Kanton Solothurn und Aargau sowie an Privatpersonen verschickt. Befragt wurden die Kinder in Bezug auf Ihre Hobbys, Schulfächer und den grundsätzlichen Umgang mit dem Smartphone.

Insgesamt sind 24 Antworten eingegangen. Etwas mehr als 80 Prozent der Befragten waren im Alter zwischen sieben und zehn Jahren. 54 Prozent waren dabei weiblich. Die grundlegendsten Informationen aus den Interviews waren, dass Kinder sowohl in der Schule wie auch in der Freizeit gerne Aktivitäten ausführen, bei denen sie sich sportlich betätigen. So gaben mehr als zwei Drittel an, in der Freizeit gerne Sport zu treiben. Ungefähr die Hälfte gab an, dass Turnen ihr Lieblingsfach sei. Auch Fächer wie Zeichnen, Werken und Musik, in denen eher kreative Fähigkeiten gefordert sind, wurden von den Befragten verstärkt als Lieblingsfächer definiert. In Bezug auf die Nutzung von Devices wie Smartphones kann festgehalten werden, dass die Befragten vorwiegend Spiele spielen, Musik hören und Fotos anschauen. Eine Übersicht über die Umfrage findet sich im Anhang unter Punkt 9.1.

3.2 Personas

Mit den grundlegenden Informationen aus der Umfrage und tiefergreifenden Erkenntnissen aus der Literaturstudie wurden zwei Personas erstellt, welche die Zielgruppe repräsentieren. Die Tabellen 3 und 4 zeigen die beiden Personas.

3.2.1 Persona 1: Tim Beck

Tim Beck	
Beschreibung	Tim ist acht Jahre alt. Er entdeckt die Welt auf spielerische Art und Weise, sei dies draussen in der Natur beim Fussballspielen mit Freunden oder auch bei spielerischen Aktivitäten am Computer oder Tablet.
Interessen	Sport & Spielen Filme schauen
Quote	«Ich liebe Action und Bewegung!»
Motivationen	<ul style="list-style-type: none"> • Er misst sich gerne mit seinen Kollegen und versucht aus allem einen Wettbewerb bzw. ein Spiel zu machen. • Spass ist ihm wichtig. • Er ist sehr aktiv und tobt sich gerne mit verschiedensten Aktivitäten aus. • Er möchte die Welt auf spielerische Art und Weise entdecken und ist motiviert, neue Erfahrungen zu sammeln und zu lernen.
Frustrationen	<ul style="list-style-type: none"> • Langes Stillsitzen und Lernen liegen ihm weniger. • Er verliert nicht gerne. • Er liest eher ungern.

Tabelle 3: Persona «Tim Beck».

3.2.2 Persona 2: Leoni Schneider

Leoni Schneider	
Beschreibung	Leoni ist neun Jahre alt. Sie mag Abenteuer und denkt sich gerne Geschichten aus. Sie hat Freude am Lernen und liest gerne Sachbücher und Geschichten.
Interessen	<ul style="list-style-type: none"> • Kreatives Basteln und zeichnen mag sie sehr. • Fantasievolle Geschichten lesen. • Bücher lesen. • Sie löst gerne Rätsel und stellt sich so immer neuen Herausforderungen.
Quote	«Ich mag es, in spannende Geschichten einzutauchen und Abenteuer zu erleben.»
Motivationen	<ul style="list-style-type: none"> • In Sachbüchern findet und lernt sie spannende neue Dinge. • Beim Zeichnen kann sie ihrer Fantasie freien Lauf lassen. • Sie bewegt sich gerne und verbringt gerne Zeit mit ihren Freundinnen und Freunden.
Frustrationen	<ul style="list-style-type: none"> • Fächer wie Mathe (Rechnen) mag sie nicht so gerne. • Langeweile mag sie nicht.

Tabelle 4: Persona «Leoni Schneider».

3.2.3 User Stories

User Stories dienen dazu, anhand der definierten Personas Bedürfnisse in einer der Nutzer verständlichen Art zu formulieren, um so Anforderungen für das Endprodukt zu erheben. Ziel der User Stories in diesem Projekt war, grundsätzliche Erkenntnisse aus der theoretischen Arbeit in Umgangssprache zu definieren, um so eine Basis für die Entwicklung der Spielkonzepte zu erhalten. Nachfolgend sind die definierten User Stories für die beiden Personas aufgeführt.

- Als Tim möchte ich Spiele spielen, die meine Geschicklichkeit fordern.
- Als Tim möchte ich gerne aktiv durch die Ausstellung geführt werden und lustige Sachen erleben, ohne viel Lesen zu müssen.
- Als Leoni möchte ich eine spannende Geschichte erleben, in die ich eintauchen kann.
- Als Leoni möchte ich knifflige Rätsel lösen, bei welchen meine volle Aufmerksamkeit gefordert ist.
- Als Tim und Leoni möchten wir ein Abenteuer erleben, in das wir eintauchen und aktiv daran teilhaben können.
- Als Tim und Leoni möchten wir Spass mit unseren Freunden erleben und uns auch mit ihnen messen können.

3.3 Spielkonzepte

3.3.1 Brainstorming

Die im Design-Thinking-Modell definierte Ideate-Phase wurde in Form von Brainstorming und anderer Kreativmethoden durchgeführt. Das Ziel dieser Phase war es, erste Ideen für die gesamte Story sowie für die zu implementierenden Spielinhalte zu generieren. Dieses Ziel wurde in Form von kurzen Stories und daraus generierten Sketches erreicht. Die Abbildungen 6 und 7 zeigen erste Sketches.

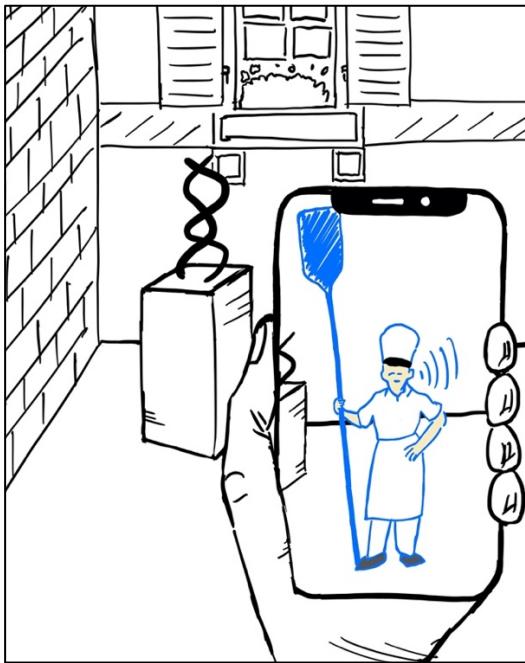


Abbildung 6: Erste Ideen im Zusammenhang mit dem Charakter Alex.

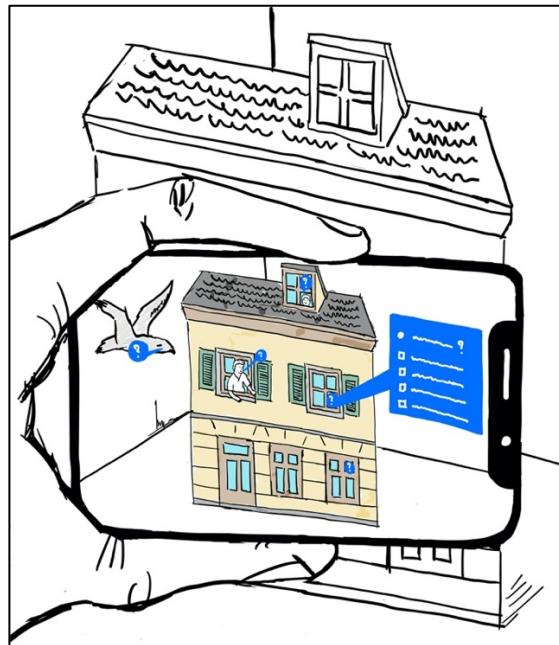


Abbildung 7: Skizze zur Benutzerinteraktion.

Die erarbeiteten Ideen wurden in einem weiteren Prozess analysiert, gruppiert und weiter ausformuliert, sodass daraus resultierend dem Kunden ein erster Konzeptvorschlag präsentiert werden konnte.

3.3.2 Storytelling

Die bestehende Genussweltausstellung bietet bereits heute viele Elemente, welche die Inhalte in Form einer Geschichte vermitteln. So werden die Besucher beispielweise von dem Bäckersjungen Alex durch die Genusswelt geführt und lernen innerhalb der Ausstellung noch weitere Charaktere kennen. Auch die Szenerie, die verschiedene Orte der Basler Innenstadt zeigt, schmückt die bereits bestehende Story weiter aus.

Ziel des Konzepts für den AR-Prototypen war es, die bestehende Story aufzunehmen und mittels digitalen Inhalten zu erweitern. Dies bietet den Vorteil, dass sich der Prototyp ohne umfangreiche bauliche Massnahmen in die jetzige Genusswelt integrieren und überdies auch mit weiteren spielerischen Inhalten erweitern lässt.

Die Story für den AR-Prototypen baut sich wiederum rund um den Charakter Alex auf. Dieser möchte die bekannten Basler Läckerli backen, findet jedoch einige Zutaten dazu nicht. Das Kind tritt sozusagen als Spielkameradin oder Spielkamerad in den erweiterten AR-Rundgang und hilft Alex mit dem Lösen der einzelnen Spiele, die fehlenden Zutaten zu ergattern. Alex hilft dem Kind an verschiedenen Stellen der Story. So begrüßt er zu Beginn des Abenteuers das Kind und führt dieses durch ein Tutorial bzw. eine kurze Einführung.

Mit jedem absolvierten Spiel erhält das Kind eine Zutat, die es einen Schritt näher zum Ziel führt. Sind alle Zutaten gefunden, hat das Kind die Aufgabe erfüllt und Alex kann seine Läckerli backen. Um die Geschichte mit der Wirklichkeit zu verknüpfen und dem Kind ein Erfolgserlebnis zu bieten, beinhaltet das Konzept auch die Idee, dem Kind die Läckerli zum Schluss in Form eines Abschiedsgeschenk zu übereichen.

3.3.3 User Journey

1. Der Besucher/die Besucherin wird am Eingang der Ausstellung oder schon vorab an der Kasse oder im Internet darüber informiert, dass er/sie mit einem Smartphone verschiedene Rätsel lösen kann.
2. Die Person nimmt entweder ein zur Verfügung gestelltes Smartphone bzw. Tablet oder nutzt sein/ihr eigenes Gerät und installiert die App.
3. Wenn der User die App startet, gibt Alex der Bäckersjunge eine kurze Einführung in die App: Der User muss die verschollenen Zutaten finden, damit Alex seine Läckerli wieder backen kann.
4. Nach der Einführung stehen dem User die verschiedenen Spiele zur Verfügung. Als Einstiegspunkt, um ein neues Spiel zu starten, muss der User mit der geöffneten App eine der verschiedenen Markierungen scannen.
5. Nach erfolgreichem Abschluss jedes Spiels erhält der User eine Belohnung in Form einer virtuellen Zutat in der App. Anhand der gesammelten Zutaten sieht der User, wie weit er im Spiel fortgeschritten ist. Die Reihenfolge, wie er die Spiele absolvieren soll, ist dabei frei wählbar.
6. Wenn alle Zutaten erfolgreich eingesammelt wurden, bedankt sich Alex beim User und schenkt ihm frisch gebackene Läckerli.

3.3.4 Spielkonzepte

Anhand der Resultate des Kreativprozesses wurden die verschiedenen Spielkonzepte beschrieben und in Bezug auf die nötigen Features analysiert und in einem nächsten Schritt dem Kunden präsentiert. Die einzelnen Konzepte werden in den folgenden Unterkapiteln weiter beschrieben.

3.3.4.1 Finde Alex

Die Idee dieses Spiels wurde vom bekannten Bilderrätsel «Wo ist Walter» adaptiert, bei welchem es darum geht, Walter in verschiedenen Situation wie Menschenansammlungen zu finden. Walter trägt dabei immer einen rot-weiss-gestreiften Pullover sowie eine rot-weiße Kappe als Erkennungsmerkmal.

Die Aufgabe beim Spiel «Finde Alex» besteht darin, ihn mit Hilfe kleiner Rätsel bzw. Hinweisen auf einer digitalen zweidimensionalen Spielfläche zu finden. Da Alex verschwunden ist, tritt in diesem Spiel ein weiterer Charakter in Form von Emma, der Schwester von Alex, auf. Die folgende Tabelle (Tabelle 5) fasst die Inhalte dieses Spiels zusammen.

Finde Alex	
Beschreibung	Alex ist verschwunden. Hilf Emma, Alex wiederzufinden. Als Dank schenkt sie dir eine Zutat. Der User sieht Emma vor einem Haus. Sie erzählt ihm, dass er ihr helfen soll, Alex zu finden. Mithilfe von Interaktionen (z. B. Fenster/Türen öffnen) kann Alex gefunden werden. Das Spiel kann sich ebenfalls über verschiedene Szenarien bzw. Orte erstrecken: Emma gibt dem Kind einen Tipp, dass Alex auf den Marktplatz wollte, um Zutaten einzukaufen.
Benötigte Features	Image-Tracking, Tap Detection;
Fragestellungen	Es gilt zu klären, ob sich das Spiel nur über eine Szenerie (Marker) erstrecken soll, oder ob ggf. auch eine Story über mehrere Szenarien möglich ist. Wird diese komplexe Aufgabenstellung von der Zielgruppe verstanden?
Anreiz	Challenge: Versuche das Rätsel mit den Hinweisen zu lösen.

Tabelle 5: Spielidee «Finde Alex».

3.3.4.2 3D-Labyrinth

Im 3D-Labyrinth kann der Spieler seine Geschicklichkeit im Umgang mit einer Kugel unter Beweis stellen. Das Ziel ist dabei, dass die Kugel durch ein vertikales Labyrinth ins Ziel geführt wird. Dabei stösst man auf Hindernisse und Sackgassen, die ein Weiterkommen verunmöglichen. Das Spiel soll mehrere Durchgänge beinhalten, in denen sollen so viele Kugeln wie möglich in das Ziel geleitet werden sollen. Die folgende Tabelle (Tabelle 6) fasst die Inhalte dieses Spiels zusammen.

3D-Labyrinth	
Beschreibung	Der User kann eine Kugel (z. B. eine Nuss) mithilfe von einer simplen Steuerung auf dem Smartphone durch Hindernisse in einem Rahmen führen. Durch das Steuern nach links und rechts, fällt die Kugel immer wieder eine Ebene hinunter bis sie entweder in einer Sackgasse oder im Ziel landet. Die Kugel in Form einer Zutat fällt dann aus dem Rahmen hinaus und kann eingesammelt werden.
Benötigte Features	Image-Tracking; Plane Detection; Anchors;
Fragestellungen	Wie soll der Highscore entstehen? (Zeit; Anzahl Versuche; Anzahl Scores in mehreren Versuchen)
Anreiz	<ul style="list-style-type: none"> Challenge: Versuche das Ziel zu erreichen. Competition: Man kann sich mit anderen Kindern messen (z. B. Anzahl Nüsse, High Score).

Tabelle 6: Spielidee «3D-Labyrinth».

3.3.4.3 Rätselwand

Die Spielidee «Rätselwand» soll die geschichtlichen Hintergründe und andere interessante Fakten über das Läckerli Huus in Form eines Rätsels übermitteln. Dem Kind soll eine zweidimensionale Spielfläche an der Wand angezeigt werden, auf welcher ihm zahlreiche Fragen gestellt werden. Hinweise für die Antworten findet das Kind in Videos und anderen digitalen Elementen, welche auf der Spielfläche eingeblendet werden. Die folgende Tabelle (Tabelle 7) fasst die Inhalte dieses Spiels zusammen.

Rätselwand	
Beschreibung	Der User kann eine virtuelle Rätselwand betrachten und darauf Fragen beantworten. Der User findet Hinweise in den Videos, die er auf der Rätselwand abspielen kann.
Benötigte Features	Image-Tracking; Tap Detection; Pass-Trough-Video;
Fragestellungen	Sollen die Videos im Vollbild abgespielt werden oder ist es spannender, die Videos in der Szenerie abspielen zu lassen?
Anreiz	<ul style="list-style-type: none"> Challenge: Versuche die Rätsel zu lösen. Competition: Beantworte so viele Fragen wie möglich richtig.

Tabelle 7: Spielidee «Rätselwand».

3.3.4.4 Läckerlitzum

Um innerhalb der spielerischen Inhalte eine Verbindung zum Läckerli Huus und seinen Produkten zu schaffen, soll auch darin ein Wiedererkennungswert geschaffen werden. In diesem Spielkonzept wird hierfür das Basler Läckerli eingesetzt. Das Kind kann sich dabei eine geeignete Spielfläche suchen und mittels Berührung des Screens (Tap) ein Läckerli fallen lassen. Das Ziel ist es nun, so viele Läckerlis wie möglich aufeinanderzustapeln, so dass ein «Läckerlitzum» entsteht. Bei dieser Spielidee wird Geschicklichkeit gefordert. Durch das mehrmalige Versuchen kann sich das Kind dabei selbst fordern (**Challenge**) und sich auch

mit anderen Kindern messen (**Competition**). Die folgende Tabelle (Tabelle 8) fasst die Inhalte dieses Spiels zusammen.

Läckerliturm	
Beschreibung	<p>Der User erhält die Aufgabe, einen Turm mit Elementen zu bauen (z. B. Kisten, Läckerli). Der Turm soll so hoch wie möglich werden. Die Schwierigkeit liegt darin, dass die Elemente hin- und herschweben und sie an der richtigen Stelle fallen gelassen werden müssen.</p>
Benötigte Features	Image-Tracking; Tap Detection; Raycasting;
Fragestellungen	<ul style="list-style-type: none"> • Welcher Schwierigkeitsgrad ist angemessen? • Ist das Spiel bedienbar für Kinder, die das Smartphone meist in beiden Händen halten?
Anreiz	<ul style="list-style-type: none"> • Challenge: Baue den Turm so hoch wie möglich. • Competition: Baue den höchsten Turm von allen (Miss dich mit Kollegen bzw. der Familie).

Tabelle 8: Spielidee «Läckerliturm».

3.3.4.5 Kombiniere richtig

Augmented Reality erweitert bzw. vermischt die Realität mit digitalen Elementen. Um diese Verbindung zwischen Realität und nichtrealen Elementen hervorzuheben, fokussiert sich dieses Spielkonzept auf physische Elemente, die bei korrekter Anordnung eine Aktion in der erweiterten Realität auslösen. Um den Teamgeist unter Kameradinnen und Kameraden oder auch in der Familie zu stärken, kann dieses Spiel als Gruppenspiel durchgeführt werden. Ziel des Spiels ist es, beispielsweise ein Puzzle zu lösen, so dass zum Schluss bei korrekter Anordnung die Zutat als dreidimensionales Objekt erscheint. Ein Kind kann dabei auf dem Screen verfolgen, ob die Elemente richtig angeordnet sind und dem anderen hilfreiche Tipps geben. Das andere Kind übt den praktischen Teil aus und ordnet die Elemente nach eigenem Ermessen oder mit Hilfe der Tipps der Spielkameradin bzw. des Spielkameraden. Die folgende Tabelle (Tabelle 9) fasst die Inhalte dieses Spiels zusammen.

Teamspiel: Kombiniere richtig	
Beschreibung	An einem Posten befinden verschiedene gekennzeichnete Objekte am Boden. Der User sieht nun mit AR auf seinem Smartphone, was mit diesen Objekten gemacht werden muss (verschieben/drehen). Wenn die Objekte richtig angeordnet sind, erscheint ein Bild einer Zutat, die eingesammelt werden kann.
Benötigte Features	Object-Tracking/Image-Tracking; Raycasting;
Fragestellungen	Es ist zu klären, wie komplex das Rätsel aufgebaut werden kann, damit die Komplexität für Kinder nicht zu hoch ist.
Anreiz	<ul style="list-style-type: none"> • Challenge: Versuche das Rätsel zu lösen. • Competition: So schnell wie möglich. • Teamarbeit: Zusammen ein Rätsel lösen, etwas erklären, etwas verstehen und ausführen. • Anderen helfen: Das Kind kann die Rolle des «Lehrers» übernehmen und anderen (z. B Mutter, Vater) Hinweise geben.

Tabelle 9: Spielidee «Kombiniere richtig».

3.3.4.6 Balanciere Objekt

Beim diesem Spiel hält das Kind eine Karte oder ein anderes physisches Objekt in der Hand auf dem ein Marker abgebildet ist. Sobald die App den Marker erkennt, wird eine Kugel auf

den Marker platziert, die auf alle Seiten wegrollen kann. Die Aufgabe ist nun, dass die Kugel nicht vom Objekt herunterfällt, das vom Kind in den Händen gehalten wird. Die Rollrichtung der Kugel kann mittels Neigen des Marker-Objekts beeinflusst werden. Die folgende Tabelle (Tabelle 10) fasst die Inhalte dieses Spiels zusammen.

Teamspiel: Balanciere Objekt	
Beschreibung	Das Spiel muss im Team gelöst werden. Das eine Teammitglied erhält ein physisches Objekt (Karte). Auf diesem Objekt wird mittels AR eine Kugel eingeblendet. Durch neigen der Karte bewegt sich die Kugel. Das Teammitglied muss eine Aufgabe lösen, ohne dass dabei die Kugel von der Karte fällt. Das andere Teammitglied kann kontrollieren und mittels Tipps helfen, sodass die Kugel nicht herunterfällt.
Benötigte Features	Object-Tracking/Image-Tracking; Raycasting;
Fragestellungen	<ul style="list-style-type: none"> • Welches Schwierigkeitslevel ist angemessen? • Führt die komplexe Steuerung (im Team) zu Frustrationen? • Gibt es Möglichkeiten, das Spiel als einzelner Spieler durchzuführen?
Anreiz	<ul style="list-style-type: none"> • Challenge: Balanciere das Objekt und löse die Aufgabe. • Teamarbeit: Zusammen ein Rätsel lösen, etwas erklären, etwas verstehen und ausführen. • Anderen helfen: Das Kind kann die Rolle des «Lehrers» übernehmen und anderen (z. B Mutter, Vater) hinweise geben.

Tabelle 10: Spielidee «Balanciere Objekt».

3.3.4.7 Erinnerungsfoto mit Alex

Um den visuellen Faktor zu unterstützen und die Verbindung zwischen Realität und erweiterter Realität zu stärken, soll das Kind die Möglichkeit haben, ein Erinnerungsfoto mit Alex zu schießen. Dabei soll Alex in Farbe in der Genusswelt platziert bzw. mittels Marker eingeblendet werden können. Das Kind kann nun zum Beispiel mit der Unterstützung der Eltern zusammen mit Alex abgelichtet werden. Die folgende Tabelle (Tabelle 11) fasst die Inhalte dieses Spiels zusammen.

Erinnerungsfoto mit Alex	
Beschreibung	Als Abschluss kann mit Alex (und Emma) ein Abschiedsfoto geschossen werden. Die Figuren werden virtuell im Raum angezeigt und das Kind kann sich zu ihnen gesellen während jemand anderes mit dem Smartphone ein Foto macht.
Benötigte Features	Image-Tracking; Plane Detection; Anchors;
Fragestellungen	Wie schwierig gestaltet sich das native Erstellen und Abspeichern von Fotos? Wie soll Alex/Emma dargestellt werden (2D/3D)?
Anreiz	Gamification: «Siegerfoto».

Tabelle 11: Spielidee «Erinnerungsfoto mit Alex».

3.3.5 Gamification

Die Besucher der Ausstellung, insbesondere die Kinder, welche das AR-Genusswelt-Abenteuer bestreiten, sollen durch das Spiel keine Frustrationen erleben, vielmehr soll das Erfolgserlebnis unterstützt werden. Als wichtiger Bestandteil in Bezug auf die Gamification ist sicherlich die bereits beschriebene Story zu erwähnen. Mit dem Motto «Hilf Alex, die fehlende Zutaten zu finden» wird das Kind bereits auf spielerische Art und Weise dazu aufge-

fordert, das Abenteuer zu starten. Zusätzlich zur Story und den Spielen sollen weitere Elemente integriert werden, die den Faktor der Gamification erhöhen sollen. In den folgenden Unterkapiteln werden die einzelnen Konzepte beschrieben.

3.3.5.1 Punktesystem

Um den spielerischen Ehrgeiz zu wecken und ein Bewertungssystem einzuführen, soll für jedes Spiel ein Punktesystem eingeführt werden. Beispielsweise sollen beim Spiel «Läckerlitzurm» die Anzahl an aufeinandergestapelten Läckerlis angezeigt werden, so dass sich ein Kind in einem nächsten Versuch allenfalls verbessern kann. Ziel ist es, dass das Punktesystem zum Weiterspielen motiviert und das Kind nicht abgeschreckt wird. Dies kann erreicht werden indem die Skala anhand der Fähigkeiten und des Entwicklungsstandes der Kinder angepasst wird.

3.3.5.2 Sterne einsammeln

Die Spiele bieten die Möglichkeit, Sterne zu ergattern. Je nach Punktestand, der in einem Spiel erreicht wurde, erhält der Spieler zwischen einem und drei Sterne. Die Sterne bieten den Vorteil eines zusätzlichen Bewertungssystems. So kann ein Spiel relativ einfach erfüllt werden, ohne dass durch das Nichtbestehen das Frustrationslevel erhöht wird. Ein höherer Punktestand wird somit mit zusätzlichen Sternen belohnt. Weiter gibt es auch ausserhalb der eigentlichen Spiele versteckte Sterne. Geht ein Kind also aufmerksam durch die Genusswelt, werden diese versteckten Sterne mit Hilfe von Bildmarkern eingeblendet.

3.3.5.3 Süsses Belohnung

Bereits heute sind die zahlreich vorhandenen Genussproben ein freudiges und geschmackvolles Erlebnis für die Besucher. Wie bereits im Punkt 3.3.2 «Storytelling» erläutert, soll das Kind als Abschluss ein süßes Präsent in Form von Läckerlis mit nach Hause nehmen können. Nebst dem positiven Erlebnis soll dieses Präsent den Ehrgeiz und die Motivation des Kindes wecken.

3.3.5.4 Siegerfoto

Bei Kindern in der fokussierten Zielgruppe spielen visuelle Effekte eine wichtige Rolle. Um das Erfolgserlebnis des Kindes zu erhöhen und eine bleibende Erinnerung zu schaffen, soll die Möglichkeit geschaffen werden, dass sich das Kind nach dem erfolgreichen Abschluss des Spiels zusammen mit Alex oder einem anderen virtuell platzierten Element fotografieren lassen kann.

3.3.6 Priorisierung und Schätzung des Implementierungsaufwands

Im Zuge der zweiten Konzeptpräsentation bezüglich der spielerischen Inhalte wurde eine erste Aufwandschätzung in Bezug auf die Implementierung der einzelnen Spielideen durchgeführt. Da eine präzise Bestimmung des Aufwands in diesem Stadium des Konzepts noch nicht möglich war, wurde eine Schätzung mit Hilfe von bekannten agilen Methoden durchgeführt.

Mit Hilfe der sogenannten T-Shirt-Methode wurden die einzelnen Spiele im gleichen Prinzip wie bei Kleidergrößen den Werten S, M, L und XL zugeordnet. S steht dabei für den kleinsten Wert 1 und XL für den grössten Wert 4. Die Zuordnung erfolgte einerseits nach subjektiven Einschätzungen anhand der Technologie-Recherche und des Know-hows aus den Tutorials und andererseits anhand der benötigten AR-Funktionalitäten [27].

Die Tabellen 12 und 13 zeigen die Messskala und die dazugehörigen Storypoints mit dem entsprechenden Zeitaufwand sowie die Einordnung der einzelnen Spielideen.

Grösse	Storypoints	Zeitaufwand
S	1	12
M	2	24
L	3	36
XL	4	48

Tabelle 12: Messskala «T-Shirt-Methode» und dazugehörige Storypoints.

Spielkonzept	Messskala	Storypoints
Finde Alex	M	2
3D-Labyrinth	XL	4
Rätselwand	M	2
Baue einen Turm	L	3
Kombiniere richtig	L	3
Balanciere Objekt	XL	4
Erinnerungsfoto mit Alex	M	2

Tabelle 13: Geschätzter Implementierungsaufwand anhand der T-Shirt-Methode.

3.4 Testing Spielkonzepte

3.4.1 Grundsätzliches

In der Planung dieses Projekts wurde vorgesehen, dass verschiedene Lo-Fi-Prototypen der spielerischen Inhalte mit Schulkindern getestet werden. Aufgrund des durch die Covid-19-Pandemie verursachten Lockdowns war dies in der Zeitspanne von März bis Mitte Mai nicht möglich. Auch nach den Schulöffnungen waren die Regelungen sehr strikt, was ein Testing innerhalb von Schulen verunmöglicht hat. Aufgrund dieser Tatsachen wurde anstelle von einem ausgiebigen Testverfahren eine vertiefte Literaturstudie durchgeführt, welche zur Ergründung der definierten Fragestellung und zur Grundlage für das Erarbeiten des Konzepts bezüglich den spielerischen Inhalten geführt hat.

Da das Testing zudem zu einem späteren Zeitpunkt als geplant stattgefunden hat, wurde entschieden, mit den Erkenntnissen aus der Literaturstudie sowie der Priorisierung des Kunden eine Vorselektion der Spielkonzepte zu treffen und damit weniger, dafür ausgereiftere Prototypen zu testen. Massgebend für diese Selektion waren Faktoren wie die Komplexität der Interaktion sowie Faktoren, welche zur Motivation eines Kindes beitragen. So wurde das Spiel «Balanciere Objekt» nicht berücksichtigt, da diesbezüglich eine einhändige Bedienung des Smartphones nötig gewesen wäre und dies die jüngeren Kinder aus der Zielgruppe vor grossen Schwierigkeiten gestellt hätte. In den folgenden Unterkapiteln wird das grundsätzliche Vorgehen in Bezug auf das Testing beschrieben. Das detaillierte Testdossier befindet sich im Anhang unter Punkt 9.2.

3.4.2 Ziele des Testings

Das Ziel dieses ersten Testdurchgangs war es, Feedback und Inputs zu den definierten Spielkonzepten zu erhalten und somit auch Erkenntnisse aus der Literaturstudie zu validieren. Die im Nachgang zur Konzeptpräsentation durchgeführte Priorisierung der Spielideen diente als Grundlage für die Selektion der Testobjekte.

3.4.3 Testobjekte

Die verschiedenen Spielkonzepte wurden mittels verschiedenen Prototypen getestet. Unter Berücksichtigung des Implementierungsaufwandes bzw. der Komplexität und der Möglichkeiten mittels Prototyping-Tools wurden angepasste Testobjekte gewählt.

3.4.3.1 Foto mit Alex

Beim Konzept «Foto mit Alex» geht es vor allem darum, herauszufinden, ob die Testpersonen grundsätzlich an einem Foto interessiert sind, auf welchem sie mit den AR-Inhalten abgebildet sind. Um zu testen, wie die Kinder darauf reagieren, wurden sie während der Einführung, bei welcher ein Tier mittels Augmented Reality gezeigt wurde, danach gefragt, ob sie zusammen mit dem Tier fotografiert werden möchten. So sollte ein subjektiver Eindruck gewonnen werden, wie Kinder grundsätzlich auf Fotos mit AR-Inhalten reagieren.

3.4.3.2 Kombiniere richtig

Um das Spielkonzept «Kombiniere richtig» zu testen, wurden farbige Schaumstoffwürfel verwendet, mit welchen man unterschiedlich komplexe Aufgabenstellungen definieren kann. Die Kinder mussten in diesem Fall zwei sich im Schwierigkeitsgrad unterscheidende Aufgaben lösen. In der ersten einfacheren Aufgabe mussten die Würfel anhand ihrer Farbe angeordnet werden. In der zweiten Aufgabe mussten dann zusätzlich die Augenzahlen der Würfel berücksichtigt werden. Die Aufgaben sollten von jeweils zwei Kindern gelöst werden, wobei ein Teammitglied ein Abbild der Lösung erhielt und dem anderen Kind unter Berücksichtigung von gewissen Regeln Tipps geben konnte.

3.4.3.3 Finde Alex

Die Spielidee «Finde Alex» wurde mit Hilfe des Prototyping-Tools Warframe in Form eines Lo-Fi-Prototypen getestet. Hierfür wurde die AR-Szenerie mit einfachen Mitteln erstellt und mit kleinen interaktiven Elementen versehen, mit welchen die Testpersonen die gestellte Aufgabe lösen sollten.

3.4.3.4 Läckerlitzurm

Die Herausforderung dieses Spiels war, einen Prototypen zu erstellen, mit welchem das Konzept validiert werden kann. Ein analoges Testsetting wurde nach ersten Überlegungen ausgeschlossen, da die Interaktion mit dem Smartphone und das Platzieren von digitalen Elementen über einen Bildschirm sich grundlegend von der realen Aufgabe, Elemente aufeinanderzustapeln unterscheidet. Sicherlich wären grundlegende Faktoren wie Spass und die Herausforderung auch mit einem analogen Setting subjektiv feststellbar gewesen. Das Ziel war es aber auch, die Reaktion und vor allem die räumliche Wahrnehmung des Kindes auf Elemente in der erweiterten Realität zu beobachten. Dies auch mit dem Hintergrund, dass diese Erkenntnisse ebenfalls auf die Spielidee «Kombiniere richtig» übertragen werden können.

