

Lernspiele für Kinder: Was interessiert dich?

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieurin

im Rahmen des Studiums

Medieninformatik

eingereicht von

Sandra Dietinger

Matrikelnummer 0825938

an der
Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien

Betreuung
Betreuerin: Associate Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Hilda Tellioglu

Wien, 14.01.2014

(Unterschrift Verfasserin)

(Unterschrift Betreuerin)

Erklärung zur Verfassung der Arbeit

Hiermit erkläre ich, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst habe, dass ich die verwendeten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben habe und dass ich die Stellen der Arbeit – einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen –, die anderen Werken oder dem Internet im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, auf jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe.

Ort, Datum

Unterschrift

Danksagung

Mein besonderer Dank gebührt meinem Freund, der mich immer unterstützt hat und mir mit Rat und Tat zur Seite stand. Meinen Eltern, die mir das Studium erst ermöglicht haben und mich nach anfänglichen Zweifeln schließlich in meiner Entscheidung bestärkten.

Frau Prof. Hilda Tellioglu für die ausgezeichnete Betreuung und das Gefühl totalen Vertrauens in meine Fähigkeiten, welches mich zu Höchstleistungen anspornt.

Allen, die mich während meines Studiums begleitet haben und mir gute Freunde wurden, sei ebenfalls ein großer Dank ausgesprochen.

Zu guter Letzt gilt noch ein besonders herzlicher Dank den Mitarbeiterinnen des Betriebskindergartens der TU Wien für die tolle Zusammenarbeit, die Kooperationsbereitschaft und die warme Aufnahme.

Zusammenfassung

Kinder wachsen in einem digitalen Zeitalter auf, wodurch sie schon sehr früh mit Technik und den verschiedensten Technologien in Berührung kommen. Digitale Lernspiele greifen dieses Wissen von Kindern auf, um den Kindern das Lernen zu erleichtern und einen Spaßfaktor hinzuzufügen. Bisher entwickelte Lernspiele sehen das Kind jedoch nicht als Designpartner und Experten ihrer eigenen Bedürfnisse und Fähigkeiten an, sondern als Endtester, die ein fertiges Lernspiel vorgesetzt bekommen. In dieser Arbeit soll das Thema, sowie die präferierten Technologien für das Lernspiel von den Kindern selbst gewählt werden. Kinder sind sich jedoch meist nicht bewusst über ihre Wünsche und Bedürfnisse bezüglich Interesse und mögliche Eingabegeräte, geschweige denn diese klar auszudrücken. Das Interesse und die gewünschte Technologie der Kinder wird aus diesem Grund in dieser Arbeit über Cultural Probe und Technology Probe eruiert. Diese beiden Methoden werden mit (Video-)Beobachtungen ergänzt und führen auch zu Erkenntnissen über die bildliche Darstellung von Abbildungen. Aufbauend auf den daraus resultierenden Ergebnissen wird ein Lernspiel-Prototyp für Kleinkinder im Alter von 4 - 6 Jahren erstellt und im Anschluss mit den Kindern getestet, evaluiert und analysiert.

Abstract

Children grow up in a digital era, making them accustomed to be surrounded by technologies and to interact with them. Educational games build upon children's technology knowledge to simplify learning for children and add a fun factor. Up to now, educational games do not consider children as design partners and experts of their own needs and skills. Instead, they are considered as end users and test the finished educational game. In this master thesis the topic as well as the technology for the educational game should be chosen by children. Children are usually not aware of their wishes and needs regarding interests and possible input devices, let alone able to express them. Hence, in this thesis children's interest and their preferred technology are determined by cultural probe and technology probe. Both methods are supplemented by (video) observations and guide to findings regarding visual form of representation. Based on these results an educational game-prototype for children aged between 4 and 6 was created, followed by user tests with children, evaluation and analysis.

Inhaltsverzeichnis

Erklärung zur Verfassung der Arbeit	i
Danksagung	iii
Zusammenfassung	v
Abstract	vii
I Theoretische Grundlagen	1
1 Einleitung	3
1.1 Motivation	4
1.2 Aufbau der Arbeit	5
2 Zielgruppe Kind	7
2.1 Lerntheorien	8
2.2 Kognitive Entwicklung	14
2.3 Körperliche und motorische Entwicklung	19
3 Lernspiele	21
3.1 Geschichte	22
3.2 Design	23
3.3 Genres	29
3.4 Geschlechtsspezifische Unterschiede	29
4 Tangible User Interfaces	35
4.1 Geschichte	36
4.2 Charakterisierung	39
4.3 Intuitive Interaktion	45

5 Methoden	53
5.1 Beobachtung	54
5.2 Videobeobachtung	55
5.3 Cultural Probes	56
5.4 Technology Probes	62
5.5 Prototyping	63
II Praktische Umsetzung	67
6 Prototyp - Kontinentale Diamantenjagd	69
6.1 Beobachtung	70
6.2 Cultural Probe	71
6.3 Technology Probe	78
6.4 Der Prototyp	81
III Abschluss	93
7 Resümee	95
7.1 Analyse	96
7.2 Weiterentwicklung	112
Abbildungsverzeichnis	115
Tabellenverzeichnis	118
Literaturverzeichnis	119

Teil I

Theoretische Grundlagen

KAPITEL 1

Einleitung

In diesem Kapitel wird das Thema Lernspiele allgemein betrachtet, um einen kurzen Einblick zu geben, was unter Lernspielen zu verstehen ist. Des Weiteren wird die Motivation, diese Arbeit zu verfassen, erläutert. Zum Schluss folgt noch eine Übersicht über den Aufbau dieser Arbeit.

Digitale Lernspiele haben viele Namen, wie Edutainment, digital Game-based Learning, Educational Game usw. In dieser Arbeit wird der Ausdruck Lernspiel dafür verwendet. Lernspiele sind eine Symbiose aus Spielen und Lernen. Um ein ansprechendes Lernspiel zu erstellen, müssen beide Bereiche in Betracht gezogen und in Einklang gebracht werden [44].

Kinder wachsen in einer digitalen Zeit auf und sind es gewohnt, von Technik umgeben zu sein und damit zu interagieren [76]. Dadurch hat sich ihre Art zu denken und Information zu verarbeiten verändert. Computerspiele haben eine große Bedeutung in ihrem Leben und sie verbringen gerne ihre Freizeit damit. Es ist eine Tatsache, dass junge Lernende viel mehr Zeit mit Fernsehen und Computerspielen verbringen, als mit Lesen, daher müssen dem entsprechende Konsequenzen für das Lernen gezogen werden [81]. Der Zeitfaktor, also wie lange sich ein Mensch mit einem Thema befasst, ist ein sehr wichtiger, da sich dadurch ein Lernstoff besser einprägt [53].

Pädagogen/Pädagoginnen sind der Ansicht, dass Kinder am besten lernen, wenn es ihnen Spaß macht, zudem ist das Lernen durch spielen sehr natürlich und nicht invasiv [76]. Schon John Locke meinte:

“Die größte Kunst ist, den Kleinen alles, was sie tun oder lernen sollen, zum Spiel und Zeitvertreib zu machen.” [59, S. 156]

Lernspiele holen den Lernenden/die Lernende dort ab, wo er/sie lebt, zudem fördern Computerspiele einen chemischen Prozess im menschlichen Körper, welcher zu vermehrter Dopaminausschüttung führt [53]. Dopamin ist der Grundstoff für mentale Aktivität und fördern den Lernprozess [2]. Diese positiven Auswirkungen von Spielen lassen sich in den verschiedensten Altersgruppen feststellen, wie beispielsweise bei Kindergartenkindern. In einer Studie, dessen Ergebnis in [57] wiedergegeben wurde, zeigt, dass Kindergartenkinder in nur elf Wochen, in denen sie jeden Tag etwa 40 Minuten mit einem Lernspiel verbrachten, ihre Lese- und Schreibfähigkeiten verbessern konnten.

Besonders bei jungen Kindern ist zu beachten, dass sie eine kurze Aufmerksamkeitsdauer von etwa 8 - 15 Minuten, daher müssen die einzelnen Aufgaben kurz gehalten werden [37]. Ein entsprechendes Lernspiel für Kinder zu gestalten, ist sehr schwierig, da es keine speziellen Fähigkeiten erfordern darf, da Kleinkinder erst sprechen, lesen und schreiben lernen müssen. Am besten sollte das Spiel nicht zu komplex sein und keine Reizüberflutungen hervorrufen [54].

1.1 Motivation

Digitale Spiele werden als ein potenzielles Bildungswerkzeug angesehen, welche motivierend auf die Lernenden wirken. Die daraus entstandenen Spiele setzen Kinder meist nur als Endtester ein. Ich bin der Meinung, dass Kinder schon in den Anfängen der

Entwicklung miteinbezogen werden müssen. Das beginnt bereits beim Thema, worüber gelernt werden soll, da der Designer/die Designerin eines Spiels nur vermuten kann, was ein Kind will und braucht. Ebenso wichtig ist die von den Kindern bevorzugte Interaktionsform bzw. das präferierte Gerät. Das neueste oder von Erwachsenen meist gewählte Gerät kann für Kinder vollkommen ungeeignet oder uninteressant sein. Daher muss den Kindern die Möglichkeit gegeben werden, sich diese Bereiche selbst zu wählen.

Diese Arbeit geht deshalb der Frage nach, welches Thema Kinder wirklich interessiert und welche Technologie sie bevorzugen. Zu diesem Zweck werden Beobachtungen bzw. Videobeobachtungen, Cultural Probe und Technology Probe durchgeführt. Aufbauend auf den daraus resultierenden Ergebnissen wird ein Lernspiel erstellt und mit den Kindern im Kindergarten getestet.

1.2 Aufbau der Arbeit

Diese Arbeit ist in drei Abschnitte gegliedert. Im ersten Teil wird die zugrunde liegende Theorie dargestellt, dazu zählen die Themen *Zielgruppe Kind*, wobei Lerntheorien, kognitive, körperliche und motorische Entwicklung geschildert werden; *Lernspiele* mit dessen Geschichte, wichtigen Designfaktoren, unterscheidbare Genres und den zu bedenkenden geschlechtsspezifischen Unterschieden; *Tangible User Interfaces* mit dessen Geschichte, der Charakterisierung und der intuitive Interaktion und dessen Design und ausgewählten *Methoden* beginnend mit Beobachtung über Videobeobachtung, Cultural Probes, Technology Probes und Prototyping.

Der zweite Teil behandelt die praktische Umsetzung des Prototyps. Dabei werden die einzelnen angewandten Methoden und deren Gestaltung genau geschildert.

Im dritten und letzten Teil folgt die Analyse der Ergebnisse von den einzelnen Methoden und Empfehlungen zur Weiterentwicklung des entstandenen Prototyps.

Zielgruppe Kind

Ein detailliertes Wissen über die Zielgruppe ist Grundvoraussetzung, um eine angemessene Software für diese zu gestalten. Deshalb werden im folgenden Kapitel wichtige Gebiete für die Zielgruppe Kind näher betrachtet. Zunächst werden Lerntheorien vorgestellt, welche den Ablauf von Lernprozessen darstellen und zeigen wie das Lernen begünstigt werden kann. Die Darstellung der kognitiven Entwicklung laut Piaget wird aufgezeigt [62, 66, 69, 89], gefolgt von der körperlichen und motorischen Entwicklung von Kleinkindern.

2.1 Lerntheorien

Lerntheorien versuchen Lernprozesse zu erklären und stellen diese Prozesse systematisch dar. Die unterschiedlichen Theorien hängen wesentlich vom Bild des Menschen ab [62]. Im Behaviorismus wird der/die Lernende beispielsweise als eine Art *Black-Box* angesehen, in dessen/deren Inneres nicht gesehen und dieses deshalb auch nicht analysiert werden kann [58, 61]. Wichtig ist das Beobachtbare, also wie ein Mensch auf bestimmte Reize reagiert (Reiz-Reaktions-Theorie), wie in Abbildung 2.1 zu sehen ist.



Abbildung 2.1: Modell des Behaviorismus [61].

Im Kognitivismus wird der Mensch hingegen als einsichtiges Wesen angesehen und es wird versucht die kognitiven Prozesse (Informationsverarbeitung) zu ergründen und zu analysieren (kognitive Theorie), siehe dazu Abbildung 2.2 [58, 61, 62].

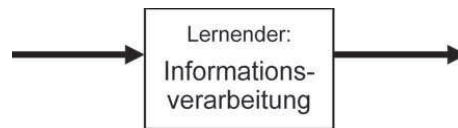


Abbildung 2.2: Modell des Kognitivismus [61].

2.1.1 Klassische Konditionierung

Der russische Physiologe Iwan Petrowitsch Pawlow ist der Begründer der klassischen Konditionierung [29]. Er stieß durch Zufall auf die klassische Konditionierung, als er den Verdauungsprozess bei Hunden erforschte [89]. Während der Untersuchungen bemerkte er, dass die Hunde zu speicheln begannen, wenn sie nur die Schritte des Assistenten, der ihnen das Futter brachte, vernahmen.

Die klassische Konditionierung ist eine Reiz-Reaktionstheorie, bei dieser Theorie spielen die Reflexe eine zentrale Rolle [62]. Reflexe sind automatisch ausgelöste, ungelernete Reaktion auf einen bestimmten Reiz. Pawlows Erkenntnisse stellen einen ersten Theorieansatz in der Lernpsychologie dar, deshalb wird dieser Ansatz als klassisch bezeichnet und das Wort Konditionierung stammt daher, weil er nach streng wissenschaftlichen Bedingungen (Konditionen) vorging [29].

Das Experiment - Pawlow'scher Hund

Der Anblick von Futter löst bei einem Hund sofort den Speichelfluss aus [29, 89]. Das Speicheln ist eine angeborene bzw. unconditionierte Reaktion, die automatisch auf einen unconditionierten Reiz bzw. Stimulus, in diesem Fall das Futter, folgt. Ein neutraler Stimulus, wie ein Glockenton, der vor dem unconditionierten Stimulus dargeboten wird, führt zunächst zu keiner Reaktion bzw. zu keiner relevanten Reaktion, wie einer Orientierungsreaktion. Durch die wiederholte Koppelung des neutralen Stimulus mit dem unconditionierten Stimulus, beginnt der Hund bereits beim Erklingen der Glocke zu speicheln. Das wird konditionierter Stimulus genannt. Der konditionierte Reiz "Glockenton" führt zu einer konditionierten Reaktion "Speichelfluss".

Der Hund hat gelernt auf einen bislang neutralen Reiz in einer bestimmten Weise zu reagieren. Auch in Zukunft wird der Hund mit Speichelfluss reagieren, auch wenn nicht immer Futter folgt. Wichtig ist, dass der neutrale Reiz und der unbedingte Reiz zeitlich oder räumlich nicht getrennt sind und mehrmals miteinander auftreten. In Abbildung 2.3 wird der eben beschriebene Sachverhalt bildlich dargestellt.

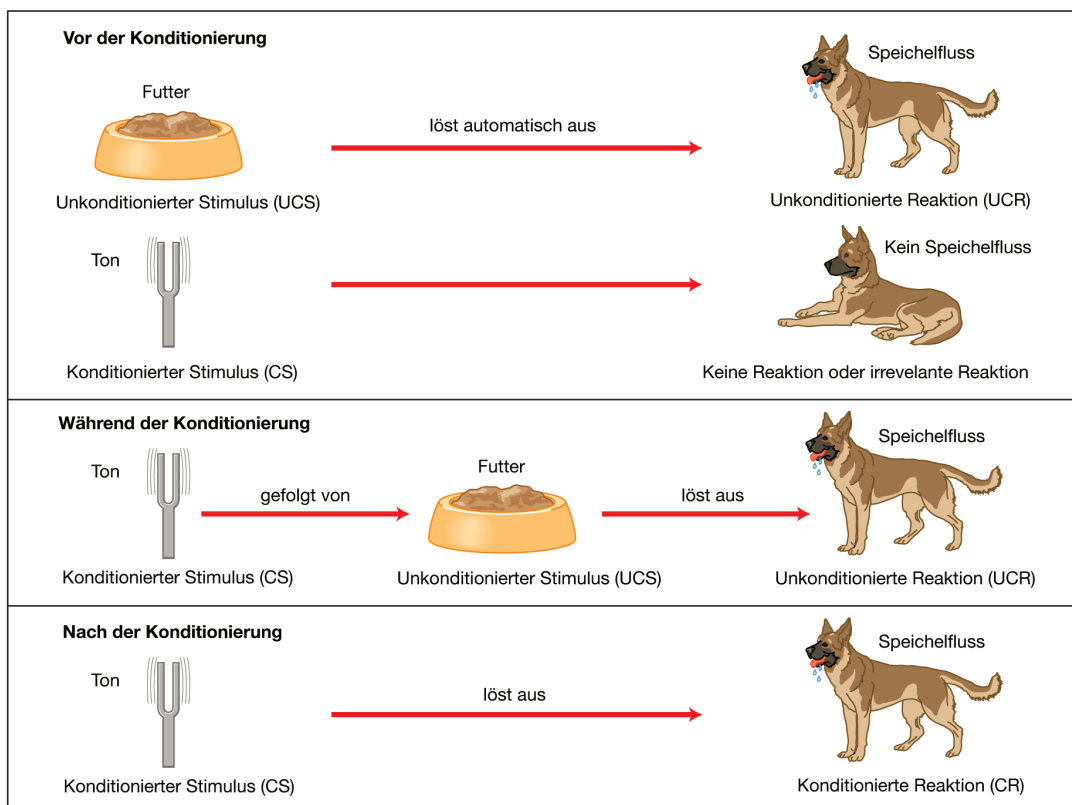


Abbildung 2.3: Schema der klassischen Konditionierung [89].