3.4.4 Testmetriken

In der Fragestellung für dieses Projekt wurde unter anderem die Frage definiert, wie spielerische Elemente das Interesse des Kindes wecken und Inhalte spannend vermittelt werden können. Interesse und Emotionen wie Spass, aber auch Frust, lassen sich in der Regel nicht objektiv messen. Vielmehr sind es subjektive Wahrnehmungen, die jedoch für das Projekt von Bedeutung sind und daher im Testing betrachtet werden sollten. Um mit dem Testing eine Aussage auf die erwähnte Fragestellung erhalten zu können, wurden die in der Tabelle 14 aufgeführten Testmetriken festgelegt.

Metrik	Beschreibung	Indikatoren	Typ
Benötigte Zeit für das Lösen einer Aufgabe	Die benötigte Zeit für das Lösen einer Aufgabe ist ein wichtiger Indikator für die Komplexität einer Aufgabe.	Komplexität	Performance
Anzahl erfolgreich gelöster Aufgaben	Die Anzahl an erfolgreich gelöster Aufgaben gibt einen Eindruck über die Komplexität eines Spiels bzw. einer Aufgabe	Komplexität	Performance
Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe	Ein Abbruch der Aufgabe kann durch einen zu hohen Schwierigkeitsgrad oder durch Spiele mit einem niedrigen Spassfaktor verursacht werden	Komplexität, Frust, Lange-weile	Performance
Anzahl der Hilfestellungen	Die Anzahl Hilfestellungen für eine Aufgabe ist ein wichtiger Indikator für die Komplexität einer Aufgabe. Zu viele Hilfestellungen deuten auf eine zu hohe Komplexität.	Komplexität	Performance
Anzahl positiver Emotionen/Reaktionen	Positive Reaktionen deuten darauf hin, dass ein Kind Spass empfindet.	Spass	Subjektiv
Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte	Eine Aufgabe, die mehrmals durchgespielt wird, deutet darauf hin, dass das Kind Spass an dieser Aufgabe hat oder dass der Ehrgeiz geweckt wird.	Spass, Ehrgeiz	Subjektiv
Anzahl negativer Emotionen/Reaktionen	Die Anzahl negativer Reaktionen deutet auf einen niedrigen Spassfaktor hin. Zusammen mit anderen Faktoren wie Anzahl der Hilfestellung deutet es zudem auf eine zu hohe Komplexität hin.	Frust, Lange-weile	Subjektiv

Tabelle 14: Testmetriken mit dazugehörigen Indikatoren.

3.4.5 Rekrutierung der Probanden

Aufgrund der bereits beschriebenen Problematik in Bezug auf die Covid-19-Pandemie sowie die Erkenntnisse aus der Literaturstudie wurde die vorab definierte Zielgruppe durch die begrenzten Testmöglichkeiten nochmals weiter eingeschränkt. Dies bedeutet, dass Kinder im Bereich zwischen acht und zwölf Jahren für das Testing ausgewählt wurden. Die Eingrenzung wurde durchgeführt, da sich die verschiedenen Entwicklungsstufen im Alter von acht bis 14 Jahren derart unterscheiden, dass eine weitere Einschränkung zu genaueren Erkenntnissen der jüngeren Zielgruppe führen soll. So sind die Entwicklungsschritte in Bezug auf die Interaktionen mit einer AR-App in diesem Altersbereich besonders gross.

Das Alter war der ausschlaggebendste Punkt in Bezug auf die Selektion der Testpersonen. Zusätzlich wurde darauf geachtet, dass die Testpersonen keine offensichtlichen geistigen Entwicklungsstörungen oder ein körperliches Handicap aufwiesen, welche das Testing beeinflussen hätten können. Natürlich ist es nicht die Idee, diese Kinder von der Nutzung der

App auszuschliessen. Bei der geringen Anzahl an durchgeföhrten Tests, wäre dadurch jedoch die Aussagekraft des Testings verfälscht worden. Die nachfolgende Tabelle (Tabelle 15) zeigt eine Übersicht über die Testpersonen.

Geschlecht	Alter	Bemerkung
Mädchen	acht Jahre	
Mädchen	acht Jahre	
Mädchen	sieben Jahre	Ausserhalb der Zielgruppe. Als Randgruppe jedoch trotzdem interessant.
Knabe	acht Jahre	
Knabe	zehn Jahre	

Tabelle 15: Auflistung der selektierten Testpersonen.

3.4.6 Test-Setup

Die Testperson erhielt eine kurze Einföhrung über das Läckerli Huus und die Genussweltausstellung. Danach fand eine Erklärung bezüglich der Ziele der neuen App statt. Da die meisten Kinder sich unter dem Begriff Augmented Reality nichts vorstellen können, erhielt das Kind eine kurze visuelle Einföhrung, indem es direkt erlebt hat, wie diese Technologie funktioniert. Dies wurde mit Hilfe von Google und der Funktion «in 3D ansehen» erledigt, indem dem Kind ein Tier in 3D präsentiert wurde, welches es selbständig oder ggf. mit Hilfe in der Umgebung platzieren konnte. Nach dieser Einföhrung fand einerseits das Testing des User Interfaces und danach das Testing der Spielkonzepte statt. Die Trennung der beiden Testings war dadurch begründet, dass einige Spielkonzepte analog oder mittels spezieller Prototyping-Tools durchgeföhr wurden. Um grosse Unterbrüche zu vermeiden, wurde daher ein getrenntes Testing geplant. Im Folgenden wird auf die Ergebnisse des Testings der Spielkonzepte eingegangen. Die Ergebnisse bezüglich User Interface sind im Kapitel 3.6 beschrieben.

3.4.7 Ergebnisse

3.4.7.1 Foto mit Alex

Während der Einföhrung, bei welcher die Kinder AR-Beispielinhalte gezeigt bekommen hatten, wurden sie gefragt, ob das Kind ein Foto von ihm und dem Tier haben möchte. Die Antworten waren diesbezüglich sehr verschieden. Zwei Personen beantworteten die Frage mit Ja. Die anderen beiden Testpersonen reagierten unschlüssig. Grundsätzlich lässt sich hier durch die geringe Zahl an Testpersonen kein abschliessendes Urteil bilden.

3.4.7.2 Finde Alex

Beim Spielkonzept «Finde Alex» besteht das Ziel darin, Alex in einer Szenerie zu finden, die der realen Genusswelt nachgeahmt ist. Nach dem Platzieren der Szenerie haben alle Testpersonen kurz innegehalten und das Bild auf sich wirken lassen. Drei von vier Testpersonen waren zu Beginn sehr zurückhaltend und haben die Szenerie etwas ratlos angesehen. Erst nach einer kurzen Hilfestellung fingen sie an, die Texte zu lesen und mit dem Finger auf die Szenerie zu tippen. Eine Testperson war neugierig und hat das Smartphone hin und her bewegt, um alles zu begutachten und die Texte zu lesen. Auch sie war jedoch nicht in der Lage, das Rätsel ohne Hilfestellung bezüglich Steuerung (Tippen auf den Screen) zu lösen. Nach der Hilfestellung waren alle Testpersonen in der Lage, Alex innerhalb einer Minute zu finden.

Die Kinder gaben an, dass sie die Szenerie spannend fanden oder sogar davon beeindruckt waren. Eine Testperson wünschte sich, dass die farbige Häuserwand noch grösser wäre,

um noch mehr darauf entdecken zu können. Das Spiel wurde in Bezug auf die Dauer von allen Testpersonen als «zu kurz» eingestuft.

3.4.7.3 *Läckerliturm*

Das Spielkonzept des Läckerliturms wurde direkt mit einem Unity-Prototypen getestet und war daher bereits mit der Technologie des finalen Prototypen entwickelt worden. Die Kinder wurden aufgefordert, die Spielfläche in der Umgebung zu platzieren und das Spiel zu starten. Nachdem die Spielfläche mittels Plane Detection platziert wurde, musste die richtige Position mit einem Button bestätigt werden. Alle Testpersonen hatten Mühe, das Smartphone so zu bewegen, dass die Spielfläche erkannt wurde. Drei von vier Testpersonen konnten dies nicht ohne Hilfestellungen durchführen. Die zehnjährige Testperson konnte die Spielfläche nach zwei Versuchen platzieren. Ausnahmslos alle Testpersonen haben das Prinzip nicht verstanden, dass sie die Position der Spielfläche nach dem Platzieren mittels einem Button bestätigen mussten. Hier musste bei allen vier Testpersonen eine Hilfestellung geleistet werden.

Das grundsätzliche Spielprinzip, einem Turm zu bauen, wurde von allen auf Anhieb verstanden. Hier scheint es, dass Aufgaben, die reale physikalische Gegebenheiten nachahmen, relativ verständlich sind. Allerdings war auch hier wiederum bei den beiden achtjährigen Testpersonen eine Hilfestellung bezüglich Bedienung notwendig, da sie nicht erkannt haben, dass sie die Läckerli mittels Tippen auf den Bildschirm fallen lassen konnten.

In Bezug auf die Reaktionen der Testpersonen konnte man feststellen, dass alle fasziniert von den platzierten Augmented-Reality-Inhalten waren. Dies konnte man dadurch feststellen, dass die Szenerie mit dem Turm von allen Seiten begutachtet wurde und die Kinder einen freudigen Gesichtsausdruck aufwiesen. Zwei Testpersonen haben das Zusammenstürzen der Läckerli sogar mit einem leichten Lachen quittiert. Darauf angesprochen gaben sie an, dass sie die virtuellen Objekte spannend finden und es als lustig erachten, dass sie den Turm durch ihre Interaktion beeinflussen können.

3.4.7.4 *Kombiniere richtig*

Wie im Punkt 3.4.3 «Test-Objekte» beschrieben wurde dieses Spielkonzept mit einem analogen Spieldurchlauf getestet. Die farbigen Würfel mussten mittels zweier Vorlagen richtig angeordnet werden. Nach der Einführung waren keine weiteren Hilfestellungen mehr notwendig. Alle Kinder hatten auf Anhieb das Prinzip der Aufgabe verstanden.

Interessant war zu beobachten, dass das Spiel zu Beginn sichtlich weniger Begeisterung hervorgerufen hat. Darauf angesprochen, antworteten drei Testpersonen, dass sie die Spiele, in welchen Augmented-Reality-Inhalte vorkommen, spannender finden. Sobald jedoch das Spiel gestartet wurde und sie ihren Teamkameraden Tipps geben mussten, waren sie sichtlich motivierter. Die Rolle des Tippgebers, der über die Lösung verfügte, war dabei die beliebtere Rolle.

Alle Testpersonen haben die erste Aufgabe bezüglich Anordnung der richtigen Farbe korrekt und unter Einhaltung der Spielregeln gelöst. Die zehnjährige Testperson war dabei deutlich schneller und hat sehr konkrete Tipps zur Lösung der Aufgabe gegeben. Bei der zweiten Aufgabe traten bei allen Testpersonen Schwierigkeiten auf. Die Farben hatten alle Teilnehmer korrekt angeordnet. Die Anordnung der Zahlen war hingegen bei allen Testpersonen nicht korrekt. Die Vorderseite war richtig angeordnet, jedoch wurden die Zahlen an den Seiten des Gebildes nicht berücksichtigt. Zwei Testpersonen stellten den Fehler fest, als sie

aufgefordert wurden, die Lösung nochmals anzuschauen. Bei zwei achtjährigen Testpersonen wurde der Fehler erst erkannt, als explizit auf die fehlerhafte Seite des Gebildes hingewiesen wurde.

3.4.7.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Bei der Anzahl an Testpersonen ist es wichtig, die Ergebnisse richtig einzuordnen. Das durch die Covid-19-Pandemie erschwerte Testverfahren und der dadurch reduzierte Umfang bilden keine Grundlage, um im Sinne von quantitativen Untersuchungen Erkenntnisse in Bezug auf das Verhalten der Kinder abzuleiten. Jedoch lassen sich die bereits beschriebenen subjektiven Wahrnehmungen als Grundlage für die Implementierung der Spielkonzepte heranziehen, um damit die Grundlage für das finale Testing zu legen. In Bezug auf Usability-Probleme zeigen Studien von Tom Landauer und Jakob Nielsen, dass mit steigender Zahl an Testpersonen die Zahl der zusätzlich gefundenen Probleme sinkt. Nach ihnen sind die grundlegenden Findings nach fünf Testpersonen bereits identifiziert [28].

Die Usability-Probleme in Bezug auf die Spielkonzepte sind vor allem im Zusammenhang mit der Nutzung von AR-Inhalten aufgetreten. So hatten zum Beispiel alle Testpersonen Schwierigkeiten, den Plane-Detection-Modus zu erkennen und die Spielfläche zu platzieren. Funktioniert die Interaktion über Touch-Gesten, die auf dem gesamten Bildschirm erkannt und somit nicht visuell mittels einem Button repräsentiert werden, traten bei allen Testpersonen Schwierigkeiten auf, die Art und Weise der Interaktion zu verstehen. Nach einer Hilfestellung war allerdings die Interaktion mit der App für alle Testpersonen problemlos möglich.

Bezüglich Verhalten der Testpersonen lässt sich festhalten, dass vor allem die achtjährigen Testpersonen sehr zurückhaltend waren, was sicherlich aber auch in der Natur der Sache liegt, wenn man mit fremden Personen eine neue App testet. Es wurde auch festgestellt, dass alle Kinder mit Neugierde und Faszination auf die gezeigten AR-Inhalte reagiert haben. Beim gezeigten AR-Beispiel während der Einführung haben die Kinder Interesse bekundigt, haben sich um das gezeigte Tier bewegt und gelächelt. Bei den achtjährigen Testpersonen war dabei eine starke Fokussierung auf das Objekt zu beobachten, so dass die Umwelt in diesem Zeitraum weniger stark wahrgenommen wurde.

3.5 Prototyping User Interface Design

Neben den spielerischen Inhalten und der Story wurde für den AR-Prototypen ebenfalls ein Konzept für ein User Interface erarbeitet. Die Benutzeroberfläche einer App soll dem Benutzer in der Regel die einfache Nutzung der verschiedenen Funktionen ermöglichen. Dies wird einerseits durch visuelle Effekte wie Farbe, Form und Grösse und andererseits durch die logische Anordnung und Abfolge von Elementen erreicht. Im Bereich von Augmented Reality beschränkt sich die Benutzeroberfläche allerdings nicht nur auf einen zweidimensionalen Bereich, sondern kann sich theoretisch über den ganzen erfassten dreidimensionalen Raum erstrecken. Im Falle des Prototypen für das Genusswelt-Abenteuer war es also wichtig, ein User Interface zu entwickeln, das den Anforderungen der Zielgruppe gerecht wird und eine verständliche Verbindung zu den Augmented-Reality-Inhalten schafft.

3.5.1 Vorgehen

Das finale Konzept wurde iterativ in einzelnen Etappen erarbeitet, die in die verschiedenen Phasen des Design-Thinking-Prozesses eingebunden waren. Das Ziel war es, die Erkenntnisse aus der Literaturstudie umzusetzen und diese mit Methoden wie Hallway-, Usability- sowie Remote-Testings zu validieren. So war es möglich, während dem gesamten Prozess

Inputs und Erkenntnisse in Form von Anpassungen einfließen zu lassen. Im Folgenden werden die einzelnen Phasen detailliert erläutert.

3.5.2 Sketches

Der erste Entwurf wurde in Form von einzelnen Sketches entwickelt, auf welchen verschiedene Ideen skizziert wurden. Diese Form von Entwürfen bietet den Vorteil, dass sehr viele unterschiedliche Ideen in kurzer Zeit skizziert und somit visualisiert werden können. Die Sketches wurden in Nachgang gruppiert und in Form von Hallway-Tests validiert. Das heisst, zufällig ausgewählte Personen wurden gebeten, einzelne Ideen zu beurteilen und ihre Meinung zu äussern. Anhand dieser Informationen wurden die Ideen selektiert und in Form eines Lo-Fi-Prototypen weiter ausgearbeitet. Die Abbildungen 8 und 9 zeigen erste Sketches.

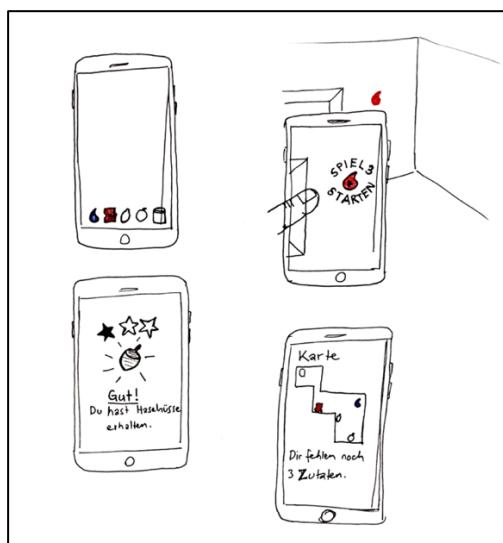


Abbildung 8: Erste Ideen in Form von Sketches.

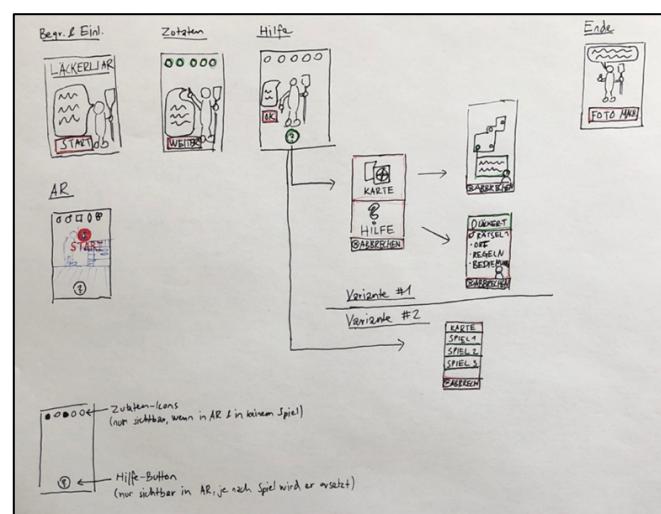


Abbildung 9: Erster Entwurf bezüglich Strukturierung der Inhalte.

3.5.3 Weiterentwicklung Lo-Fi-Prototyp

Die Weiterentwicklung des User Interfaces fand in Form eines Lo-Fi-Prototypen im Design-tool Figma statt. Figma ist eine Browserlösung, um User Interfaces zu gestalten und klickbare Prototypen zu erstellen. Im Fokus des Lo-Fi-Prototypen stand nicht primär das Design, sondern vielmehr die Informationsarchitektur sowie die Anordnung der einzelnen UI-Elemente wie Buttons und Info-Labels.

Das zentrale Element des Lo-Fi-Prototypen war der Explore-Modus, welcher quasi immer aktiv ist, wenn sich der User durch die Ausstellung bewegt. Um diesen zentralen Screen wurde dann schrittweise das gesamte User Interface weiter ausgearbeitet. Die Abbildungen 10 und 11 zeigen den Explore-Screen im Entwurfsstadium.

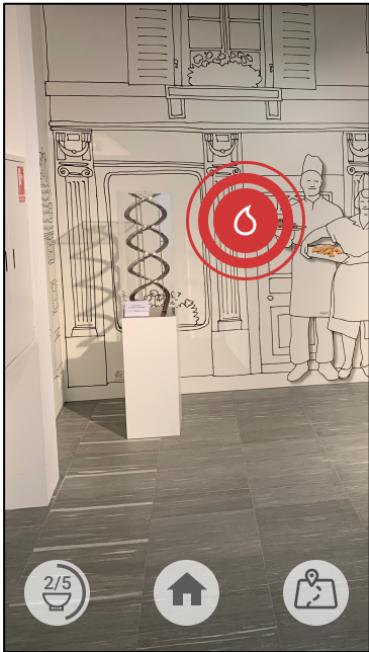


Abbildung 10: Lo-Fi-Entwurf des Explore-Screens mit geschlossener Zutatenleiste.

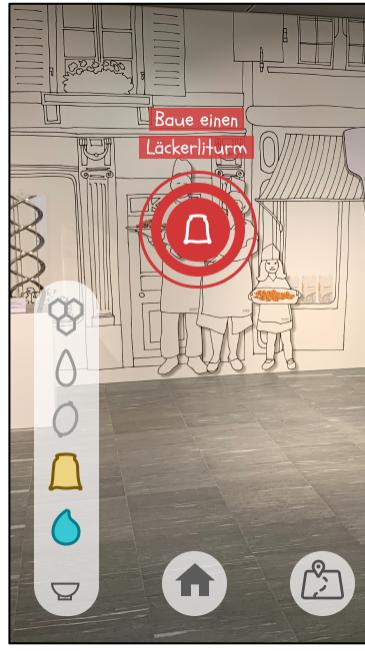


Abbildung 11: Lo-Fi-Entwurf des Explore-Screens mit geöffneter Zutatenleiste.

3.6 Testing User Interface

3.6.1 Grundsätzliches

Beim Testing des User Interfaces kamen verschiedene Testmethoden zum Einsatz, die anhand des Stadiums des Konzepts ausgewählt und angewendet wurden. Im Folgenden werden die einzelnen Methoden ausgeführt.

3.6.1.1 Guerilla Usability Testing

Wie der Name bereits beschreibt, ist die Methode des Guerilla-Testings vor allem für die Testperson eine sehr spontane Aktion. Das Prinzip besteht darin, dass kein grosser Testplan bzw. kein umfangreiches Test-Setup erstellt wird. Vielmehr geht es darum, ein grundsätzliches Feedback über ein Feature zu erhalten. Hierzu definiert man einige Testmetriken und testet das Testobjekt spontan mit passenden Testpersonen. Meist wird dies im öffentlichen Raum durchgeführt, um eine grosse Zahl an Testpersonen zur Verfügung zu haben [29].

Guerilla Usability Testing kam im Prozess in der Ideate- sowie in der Prototype-Phase zum Einsatz und diente dazu, erste Feedbacks zu den Sketches zu erhalten und den Lo-Fi- sowie den Hi-Fi-Prototypen zu testen.

3.6.1.2 AB-Testing

AB-Testing kommt meist zum Einsatz, wenn zwei Konzepte miteinander verglichen werden sollen. Es können hierbei komplett unterschiedliche Designs oder nur kleine Unterschiede getestet werden. Die beiden Versionen werden dann mit mindestens zehn Testpersonen getestet [30].

AB-Testing kam in der Prototype-Phase zum Einsatz, in welcher zwei verschiedene Konzepte in Bezug auf den Hi-Fi-Prototypen getestet wurden. Hierbei unterschieden sich die beiden Konzepte in der Länge des Tutorials sowie in der Gestaltung der Menü-Panels. Ein

weiterer Unterschied war die Gestaltung der Sprechblasen und die Platzierung von Alex innerhalb der App. Die beiden Konzepte wurden wiederum spontan ausgewählten Testpersonen gezeigt. Zusätzlich wurden in Figma verlinkte Prototypen für beide Konzepte erstellt und mittels Link an verschiedene Personen geschickt.

3.6.1.3 Usability Test mittels Beobachtung

Vor dem Testing der Spielkonzepte wurden mit den Testpersonen ebenfalls ein Usability Test in Bezug auf das User Interface durchgeführt. Die Testpersonen wurden eingeführt und erhielten verschiedene Aufgaben. So sollten sie zum Beispiel das Tutorial lösen, die Sprache wechseln und den Status des aktuellen Spiels abfragen.

3.6.2 Ziele des Testings

Mit den durchgeführten Usability Tests sollte sichergestellt werden, dass die Bedienung des User Interfaces durch die definierte Zielgruppe möglich ist, und dass die grundsätzliche Informationsarchitektur verstanden wird. Der Fokus sollte dabei darauf gelegt werden, dass für die User die Story möglichst verständlich repräsentiert und die Usability-Probleme in Bezug auf AR-Inhalte möglichst minimiert werden.

3.6.3 Testmetriken

3.6.3.1 Guerilla Usability Testing

Bei den Guerilla-Tests stand zu Beginn der Sketching-Phase das Feedback der Befragten im Vordergrund. Das bedeutet, die Testpersonen erhielten eine kurze Einführung über das Ziel der Befragung. Es wurde das Läckerli Huus und die Genusswelt erwähnt und die Aufgabenstellung erklärt. Danach wurden einzelne Sketches gezeigt und folgende Fragen gestellt:

- Was siehst du auf folgendem Screen?
- Welche Funktion könntest du dir hinter diesem Button vorstellen?
- Welche Information versucht dir die folgende Illustration zu vermitteln?
- Wenn die folgende Illustration ein Punktesystem darstellt, wie hoch ist dann der Punkttestand?

Für die Guerilla-Tests in Bezug auf den ausgearbeiteten Hi-Fi-Prototypen kamen die identischen Aufgabenstellungen und Testmetriken zum Einsatz wie bei der Beobachtung, welche unter dem Punkt 3.6.3.3 beschrieben sind.

3.6.3.2 AB-Testing

Beim AB-Testing standen vor allem die Länge des Tutorials und die Platzierung von Alex dem Spielbegleiter im Vordergrund. Beim Tutorial wurden die Testpersonen durch das Tutorial geführt und danach nach den folgenden Punkten gefragt:

- Wie verständlich ist die Einführung von Alex?
- Wie empfindest du die Länge der Einführung?
- Welches der beiden Konzepte findest du verständlicher und wieso?

Bei den weiteren Punkten wurde den Testpersonen beide Varianten gezeigt und folgenden Fragestellungen formuliert:

- Welche Variante gefällt dir besser?
- Welche Variante findest du verständlicher?
- Gib uns eine kurze Einschätzung zu beiden Varianten

3.6.3.3 Beobachtung

Für den Test mittels Beobachtung wurden Metriken formuliert, die in der Tabelle 16 abgefasst sind.

Metrik	Beschreibung	Typ
Anzahl Klicks für das Erfüllen der Aufgabe	Eine hohe Zahl an Klicks deutet darauf hin, dass die Testperson die Aufgabe nicht auf Anhieb lösen kann.	Performance
Anzahl an Hilfestellungen	Hilfestellungen sind ein Zeichen, dass ein Usability-Problem besteht.	Performance
Unsicherheit der Testperson	Unsicherheiten deuten auf eine unverständliche Informationsarchitektur hin.	Subjektiv

Tabelle 16: Testmetriken in Bezug auf User Interface Testing.

3.6.4 Ergebnisse

3.6.4.1 Grundsätzliches

Wie bereits beschrieben wurde das Testing in Bezug auf das User Interface mit den identischen Testpersonen getestet, mit welchen auch das Testing der Spielkonzepte durchgeführt wurde. Die siebenjährige Testperson wurde dabei als Randgruppe ausgewählt und war aufgrund der Tatsache, dass sie noch nicht lesen konnte, nicht in der Lage, das User Interface vollständig zu testen. Wenn im Folgenden von allen Testpersonen die Rede ist, dann ist das siebenjährige Mädchen davon ausgeschlossen.

3.6.4.2 Aufgabe 1: Spiel starten

Diese Aufgabe wurde von allen Testpersonen ohne Hilfestellung und zusätzliche Klicks gemeistert. Alle Testpersonen konnten ihren Namen erfassen und das Spiel starten.

3.6.4.3 Aufgabe 2: Tutorial absolvieren

Sobald das Spiel gestartet wird, erscheint im Explore-Modus das Panel, welches dem Benutzer vorschlägt, das Tutorial zu durchlaufen. Als die Testpersonen aufgefordert wurden, das Tutorial zu starten, waren alle in der Lage den korrekten Button zu evaluieren und das Tutorial zu starten. Die jüngeren Testpersonen benötigten während der Durchführung ungefähr doppelt so lange, um die Informationen aufzunehmen und entsprechend darauf zu reagieren. Das Prinzip, dass das Spiel mittels Klick auf den Marker gestartet werden kann, verstanden drei von vier Testpersonen. Eine achtjährige Testperson, die das Prinzip nicht verstand begründete es dadurch, dass sie nicht erkannt hat, dass man auf dem Marker klicken kann. Die Zutatenleiste wurde im Grundsatz von allen Testpersonen erkannt. Zwei Testpersonen erwarteten eine Reaktion von Alex, als sie die Zutatenleiste geöffnet und wieder geschlossen hatten. Das Info- sowie das Settings-Panel wurde von allen Testpersonen ohne Hilfestellung geöffnet und geschlossen. Allerdings haben drei von vier Testpersonen nicht

erkannt, dass es sich beim Info-Panel um eine Karte handeln soll, welche die Lage der Zutaten Spiele markiert. Das Tutorial bietet die Möglichkeit, einen oder mehrere Schritte zurückzuspringen, um sich Tipps nochmals anzuschauen. Die Zurück-Buttons wurden von keiner Testperson genutzt. Nach der Durchführung des Tutorials wurden die Testpersonen gefragt, wie aufschlussreich sie das Tutorial fanden und wie sie die Länge einschätzen. Drei von vier Testpersonen haben das Tutorial als informativ, jedoch als zu langwierig eingestuft. Eine Testperson antwortete, dass es zu viele Texte zum Lesen gab.

3.6.4.4 *Aufgabe 3: Mini-Spiel starten*

Durch den Umstand, dass die Testpersonen das Tutorial durchlaufen hatten, waren alle in der Lage, ohne Hilfestellung auf den Marker zu klicken und so das Spiel zu starten.

3.6.4.5 *Aufgabe 4: Spielfortschritt erkennen*

Drei von vier Testpersonen waren in der Lage, auf dem Explore-Screen den Spielfortschritt zu erkennen und haben die korrekte Anzahl an Zutaten, die bereits gefundene Zutat sowie die Anzahl an Sternen korrekt erkannt. Eine Testperson öffnete als Erstes das Info-Panel, um an die Informationen zu gelangen. Nach der Nachfrage, ob sie auch einen anderen Möglichkeit kennt, um diese Information zu erhalten, hat sie die Informationen auf dem Explore-Screen gefunden.

3.6.4.6 *Aufgabe 5: Sprache wechseln*

Diese Aufgabe wies die grössten Usability-Probleme auf. Alle Testpersonen waren in der Lage, das Settings-Panel zu öffnen. Zwei Testpersonen benötigten eine Hilfestellung, um die Einstellung für die Sprache zu finden. Ausnahmslos alle Testpersonen waren nicht in der Lage, die Sprache auf Englisch zu wechseln, da sie die Flaggen nicht erkannt haben. Auch die Flaggen der anderen Sprachen wurden nicht erkannt. Nach der Hilfestellung, welche Flagge für die Sprache Englisch steht, konnten alle Testpersonen die Aufgabe abschliessen.

3.6.4.7 *Zusammenfassen der Ergebnisse*

Zusammenfassend kann erwähnt werden, dass die Testpersonen stark auf visuelle Reize reagiert haben. Die farbig gestalteten Buttons wurde ohne Hilfestellungen erkannt, weiter gab es in Bezug auf die Grösse der Buttons keine Usability-Probleme. Als negativ wurde vorwiegend die Länge des Tutorials bzw. der darin enthaltenen Texte angegeben. Als positiv wurde der Charakter Alex und die leuchtenden Sterne hervorgehoben. Das schwerwiegendste Usability-Problem bestand in der falschen Interpretation des Info-Panels bzw. des Nichterkennens der Karte. Auch nach mehreren Hilfestellungen, waren vor allem die achtjährigen Testpersonen nicht in der Lage, die Funktion des Info-Panels zu beschreiben.

4 Implementierung

4.1 Evaluation Entwicklungsumgebung und AR-Framework

4.1.1 Vorgehen

Für die Auswahl der Entwicklungsumgebung sowie der zugrundeliegenden Plug-Ins wurden verschiedene Kriterien definiert. Einerseits sind dies funktionale Kriterien, die für die Implementierung der AR-Funktionalität benötigt werden. Andererseits kommen nichtfunktionale Kriterien hinzu, die von Kundenbedürfnissen und während der Erarbeitung des Konzepts abgeleitet wurden.

4.1.2 Evaluationskriterien

Die Evaluationskriterien wurden aufgrund der Spielkonzepte sowie anhand der aufgenommenen Kundenbedürfnisse definiert. Nachfolgend ist eine Auflistung der funktionalen sowie nichtfunktionalen Evaluationskriterien aufgeführt:

Funktionale Kriterien:

- Plattformunabhängigkeit
- AR-Funktionalitäten:
 - o Image Tracking
 - o Raycasting
 - o Plane Detection
 - o Anchors

Nichtfunktionale Kriterien:

- Aktualität der Software (regelmässige Updates)
- Grösse der Community
- Software als Open-Source-Version verfügbar
- Preis

4.1.3 Analyse und Ergebnisse

Mittels einer Technologie-Recherche wurden einzelne AR-SDKs für eine vertiefte Betrachtung ausgewählt und nachfolgend mittels einer Nutzwertanalyse miteinander verglichen. Dabei wurden die einzelnen Kriterien gewichtet, um wichtige Faktoren hervorzuheben. Die Tabelle 17 zeigt die vollständige Nutzwertanalyse.

4.1.3.1 Nutzwertanalyse

Kriterien	Gewichtung	Vuforia		ARFoundation		ARToolkit		AR.js		EasyAR	
		Bewer-tung	Wert	Bewer-tung	Wert	Bewer-tung	Wert	Bewer-tung	Wert	Bewer-tung	Wert
Plattformun-abhängigkeit	0.1	10	1	9	0.9	6	0.6	10	1	10	1
Image Tracking	0.2	9	2.25	7	1.4	9	1.8	5	1	8	1.6
Raycasting	0.1	8	0.8	8	0.8	0	0	0	0	6	0.6
Plane Detection	0.2	10	2	8	1.6	1	0.2	1	0.2	8	1.6
Anchors	0.05	6	0.3	9	0.45	0	0	0	0	5	0
OpenSource	0.1	0	0	10	1	5	0.5	10	1	3	0.3
Grösse Community	0.05	9	0.45	10	0.5	4	0.2	4	0.2	3	0.15
Preis	0.1	4	0.4	10	0.4	10	1	10	1	6	0.6
Funktions-umfang	0.1	7	0.7	9	0.9	5	0.5	6	0.6	7	0.7
Resultat	1	63	7.9	78	7.95	40	4.8	40	5	56	6.55

Tabelle 17: Nutzwertanalyse in Bezug auf verschiedene AR-Frameworks.

Die Nutzwertanalyse zeigt, dass sich die einzelnen SDKs in einigen Punkten unterscheiden. Die gewichtete Bewertung zeigt allerdings, dass die Crossplattform-API ARFoundation, die von Unity entwickelt wird, die meisten Anforderungen mit einer hohen Bewertung erfüllt, auch Vuforia bietet einen grossen Funktionsumfang und eine grosse Community. Da ARFoundation im Gegensatz zu Vuforia kostenlos ist, wurde nach Absprache mit dem Kunden entschieden, diese Crossplattform-API zusammen mit ARCore und ARKit für den finalen Prototypen zu verwenden.

Durch den Umstand, dass ARFoundation als Crossplattform-API ausgewählt wurde, wird der finale Prototyp mit der Entwicklungsplattform und Gaming-Engine Unity entwickelt. Der Fokus liegt dabei auf der Android-Plattform. Um künftig jedoch trotzdem beide Plattformen mit einem Workflow bedienen zu können, wird der Prototyp auf beiden Plattformen ausgiebig getestet.

4.2 Systemarchitektur

4.2.1 Struktur

Das Unity-Projekt des AR-Prototypen ist in verschiedene Scenes unterteilt, um einen modularen Aufbau zu erzielen und die jeweiligen Inhalte logisch voneinander zu trennen. Scenes in Unity können als in sich geschlossene Einheiten angesehen werden, die wiederum einzelne Objekte wie UI-Elemente oder 3D-Objekte enthalten. In Unity werden Objekte Game Objects genannt. Die Abbildung 12 zeigt die grundsätzliche Struktur des Projekts. Die nachfolgenden Grafiken zeigen schemenhaft den grundsätzlichen Aufbau des Projekts, angelehnt an den UML-Standard.

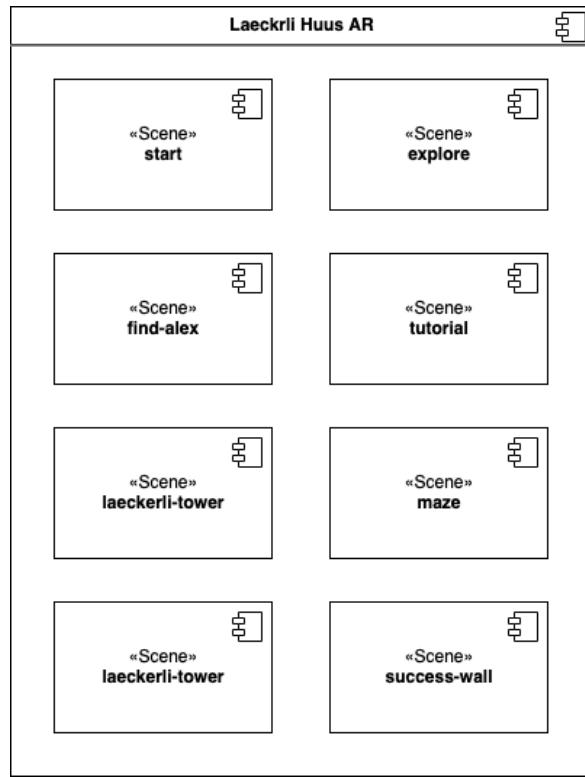


Abbildung 12: Abbildung der Projektstruktur in Bezug auf die einzelnen Scenes.

4.2.1.1 Aufbau Scenes

Die einzelnen Scenes folgen in sich wiederum einer definierten Struktur. Grundsätzlich besteht eine Scene in Unity aus einzelnen Game Objects. Um das Wiederverwenden von Komponenten wie Scripts zu ermöglichen enthält jede Scene ein GameObject, in welchem das User Interface mittels einzelnen Canvases aufgebaut ist. Der Aufbau mittels separaten Canvases bietet Performance-Vorteile, da bei einem Update-Aufruf während des Programmablaufes nur die Elemente innerhalb des aktiven Canvas neu berechnet werden.

Jede Scene verfügt über ein UI-Controller-Objekt, welches für die Darstellung der jeweiligen Elemente verantwortlich ist sowie über ein Game-Controller-Objekt, das den Fortschritt und die korrekte Ausführung des Spiels kontrolliert. Als drittes Controller-Objekt wird ein Audio-Controller eingesetzt, welcher die akustischen Elemente steuert. Diese Controller-Objekte enthalten wiederum einzelne Controller-Scripts, die als modulare Komponenten dem jeweiligen Objekt hinzugefügt sind. Die Scripts sind in der Programmiersprache C# erstellt. Der modulare Aufbau durch einzelne kleinere Controller-Scripts bietet den Vorteil, dass durch Abgrenzung fehlerhafte Funktionen einfacher isoliert werden können und die Arbeit im Team vereinfacht wird. Die Abbildung 13 stellt die einzelnen Komponenten einer Scene grafisch dar.

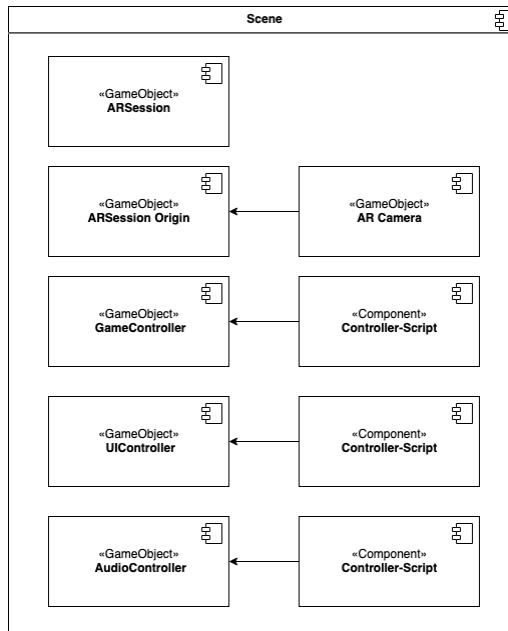


Abbildung 13: Grundsätzliche Elemente einer Scene.

4.2.1.2 UI-Controller

Der UI-Controller verfügt über mehrere Controller-Scripts. Der AnimationController animiert das Info- sowie das Settings-Panel. Der CanvasStateController sorgt dafür, dass während der Initialisierung der Scene die jeweiligen Game Objects aktiviert bzw. deaktiviert werden. Damit nicht zwei vollständig duplizierte Canvases für das Portrait- sowie Landscape-Layout erstellt werden müssen, verändert der OrientationLayoutController das Layout für den jeweiligen Modus, sobald der Screen gedreht wird. Der MenuSettingsController baut das Settings-Panel auf und kann künftig mit weiteren Optionen ergänzt werden. Um den Spielfortschritt visuell darzustellen nimmt der GameUpdateController Änderungen von der Klasse GameProgress entgegen und nimmt die entsprechenden Veränderungen am User Interface vor. Die Abbildung 14 zeigt den grundsätzlichen Aufbau des UI-Controllers.

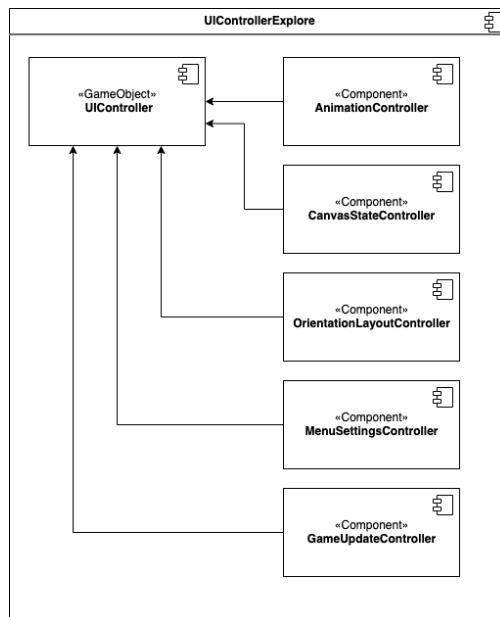


Abbildung 14: Grundsätzlicher Aufbau des UI-Controllers.

4.2.1.3 Game-Controller

Die grundsätzliche Aufgabe des GameDetailControllers ist es, die Details der einzelnen Spiele bereitzustellen, die in der Klasse GameProgress persistiert werden. Diese Informationen werden einerseits für das UI und andererseits für die Story benötigt. Der SceneController verwaltet die einzelnen Scenes und lädt diese, falls nötig. Der StoryController überwacht den Spielfortschritt und sorgt dafür, dass einzelne Elemente der Story abgerufen werden. Die Abbildung 15 zeigt den grundsätzlichen Aufbau des GameControllers.

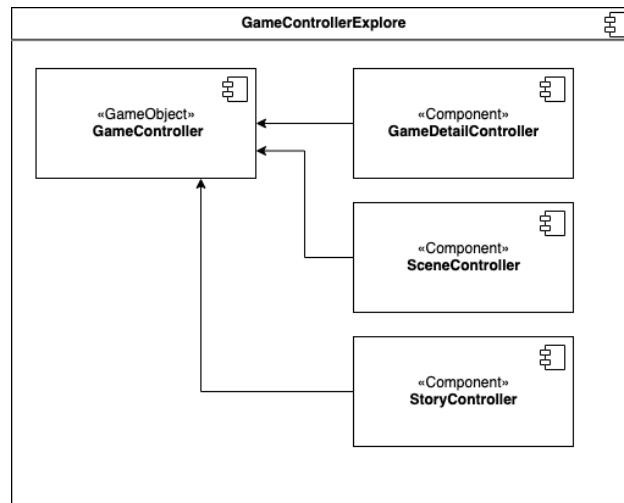


Abbildung 15: Grundsätzlicher Aufbau des GameControllers.

4.2.1.4 Audio-Controller

Um in den Mini-Spielen und anderen Scenes Audio-Dateien abspielen zu können, wurde ein AudioController implementiert. Dieser spielt bei Benutzerinteraktionen oder anderen Triggern Audioinhalte ab, die den Spieler unterstützen und animieren sollen. Die Abbildung 16 zeigt den Aufbau des AudioControllers.

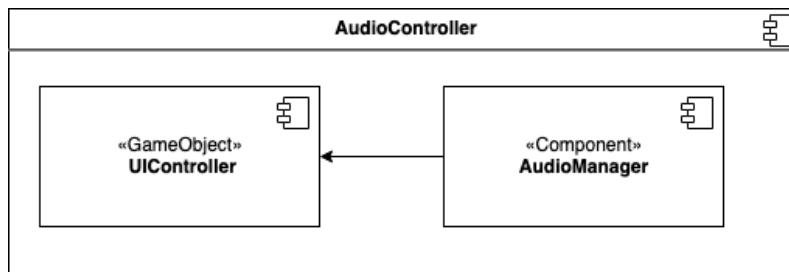


Abbildung 16: Grundsätzlicher Aufbau des AudioControllers.

4.2.2 Scenes

4.2.2.1 Start

Die Start-Scene beinhaltet die Elemente für den Start-Screen, in welchem der Benutzer zur Namenseingabe aufgefordert wird und enthält grundsätzliche Informationen zur Story.

4.2.2.2 Tutorial

Das gesamte Tutorial ist in einer separaten Scene aufgebaut, um die Inhalte logisch von den anderen Scenes zu trennen. Das User Interface wird dabei als Prefab von der Explore-Scene übernommen, so dass allfällige Anpassungen einfach vollzogen werden können.

4.2.2.3 *Explore*

Die Explore-Scene ist das zentrale Element, aus welchem die verschiedenen Spielmarker erkannt und die Spiele somit gestartet werden können. Diese Scene enthält das hauptsächliche User Interface mit dem Settings- und dem Info-Panel und der Zutatenleiste sowie dem Star-Counter.

4.2.2.4 *Mini-Spiele*

Alle vier Mini-Spiele sind in einer eigenen Scene aufgebaut. Sobald ein Marker in der Explore-Scene erkannt wird, wird die entsprechende Scene für das Mini-Spiel geladen.

4.2.2.5 *Siegerwand*

Die Siegerwand wird beim erfolgreichen Abschluss des Spiels geladen. Diese Scene enthält ein 3D-Objekt in Form einer Backsteinwand und einzelne Panels mit den Spielinformationen.

4.2.2.6 *Prefabs*

Einzelne Elemente sind zum Zweck der Wiederverwendbarkeit als Prefabs definiert. Dies ist zum Beispiel das 3D-Objekt des Basler Läckerlis sowie das ganze User Interface für den Explore Screen. Weiter sind einzelne Panels wie das Success-Panel, das den erfolgreichen Abschluss eines Mini-Spiels anzeigt, als Prefab definiert.

4.2.2.7 *Repository*

Das Projekt wird auf einem Github-Repository verwaltet und ist unter der folgenden URL verfügbar: https://github.com/davidmaissen/ip_6-laeckerli-huus-ar.git.

5 Resultat

5.1 Finales User Interface Design

5.1.1 Informationsarchitektur

Die Informationsarchitektur bildet die Grundlage für die Benutzerführung und zeigt die grundsätzliche Organisation der Inhalte. Besonders für die anvisierte Zielgruppe von Kindern ist eine übersichtliche Struktur und eine einfache Gliederung der Inhalte von zentraler Bedeutung, da die kognitiven Fähigkeiten je nach Altersstufe noch nicht so weit fortgeschritten sind.

Bei der Gliederung der Inhalte wurde darauf geachtet, dass möglichst keine verschachtelten Seitenstrukturen definiert werden. Das bedeutet, dass der Benutzer im Falle von Menüs die Inhalte mit einem Klick öffnen kann und ihm darauffolgend alle Informationen präsentiert werden. Mittels Buttons auf den Panels können unterschiedliche Informationen eingeblendet werden. Die Abbildung 17 zeigt eine Visualisierung der Informationsarchitektur.

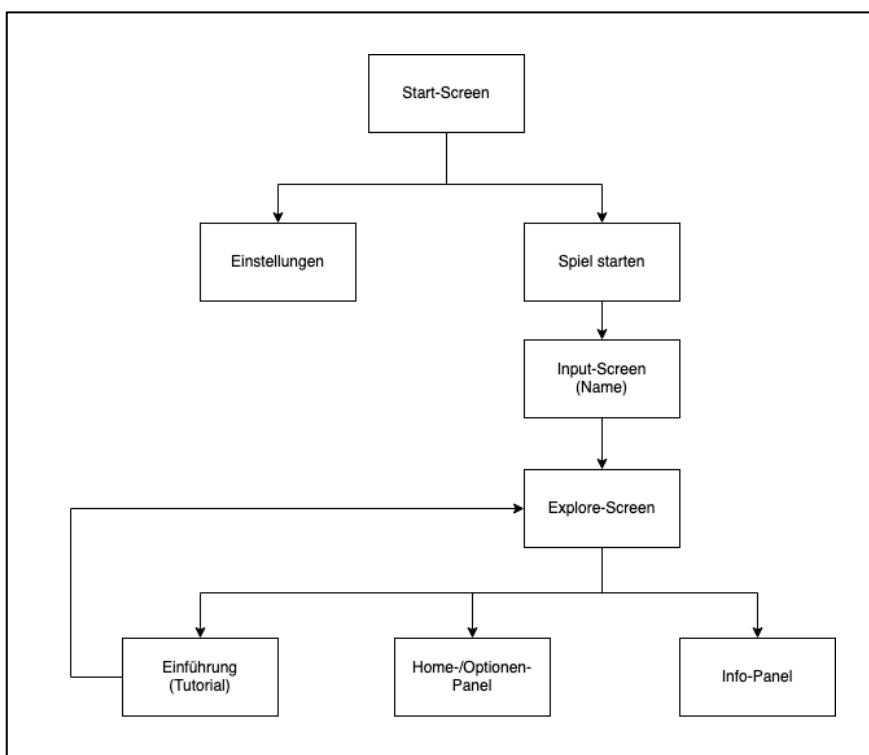


Abbildung 17: Visuelle Repräsentation der Informationsarchitektur.

5.1.1.1 Start-Screen

Der Start-Screen erscheint nach dem Verschwinden des Splash-Screens und ist der eigentliche Einstieg in die App. Dieser Screen beinhaltet bewusst nur zwei Buttons, um dem Benutzer eine schnelle Übersicht und vor allem einen einfachen Einstieg in das Spiel zu gewährleisten. Der eine Button dient dazu, in ein Menü mit grundsätzlichen Einstellungsmöglichkeiten zu gelangen, mit dem anderen lässt sich das Abenteuer starten. Die Abbildungen 18 bis 20 zeigen die einzelnen Schritte, die ein Spieler in der Start-Scene durchläuft.



Abbildung 18: Start-Screen 1.



Abbildung 19: Start-Screen 2.



Abbildung 20: Start-Screen 3.

5.1.1.2 Tutorial

Um Usability-Probleme vor allem beim jüngsten Teil der Zielgruppe zu minimieren, wird zu Beginn des Spiels die Möglichkeit eines Tutorials geboten. Alex führt als Spielbegleiter den Spieler durch die Einführung und zeigt die wichtigsten Konzepte und Steuerungselemente. Das Tutorial ist optional und muss nicht zwingend durchlaufen werden. Dies ist dadurch begründet, dass ein Spieler, der das Spiel noch einmal spielen möchte, nicht dazu gezwungen wird, das Tutorial noch einmal zu durchlaufen. Auf den Abbildungen 21 bis 23 sind Ausschnitte aus dem Tutorial abgebildet.



Abbildung 21: Tutorial-Screen 1.

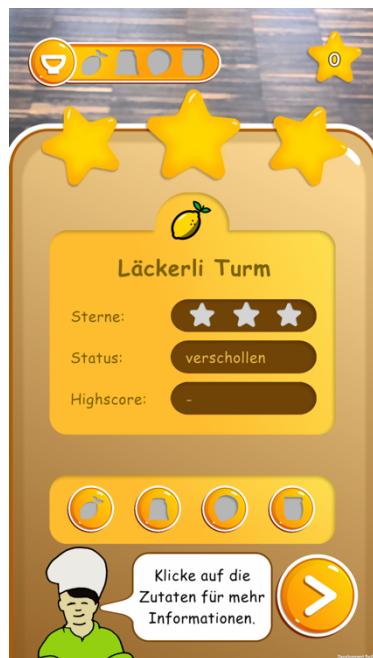


Abbildung 22: Tutorial-Screen 2.



Abbildung 23: Tutorial-Screen 3.

5.1.1.3 Explore-Screen

Der sogenannte Explore-Screen ist das zentrale Element der Navigation. Mit der aktivierte Kamera werden in der Ausstellung die verschiedenen Marker für Spiele und weitere versteckte Elemente erkannt und dem Benutzer angezeigt, so dass er in der Lage ist, in die verschiedenen spielerischen Inhalte zu gelangen. Der Benutzer hat in diesem Modus zudem Zugriff auf das Tutorial und auf das Settings- sowie das Info-Panel. Auf Abbildung 24 ist der Explore-Screen zu sehen.



Abbildung 24: Explore-Screen im Portrait-Modus.

5.1.2 Navigation

5.1.2.1 Anordnung der Steuerungselemente

Für die Anordnung der Elemente wie Buttons und Status-Anzeigen wurden verschiedene bekannte Design-Patterns analysiert und Erkenntnisse daraus abgeleitet. Das Gutenberg-Diagramm besagt, dass der Blick eines Users beim Betrachten eines Screens einem bestimmten Muster folgt. Dazu wird der Screen in vier verschiedene Bereiche unterteilt, der Primary Optical Area, Strong Follow Area, Weak Follow Area und der Terminal Area. Durch die Blickbewegungen des Users, welche ähnlich wie beim Lesen eines Buches wiederholend von links nach rechts stattfinden, weisen diese Bereiche ein unterschiedliches Aufmerksamkeitspotenzial auf [31].

Die Abbildungen 25 und 26 zeigen das Schema des Gutenberg-Diagramms und die grundätzlichen Navigationselemente im Explore-Modus. In der Primary Optical Area befindet sich die Anzeige für die gesammelten Zutaten, die für den Benutzer ein wichtiges Element für den Spielfortschritt darstellt. Ein weiteres wichtiges Element ist das Info-Panel, in welchem der User detaillierte Informationen über die einzelnen Mini-Spiele erhält. Der Button für dieses Panel befindet sich rechts unten in der Terminal Area und ist somit ebenfalls in einem Bereich von erhöhter Aufmerksamkeit. Die Anzeige für die Anzahl an Sternen befindet sich in der Strong Follow Area und wurde mit einem Icon hervorgehoben. Das Settings-Panel ist für den eigentlichen Spielerfolg von untergeordneter Bedeutung und wurde deshalb in der Weak Follow Area platziert.

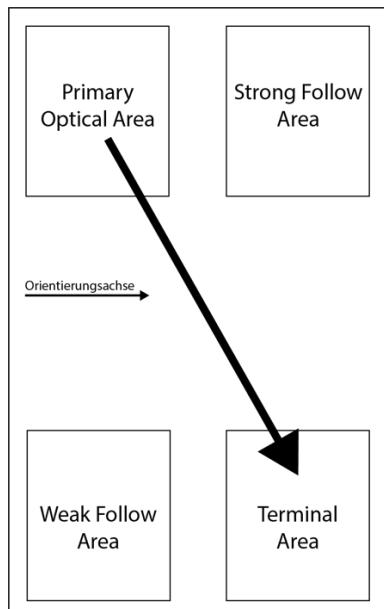


Abbildung 25: Visuelle Repräsentation des Gutenberg-Diagramms mit den vier Bereichen (Eigene Darstellung in Anlehnung an die Abbildung aus dem Buch «Universal Principles of Design» [31].)



Abbildung 26: Anordnung der Elemente auf dem Explore-Screen.

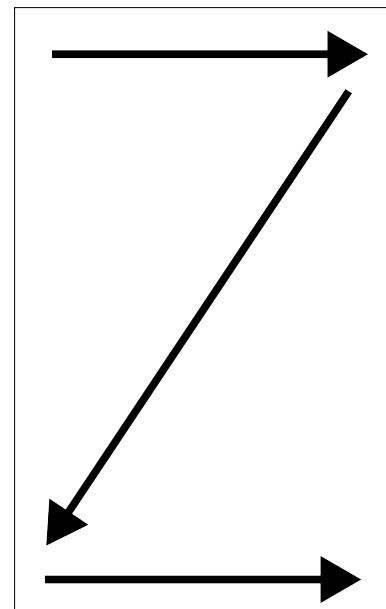


Abbildung 27: Eigene Darstellung des Z-Patterns.

Ein weiteres bekanntes Pattern ist das sogenannte Z-Pattern. Wie der Name bereits beschreibt, besagt dieses Prinzip, dass die Blickrichtung eines Lesers der Form des Buchstabens Z folgt. Durch die Anzahl der Elemente auf dem Explore-Screen ist diese Prinzip in diesem Falle relativ einfach anzuwenden. Die Elemente folgen dem Muster, wobei die beiden wichtigsten Elemente jeweils am Anfang und am Ende der Abfolge platziert werden [32]. Die Abbildung 27 zeigt die grundsätzliche Blickrichtung des Z-Patterns.

5.1.2.2 Spielmodi (Landscape/Portrait)

Viele aktuelle Spiele auf dem Smartphone sind im Querformat – im sogenannten Landscape-Modus – aufgebaut. Die Erkenntnisse aus der Literaturstudie haben gezeigt, dass Kinder bei der Nutzung von AR-Apps verschiedene Grifftechniken ausüben. Die durchgeföhrten Testings der Lofi-Prototypen waren vom Umfang her zu gering, um in diesem Zusammenhang ein aussagekräftiges Resultat in Form einer quantitativen Analyse zu liefern. Jedoch wurde festgestellt, dass die Bedienung bzw. das Halten des Smartphones stark von der jeweiligen Aufgabe – im Falle dieses Projekts also stark vom Aufbau des Spiels abhängt. So wurde das Spiel «Läckerliturm» vielfach im Portrait-Modus gespielt, da so der Turm besser erkannt wurde.

Da dieses Projekt zum Ziel hat, einen Prototypen zu erstellen, welcher als Basis für eine mögliche Weiterentwicklung des Konzepts dienen soll, sollte das zu erarbeitende User Interface beide Screen-Modi abbilden. Neben dem Vorteil der Erweiterbarkeit bietet das dem Kind auch die grösstmögliche Flexibilität, um die Art der Bedienung und das Halten des Smartphones situativ den Gegebenheiten anzupassen. Die Abbildungen 28 und 29 zeigen das Info-Panel jeweils im Landscape- sowie im Potrait-Modus.



Abbildung 28: Info-Panel im Landscape-Modus.



Abbildung 29: Info-Panel im Portrait-Modus.

5.1.2.3 Anordnung der Steuerungselemente

Heutige Smartphone-Modelle weisen im Vergleich zu früheren Generationen grössere Screen-Dimensionen auf. Dies macht eine einhändige Bedienung schwieriger – für Kinder im Wachstum wird dieser Aspekt zusätzlich verstärkt. Erkenntnisse aus der Literaturstudie haben gezeigt, dass eine einhändige Bedienung besonders bei der Verwendung von AR-Apps für Kinder nur sehr schwer möglich ist. Am häufigsten wird die App mit beiden Händen mit dem im Punkt 2.3.2.2 erläuterten Crab-Griff bedient. Um bei einer zweihändigen Grifftechnik die Bedienung mit den beiden Daumen zu ermöglichen, sieht das Gestaltungskonzept eine Platzierung der Steuerungselemente am unteren Bildschirmrand vor. Mit Ausnahme der Zutatenleiste und einzelnen Mini-Spielen, bei welchen der gesamte Screen als Eingabefläche dient, befinden sich die Buttons jeweils am linken und rechten unteren Bildschirmrand.

5.1.3 Visual Design

5.1.3.1 Farbkonzept

Die Aufgabe beim Erarbeiten des Farbkonzepts war es, eine Farbpalette zu finden, die einerseits das positive Erlebnis in der Genussweltausstellung unterstützen und andererseits an das bestehende Farbkonzept des Läckerli Huus anknüpfen soll.

Das Farbkonzept des Läckerli Huus beinhaltet viele eher dunklere Braun- sowie Goldtöne. Bei der Integration dieser Farbtöne musste darauf geachtet werden, dass diese im Kontrast zu leuchtenden Farben stehen, so dass eine gewisse Farbenvielfalt entsteht, die positive Emotionen unterstützen soll. Angelehnt an die Goldtöne wurden die Interaktionselemente wie Buttons in einem leuchtenden orangefarbenen Farbton gehalten, damit sie sich deutlich von anderen Elementen abheben. Ebenfalls kommt ein leuchtendes Grün als Signalfarbe zum Einsatz, welches nur in wenigen Elementen zum Einsatz kommt. Im Gegensatz zu den leuchtenden Farben wurden Panels in einem hellen Brauntönen definiert, der an Backwaren erinnert. Die Abbildung 30 zeigt die wichtigsten im User Interface enthaltenen Farben.

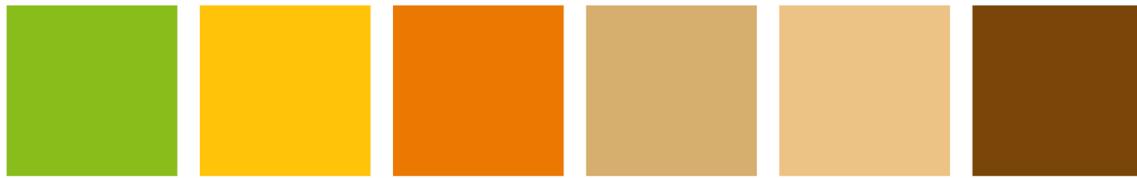


Abbildung 30: Repräsentation der wichtigsten enthaltenen Farben.

5.1.3.2 Interaktionselemente

Interaktionselemente wie Buttons haben für die Steuerung der App eine grosse Bedeutung. Aus diesem Grund sieht das Konzept für das User Interface vor, dass alle Buttons in einer einheitlichen Farbe gehalten werden. Wie bereits im vorhergehenden Unterkapitel erwähnt, wird die Hervorhebung mit der Farbgebung unterstützt.

Im Bereich von Augmented Reality besteht die Schwierigkeit, dass sich der Hintergrund mit aktivierter Kamera schnell ändert und nicht vorhersehen lässt. Dieser Aspekt muss bei der Gestaltung der Benutzeroberfläche berücksichtigt werden. Neben der Farbgebung wurden die Buttons mit einer hellen Kontur versehen, so dass sie sich möglichst immer vom Hintergrund abheben.

Die Grösse der Buttons wurde an die Bedürfnisse der Zielgruppe angepasst. Da bei jüngeren Kindern die Zahl von Usability-Problemen durch falsche Bedienung höher ist, als bei älteren Kindern, sind die Buttons in einer Grösse definiert, die sie für Kinder gut erkennbar und vor allem gut bedienbar machen. Die Abbildung 31 zeigt die verschiedenen implementierten Buttons.



Abbildung 31: Design der enthaltenden Buttons. Die dunkelbraunen Buttons entsprechen dem aktivierten bzw. gedrückten Status.

5.1.3.3 Menüs und Infopanels

Neben dem Menü im Start-Screen verfügt die App über zwei Menü-Panels im sogenannten Explore-Modus, welche über die beiden Buttons im unteren Screen-Bereich zu öffnen sind. Die Panels öffnen sich mittels einer Animation, welche das Panel vom unteren Screen-Bereich in den sichtbaren Bereich bewegt. Dieser Effekt soll dem Benutzer vermitteln, dass er mit dem Klick auf den Button den Explore-Modus nicht verlässt, sondern lediglich ein Panel öffnet, welches er mit einem Klick wieder schliessen kann. Die nachfolgenden Abbildungen (Abbildungen 32 und 33) zeigen das Settings- sowie das Info-Panel.

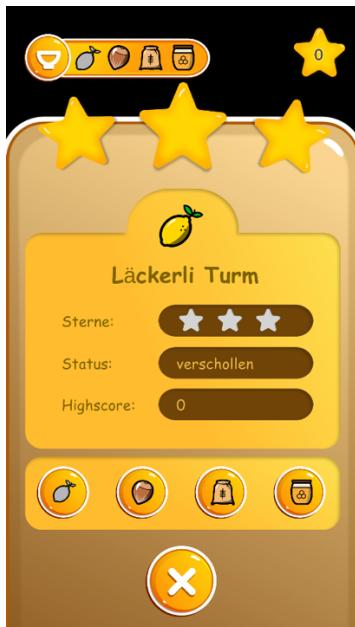


Abbildung 32: Info-Panel mit der Detailansicht des Spielfortschritts.



Abbildung 33: Settings-Panel mit der Sprachoption.

5.1.3.4 Spielmarkierungen

Da die Genussweltausstellung in einem Gebäude ist, in welchem eine Lokalisierung des Standorts des Benutzers nicht über GPS, sondern nur mit zusätzlichen Technologien wie WLAN oder Bluetooth möglich ist, werden die AR-Inhalte mittels Bildmarken erkannt und eingeblendet.

Die Genusswelt bietet eine spannende Szenerie mit verschiedenen Bildwelten, die in sich bereits als Marker eingesetzt werden können. Tests in der Genusswelt haben jedoch gezeigt, dass vor allem Android-Geräte sehr spezifische Marker benötigen und bei den Zeichnungen innerhalb der Szenerie eine hohe Fehlerquote in Bezug auf die Erkennung der Marker besteht. Zudem soll die in der Literaturstudie aufgezeigte Problematik, dass vor allem jüngere Kinder eine höhere Wahrscheinlichkeit für Usability-Probleme aufweisen, damit umgangen werden, dass gut erkennbare Marker in der Genusswelt platziert werden.

Das Konzept sieht vor, für jede «verschollene» Zutat ein Marker mit der abgebildeten Zutat zu platzieren. Wird der Marker von der App erkannt, beginnt er zu pulsieren und es erscheint der Titel des Spiels. Sobald ein Spiel erfolgreich absolviert wurde, erscheint ein grüner Marker, der dem Kind signalisiert, dass das Spiel bereits gespielt wurde. Zusätzlich zu diesen Spiel-Marken sollen Marker für Quizfragen sowie Marker für versteckte Elemente eingesetzt werden, die den Faktor der Gamification erhöhen. Nachfolgend sind alle Marker jeweils in beiden Versionen abgebildet (Abbildung 34).