Weitere Erkenntnisse leitete Pawlow von seinen unzähligen Experimenten zu diesem Sachverhalt ab [29, 89]:

- **Reizgeneralisierung:** Die konditionierte Reaktion “Speichelfluss” erfolgt auch bei ähnlichen Stimuli, die nie mit dem un konditionierten Reiz “Futter” auftraten, wie beispielsweise einem etwas höheren oder tieferen Ton.
- **Reizdifferenzierung:** Die konditionierte Reaktion erfolgt nur auf den konditionierten Stimulus. Das bedeutet, dass zwischen ähnlichen Stimuli unterschieden werden kann.
- **Extinktion/Löschung:** Dem konditionierten Reiz “Glockenton” folgt längere Zeit kein Futter mehr; das hat zur Folge, dass die konditionierte Reaktion allmählich schwächer wird und schließlich vollständig ausbleibt. Die konditionierte Reaktion kann jedoch schnell wieder stärker werden, wenn das Experiment erneut durchgeführt wird. Das Gelernte ist also nicht vollkommen verloren.

2.1.2 Operante Konditionierung

Die operante Konditionierung untersucht, wie sich Konsequenzen auf ein Verhalten, auf das Lernen auswirken [29]. Alle vom Lernenden/von der Lernenden gezeigten Verhaltensweisen werden als *operant* bezeichnet [62, 89]. Im Gegensatz zu der klassischen Konditionierung erlaubt die operante Konditionierung neues Verhalten zu erlernen [62].

Lernen durch Versuch und Irrtum

Edward Lee Thorndike untersuchte wie sich Konsequenzen auf das Verhalten selbst auswirken [29]. Dazu führte er Experimente mit Tieren durch. Bei seinem Experiment sperrte er beispielsweise eine Katze in die sogenannte Puzzlebox, die in Abbildung 2.4 zu sehen ist [89].



Abbildung 2.4: Thorndikes Puzzlebox [90].

Vor dieser Box wurde Futter sichtbar aufgestellt und die Katze versuchte sich durch zielloses Umherspringen und drücken gegen den Käfig zu befreien [29,62,89]. Dadurch löste sie zufällig den richtigen Mechanismus aus, um aus dem Gefängnis zu entkommen. Nach mehreren Wiederholungen lernte die Katze den Zusammenhang zwischen ihrem Verhalten und dem Öffnen des Käfigs und löste ohne Umwege den Mechanismus aus. "Richtiges" Verhalten, also welches befriedigende Konsequenzen nach sich zieht, wird beibehalten, wodurch andere Verhaltensweisen in den Hintergrund treten und nicht mehr gezeigt werden. Davon leitet Thorndike das *Gesetz der Effektivität* ab. Die Auftretenswahrscheinlichkeit eines Verhaltens wird erhöht, wenn eine befriedigende Konsequenz folgt. Das Verhalten, welches eine nicht zufriedenstellende Konsequenz nach sich zieht, wird weniger häufig gezeigt.

Lernen durch Verstärkung

Auch Burrhus F. Skinner war davon überzeugt, dass Konsequenzen auf ein Verhalten, starken Einfluss auf dieses Verhalten selbst besitzen. Deshalb führte auch er Untersuchungen zu dieser Theorie durch [29].

Für seine Versuche entwickelte er eine Vorrichtung, die sogenannte Skinnerbox (siehe Abbildung 2.5), in die er Ratten sperrte [29, 89]. In dieser Box befand sich nur ein Hebel, welcher je nach Versuchsaufbau unterschiedliche Konsequenzen nach sich zog. Hier sind drei Beispiele [29]:

- Ratte 1 bekam Futter.
- Bei Ratte 3 wurde der Strom, unter dem der Fußboden stand, abgestellt.
- Ratte 3 bekam einen Stromstoß.

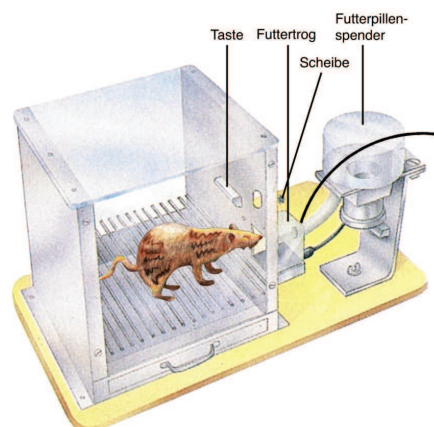


Abbildung 2.5: Skinners Skinnerbox [89].

Durch mehrere Wiederholungen lernten die Ratten den Zusammenhang zwischen ihrem Verhalten und der Konsequenz [29]. Aus diesem Grund drückten Ratte 1 und 2 immer wieder den Hebel und Ratte 3 unterließ dies. Das bedeutet, dass Verhaltensweisen öfter auftreten, wenn diese zu einem angenehmen Zustand führen bzw. diesen aufrechterhalten oder ein unangenehmer Zustand entfernt bzw. verhindert wird.

Verstärker sind Reize, wodurch die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Verhaltens erhöht wird. Als Verstärkung wird das Vergeben von Verstärkern bezeichnet, hier werden die zwei Arten basierend auf [29, 89] beschrieben:

- **Positive Verstärkung:** Verhalten, auf das ein angenehmer Zustand folgt bzw. aufrecht erhalten wird, wird häufiger gezeigt. Ein Mädchen hilft bei einer Sammelaktion und wird daraufhin von allen Seiten gelobt. Dieses Mädchen wird wahrscheinlich auch nächstes Mal helfen, um wieder diese positive Aufmerksamkeit zu bekommen.
- **Negative Verstärkung:** Verhalten, wodurch ein unangenehmer Zustand beendet bzw. vermieden wird, wird häufiger gezeigt. Ein Junge schummelt bei einer Schularbeit und erzählt es seinen Eltern, daraufhin bekommt der Bub Hausarrest. Wenn der Junge wieder einmal schummeln sollte, wird er es seinen Eltern bestimmt nicht mehr sagen, sondern es ihnen verheimlichen.

Als Gegenpart gibt es auch Techniken, um die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Verhaltens zu senken, die Bestrafung. Wie bei der Verstärkung gibt es auch bei der Bestrafung zwei Arten:

- **Positive Bestrafung:** Verhalten, auf das eine unangenehme Konsequenz folgt, wird weniger oft gezeigt. Ein Kind greift auf eine heiße Herdplatte und verbrennt sich die Finger, die Wahrscheinlichkeit, dass das Kind noch einmal auf die heiße Herdplatte greift verringert sich. Diese Art der Bestrafung wird auch als *Bestrafung 1. Art* bezeichnet.
- **Negative Bestrafung:** Verhalten, das den Wegfall eines angenehmen Zustands zur Folge hat, wird weniger oft gezeigt. Ein Kind schlägt ein anderes Kind, wodurch die Eltern beschließen, dass das aggressive Kind nun einige Zeit keinen Nachtisch bekommt. Die Wahrscheinlichkeit, dass das Kind noch einmal ein anderes Kind schlägt, wird dadurch verringert. Diese Art kann auch *Bestrafung 2. Art* genannt werden.

2.1.3 Lernen durch Einsicht

Das Lernen durch Einsicht geht auf die deutschen Gestaltpsychologen Max Wertheimer, Wolfgang Köhler und Kurt Koffka zurück, welche der Theorie Thorndikes (Lernen durch Versuch und Irrtum) widersprachen [29]. Das Besondere beim Lernen durch

Einsicht ist, dass dem Menschen, die Fähigkeit zur Umstrukturierung einer Situation, zugeschrieben wird. Das bedeutet, dass unzusammenhängende Elemente einer Situation in eine Beziehung gestellt werden können. Das Erfassen der Beziehung zwischen Elementen wird *Einsicht* genannt. Mit dieser Einsicht kann beispielsweise ein Problem gelöst und in einer ähnlichen Situation wieder angewandt werden. Das Ergebnis ist ein neues oder verändertes Verhalten.

Auch bei dieser Theorie wurden Experimente durchgeführt, um die genauen Zusammenhänge herausfinden zu können [62]. In diesem Fall wurden Schimpansen verwendet, welche in einem Käfig waren und einen Stock bekamen, mit dem sie experimentieren durften. Anschließend wurde eine Banane vor den Käfig gelegt, die der Affe mit den bloßen Händen durch die Gitterstäbe nicht erreichen konnte. Schließlich kamen dem Affen sowohl die Banane, als auch der Stock gleichzeitig ins Blickfeld und er holte sich die Banane mit Hilfe des Stocks.

Vorbedingung für das Lernen durch Einsicht ist eine überschaubare und gut strukturierte Lernsituation. Den Augenblick der Einsicht, als beispielsweise der Affe erkennt, dass der Stock zu der gewünschten Lösung führt, wird *Aha-Erlebnis* genannt. Dies kann durch *Assimilation* (bekanntes Schema auf neue Situation anwenden) oder *Akkommodation* (neues Schema entwickeln, um Situation lösen zu können) zustande kommen. Diese beiden Begriffe werden in Kapitel 2.2 näher beschrieben.

2.1.4 Lernen am Modell

Beim Lernen am Modell ahmt eine beobachtende Person Erlebens- und Verhaltensweisen eines Vorbilds (Modell) nach. Besonders bedeutend ist die sozial-kognitive Lerntheorie von dem Psychologen Albert Bandura [29]. Durch diese Theorie werden Teile der Reiz-Reaktions-Theorie mit Teilen der Kognitionstheorie verbunden [58].

Bandura [62] stieß darauf, als er sich mit den Familien von straffällig gewordenen Jugendlichen auseinandersetzte und feststellte, dass die Eltern Gewalt vorlebten und so ein gewalttätiges Modell für die Kinder darstellten. Diesen Sachverhalt untersuchte er mit einem Filmexperiment, um sich ein genaueres Bild vom Modelllernen machen zu können. Kindern wurde ein Film gezeigt, in dem sich ein Junge namens Rocky (Modell) in seinem Spielzimmer sehr aggressiv gegenüber einer Puppe verhielt [29, 62]. Die Kinder wurden in drei Gruppen aufgeteilt und jede dieser Gruppen bekam jeweils ein anderes Ende zu sehen:

- 1. Gruppe: Rocky wird für sein Verhalten belohnt.
- 2. Gruppe: Rocky wird für sein Verhalten bestraft.
- 3. Gruppe: Es folgen keine Konsequenzen, weder positiv noch negativ (Video endet nach dem aggressiven Verhalten).

Anschließend wurden die Kinder einzeln in ein Spielzimmer gebracht, in dem sich die gleichen Spielgegenstände, die im Film zusehen waren, und auch neutrales Spielzeug befand. Es stellte sich heraus, dass Kinder, die in der 1. oder 3. Gruppe waren das aggressive Verhalten von Rocky vermehrt nachahmten. Wohingegen die 2. Gruppe wenig Bereitschaft zeigte, das aggressive Verhalten nach zu imitieren [29]. Auffällig war zudem, dass Buben eher bereit waren das Verhalten zu übernehmen, als Mädchen der gleichen Gruppe [29, 62]. Das ausdrückliche Ermuntern zu aggressivem Verhalten bzw. die Belohnung dafür führen dazu, dass alle Gruppen ein gesteigertes aggressiveres Verhalten zeigen.

Bandura unterteilt das Modelllernen in zwei Phasen, welche wiederum zwei Teilprozesse enthalten [29]:

1. Die Aneignungsphase:

- a) *Aufmerksamkeitsprozesse*: Das Modell wird genau beobachtet und die Verhaltensweisen, die für den Beobachter wichtig erscheinen werden ausgewählt. Das Modell muss über bestimmte Merkmale verfügen, wie zum Beispiel soziale Macht, hohes Ansehen usw. oder sympathisch sein bzw. dem Bild entsprechen, wie man selbst gerne sein möchte [58].
- b) *Gedächtnisprozesse*: Das Beobachtete wird solange gespeichert, bis das gelernte Verhalten nützlich sein kann.

2. Die Ausführungsphase:

- a) *Motorische Reproduktionsprozesse*: Das gelernte Verhalten wird umgesetzt, wobei die Ausführung selten beim ersten Mal richtig ist. Oft muss erst geübt werden, um das Gelernte in gleicher oder ähnlicher Weise, wie das Modell ausführen zu können.
- b) *Motivations- und Verstärkungsprozesse*: Ob ein Verhalten von dem Beobachter beachtet wird, hängt von der Motivation ab. Denn nur, wenn sich der Beobachter einen Vorteil davon verspricht, wird er die Verhaltensweise erlernen und anwenden.

2.2 Kognitive Entwicklung

Jean Piaget war einer der führenden Forscher in der Entwicklungspsychologie [69]. Das folgende Stufenmodell zur kognitiven Entwicklung musste seit dessen Entstehung viel Kritik einstecken und viele Forscher/Forscherinnen versuchten Piagets Theorien zu widerlegen. Doch ohne Piagets Forschungsarbeiten würde man heute bei weitem nicht so viel über die kognitive Entwicklung wissen, wie es der Fall ist. Zudem regte er durch

sein Modell immer wieder andere Forscher/Forscherinnen an, sich mit der Entwicklungspsychologie zu beschäftigen und sie weiter zu ergründen. Bevor auf das Stufenmodell näher eingegangen werden kann, müssen jedoch noch wichtige Begriffe geklärt werden.

2.2.1 Assimilation und Akkommodation

Schemata sind laut Piaget die Grundbausteine menschlicher Kognition [89]. Ein Schema ist ein Muster des Handelns oder Denkens. Diese Schemata werden im Laufe der Zeit durch die aktive Auseinandersetzung mit der Umwelt immer wieder verändert oder es werden neue Schemata gebildet.

Akkommodation

Kinder stoßen während der Erkundung ihrer Umwelt immer wieder auf neue Herausforderungen, die sie bewältigen müssen [62]. Diese Probleme lassen sich jedoch oft nicht mit den vorhandenen Schemata vereinbaren. Deshalb muss sich ein Kind der Situation anpassen. Das geschieht, indem das Schema an die Situation angepasst wird oder ein neues Schema entsteht. Dieser Vorgang wird *Akkommodation* genannt.

Assimilation

Bei der *Assimilation* werden im Gegensatz zur Akkommodation die Informationen der Umwelt an die bereits bestehenden Schemata angepasst und nicht die Schemata selbst an die Situation [58].

2.2.2 Stufenmodell der kognitiven Entwicklung

Hier werden alle Stadien der kognitiven Entwicklung kurz dargestellt, in Tabelle 2.1 werden die wesentlichsten Entwicklungen der einzelnen Phasen präsentiert.

Die sensomotorische Phase

Kinder reagieren in dieser Phase automatisch auf Umwelteinflüsse, aufgrund ihrer angeborenen Reflexe [62, 66]. Über die Sinne, wie greifen, sehen, hören und fühlen lernt das Kind seine Umwelt aktiv kennen. Motorische Handlungen vermitteln weitere Umweltbegebenheiten, die das Kind erst erfahren muss, wie das Fallenlassen von Gegenständen und der Betrachtung der Auswirkung dieser Aktion.

Eine weitere wichtige mentale Fähigkeit, die in dieser Phase ausgebildet wird, ist die *Objektpermanenz* [89]. Das ist die Fähigkeit zu wissen, dass Objekte, die nicht mehr mit den Sinnesorganen erfasst werden können, dennoch weiter existieren.

Stufe/Alter	Wesentliche Entwicklungen
Sensomotorisch (0-2 Jahre)	Das Kind lernt seine Umwelt über Sinneseindrücke und durch aktive Handlungen aktiv kennen. Das Konzept der Objektpermanenz wird entwickelt.
Präoperational (2-7 Jahre)	In dieser Phase wird das symbolische Denken verbessert und das Kind denkt noch sehr egozentrisch.
Konkret-operational (7-11 Jahre)	Das Kind lernt die ersten logischen Operationen anhand konkreter Dinge durchzuführen. Dadurch wird es dem Kind möglich Objekte hierarchisch zu klassifizieren und ein Verständnis für die Invarianz bzw. Transitivität zu bilden.
Formal-operational (11 Jahre →)	Das Kind ist zu abstrakten Schlussfolgerungen, Hypothesenbildung und Philosophieren fähig.

Tabelle 2.1: Stufen der kognitiven Entwicklung nach Piaget.