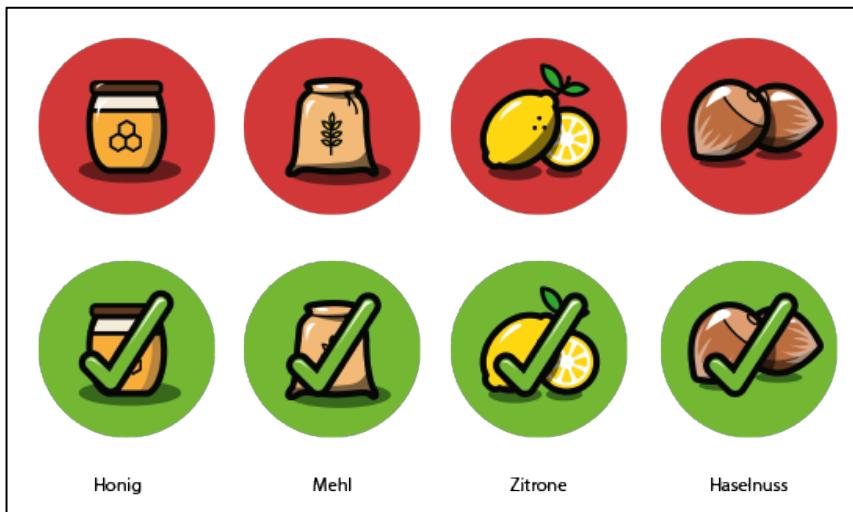


Abbildung 34: Marker für die implementierten Mini-Spiele.

5.1.3.5 Marker für Quizfragen

Zusätzlich zu den Spiel-Markern kommen Marker für Quizfragen zum Einsatz, um mit gezielten Fragen Inhalte vom Läckerli Huus vermitteln zu können. Wenn eine Frage korrekt beantwortet wird, erhält der Spieler einen zusätzlichen Stern. Die Abbildung 35 zeigt die Marker für die Quizfragen.

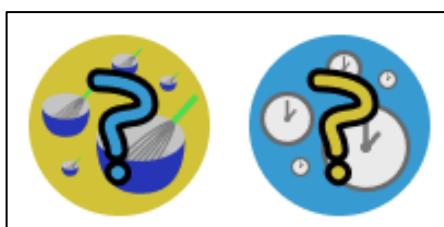


Abbildung 35: Marker für Quizfragen.

5.1.3.6 Versteckte Markierungen

Neben den offensichtlichen Spiel- und Fragen-Marker sind in der Ausstellung zusätzlich einige versteckte Marker platziert, hinter welchen zusätzliche Sterne versteckt sind, welche vom Benutzer eingesammelt werden können. Für diese Elemente werden bestehende Bilder aus der Ausstellung verwendet. Die folgenden Abbildungen 36 bis 38 zeigen die Marker für die versteckten Sterne.



Abbildung 36: Marker 1 für versteckten Stern.



Abbildung 37: Marker 2 für versteckten Stern.

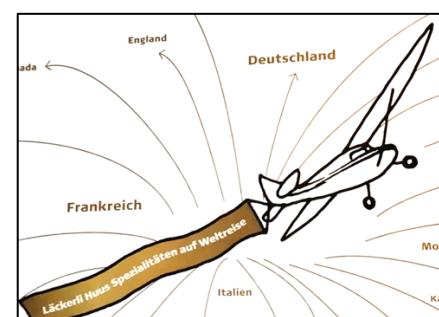


Abbildung 38: Marker 3 für versteckten Stern.

5.1.3.7 Elemente für AR-Hilfestellungen

Neben dem Tutorial sollen einzelne Hilfestellungen während des Spiels die Bedienung erleichtern und die Zahl von Usability-Problemen minimieren. Subjektive Eindrücke beim Testing der Spielkonzepte haben gezeigt, dass vor allem der Einstieg in ein Spiel Schwierigkeiten beim Benutzer hervorrufen können. Genauer gesagt, beim Finden (Plane Detection) von Spielflächen und bei der Interaktionsmöglichkeiten innerhalb der Mini-Spiele.

In den finalen Prototypen sind nun einzelne Hilfestellungen als Tooltipps implementiert worden, die dem Benutzer anzeigen, wann der Plane-Detection-Modus aktiviert wird. Weiter wird ihm angezeigt, ob er das Gerät gegen eine Wand oder auf den Boden richten soll. Sobald ein Mini-Spiel gestartet ist, erhält der Benutzer eine visuelle Information, mit welchen Interaktionen das Spiel bedient werden kann.

5.1.3.8 Animationen

Animationen werden im AR-Prototypen für verschiedene Zwecke eingesetzt. Einerseits dienen sie dazu, die Tooltipps zu animieren, um so noch verständlicher zu machen. Andererseits sollen sie als kreatives Element die Spiele spannender machen. Beim Spiel «Finde Alex» sind zahlreiche Animationen implementiert. So zum Beispiel der rauchende Kamin oder die Haustüre, die sich öffnet, wenn man mit dem Finger drauftippt. Wie auf Abbildung 39 zu sehen ist, werden beim Spiel «Kombiniere richtig» farbige Papierstücke in den Raum gewirbelt, um zu signalisieren, dass die Form korrekt zusammengesetzt wurde.

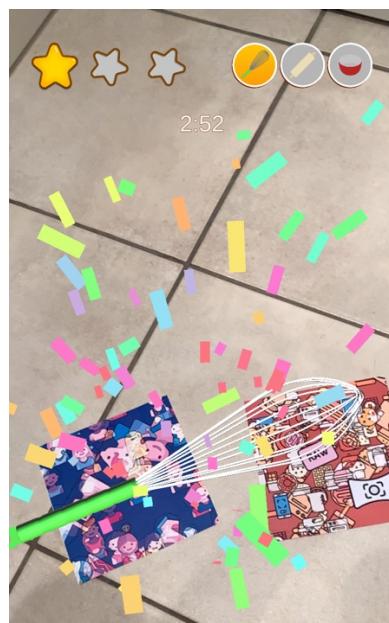


Abbildung 39: Die Animation erscheint,
sobald die Form korrekt zusammengesetzt wurde.

5.1.3.9 Alex als Spielbegleiter

Der Bäckersjunge Alex ist bereits heute ein Bestandteil der Ausstellung. Wie im Abschnitt 3.3.2 «Storytelling» beschrieben, soll Alex ein wichtiger Bestandteil der AR-App werden und so eine Verbindung zur realen Genusswelt-Ausstellung schaffen. Alex wird dabei bewusst nicht als dreidimensionale Person eingesetzt, sondern erscheint als eine an eine Comicfigur erinnernde Figur, die identisch mit der Darstellung in der Genusswelt ist. Der einzige Unterschied ist, dass der Charakter in der AR-Umgebung nicht in schwarz-weiss, sondern in Farbe erscheint. Der Grund für diese Darstellung ist, dass das Kind den Charakter Alex in

der App in gleicher Form wahrnimmt. So soll die digitale Erweiterung der Ausstellung unterstützt und nicht eine vollständig andere Welt geschaffen werden.

5.1.3.10 App-Icon

Das App-Icon fügt sich in das grundlegende Design des User Interfaces ein und enthält die Icons der Zutaten sowie den Charakter Alex. Die Abbildung 40 zeigt das entworfene App-Icon.



Abbildung 40: App-Icon des Genusswelt-Abenteuers.

5.1.4 Audio Design

Um neben visuellen auch akustische Reize anzusprechen und das Erlebnis authentischer zu gestalten, sind verschiedene Sequenzen innerhalb des Prototypen vertont. Die vertonten Sprechblasen ermöglichen es auch leseschwachen Kindern, sich in der App zurechtzufinden. Weiter sind die einzelnen Mini-Spiele mit Musik und Hintergrundgeräuschen vertont. Beim Spiel «Läckerliturm» ertönt ein Geräusch, wenn die Läckerlis aufeinander fallen. Das Spiel «Finde Alex» weist die meisten Tonsequenzen auf. Hier treten Hintergrundgeräusche wie Vogelzwitschern und Stimmen von Personen auf, die mit dem Spieler kommunizieren. Das Spiel «Küchen-Minigolf» motiviert den Spieler mit fröhlicher Hintergrundmusik bzw. Hintergrundgeräuschen eines belebten Restaurants. Für die Audioinhalte wurden Ressourcen von zwei Webseiten genutzt. Weitere Informationen zu diesen Ressourcen sind unter Punkt 10 aufgeführt.

5.2 Finaler Prototyp

5.2.1 Hilfestellungen

5.2.1.1 Tutorial

Im Testing des User Interfaces wurde vielfach geäussert, dass das Tutorial relativ lang ist und das Lesen der Texte in vielen Fällen als mühselig erachtet wird. Aus diesem Grund wurde entschieden, das Tutorial im finalen Prototypen kürzer zu halten, jedoch trotzdem die wichtigsten Elemente einzubauen. Nach dem Start des Abenteuers erscheint ein Panel, mit welchem man das Tutorial starten kann. Der Spielbegleiter Alex zeigt hier die wichtigsten Funktionen und Prinzipien. Dadurch, dass Kinder das Abenteuer unter Umständen mehrmals spielen oder dieses während des Besuchs nochmals neustarten, ist das Tutorial optional und kann übersprungen werden. In der Konzeptphase bestand die Idee, dass die Kinder mit der Durchführung des Tutorials die erste Zutat erhalten. Aus den oben genannten Gründen wurde davon abgesehen, da ansonsten Kinder keine Zutat erhalten, die das Tutorial nicht absolvieren.

5.2.1.2 Tooltips

Die meisten Usability-Probleme traten bezüglich der Interaktion mit den AR-Inhalten der Mini-Spiele auf. Diese Aspekte im Tutorial aufzunehmen, wurde als nicht zweckmässig erachtet, da der Benutzer sich unter Umständen während des Spielverlaufs nicht mehr an das Tutorial erinnert. Aus diesem Grund wurde das Konzept von Tooltips implementiert, die dem Benutzer während des Spiels kleine Hilfestellungen geben und die wichtigen Informationen zur Interaktion in einem Mini-Spiel vermitteln. So erhält der Benutzer zum Beispiel beim Spiel «Finde Alex» den Tipp, dass er mittels Tippen auf die Szenerie weitere Hinweise entdecken kann. Bei der Nutzung der Plane Detection wird dem Benutzer angezeigt, dass er das Gerät bewegen soll und ob er die Kamera gegen eine Wand oder auf den Boden richten muss. Ein Beispiel dazu ist auf der Abbildung 41 zu sehen.

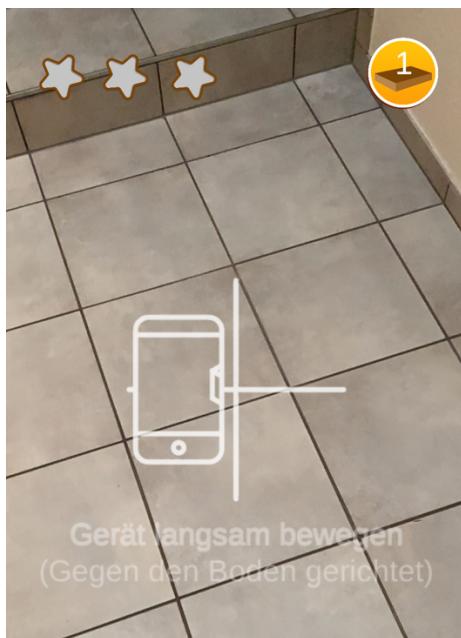


Abbildung 41: Das Smartphone-Icon bewegt sich auf der Richtung des Fadenkreuzes hin und her.

5.2.2 Story

Die Story, welche sich durch den ganzen Spielverlauf zieht, ist beinahe vollständig von der ersten Konzeptidee übernommen und in den finalen Prototypen integriert worden. Alex der Bäckersjunge begrüßt die Kinder und führt sie in die Geschichte bzw. in die Aufgabe ein. Die Kinder sollen Alex helfen, im Genusswelt-Abenteuer alle Zutaten zu finden, damit Alex wieder Läckerli backen kann. Alex tritt dabei zusammen mit anderen Charakteren in einzelnen Mini-Spielen auf und ist auch bei Spielerfolgen präsent.

5.2.3 Ausgearbeitete Spielkonzepte

5.2.3.1 Finde Alex

Das Spiel «Finde Alex» wurde mehrheitlich nach dem Prinzip des Prototypen aus dem ersten Testdurchgang umgesetzt. Im Gegensatz zu diesem Prototypen ist die finale Szenerie jedoch erweitert worden und ist in Farbe gehalten. Zudem wurde eine Anpassung in Bezug auf die Platzierung der Szenerie in der Umgebung vorgenommen. Zu Beginn war geplant, dass die Spielfläche direkt nach dem Bestätigen des Spiels anhand der Position des in der Ausstellung platzierten Markers vorgenommen wird. Tests haben aber ergeben, dass die Genauigkeit der erkannten Marker-Position in vielen Fällen nicht ausreicht. So ist es vorgekommen, dass die Szenerie schräg oder mit einem zu grossen Abstand zur Wand platziert wurde. Aus diesem Grund wurde in das finale Spiel zu Beginn eine Plane Detection implementiert, damit die Flächen genauer erkannt werden. Dies führt zudem zum Vorteil, dass das Spiel bei einem grossen Besucheraufkommen auch an einer anderen Wand gespielt werden kann.

Als Punktesystem kommt bei diesem Spiel nur das Konzept der Sterne zum Einsatz. Ein Highscore wäre beispielsweise über die Zahl der versteckten Hinweise definierbar gewesen. Da dies aber für Kinder ein relativ abstrakter Wert ist, wurde auf einen Highscore verzichtet. Einen Stern erhält man, wenn man Alex gefunden hat. Die weiteren beiden Sterne sind in der Szenerie versteckt und können eingesammelt werden. Die Abbildung 42 zeigt einen Ausschnitt des Spiels.



Abbildung 42: Ausschnitt aus dem Spiel «Finde Alex».

5.2.3.2 3D-Labyrinth

Ein Spiel, welches sich in Bezug auf den ersten Prototypen am stärksten verändert hat, ist das 3D-Labyrinth. Zu Beginn war die Idee, ein Labyrinth an der Wand zu platzieren, welches das Kind mittels Buttons oder Touch-Gesten nach links und rechts drehen kann. Anhand der im Projekt gewonnenen Erkenntnisse wurde diese erste Idee verworfen bzw. in ein neues Konzept überführt. Kinder scheinen auf Objekte, welche reale physikalische Eigenschaften nachahmen, positiv zu reagieren. Aus diesem Grund wurde das Labyrinth in einen Parcours

verwandelt, welcher aus verschiedenen Utensilien aus der Backstube zusammengebaut ist. Das Spiel besteht aus insgesamt drei Leveln, welche verschiedene Schwierigkeitsgrade aufweisen. Ziel ist es, mit einer Kugel verschiedene Hindernisse zu umgehen und diese am Schluss in eine Tasse rollen zu lassen. Die Kugel kann dabei mit einem Fingerwisch gesteuert werden. Durch das veränderte Konzept heisst das Spiel im finalen Prototyp nicht mehr 3D-Labyrinth, sondern trägt die Bezeichnung «Küchen-Minigolf».

Das Punktesystem ist so aufgebaut, dass der Spieler durch jedes absolvierte Level einen Stern erhält. In jedem Level startet er mit einem bestimmten Score, der mit jeder Wischbewegung um eine Einheit kleiner wird. Je weniger Bewegungen der Kugel notwendig sind, um diese ins Ziel zu steuern, desto höher ist der Score. Abbildungen 43 bis 45 liefern Einblicke in die verschiedenen Levels.



Abbildung 43: Küchen-Minigolf Level 1.



Abbildung 44: Küchen-Minigolf Level 2.



Abbildung 45: Küchen-Minigolf Level 3.

5.2.3.3 Läckerliturm

Das Spielprinzip des Läckerliturms wurde zu grossen Teilen aus dem ersten Prototypen übernommen und weiter verfeinert. Auch bei diesem Spiel wurden die bereits beschriebenen Tooltips integriert, um die AR-Inhalte in der Umgebung zu platzieren. Die Szenerie wurde dahingehend verändert, dass die Läckerli auf einem Teller landen und daneben eine Tasse sowie ein Krug platziert sind, um die Szenerie spannender zu gestalten. Zudem wurden die Läckerli mit einem 3D-Editor überarbeitet, damit diese optisch den echten Läckerli ähneln. Sobald das Spiel gestartet ist, ist für den Spieler ein Referenz-Läckerli ersichtlich, damit das Spiel einfacher und verständlicher wird. Nun gilt es so viele Läckerlis wie möglich aufeinanderzustapeln. Sobald der Turm einstürzt, ist das Spiel beendet. Bei diesem Spiel sind die Anzahl der gestapelten Läckerlis für den Highscore sowie für die Anzahl an Sternen verantwortlich. Die Abbildung 46 zeigt einen Ausschnitt aus dem Spiel.



Abbildung 46: Ausschnitt aus dem Mini-Spiel «Läckerliturm».

5.2.3.4 Kombiniere richtig

Nachdem der analoge Testablauf gezeigt hat, dass dreidimensionale Formen mit Markern auf allen Seiten unter Umständen zu einem zu hohen Schwierigkeitsgrad führen, wurde das Spielkonzept entsprechend eher dem Prinzip eines Puzzles angepasst. Auf vier quadratischen Kärtchen befinden sich auf beiden Seiten Marker, dessen Sujets dem Kind nicht ermöglichen, die Aufgabe ohne die eingeblendeten AR-Inhalte zu lösen. Jeder Marker zeigt einen Teil eines dreidimensionalen Objekts, die verschiedene Küchenutensilien repräsentieren. Die dreidimensionalen Objekte wurden dazu mit einem 3D-Editor überarbeitet. Fügt das Kind nun die Marker so zusammen, dass die Elemente der dreidimensionalen Objekte zusammenpassen, wird eine Animation abgespielt, die dem Benutzer zeigt, dass die Aufgabe gelöst ist. Insgesamt gibt es drei verschiedene Aufgaben, die sich im Schwierigkeitsgrad unterscheiden. Die einfachen Formen bestehen aus zwei Teilen, die schwierigere Form aus vier. Als Objekte werden ein Nudelholz, ein Schneebesen und eine Schüssel eingesetzt. Die Abbildungen 47 bis 49 zeigen die verschiedenen Formen, die im Spiel zusammengesetzt werden können. Das Spiel kann als Einzel- oder als Gruppenspiel gespielt werden.



Abbildung 47: Kombiniere richtig mit korrekt zusammengesetztem Nudelholz.



Abbildung 48: Kombiniere richtig mit allen vier Schüsselteilen.



Abbildung 49: Kombiniere richtig mit den zwei Schneebesenteile.

5.2.3.5 Siegerwand

Der krönende Abschluss des Spiels kann der Spieler mit der Siegerwand nochmals zelebrieren. Nachdem alle Spiele erfolgreich abgeschlossen sind und der Spieler durch Alex beglückwünscht wird, kann er mittels Plane Detection eine Backsteinwand in den Raum platzieren, auf welcher alle Resultate der einzelnen Spiele nochmals aufgeführt sind. Dies soll dem Spieler nochmals einen Überblick verschaffen und ihm zudem die Möglichkeit geben, sich mit anderen Spielern zu vergleichen. Ein Ausschnitt dieser Siegerwand ist auf der Abbildung 50 zu sehen.

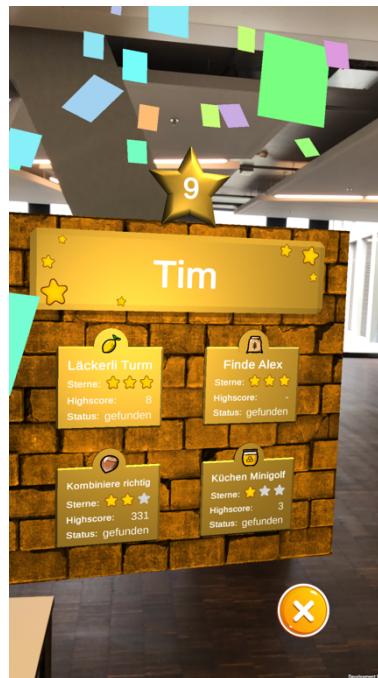


Abbildung 50: Siegerwand.

5.2.3.6 Versteckte Sterne

Die Kinder, die das Genusswelt-Abenteuer spielen, sollen ein positives Erlebnis erfahren und möglichst die Ausstellung nicht frustriert verlassen. Frustration kann auftreten, wenn Spiele nicht mit einem guten Resultat abgeschlossen werden können. Um auch jüngeren Kindern ein Erfolgserlebnis zu bieten, die allenfalls in den Mini-Spielen ein durchschnittliches Resultat erreichen, werden in der Ausstellung verschiedene Sterne versteckt, die zusätzlich eingesammelt werden können. Geht ein Kind also aufmerksam durch die Ausstellung erscheint plötzlich ein Stern, der sich dreht und mit einem Fingertipp eingesammelt werden kann. Die Abbildung 51 zeigt einen Stern, der durch das automatische Erkennen des Markers sichtbar wird.



Abbildung 51: Beispiel eines versteckten Sterns, der in der Ausstellung eingesammelt werden kann.

5.2.3.7 Quizfragen

Um dem Läckerli Huus neben den Mini-Spielen zusätzlich die Möglichkeit zu geben, eigene Inhalte in einen spielerischen Kontext zu verpacken, wurde das Konzept von Quizfragen implementiert. Diese Fragen können über einen Marker aktiviert werden. Sobald das Gerät den Marker erkennt, wird die entsprechende Frage auf einem Panel in der Ausstellung eingeblendet. Beantwortet der Spieler die Frage richtig, kann ein zusätzlicher Stern eingesammelt werden. Die Idee hinter diesen Quizfragen ist, dass Kinder so spielerisch verschiedene Hintergründe zum Läckerli Huus vermittelt bekommen. Da dieses Konzept in einem späten Stadium des Prozesses implementiert wurde, ist es in den Ergebnissen des finalen Testings nicht enthalten. Auf der Abbildung 52 ist eine beispielhafte Quizfrage abgebildet.



Abbildung 52: Beispiel einer Quizfrage, die in der Ausstellung beantwortet werden kann.

5.3 Testing finaler Prototyp

5.3.1 Ziele des Testings

Das Testing des finalen Prototypen soll dazu dienen, die im ersten Testdurchlauf gefundenen Findings, die zum Schluss zu Veränderungen des finalen Prototypen geführt haben, zu testen und ein abschliessendes Testresultat für allfällige Weiterentwicklungen zu erhalten. Zudem ist es in diesem Stadium möglich, den Testablauf so zu simulieren, dass das User Interface im Vergleich zum vorherigen Test nicht mehr getrennt untersucht werden muss. Die Idee besteht darin, ein nachgestelltes Genussweltabenteuer zu simulieren, um so auch das Verständnis für die Story und den eigentlichen Spielablauf zu untersuchen. Das detaillierte Testdossier findet sich im Anhang unter Punkt 9.3.

5.3.2 Testobjekt

In diesem Testdurchlauf wird der finale Prototyp als Testobjekt definiert und nicht mehr nur einzelne Spielkonzepte oder das User Interface. Der finale Prototyp ist eine in Unity entwickelte App, die auf einem Testgerät installiert wird.

5.3.3 Testmetriken

Beim finalen Testing werden dieselben Testmetriken angewendet wie in Punkt 3.4.4 beschrieben. Zusätzlich dazu soll aber untersucht werden, welchen Highscore bzw. wie viele Sterne eine Testperson in den jeweiligen Mini-Spielen erspielt. Diese Metrik soll eine Aussage zu den Schwierigkeitsgraden der jeweiligen Spiele beschreiben.

5.3.4 Rekrutierung der Probanden

Die Selektionskriterien für die Testpersonen in Bezug auf das abschliessende Testing sind die gleichen wie beim Testing der Spielkonzepte unter Punkt 3.4.5 beschrieben.

5.3.5 Testmethode

Der finale Prototyp wurde anhand eines Usability Tests durchgeführt. Dies in Form einer Beobachtung, mit welcher die definierten Metriken analysiert werden konnten. Während sowie nach dem Test wurden den Testpersonen vorher definierte Fragen gestellt, um so vertiefte Informationen zu erhalten.

Die Genussweltausstellung wird meist von Gruppen und Familien besucht. Hier kann es durchaus vorkommen, dass die App auch durch Gruppen genutzt wird. Um auch diesen Umstand im Testing zu berücksichtigen, wurden zwei Testdurchgänge mit jeweils einer Gruppe von zwei bis drei Testpersonen durchgeführt. Neben diesen Gruppentests wurden zusätzlich vier Testpersonen individuell getestet.

5.3.6 Test Setup

Das Testing wurde in Büroräumlichkeiten durchgeführt. Die Marker wurden in einem Raum platziert, damit diese von den Kindern gescannt werden können. Die Testgruppen sowie die einzelnen Testpersonen erhielten eine Einführung, in welcher wiederum mit der Google-Funktion «In 3D ansehen» kurz das Prinzip von Augmented Reality erläutert wurde. Weiter erhielten Sie eine kurze Erklärung bezüglich Läckerli Huus und Genussweltausstellung. Nach dieser Einführung erhielten die Testpersonen die Aufgabe, das Genussweltabenteuer zu starten. Während des Abenteuers wurden den Testpersonen dann einzelne Aufgaben sowie verschiedenen Fragen zum Spielverlauf und Eindrücken gestellt.

5.3.7 Ergebnisse

5.3.7.1 Tutorial

Im Vergleich zum ersten Prototypen wurde die Länge des Tutorials gekürzt. Alle Testpersonen waren in der Lage, das Tutorial ohne oder mit wenigen Hilfestellungen zu durchlaufen. Die Länge wurde von den Testpersonen als «gut» eingestuft. Die jüngeren Testpersonen benötigten im Vergleich zu den über zehnjährigen Testpersonen gut eineinhalb Mal so lange, um das Tutorial zu durchlaufen.

5.3.7.2 Finde Alex

Bei diesem Spiel reagierten die Kinder gepackt von der farbigen Umgebung, den Geräuschen und den interaktiven Charakteren, die innerhalb des Spiels auftreten. Ein Grossteil der Testpersonen dachten, dass die Aufgabe darin besteht, Alex so schnell wie möglich zu finden, um ein gutes Ergebnis zu erzielen. Die Folge daraus war, dass alle Testpersonen nur ein Stern einsammeln konnten, da sie die versteckten Sterne nicht gefunden hatten. Dementsprechend waren hier Anzeichen von Verwirrung zu erkennen. Keine der Testpersonen verstand, dass mehr Sterne zu holen gewesen wären, indem noch weitere Rätsel gelöst worden wären. Trotz dieses Verwirrung wurde dieses Spiel von etwas mehr als der Hälfte der Testpersonen als Lieblingsspiel erkoren.

5.3.7.3 Läckerliturm

Das Prinzip, Läckerli zu einem Turm aufeinanderzustapeln, war für alle Testpersonen verständlich. Hilfestellungen waren nur bei einzelnen Testpersonen nötig, die nicht verstanden hatten, dass der Turm auf dem bereits platzierten Läckerli erbaut werden muss. Die Mehrheit der Testpersonen zeigten positive Emotionen in dem Moment, als der Turm zusammenfiel. So wurde dies beispielsweise mit einem Lachen quittiert. Bei diesem Spiel war es für die Testpersonen relativ einfach möglich, alle drei Sterne zu erspielen. Die Spieldauer war dadurch begründet eher kurz.

5.3.7.4 Kombiniere richtig

Dieses Spiel zeigte die meisten Anzeichen von Überforderung bei den Testpersonen. Etwas mehr als die Hälfte der Kinder zeigten Anzeichen von Frustration, da sie nicht auf Anhieb verstanden, wie die Teile zusammengesetzt werden müssen. Hierbei konnte klar festgestellt werden, dass die Komplexität mit einer höheren Zahl an Teilen steigt. Ebenfalls war deutlich zu erkennen, dass vor allem die jüngeren Testpersonen im Alter von ungefähr acht Jahren

eine grössere Zahl an Usability-Problemen zu verzeichnen hatten. Dies waren zum Beispiel der Verlust des Markers und Probleme das 3D-Modell auf dem Bildschirm zu zentrieren. Eine zusätzliche Schwierigkeit war, dass etwa ein Drittel der Testpersonen nicht verstand, dass man die Karten auch drehen konnte, um auf der anderen Seite einen anderen Marker zu aktivieren. Folglich musste bei diesem Spiel auch am meisten Hilfestellungen geleistet werden, da das Spiel ansonsten von zwei Dritteln der Testpersonen nicht hätte gelöst werden können. Durch die insgesamt fordernde Benutzerinteraktion zeigte die App teilweise Schwierigkeiten, das Zusammenfügen der Objekte korrekt zu erkennen. Dieser Umstand führte bei den betroffenen Testpersonen zu Anzeichen von Frustration und zum Wunsch, das Spiel vorzeitig zu beenden. Eine Testperson äusserte zudem den Wunsch bzw. den Vorschlag, dass das Spiel die Möglichkeit bieten sollte, dieses beispielsweise nach einer korrekten Figur beenden zu können.

5.3.7.5 *Küchen-Minigolf*

Bei diesem Spiel war die Motivation bei den Testpersonen am grössten, das Spiel nochmals zu spielen, um so den Highscore zu verbessern. Die Art und Weise wie der Highscore zu stande kommt, war für alle Testpersonen verständlich. Der Schwierigkeitsgrad der einzelnen Levels war für alle Testpersonen eine Herausforderung. Alle Testpersonen unter neun Jahren waren nicht in der Lage, das dritte und letzte Level erfolgreich zu absolvieren.

Zu Beginn des Spiels war für etwa die Hälfte der Testpersonen nicht offensichtlich, wie die Kugel zu bewegen ist. Nach spätestens zehn Sekunden erkannten jedoch alle Testpersonen ohne Hilfestellung das Prinzip. Die Markierung «Start» verwirrte die meisten Kinder, da sie meinten, dass diese interagierbar ist. Dies sehr wahrscheinlich aus dem Grund, dass die Markierung den Spielmarkierungen der einzelnen Minispiele ähnelte.

5.3.7.6 *Siegerwand*

Die Siegerwand erscheint zum Abschluss des Spiels, nachdem alle Zutaten durch den Spieler eingesammelt wurden. Die Testpersonen nutzten diese Siegerwand, um die einzelnen Ergebnisse nochmals anzuschauen, welche sie erzielt haben. Auch hier wurde den Sternen wiederum eine grosse Beachtung geschenkt.

5.3.7.7 *Zusammenfassung der Ergebnisse*

Die festgestellten Usability-Probleme konnten auch beim finalen Testing hauptsächlich bei der Interaktion in Bezug auf die AR-Inhalte festgestellt werden. Es traten Probleme bei der Nutzung der Plane-Detection-Funktion auf, da wiederum nicht auf Anhieb erkannt wurde, ob das Gerät auf eine Wand oder gegen den Boden gerichtet werden muss. Die nach dem ersten Testing implementierten Tooltips führten jedoch dazu, dass die Testpersonen weniger Hilfestellungen benötigten, da sie meist nach der ersten Verwirrung die eingebblendeten animierten Tipps begutachtet haben. Mit Hilfe der Animationen waren die Testpersonen in der Lage, die gezeigten Bewegungen nachzuahmen und so der App zu ermöglichen, die Flächen zu erkennen. Nachdem die Testpersonen dieses Prozedere einmal durchgeführt hatten, traten beim nächsten Platzieren der AR-Inhalte keine Probleme mehr auf. Eine Ausnahme bildet hier die Erkennung an Wänden. Durch die Tatsache, dass weisse Wände durch die Technologie relativ schlecht erkannt werden, war die Erkennung solcher Flächen trotzdem mit Schwierigkeiten verbunden.

Während dem Testing wurde darauf geachtet, welche Emotionen auftreten und durch welchen Umstand diese begründet sind. Während der Spiele war beim Grossteil der Testpersonen eine starke Fokussierung zu erkennen. Positive Reaktionen wurden vor allem beim Er-

halt von Sternen gezeigt. Auf die eingeblendeten AR-Inhalte reagierte die Mehrheit der Testpersonen mit einem gewissen Erstaunen. Die Szenerie von «Finde Alex» mit den enthaltenen Animation, Soundeffekten und visuellen Reizen wurde durch die meisten Testpersonen positiv eingestuft. Trotz des nicht ganz klaren Spielkonzepts in Bezug auf das Punktesystem wurde dieses Spiel von etwas mehr als der Hälfte als Lieblingsspiel deklariert. Hier gilt festzuhalten, dass die Anzahl der durch die Testperson durchgeföhrten Spielversuche nicht per se mit dessen subjektiven Meinung in Bezug auf das Lieblingsspiel übereinstimmt. So weist zum Beispiel das Spiel «Küchen-Minigolf» mit Abstand die meisten Spielversuche auf. Gründe für das Nichtgefallen eines Spiels, waren hauptsächlich Frustrationsfaktoren, welche vor allem beim Kombinations-Spiel aufgetreten sind. Weitere Gründe waren die zu kurze Spieldauer oder ein zu geringer Schwierigkeitsgrad.

Bei der Analyse der Spieldauer hat sich gezeigt, dass die Spieldauer mit dem Alter der Testpersonen abnimmt. Das bedeutet, dass Testpersonen im Alter zwischen acht und neun Jahren im Vergleich zu älteren Testpersonen länger brauchten, um den Spielerfolg zu erzielen. Weiter konnte festgestellt werden, dass Gruppen unabhängig vom Alter am schnellsten zum gewünschten Spielerfolg kamen, da untereinander Hilfestellung geleistet wurde.

In Bezug auf das Punktesystem kann festgestellt werden, dass die Sterne ein motivierender Faktor darstellen: Alle Testpersonen richteten ihr Spielerverhalten nach den eingesammelten Sternen und freuten sich, wenn sie durch ein Spiel weitere Sterne erhielten. Sobald in einem Spiel alle möglichen Sterne eingesammelt wurden, gingen die Testpersonen sofort zum nächsten Spiel über. Ein weiterer Motivationsfaktor waren die Zutaten. Wenn die Kinder die Zutat nicht erhalten hatten, zögerten sie nicht, das Spiel nochmals zu starten, um die Zutat erhalten zu können. Keine der Testpersonen zeigte Schwierigkeiten, die Funktionen der verschiedenen Buttons zu verstehen und sich somit in der App zurechtzufinden. Sie wussten wie sie die Spiele starten, abbrechen und neu starten konnten.

Der durchgeföhrte Test mit den zwei kleinen Gruppen mit jeweils zwei oder drei Kindern lieferte wiederum Erkenntnisse in Bezug auf Hilfestellungen und Kommunikation. Die beiden Gruppen gaben in der Befragung an, dass sie diesen Spielmodus bevorzugen, da sie sich so gegenseitig unterstützen können. Während dem Test traten weniger Schwierigkeiten auf, wodurch im Vergleich zum Einzel-Testing weniger Hilfestellungen notwendig waren. Dies war dadurch begründet, dass meistens mindestens eine Testperson der Gruppe verstand, wie das Spielprinzip funktioniert. So konnte diese den anderen Tipps erteilen. Im Gegensatz dazu gab eine einzeln getestete Testperson an, dass sie das Spiel in einer Gruppe präferiert hätte, da sie sich so mit anderen Spielern hätte messen können.

5.3.8 Anpassungen Prototypen

Basierend auf den Ergebnissen des finalen Testings konnten einige Anpassungen noch im Rahmen dieses Projektes umgesetzt werden. Das Spiel «Finde Alex» wurde mit weiteren Hilfestellungen im Spiel angereichert. Während dem Spielen wird darauf hingewiesen, dass weitere Sterne eingesammelt werden können, wenn mit anderen virtuellen Personen interagiert wird. Aufgrund der vielen positiven Reaktionen auf die Audio-Inhalte von «Finde Alex» wurde die ganze Applikation mit weiteren Soundeffekten und Hintergrundgeräuschen bereichert. Als Massnahme auf die Frustrationen einiger Testpersonen während des Spiels «Kombiniere richtig» wurde bei allen Mini-Spielen die Option in Form eines Buttons eingefügt, um dieses vorzeitig beenden zu können und die verdienten Sterne und Zutaten zu erhalten. Nebst anderen kleinen Anpassungen wurde auch die Markierung vom Spiel «Küchen-Minigolf» angepasst, damit diese nicht mehr als klickbares Element angesehen wird.

6 Schlussfolgerung

6.1 Spezifische Ergebnisse

Die definierte Fragestellung, die im Zusammenhang mit dieser Arbeit erörtert werden sollte, umschliesst drei Bereiche. Diese Bereiche umfassen die spielerischen Inhalte bzw. die Gamification, den Schwerpunkt der Usability sowie Technologien zur Nutzung von AR-Inhalten. Im Folgenden werden die spezifischen Ergebnisse zu diesen drei Bereichen einzeln beschrieben.

6.1.1 Spielerische Inhalte

6.1.1.1 Motivationsfaktoren

Die Testings während diesem Projekt haben gezeigt, dass es unterschiedliche Motivationsfaktoren in Bezug auf spielerische Inhalte bzw. Gamification gibt, die Kinder innerhalb der Zielgruppe anregen können, ein Spiel zu spielen. Bei den im finalen Prototypen implementierten Spielen können drei massgebende Faktoren identifiziert werden.

Die Komplexität bzw. der Schwierigkeitsgrad des Spiels war massgebend für die Motivation innerhalb des Spiels. Dabei ist es allerdings wichtig zu erwähnen, dass einfache Spiele nicht per se als motivierender betrachtet werden können. Ein Schwierigkeitsgrad, welcher für das Kind nicht im ersten Versuch überwunden werden kann, wirkt durchaus motivierend und fördert den Willen, das Spiel nochmals zu versuchen. Wird allerdings der Schwierigkeitsgrad zu hoch angesetzt, so dass das Kind nach mehreren Versuchen keinen Fortschritt erzielt, kippt die Motivation in Frustration und das Spiel wird in der Regel abgebrochen.

In Bezug auf den finalen Prototypen unterscheidet sich die Komplexität der Spiele im Interaktionslevel, also in der Art der Bedienung – sowie in der eigentlichen Spielaufgabe, die bei einigen Spielen durch verschiedene Level zusätzlich gesteigert wird. Spiele, welche ein hohes Interaktionslevel aufweisen, überfordern vor allem die jüngere Zielgruppe im Bereich zwischen acht und zehn Jahren. Als Beispiel soll hier das Mini-Spiel «Kombiniere richtig» hervorgehoben werden, in welchem die Spieler 3D-Objekte mittels auf Kärtchen aufgedruckten Markern richtig zusammensetzen müssen. Wird das Spiel in einer Zweiergruppe gelöst, sind die Kommunikation sowie das Fokussieren der Marker mit dem Smartphone herausfordernde Faktoren. Als Einzelspiel können das gleichzeitige Fokussieren der Marker und das Anordnen der Kärtchen als herausfordernde Faktoren hervorgehoben werden.

Ein weiterer wichtiger Motivationsfaktor ist das Punktesystem bzw. das Prinzip der High-scores. Aufgaben, die im Grundsatz lösbar sind, können mit einem Punktesystem zusätzlich bewertet werden, um so das Kind zu animieren, die Aufgabe in einem nächsten Versuch noch besser zu lösen. Es wird so also möglich, dass sich das Kind selbst herausfordern kann, sein eigenes Resultat zu übertreffen. Weiter hilft ein Punktesystem aber auch, sich in einem Umfeld von mehreren Spielern zu vergleichen. Diese zusätzliche Motivation erhöht den Wettbewerb. Neben Hilfestellungen innerhalb des Spiels war der Austausch in Bezug auf den Punktestand der am meisten vorkommende Grund für die Kommunikation innerhalb der Gruppe.

6.1.2 Usability

Im Rahmen der Untersuchungen in diesem Projekt traten bei der Nutzung des AR-Prototypen verschiedene Usability-Probleme auf. Die wichtigsten Faktoren und Erkenntnisse werden im Folgenden abschliessend zusammengefasst.

6.1.2.1 *Usability-Probleme*

Erkenntnisse aus der Literaturstudie und den Testings zeigen, dass bei Kindern mit zunehmendem Alter die Anzahl der auftretenden Usability-Probleme abnehmen. Der finale Prototyp erfordert aufgrund der implementierten AR-Spiele ein erhöhtes Interaktionslevel und birgt so das Risiko von Usability-Problemen. Hier können Faktoren wie Verlust des Markers, die Orientierung des Benutzers im Raum im Zusammenhang mit den platzierten AR-Inhalten sowie die Koordination bzw. die Bedienung der App mit gleichzeitiger Betrachtung der AR-Inhalte hervorgehoben werden. Beispielsweise gilt es zu beachten, dass Geräte von Kindern meist zweihändig bedient werden. So können zum Beispiel Interaktionen, die das Halten des Devices und das gleichzeitige Koordinieren mit einem Marker erfordern, die Kinder überfordern. Die Untersuchungen während der Testings haben zudem gezeigt, dass Usability-Probleme in Bezug auf Interaktion mit Augmented-Reality-Inhalten reduziert werden können, wenn komplexe Interaktionen wie Plane Detection mit animierten Tooltips während der Nutzung unterstützt werden.

6.1.2.2 *User Interface*

Bei der Gestaltung des User Interfaces hat sich gezeigt, dass die untersuchte Zielgruppe Textinhalten weniger Beachtung schenkt und zudem einen im Vergleich zu visuellen Elementen höheren Zeitaufwand benötigt, um diese zu interpretieren. Dieser Effekt verstärkt sich mit Abnahme des Alters.

6.1.3 **Technologien**

Im Zusammenhang mit diesem Projekt sollte ebenfalls die Fragestellung erörtert werden, welche Technologien sich für eine einmalige Nutzung von AR-Applikationen eignet. Eine grosse Hürde für die Nutzung von Apps, welche nur kurzzeitig genutzt werden, zeigt sich im Download der Software auf das eigene Gerät.

Die im theoretischen Teil beleuchteten WebAR-Technologien bieten den Vorteil, dass AR-Inhalte direkt im Browser konsumiert werden können und somit kein Download einer App notwendig ist. Die durchgeführte Nutzwertanalyse, welche unter 4.1.3.1 aufgeführt ist, zeigt dass für dieses Projekt eine Crossplattform-Lösung, die auf die Funktionalitäten ARCore sowie ARKit zugreifen, besser geeignet ist.

Die Gründe dafür liegen an den benötigten Interaktionsmöglichkeiten. Der Benutzer soll während des Spiels in der Lage sein, Spielflächen zu finden, um Objekte zu platzieren (Ray-casting bzw. Plane Detection). Zudem werden räumliche Orientierungspunkte benötigt, um einzelne Levels in der Szenerie neu zu platzieren. WebXR zeigt hier Bestrebungen, jedoch sind diese Funktionen vielfach in einem Beta-Stadium und nur über spezielle Viewer für die iOS-Plattform verfügbar. Ein weiterer Grund liegt in der Performance, welche bei WebAR-Frameworks vom Browser und unter Umständen von einer Internetverbindung abhängig ist. Bei durchgeführten Tests von Web-Frameworks bezüglich Image Tracking traten Probleme mit AR-Inhalten auf, die zu Usability-Problemen während des Spiels hätten führen können. So flackerten AR-Inhalte, die mittels Image Tracking platziert wurden und zeigten zudem Probleme bei der korrekten Positionierung.

Die geschilderten Erkenntnisse zeigen, dass der Einsatz von Webtechnologien die Einstiegshürde durch den Wegfall des Downloads positiv beeinflussen können und sich so gut für einmalige AR-Erlebnisse eignen. Allerdings sind die technischen Anforderungen einer App wichtige Faktoren, die zwingend in der Wahl der Technologie berücksichtigt werden müssen.

6.2 Allgemeine Erkenntnisse

Neben den spezifischen Resultaten aus den Testings, die vor allem das User Interface Design und Ergebnisse aus den Mini-Spielen betreffen, lassen sich auch allgemeine Erkenntnisse festhalten, die auch in einem erweiterten Kontext Gültigkeit haben. Dieser erweiterte Kontext kann zum Beispiel AR-Apps im Lernumfeld umfassen oder auch Apps, die das Ziel haben, Inhalte für die untersuchte Zielgruppe mit dem Einsatz von Augmented Reality zu vermitteln. Im Folgenden sind diese allgemeinen Erkenntnisse zusammengefasst.

6.2.1.1 Visuelle und akustische Reize

Das Spiel «Finde Alex» verfügt über den grössten Anteil an visuellen Effekten, die in Form von Animationen präsentiert werden. Zudem verfügt das Spiel über Audio-Inhalte, die den Spieler zu Aktivitäten auffordern oder die Spiel-Szenerie untermalen. Diese Effekte wurden von den Testpersonen als besonders positiv hervorgehoben. Daraus resultiert auch, dass sich dieses Spiel als Lieblingsspiel herausgestellt hat. Einerseits können visuelle und akustische Effekte dazu genutzt werden, um dem User Hilfestellungen zur Verfügung zu stellen. Dieser Faktor trägt dazu bei, Usability-Probleme zu verhindern, wenn Kinder noch nicht in der Lage sind grössere Textmengen zu lesen und zu verarbeiten. Andererseits können diese Effekte eingesetzt werden, um die Aufmerksamkeit des Users gezielt auf bestimmte Elemente bzw. Inhalte zu lenken.

6.2.1.2 Usability

Die Komplexität der Interaktionsmöglichkeiten in Bezug auf AR-Inhalte muss auf die spezifischen Entwicklungsstadien der jeweiligen Altersstufen abgestimmt sein. Die im Punkt 6.1.2.1 beschriebenen Usability-Probleme lassen sich nicht nur für den getesteten AR-Prototypen festhalten, sondern haben ihre Gültigkeit für alle AR-Apps, welche die definierte Zielgruppe ansprechen und die entsprechenden Devices wie Smartphones nutzen.

6.2.1.3 Motivierende Faktoren

Die verschiedenen Faktoren, die zur Motivation eines Kindes beitragen, Spiele mit Augmented-Reality-Inhalten zu spielen, lässt sich ebenfalls auf Apps in einem anderen Kontext anwenden. Überall dort, wo Inhalte spielerisch vermittelt werden sollen, können die in Punkt 6.1.1.1 beschriebenen Faktoren angewendet werden. Hier sind zum Beispiel Lern-Apps zu erwähnen, die das spielerische Lernen fördern.

6.3 Kritischer Rückblick

Die in der Startphase erarbeitete Planung wurde während des Projekts in einigen Punkten angepasst, so konnten zum Beispiel die geplanten Testings erst zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden. Die Ziele, die mit der Planung einhergegangen sind, konnten jedoch mit der Erarbeitung des finalen Prototypen erreicht werden. Die geplanten vier bis fünf Spielkonzepte konnten mit den vier implementierten Mini-Spielen und der abschliessenden Siegerwand umgesetzt werden.

Für die Durchführung dieses Projekt wurde wie in Punkt 1.4 beschrieben der Design-Thinking-Ansatz gewählt. Die einzelnen aufeinander aufbauenden Phasen sowie das iterative Vorgehen haben sich für dieses Projekt aus mehreren Gründen gut geeignet. In den iterativen Phasen konnten die erarbeiteten Prototypen mit einem der entsprechenden Phase angemessenen Aufwand schrittweise verbessert und getestet werden. Dieses Vorgehen hat ermöglicht, dass bis zur Schlussphase des Projekts Erkenntnisse in Form von Anpassungen in den Prototypen einfließen konnten.

Das Testing, insbesondere dasjenige in Bezug auf die Spielkonzepte wurde durch die anhaltende Covid-19-Pandemie erschwert. Um eine grosse Zahl an Spielkonzepten zu validieren, wäre ein Testing im frühen Stadium mit analogen Testkonzepten und mit einer grösseren Zahl an Testpersonen nach heutigen Erkenntnissen aussagekräftiger gewesen. Für diese Art von Tests wurde ein Remote-Testverfahren ebenfalls als nicht praktikabel erachtet, da beim Testing einerseits die subjektiven Eindrücke wie Emotionen als substanzuell erachtet wurden. Andererseits haben Erkenntnisse aus den durchgeföhrten Online-Befragungen gezeigt, dass der Einfluss der Eltern unter Umständen relativ gross ist, da sie das Kind bei der Durchführung unterstützen und so eventuell sogar beeinflussen. Um trotzdem an ausreichend Erkenntnissen für die Erarbeitung des finalen Prototypen zu gelangen, wurde während des Projekts entschieden, eine vertiefte Literaturstudie durchzuföhrten. Mit diesen Erkenntnissen und einzelnen Befragungen wurden die Spielkonzepte selektiert und schrittweise ausgearbeitet. Das finale Testing brachte dann zum Schluss weitere wichtige Erkenntnisse, die als Empfehlung für eine künftige Weiterentwicklung des Prototypen und für Testings in einem grösseren Rahmen festgehalten sind.

6.4 Ausblick

6.4.1 Weiterentwicklung des Prototypen

In der initialen Planungsphase und während des Projekts wurden die Implementierung der verschiedenen Spielkonzepte und der Story anhand von Erkenntnissen aus der Recherche und nach Absprache mit dem Projektkunden geplant. Im gesamten Kreativprozess entstanden natürlich auch weitere Ideen, die im Umfang dieses Projekts nicht enthalten sind, jedoch im Folgenden für eine mögliche Weiterentwicklung des Prototypen ausgeführt werden.

6.4.1.1 Sprachwechsel

Das Konzept für das User Interface beinhaltet die Option für Einstellungsmöglichkeiten. Da in diesem Projekt vor allem das Konzept und somit Themen wie Gamification und die eigentliche Story im Vordergrund standen, wurde die Funktion zum Sprachwechsel im finalen Prototypen nicht implementiert. Im Unity Asset Store finden sich zahlreiche Erweiterungen, welche dieses Feature auf Basis von sogenannten Sprachtemplates ermöglichen.

6.4.1.2 Leaderboard

Im aktuellen Konzept werden verschiedene spielerischen Inhalte integriert, um die Gamification zu erhöhen. Das Sterne- sowie das Punktesystem sollen motivieren, ein möglichst gutes Resultat zu erzielen. Wie in diesem Konzept bereits beschrieben, sind Wettbewerb (Competition) und das gegenseitige Messen wichtige Motivationsfaktoren. Mittels einem Leaderboard, also einer Auflistung der Highscores aller Spieler, könnte man die Vergleichbarkeit bzw. das gegenseitige Messen der Resultate in das Konzept integrieren, und so die vorhin beschriebenen Faktoren erhöhen.

6.4.1.3 Zusätzliche Technologien für Navigation in Räumlichkeiten

Der finale Prototyp baut auf dem Prinzip von Image-Markern auf. Dies bedeutet, dass diese Marker von der App erkannt werden müssen, bevor AR-Inhalte geladen werden. Der grosse Vorteil dieses Konzepts ist, dass sich diese sehr gut in die aktuelle Szenerie der Genusswelt-Ausstellung integrieren und erweitern lässt. Diese Art des Trackings weist jedoch auch gewisse Limitierungen auf. Möchte man zum Beispiel AR-Inhalte anhand des Standorts einblenden, ohne dass ein Marker gescannt werden muss, ist dies in Gebäuden in der Regel nur mit anderen Technologien wie Bluetooth-Beacons, WLAN oder Indoor-Maps möglich [3].

Ein weiteres Projekt könnte sich diesem Thema widmen und untersuchen, welche Möglichkeiten mit diesen Technologien zu erzielen sind. Durch die räumliche Unterteilung der Ausstellung eignet sich diese auch, um verschiedene Konzepte zu untersuchen bzw. zu testen.

6.4.2 Werbemassnahmen in der Ausstellung

Der Entscheid, aus technologischen Gründen den AR-Prototypen nicht mittel WebAR-Technologien zu erstellen, hat zur Folge, dass bezüglich Nutzung eine gewisse Einstiegshürde besteht. Die Besucher müssen die App vor dem Besuch auf ihrem Gerät installieren. Um die Nutzer zu animieren, die App zu installieren, werden die im Folgenden beschriebenen Massnahmen vorgeschlagen.

6.4.2.1 Anpassung der Werbematerialen

Bereits heute erhalten Besucher der Ausstellung einen Informationsflyer, welcher Informationen zum Läckerli Huus und zur Genusswelt-Ausstellung enthält. Um die neue AR-App zu bewerben soll dieser Flyer mit einem Abschnitt ergänzt werden, der Informationen zur neuen App enthält. Wichtige Aspekte, die dabei hervorgehoben werden sollen, sind die spielerischen Inhalte sowie die Zielgruppe. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der Umgang mit dem Datenschutz. Diesbezüglich muss das Vertrauen zwischen dem Läckerli Huus und den Besuchern aufgebaut werden, so dass potenzielle Nutzer wissen, dass ihre Daten nicht für weitere Zwecke verwendet werden.

6.4.2.2 Werbevideo

In der Ausstellung gibt es zahlreiche Screens, welche Videos zu verschiedenen Themen abspielen. So wird zum Beispiel zu Beginn der Genusswelt ein Begrüßungsvideo abgespielt. Diese Begrüssung könnte man mit einem Abschnitt zur neuen App ergänzen und darin ein aufgezeichnetes Beispiel zeigen, wie die App genutzt werden kann. Ein solches Videobeispiel schafft bei den Besuchern visuelle Anreize und kann die Kinder sowie die Eltern dazu animieren, die App zu installieren.

6.4.2.3 Nutzbare Smartphones und Tablets in der Ausstellung

Für Besucher, die kein eigenes Gerät besitzen oder aber die App nicht auf ihrem eigenen Gerät installieren wollen, können Geräte im Shop zur kostenlosen Ausleihe zur Verfügung gestellt werden. Dies kann die Besucher dazu verleiten, das Konzept zu testen und so ggf. auch weitere Besucher dazu animieren, die App zu installieren. Vorgeschlagen werden hier eine Handvoll Android-Tablets, da diese preislich günstiger sind, als vergleichbare iOS-Geräte. Tablets werden im Vergleich zu Smartphones bevorzugt, da eine grössere Bildschirmfläche vor allem bei jüngeren Kinder Usability-Probleme wie die Koordination im Raum minimiert.

6.4.3 Deployment

Für Android steht im Repository (Link siehe Punkt 4.2.2.7) eine APK-Datei zur Verfügung, welche auf allen Android Geräten ab der Version 8.0 Oreo installiert werden kann. Eine direkte Installation auf Apple Geräte ist nicht möglich. Dazu müssten weitere Schritte getätigert werden. Ein Deployment auf die Stores von iOS und Google Play Store wurde nicht gemacht. Für weitere Informationen zum Deployment für Apple Geräte kann die offizielle Seite von Apple unter <https://developer.apple.com/ios/submit/> konsultiert werden.

7 Abbildungsverzeichnis

7.1 Abbildungen

Abbildung 1: Räumlichkeit in der Genussweltausstellung.	7
Abbildung 2: Beispiel einer Kulisse.	7
Abbildung 3: Der Screenshot von der Webseite «Can I use» zeigt einen Überblick über die Browser-Kompatibilität der WebXR Device) [7].	11
Abbildung 4: Curl-Grip einer Testperson während dem Testing des finalen Prototypen.	16
Abbildung 5: Nachgeahmter Crab-Grip während der Nutzung des finalen Prototypen.	16
Abbildung 6: Erste Ideen im Zusammenhang mit dem Charakter Alex.	24
Abbildung 7: Skizze zur Benutzerinteraktion.	24
Abbildung 8: Erste Ideen in Form von Sketches.	36
Abbildung 9: Erster Entwurf bezüglich Strukturierung der Inhalte.	36
Abbildung 10: Lo-Fi-Entwurf des Explore-Screens mit geschlossener Zutatenleiste.	37
Abbildung 11: Lo-Fi-Entwurf des Explore- Screens mit geöffneter Zutatenleiste.	37
Abbildung 12: Abbildung der Projektstruktur in Bezug auf die einzelnen Scenes.	43
Abbildung 13: Grundsätzliche Elemente einer Scene.	44
Abbildung 14: Grundsätzlicher Aufbau des UI-Controllers.	44
Abbildung 15: Grundsätzlicher Aufbau des GameControllers.	45
Abbildung 16: Grundsätzlicher Aufbau des AudioControllers.	45
Abbildung 17: Visuelle Repräsentation der Informationsarchitektur.	47
Abbildung 18: Start-Screen 1.	48
Abbildung 19: Start-Screen 2.	48
Abbildung 20: Start-Screen 3.	48
Abbildung 21: Tutorial-Screen 1.	48
Abbildung 22: Tutorial-Screen 2.	48
Abbildung 23: Tutorial-Screen 3.	48
Abbildung 24: Explore-Screen im Portrait-Modus.	49
Abbildung 25: Visuelle Repräsentation des Gutenberg-Diagramms mit den vier Bereichen (Eigene Darstellung in Anlehnung an die Abbildung aus dem Buch «Universal Principles of Design» [31].)	50
Abbildung 26: Anordnung der Elemente auf dem Explore-Screen.	50
Abbildung 27: Eigene Darstellung des Z-Patterns.	50
Abbildung 28: Info-Panel im Landscape-Modus.	51
Abbildung 29: Info-Panel im Portrait-Modus.	51
Abbildung 30: Repräsentation der wichtigsten enthaltenen Farben.	52
Abbildung 31: Design der enthaltenden Buttons. Die dunkelbraunen Buttons entsprechen dem aktvierten bzw. gedrückten Status.	52
Abbildung 32: Info-Panel mit der Detailansicht des Spielfortschritts.	53
Abbildung 33: Settings-Panel mit der Sprachoption.	53
Abbildung 34: Marker für die implementierten Mini-Spiele.	54
Abbildung 35: Marker für Quizfragen.	54
Abbildung 36: Marker 1 für versteckten Stern.	54
Abbildung 37: Marker 2 für versteckten Stern.	54
Abbildung 38: Marker 3 für versteckten Stern.	54
Abbildung 39: Die Animation erscheint, sobald die Form korrekt zusammengesetzt wurde.	55
Abbildung 40: App-Icon des Genusswelt-Abenteuers.	56
Abbildung 41: Das Smartphone-Icon bewegt sich auf der Richtung des Fadenkreuzes hin und her.	57
Abbildung 42: Ausschnitt aus dem Spiel «Finde Alex».	58
Abbildung 43: Küchen-Minigolf Level 1.	59
Abbildung 44: Küchen-Minigolf Level 2.	59
Abbildung 45: Küchen-Minigolf Level 3.	59
Abbildung 46: Ausschnitt aus dem Mini-Spiel «Läckerliturm».	60
Abbildung 47: Kombiniere richtig mit korrekt zusammengesetztem Nudelholz.	61
Abbildung 48: Kombiniere richtig mit allen vier Schüsselteilen.	61

Abbildung 49: Kombiniere richtig mit den zwei Schneebesenteile.....	61
Abbildung 50: Siegerwand.	61
Abbildung 51: Beispiel eines versteckten Sterns, der in der Ausstellung eingesammelt werden kann.	62
Abbildung 52: Beispiel einer Quizfrage, die in der Ausstellung beantwortet werden kann.	63

7.2 Tabellen

Tabelle 1: Funktionsübersicht der beschriebenen Tools.	12
Tabelle 2: Analysierte AR-Apps in Bezug auf die wichtigsten Unterhaltungsfaktoren.	20
Tabelle 3: Persona «Tim Beck».....	22
Tabelle 4: Persona «Leoni Schneider».....	23
Tabelle 5: Spielidee «Finde Alex».	25
Tabelle 6: Spielidee «3D-Labyrinth».....	26
Tabelle 7: Spielidee «Rätselwand».....	26
Tabelle 8: Spielidee «Läckerlitzurm».....	27
Tabelle 9: Spielidee «Kombiniere richtig».....	27
Tabelle 10: Spielidee «Balanciere Objekt».....	28
Tabelle 11: Spielidee «Erinnerungsfoto mit Alex».....	28
Tabelle 12: Messskala «T-Shirt-Methode» und dazugehörige Storypoints.	30
Tabelle 13: Geschätzter Implementierungsaufwand anhand der T-Shirt-Methode.	30
Tabelle 14: Testmetriken mit dazugehörigen Indikatoren.	32
Tabelle 15: Auflistung der selektierten Testpersonen.....	33
Tabelle 16: Testmetriken in Bezug auf User Interface Testing.	39
Tabelle 17: Nutzwertanalyse in Bezug auf verschiedene AR-Frameworks.	42

8 Literaturverzeichnis

- [1] I. Heller, S. v. Andrian, D. Stahmann und V. Gehrman-Linnerth, „Der Design Thinking Ansatz,“ in *Quartiersentwicklung mit Design Thinking*, Wiesbaden, SpringerGabler, 2020, pp. 19-25.
- [2] R. Dörner, W. Broll, P. Grimm und B. Jung, *Virtual und Augmented Reality (VR/AR)*, Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2019.
- [3] GmbH, ViewAR, „ViewAR“ ViewAR GmbH, 27. Februar 2020. [Online]. Available: <https://www.viewar.com/blog/augmented-reality-indoor-navigation-positioning/>. [Zugriff am 20. Juni 2020].
- [4] M. a. i. contributors, „WebXR Device API - Web APIs | MDN,“ Mozilla, 24. Juni 2020. [Online]. Available: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebXR_Device_API. [Zugriff am 14. Juli 2020].
- [5] W3C, „WebXR Device API,“ W3C, 24. Juli 2020. [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/webxr/>. [Zugriff am 7. August 2020].
- [6] Mozilla, „Mozilla Labs,“ Mozilla, [Online]. Available: <https://labs.mozilla.org/projects/webxr-viewer/>. [Zugriff am 2. August 2020].
- [7] Deveria, Alexis; „Can I use,“ Alexis Deveria, 2020. [Online]. Available: <https://caniuse.com/#feat=webxr>. [Zugriff am 8. August 2020].
- [8] Apple Inc., „Apple Developer Documentation,“ Apple Developer Documentation, [Online]. Available: https://developer.apple.com/documentation/arkit/previewing_a_model_with_ar_quick_look. [Zugriff am 8. August 2020].
- [9] A. O. Community, „AR.js,“ AR.js Org Community, [Online]. Available: <https://arjs-org.github.io/AR.js-Docs/>. [Zugriff am 16. Juni 2020].
- [10] A.-F. authors, „A-Frame,“ [Online]. Available: <https://aframe.io/docs/1.0.0/introduction/>. [Zugriff am 16. Juni 2020].
- [11] t. authors, „three.js,“ [Online]. Available: <https://threejs.org/docs/index.html#manual/en/introduction/Creating-a-scene>. [Zugriff am 16. Juni 2020].
- [12] <https://www.8thwall.com/>, „8th Wall | Augmented Reality,“ 8th Wall, 2020. [Online]. Available: <https://www.8thwall.com/>. [Zugriff am 8. August 2020].
- [13] U. Technologies, «Unity Documentation,» Unity Technologies, 4. August 2020. [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Manual/class-GameObject.html>. [Zugriff am 7. August 2020].
- [14] Wiarframe Inc., „wiarframe | The Home of AR Design & Prototyping,“ Wiarframe Inc., 2019. [Online]. Available: <https://www.wiarframe.com/>. [Zugriff am 7. August 2020].
- [15] Blender Foundation, „Blender,“ [Online]. Available: <https://www.blender.org>. [Zugriff am 3. August 2020].
- [16] I. Radu, *Exploring the usability of augmented reality interaction techniques during children's early elementary-school years*, Georgia Institute of Technology, 2016.
- [17] A. Furnham, „Kognitive Entwicklungsstadien,“ in *50 Schlüsselideen Psychologie*, Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag, 2010, pp. 156-159.
- [18] G. Mietzel, „Kognitive Entwicklung im Vorschulalter,“ in *Wege in die Entwicklungspsychologie*, Weinheim, Verlagsgruppe Beltz, Psychologie Verlags Union, 2002, pp. 181-218.
- [19] G. Mietzel, „Kognitive Entwicklung im Grundschulalter,“ in *Wege in die Entwicklungspsychologie*, Weinheim, Verlagsgruppe Beltz, Psychologie Verlags Union, 2002, pp. 251-291.
- [20] G. Waller, L. Suter, J. Bernath, C. Külling, I. Willemse, N. Martel und D. Süss, „zhaw,“ Bundesamt für Sozialversicherungen, 2019. [Online]. Available: zhaw.ch. [Zugriff am 20. Juni 2020].

- [21] C. Olson, „Children’s Motivations for Video Game Play in the Context of Normal Development,“ *Review of General Psychology*, pp. 180-187, 1. Juni 2010.
- [22] N. Moorhouse, M. C. tom Dieck und T. Jung, „An experiential view to children learning in museums with Augmented Reality,“ *Museum Management and Curatorship*, pp. 402-418, 10. Februar 2019.
- [23] J. Hamari, A. Malik, J. Koski und A. Johri, „Uses and Gratifications of Pokémon Go: Why do People Play Mobile Location-Based Augmented Reality Games?,“ *International Journal of Human–Computer Interaction*, pp. 804-819, 2019.
- [24] Apple Inc., „Apple App Store,“ Apple Inc., 2020. [Online]. Available: <https://apps.apple.com/de/app/avo/id1452511688?l=en>. [Zugriff am 7. August 2020].
- [25] Apple Inc., „App Store,“ Apple Inc., [Online]. Available: <https://apps.apple.com/ch/app/wonderscope/id1437417679>. [Zugriff am 13. Juli 2020].
- [26] Bundesamt für Gesundheit (BAG), „Bundesamt für Gesundheit (BAG),“ 20. März 2020. [Online]. Available: <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/das-bag/aktuell/medienmitteilungen.msg-id-78513.html>. [Zugriff am 12. Mai 2020].
- [27] A. Junker, „Heise online,“ Heise Medien GmbH & Co. KG, 27. Juli 2018. [Online]. Available: <https://www.heise.de/developer/artikel/Gib-mir-eine-Zahl-Schaetzungen-entlang-des-Entwicklungsprozesses-4119174.html>. [Zugriff am 21. Juli 2020].
- [28] J. Nielsen, „Nielsen Norman Group,“ Nielsen Norman Group, 18. März 2000. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>. [Zugriff am 21. Juli 2020].
- [29] J. Pannafino und P. McNeil, „Guerilla Usability Testing,“ in *UX Methods: A Quick Guide to User Experience Research Methods*, CDUXP LLC, 2017, pp. 52-53.
- [30] J. Pannafino und P. McNeil, „A/B Testing,“ in *UX Methods: A Quick Guide to User Experience Research Methods*, CDUXP LLC, 2017, pp. 6-7.
- [31] W. Lidwell , K. Holden und J. Butler, „Gutenberg Diagram,“ in *Universal Principles of Design*, London, Quarto Publishing Group, 2010, pp. 118-119.
- [32] G. Xvr Kivar, „UX Collective,“ A Medium Corporation, 9. April 2019. [Online]. Available: <https://uxdesign.cc/grab-attention-of-your-website-readers-with-z-pattern-7764fca7f28e>. [Zugriff am 21. Juli 2020].
- [33] G. Bradley S., J. Sherry, K. Lachlan, K. Lucas und A. Holmstrom, „Orientations to video games among gender and age groups,“ *Simulation & Gaming*, p. 238–259, 2010.
- [34] „AR.js Documentation,“ [Online]. Available: <https://ar-js-org.github.io/AR.js-Docs/>. [Zugriff am 15. Juni 2020].