Die präoperationale Phase

Die Sprache macht in diesem Alter bzw. Phase einen großen Sprung, denn bereits im Alter von ungefähr fünf Jahren beherrschen die Kinder praktisch ihre Muttersprache [69]. Eine weitere Verbesserung findet im symbolischen Denken statt. Die Kinder sind nunmehr in der Lage sich reale Handlungen im Geiste vorzustellen. Diese Handlungen müssen die Kinder jedoch entweder selbst schon durchgeführt oder bei anderen gesehen haben.

Das Kind hat in diesem Alter noch eine sehr egozentrische Sicht auf die Welt. Daher ist es nicht in der Lage sich vorzustellen, dass Menschen von einem anderen Blickwinkel aus etwas anderes sehen, als sie selbst. Der *Egozentrismus* bezieht sich aber auch auf das Einfühlungsvermögen, das Kind kann sich die Gefühle oder auch Denkweisen nicht vorstellen und sie deshalb in seinem Handeln auch nicht berücksichtigen.

In dieser Phase ist das Kind entsprechend Piaget zu keinen logischen Operationen fähig, wie das Verständnis für Invarianz, für Transitivität oder für hierarchische Klassifikationen. Die eben genannten Begriffe werden in der nächsten Phase näher betrachtet.

Die konkret-operationale Phase

Die ersten logischen Operationen anhand von konkreten Objekten der Umwelt können vollzogen werden [69]. Das *Invarianzverständnis* ist für die meisten Kinder dieser Pha-

se selbstverständlich, denn solange beispielsweise zu einer Flüssigkeit nichts dazu oder weg kommt, bleibt diese gleich. Dazu führte Piaget einige Experimente durch, indem er den Kindern zwei gleich große Gefäße mit identer Flüssigkeitsmenge zeigte. Eines dieser Gefäße füllte er vor den Augen der Kinder in ein höheres aber auch schmaleres Gefäß. Daraufhin fragte er erneut, ob sich in beiden Behältern die gleiche Flüssigkeitsmenge befindet. Präoperationale Kinder waren im Gegensatz zu den konkret-operationalen Kindern der Meinung, dass sich in dem höheren Behälter nun mehr Flüssigkeit befand.

Zur hierarchischen Klassifizierung ist das Kind von jetzt an ebenso fähig, wie zum Erkennen von Transitivität. Bei der hierarchischen Klassifizierung muss das Kind anhand von mehreren Merkmalen einordnen können. Ein Objekt kann beispielsweise mehreren Klassen angehören, wie bei einer weiteren Studie von Piaget. Er hatte weiße und braune Holzperlen, wobei braune Perlen nicht gleichzeitig in der Klasse der weißen Perlen sein können, aber sehr wohl in der Klasse der Holzperlen.

Die Transitivität besagt, wenn $A > B$ und $B > C$ dann folgt $A > C$ [89]. Dieser Sachverhalt ist auch den Kindern klar, wobei ihnen auch hier nicht der Text alleine reichen würde. Um diese Aufgabe lösen zu können, müssen sie reale Objekte betrachten können. Wenn sie also sehen, dass Kind A größer ist als Kind B und später sehen, dass Kind B größer ist als Kind C, dann können sie schlussfolgern, dass Kind A größer ist als Kind C.

Die formal-operationale Phase

Das abstrakte Denken bildet sich zunehmend aus, wodurch erkannt wird, dass es nicht eine einzige Realität geben kann [89]. Sie denken über Sachverhalte, wie das Dasein, die Wahrheit oder auch die Gerechtigkeit nach. Transitivität kann vollständig durch mentale Vorstellung gelöst werden [62]. Von abstrakten Aussagen können logische Schlüsse gezogen werden und es werden Hypothesen gebildet.

Kritik am Stufenmodell

Wie zuvor schon erwähnt wurde und wird viel Kritik am Stufenmodell von Piaget geübt. Die Annahme, dass die einzelnen Stufen sequenziell und in immer gleichbleibender Weise ablaufen, ist besonders umstritten [62, 66]. Das würde bedeuten, dass sich eine Person in allen Wissensbereichen auf ein und derselben Stufe befinden muss. In [66] wird dazu die Studie von Schott herangezogen, welche diese Hypothese widerlegt.

Ein wesentlicher Punkt, der ebenfalls vernachlässigt wurde, ist die Sprache [69]. Piagets Tests setzten immer ein gewisses Sprachverständnis voraus, welches vielleicht nicht immer gegeben war. Es existieren Studien, die belegen, dass Kinder im Alter von drei bis fünf Jahren bereits die Holzperlenaufgabe lösen können, wenn die Fragen anders gestellt bzw. die Aufgabe in einen für die Kinder verständlichen Kontext gebracht werden.

Der letzte Kritikpunkt, der hier angeführt werden soll, ist die Wiederholung von Fragen. In einer Aufgabe, in der es um den Mengenvergleich von Münzen geht, werden vor dem Kind zwei Reihen mit gleich vielen Münzen im gleichen Abstand zueinander aufgelegt. Die Kinder werden gefragt, ob sich in den beiden Reihen gleich viele oder unterschiedlich viele Münzen befinden. In den meisten Fällen wird die Frage richtig beantwortet. Im Anschluss darauf wird der Abstand zwischen den Münzen in der zweiten Reihe vergrößert und den Kindern wird ein weiteres Mal die gleiche Frage gestellt. Durch diese Wiederholung wird die Unsicherheit der Kinder größer und sie ändern ihre Meinung.

Die aufgezeigten Punkte sind nur einige unter vielen. Die Fragestellungen und Test-szenarien von Piaget wurden im Laufe der Zeit sehr häufig um- bzw. neugestaltet, um die Annahmen von Piaget zu widerlegen oder zu prüfen.

2.2.3 Sozialer Kontakt fördert das Lernen

Der russische Psychologe Lew Wygotski ist der Begründer des sozio-kulturellen Ansatzes [69]. In diesem Ansatz wird vor allem der sozial-kulturelle Kontext für das Lernen bzw. die kognitive Entwicklung hervorgehoben. In der Interaktion mit anderen Menschen werden die kulturellen Werte und Kenntnisse vermittelt, wobei sich die Probleme, welche die Weiterentwicklung der kognitiven Fähigkeiten antreiben, von Kultur zu Kultur unterscheiden.

Die Unterstützung von erfahreneren Interaktionspartnern/Interaktionspartnerinnen ist für weniger erfahrene Lerner/Lernerinnen von großem Vorteil [61]. Der kompetentere Partner/Die kompetentere Partnerin kann somit Aufgaben übernehmen, die für den Anderen/die Andere noch unlösbar wären. Dadurch lernt der unerfahrene Interaktionspartner/die unerfahrene Interaktionspartnerin, wie dieses Problem gelöst werden kann und ist beim nächsten Mal vielleicht schon in der Lage es selbst zu lösen. Die Diskrepanz zwischen dem, was einem Kind alleine möglich ist und dem, was ein Kind durch gezielte Unterstützung leisten kann, nennt Wygotski *Zone der bestmöglichen Entwicklung* [69].

In [69] wird sogar aufgezeigt, dass das gemeinsame Lernen dem alleine Lernen vorgezogen werden soll. Dabei können die Lernenden sowohl von Gleichaltrigen als auch von Erwachsenen profitieren.

2.2.4 Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeit ist ein Prozess, der es Menschen erlaubt, sich auf bestimmte Stimuli zu konzentrieren [69]. Die Dauer der Aufmerksamkeit hängt sowohl von inneren als auch von äußeren Bedingungen ab. Kinder unter fünf Jahre sind beispielsweise fähig sich für etwa acht bis fünfzehn Minuten auf eine Ereignisabfolge zu konzentrieren. Sie werden sofort von anderen Ereignissen in ihrer Umgebung abgelenkt, wie zum Beispiel

grelle Farben, schnelle Bewegungen oder andere Personen in ihrer Nähe. Die attraktive Gestaltung einer Aufgabe kann die Aufmerksamkeitsspanne jedoch erheblich erhöhen.

Schwierige Aufgaben erfordern oft hohe Konzentration, wodurch die Aufmerksamkeit selektiv wird, da nicht mehr alle Reize verarbeitet werden können. Die wichtigsten Reize, die zur Lösung dieses Problems beitragen, werden bevorzugt, wodurch andere zur Gänze ignoriert werden. Diese Selektion beginnt vermehrt im Alter von sechs Jahren, davor können die Kinder noch nicht zwischen relevanten und nicht relevanten Informationen unterscheiden.

2.3 Körperliche und motorische Entwicklung

In den ersten Lebensjahren eines Menschen ergeben sich nicht nur enorme Veränderungen in der kognitiven Entwicklung, sondern auch in der körperlichen und motorischen Entwicklung [69]. Die Größe und Gestalt der Kinder verändert sich besonders rasant in den ersten beiden Lebensjahren. Der rundliche Körper ähnelt mehr und mehr dem eines Erwachsenen, der Babyspeck wird abgebaut und sie sind schon halb so groß wie ein ausgewachsener Mensch. Das Gehirn nimmt ebenso an Gewicht zu, da neue Verbindungen geschaffen werden.

Der Bewegungsdrang erlebt im Alter von etwa drei Jahren seinen Höhepunkt und sinkt bis zum fünften Lebensjahr wieder ab [69]. In der Zeit des übermäßigen Bewegungsdrangs wird vor allem die Grobmotorik geschult. Bei der Grobmotorik kommen die größeren Muskelgruppen zum Einsatz, welche es zu koordinieren gilt. Die Bewegungen erfolgen anfangs zum Beispiel noch aus dem Schultergelenk oder mit dem gesamten Arm [66]. Viel Übung ermöglicht es den Kindern schließlich im Alter von zirka fünf Jahren ihren Körper weitgehend unter Kontrolle zu haben und feinere Bewegungsabläufe auszuführen [69].

Aufbauend auf dieser Grundlage kann die Feinmotorik ausgebildet werden, bei der einzelne kleinere Muskeln beteiligt sind [69]. Die Feinmotorik setzt jedoch Geduld und die Abstimmung mit anderen Sinnesorganen wie beispielsweise den Augen voraus. Kleinkinder können dadurch Mandalas ausmalen, eine vorgezeichnete Figur ausschneiden oder auch selbst kleine Figuren und gerade Linien zeichnen [66]. Die Ansteuerung von kleinen Bereichen auf einem Bildschirm bereitet Kindern bis zur vollständigen Ausbildung der Feinmotorik noch erhebliche Probleme. Zu diesem Zweck muss die Hand-Auge-Koordination schon sehr weit fortgeschritten sein.

KAPITEL 3

Lernspiele

Spiele haben einen großen Stellenwert im Leben von Kindern, diese Vorliebe kann für den Bereich Lernen genutzt werden. In diesem Kapitel wird die relativ kurze Geschichte der Lernspiele aufgezeigt. Die wichtigsten Faktoren, um ein gutes Lernspiel zu entwerfen, werden danach im Detail präsentiert und auch Hinweise zu gutem bzw. schlechtem Einsatz angegeben. Jedes Spiel gehört zu einem bestimmten Genre, ebenso können Lernspiele verschiedenen Genres zugeordnet werden. Welches Genre für welches Lernspiel am besten geeignet ist, wird hier dargestellt. Zum Schluss folgt die Auseinandersetzung von geschlechtsspezifischen Unterschieden im Bezug auf Spiele und dessen Auswirkungen.

3.1 Geschichte

Die Geschichte der Lernspiele ist noch nicht sehr lang und dennoch machte sie schon viele Veränderungen durch [84]. Die größten Veränderungen brachten die divergenten Lerntheorien, die schon in Kapitel 2.1 und 2.2 im Detail beschrieben wurden. Durch die Entwicklung der Lerntheorien können die Lernspiele in drei Generationen eingeteilt werden.

3.1.1 Die erste Generation

Beginnend mit dem Behaviorismus, in dem vor allem das Verhalten des/der Lernenden im Fokus steht (Reiz-Reaktionstheorie) [84]. Das bedeutet, dass eine Fähigkeit/ein Wissen nur oft genug geübt/gelernt werden muss, um behalten zu werden. Daraus entstanden die Drillspiele, in denen das Lernen im Vordergrund steht und die Interaktion einfach gehalten wurde. Dem/Der Lernenden selbst, dem Lernmaterial und der Umwelt wurden eher weniger Interesse geschenkt.

Bei dieser Perspektive wird auf die extrinsische Motivation eher geachtet als auf die intrinsische Motivation [36]. Diese beiden Begriffe werden in Kapitel 3.2.1 genauer beschrieben. Das heißt, die Spieler sind durch die im Spiel integrierte Belohnung motiviert und nicht aufgrund des Spielens selbst.

3.1.2 Die zweite Generation

Die zweite Generation ist geprägt vom Kognitivismus, in dem der/die Lernende selbst und dessen/deren Lernprozess in den Vordergrund rücken [84]. Die Ansicht der Behavioristen, dass durch einen gegebenen Reiz automatisch immer die gleiche Reaktion folgt, wird hier kritisiert. Dem Spieldesign und der Motivation von Lernenden wurde nun mehr Beachtung geschenkt [84], wie auch den möglichen Unterschieden zwischen den Lernenden, die verschiedene Schemata aufweisen können [36].

In dieser Phase entstanden Spiele, die schon ein sehr gutes Zusammenspiel von Spiel und Lernen bildeten, dazu wurden Inhalte, wie Geschichte, Geographie und Landwirtschaft zur Vermittlung herangezogen [84]. Das Lernmaterial wurde so aufbereitet, dass es für unterschiedliche Lerner/Lernerinnen passend war, in diesem Zusammenhang wurden Informationen auf die unterschiedlichste Weise angeboten [36].

3.1.3 Die dritte Generation

Zur dritten Generation zählt die bereits erwähnte sozio-kulturelle Lerntheorie, in der sowohl der/die Lernende selbst als auch seine/ihre soziale und kulturelle Umgebung in den Designprozess einfließen [84]. Personen, die das gleiche Wissen aufweisen, zeigen verschiedene Auffassungen des gleichen Lerninhalts basierend auf deren Lebensgeschichte

und Kultur. Die Spiele, die der dritten Generation angehören, beachten sowohl die sozialen und kulturellen Bedingungen als auch die Interaktion.

Die einzelnen Generationen basieren immer auf der vorhergehenden Generation, wobei sich der Fokus verlagert.

3.2 Design

Das Erstellen eines Lernspiels bringt einige wichtige Designfaktoren mit sich, die gründlich durchdacht werden müssen, um erfolgreich zu sein. Wichtig ist dabei immer zu bedenken, dass jeder Mensch/jedes Kind anders ist und auch andere Bedürfnisse hat. Abweichungen von der Norm bzw. der definierten Zielgruppe sind demzufolge ganz natürlich und mit einzuplanen. Im Folgenden werden die Designfaktoren angeführt und im Detail beschrieben.

3.2.1 Motivation

Die Motivation ist ein sehr wesentlicher Punkt für ein effektives Spieldesign, denn je länger sich ein Kind mit einem Thema beschäftigt, desto gefestigter wird der Lernstoff. In [67] wird aufgezeigt, dass Kinder über 19 Tage dreimal mehr Mathematikaufgaben lösen, wenn sie ein digitales Lernspiel dazu verwenden im Gegensatz zu herkömmlichen Aufgabenblättern. Spiele beeinflussen die Motivation von Lernenden positiv, da das Interesse für Spiele deutlich höher ist, als für eine Unterrichtsstunde [83]. Ein Grund ist, dass die Kinder aktiv am Lernprozess teilhaben und nicht nur passive Beobachter sind. Weitere Gründe werden in [76] aufgelistet: Enthalten Regeln, Ziele, Herausforderung, Feedback, Spaß, Interaktivität, Inhalt, Geschichte, Ergebnis und sofortige/unmittelbare Belohnung.

Verstärkungen und Bestrafungen können sich ebenfalls positiv auf die Motivation auswirken, die verschiedenen Arten wurden bereits in Kapitel 2.1.2 dargestellt [67]. Hier werden diese Arten wieder aufgegriffen und der Bezug zu Spielen gezogen:

- **Positive Verstärkung:** Ein Verhalten wird vermehrt gezeigt, wenn eine angenehme Konsequenz darauf folgt. Ein Spiel, in dem das Töten von Zombis jeweils ein Goldstück und Punkte bietet, fördert das aggressive Verhalten gegenüber diesen und es wird versucht so viele Zombis wie nur möglich zu massakrieren.
- **Negative Verstärkung:** Ein Verhalten, wodurch ein unangenehmer Zustand entfernt bzw. beendet wird, wird häufiger gezeigt. Ein Beispiel dazu wären Spiele, die die Spieler dazu zwingen wieder ganz zum Start zurückzukehren, wenn sie sterben. Der Spieler/Die Spielerin ist gewillt das zu verhindern, da er/sie nicht

den gleichen Part immer und immer wieder spielen will, wodurch er/sie Verhaltensweisen vermehrt zeigt, die das verhindern.

- **Positive Bestrafung:** Ein Verhalten, auf das eine negative Konsequenz folgt, wird weniger häufig gezeigt. In Ego-Shootern wird ein zu aggressives Spiel, bei dem einfach drauflos gelaufen wird, mit dem schnellen Tod bestraft. Die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Spieler/diese Spielerin noch einmal blind losläuft und alles erschießt, was sich bewegt, wird verringert.
- **Negative Bestrafung:** Ein Verhalten, das den Wegfall eines angenehmen Zustands zur Folge hat, wird weniger häufig gezeigt. Der Tod eines Charakters in einem Rollenspiel, hat die Reduktion der Erfahrungspunkte zur Folge. Der Spieler/Die Spielerin wird also versuchen das Verhalten, das zum Tod geführt hat, nicht mehr zu zeigen.

Bei der Motivation kann zwischen intrinsischer und extrinsischer Motivation unterschieden werden [53, 61]:

- **Intrinsische Motivation:** Eine Aktivität wird aufgrund der Freude an der Handlung selbst ausgeführt.
- **Extrinsische Motivation:** Eine Aktivität wird ausgeführt, weil ein separates Ziel verfolgt wird, wie eine Belohnung, Erfahrungspunkte usw.

Spiele, die intrinsisch wirken, sind motivierender und effektiver, als sehr ähnliche Spiele, die nicht intrinsisch wirken [67]. Dennoch sollten bei der Gestaltung immer sowohl intrinsische als auch extrinsische Motivation bedacht werden [84].

3.2.2 Flow

Dieser Ausdruck wurde von Csikszentmihalyi an der Universität in Chicago geprägt [84]. Er entwickelte ein Modell, mit dessen Hilfe die Eigenschaften von unterhaltsamen Tätigkeiten gemessen werden konnten. Ursprünglich testete er nicht mit Computerspielen, sondern mit Tätigkeiten, wie Felsenklettern, Schach und Tanz [56]. Flow ist die Phase in der ein Mensch vollkommen vertieft in dessen Aufgabe ist und alles andere rund um sich gänzlich vergisst bzw. nicht mehr wahrnimmt [84]. Der Lerner/Die Lernerin ist gefesselt von dem Spiel und es ist schwierig ihn/sie zu dieser Zeit abzulenken. Dabei vergisst er/sie auch schon mal die verstreichende Zeit. Der Kontext des Auftretens ist hierbei sehr vielfältig, doch am meisten tritt es beim Spielen auf [57].

Flow Erlebnisse werden meist von den Personen folgendermaßen beschrieben: verschmelzen von Handlung und Bewusstsein, Konzentration, Verlust von Zeitgefühl, Wissen über die vollständige Kontrolle [56, 84].

Methoden, um Flow Erlebnisse in einem Lernspiel hervorzurufen, sind: gute Balance zwischen Fähigkeiten und Herausforderungen, Aufgaben sollen fließend ineinander übergehen, klare Ziele, unmittelbares und angebrachtes Feedback [56, 80, 84].

Schlechte Benutzbarkeit schmälert die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von einem Flow Erlebnis, da der Spieler/die Spielerin seine/ihre Aufmerksamkeit oder andere kognitive Prozesse auf unzweckmäßige Aufgaben richten muss, wie beispielsweise durch die Überforderung bei der Bedienung [56].

3.2.3 Feedback

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kind schon alles über einen Lerninhalt weiß, bevor es das Lernspiel das erste Mal spielt, ist äußerst gering [38]. Aus diesem Grund muss bedacht werden, wie Feedback am besten gestaltet werden könnte, um den Kindern Hinweise zu geben und die Frustration so gering wie möglich zu halten. Das bedeutet jedoch bei weitem nicht, dass den Kindern gleich beim ersten Versuch die richtige Antwort präsentiert wird. Diese Art des Feedbacks würde dazu führen, dass sich die Kinder nicht weiter anstrengen, da sie die richtige Antwort nun "kennen". Beim nächsten Mal würden sie vielleicht wieder vor dem gleichen Problem stehen und nicht weiter wissen, da sie es nicht gelernt haben.

Falschen Antworten soll nicht nur die Rückmeldung folgen: "Leider falsch, probiere es doch noch einmal." Ein angemesseneres Feedback wäre jenes, das den Kindern dabei hilft zu verstehen, warum eine Antwort falsch war oder das durch gezielte Hinweise zur richtigen Antwort führt.

Das Feedback bietet die Möglichkeit den Benutzern/Benutzerinnen deren Spielfortschritt aufzuzeigen [67], sie zum Weiterspielen anspornen und um eine positive Selbsteinschätzung zu entwickeln [88]. Dazu muss das Feedback passend gewählt und zeitlich angemessen sein, da der positive Effekt sonst keine Wirkung zeigt. Beispiele, wie Feedback gut eingesetzt werden kann, werden in [38] dargestellt:

- In einem Spiel der Sesamstraße forderte Big Bird (dt. Bibo) dazu auf ein Dreieck zu finden. Bei der ersten falschen Antwort sagte Bibo: "Finde das Dreieck - es hat 3 Seiten." Das Feedback auf die zweite falsche Antwort war: "Finde das Dreieck - es hat die Form eines Pizzastücks." und so weiter. Das ist ein gutes Beispiel, wie konkrete Hinweise gegeben werden können, ohne gleich die richtige Antwort preiszugeben.
- Auf einer Gesundheits- und Hygienewebseite gab es ein Spiel zum Thema waschen. Dieses Spiel war aufgebaut wie "Simon sagt", dabei musste das Kind die gleichen Körperstellen schrubben, wie es der Charakter selbst vorzeigte. Wurde eine Sequenz richtig nachgemacht, wurde eine andere Bewegung hinzugefügt, damit das Spiel einen Steigerungsgrad hatte. Klickte das Kind auf eine falsche Kör-

perpartie, sagte eine Stimme: “Oje, Kandoo hat seine Füße gewaschen”. Daraufhin konnten sie es noch einmal versuchen. Wenn keine Interaktion mehr stattfand, weil die Kinder zum Beispiel zu klicken aufhörten, sagte die Stimme: “Weiter so - kannst du auf die selbe Stelle klicken wie Kandoo?”. Wenn danach immer noch keine Eingabe erfolgte, wurde das Video noch einmal abgespielt, in dem sich Kandoo eine Körperstelle schrubbte und die Stimme sagte: “Lass es uns noch einmal sehen. Schau was Kandoo macht und versuch es dann auch.”

3.2.4 Leitfiguren

Im englischen *embodied conversational agents* [55] werden dazu eingesetzt, um eine emotionale Bindung zu einem Spiel aufzubauen [66]. Das funktioniert bei Kleinkindern besonders gut, da sie die Leitfigur als Bezugsperson akzeptieren und keine Scheu zeigen mit ihr zu interagieren. Die Leitfigur soll einzigartige und konsistente Eigenschaften aufweisen, auf die sich das Kind verlassen kann.

Gestaltung

Die Gestalt soll physische Gemeinsamkeiten mit den Kindern aufweisen und wenn möglich dem gleichen Geschlecht entsprechen, wie die des Kindes, da sie gleichgeschlechtlichen Figuren wesentlich mehr Aufmerksamkeit schenken. Wobei Mädchen toleranter gegenüber männlichen Charakteren sind als Jungen gegenüber weiblichen Charakteren. Ausdrucksstarke und stark verniedlichte Kreaturen finden besonderen Anklang bei Kleinkindern, sowie helle bunte Farben und unkomplizierte, unbedrohliche Charaktere. Das Alter sollte der Zielgruppe entsprechen, was bedeutet, dass die Charaktere nicht deutlich jünger sein sollen, da Kinder das Spiel sonst meiden. Zwei Positionen sollen durch zwei verschiedene Charaktere verdeutlicht werden, welche sich gegenseitig ergänzen.

Die Attraktivität einer Figur kann dazu führen, dass sich der Spieler/die Spielerin freundlicher ihnen gegenüber verhält und ihnen auch bessere Eigenschaften zuspricht, wie zum Beispiel bessere soziale Kompetenz, intelligenter, freundlicher und erfolgreicher [55]. Wie Leitfiguren wahrgenommen werden, hängt also stark von deren Aussehen ab, wobei dieses Phänomen noch stärker bei virtuellen Figuren auftritt als im realen Leben.

Kompetenz

Sehr kompetente Figuren schmälern den Glauben an die Selbstwirksamkeit, haben aber einen sehr guten Effekt auf das Lernen und auf die Wiedergabe des Lernstoffes [86]. Charaktere mit geringerer Kompetenz fördern das Selbstbewusstsein, die Selbstachtung und den Sinn für Verantwortlichkeit und kann für Anfänger sehr motivierend wirken,

sich auch den weiteren Lernzielen zu nähern. Zu realistische Leitfiguren führen zu unrealistischen Erwartungen, die wiederum zu Enttäuschungen oder Irritierungen führen.

Mögliche Leitfiguren

In [86] werden verschiedene Rollen beschrieben, die der Agent einnehmen kann, wie zum Beispiel Lehrer, Schüler oder Quizmaster.

- Der Lehrer dient als Hilfestellung, wenn ein Spieler/eine Spielerin nicht mehr weiter weiß.
- Der Schüler/Die Schülerin ist ein lernfähiger Agent, dessen Wissen vom Spieler/von der Spielerin selbst erschaffen wird. Diese Figur spiegelt das Wissen des Spielers/der Spielerin wieder, wobei der Charakter statt des/der Lernenden in ein Quiz geschickt wird.
- Der Quizmaster kann sowohl mit dem Spieler/der Spielerin direkt oder auch mit dem Schüler/der Schülerin interagieren. Der Quizmaster dient dazu die stressige "Testsituation" zu entspannen, in dem er über Themengebiete abseits der Lernfrage spricht.

3.2.5 Interface und Benutzbarkeit

Das Interface muss für die Zielgruppe leicht zu bedienen und der Lerninhalt gut in das Spiel integriert sein [38]. Dem Spieler/Der Spielerin soll die Möglichkeit geboten werden, das Spiel fließend zu steuern und alle erforderlichen Informationen zu jeder Zeit zu sehen oder abrufen zu können [88]. Lernen soll mühelos sein, darum muss sich der/die Lernende voll und ganz auf das Spielgeschehen konzentrieren können und Ablenkungen durch unnötige Aktionen, wie das Herumschlagen mit einem ungeeigneten Interface, vermeiden.

Jedes elektronische Medium hat seine Vor- und Nachteile, darum sollte genau überlegen werden, welche Lerninhalte durch welche Devices übertragen und präsentiert werden sollen [38]. Informationen zum Phänomen Licht über das Radio zu übertragen, ist weniger sinnvoll, dazu eignet sich ein Medium, welches Bilder überträgt besser, da die Sachverhalte dadurch klarer und verständlicher übermittelt werden können.

Die Gestaltung des Interfaces spielt eine sehr wichtige Rolle, da es das Erste ist, das der Spieler/die Spielerin zu sehen bekommt und die Benutzbarkeit wesentlich beeinflussen kann [83]. Eine Oberfläche entscheidet maßgeblich über das Ausmaß der Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt, die investierte Zeit und den Spaßfaktor [88].

Die einzelnen Elemente, die bedacht werden müssen, werden in weitere Folge aufgelistet und beschrieben [66]: Bei einer Benutzerschnittstelle für Kinder müssen auditive und visuelle Elemente miteinander verschmolzen werden, damit der Nutzer/die

Nutzerin die Bereiche, in der Interaktion möglich ist, erkennt. Zudem wird die Information für viel mehr Benutzer und Benutzerinnen verständlich, auch wenn die Personen sehr unterschiedlich sind. Es sollen möglichst viele Sinne angesprochen werden, da das dem natürlichen Lernprozess von Kindern entspricht. Der Vorteil dabei ist, dass sich beispielsweise der visuelle und der auditive Kanal gegenseitig entlasten können.

Farbe: Der Einsatz von Farben muss gut durchdacht sein, da sie Emotionen auslösen. Buben sind beispielsweise sehr intolerant, wenn ein Spiel zu viele mädchenhafte Farben enthält. Die einzelnen Farben müssen zueinander passen und einen ausreichenden Kontrast aufweisen.

Bildschirmaufteilung: Die Bildschirmaufteilung ist bei Lernspielen besonders wichtig, da eine geeignete Aufteilung die kognitive Last etwas reduzieren kann. Der konsistenten Platzierung des Steuerbereichs muss äußerste Beachtung geschenkt werden. Elemente die zusammengehören gruppieren, da sie dadurch als Einheit erkannt werden und der Übersichtlichkeit dient.

Bilder und Graphiken: Bilder und Graphiken unterstützen den Lernprozess, da sie wesentlich zum Aufbau eines mentalen Modells beitragen [61]. “Unter mentalen Modellen wird in diesem Zusammenhang eine interne (analoge) Repräsentation externer Sachverhalte in Verbindung mit dem bereits gespeicherten Wissen verstanden.” [61, S. 72]. In [66] wird angegeben, dass bei Lernanwendungen schattierte Strichzeichnungen verwendet werden sollen statt Fotos, da diese durch die Vereinfachung der Realität einen besseren Lerneffekt erzielen. Genau diese Meinung wird auch in [61] vertreten, wobei klar gestellt wird, dass diese Aussage auf einer sehr alten Studie basiert, in der es noch nicht die heutigen Fototechniken gab.

Animationen: Animationen sind bei jungen Kindern äußerst beliebt und können genutzt werden, um die Aufmerksamkeit des Nutzers/der Nutzerin gezielt zu lenken [66].

Sprache: Die Sprache stellt eine kognitive Entlastung dar, wobei beachtet werden muss, dass die Abspielgeschwindigkeit immer vorgegeben ist. Eine qualitativ hochwertige Tonaufnahme ist besonders bei der Sprache ausgesprochen wichtig, da die Kinder die einzelnen Wörter erst lernen.

Geräusche: Feedback, wenn ein Button gedrückt wird oder beim Drüberfahren von Bedienungselementen, machen ein Spiel spannender und ereignisreicher. Geräusche sollen gezielt zur Unterstützung eingesetzt werden und nicht als zusätzliche Ablenkung fungieren. Wichtig ist die konsistent und stimmig Verwendung, um wieder erkannt zu werden und nicht zu verwirren.

Hintergrundmusik: Eine Hintergrundmusik vermittelt einer bestimmten Stimmung und kann zum Aufbau von Spannung genutzt werden. Die verwendete Musik darf nicht zu aufdringlich sein und muss von den Kindern selbst auszuschalten bzw. in der Lautstärke variabel sein. Es muss bedacht werden, dass eine ständige Geräuschkulisse eine zusätzliche kognitive Belastung für das Kind bedeutet [61].

3.3 Genres

Das Auswählen des richtigen Genres ist ein weiterer wichtiger Punkt, um ein möglichst effektives Lernspiel zu gestalten. Es gibt verschiedene Spielgenres, die sich auch für Lernspiele eignen [76]. Je nach Lerninhalt soll ein passendes Genre mit dazu passenden Aktivitäten und Lerntechniken gewählt werden, dieses Zusammenspiel ist in Abbildung 3.1 wiedergegeben. Beispiele für Genres sind: Action-, Abenteuer-, Denk-, Rollen-, Sport-, Strategiespiele usw. Die Art des Spiels muss auch zu der Zielgruppe passen und es soll bedacht werden, dass verschiedenartige Spiele unterschiedliche Menschen anspricht. In Tabelle 3.1 werden die in [76] beschriebenen Lerntechniken, Lernaktivitäten und Spielgenres zu einem möglichen Konzept verschmolzen.

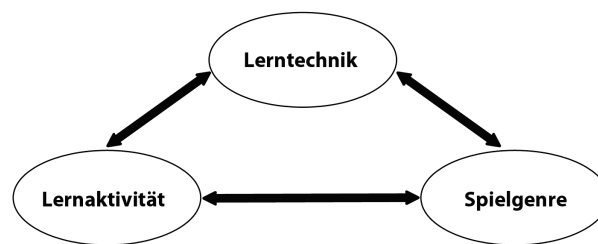


Abbildung 3.1: Zusammenspiel von Lerntechnik, Lernaktivität und Spielgenre [76].

3.4 Geschlechtsspezifische Unterschiede

Ein Lernspiel soll, wenn mögliche, im Gegensatz zu traditioneller Schulbildung alle Lernenden gleichermaßen ansprechen und motivieren. Aus diesem Grund muss auch auf geschlechtsspezifische Unterschiede geachtet werden. Generell ist es immer noch so, dass Männer sehr viel mehr und länger Computer spielen als Frauen, das wird unter anderem auch in [37, 52, 57, 64, 81] bestätigt. Computertechnologien scheinen immer noch als maskuline Tätigkeit angesehen zu werden, wodurch sich mehr Männer dazu hingezogen fühlen und bessere technische Fähigkeiten ausbilden [57, 64]. Frauen hingegen trauen sich wenig zu im Umgang mit Technologien und vermeiden diese Gebiet [64].