9 Anhang

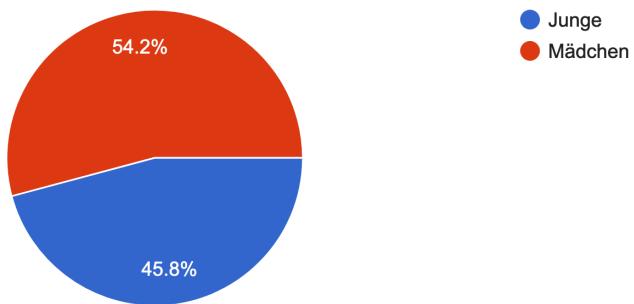
9.1 Umfrage Zielgruppe

9.1.1 Antworten

9.1.1.1 Frage 1

Bist Du ein Junge oder ein Mädchen?

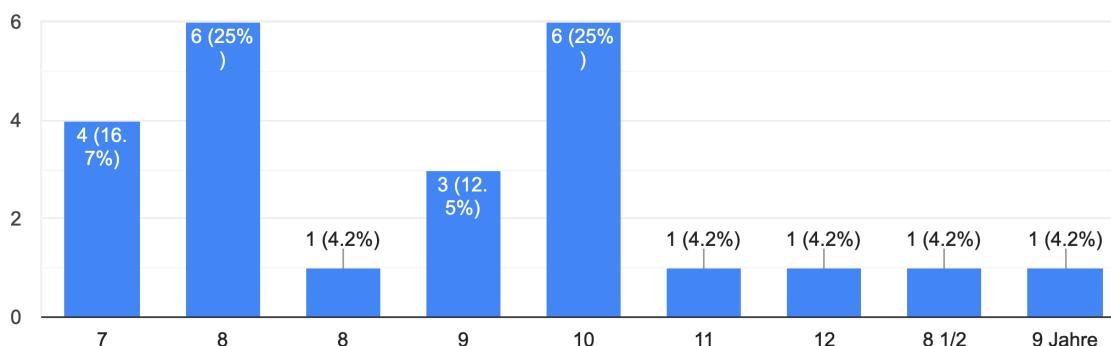
24 responses



9.1.1.2 Frage 2

Wie alt bist Du?

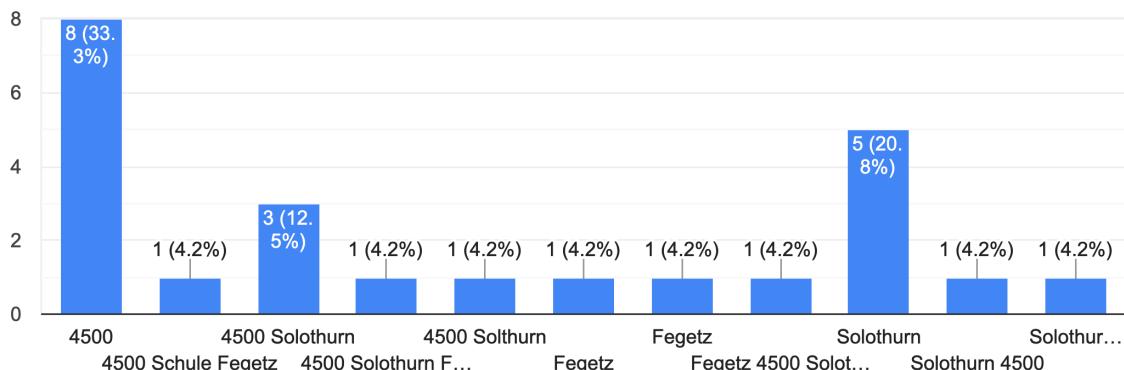
24 responses



9.1.1.3 Frage 3

Wo gehst Du zur Schule?

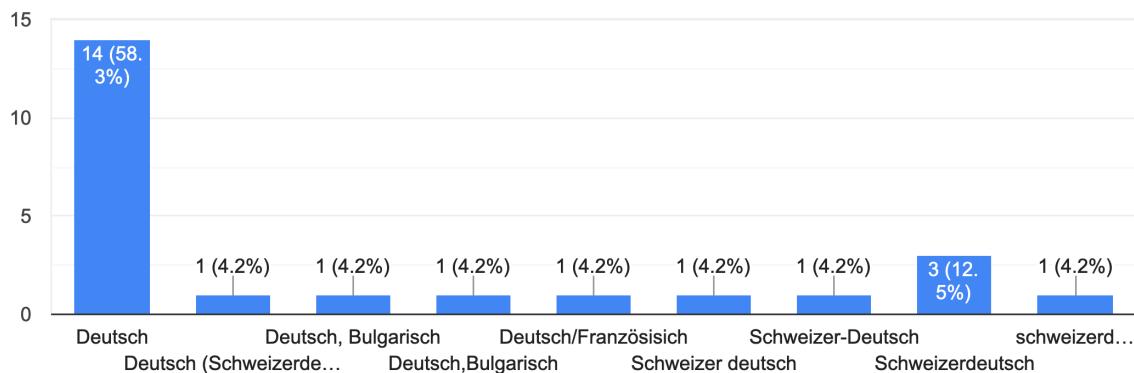
24 responses



9.1.1.4 Frage 4

Welche Muttersprache sprichst Du?

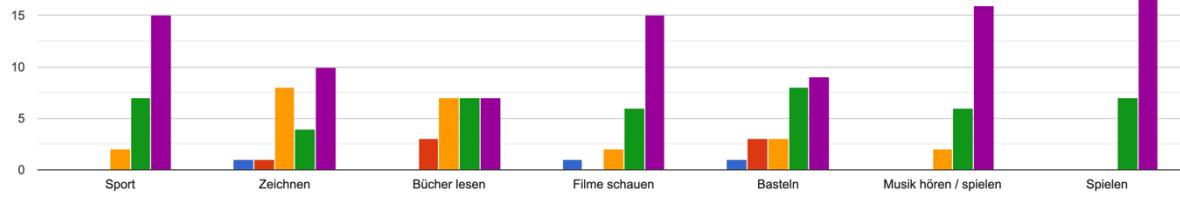
24 responses



9.1.1.5 Frage 5

Was machst Du gerne in deiner Freizeit?

Legend: Mag ich gar nicht (blue), So lala (orange), Neutral (yellow), Spannend (green), Sehr spannend (purple)



9.1.1.6 Frage 6

Nenne Deine beiden liebsten Freizeitbeschäftigungen (Hobbies) und beschreibe, was Du daran besonders magst.

24 responses

Bauern spielen mit den Schwestern, weil ich Bauer einen spannenden Beruf finde und ich das werden möchte Schwyzerörgeli, weil ich den Klang schön finde

Tanzen und Playmobil spielen. Am Tanzen mag ich besonders, dass wir eine coole Gruppe sind, Choreografien einstudieren und Vortanzen können. Beim Playmobil spielen gefällt mir besonders, wenn ich mir alleine in meinem Zimmer Geschichten ausdenken und diese dann mit Rollenspielen verbinden kann. Oft bastle ich dann auch ganz viel, z.B. Dekorationen für meine Playmobil-Häuser. Manchmal funktioniere ich sie auch um, so wird z.B. meine Schuhe ein Wohnhaus oder ein Spital. Ich mag es auch sehr, in YouTube Playmobil-Filmli der Familie Hauser anzuschauen, um mich inspirieren zu lassen.

kochen (wenn ich neue Sachen kochen lerne), Handball spielen (Matches spielen)

Basketball (ich liebe Sport und das Spielen im Team), Musik (Trompete und Klavier - ich kann coole Lieder spielen)

Biken, weil wir im Garten einen tollen Parcours haben zum Drüberspringen. - Tennis, weil ich gern den Aufschlag mache.

Karate weil ich Kampfsport mag, Tambouren weil ich sehr gerne trommle und Musik mache

Turnen und Ballett. beim Ballett und beim Turnen die Bewegung.

Reiten und tanzen weil ich Musik 🎵 mag und gerne tanze.Und mit den Pferde 🐴 gerne etwas mache.

Zeichnen, weil meistens Schönes entsteht. Bücher lesen, weil man so schön Abtauchen kann.

Fussball&basteln kann man lang sich beschäftigen,fussball macht spass man ist immer in bewegung

Lesen, weil man da tolle Abenteuer erlebt. Turnen, weil es spass macht.

Spielen (Freiheit)
Basteln (Kreativ sein)

Spielen mit Freunden / Tanzen Hip-Hop

In meiner Freizeit arbeite ich viel am Computer um spannende dinge über das programmieren und das Betriebssystem zu lernen, da ich es spannend finde etwas selbst herauszufinden. Zusätzlich spiele ich noch Violine (Ich habe damit angefangen weil meine Tante auch Violine spielt).

gamen - man kann neue Leben bekommen / Sport - man hat mehr Muskeln

Basteln und Tanzen

Fussball, Gitarre spielen

Fussball: an der frischen Luft; Basteln: man kann kreativ sein und das Gehirn anstrengen

- Yoseikan (Japanische Kampfsportart). Ich lerne mich verteidigen.
- Geige spielen und Jazz Dance, weil die Musik mir Freude macht.

Tanzen, Rollschuhfahren in der Natur

Fussball,Gamen

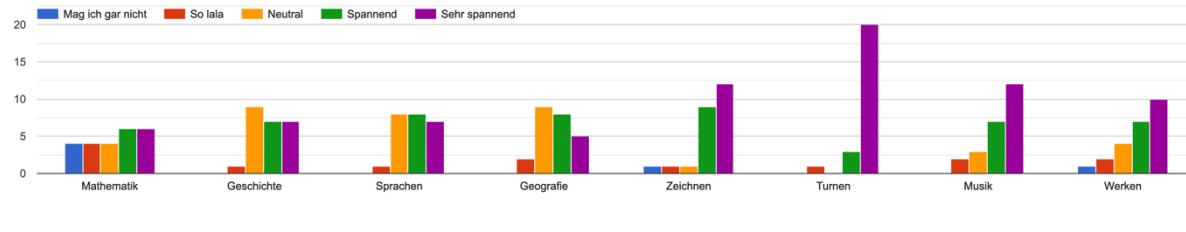
basteln, weil man malen, schreiben und kleben kann. Bücher lesen, weil ich gern lese und spannende Abenteuer passieren.

Geschichten hören, weil sie spannend sind, man lernt etwas dabei
turnen an der Reckstange, weil es spass macht und man Energie rauslassen kann

Spielen, Spiele, draussen mit anderen Kindern spielen

9.1.1.7 Frage 7

Welche Fächer in der Schule magst Du besonders und welche weniger?



9.1.1.8 Frage 8

Was ist Dein Lieblingsfach und was magst Du daran besonders?

24 responses

Turnen, weil man sich viel bewegt

Sprache ist mein Lieblingsfach. Besonders mag ich es, Geschichten auszudenken und diese niederzuschreiben. Weil es mein Lieblingsfach ist und ich eine gute Leistung erzielle, habe ich hier auch ein Förderprogramm erhalten. Da kann ich meine Leidenschaft noch besser ausleben.

Turnen (ich liebe Sport) und Werken (Sachen bauen macht Spass, nähen auch)

Ich liebe alle Fächer, weil ich gerne in die Schule gehe!

Werken, weil wir einen Holzzwerg machen.

Französisch weil ich es gerne mache und ich es später dann sicher brauchen kann

Turnen, das Spiele spielen im Turnen

Turnen und Werken .Weil ich einfach gerne werke und mich bewege.

Deutsch, weil man viel Schreiben kann.

Turnen&zeichnen

Rechnen, weil zahlen spannend sind.

Turnen (Frei sein, Bewegung, mit vielen Kindern wild sein)

Turnen weil es mit Bewegung zu tun hat

Mein Lieblingsschulfach ist Medien und Informatik da ich wie eben erwähnt es Spannend finde 😊

Werken - Man kann Sachen erfinden

Turnen da es mit Bewegung zu tun hat

Deutsch, da ich gerne schreibe

Turnen: man hat Bewegung. Informatik: weil man am Tablet arbeiten kann

Turnen, weil man sich dort austoben kann.

Turnen

Sachunterricht Ich bin besonders gut in diesem fach wie Medien wen was am iPad kaputt ist kommen manche Schüler zu mir ans ppult.

Mathe, weil ich gern rechne

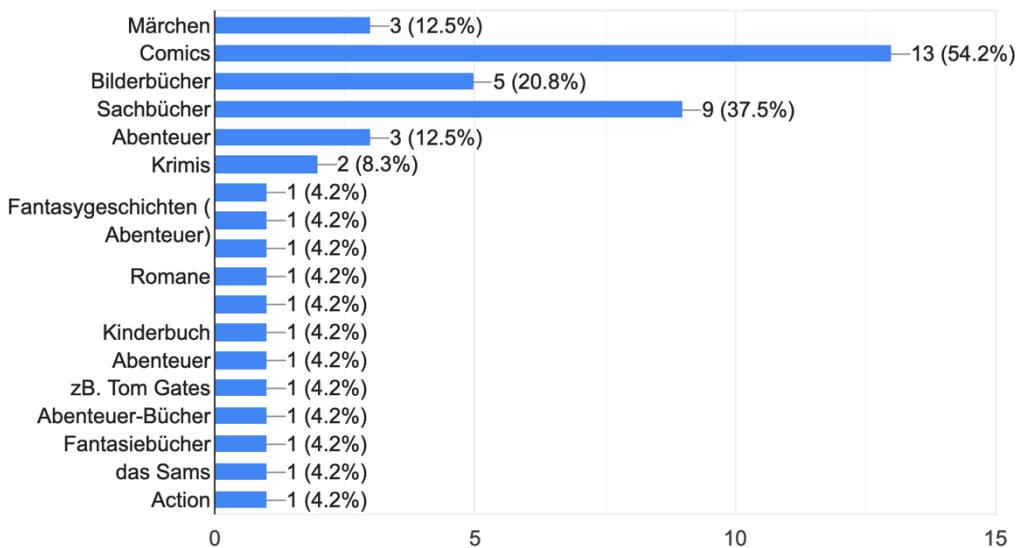
turnen weil man coole spiele machen kann wie Völkerball

Turnen: Am besten gefällt mir rennen.

9.1.1.9 Frage 9

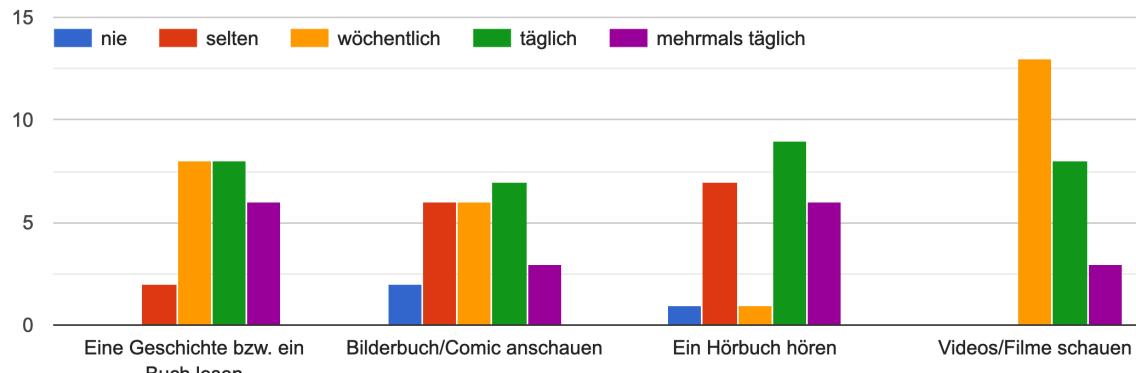
Welche Art von Büchern magst Du?

24 responses



9.1.1.10 Frage 10

Wie oft führst Du folgende Tätigkeiten durch?



9.1.1.11 Frage 11

Hast Du eine Lieblingsgeschichte, ein Lieblingsmärchen oder einen Lieblingsfilm? Beschreibe, was Dir daran besonders gefällt

24 responses

Film: zalp, schöne Bilder

Geschichte: Liselotte, weil sie immer so lustige Dinge tut

Brüder Löwenherz (Astrid Lindgren), Fünf Freunde, TKKG, aber auch die Trilogie Sissi oder der Musikfilm Mamma Mia.

An Krimis / Abenteuergeschichten gefällt mir besonders, die Spannung, dass man immer weiterlesen möchte.

An Sissi gefällt mir besonders, die hübsche Prinzessin, die schönen Frisuren und die schönen Kleider.

An Mamma Mia gefällt mir die Geschichte, die Komik und die Musik.

Film: StarWars-Reihe (weil es dort viele Kämpfe gibt)

Bücher: "Beast Quest"-Reihe (Englisch lesen macht Spass, packende Geschichte

Film: StarWars (coole Kämpfe und die Spannung bleibt auf der Höhe)

Buch: alles von David Williams (es ist extrem lustig)

Cars 2, weil es um Agenten geht. - Robin Hood, weil er so gut Pfeilbogen schiessen kann.

Buch: Piggeldy und Frederick weil es lustig geschrieben ist.

Film: alle Avengers und Star Wars Filme da ich ein grosser Fan von Fantasy Filmen bin und die Figuren einfach Spitze finde.

Das es Tiere und Superhelden gibt.

Musik  Informationen.

Mortina, weil spannende Geschichte von einem Mädchen.

Shrek/dinosaurierbuch ich liebe dinosaurier ist sehr spannen und die Dinos waren so gross das beeindruckt mich

der muffin Club

Shaun das Schaf (Kommunikation zwischen den Charaktern, lustige Figuren)

Die drei !!! weil es spannend ist

-

Star Wars - dass sie miteinander kriegen

Die 4 zauberhaften Schwestern es ist lustig und spannend

Robin Hood, weil er ein Held ist

drei ??? -weil sie spannende Fälle lösen. Lion King - den mit den echten Tieren

Die drei !!! Weil sie Detektivinnen sind. Es ist immer spannend

Nichts

Police Academy ist sehr lustig

Ostwind, weil ich gern Pferde habe und es spannend ist

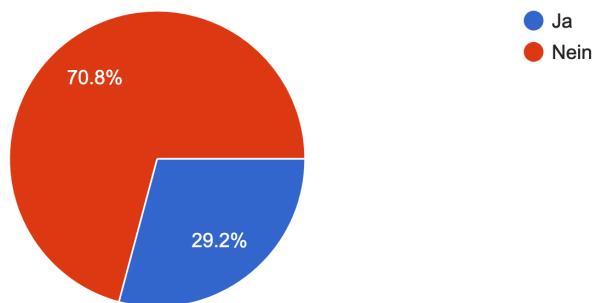
Buch. Mein glückliches Leben (weil sie viel von ihrem leben erzählt mit ihrer Freundin)

Micky und die flinken Flitzer: Abenteuer

9.1.1.12 Frage 12

Besitzt Du bereits ein eigenes Smartphone?

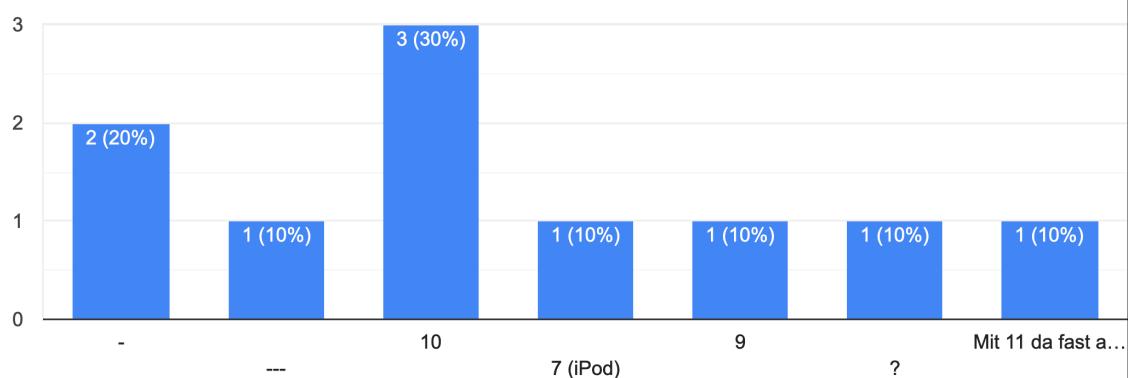
24 responses



9.1.1.13 Frage 13

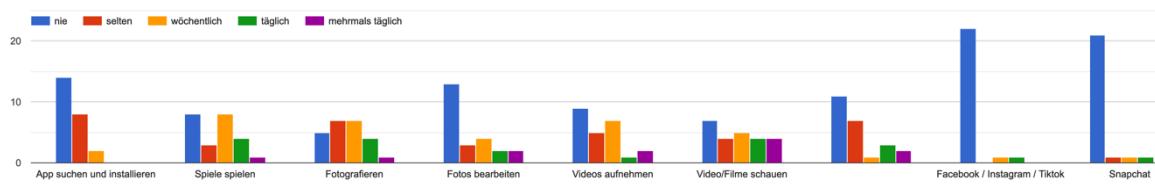
Falls Du bereits ein Smartphone besitzt, in welchem Alter hast Du dieses erhalten?

10 responses



9.1.1.14 Frage 14

Welche Aktivitäten führst Du auf deinem Smartphone aus und wie oft?



9.1.1.15 Frage 15

Was machst du am liebsten auf dem Smartphone/Tablet?

22 responses

Spielen

Auf dem Tablet (iPad): Playmobil-Filme der Familie Hauser auf YouTube anschauen. Hier kommen wöchentlich drei neue Kurzgeschichten (6 - 30 Min.) hinzu.

Anton (LernApp) und Musik hören

Musik hören (ich höre meine Lieblingssongs)

Games Spielen und YouTube schauen. Es macht Spass und vertreibt mir die lange Weile.

Spiele spielen und Anton

Magic Tiles 3

Musik hören.

Auf mamas iphone spiele/fotos

-

Video/Filme schauen

Spielen

Das Gleiche wie auf dem Computer 😊

mit meiner Tanzcrew trainieren (FaceTime)

Youtube

gamen. weil es coole Spiele hat. Und Geschichten schreiben.

Playmobil-Filme auf YouTube schauen.

Musik hören

Gamen oder mein Lieblings Youtuber Arazhul_HD (bin Abonnent)

iPad: Hörspiel hören

nichts

9.1.1.16 Frage 16

Welches ist Dein Lieblingsspiel auf dem Smartphone und wieso gefällt es Dir besonders gut?

24 responses

Keines

keines

-

--

habe keines

Super Mario, weil man Geldstücke einsammeln kann.

Brawl Stars.

Man ist eine Figur in einer Welt und schießt andere ab und sammelt Pokale dabei. Diese Pokale dienen dazu um gewisse Sachen freizuschalten die einem dannn wieder helfen besser in der Welt überlegen zu können.
Ich spiele dieses Spiel mit meinen Kameraden und darum macht es so Spass da wir nicht zusammen sein müssen aber trotzdem zusammen spielen gerade jetzt wo wir uns wegen dem Virus nicht treffen dürfen.

Super Mario, das Geld einsammeln

Weil man mit der Musik spielen muss

Skisprung. Gefällt mir einfach - hab nur dieses Spiel auf dem Gerät ;-)

Quiz duelle/memory

"Wie sehe ich aus, wenn ich alt bin" Apps, weil es sehr lustig ist

Tom Gold Run weil es um Geschicklichkeit geht

Minecraft weil es ein ruhiges Spiel und es kein Ziel gibt. (Ich finde es echt schade das es fast niemand in meiner Klasse gibt der Minecraft spielt 😞)

Tom Hero

Tom Gold Run es geht um Geschicklichkeit

Geometry Dash

Tom Hero/Tom Gold Run: Gold sammeln und gewinnen.

Mekorama, weil man da ein bisschen studieren muss.

Minecraft es wekt Kreativität

keins

9.1.1.17 Frage 17

Alex der Bäckersjunge kennt das Läckerli Huus und seine Spezialitäten in- und auswendig. Er kann Dir viele spannende Sachen erzählen. Was möchtest Du von ihm wissen oder was würdest Du ihn fragen?

24 responses

Wie macht man Läckerli?

Was hat es alles in einem Leckerli

Wie werden die Leckerei hergestellt? Wie lange dauert dies? Wie werden sie verpackt? Automatisch? Von Hand? (generell: Was ist Handarbeit, was wird maschinell gemacht?)

Kennst du das Rezept für die Leckerli?

Wie macht man diese Läckerli?

Ich würde ihn fragen seit wann es das Leckerli Huus gibt und wie sie genau hergestellt werden. Wie lange dauert es bis ein Stück hergestellt ist und was da alles drin ist. Dann möchte ich natürlich noch gerne probieren.

Könntest du mir ein Läckerlihuus bauen aus Läckerli?

Kannst du mir ein leckeres Brot backen

Wie bäckt man Basler Läckerli?

Warum die leckerlis so hart sind

weiss ich nicht

Was ist deine Lieblings-Spezialität?

Was für Leckerbissen gibt es bei Euch?

-

Wie kann man das Läckerlihaus ohne den Zuckerguss zusammenbauen?

Welche verschiedenen Sachen gibt es bei Euch?

Wer hat das Läckerli Haus erfunden?

Was sind die Zutaten für Balser Läckerli?

Wie werden die Läckerli gemacht?

Was machst du den ganzen Tag?

Was sind seine Lieblingssüssigkeiten?

Wie lange braucht man, um Läckerli zu backen?

nichts

9.1.1.18 Frage 18

Alex der Bäckersjunge spielt gerne mit anderen Kindern. Er mag Rätsel und andere Wissensspiele. Er würde gerne ein Spiel mit Dir machen. Welches würdest Du gerne mit Alex spielen?

24 responses

Monopoly

Sudoku

ein Quiz. Ich mag Quiz-Fragen und das Suchen / Finden von Antworten.

Ein Quiz wie z.B. Blackstories (oder Goldenstories)

Kreuzworträtsel zum Thema Backen

Memory da es alle spielen können oder generelle Wissensfragen über die Produktion der Chämli damit man sich testen kann ob man alles verstanden hat. Alle Spiele die per App zum spielen sind, sind cool. Memory natürlich als richtiges Kartenspiel. Vielleicht zum nach Hause nehmen?

uno und jassen

Rumikub

La Cucaracha Loop, Ravensburger

Rätsel

Schatzsuche

Memory

Wer ist es?

-

Drecksau

Stadt Land Fluss

Brain Out

Spiele von EXIT. (Finde den Weg)

Wahrheit, Tat oder Pflicht. Weil dort muss man fragen stellen und kann etwas auswählen. Ist lustig.

Verstecken

Lego spielen oder Fussball

werwölfe

memory

9.2 Testdossier Lo-Fi

9.2.1 Test-Setup

Hilfsmittel:

- Testaufgabenblatt und Notizmaterial
- Timer/Stoppuhr für das Messen der Metriken
- Smartphone oder Tablet (Android)
- Installierte Software:
 - Wiarframe für AR-Prototypen «Finde Alex»
 - Unity-Apps für AR-Prototypen «Labyrinth» und «Läckerliturm»
- Schaumstoffwürfel für Spiel «Kombiniere richtig»
- Ausgedruckte Testmaterialien
 - Lösungsblatt für «Kombiniere richtig»
 - Marker für ImageTracking (siehe Testmaterial.doc)
 - Icons der Zutaten
- User Interface: Lauffähiger Figma-Prototyp für Android

9.2.2 Testaufgaben

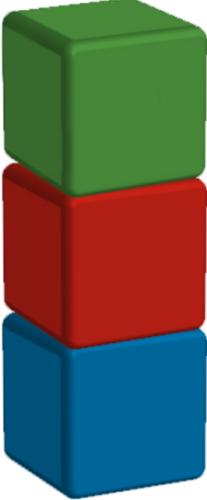
9.2.2.1 User Interface

1. User Interface	Beschreibung	Metriken
		Anzahl nötiger Klicks
Einleitung	Wir machen zusammen eine kleine Schnitzeljagd. Wir müssen für Alex die fehlenden Zutaten einsammeln, damit er wieder Basler Läckerli backen kann. Die fehlenden Zutaten können wir einsammeln, indem wir die einzelnen Spiele lösen.	–
Tools	Figma Hi-Fi-Prototyp	–
Aufgabe 1: Spiel starten	Vorbedingung: Die App wurde gestartet und der Start-Screen ist aktiv. Erklärung: Du hast nun die Möglichkeit, mit dieser App das Genusswelt-Abenteuer zu starten. Versuche nun dieses Abenteuer zu starten und folge den Anweisungen.	3
Aufgabe 2: Tutorial absolvieren	Vorbedingung: Das Spiel wurde vom Kind gestartet und die Begrüssung durch Alex hat bereits stattgefunden. Erklärung: Du startest nun das Genusswelt-Abenteuer, das du zusammen mit Alex, der dich bereits begrüßt hat, bestreiten wirst. Um das Spiel kennenzulernen, hast du die Möglichkeit, ein Tutorial zu absolvieren. Versuche nun das Tutorial zu starten und auszuführen.	14
Aufgabe 3: Mini-Spiel starten	Vorbedingung: Dem Kind wird der Explore-Screen angezeigt, auf welchem ein roter Marker platziert wird. Erklärung: Stelle dir vor, du befindest dich in der Genusswelt-Ausstellung und suchst nach den versteckten Spielen,	2

	die dich zu den Zutaten führen. Du siehst nun auf dem Bildschirm diese Markierung für ein Mini-Spiel. Versuche das Mini-Spiel zu starten.	
Aufgabe 4: Spielfortschritt erkennen	<p>Vorbedingung: Dem Kind wird der Explore-Screen gezeigt. Darauf sind fünf Zutaten in der Zutaten-Bar ersichtlich, wobei zwei davon farblich dargestellt werden. Zudem werden vier Sterne angezeigt.</p> <p>Erklärung: Stelle dir vor, du befindest dich in der Genusswelt-Ausstellung und bist bereits mitten im Abenteuer. Erkennst du, wie viele Zutaten du bereits eingesammelt bzw. gefunden hast? Neben den Zutaten erhältst du zudem Sterne, je nachdem wie gut du die Mini-Spiele absolviert. Siehst du, wie viele Sterne du bereits eingesammelt hast?</p>	-
Aufgabe 5: Sprache wechseln	<p>Vorbedingung: Dem Kind wird der Explore-Screen gezeigt.</p> <p>Erklärung: In den Einstellungen hast du die Möglichkeit, die Sprache zu wechseln. Versuche, die Einstellungen zu öffnen und die Sprache auf Englisch zu ändern.</p>	2
Abschluss	Vielen Dank für deine tollen Antworten und deine Unterstützung. Du hilfst uns mit deinen Angaben sehr.	-
Fragebogen		
Frage 1	Kannst du in eigenen Worten erklären, was du mit der soeben gesehenen App machen kannst?	-
Frage 2	Was findest du bei der Bedienung der App nicht so gut? Gibt es etwas, was für dich mühsam war?	-
Frage 3	Hat dich etwas verwirrt?	-
Frage 4	Was würdest du ändern?	-

9.2.2.2 Spielkonzepte

1. Finde Alex	Beschreibung
Einleitung	<p>Alex ist verschwunden. Seine Schwester Emma bittet dich, Alex wiederzufinden.</p> <p>Finde heraus wo Alex steckt und zeige Emma, wo er ist, damit sie miteinander Läckerli backen können. Erhalte Hinweise oder zeige, wo Alex ist, indem du auf Elemente auf dem Smartphone klickst.</p>
Testmetriken	<ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe. • Anzahl der Hilfestellungen. • Anzahl positiver Emotionen/Reaktionen. • Anzahl negativer Emotionen/Reaktionen. • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte.
Tools	Wiarframe
Aufgabe 1	<p>Finde Alex</p> <p>Hilfestellungen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nach einer halben Minute: Tipp mit Herumschwenken geben. 2. Nach einer Minute: Tipp: «Der Mann dort drüben» (auf den Mann links zeigen).
Fragebogen	
Frage 1 (direkt nach Spiel)	Wie schwierig findest du das Spiel?
Frage 2 (direkt nach Spiel)	Wie gut findest du das Spiel? (z. B. anhand eines Punktesystems/Smiley-Systems)
Frage 3 (direkt nach Spiel)	Hättest du gerne ein längeres/schwierigeres Rätsel in dieser Form gemacht?
Abschluss	Als Belohnung wird das Mehl in Form eines ausgedruckten Bildes übergeben.