Lerntechnik	Lernaktivität	Mögliche Genres
Übung und Feedback	Fragen, Auswendiglernen, Assoziation, Übung, Nachahmung	Gewinnspiel, Lernkartenspiel, Action- und Sportspiele
Learning by Doing	Interaktion, Üben, Nachahmen	Strategie-, Rollen- und Actionspiele
Lernen aus Fehlern	Feedback, Aufgaben	Rollen- und Denkspiele
Entdeckendes Lernen und geführte Entdeckung	Feedback, Aufgaben, Kreativität	Abenteuer- und Denkspiele
Aufgabenorientiertes Lernen	Prinzip verstehen, geführte Aufgaben	Simulations- und Denkspiele
Fragenorientiertes Lernen	Fragen, Aufgaben	Quiz, Gewinn- und Konstruktionsspiele
Situiertes Lernen	Immersion	Rollen- oder Lernkartenspiele
Rollenspiel	Nachahmung, Übung, Coaching	Rollen-, Strategie-, Abenteuer- und Reflexspiele
Konstruktives Lernen	Experimentieren, Fragen	Konstruktions- und Bau-spiele
Multisensorisches Lernen	Nachahmung, kontinuierliche Übung, Immersion	Spiele, die neue Technologien einsetzen, um mehr Sinne anzusprechen
Lerngegenstand	Logik, Fragen	objektorientierte Spiele
Coaching	Coaching, Feedback, Fragen	Strategie-, Abenteuer- und realitätstestende Spiele
Intelligente Tutoren	Feedback, Aufgaben, kontinuierliche Übung	Strategie-, Abenteuer-, Denk- und Reflexspiele

Tabelle 3.1: Mögliches Zusammenspiel [76] (neu formatiert und übersetzt).

Dieses verminderte Vertrauen zeigt sich sehr deutlich im Umgang mit Technologien. In [52] wird aufgezeigt, dass die Mädchen aus der dreijährigen Studie, die in dem eben genannten Artikel beschrieben wurde, allein ohne Anweisungen nicht in der Lage waren, ein Spiel einzustellen bzw. einzuschalten. Den Jungs wurde es auch nicht gezeigt und dennoch konnten sie es, weil sie es entweder schon wussten oder sie es einfach ausprobierten. Unsicherheiten mit der Navigation lösten Mädchen, indem sie nachfragten oder die Gebrauchsanweisung lasen, statt einfach zu probieren. Das zeigt das verminderte Vertrauen in diesem Gebiet und auch die immense Gehemmtheit, mit der Mädchen oder Frauen an Technologien herangehen. Frauen untergraben auch immer wieder ihre Fähigkeiten oder schätzen sich schlechter ein, als sie sind. Bei der Studie [81] hat sich herausgestellt, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen den online Fähigkeiten von Frauen und Männern gibt und doch schätzen sich Frauen viel schlechter ein als Männer.

3.4.1 Gründe für die Diskrepanz

Grund für die Diskrepanz können Persönlichkeitsfaktoren sein, Gewalt, wenige soziale Interaktionen und der starke Wettbewerbscharakter von Spielen [81]. Die Präsenz von weiblichen Charakteren ist ein weiterer Grund, denn bei 47 willkürlich ausgewählten und analysierten Konsolenspielen, war lediglich einer von vier Spielcharakteren weiblich [57]. Diese Avatare zeigten zudem viel mehr Haut als ihre männlichen Gegenpole. Generell werden weibliche virtuelle Spieler als Sexsymbol betrachtet und unrealistisch dargestellt mit übergroßen Brüsten und Lippen, mit wenig Bekleidung [52,57,81]. Meist sind die weiblichen Charaktere Zuschauer oder hilflose Opfer, nehmen demzufolge eine passive Rolle ein. Männer sind die Beschützer und Retter und übernehmen die aktive Rolle. Die Möglichkeit, einen Avatar mit dem gleichen Geschlecht zu wählen, ist oft nicht geben, doch genauso wie Männer männliche Avatare (starke Krieger) bevorzugen, wählen auch Frauen lieber weibliche Avatare (gut angezogen und wunderschön) [81].

Schließlich gab es eine Welle, in der erkannt wurde, dass Mädchenspiele entwickelt werden sollten [52]. Die Befürchtung, dass durch das demokratische Potential des Internets und dessen Aufblühen, die Frauen ausgegrenzt werden, wenn sie sich nicht genügend damit beschäftigen, spornte zusätzlich dazu an. *Lara Croft* von *Tomb Raider* war eine der ersten weiblichen Charaktere, die nicht nur passiv war, sondern selbst aktiv wurde und Macht besaß, aber immer noch sehr sexistisch dargestellt wurde.

The Sims (2000) wurde eines der erfolgreichsten Computerspiele aller Zeiten und fand vor allem auch Anklang bei den weiblichen Spielern. Die Gründe dafür sind: in dem Designteam wirkten auch Frauen mit; das Spiel ist aufgebaut, wie ein Puppenhaus; unterschiedliche und häufige Interaktionen werden geboten und es stellt ein Spiel ohne Gewalt und Wettkampf dar.

Ein weiteres gutes Beispiel für ein Spielzeug, das von beiden Geschlechtern gut aufgenommen wurde, ist *Transformers* [37]. Die Kinder verwenden sie je nach Geschlecht

unterschiedlich. Buben verwenden sie, um die Geschwindigkeit und die Beherrschung der Transformation zu demonstrieren. Mädchen lieben sie, weil sie ein Geheimnis in sich tragen. Der Grund für den Erfolg lag also darin, dass es den Kindern möglich gemacht wurde, sie auf unterschiedliche Weise zu verwenden.

3.4.2 Vorlieben und Abneigungen

Die Unterschiede in den Vorlieben und Abneigungen betreffend Computerspiele sind sehr deutlich [81]. Männer brauchen mehr Erfolgserlebnisse und Wettbewerb, welche in enger Beziehung zu einander stehen. Wesentliche Faktoren für die Wettbewerbsfähigkeit sind die Motivation zu gewinnen, das Bedürfnis zu gewinnen und Selbstwirksamkeit. Diese Faktoren sind verstärkt bei Männern zu beobachten. Die Erregung, die mit starken Sinneseindrücken einhergeht, ist für Männer wichtiger, als für Frauen. Erregung ist einer der wichtigsten Gründe weshalb gespielt wird.

Frauen mögen keine gewaltsamen Spiele, doch diese nehmen immer mehr zu und werden immer realistischer, darum ist es kein Wunder, dass Frauen keine Spiele mögen. Andererseits bieten besonders gewaltsame Spiele für junge heranwachsende Männer eine Möglichkeit, um starke emotionale Erregungen zu verspüren, was wiederum erklärt, weshalb Männer Spielen so zugeneigt sind.

Frauen sind prosozial, weshalb sie gute bedeutungsvolle Dialoge und Interaktionen wünschen. Bei Single-Player Spielen wird die Kommunikation und die menschliche Beziehung jedoch vernachlässigt [81].

Männer bevorzugen Strategie-, Action-, Abenteuer-, Sport- und Simulationsspiele am besten mit brutalem Inhalt und Themen wie, Wettstreit von Gut und Böse, Wettkampf und gewinnen. Frauen bevorzugen Denk-, Brett-, Rollen-, Abenteuerspiele und Quiz, bei denen bedeutungsvolle Handlungen involviert sind und die Persönlichkeit eines Charakters erforscht werden kann. Generell ist zu bemerken, dass Mädchen Lernspielen eher zugeneigt sind als Jungs, das kann daran liegen, dass Jungs weniger interessiert sind am Schulunterricht [57, 64, 81].

Junge Mädchen mögen farbenfrohe und langsam wechselnde Szenen [81]. Im Klartext, Frauen wollen ein eher gemütliches Spiel; Jungs ein schnelles aktionsgeladenes Spiel.

3.4.3 Anpassungsmöglichkeiten

Ein Spiel sollte nach Möglichkeit nicht für eine spezielle Geschlechtergruppe designen werden, sondern die Möglichkeit bieten, das Spiel an sich persönlich anzupassen. Das ist besonders bei Lernspielen wichtig, da es alle Lernenden gleichermaßen ansprechen soll. Wie Computerspiele an die unterschiedlichen Bedürfnisse angepasst werden können, ist in [81] angegeben. Diese Beispiele sollen nicht als Voreinstellungen für das

jeweilige Geschlecht umgesetzt werden, sondern persönlich vom Spieler/von der Spielerin eingestellt werden können.

- **Ansichten:** Frauen soll ein klareres und einfacheres visuelles Design geboten werden, Männern hingegen komplexe und animierte Designelemente, das passt zu den Computerfähigkeiten und ihrer räumlichen Vorstellung.
- **Geschwindigkeit:** Das kann durch die Hinzunahme oder dem Wegfall von Zeitdruck passieren.
- **Interaktionsmöglichkeiten:** Der Grad der Interaktionen kann selbst gewählt werden, dadurch ändert sich auch die Länge der Dialoge.
- **Avatar:** Der Avatar kann selbst gewählt werden, das lässt die Möglichkeit offen auch einen Charakter des anderen Geschlechts zu wählen.
- **Anzahl der Wettkämpfe:** Wählbare Schwierigkeitsgrade lenken die Anzahl der Gegner.

Tangible User Interfaces

In diesem Kapitel wird zu Beginn die Geschichte der Tangible User Interfaces dargestellt. Im Anschluss folgt eine detaillierte Charakterisierung inklusive verschiedenartiger Klassifizierungen. Am Ende wird die intuitive Interaktion und der damit zusammenhängende Begriff *Affordance* definiert und Designrichtlinien für intuitiv benutzbare Systeme besprochen.

4.1 Geschichte

Mensch-Computer-Interaktion (im englischen Human Computer Interaction (HCI)) war lange Zeit auf Desktop, Maus und Tastatur und die Interaktion mit *WIMP* (windows, icons, menus, and pointers) limitiert und es hatte den Anschein, als ob keine andere Interaktion existieren würde [78]. In den letzten 2 Jahrzehnten wurde vermehrt versucht neue Interaktionsformen, sogenannte *post-WIMP* Interaktionsformen, einzubinden. Dadurch entstanden Eingabegeräte, die auf den Interaktionsfähigkeiten der Nutzer/Nutzerinnen in der realen Welt aufbauten, wie zum Beispiel Wii Remote oder Multi-Touch Oberflächen. *Tangible User Interfaces (TUIs)* erlauben den Benutzer/der Benutzerin die Daten buchstäblich mit seiner/ihrer Hand zu erfassen, wobei materielle Objekte als Eingabe- und Ausgabevorrichtung dienen.

4.1.1 Marble Answering Machine

Die *Marble Answering Machine*, entwickelt als Designskizze im Jahr 1992 von dem Produktdesigner Durrell Bishop während seines Studiums am Royal College of Art, wird oft als Inspiration für Tangible Interfaces angegeben [46, 78]. Hereinkommende Anrufe auf einem Anrufbeantworter werden als herunterrollende farbige Murmeln repräsentiert, wie in Abbildung 4.1 dargestellt. Die Platzierung einer Kugel in der dafür vorgesehenen Einbuchtung bewirkt das Abspielen der darauf gespeicherten Nachricht (siehe Abbildung 4.2). Ein eigens dafür designtes Telefon erlaubt es die gespeicherte Nummer einer Nachricht zu wählen, dazu wird die Kugel in eine dafür vorgesehene Mulde gelegt, dieses Telefon ist in Abbildung 4.3 zu sehen. Die einzelnen Nachrichten können auch aufbewahrt werden, zu diesem Zweck werden sie in separate Schalen gelegt, wie in Abbildung 4.4. In diesem Beispiel wird den Murmeln eine neue Bedeutung zugewiesen, dieser Sachverhalt wird als *Object Mapping* bezeichnet.

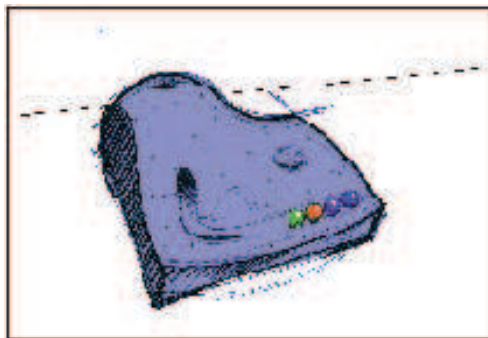


Abbildung 4.1: Eingegangene Nachrichten in Form von Murmeln [3].

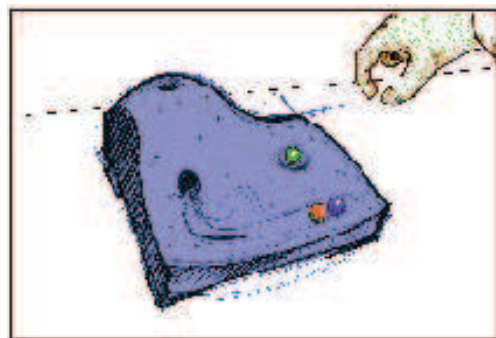


Abbildung 4.2: Abhören der Nachrichten [3].



Abbildung 4.3: Nummer der eingegangenen Nachricht anrufen [3].

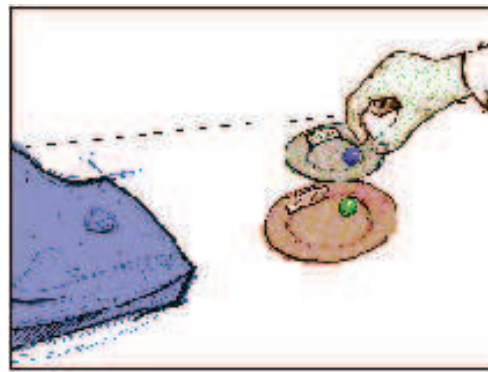


Abbildung 4.4: Aufbewahrung der Nachrichten [3].

4.1.2 Back to the Real World

Der Term *Tangible Interface* ist eng mit den Forschungsgebieten *Augmented Reality* und *Ubiquitous Computing* verbunden. 1993 wurde in *Communications of the ACM* der Artikel mit dem Titel *Back to the Real World* veröffentlicht [78]. Wellner beschreibt darin die Unzulänglichkeit von den damaligen Benutzerschnittstellen und der beliebten *Virtual Reality* [85]. Obwohl die Virtual Reality in manchen Gebieten, wie der Simulation und der Visualisierung, von sehr großem Nutzen ist, entfremdet sie den Menschen immer mehr von dessen Umwelt. Zudem wird die Welt vereinfacht dargestellt, wodurch viele Details verloren gehen und nur definiertes Verhalten zugelassen ist. Beide Ansätze separieren die Benutzer/Benutzerinnen zu sehr von ihrer natürlichen Umgebung und machen es schwierig bis unmöglich, die physischen und virtuellen Arbeiten miteinander zu verbinden. In den oben genannten Artikel schrieb Wellner:

“Instead of using computers to enclose people in an artificial world, we can use computers to augment objects in the real world.” [85, S. 2]

Weiters vertrat er die Ansicht, dass Objekte der realen Welt lediglich erweitert und nicht ersetzt werden dürfen und der Nutzer/die Nutzerin nicht eingeschränkt, sondern in seiner/ihrer Tätigkeit unterstützt werden muss. Dennoch bedurfte es danach noch einige Jahre, bis sich eine eigenständige Interaktionsform daraus bildete.

4.1.3 Graspable User Interface

1995 führten Fitzmaurice et al. [39] das Konzept des *Graspable User Interface* ein, welches dem Nutzer/der Nutzerin die Möglichkeit bot, virtuelle Objekte mit Hilfe von physischen Griffen (im englischen *handles*), von den Autoren auch als *bricks* bezeichnet, zu kontrollieren (siehe Abbildung 4.5). Dadurch wurden virtuelle und materielle

Objekte miteinander verschmolzen. Die Oberfläche auf der interagiert werden konnte, war ein großer horizontaler Display, *ActiveDesk* genannt. Ein brick repräsentierte ein graphisches Objekt auf dem Monitor, dazu muss dieser Griff einfach auf dem virtuellen Objekt platziert werden. Nach dieser Platzierung bewegte sich bzw. rotiert das Objekt synchron zu dem Physischen. Der ActiveDesk ließ die Interaktion mit zwei Griffen zu (heute als Multi-Touch Oberfläche bekannt), wodurch eine Zoom-Funktion ermöglicht wurde, dabei dient ein brick als Ankerpunkt und der Zweite erzielt durch Bewegung die gewünschte Größe. Die drei beschriebenen Möglichkeiten werden in Abbildung 4.6 dargestellt.

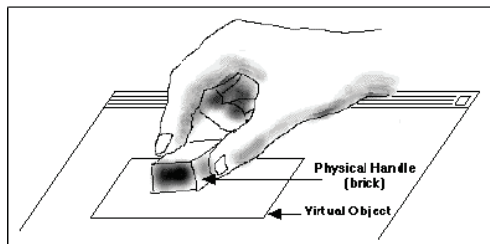


Abbildung 4.5: Greifbare Objekte [39].

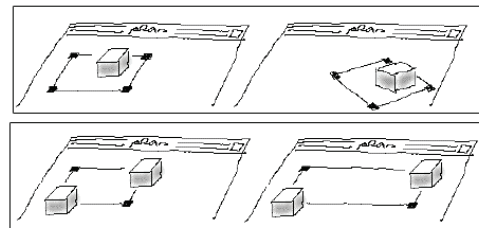


Abbildung 4.6: Bewegung, Rotation und Zoom [39].

4.1.4 Tangible Bits

1997 entstand durch die Arbeit von Ishii und seinen Studenten/Studentinnen ein neues Interface mit neuen Interaktionsformen, das Tangible User Interface [78]. Ishii war der Meinung, dass die vielfältigen Fähigkeiten der Menschen, wie das Interagieren mit materiellen Objekten viel zu sehr vernachlässigt wird [51]. Einzelne Bits sollen durch die Nutzung von Alltagsgegenständen als Display und als Medium zur Manipulation angesprochen werden können. “Die ganze Welt wird zum Interface” [46, S. 242].

Schließlich vollzog sich der Wandel von *graspable* hin zu *tangible* [46]. *Graspable* legt ihren Schwerpunkt auf die manuelle Manipulierbarkeit eines Objekts, *tangible* umfasst sowohl das Tasten als auch die Berührbarkeit und inkludiert damit die multi-sensorische Wahrnehmung.

Zu dieser Zeit wurden in den verschiedensten Ländern unterschiedliche Anwendungen in diesem Bereich entwickelt, wie beispielsweise in Deutschland der *Real Reality Ansatz* [45]. Dieser Ansatz entstand in einer Arbeitsgruppe am Forschungszentrum *artec* in Bremen. Ziel war es gleichzeitig reale und digitale Modelle erstellen zu können. Das ermöglicht den Aufbau eines realen Modells, welches vom Computer synchron gerendert und dargestellt wird und zur Simulation verwendet werden kann (siehe Abbildung 4.7). Das virtuelle Modell bietet den Zugriff auf unterschiedliche Repräsentationsebenen und Ansichten. Reale Modelle sind physikalischen Gesetzen ausgesetzt, die

wiederum in der Simulation nur vereinfacht abgebildet werden können. Die Unterschiede beider Modelle können sich ergänzen und zu innovativen Ansichten führen.

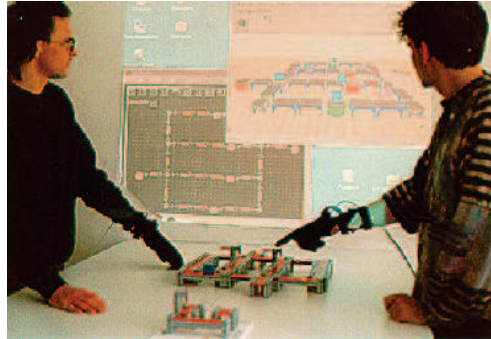


Abbildung 4.7: Synchrone Darstellung des realen und virtuellen Modells [45].

4.1.5 Erste TUIs

Eines der ersten TUIs war *Tangible Geospace* eine interaktive Karte des MIT Campus auf einem Projektionstisch [78]. Wurden greifbare Objekte, wie zum Beispiel Gebäude auf dem Tisch platziert, positionierte sich die Karte automatisch so, dass das Objekt über dem projizierten Gebäude lag. Wurde ein weiteres Gebäude platziert zoomte und drehte sich die Karte, um beide Objekte korrekt abbilden zu können, wie in Abbildung 4.8 zu sehen ist.

Ein weiteres Projekt war *Urp*, eine Unterstützung für Stadtplaner, entwickelt von Hiroshi Ishii und seiner Tangible Media Gruppe am MIT Media Lab [45, 46, 78]. Simulationen ließen es zu, dass mit dem Windfluss und dem Sonneneinfall durch das Platzieren von Gebäuden interagiert werden konnte. Es konnten verschiedene Materialien für die Gebäude gewählt werden, die Windgeschwindigkeit oder auch die Tageszeit verändert werden. Durch die Platzierung von Gebäuden und die Veränderung der Eigenschaften wurden je nach Einstellung Schatten geworfen und die Windströmung durch Striche dargestellt, zu sehen in Abbildung 4.9.

4.2 Charakterisierung

“Kerngedanke von TUIs ist es, anfaßbare, greifbare Gegenstände für die Interaktion mit digitalen Repräsentationen und Informationen zu verwenden. Die Schnittstelle soll nicht wie bisher zweidimensional und rein visuell sein, sondern dreidimensional und haptisch-taktil erfahrbar. Materielle Gegenstände, die räumlich konfigurierbar (also arrangierbar und beweglich)



Abbildung 4.8: Tangible Geospace [51].

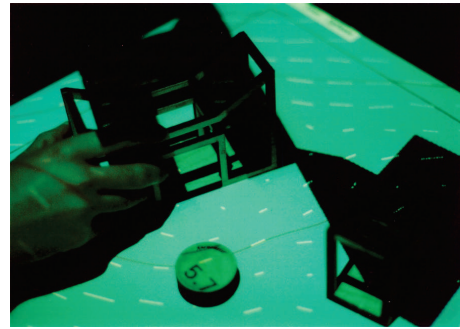


Abbildung 4.9: Urp [78].

sind, dienen gleichzeitig zur Repräsentation und Steuerung digitaler Informationen.“ [45, S. 15]

Tangible User Interfaces sprechen eine breite Masse an Benutzern/Benutzerinnen an, weil sie den Drang der Menschen nach Bewegung und Kreativität miteinbeziehen [78]. Dank der Beiträge von Hiroshi Ishii und anderen Forschungsgruppen ist es ein anerkanntes Forschungsgebiet. Die erste Konferenz, die sich vollkommen dem Thema tangible Interfaces und Interaktion widmete fand 2007 in Baton Rouge statt. Seit dem wird jährlich die *TEI Konferenz* (Tangible, Eembedded and Embodied Interaction) abgehalten.

Die materiellen Gegenstände können wie Ishii und Ullmer in [51] bereits beschrieben haben auch Alltagsgegenstände sein, mit denen die Menschen schon interagieren. Das birgt jedoch Schwierigkeiten, da beispielsweise Spezialisten der Mensch-Computer-Interaktion nicht darin geübt sind materielle Gegenstände zur intuitiven Verwendung zu erstellen [45]. Aus diesem Grund ist eine interdisziplinäre Zusammenarbeit erforderlich.

4.2.1 Definition nach Ishii und Ullmer

In Kapitel 4.1 wurde bereits erwähnt, dass in dem Artikel *Tangible Bits* von Ishii und Ullmer [51] zum ersten Mal der Term Tangible User Interface fiel. Dadurch wollen sie die Interaktion der Menschen mit Computern grundlegend verändern. Abbildung 4.10 zeigt diesen Wandel, wodurch die gesamte Welt zum Interface wird. Alltagsgegenstände, die bereits verwendet werden, sollen mit digitalen Informationen angereichert werden und die vorhandenen haptischen Fähigkeiten der Menschen miteinbeziehen.

In weitere Folge vergleicht Ishii in [50] TUIs mit einem Eisberg, dessen größter Teil - die digitalen Daten - von den physischen Objekten an die Oberfläche befördert und dadurch direkt manipulierbar werden. Die nahtlose Verbindung zwischen Ein- und Ausgabe oder anderes gesagt zwischen *Steuerung* (engl. control) und *Repräsentation* (engl. representation) ist maßgeblich für TUIs.

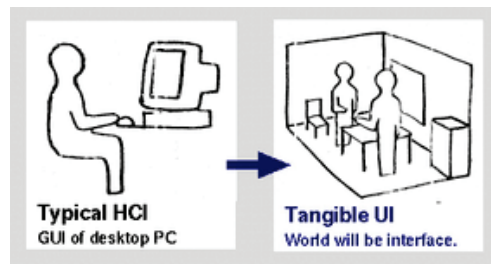


Abbildung 4.10: Der Wandel von GUI (Graphical User Interface) zu TUI [51].

Das Modell basiert auf dem *Model-View-Controller (MCV)* Modell von GUIs [50]. Wobei *Control* übernommen wird und *View* aufgespalten wird in *tangible* (physische) und *intangible* (digitale) Repräsentation, daraus ergibt sich das *Model - Control - Representation tangible/intangible* Modell. Bei GUIs werden die digitalen Informationen streng vom Greifbaren getrennt, sowie Eingabe- und Ausgabegerät. TUIs erlauben materielle Objekte einzusetzen, die sowohl zur Steuerung als auch zur wahrnehmbaren Repräsentation dienen. Die Repräsentation in physischer und digitaler Form macht eine bessere Kontrolle der digitalen Daten möglich. Abbildung 4.11 demonstriert diese Unterschiede. Die physische Repräsentation ermöglicht zwar die direkte Manipulation hat jedoch Grenzen, da sie beispielsweise an dessen äußere Gestalt gebunden ist und nicht beliebig verändert werden kann [45, 50]. Darum ist es gut auch eine digitale Darstellungsmöglichkeit zu haben, um dynamisch ändernde Gegebenheiten dargestellt werden können.

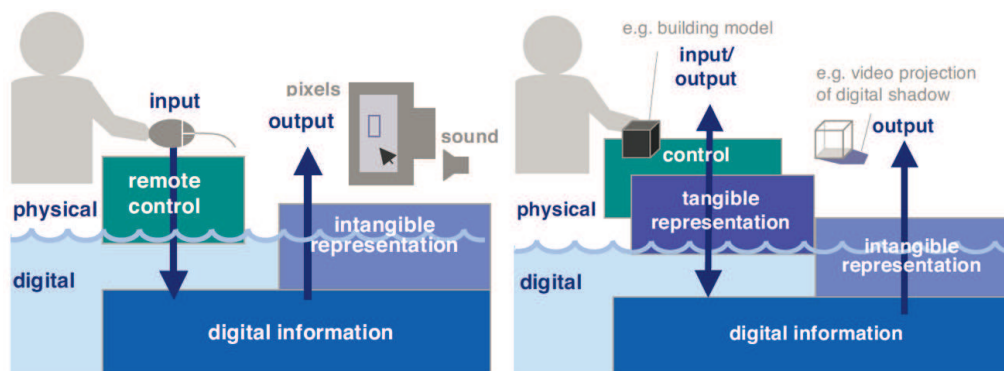


Abbildung 4.11: Unterschied zwischen GUI und TUI [50].

GUIs unterscheiden also klar zwischen der graphischen Repräsentation und der Steuerung, TUIs hingegen integrieren die physische Repräsentation und die Steuerung. Die folgende Faktoren sind entscheidend für das Designen von TUIs [50]:

- Die physische Repräsentation und deren Manipulation muss optimal mit der digitalen Information/Funktion und Feedback gekoppelt sein.
- Die Beschränkungen von einem physischen Objekt müssen gut durchdacht sein, da dadurch die Interaktion einfacher und leichter zu lernen ist. Je nach Art des materiellen Objekts müssen auch die Interaktionen gewählt werden, sodass sie auf bestehenden kulturellen Konventionen beruhen und die Interaktion für den Benutzer/die Benutzerin mühelos ersichtlich ist.
- Eine gute Balance zwischen physischer und digitaler Repräsentation muss gegeben sein, da sie sich gegenseitig unterstützen. Das Feedback digitaler Darstellungen ob graphisch oder visuell muss den physischen Manipulationen entsprechen.

4.2.2 Klassifikation

Tangible User Interfaces können je nach Herangehensweise unterschiedlich klassifiziert werden. Drei dieser Möglichkeiten sind hier dargestellt: nach den Typen von TUIs, nach der Rolle greifbarer Gegenstände und anhand von zwei Dimensionen (*Metaphor* und *Embodiment*)

Typen von TUIs

Laut Ullmer et al. [82] können TUIs in drei Typen unterteilt werden, in Abbildung 4.12 werden diese Typen mittels einer Skizze veranschaulicht:

- **Interaktive Oberflächen:** Benutzer/Benutzerinnen platzieren und manipulieren greifbare Objekte auf einer ebenen Oberfläche [78,82]. Das System erkennt dabei entweder die räumliche Platzierung oder die Relation zu anderen Objekten.
- **Constructive Assembly:** Erlaubt das zusammenfügen von modular, verbindbaren Objekten (Baukastenprinzip) [45, 78]. Das System erkennt sowohl die zeitliche Reihenfolge als auch die räumliche Anordnung.
- **Token + Constraint:** Bei diesem Ansatz werden zwei Arten von physisch - digitalen Objekten kombiniert: *Token* und *Constraints* [82]. Dieser Ansatz wird hier noch genauer beschrieben.

Der Token + Constraint Ansatz verbindet wie oben beschrieben zwei Arten von Objekten [82]. Die Constraints sind greifbare Strukturen (Stapel, Schlitze, Leisten usw.), die die Bewegungsfreiheit der Token einschränken bzw. bestimmte Strukturen / Positionen vorgeben. Dieses Interface hat zwei Phasen: *assoziiieren* und *manipulieren*. In der ersten Phase wird ein Token mit einem bestimmten Constraint assoziiert, das bedeutet, dass der Token in das Constraint eingelegt und registriert wird. In der zweiten

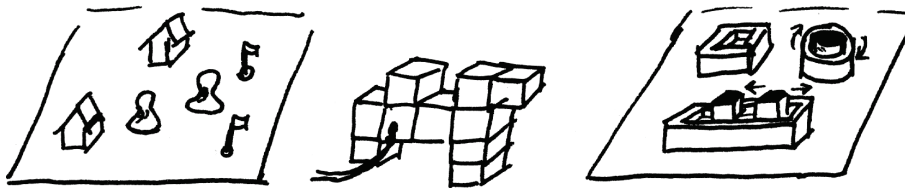


Abbildung 4.12: Interaktive Oberfläche, Constructive Assembly und Token + Constraint [78].

Phase erfolgt die Manipulation des Token innerhalb der vom Constraint vorgegebenen Grenzen. Diese beiden Phasen sind in Abbildung 4.13 zu sehen. Die Interaktionsmöglichkeit des Token ist meist auf einen Freiheitsgrad beschränkt, wie das Verschieben auf einer linearen Achse oder Rotieren um die eigene Achse, dieser Zusammenhang wird in Abbildung 4.14 wiedergegeben.

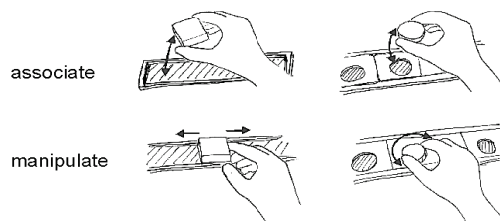


Abbildung 4.13: Zwei Phasen des Token + Constraint Interfaces [82].

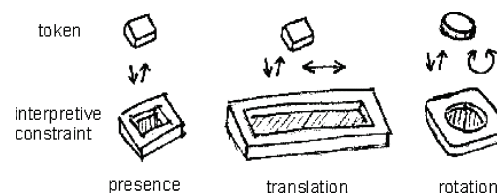


Abbildung 4.14: Interaktionsmöglichkeiten [82].

Rollen der greifbaren Gegenstände

Die greifbaren Objekte können je nach Verwendungsweise in drei Rollen unterteilt werden: *Container*, *Token* und *Tools* [45, 78]:

- **Token** sind materielle Objekte die stark mit den von ihnen repräsentierten Informationen verbunden sind.
- **Container** sind Behälter, die mit beliebigen digitalen Daten gefüllt werden können und dienen meist zum Transport oder der Manipulation von Daten.
- **Tools** sind Werkzeuge, die eine rechnerbasierte Funktion repräsentieren, mit dessen Hilfe digitale Information aktiv manipuliert werden kann.

Zwei Dimensionen

Fishkin klassifiziert Tangible User Interfaces anhand von zwei Dimensionen: *Metaphor* und *Embodiment*, um TUIs zu beschreiben und zu analysieren [78]. *Embodiment* gibt an, in welchem Ausmaß Ein- und Ausgabe miteinander verbunden sind, anders gesagt, wie stark der Benutzer/die Benutzerin das Gefühl hat, dass das physische Objekt technisiert ist. Es gibt vier Abstufungen von *Embodiment*, wobei ein hohes Level gewählt werden muss, wenn direkte Manipulation erwünscht ist:

- **Full:** Zwischen Eingabe- und Ausgabegerät gibt es keine Trennung. Das Eingabegerät ist das Ausgabegerät.
- **Nearby:** Die Ausgabe erfolgt nahe dem Eingabegerät.
- **Environment:** Die Ausgabe erfolgt in unmittelbarer Nähe zum Benutzer/zur Benutzerin.
- **Distant:** Die Ausgabe ist weit entfernt von der Eingabe, wie beispielsweise auf einem anderen Bildschirm oder sogar in einem anderen Raum.

Die zweite Dimension beschreibt die Art und den Grad der Übereinstimmung zwischen dem Interface und ähnlichen Vorgängen der realen Welt. *Metaphor* kann in zwei Arten unterteilt werden, je mehr beide eingebunden werden, desto physischer wird das Interface:

- **Metaphor of nouns** beziehen sich auf die Gestalt eines Objekts.
- **Metaphor of verbs** beziehen sich auf die Bewegung eines Objekts oder dessen Handhabung.