2. Kombiniere richtig	Beschreibung
Einleitung	Bei diesem Beispiel ist Teamarbeit gefragt. Du suchst dir eine Partnerin oder einen Partner. Zusammen müsst ihr die vor euch liegenden Würfel so anordnen, dass diese mit dem gezeigten Bild übereinstimmen. Damit das Ganze aber nicht zu einfach ist, darf nur jemand von euch beiden das Bild sehen. Dieses Kind hat nun die Aufgabe, seiner Teamkameradin oder seinem Teamkameraden zu erklären, wie die Würfel richtig angeordnet werden müssen. Es sind insgesamt zwei Aufgaben, die ihr lösen müsst.
Testmetriken	<ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe. • Anzahl der Hilfestellungen. • Anzahl positiver Emotionen/Reaktionen. • Anzahl negativer Emotionen/Reaktionen. • Erfolgreich gelöste Aufgaben.
Tools	Lösungsbild, Würferset einfarbig/mehrfarbig
Aufgabe 1 	<p>Ordnet die drei Würfel anhand des gezeigten Beispiels richtig an. Die Würfel müssen anhand der Farbe gemäss dem Lösungsbild angeordnet werden, dabei darf nur ein Kind das Blatt mit der Lösung betrachten.</p> <p>Das Kind, welches die Lösung vor Augen hat, soll seiner Teamkameradin oder seinem Teamkameraden erklären (ohne die Würfel anzufassen), wie es die Würfel anordnen muss. Verbotene Begriffe: Grün, Rot, Blau.</p> <p>Hilfestellungen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wenn das Team die Aufgabenstellung nach 30 Sekunden nicht versteht, kann das Spiel anhand eines fiktiven Beispiels gezeigt werden. 2. Wenn nach einer Minute noch kein Würfel richtig liegt, kann man die Position eines Würfel verraten bzw. vorgeben.
Aufgabe 2 	<p>Ihr müsst nun wiederum die Würfel anhand der Lösung richtig anordnen. Dieses Mal sollt ihr aber zusätzlich zu den Farben auch die Augenzahl der Würfel richtig anordnen. Schaut also auch, ob die Zahlen auf allen Seiten übereinstimmen. Verbotene Begriffe: Grün, Rot, Blau, eins, zwei, drei, vier, fünf, sechs.</p> <p>Hilfestellungen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wenn das Team die Aufgabenstellung nach 30 Sekunden nicht versteht, kann das Spiel anhand eines fiktiven Beispiels gezeigt werden. 2. Wenn nach einer Minute noch kein Würfel richtig liegt, kann man die Position eines Würfel verraten bzw. vorgeben. 3. Wenn die Farben stimmen, jedoch die Augen nicht, kann ein Hinweis bezüglich Augenzahl erfolgen.
Abschluss	Als Belohnung wird die Zitrone in Form eines ausgedruckten Bildes übergeben.
Fragebogen	
Frage 1	Hat euch dieses Spiel gefallen?
Frage 2	Welche der beiden Aufgaben hat euch besser gefallen und weshalb?

3. Baue einen Turm	Beschreibung
Einleitung	In diesem Spiel kannst du mit dem Smartphone und der Kamera einen Läckerli-Turm mit virtuellen Läckerli bauen. Der Turm soll so hoch wie möglich werden.
Testmetriken	<ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe. • Anzahl der Hilfestellungen. • Anzahl positiver Emotionen/Reaktionen. • Anzahl negativer Emotionen/Reaktionen. • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte.
Tools	Unity-Prototyp
Aufgabe 1	<p>Baue einen Turm so hoch wie möglich.</p> <p>Hilfestellungen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wenn die ersten drei Versuche alle beim ersten Mal misslingen: «Du musst auf das Läckerli klicken, damit ein neues drauf fällt». 2. Wenn nach drei Versuchen der Turm nicht höher als drei Läckerli hoch ist : «Du kannst auch näher gehen». 3. Nach fünf Versuchen: Abbrechen und weiterfahren.
Abschluss	Als Belohnung wird die Nuss in Form eines ausgedruckten Bildes übergeben.
Fragebogen	
Frage 1	Hattest du das Prinzip schnell verstanden?
Frage 2	Wie lange möchtest du das Spiel spielen?
Frage 3	Wie hat dir das Spiel gefallen?

5. Abschluss	Beschreibung
Abschluss	Super, Alex kann nun dank dir wieder die Läckerli backen! (Läckerli schenken)

9.2.3 Testdurchführung

9.2.3.1 Siebenjähriges Mädchen

Allgemeine Informationen

- Hat einige Erfahrungen mit Smartphones. Braucht ein solches wenn sie z. B. auf den Vater warten muss und er keine Zeit hat.
- Kann noch nicht lesen.

User Interface		Metriken	
		Anz. Klicks	Anz. Hilfestellungen
Aufgabe 1: Spiel starten	• Konnte das Spiel nur mit einer Hilfestellung starten.	3	1
Aufgabe 2: Tutorial absolvieren	• Konnte noch nicht lesen, deswegen wurde das Tutorial teilweise übersprungen und erklärt.	–	–
Aufgabe 3: Mini-Spiel starten	• Konnte das Mini-Spiel nur mit einer Hilfestellung starten.	2	1
Aufgabe 4: Spiel-fortschritt erkennen	• Konnte den Spielfortschritt nicht erkennen.	–	–
Aufgabe 5: Sprache wechseln	• War nicht in der Lage, die Sprache zu wechseln.	–	–
Allgemeine Eindrücke	• War durch das Alter noch nicht in der Lage, das User Interface zu bedienen. • Verlor dadurch auch relativ schnell das Interesse am Spiel.	–	–

Spielkonzepte	
1. Foto mit Alex	<ul style="list-style-type: none"> • War nicht an einem Foto interessiert.
1. Finde Alex	<ul style="list-style-type: none"> • Konnte noch nicht lesen, deswegen las ich ihr jeweils die Sprechblasen vor. • Nachdem der Tipp gegeben wurde, dass sie sich bewegen könne, fand sie das andere Haus. Nachdem ich ihr den Text des Bäckers vorgelesen hatte, fand sie Alex sehr schnell. <p>Metriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit: ca. 4 min. • Zeit bis Abbruch: nicht abgebrochen. • Anz. Hilfestellungen: > 10. • Anzahl Versuche: 1.
2. Baue einen Turm	<ul style="list-style-type: none"> • Hatte beim ersten Versuch drei Läckerli geschafft. Obwohl das Spiel nicht beendet wurde, fand sie, dass sie verloren hätte, weil der Turm zusammenfiel. Sie wollte jedoch nochmals spielen. • Ich musste die App nochmals neu starten, um ein neues Spiel zu beginnen, doch noch während des Setups wollte sie lieber zeichnen.

	Metriken: <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit: ca. 5 min. • Zeit bis Abbruch: nicht abgebrochen. • Anz. Hilfestellungen: 5. • Anzahl Versuche: 1.
3. Kombiniere richtig	<ul style="list-style-type: none"> • Wurde aufgrund des Alters nicht durchgeführt.
Allgemeine Eindrücke	<ul style="list-style-type: none"> • Sie und ihr Vater sagten zum Schluss, dass sie in Bezug auf die Zutaten gewisse Wörter nicht kannte. Als erstes erkannte sie die Zitrone, das Wasser (Bild eines Wasserhahns), den Sack (Mehl) erkannte sie nicht, erklärte ihn mit «Sackhüpfen», die Nuss erkannte sie gar nicht. • War sehr wortkarg und scheu. Sobald ich das Smartphone zückte, huschte sie zu mir, danach wieder schnell zu Papi. • Sobald ich auch nur den Laptop aufklappte, um die Notizen anzusehen, klebte sie schon beinahe am Bildschirm. • AR war für sie sehr faszinierend. Als ich ihr den «AR-Pinguin» zeigte, vergewisserte sie sich mehrere Male, ob da nicht doch auch ein Pinguin in Wirklichkeit vorhanden ist. • Es war sehr schwierig mit ihr zu testen, da sie sehr scheu war und nur sehr kurze Konzentrationsphasen hatte. Sie gab auch sehr schnell auf. Bei der ersten Frage, was die Icons wohl sein können, sagte sie sofort: «weiss ich nicht» ohne die Icons überhaupt angeschaut zu haben. • Das Würfelspiel wurde ausgelassen, da sie nach dem AR-Turm das Interesse verlor und das Spiel auch zu schwierig gewesen wäre.

9.2.3.2 Mädchen acht Jahre

Allgemeine Informationen

- Ihr Vater erzählte, dass sie keinerlei Erfahrung mit Smartphones hat.

User Interface		Metriken	
		Anz. Klicks	Anz. Hilfestellungen
Aufgabe 1: Spiel starten	<ul style="list-style-type: none"> • Konnte das Spiel ohne Hilfestellung starten. 	3	0
Aufgabe 2: Tutorial absolvieren	<ul style="list-style-type: none"> • Hatte Probleme, das Info-Panel zu öffnen und konnte es wiederum nicht schliessen. 	18	1
Aufgabe 3: Mini-Spiel starten	<ul style="list-style-type: none"> • Konnte das Mini-Spiel ohne Hilfestellung starten. 	2	0
Aufgabe 4: Spiel-fortschritt erkennen	<ul style="list-style-type: none"> • Konnte den Spielfortschritt ohne Probleme erkennen. 	–	0
Aufgabe 5: Sprache wechseln	<ul style="list-style-type: none"> • War nicht in der Lage, die Sprache zu wechseln (Flaggen nicht erkannt). 	3	2
Allgemeine Eindrücke	<ul style="list-style-type: none"> • Erkannte alle Icons bis auf die Nuss, da sie gemäss ihrem Feedback eine «Schokoladenfarbe» aufwies. 	–	–

Spielkonzepte	
1. Foto mit Alex	<ul style="list-style-type: none"> Ihre Reaktion auf ein Foto war relativ gleichgültig. Es schien nicht, als wollte sie unbedingt ein Foto machen.
2. Finde Alex	<ul style="list-style-type: none"> Hatte beide Hände benutzt, um das iPhone 8 Plus zu halten und tippte mit dem rechten Zeigefinger. Hatte lange das eingebblendete Haus angestarrt und suchte nach Alex, ohne sich zu bewegen oder etwas zu tippen. Als ihr die Hinweise zum Antippen und Bewegen gegeben wurden, konnte sie das Spiel schnell lösen. Nachdem sie den Text des Bäckers gelesen hatte, tippte sie das Mädchen mit der Mutter an. So konnte sie das Rätsel lösen und tippte auf das geschlossene Fenster. Fand das Spiel sehr gut, zusätzlich meinte sie, dass das Spiel hätte länger dauern können. <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> Benötigte Zeit: ca. 3 min. Zeit bis Abbruch: nicht abgebrochen. Anz. Hilfestellungen: 2. Anzahl Versuche: 1.
3. Baue einen Turm	<ul style="list-style-type: none"> Benutzte beide Hände, um das iPhone 8 Plus zu halten und tippte mit dem Daumen. Deckte mit dem Finger teilweise die Kamera ab. Schaffte auf Anhieb acht Läckerli, obwohl der Turm schnell schief wurde. <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> Benötigte Zeit: ca. 3 min. Zeit bis Abbruch: nicht abgebrochen. Anz. Hilfestellungen: 1. Anzahl Versuche: 1.
4. Kombiniere richtig	<ul style="list-style-type: none"> Die Einschränkungen bereiteten ihr viel Mühe. Sie sagte nichts zu ihrem Spielpartner (Vater), sondern fuchtelte wild und unbeholfen mit den Armen herum, um Anweisungen zu geben. Bei der 2. Form, bei welcher die Aufgabe komplizierter war und die Zahlen auch stimmen sollten, hatte sie wiederum sehr viel Mühe. Sie sagte dann, dass die Platzierung der Würfel stimmt, obwohl die Anordnung spiegelverkehrt war und die Zahlen komplett falsch waren. Bei der Nachfrage, warum sie nie etwas sagte (obwohl wir ihr mehrmals erklärt hatten, dass sie einfach andere Wörter anstelle von Zahlen und Farben nennen könne), sagte sie, dass sie die Aufgabe schwieriger machen wollte. Zudem sagte sie jedoch auch, dass sie das Spiel schnell beenden wollte. <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> Benötigte Zeit: ca. 4 min. Zeit bis Abbruch: nicht abgebrochen. Anz. Hilfestellungen: > 5. Anzahl Versuche: 1.
Allgemeine Eindrücke	<ul style="list-style-type: none"> Sie war in der Lage, ein grösseres Smartphone zu halten und Gegenstände intuitiv anzutippen. Sie war sehr fasziniert von AR. Bei der Frage, welche Spiele ihr am besten gefallen hätten, sagte sie «den Turm bauen», als nächstes

	<p>nannte sie «den Pinguin» (Einführung zu Beginn). Sie war sehr beeindruckt, weil dies für sie etwas Neues ist und weil es eine Vermischung zwischen Realität und Fiktion darstellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fragte ihren Vater direkt nach dem Test, ob sie die App herunterladen darf.
--	---

9.2.3.3 Achtjähriges Mädchen

Allgemeine Informationen

- Hatte bereits Erfahrungen mit Smartphones.
- Konnte sehr gut lesen.

User Interface		Metriken	
		Anz. Klicks	Anz. Hilfestellungen
Aufgabe 1: Spiel starten	<ul style="list-style-type: none"> • Konnte das Spiel ohne Hilfestellung starten 	3	0
Aufgabe 2: Tutorial absolvieren	<ul style="list-style-type: none"> • Sie klickte erst nach einer Aufforderung auf die Buttons, allerdings war dies eher aus Scheu. Sie hat alle Informationen korrekt erkannt. • Erkannte die Funktion der Karte nicht. 	15	1
Aufgabe 3: Mini-Spiel starten	<ul style="list-style-type: none"> • Konnte das Mini-Spiel ohne Hilfestellung starten 	2	0
Aufgabe 4: Spiel-fortschritt erkennen	<ul style="list-style-type: none"> • Konnte den Spielfortschritt ohne Probleme erkennen 	–	0
Aufgabe 5: Sprache wechseln	<ul style="list-style-type: none"> • War nicht in der Lage, die Sprache zu wechseln (Flaggen nicht erkannt) 	3	2
Allgemeine Eindrücke	<ul style="list-style-type: none"> • Fand sich ausserordentlich gut zurecht. • Wies bis auf das Problem mit der Karte keine Usability-Probleme auf. 		

Spielkonzepte	
1. Foto mit Alex	<ul style="list-style-type: none"> • Wollte sich mit dem gezeigten Tier fotografieren lassen. • Hat das Bild sofort ihren Eltern gezeigt.
2. Finde Alex	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzte beide Hände für das Halten des Smartphones und die Interaktion. • Hielt das Smartphone im Landscape-Modus. • Bewegte sich zu Beginn nicht von der Stelle. Nach einer Hilfestellung fand sie sich allerdings gut zurecht. • Die versteckten Tipps fand sie nicht. • Hatte Alex nach kurzer Zeit gefunden. • Empfand das Spiel als zu kurz. Nachdem sie Alex gefunden hatte, schaute sie sich nochmals in Ruhe die ganze Szenerie an. • Fand das Spiel toll.

	<p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit: ca. 3 min. • Zeit bis Abbruch: nicht abgebrochen. • Anz. Hilfestellungen: 2. • Anzahl Versuche: 1.
3. Kombiniere richtig	<ul style="list-style-type: none"> • Löste das Spiel mit ihrer Schwester. • Das Konzept hatte sie schnell erkannt. Sie baute allerdings zusätzliche Schwierigkeiten ein, indem sie nicht alle Möglichkeiten nutzte, um Tipps zu geben, sondern dies auch in Rätsel verpackt hat. • Die erste Figur hat sie ohne Probleme gelöst. Bei der zweiten Figur waren auf den Seiten die Augenzahlen falsch. Dies hat sie nach einer Hilfestellung bemerkt. <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit: ca. 5 min. • Zeit bis Abbruch: nicht abgebrochen. • Anz. Hilfestellungen: 3. • Anzahl Versuche: 1.
4. Baue einen Turm	<ul style="list-style-type: none"> • Nutze beide Hände für das Halten des Smartphones und die Interaktion. • Hatte zu Beginn Mühe, die AR-Funktionen zu verstehen. • Wollte das Spiel mehrmals hintereinander Spielen. • Schaffte nach drei Versuchen 6 Läckerli. <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit: ca. 3 min. • Zeit bis Abbruch: nicht abgebrochen. • Anz. Hilfestellungen: 3. • Anzahl Versuche: 3.
Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> • Sie war zu Beginn sehr scheu. So musste man zu Beginn immer nachfragen, wo sie denn nun klicken würde. Sie gab jedoch immer korrekte Antworten. • Vor allem die AR-Inhalte haben sie fasziniert. • Hat die Spielkonzepte sehr gut verstanden. • Sie hat sich den Charakter Alex sehr gut eingeprägt, und hat zum nochmals explizit erwähnt.

9.2.3.4 Achtjähriger Knabe

Allgemeine Informationen

- Hatte bereits viel Erfahrungen mit Smartphones.

User Interface		Metriken	
		Anz. Klicks	Anz. Hilfestellungen
Aufgabe 1: Spiel starten	<ul style="list-style-type: none"> Konnte das Spiel ohne Hilfestellung starten 	3	0
Aufgabe 2: Tutorial absolvieren	<ul style="list-style-type: none"> Er hat alle Informationen korrekt erkannt. Er erkannte die Funktion der Karte nicht. 	16	1
Aufgabe 3: Mini-Spiel starten	<ul style="list-style-type: none"> Konnte das Mini-Spiel ohne Hilfestellung starten. 	2	0
Aufgabe 4: Spielfortschritt erkennen	<ul style="list-style-type: none"> Konnte den Spielfortschritt ohne Probleme erkennen. 	-	0
Aufgabe 5: Sprache wechseln	<ul style="list-style-type: none"> War in der Lage, die Sprache zu wechseln (Jedoch hatte er die Flaggen nicht erkannt). 	3	2
Allgemeine Eindrücke	<ul style="list-style-type: none"> Erkannte alle Zutaten-Icons. Seine Aussage: «Zu lange Texte lesen wir Kinder nicht, zweimal Weiterblättern geht gerade noch, nachher lese ich nicht mehr weiter». Dachte, dass das eingebblendete rote Symbol (Markierung) angibt, was bereits eingesammelt wurde. Fand heraus, wie er mehr Informationen erhalten kann, erkannte jedoch die Karte nicht. Wusste nicht, dass er auf die Karte klicken kann. Konnte die Sprache wechseln, kannte jedoch die Landesflaggen nicht. Nachdem er auf das rote Symbol/rote Markierung getippt hat, verstand er, dass er nun das Spiel starten oder abbrechen konnte. Die Textlänge der Texte von Alex fand er etwas lang. 		

Spielkonzepte	
1. Foto mit Alex	<ul style="list-style-type: none"> Fand die Idee eines Fotos lustig.
2. Finde Alex	<ul style="list-style-type: none"> Hatte entweder beide Hände genutzt, um das Smartphone zu halten oder mit einer gehalten und mit der anderen getippt. Merkte, dass er sich bewegen kann, um mehr zu entdecken. Er las dann die Texte, aber wusste nicht weiter. Nach dem Hinweis, dass er auch tippen könnte, versuchte er einfach unüberlegt auf den Screen zu tippen, bis er sich dann wieder konzentrierte und das Rätsel löste. Wusste anfangs nicht, dass er auf den Screen tippen kann und wirkte zunehmend frustriert. War beeindruckt von der Szenerie und wünschte sich, dass sie noch weiträumiger wäre und das Rätsel ein bisschen länger dauern würde. Fand das Spiel sehr gut.

	<p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit: ca. 3 min. • Zeit bis Abbruch: nicht abgebrochen. • Anz. Hilfestellungen: 1. • Anzahl Versuche: 1.
3. Kombiniere richtig	<ul style="list-style-type: none"> • Löste das Spiel mit seinem zehnjährigen Bruder. Er wollte die schwierigere Figur anleiten. Mit den Befehlen «drehen, drehen, drehen...» kam er dann ans Ziel. Jedoch war auch er überzeugt, dass die Form richtig ist, obwohl die Zahlen nur auf einer Seite korrekt waren. • Er kam recht schnell vorwärts, allerdings bereitete ihm dieses Spiel eindeutig am wenigsten Freude. Die AR-Games machten ihm klar mehr Spass, da er während und nach dem Spielen strahlte und sagte, dass diese Spiele toll seien. <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit: ca. 4 min. • Zeit bis Abbruch: nicht abgebrochen. • Anz. Hilfestellungen: 1. • Anzahl Versuche: 1.
4. Baue einen Turm	<ul style="list-style-type: none"> • Hatte Mühe zu verstehen, was er nun tun sollte: Anfangs sah er eine eingeblendete Fläche (Platzierung der Spielobjekte) und zwei Buttons. Er wollte die Buttons anklicken, anstelle der aktiven Fläche. Nachdem mehrere Hilfestellungen gegeben wurde, hat er diese befolgt und dachte, dass er nun spielen könne. Er musste jedoch nun noch mit einem Button den Plane-Detection-Modus beenden. Ihm fehlte klar die Führung durch die App. • Er erreichte 7 Läckerlis in zwei Versuchen. • Als er dann das Spiel verstand, machte es ihm Spass. Direkt nach dem Spiel sagte er, dass dies sein Lieblingsspiel sei. Später aber meinte er, dass das Spiel «Finde Alex» ihm auch sehr gefallen hätte. Ihn beeindruckte es, dass Sachen so einfach plötzlich im Raum stehen und man sich sogar in diesem Raum bewegen kann. <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit: ca. 3 min. • Zeit bis Abbruch: nicht abgebrochen. • Anz. Hilfestellungen: 4. • Anzahl Versuche: 2.
Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> • War schon sehr fit mit dem Smartphone. • Hörte sehr aufmerksam und gespannt zu. • Gab sehr gutes Feedback, war sehr kommunikativ: Er sagte z. B. während dem Tests plötzlich: «Aaah, jetzt verstehe ich, das sind eigentlich mehrere kleine Spiele in einem Spiel. Dieses Prinzip kenne ich.» • Ihm machte der Test sehr viel Freude und er möchte die App später sehr gerne nochmals testen.

9.2.3.5 Zehnjähriger Knabe

Allgemeine Informationen

- Hatte bereits viel Erfahrungen mit Smartphones.

User Interface		Metriken	
		Anz. Klicks	Anz. Hilfestellungen
Aufgabe 1: Spiel starten	<ul style="list-style-type: none"> Konnte das Spiel ohne Hilfestellung starten. 	3	0
Aufgabe 2: Tutorial absolvieren	<ul style="list-style-type: none"> Er hat alle Informationen korrekt erkannt, den Spiel-Marker hat er nicht auf Anhieb verstanden. Er erkannte die Funktion der Karte nicht. 	17	1
Aufgabe 3: Mini-Spiel starten	<ul style="list-style-type: none"> Konnte das Mini-Spiel ohne Hilfestellung starten. 	2	0
Aufgabe 4: Spielfortschritt erkennen	<ul style="list-style-type: none"> Konnte den Spielfortschritt ohne Probleme erkennen. 	-	0
Aufgabe 5: Sprache wechseln	<ul style="list-style-type: none"> War nicht in der Lage, die Sprache zu wechseln (Flaggen nicht erkannt). 	3	2
Allgemeine Eindrücke	<ul style="list-style-type: none"> Erkannte alle Zutaten-Icons. Erkannte, wie viele Zutaten eingesammelt wurden und noch eingesammelt werden müssen. Konnte die Sprache wechseln (kannte jedoch die Landesflaggen nicht) Wusste wie er über das Info-Panel mehr Informationen erhalten kann, erkannte die Karte, jedoch nicht, dass er auf die Karte klicken kann. Nachdem er auf das rote Symbol/rote Markierung getippt hat, verstand er, dass er nun das Spiel starten oder abbrechen konnte. 		

Spielkonzepte	
1. Foto mit Alex	<ul style="list-style-type: none"> Auf die Frage bezüglich Foto reagierte er relativ gleichgütig und schien nicht besonders angetan von der Idee.
2. Finde Alex	<ul style="list-style-type: none"> Hatte entweder beide Hände benutzt, um das Smartphone zu halten oder das Smartphone mit einer gehalten und mit der anderen getippt. Merkte, dass er sich bewegen konnte, um mehr zu entdecken. Er las die Texte, aber wusste nicht weiter. Nach dem Hinweis, dass er auch tippen könne, versuchte er einfach unüberlegt herum zu tippen, bis er sich dann wieder konzentrierte und das Rätsel löste. Wusste anfangs nicht, dass er auch tippen kann und wirkte zunehmend frustriert. Er suchte nach Alex anstelle nach ihm mit Tippen zu suchen. Er durchquerte während mindestens einer Minute mehrere Male den Raum und gab klare Signale von sich, da er nicht herausfand, wo Alex steckte. Wünschte, dass das Rätsel länger wäre und sagte, dass wenn man das Rätsel begriffen habe, alles einigermassen einfach sei. Fand das Spiel sehr gut.

	<p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit: ca. 3 min • Zeit bis Abbruch: nicht abgebrochen • Anz. Hilfestellungen: 3 • Anzahl Versuche: 1
3. Kombiniere richtig	<ul style="list-style-type: none"> • Löst das Spiel mit seinem jüngeren Bruder (8). Er machte die einfache Figur und hatte nicht wirklich viel Mühe. • Er kam recht schnell voran, hatte jedoch bei diesem Spiel klar am wenigsten Freude. Die AR-Games machten ihm klar mehr Spaß, da er während und nach dem Spielen strahlte und sagte, dass dieses Spiel sehr gut sein. <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit: ca. 2 min • Zeit bis Abbruch: nicht abgebrochen • Anz. Hilfestellungen: 3 • Anzahl Versuche: 1
4. Baue einen Turm	<ul style="list-style-type: none"> • Hatte Mühe den Plane-Detection-Modus zu bedienen. Ihm war nicht klar, welchen Button er als nächstes klicken soll, um in den Modus zu gelangen, dass Läckerlis platziert werden können. • Nach einigen Hilfestellungen, war in der Lage, das Spiel zu bedienen. • Erreichte 7 die Zahl von 7 Läckerlis nach zwei Versuchen. • Das Spiel bereitete ihm sichtlich Spaß. <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit: ca. 3 min • Zeit bis Abbruch: nicht abgebrochen • Anz. Hilfestellungen: 2 • Anzahl Versuche: 2
Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> • War schon sehr fit mit dem Smartphone. • War sehr konzentriert und interessiert. • Fand die beiden AR-Spiele sehr toll. • War sehr beeindruckt, dass man sich bei AR um die Objekte herum bewegen kann. Als ich ihm als Einstieg in den AR-Test das Beispiel mit dem Tiger zeigte, welcher in einem Raum platziert werden konnte, war er sehr beeindruckt. Er fragte dann sofort: «Wow, kann man den jetzt von allen Seiten beobachten?» und schnappte sich mein iPhone und umkreiste den ganzen Tisch, um den Tiger von allen Seiten beobachten zu können. • Ihm machte der Test klar sehr viel Freude und er möchte die App später sehr gerne nochmals testen.

9.3 Testdossier Hi-Fi

9.3.1 Test-Setup

Für das Testing werden die Gegebenheiten in der Genusswelt-Ausstellung simuliert. Alle Elemente werden mittels dem finalen Prototypen getestet, wodurch das Testing in einem einzigen Ablauf durchgeführt werden kann.

Hilfsmittel:

- Testaufgabenblatt und Notizmaterial
- Timer/Stoppuhr für das Messen der Metriken
- Kamera
- Smartphone oder Tablet (Android)
- Installierte Software:
 - Unity App des finalen Prototypen
- Ausgedruckte Testmaterialien:
 - Marker für Image Tracking
 - Ausgedruckte Karten für Spiel «Kombiniere richtig».
- Nach jedem Spiel wird ein Screenshot gemacht, um Erfolg zu tracken.

9.3.2 Testaufgaben

Nachfolgend werden die einzelnen Testaufgaben für das User Interface und die Mini-Spiele beschrieben. Diese Aufgaben werden zusammen mit den Spielkonzepten getestet.

9.3.2.1 User Interface

1. User Interface	Beschreibung	Metriken
		Anzahl nötiger Klicks
Einleitung	Wir machen zusammen eine kleine Schnitzeljagd. Wir müssen für Alex die fehlenden Zutaten sammeln, damit er wieder Basler Läckerli backen kann. Die fehlenden Zutaten können wir einsammeln, indem wir die einzelnen Posten lösen.	–
Tools	Finaler Prototyp	–
Aufgabe 1: Spiel starten	Vorbedingung: Die App wurde gestartet und der Start-Screen ist aktiv. Erklärung: Du hast nun die Möglichkeit, mit dieser App das Genusswelt-Abenteuer zu starten. Versuche nun dieses Abenteuer zu starten und folge den Anweisungen.	3
Aufgabe 3: Mini-Spiel starten	Vorbedingung: Dem Kind wird der Explore-Screen angezeigt, auf welchem ein roter Marker platziert wird. Erklärung: Stelle dir vor, du befindest dich in der Genusswelt-Ausstellung und suchst nach den versteckten Spielen, die dich zu den Zutaten führen. Du siehst nun auf dem Bildschirm diese Markierung für ein Mini-Spiel. Versuche das Mini-Spiel zu starten.	2
Aufgabe 4: Spielfortschritt erkennen	Vorbedingung: Dem Kind wird der Explore-Screen gezeigt. Darauf sind 5 Zutaten in der Zutaten-Bar ersichtlich, wobei 2 davon farblich dargestellt werden. Zudem werden 4 Sterne angezeigt.	–

	Erklärung: Stelle dir vor, du befindest dich in der Genusswelt-Ausstellung und bist bereits mitten im Abenteuer. Erkennst du, wie viele Zutaten du bereits eingesammelt bzw. gefunden hast? Neben den Zutaten erhältst du zudem Sterne, je nachdem wie gut du die Mini-Spiele absolvierst. Siehst du, wie viele Sterne du bereits eingesammelt hast?	
Fragebogen		
Frage 1	Kannst du in eigenen Worten erklären, was du mit der soeben gesehenen App machen kannst?	-
Frage 2	Was findest du bei der Bedienung der App nicht so gut? Gibt es etwas, was für dich mühsam war?	-
Frage 3	Hat dich etwas verwirrt?	-
Frage 4	Was würdest du ändern?	-

9.3.2.2 Spielkonzepte

1. Finde Alex	Beschreibung
Einleitung	Starte das Spiel, damit du die Zutat Mehl erhältst.
Testmetriken	<ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe • Anzahl der Hilfestellungen • Anzahl positiver Emotionen/Reaktionen • Anzahl negativer Emotionen/Reaktionen • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte • Gesammelte Punkte
Tools	Finaler Prototyp
Aufgabe 1	<p>Finde Alex</p> <p>Hilfestellungen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. «Du musst die Kamera gegen die Wand richten». 2. Nach halber Minute: Tipp mit Herumschwenken geben. 3. Nach einer Minute: «Du kannst Sachen antippen».
Fragebogen	
Frage 1 (direkt nach Spiel)	Möchtest du das Spiel nochmals spielen? Warum?
Frage 2 (direkt nach Spiel)	Wie schwierig findest du das Spiel?
Frage 3 (direkt nach Spiel)	Wie gut findest du das Spiel?
Frage 4 (direkt nach Spiel)	Wie fandest du es, dass du das Objekt an eine Wand platzieren musstest?
Abschluss	Erfolgs-Screen in Szenerie.

2. Kombiniere richtig	Beschreibung
Einleitung	Starte das Spiel, um eine Nuss zu erhalten.
Testmetriken	<ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe • Anzahl der Hilfestellungen • Anzahl positiver Emotionen/Reaktionen • Anzahl negativer Emotionen/Reaktionen • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte • Gesammelte Punkte
Tools	Finaler Prototyp
Aufgabe 1	Kombiniere die Objekte richtig.

	Hilfestellungen: 1. «Nach 30 Sekunden: Du musst die Karten nehmen und vor die Kamera legen». 2. Nach einer Minute: Ein weiterer Spielkamerad wird angeboten.
Fragebogen	
Frage 1 (direkt nach Spiel)	Möchtest du das Spiel nochmals spielen? Warum?
Frage 2 (direkt nach Spiel)	Hat dir dieses Spiel gefallen?
Frage 3 (direkt nach Spiel)	Wie gut findest du das Spiel? Wieso?
Abschluss	Erfolgsscreen in Szenerie.

3. Baue einen Turm	Beschreibung
Einleitung	Spiele das Spiel, um eine Zitrone zu erhalten.
Testmetriken	<ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe • Anzahl der Hilfestellungen • Anzahl positiver Emotionen/Reaktionen • Anzahl negativer Emotionen/Reaktionen • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte • Gesammelte Punkte
Tools	Finaler Prototyp
Aufgabe 1	Baue einen Turm Hilfestellungen: 1. «Suche eine leere Fläche». 2. «Suche am Boden (schwenken)». 3. «Du musst tippen».
Fragebogen	
Frage 1 (direkt nach Spiel)	Möchtest du das Spiel nochmals spielen? Warum?
Frage 2 (direkt nach Spiel)	Hattest du das Prinzip schnell verstanden?
Frage 3 (direkt nach Spiel)	Wie hat dir das Spiel gefallen?
Abschluss	Erfolgsscreen in Szenerie

4. Küchen-Minigolf	Beschreibung
Einleitung	Spiele das Spiel, um den Honig zu erhalten
Testmetriken	<ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe • Anzahl der Hilfestellungen • Anzahl positiver Emotionen/Reaktionen • Anzahl negativer Emotionen/Reaktionen • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte • Gesammelte Punkte
Tools	Finaler Prototyp
Aufgabe 1	Versuche alle Level zu lösen. Hilfestellungen: 1. «Kamera gegen Boden richten». 2. Den Ball zeigen auf dem Screen zeigen. 3. «Wischen, um den Ball zu spielen».

Fragebogen	
Frage 1 (direkt nach Spiel)	Möchtest du das Spiel nochmals spielen? Warum?
Frage 1 (direkt nach Spiel)	Möchtest du das Spiel nochmals spielen? Warum?
Frage 1 (direkt nach Spiel)	Wie hat dir dieses Spiel gefallen?
Abschluss	Erfolgsscreen in Szenerie.

5. Abschluss	Beschreibung
Abschluss	Super, Alex kann nun dank dir wieder die Läckerli backen! (Läckerli schenken).
Abschlussfoto	Abschlussfoto mit Alex machen.
Fragebogen	
Frage 1	Hättest du das Bild gerne ausgedruckt gehabt?
Frage 2	Möchtest du noch weitere Fotos mit Alex selber machen?