4.2.3 Das TAC Paradigma

Bei den unterschiedlichen Klassifizierungen ging es um die Verbindung von digitaler Information und greifbaren Elementen, das *TAC* (Token and Constraint) Paradigma versucht die Kernelemente von TUIs zu identifizieren [78]. Dieses Paradigma ermöglicht eine Beschreibung für ein breites Spektrum an TUIs.

Die Basis des TAC Paradigmas ist, wie der Name schon vermuten lässt der Token + Constraint Ansatz von Ullmer [82], welcher bereits im vorherigen Kapitel beschrieben wurde [79]. Der Ausgangspunkt ist die Annahme, dass ein TUI durch eine Reihe von Zusammenhängen zwischen greifbaren Objekten und digitalen Informationen beschrieben werden kann. Es gibt fünf Komponenten, die zusammen kombiniert dazu dienen die Struktur und Funktionalität eines TUIs zu beschreiben:

- Ein *Pyfo* ist ein physische Objekt eines TUIs, welches Token, Constraint oder auch beides sein kann. Dieser Term wurde gewählt, um das Wort Objekt zu vermeiden, da dieses keine eindeutige Bedeutung aufweist.
- Ein *Token* ist ein greifbares Pyfo, das eine digitale Information oder eine Funktion von einem System darstellt. Ein Benutzer/Eine Benutzerin interagiert damit, um digitale Informationen zu manipulieren oder abzurufen.
- Ein *Constraint* ist ein Pyfo, welches den Freiheitsgrad eines zugehörigen Tokens einschränkt und die Art der Manipulation definiert.
- Eine *Variable* ist eine digitale Information bzw. rechnerbasierte Funktion in einem System.
- *TAC* ist die Beziehung zwischen Token, dessen Variable und Constraints.

Ein TUI kann mit Hilfe des TAC Paradigmas anhand dessen TAC Beziehungen beschrieben werden. Die möglichen Beziehungen und die jeweiligen Token und Constraints müssen vom Designer/von der Designerin definiert werden. Daraufhin müssen die Handlungen, die mit einem Token möglich sind und dessen Auswirkungen spezifiziert werden. Diese Spezifikationen zeigen eine große Bandbreite auf, wie Objekte bedeutungsvoll miteinander kombiniert werden können [78]. Das TAC Paradigma war zudem die Grundlage für TUIML eine high-level Beschreibungssprache für TUIs.

4.3 Intuitive Interaktion

Mit intuitiver Interaktion von Systemen setzen sich lediglich zwei Gruppen auseinander, Alethea Blackler und ihre Kollegen in Australien und der Arbeitskreis *IUUI* (Intuitive Use of User Interfaces) in Deutschland [47]. Die IUUI ist eine interdisziplinäre Forschungsgruppe bestehend aus Usability-Experten/-Expertinnen, Psychologen/Psychologinnen, Ingenieuren/Ingenieurinnen, Informatikern/Informatikerinnen, Designern/Designerinnen und Sprachwissenschaftlern/Sprachwissenschaftlerinnen.

Der IUUI Arbeitskreis hat eine Definition für *Intuitivität* im Bezug zu Mensch-Computer-Interaktion erstellt:

“Ein technisches System ist im Rahmen einer Aufgabenstellung in dem Maße intuitiv benutzbar, in dem der jeweilige Benutzer durch unbewusste Anwendung von Vorwissen effektiv interagieren kann.” [71, S. 6]

Das bedeutet, dass Vorwissen des Benutzers/der Benutzerin benötigt wird, um intuitive Interaktionen zu ermöglichen. Dieses Vorwissen wird unbewusst eingesetzt, darum beschreiben Benutzer/Benutzerinnen Intuitivität spontan so: “aus dem Bauch heraus”;

“ohne Erklärungen”; “Routine” usw. Das benötigte Vorwissen kann aus unterschiedlichen Ebenen herrühren (siehe Abbildung 4.15) [47, 48, 70]:

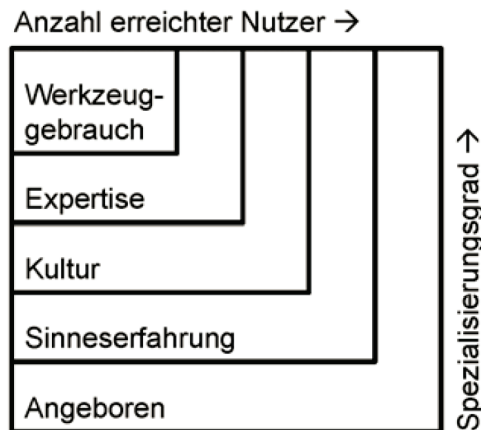


Abbildung 4.15: Ebenen des Vorwissens [70].

- **Angeborenes Wissen:** Wissen, welches durch die Gene festgelegt oder im Mutterleib erworben wurde.
- **Sinneserfahrungen:** Dabei handelt es sich um das Allgemeinwissen, das schon in der frühen Kindheit erworben und von da an laufend angewandt wird. Beispiele dazu sind das Unterscheiden von Gesichtern, Wissen über die Schwerkraft usw. Die Konzepte *Affordance*, welches im Kapitel 4.3.1 näher erläutert wird und *Image Schemata* gehören ebenfalls in diese Ebene. “Image Schemata sind einfache und abstrahierte Repräsentationen wiederkehrender alltäglicher Erfahrungen.” [48, S. 39].
- **Kulturell bedingtes Wissen:** Je nach Kultur gibt es andere Regeln und Bräuche, die sich stark von anderen Kulturen unterscheiden können. Die Nutzung einer Gabel ist für uns intuitiv verständlich, muss aber nicht in allen Kulturen der Fall sein.
- **Expertisen:** Wissen aus einem Spezialgebiet, welches im Beruf oder in der Freizeit erworben wurde.
- **Werkzeuggebrauch:** Für ein und dieselbe Aufgabe eines Spezialgebiets kann je nach Fachwissen ein unterschiedliches Werkzeug Verwendung finden.

Diese Aufstellung zeigt, dass eine Benutzerschnittstelle, die lediglich das angeborene Wissen voraussetzt für (fast) alle Menschen geeignet ist [70]. Je weiter man sich der

Werkzeug-Ebene nähert, desto spezieller wird das erforderliche Wissen, wodurch nur noch eine sehr kleine Benutzergruppe angesprochen wird. Die Bewertung intuitiver Interaktionen wird auf der Basis der Effektivität ISO-Normenserie 9241 [EN ISO 9241-11 1999] vollzogen. Daher kann von einer intuitiven Interaktion die Rede sein, wenn der Benutzer/die Benutzerin damit eine ausreichend genaue und vollständige Interaktion ausführen kann.

Laut der Definition von IUUI können Interaktionen mit einem System mit der Zeit auch intuitiv werden [48]. Ein Beispiel ist die Nutzung der Computermaus: Ein Mensch, der jeden Tag mit einer Maus agiert, wird diesen Vorgang automatisieren und intuitiv einsetzen.

Tangible User Interfaces integrieren alltägliche Gegenstände, mit denen schon viel interagiert und damit ein gutes Vorwissen zur Verwendung erworben wurde [73]. Diese Erprobung führt dazu, dass die Interaktion mit diesen Benutzeroberflächen unbewusst und somit intuitiv ablaufen. Die Interaktion benötigt nur wenig kognitive Anstrengung, wodurch der eigentlichen Aufgabe verstärkte Aufmerksamkeit zukommen kann.

In [71] wurde aufgrund eines Workshops mit Usability-Experten auf der Konferenz *Mensch und Computer 2006* eine Tabelle zu Gestaltungs- und Erfolgskriterien für intuitive Interaktion angelegt (siehe Tabelle 4.1).

4.3.1 Affordance

Der Begriff *Affordance* wurde von James J. Gibson erfunden und stammt von dem Verb *afford* (anbieten, erwähren) ab [42]. Gestaltpsychologen stellten schon früher fest, dass die Bedeutung eines Dings genau so unmittelbar wahrgenommen wird, wie dessen Farbe. In seinem Buch *The Ecological Approach to Visual Perception* zitiert Gibson Koffka aus dem Jahr 1935: "Each thing says what it is. ... a fruit says 'Eat me'; a water says 'Drink me'; thunder says 'Fear me'; and woman says 'Love me'" [42, S. 138]. Kurt Lewin führte den Term *Aufforderungscharakter* ein.

Laut Gibson ist die Affordance von der Umwelt, was sie einem anbietet. Die Bedeutung eines Dings kann direkt wahrgenommen werden, "if a surface is horizontal, flat, extended, rigid, and knee high relative to a perceiver, it can in fact be sat upon." [42, S. 128]. Dabei ist es völlig egal, welche Form es annimmt, ob Stuhl, Bank, Sessel, usw. welche Textur und Farbe es hat, die Affordance bleibt dieselbe.

Donald A. Norman führte 1988 mit seinem Buch *The Psychology of Everyday Things* den Begriff Affordance in die Human Computer Interaction ein [78]. Er definiert Affordance als Eigenschaften von einem Objekt, die eine bestimmte Handlung erlauben bzw. dazu einladen. In seinem Artikel *Affordance, Conventions and Design* zeigt Norman, wie pikiert er über die Verwendung von Affordance ist. Reale Affordance darf nicht mit wahrgenommener und kultureller Affordance verwechselt werden [75]. Bei bildschirmbasierten Systemen existiert kaum reale Affordance, hier ist die wahrnehmbare und kulturelle Affordance viel stärker vertreten. Ein Icon fordert vielleicht zum Klicken

Gestaltungskriterien	Erfolgskriterien
alle Sinnesmodalitäten ansprechen	Ausführungszeiten, Fehler
aus vorhergehender Erfahrung bekannte Symbole nutzen	Zufriedenstellung
Vorwissenstransfer, Analogiebildung	wahrgenommene Einfachheit
Bilder, Metaphern, Graphiken	wahrgenommener Abstand zum Ideal
Redundanz bereitstellen vs. Reduktion auf das Wesentliche	geringer Trainingsaufwand, keine Lernkurve nachweisbar
Fokus auf Einzelelemente	minimaler Rückgriff auf Hilfe (Trennung Hilfe zur Aufgabe / Hilfe zum Werkzeug nötig)
konkrete Beispiele für Entwickler: dabei Vorwissensebene berücksichtigen, Beispiele abhängig von Benutzergruppen	geringe Beanspruchung kognitiver Ressourcen (ggf. dual task Paradigma)
	lautes Denken: es dürfen keine Indikatoren für Problemlösungsprozesse auftauchen
	Intuitivität graduell, kontinuierlich messen; nicht dichotom
	geringes Stress-Level

Tabelle 4.1: Gestaltungs- und Erfolgskriterien zu intuitiver Interaktion [71] (neu formatiert).

auf, jedoch kann auch überall sonst geklickt werden. Wir haben gelernt, dass etwas passiert, wenn auf eine bestimmte Graphik geklickt wird oder dass wir nur klicken sollen, wenn sich die Gestalt des Cursors verändert, das ist jedoch keine wirkliche Affordance! Echte Affordance wäre, wenn die Maustaste solange gesperrt wäre, bis eine anklickbare Region erreicht wird. Das bedeutet, dass vor allem physische Objekte und Grenzen reale Affordance besitzen.

4.3.2 Design

Alethea Blackler zeigt in ihrem Buch *Intuitive Interaction with Complex Artefacts: Empirically-based Research* [30] drei konkrete Richtlinien für das Design von intuitiv-

tiv bedienbaren Technologien auf. Zu diesem Zweck führte sie Benutzertests mit universellen Fernbedienungen und Digitalkameras durch, bei denen sich drei Faktoren für ein intuitives Design abzeichneten: *Funktion*, *Aussehen* und *Position*. Basierend auf den herausgearbeiteten Faktoren und den Benutzertests ergaben sich drei Richtlinien zur Entwicklung von intuitiven Systemen:

- **Prinzip 1: Vertraute Merkmale von einem Bereich verwenden**
Das ist das einfachste Level, bei dem Symbole, Wörter, Icons, Beschriftungen, Positionen usw. verwendet werden, die schon von anderen ähnlichen Produkten bekannt und somit für den Benutzer/die Benutzerin vertraut sind. Eine einfache Anwendung dieses Prinzips wäre durch reale Affordance, die Menschen ohne Anleitung verstehen, da sie auf tief verwurzelten Fähigkeiten aus der Umwelt basieren.
- **Prinzip 2: Vertraute Merkmale von anderen Bereichen übertragen**
Unbekannte Funktionalitäten sollen vertrauten Dingen ähneln oder sich metaphorisch darauf beziehen. Merkmale aus anderen Bereichen können herangezogen werden, damit völlig neue Funktionen vertrauter werden und einfacher zu verstehen sind. Der Einsatz von Vertrautem soll jedoch nicht wahllos und ohne Bezug zu der neu erstellten Anwendung geschehen.
- **Prinzip 3: Redundanz und interne Konsistenz**
Redundanz ermöglicht den Umgang mit einem System auf unterschiedliche Arten, wodurch diese Anwendung für so viele Benutzer/Benutzerinnen wie möglich intuitiv nutzbar wird. Der Text zu einem Symbol kann für einen Benutzer/eine Benutzerin einfacher zu verstehen sein, als für einen anderen/eine andere, der/die das Symbol bevorzugt. Durch die Möglichkeit von alternativen Herangehensweisen, ist ein System für Experten/Expertinnen wie Anfängern/Anfängerinnen, Jugendliche wie ältere Personen im gleichen Maß einfach und effektiv.

Das Aussehen, die Position und die Funktion muss für eine Funktionalität in allen Zuständen konsistent sein, um Irritationen vorzubeugen.

Das erstellte Designwerkzeug von Blackler, welches in Abbildung 4.16 zu sehen ist, zeigt, wie die drei Prinzipien in den Designprozess von intuitiven Systemen eingebunden werden können. Vor dem eigentlichen Design muss die Zielgruppe genau analysiert werden, um herauszufinden womit sie vertraut sind. Die dargestellte Spirale muss zweimal durchlaufen werden, wobei jede Schleife der Spirale aus drei Schichten besteht. Diese Schichten bestehen aus den drei zuvor erwähnten Faktoren: *Funktion*, *Aussehen* und *Position* (im englischen *Function*, *Appearance* und *Location*). Diese Faktoren sind so angeordnet, dass zuerst die Funktion, danach das Aussehen und am Ende die Position erarbeitet wird (siehe Abbildung 4.17).

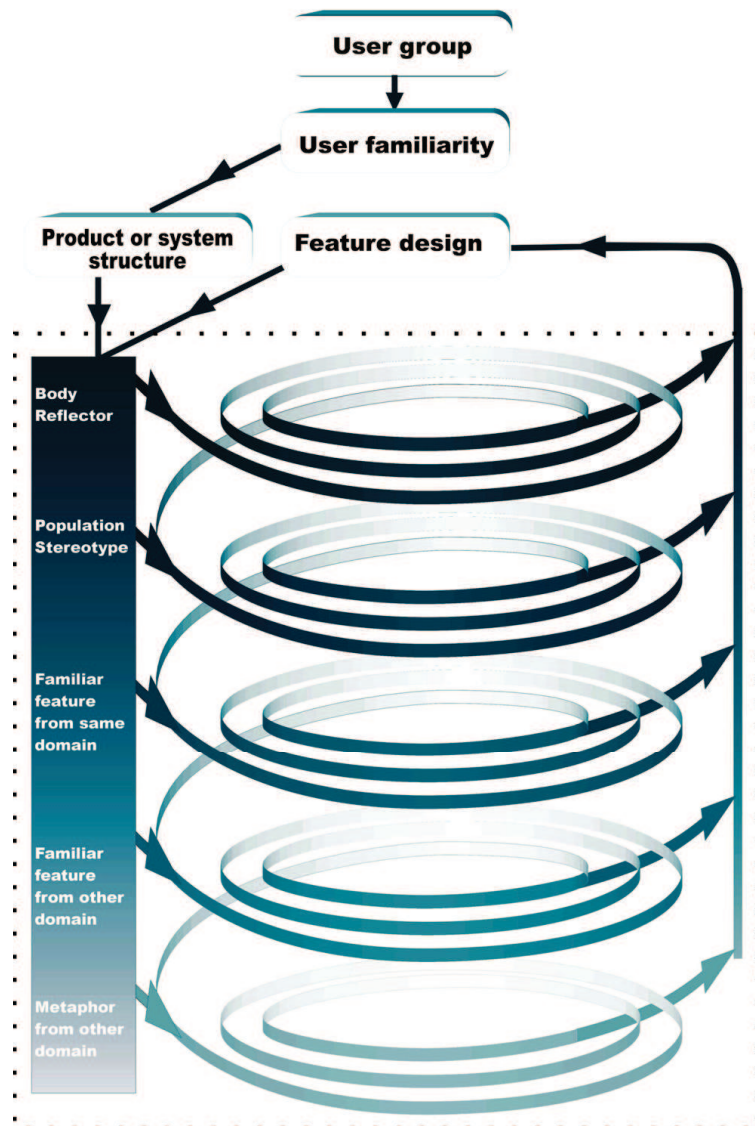


Abbildung 4.16: Designwerkzeug für intuitive Systeme [30].