9.3.3 Testdurchführung

9.3.3.1 Dreier-Gruppe

Allgemeine Informationen

- Junge, neun Jahre alt.
- Junge, elf Jahre alt.
- Junge, acht Jahre alt.

User Interface		Metriken	
		Anz. Klicks	Anz. Hilfestellungen
Aufgabe 1: Spiel starten	<ul style="list-style-type: none"> • Konnten das Spiel ohne Hilfestellung starten. 	3	0
Aufgabe 3: Mini-Spiel starten	<ul style="list-style-type: none"> • Konnten die verschiedenen Mini-Spiele ohne Hilfestellung starten. 	2	0
Aufgabe 4: Spielfortschritt erkennen	<ul style="list-style-type: none"> • Konnten den Spielfortschritt ohne Probleme erkennen. 	–	0
Allgemeine Eindrücke	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Zutaten-Icons wurden erkannt. • Die Gruppe unterstützte sich gegenseitig, sobald Schwierigkeiten aufgetreten sind. Der achtjährige Junge benötigte dabei am meisten Unterstützung. 		

Spielkonzepte	
1. Tutorial	<p>Das Smartphone wurde vom Neunjährigen gehalten: Er klickte eigenständig durch das Tutorial. War beim Schritt: «Klicke auf die Zutaten» ein bisschen blockiert, da er nicht richtig wusste, wie weiter.</p> <p>Das Tutorial war verständlich. Alle konnten mühelos erklären, wo welche Informationen zu finden sind. Die Länge fanden sie in Ordnung. Als ich sagte, dass sie anfangen können, gingen sie direkt auf die Markierungen im Raum zu und lösten die Aufgaben. Auch während dem Spielen verstanden sie, dass sie im Explore-Screen die eingesammelte Zutat direkt sehen konnten. Zudem erkannten sie, dass sie nun die gesammelten Sterne erhalten hatten.</p> <p>Testmetriken</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 2 min 50 s • Anzahl Hilfestellungen: eine, wobei er gefragt wurde, wie er nun weiterfahren müsse, als er sich bei einem Schritt (Info-Panel) über zehn Sekunden verweilte. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: keine. • Anzahl negativer Emotionen: fragender Gesichtsausdruck.
2. Baue einen Turm 3 Sterne	Elfjähriger hielt das Smartphone: Verstand, dass er nun das Handy schwenken und danach auf die eingebildeten Flächen tippen muss. Als ein Teller mit einem Läckerli auftauchte, lächelte er. Er verstand jedoch nicht, dass er

	<p>die Läckerli aufeinander türmen muss. Er hatte zweimal auf den Teller ge- tippt, anstelle des Läckerlis, was direkt zum Game Over geführt hat. Er startete auf Anhieb (ohne Input von mir) das Spiel neu, um einen höheren Turm zu schaffen. Er war verwirrt, wieso er so schnell verloren hatte. Als sein neunjähriger Kollege ihm den Tipp gegeben hat, das zweite Läckerli auf das erste zu platzieren, klappte es. Der Neunjährige sagte dann auch: «Jetzt hast du schon drei Sterne!», als Bestätigung für seinen Kollegen. Der Neunjährige musste laut lachen, als der Turm zusammenfiel. Feedback vom Elfjährigen: «Ich wusste nicht genau, was ich tun sollte, als es dann klappte, war es gut.». Er Wollte gerne noch ein nächstes Spiel spielen.</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 1 min 40 s • Anzahl Hilfestellungen: 1 (Durch seinen Kollegen). • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: drei (er musste lächeln, als er den Teller mit dem Läckerli sah, als er mehrere Läckerli aufeinander stapeln konnte und merkte, dass er drei Sterne gewonnen hat und als der Turm zusammenfiel.) • Anzahl negativer Emotionen: eine (schüttelte den Kopf, als er das Spiel zum dritten Mal starten musste, da das Spiel zu Beginn bei jedem Versuch sofort zu Ende war). • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: so lange, bis er die drei Sterne erreichte (drei Mal).
3. Finde Alex 1 Stern	<p>Das Smartphone wurde vom Achtjährigen gehalten: Die Markierung war nicht an einer Wand, sondern an einer schrägen Flipchart. Die App kann schräge Wände nicht als Spielflächen erkennen. Deswegen gab ich ihnen den Tipp, an eine andere Wand zu stehen. Die Szenerie wurde schnell platziert, da ihn seine Kollegen leiteten («drücke hier»). Jedoch suchte er nach Alex, indem er sich an Ort und Stelle bewegte, anstatt hin- und herzugehen. Als er sich nach einer Hilfestellung von seinen Kollegen begann zu bewegen, starre er weiter auf das Spiel, bis ich ihm nach etwas mehr als einer Minute den Tipp gab, dass ihm vielleicht die eingeblendeten Personen helfen könnten.</p> <p>Als ich die Gruppe nach Beenden des Spiels fragte, warum sie nur einen Stern erhalten haben, antworteten sie, dass sie dachten, sie wären zu langsam gewesen. Die zweite Annahme war, dass sie zu viel Tipp-Gesten getätigten hatten. Die Aufgabe wurde zu dritt gelöst, indem seine älteren Spielkameraden dem Achtjährigen Tipps gaben. Der Achtjährige fand das Spiel toll (es war sein Lieblingsspiel), er war von der lebendigen und farbigen virtuellen Welt sehr fasziniert.</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 5 min • Anzahl Hilfestellungen: zwei, weil die Plane Detection am gewählten Ort nicht funktionierte (30 Sekunden versucht). Danach suchte er etwas mehr als eine Minute nach Alex, ohne auf etwas zu tippen. Deswegen gab ich ihm den Rat: «Vielleicht kannst du Tipps von anderen Personen erhalten». • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: eine, als er Alex gefunden hat und der Success-Screen kam. Seine Kollegen mussten Lachen, als eine Person sagte, dass Alex sicher noch am Schlafen ist.

	<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl negativer Emotionen: keine. • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: eine
4. Küchen-Minigolf 2 Sterne	<p>Das Smartphone wurde vom Neunjährigen gehalten: Zu Beginn war er verwirrt und wusste nicht, was nun zu tun ist. Nach ein paar Sekunden verstand er dann das Prinzip. Am Startpunkt pulsierte ein Kreis als Markierung für den Ball, damit dieser besser sichtbar ist. Er dachte jedoch, dass man darauf klicken muss. Er wischte dann sehr hastig. Im Nachhinein erfuhr ich, dass er meinte, der Highscore wird anhand der benötigten Zeit berechnet. Er verstand jedoch, dass er durch das Bestehen von zwei Levels zu den beiden Sternen gekommen ist.</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 1 min 40 s. • Anzahl Hilfestellungen: keine. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen • Anzahl positive Emotionen: zwei (musste lächeln, als er die Szenerie sah und ebenso, als der Ball hinunterfiel). • Anzahl negativer Emotionen: keine. • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: mindestens zwei. Da die Zeit jedoch fortgeschritten war, mussten wir weiterfahren.
5. Kombiniere richtig 3 Sterne	<p>Elfjähriger hielt das Smartphone: Achtjähriger wirkte schnell desinteressiert und störte, indem er eigenständig die Karten wegnahm und mit ihnen herumwedelte.</p> <p>Als nichts vor dem Marker passierte, bewegte sich der Elfjährige von der Szenerie weg. Sein neunjähriger Kollege stürzte sich direkt auf die Karten und fing an, sie umzudrehen. Danach drehte sich der Elfjährige wieder zurück und hielt das Smartphone über die Karten. Sie brauchten danach 30 Sekunden, bis sie entdeckten, dass sie die Karten physisch bewegen können. Zu Beginn versuchten sie, die verschiedenen Teile mit Tippen und Ziehen zu verschieben.</p> <p>Brauchten sehr lange für das Spiel. Der Schwingbesen konnte wegen eines Programmfehlers nicht zusammengesetzt werden. Dies wurde vom Neunjährigen mehrmals erwähnt, dass er dies sehr schade fand. Der Elfjährige sagte im Review, dass die Kinder oftmals nicht so viel Geduld hätten, die Schüssel (mit vier Stücken) zusammenzusetzen und dass es dann gut wäre, wenn man Spiel vorzeitig abschliessen könnte.</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 5 min 30 s. • Anzahl Hilfestellungen: eine, weil beim Schwingbesen ein Fehler im Programm war (es erkannte nicht, dass er richtig zusammengesetzt wurde). • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: Sie wollten die Aufgabe nach zwei Formen abbrechen, dies wurde im Review nochmals erwähnt. • Anzahl positive Emotionen: zweimaliges Lachen: die erste, als eine lustige Kombination entstand und die zweite, als sie das Spiel gewonnen haben. • Anzahl negativer Emotionen: drei: als der Achtjährige mit den Karten herumfuchtelte, nahmen sie ihm diese aus der Hand. Durch das

	<p>Nichterkennen des Schwingbesens waren sie enttäuscht, da die Zeit ablief und sie dadurch verloren hatten (keine Punkte).</p> <ul style="list-style-type: none"> Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: eine.
Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> Sie fanden es toll, dass sie die Rätsel zusammen lösen konnten. Der Achtjährige war eher störend, da er nicht wirklich mit den anderen kooperieren wollte. Nachdem das erste AR-Spiel gemacht wurde, war das Platzieren der Szenerie kein Problem mehr. Ihnen hat alles bis auf das Kombinier-Spiel gefallen, weil es für sie etwas frustrierend war: Sie benötigen lange und waren ein wenig enttäuscht, dass der Schwingbesen nicht funktionierte. Sie hätten gerne die Option gehabt, die verdienten zwei Sterne zu nehmen und das Spiel abzubrechen. Lieblingsspiele: Vom Acht- und Neunjährigen: «Finde Alex». Vom Elfjährigen: «Läckerliturm».

9.3.3.2 Zweier-Gruppe

Allgemeine Informationen

- Junge, elf Jahre alt (grosser Bruder).
- Mädchen, acht Jahre alt (kleine Schwester).

User Interface		Metriken	
		Anz. Klicks	Anz. Hilfestellungen
Aufgabe 1: Spiel starten	<ul style="list-style-type: none"> Konnten das Spiel ohne Hilfestellung starten. 	3	0
Aufgabe 3: Mini-Spiel starten	<ul style="list-style-type: none"> Konnten alle Mini-Spiele ohne Hilfestellung starten. 	2	0
Aufgabe 4: Spiel-fortschritt erkennen	<ul style="list-style-type: none"> Konnten den Spielfortschritt ohne Probleme erkennen 	–	0
Allgemeine Eindrücke	<ul style="list-style-type: none"> Alle Zutaten-Icons wurden erkannt. Spiel-Fortschritt wurde erkannt. 		

Spielkonzepte	
1. Tutorial	<p>Das Smartphone wurde vom Elfjährigen gehalten: Sie waren beide interessiert. Der Bruder konnte bereits gut lesen, klickte ziemlich schnell durch das Tutorial und verstand alles gut.</p> <p>Sie konnten die Sachen gut wiedergeben. Als ich sagte, dass sie anfangen können, marschierten sie direkt zu den Zutaten und lösten die Aufgaben.</p> <p>Testmetriken</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 1 min 40 s. • Anzahl Hilfestellungen: keine. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: keine. • Anzahl negativer Emotionen: keine.
2. Baue einen Turm 3 Sterne	<p>Das Smartphone wurde vom Elfjährigen gehalten. Er konnte das Spiel ziemlich schnell starten und schaffte auf Anhieb sieben Punkte. Er fragte seine kleine Schwester, ob sie auch spielen möchte. Sie starteten das Spiel mühelos neu, ohne dabei fragen zu müssen. Seine Schwester schaffte acht Punkte.</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: zwei Mal 20 s (beide Personen haben einmal gespielt). • Anzahl Hilfestellungen: keine. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: eine, sie mussten lachen als der Turm zusammenfiel. • Anzahl negativer Emotionen: keine • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: mind. zwei Mal, da beide auf Anhieb drei Sterne erhalten.
3. Finde Alex 1 Stern	<p>Das Smartphone wurde von der Achtjährigen gehalten. Auch sie musste ich bitten, an eine andere Stelle zu stehen. Danach startete sie den Plane-Detection-Modus. Als Flächen an der Wand erschienen sind und ihr Bruder sie darauf hinwies, auf die Fläche zu tippen, konnte sie die Spielfläche ohne Probleme platzieren. Sie erschrak ein bisschen, als die Szenerie platziert wurde. Beide verstanden auf Anhieb, dass sie sich in der Szenerie bewegen und Sachen antippen konnten. Der Bruder riet seiner Schwester, auf eine bestimmte Person zu tippen, sie antwortete: «Aber das ist doch ein Mädchen». Sie tippte auf die Person und erhielt einen Hinweis. Der Bruder gab ihr dann weitere Tipps und so kamen beide zügig zum erfolgreichen Spielabschluss. Sie fanden es gut, dass alle Personen zu ihnen sprechen konnten. Auch sie verstanden nicht ganz, wieso sie nur einen Stern erhalten hatten.</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 1 min 30 s. • Anzahl Hilfestellungen: eine, weil die Plane Detection dort nicht funktionierte, wo sie dies wollte (30 Sekunden versucht). • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: 1 (Lachen, als das Spiel erfolgreich abgeschlossen wurde). • Anzahl negativer Emotionen: keine. • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: eine, da sie die nächsten Spiele ergründen wollten

4. Küchen-Minigolf 1 Stern	<p>Das Smartphone wurde vom Elfjährigen gehalten. Der Marker konnte nicht so schnell erkannt werden. Ich musste helfen. Er dachte zuerst, er könnte den Ball spielen, indem er mit dem Handy schwingen muss. Danach suchte er nach einem Button und erst zum Schluss versuchte er, den Screen anzutippen. Er nahm sich Zeit und berechnete dann jeden Spielzug. Gab nach dem ersten Level das Handy seiner Schwester. Sie starteten das Spiel dreimal neu (eigenständig). Jedes Mal fiel der Ball jedoch beim zweiten Level schnell hinunter. Als einmal die Szenerie nicht sichtbar war, nachdem sie diese platzierten (Programmfehler), brachen sie das Mini-Spiel eigenständig ab und gingen zur Markierung, um das Mini-Spiel neu zu starten.</p> <p>Feedback: Gute Idee, jedoch war das zweite Level zu schwer. Vielleicht sollten mehr Wände aufgestellt werden, damit der Ball nicht so schnell hinunterfällt.</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 3 min 50 s (alle drei Versuche zusammengerechnet). • Anzahl Hilfestellungen: keine. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: keine. • Anzahl negativer Emotionen: keine. • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: drei. Der Junge hätte jedoch gerne noch mehr versucht (war sein Lieblingsspiel).
5. Kombiniere richtig 3 Sterne	<p>Verstanden sehr schnell das Prinzip: Nachdem das Spiel startete, ging das Mädchen zu den Karten und verschob und drehte sie. Sie wirkten sehr gut abgestimmt und schafften alle drei Formen ziemlich schnell. Auch bei ihnen konnte der Schwingbesen als korrekt zusammengefügte Figur nicht erkannt werden. Nachdem ich die Karte ein bisschen angehoben hatte, funktionierte es dann. Dieses Spiel war das Lieblingsspiel des Mädchens.</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 3 min 20 s. • Anzahl Hilfestellungen: keine. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: eine, strahlten, als sie alle drei Sterne erhalten hatten. • Anzahl negativer Emotionen: keine. • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: eine, da alle Sterne erhalten.
Allgemein	<p>Sie nahmen sehr viel Rücksicht aufeinander: Der grosse Bruder war sehr umsichtig zu seiner Schwester und nahm Rücksicht auf sie. Sie folgte im Gegenzug seinen Anweisungen und sprach ihm gerne alles nach.</p> <p>Nachdem das erste AR-Spiel abgeschlossen wurde, war das Platziieren der Szenerie kein Problem mehr.</p> <p>Ihnen gefielen alle Spiele. Lieblingsspiele: Bruder: Das «Minigolf-Spiel» gefiel ihm am besten. Er wusste nicht richtig weshalb. Vermutlich, weil er selbst gerne Minigolf spielt (sagte er nach Rückfrage). Der Schwester gefiel das «Kombinieren-Spiel», weil sie auch gerne Puzzles macht. Nicht so gefallen hat dem Bruder das Spiel «Finde Alex». Es war für ihn zu kurz. Er sagte, wenn er gewusst hätte, dass er noch mehr entdecken könnte, hätte ihm dieses Spiel sehr wahrscheinlich mehr Spass gemacht.</p>

9.3.3.3 Mädchen siebenjährig

Allgemeine Informationen

- Konnte nicht lesen.
- Ausserhalb der definierten Zielgruppe (als Randgruppe selektiert).

User Interface		Metriken	
		Anz. Klicks	Anz. Hilfestellungen
Aufgabe 1: Spiel starten	• Konnte das Spiel mit Hilfestellung starten.	3	0
Aufgabe 3: Mini-Spiel starten	• Konnten alle Mini-Spiele mit Hilfestellungen starten.	2	3
Aufgabe 4: Spiel-fortschritt erkennen	• Konnte den Spielfortschritt mit Hilfestellungen erkennen.	–	2
Allgemeine Eindrücke	• Erkannte nicht alle Zutaten-Icons. • Benötigte bedingt durch das Alter sehr viele Hilfestellungen.		

Spielkonzepte	
1. Tutorial	Sie verstand das Spielkonzept (wurde ihr vorgelesen, da sie noch nicht lesen konnte). Auch während dem Spiel sagte sie dann: «Jetzt habe ich schon zwei Zutaten.», als sie in der Explore-Scene war und zwei Spiele bestanden hat.
2. Kombiniere richtig 2 Sterne	Sie verstand nicht richtig, was sie nun mit dem Smartphone machen musste und schaute die Karten ohne Smartphone an. Als sie anfing das Smartphone zu benutzen, waren drei von den vier Schüssel-Karten aufgedeckt. Sie wirkte ein bisschen verloren. Sie verstand nicht, dass sie die Karten drehen kann. Die Aufgabe mit der Schüssel war zu schwierig für sie. Sie sagte auch selber, dass das Spiel kompliziert sei. Ihr hat das Spiel dennoch gefallen. Testmetriken: <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 3 min 40 s. • Anzahl Hilfestellungen: drei, zeigte ihr, dass man mit Smartphone schauen muss, dass man Karten drehen kann, gab ihr Tipp «Was gehört wohl zusammen?». • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: zwei, sie lächelte während dem Zusammensetzen und als sie gewonnen hat. • Anzahl negativer Emotionen: keine. • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: einen.
3. Finde Alex 1 Stern (da sie noch-mals spielen wollte)	Der Plane-Detection-Modus war zu schwierig für sie, insbesondere, weil sie an die Wand schauen musste. Zudem musste ich ihr helfen, indem ich ihr sagen musste, dass sie auf die eingebildeten Flächen tippen soll. Es schien so, als erwartete sie, dass das Spiel direkt anfing. Sie hatte sehr viel Freude an dem Spiel. Die gesprochenen Texte gefielen ihr gut, ebenso, dass sie Rätsel lösen und dabei Sterne einsammeln

und ich ihr ein bisschen half, hatte sie dann 2 Sterne	<p>konnte. Obwohl sie Alex gefunden hatte, wollte sie das Spiel nochmals spielen. Um ihr die Möglichkeiten ein wenig aufzuzeigen, sagte ich ihr, dass sie sich drehen solle. Sie hatte dann den Velofahrer gesehen und den Stern eingesammelt, nachdem dieser fertig gesprochen hatte. Dieses Spiel war ihr Lieblingsspiel.</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 5 min (beide Durchgänge zusammen). • Anzahl Hilfestellungen: zwei, erstens bezüglich der Plane-Detection-Erkennung und zweitens, weil sie nicht wusste, dass sie die Szenerie platzieren musste. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: vier, sie lächelte, als sie die Szenerie sah und als die Personen zu ihr sprachen. • Anzahl negativer Emotionen: eine, sie seufzte, als die Plane Detection nicht funktionierte. • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: zwei Mal. Obwohl sie Alex gefunden hatte, wollte sie nochmals spielen.
4. Küchen-Minigolf 2 Sterne	<p>Sie hatte Mühe mit der Plane Detection. Wie alle anderen auch hatte sie zuerst nicht begriffen, wie sie den Ball steuern kann. Sie merkte aber dann schnell wie. Sie gab sich Mühe und ging teilweise auch näher an die Szenerie, um sich die Situation genauer betrachten zu können. Sie schaffte mit wenigen Schlägen Level 1 und 2. Level 3 verlor sie dann, weil sie zu früh mit dem Finger wischte.</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 2 min 30 s. • Anzahl Hilfestellungen: eine, musste ihr sagen, dass sie gegen den Boden schauen soll. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: zwei, sie lächelte beim Bestehen jedes Levels. • Anzahl negativer Emotionen: keine. • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: einen. Sie sagte, dass es für sie zu einfach sei. Sie hat jedoch nicht alle Levels bestanden.
5. Baue einen Turm 3 Sterne	<p>Sie hatte Mühe mit dem Plane-Detection-Modus. Sie schaffte auf Anhieb sieben Läckerlis und sagte, dass sie ja schon alle Sterne eingesammelt hätte. Wollte dennoch nochmals spielen und schaffte dann acht.</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 2 min. • Anzahl Hilfestellungen: eine, ich musste ihr sagen, dass sie gegen den Boden schauen soll. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: vier, sie lächelte, als sie das Läckerli mit dem Teller sah und jedes Mal, als der Turm zusammenfiel. • Anzahl negativer Emotionen: keine. • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: drei, beim ersten Versuch erhielt sie nur einen Stern

	und beim zweiten alle drei. Nachdem sie beim dritten Versuch nicht mehr Punkte erhielt, brach sie dann ab.
Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> Sie war teilweise sehr scheu. Sie gab schnell zu verstehen, dass sie etwas nicht versteht, bevor sie überhaupt überlegen konnte. Sie fragte vielmals nach, bevor sie auf etwas klickte (ausser in den Spielen) und bei Fragen antwortete sie immer sehr kurz. Sie achtete auf die Anzahl Sterne, die sie gesammelt hat. Jedoch nicht wirklich auf die Highscores. Sehr wahrscheinlich auch, weil sie die Zahlen noch nicht gut lesen und verstehen kann. Sie interpretierte beim Success-Screen der Mini-Spiele die Buttons falsch (Spiel nochmals spielen/Spiel beenden). Verstand die Siegerwand und konnte sagen wie viele Sterne sie bei welchen Spielen gewonnen hat. Sie hatte Mühe mit der Plane Detection. Etwa erst nach dem vierten Mal verstand sie das Prinzip und konnte die Szenerien dann eigenständig platzieren. Sie hätte sicherlich Unterstützung benötigt, wenn sie das Spiel in der Ausstellung hätte spielen wollen. Sie fragte auch beim Starten und Platzieren der Spiele nach, ob sie z. B. jetzt wirklich etwas antippen darf bzw. soll.

9.3.3.4 Knabe zwölfjährig

Allgemeine Informationen

- Hatte bereits sehr viel Erfahrung im Umgang mit Smartphones.
-

User Interface		Metriken	
		Anz. Klicks	Anz. Hilfestellungen
Aufgabe 1: Spiel starten	<ul style="list-style-type: none"> Konnte das Spiel ohne Hilfestellung starten. 	3	0
Aufgabe 3: Mini-Spiel starten	<ul style="list-style-type: none"> Konnte alle Mini-Spiele ohne Hilfestellung starten. 	2	0
Aufgabe 4: Spiel-fortschritt erkennen	<ul style="list-style-type: none"> Konnte den Spielfortschritt ohne Probleme erkennen 	-	0
Allgemeine Eindrücke	<ul style="list-style-type: none"> Erkannte alle Zutaten-Icons. Hatte keine schwerwiegenden Probleme bezüglich User Interface. 		

Spielkonzepte	
1. Tutorial	<p>Er verstand alles und kam schnell vorwärts. Er erklärte, dass das ja wie gewohnt sei. Einzig beim Zutaten-Screen verweilte er länger, weil er nicht auf Anhieb weiter wusste. Verstand das Prinzip, dass er die Zutaten für Alex finden soll, damit er die Läckerli backen kann. Er verstand auch (während dem Spiel), wie viele Zutaten er eingesammelt hat und wie viele Sterne er erhalten hat.</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 1 min 40 s. • Anzahl Hilfestellungen: keine. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: keine. • Anzahl negativer Emotionen: keine.
1. Baue einen Turm 3 Sterne	<p>Da das Smartphone gerade unterhalb der Markierung die Fläche erkannte, hatte er hier keine Mühe mit der Plane Detection. Er hatte auf Anhieb acht geschafft. Fand es cool, aber hatte nicht wirklich einen grossen Willen, das Spiel nochmals zu spielen, da er auch sofort alle Sterne einsammelte. Als ich ihn jedoch fragte, wie gut er seine Leistung einschätzte, sagte er «So mittel».</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 30 s. • Anzahl Hilfestellungen: keine. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: zwei, er lächelte als er den Teller mit dem Läckerli sah und nachdem er sah, dass er drei Sterne erhalten hat. • Anzahl negativer Emotionen: keine. • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: einen.
2. Finde Alex 1 Stern (da er nochmals spielen wollte und ich ihm ein bisschen half, hatte er zum Schluss 3 Sterne)	<p>Ich musste ihn bitten, das Smartphone etwas nach oben zu richten, da dort die Wand strukturierter war und so die Plane Detection funktionierte. Danach plazierte er die Szenerie. Er bewegte sich anfangs nicht und schwenkte ca. im 45°-Umkreis umher, bis er den Mann antippte, der ihm den Tipp gab, bei einem weiter entfernten Haus zu schauen. Er fand dann Alex nach kurzer Zeit. Als ich ihn nach dem Spiel fragte, warum er so wenig Punkte hat (einen), hat er geantwortet, dass er wohl zu viel Zeit gebraucht hätte.</p> <p>Als ich ihm erklärte, dass er vielleicht auch weitere versteckte Sterne sammeln kann, versuchte er das Spiel nochmals. Er hatte jedoch sehr viel Mühe, die Sterne zu finden und ich musste ihm einige Tipps geben, da er langsam frustriert wirkte. Er fand auch dieses Spiel gut. Nachdem ich ihn fragte, was man ändern sollte, sagte er, dass er niemals daran gedacht hätte, dass er nach mehr Sternen suchen sollte. Er hätte gedacht, dass benötigte Zeit entscheidend sei. Er hat angemerkt, dass man hier vielleicht einen Tipp geben sollte.</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 3 min 40 s (zweimal gespielt). • Anzahl Hilfestellungen: eine, ich musste ihm sagen, dass er gegen die Wand schauen soll. Zusätzlich gab ich ihm noch drei Tipps, damit er die restlichen Sterne einsammeln konnte. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen.

	<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl positive Emotionen: drei, beim Einsammeln jedes Punktes. • Anzahl negativer Emotionen: keine. • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: zwei. Als ich ihm erzählte, dass er noch mehr Sterne gewinnen kann, indem er genauer sucht, wollte er nochmals spielen.
3. Kombiniere richtig 3 Sterne	<p>Er verstand schnell das Prinzip, dass er mit dem Smartphone die Karten anschauen soll. Jedoch verstand er lange nicht, wie er die eingeblendeten Objekte verschieben kann. Als er dann erkannte, dass er die Karten bewegen kann, schaffte er die Form des Schwingbesens. Er suchte nach Möglichkeiten (z. B. nach weiteren Karten), um die fehlenden Teile zu erhalten. Er wusste, dass noch weitere Formen fehlten. Er Hatte jedoch auch nach drei Minuten noch nicht verstanden, dass er die Karten drehen kann und das Spiel wurde automatisch mit einem Stern beendet. Als ich ihm erklärte, wie das Spiel funktioniert, wollte er sofort neu starten und machte sich als erstes an den Schwingbesen, den er nach 20 Sekunden zusammengefügt hatte. Danach fügte er die Schüssel innerhalb einer Minute zusammen und nach zehn Sekunden schaffte er dann auch das Nudelholz.</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 5 min 40 s (zweimal gespielt). • Anzahl Hilfestellungen: drei: musste ihn darauf hinweisen, dass er die Karten umkehren kann, musste ihm dreimal sagen, dass er nicht nach weiteren Karten suchen muss. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: drei, beim Entdecken, dass über den Karten einzelne 3D-Objekte eingeblendet wurden und beim Bestehen des Spiels musste er lächeln. • Anzahl negativer Emotionen: zwei, er war frustriert, weil er nicht wusste, wie er zu den einzelnen Teilen gelangen kann und als er beim ersten Versuch keinen Punkt erhalten hat. • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: zwei. Weil er am Ende des ersten Spiels dann verstand, wie er das Spiel lösen kann.
4. Küchen Minigolf 2 Sterne	<p>Er hatte Mühe mit der Plane Detection, da er meinte, dass er mit dem Gerät an die Wand schauen muss (da dort der Marker war). Er dachte, dass er auf die Markierung «Start» klicken soll, da diese oberhalb der Kugel war (diese hätte jedoch nur die Kugel besser sichtbar machen sollen). Er verstand, dass er näher an die Objekte gehen kann, um diese genauer betrachten zu können. Dieses Spiel bereitete ihm mit Abstand am meisten Freude. Er fieberte mit jedem «Schlag» mit und gab Geräusche von sich wie «Äh!», «Uh!» usw. Er hatte direkt die ersten beiden Levels geschafft und spielte das Spiel viermal hintereinander, wobei er immer die ersten beiden Levels schaffte und beim dritten scheiterte.</p> <p>Testmetriken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für das Lösen der Aufgabe: 2 min 50 s. • Anzahl Hilfestellungen: einen, da er fälschlicherweise das Smartphone an die Wand richtete und nicht auf den Boden. • Zeit bis zum Abbruch der Aufgabe: nicht abgebrochen. • Anzahl positive Emotionen: zwei, bzw. acht, da er sich beim Bestehen der einzelnen Levels freute. • Anzahl negativer Emotionen: keine. • Anzahl der Versuche, die ein Kind von sich aus für eine Aufgabe aufwenden möchte: vier.

Allgemein	Hat direkt am Anfang geäussert, dass er sehr gerne Spiele auf dem Smartphone spiele. Er konnte von diesem Wissen profitieren, indem ihm alle Konzepte (bis auf die AR-Inhalte) schon bekannt waren. Auch dass die Markierung grün eingeblendet wird, wenn die dazugehörigen Spiele abgeschlossen sind, war für ihn ganz selbstverständlich: «Das ist ja bei allen Games so.» Die AR-Hilfestellungen las er nicht, sondern konzentrierte sich nur auf die Animationen. Deswegen achtete er meistens auch nicht darauf, das Smartphone auf den Boden oder an die Wand zu richten. Ihn motivierten die Sterne sehr. Wenn er nicht alle einsammeln konnte, wollte er sofort neu anfangen, bis er alle hatte. Das Minigolf-Spiel hätte er gerne noch öfters gespielt, bis er auch dort alle Sterne gewonnen hätte. Als ich ihn fragte, ob er dieses Spiel auch mit Kollegen spielen würde, sagt er, dass er das sehr gerne machen würde. Auf Nachfrage hatte er geantwortet, dass er lieber mit den Freunden zusammen an einem Smartphone spielen möchte, als jeder an seinem eigenem Handy. Ihm würde es auch gefallen, diese Spiele mit Freunden zu spielen, da er sich dann mit ihnen messen kann. Als das Interview fertig war und nachdem er die Belohnung bekam, fragte er mich, ob er die App auf seinem Smartphone installieren könne, da er dieses Spiel später gerne einmal wiederholen möchte.
-----------	--

10 Verwendete Ressourcen

Für die Erstellung des AR-Prototypen wurde auf verschiedene fertige Elemente wie 3D-Modelle und Scripts verwendet. Die verwendeten Scripts sind im Projekt mit einem Vermerk «Source:...» gekennzeichnet. Die verwendeten 3D-Modelle sind frei verfügbar und verfügen in der Regel über eine Royalty-Free-Lizenz. Es wird empfohlen, die allfällige Lizenzbestimmungen bei einer kommerziellen Verwendung des Prototypen zu prüfen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Quellen der einzelnen Ressourcen aufgeführt.

Bezeichnung	Beschreibung	Quelle
Handzeichnungen aus der Ausstellung	Gezeichnete Charaktere und Gebäude (zusätzlich koloriert wurden)	Stauffenegger + Partner AG
Vertonung der gesprochenen Texte	Soundeffekte und Hintergrund-Musik	https://freesound.org (CC0 1.0 Lizenz: https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)
Text-To-Speech	Vertonung der gesprochenen Texte	https://ttsmp3.com
3D Modelle	3D Modelle (teilweise angepasst)	Nudelholz: https://www.cgtrader.com/free-3d-models?keywords=rolling+pin Stern: https://www.cgtrader.com/free-3d-models/space/other/low-poly-star Schüssel: https://www.cgtrader.com/free-3d-models/food/miscellaneous/bowl-free Schneebesen: https://www.cgtrader.com/free-3d-models/household/kitchenware/egg-beater-classic Geschirr: https://assetstore.unity.com/packages/3d/white-porcelain-dish-set-demo-82858 Küchenutensilien: https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/food-and-kitchen-props-pack-85050

11 Ehrlichkeitserklärung

Hiermit erklären wir, die vorliegende IP6-Projektarbeit selbstständig, ohne Hilfe Dritter und nur unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst zu haben.



Fabian Bur



David Maissen