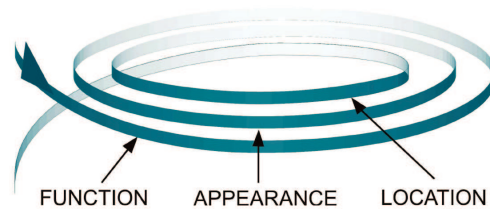


Abbildung 4.17: Aufspaltung einer Schleife der Spirale [30].

Die Anordnung ergab sich aus den durchgeführten Tests. Das Aussehen trägt demzufolge stärker zur intuitiven Nutzung bei als die Position, da es Irritationen vorbeugt und falsche Funktionalitäten weniger häufig verwendet wurden. Die Position darf dennoch nicht vernachlässigt werden, da die Suchzeit einer bestimmten Funktionalität verringert werden kann. Standardisierte Positionen eines Produkts, wie beispielsweise der Einschaltknopf einer Fernbedienung, machen die Position wieder wichtiger für die Intuitivität. Das wichtigste sind jedoch die Funktionen, da ein Benutzer/eine Benutzerin mit einer völlig neuen Funktion von einem System nicht umgehen kann und nicht weiß, was zu tun ist. Daher sollen Funktionen auf für den Benutzer/die Benutzerin bereits bekannten Prozessen aufbauen.

Beim ersten Durchlauf der Spirale wird die Struktur des Systems aufgebaut, dabei werden die gesamten Funktionen, das Aussehen und die Positionen eines Produkts festgelegt. Das zweite Mal dient der Verfeinerung des Designs der einzelnen Funktionalitäten.

Das Designwerkzeug wurde so konzipiert, dass die Spirale zu jedem Zeitpunkt verlassen werden kann. Bei einfachen Interfaces kann die Spirale zum Beispiel schon nach den ersten beiden Schleifen verlassen werden. Wohingegen bei komplexeren Interfaces möglicherweise das Durchlaufen der gesamten Spirale von Nöten ist. Die gepunktete Linie rundum die Spirale repräsentiert Konsistenz und Redundanz, da diese während des gesamten Designprozesses im Hinterkopf behalten werden müssen, um ein effektives intuitives Interface zu erstellen. Das Abarbeiten des genannten Prozesses sollte ein intuitiv nutzbares Interface gewährleisten.

KAPITEL 5

Methoden

In diesem Kapitel werden einige Methoden präsentiert, die bei der Entwicklung von Systemen zum Einsatz kommen können. Die ausgewählten Methoden wurden auch bei der praktischen Umsetzung angewandt, um die Bedürfnisse und Wünsche herauszufinden und berücksichtigen zu können.

5.1 Beobachtung

Die Beobachtung fand Einzug in die Wissenschaft in den 20er Jahren [35]. In dem Buch *Forschungsmethoden und Evaluation* [32] wird die Beobachtung nach Laatz definiert:

“Beobachtung im engeren Sinn nennen wir das Sammeln von Erfahrungen in einem nicht kommunikativen Prozess mit Hilfe sämtlicher Wahrnehmungsmöglichkeiten. Im Vergleich zur Alltagsbeobachtung ist wissenschaftliche Beobachtung stärker zielgerichtet und methodisch kontrolliert. Sie zeichnet sich durch Verwendung von Instrumenten aus, die sie Selbstreflektiertheit, Systematik und Kontrolliertheit der Beobachtung gewährleisten und Grenzen unseres Wahrnehmungsvermögens auszudehnen helfen.” [32, S. 262]

5.1.1 Einsatz

Beobachtungen sollen laut [32] eingesetzt werden, wenn:

- anzunehmen ist, dass die verbale Aussage bewusst oder unbewusst von dem eigentlichen Verhalten abweicht, welches im Mittelpunkt des Interesses steht.
- durch eine künstlich herbeigeführte Situation das Verhalten verändert werden würde. Die Beobachtung kann sehr diskret gehalten werden, sodass sich die Testperson kaum beobachtet bzw. erforscht fühlt.
- ein neues Forschungsfeld erkundet werden soll.
- bestimmte Mimiken und Gestiken eingefangen werden sollen.

5.1.2 Formen der Beobachtung

Grundsätzlich kann bei der Beobachtung zwischen *teilnehmender* und *nichtteilnehmender* bzw. *offener* und *verdeckter* Beobachtung unterschieden werden [35]. Je nach Ziel und Umfeld muss abgewogen werden, welche Form am geeignetsten ist.

Teilnehmende Beobachtung

Der Beobachter/Die Beobachterin ist selbst Teil des beobachteten Verhaltens [32]. Bei teilnehmender Beobachtung kann noch zwischen aktiv und passiv unterschieden werden [35]. Bei der aktiv Beobachtung kommt dem Forscher/der Forscherin eine definiert Rolle im Forschungsumfeld zu, wie die eines Erziehers/einer Erzieherin. Diese Teilnahme kann jedoch dazu führen, dass Dinge nicht mehr hinterfragt werden, da sie als gegeben angenommen werden oder dass die Teilnehmer/Teilnehmerinnen unbewusst

in eine Richtung gedrängt werden, wodurch sich die anfängliche Hypothese bestätigt. Bei der passiven Beobachtung wird der Forscher/die Forscherin lediglich als Besucher angesehen und besitzt keine explizite Rolle im Umfeld.

Teilnehmende Beobachtung hat den Vorteil, dass sie Einblicke in das Verhalten bietet, das sonst verschlossen geblieben wäre [32]. Es besteht jedoch die Schwierigkeit integriert zu werden und nicht den herkömmlichen Ablauf zu verändern.

Nichtteilnehmende Beobachtung

Der Beobachter/Die Beobachterin ist nicht in das Geschehen involviert, sondern ist ein Außenstehender/einer Außenstehende, der/die das für ihn/sie interessante Verhalten beobachtet [32, 35]. Die nichtteilnehmende Beobachtung hat den Vorteil, dass sich der Forscher/die Forscherin vollkommen auf das Geschehen konzentrieren und das Beobachtete zur gleichen Zeit verschriftlichen kann, ohne zusätzliche Interaktionen mit den Testpersonen.

Offene Beobachtung

Der Beobachter/Die Beobachterin verbirgt seine/ihre Rolle als Beobachter/Beobachterin nicht [32]. Die Teilnehmer/Teilnehmerinnen sind sich bei der offenen Beobachtung darüber im Klaren, dass sie beobachtet werden und werden versuchen herauszufinden, warum sie beobachtet werden und die Hypothesen ihrerseits können zu Veränderungen im Verhalten führen. Das Gefühl beobachtet zu werden dauert meist nur kurz an, da sich die Personen wieder auf ihre Aufgaben konzentrieren.

Verdeckte Beobachtung

Der Forscher/Die Forscherin verbirgt seine/ihre Rolle als Beobachter/Beobachterin [32]. Der Beobachter/Die Beobachterin wird von den Versuchspersonen im besten Fall nicht wahrgenommen, zu diesem Zweck können Einwegspiegel Verwendung finden. Der Forscher/Die Forscherin muss sich jedoch nicht unsichtbar machen, sondern kann auch mitten im Geschehen dabei sein und seine/ihre Rolle als Beobachter/Beobachterin verbergen. Die verdeckte Beobachtung hat den Vorteil, dass der Forscher/die Forscherin selbst nicht emotional involviert ist und die Beobachteten ihr Verhalten nicht ändern [35]. Dabei muss man sich im Klaren sein, dass es teilweise unethisch ist, ohne die Zustimmung der Betroffenen in deren Privatsphäre einzudringen.

5.2 Videobeobachtung

Die zuvor erwähnte Methode der *Beobachtung* stößt an Grenzen, da menschliches Verhalten nicht zur Gänze in Echtzeit erfasst werden kann [31]. Es wird immer Teile ge-

ben, die sich der Aufmerksamkeit des Beobachters/der Beobachterin entziehen, darum nimmt der Einsatz von Videokameras in der Forschung immer mehr zu. Videoaufzeichnungen können beispielsweise als Ergänzungen der eigenen Notizen dienen. Die dabei entstehenden Daten können laut Knoblauch [60] in natürliche und konstruierte Daten unterteilt werden. Natürliche Daten liegen vor, wenn das Geschehen vom Forscher/von der Forscherin nicht beeinflusst wurde. Wird ein Geschehen künstlich hergestellt, werden konstruierte Daten erfasst. Die Datensorten lassen sich noch weiter unterteilen, wobei die angeführte Liste von [60] übernommen wurde:

- wissenschaftlich aufgezeichnete natürliche soziale Situationen
- wissenschaftlich aufgezeichnete experimentelle Situationen
- Interviews (Softwaretests, Feldinterviews)
- von Akteuren aufgezeichnete natürliche soziale Situationen (Überwachung, Selbstaufzeichnung)
- von Akteuren aufgezeichnete gestellte Situationen (Videotagebuch)
- von Akteuren aufgezeichnete und bearbeitete Situationen (Hochzeitsvideos)
- von Akteuren aufgezeichnete und professionell bearbeitete (Hochzeitsvideos, Dokumentationen, Selbstdarstellungen)

Die Videoaufzeichnung macht es möglich Szenarien wiederholt und mit unterschiedlichen Sichtweisen zu betrachten und unterschiedliche Fragen zu stellen [31]. Menschen, die nicht dabei waren, können ihre Sichtweise zu dem aufgenommenen Material preisgeben und damit neue Perspektiven eröffnen. Videos können zudem aufgenommen werden, ohne der Anwesenheit des Forschers/der Forscherin, dadurch kann sich dieser/diese anderen Aktivitäten widmen. Situationen, in denen es unangenehm für die Teilnehmer/Teilnehmerinnen wäre, wenn eine andere Person tatsächlich dabei wäre, können aufgezeichnet werden.

5.3 Cultural Probes

Cultural Probes wurde 1999 von Bill Gaver, Tony Dunne und Elena Pacenti während einer Studie eingeführt [40]. Das Ziel dieser Studie war es, neuartige Interaktionstechniken zu betrachten, um die Präsenz von älteren Personen in einer Ortsgemeinschaft zu erhöhen.

“Probes are instruments that are metaphorically based on the concept of sending probes into the complete unknown of outerspace and then waiting

for data that may or may not come back to try to make sense of it without assuming what it might be or where it comes from.” [68, S. 1]

Wie in diesem Zitat angeschnitten, werden Pakete, auch Probe Kits genannt, ausgesandt oder an Teilnehmer/Teilnehmerinnen verteilt, welche daraufhin mit den enthaltenen Objekten die gestellten Aufgaben erledigen. Dabei bleibt ein Teilbereich dieser Interaktion immer etwas ungenau, weshalb die Testpersonen nie ganz genau wissen, was sie zu tun haben, egal wie präzise die Aufgaben ausformuliert sind [43]. Das kann den Vorteil haben, dass ganz unterschiedliche, vielleicht auch unerwartete Ergebnisse entstehen.

Allgemein gesagt, sollen sie dabei helfen, die Forschungspersonen besser kennenzulernen und zu verstehen [68]. Das kann vor allem in Bereichen vorteilhaft sein, in denen die konventionellen ethnographischen Methoden wie beispielsweise die Beobachtung nicht oder schwer einsetzbar sind [34, 68]. Cultural Probes können nicht nur dem Zweck der Informationsbeschaffung dienen, sondern auch inspirierend oder provozierend wirken, das wird im Laufe dieser Arbeit noch genauer dargestellt.

5.3.1 Probe Kit

Unter einem Probe Kit, welcher einem Cultural Probe entspricht, wird ein Paket verstanden, in dem speziell für eine bestimmte Situation angepassten Objekte und Aufgaben enthalten sind, ein Beispiel dazu zeigt die Abbildung 5.1. Nicht alle Cultural Probes enthalten die exakt gleichen Objekte, diese können und sollen für die spezifische Situation und Benutzergruppe, sowie auf die Information, welche erhoben werden soll, angepasst werden. Denn nicht alle Menschen haben die gleichen Möglichkeiten bzw. Fähigkeiten, das ist vor allem bei Kindern, die weder schreiben noch lesen können, zu beachten. Im Folgenden werden einige Möglichkeiten aufgezeigt, welche Objekte ein Probe Kit konkret enthalten kann und deren Einsatzmöglichkeiten.



Abbildung 5.1: Ein mögliches Probe Kit [65].

Postkarten

Postkarten können als Ersatz von Fragebögen angesehen werden, da sie die Möglichkeit bieten, Fragen über das Leben, den Kulturkreis und Technologien zu stellen [40]. Gaver et al. erwähnt in *Design: Cultural Probes* zudem, dass es als wichtig erscheint, den Teilnehmern/Teilnehmerinnen genug Freiraum in ihrer Rückmeldung zu geben, um sie nicht unnötig einzuschränken und um neue unerwartete Einsichten in ihr Leben zu erhalten. Beispiele wären: “Please tell us a piece of advice or insight that has been important to you.” oder “Tell us about your favourite device.” [40, S. 2]

Wegwerfkamera

Wegwerfkameras wurden ebenfalls mit Aufgaben verbunden, welche oft auf der Rückseite beschrieben wurden [40, 41]. Vor allem diese Aufgabe zählt zu den Ungenauen bzw. nicht Eindeutigen, da zum Beispiel gefragt wird, sein Zuhause oder gar etwas Rotes zu fotografieren. Der Einsatz erfolgt im eigenen Zuhause [40, 41, 65] oder in sensiblen Umgebungen, welche problematisch zu beobachten wären [34] oder auch wie in [77] dargestellt, um die festgestellten Barrieren in öffentlichen Verkehrsmitteln zu erforschen. Dabei müssen nicht für alle möglichen Fotos, Aufgaben vorhanden sein [40]. Die Mitwirkenden können auch gefragt werden, Bilder von dem zu machen, was sie den Forschern/Forscherinnen zeigen möchten.

Photoalbum

In einem Photoalbum können die gemachten Fotos geordnet und beschriftet werden, wobei zu den Beschriftungen Anregungen vorgegeben sein können, wie “Mein Lieblingsplatz” [65]. Außerdem kann es dazu genutzt werden, um eine Geschichte wie das eigene Leben erzählen zu lassen, worin auch ältere Fotos beinhaltet sein dürfen [40].

Karte

Es werden verschiedene Arten von Karten bzw. Pläne verwendet. Eine Straßenkarten, eine Weltkarte, ein Bauplan des Hauses / der Wohnung oder eine Familien und Freunde Karte usw. [40, 41, 65]. In den erst genannten Möglichkeiten kann angezeigt werden, wo sie sich wohlfühlen, wo sie Freunde treffen, welche Orte oder Räume sie eher meiden usw. [65]. Die gewünschten Blickwinkel können mittels Vorgaben, wie “Zeig uns einen Ort, an dem du dich sicher und wohl fühlst.”, gelenkt werden.

Die letztgenannte Art soll die Beziehungen zwischen den Familienmitgliedern und Freunden veranschaulichen, das bietet vor allem den Mitwirkenden die Möglichkeit, über die Beziehungen nachzudenken [41]. Angedacht werden kann in diesem Zusammenhang Beispielbilder zu verteilen, um die Resultate in eine bestimmte Richtung zu lenken.

Tagebuch

Ein Tagebuch kann ebenso, wie die davor genannten Objekte, verschieden eingesetzt werden. Spezielle Formen wären ein Traumtagebuch, welches mittels eines Diktiergeräts aufgenommen wird [41] oder ein Medientagebuch, in dem der Einsatz von verschiedenen technischen Geräten festgehalten wird [40]. Eine weitere Möglichkeit kann sein, dass die Testpersonen die Vorgabe bekommen die gesamten Aktivitäten während eines Tages aufzuzeichnen und zu zeigen, wie ihr Tagesablauf zeitlich verläuft [65].

Aus diesen Tagebüchern können sich Erkenntnisse über versteckte/unbewusste Wünsche, Einsicht in den Alltag, Kommunikationswege, Verwendung von Technik usw. ergeben.

Notizbuch

Das Notizbuch kann dazu dienen, einen Alltag besser und ausführlicher erläutern zu lassen, wie beispielsweise die Aktivitäten, die an einem regulären Tag ausgeführt werden [65]. Die Struktur kann offen oder sehr strikt gewählt werden. In [77] wurden zum Beispiel ganz klare Anforderungen festgelegt, um die geschossenen Bilder zu beschreiben.

Collage

Mitwirkende können gebeten werden Bilder zu einem bestimmten Thema zu sammeln und diese zu einer Collage zusammenzustellen [87].

Bewertungsskala

Themen, die für die Versuchspersonen interessant oder langweilig eingestuft werden können je nach Ansicht auf einer Skala aufgetragen werden, in [87] wurden damit die Unterrichtsfächer von den Kindern eingestuft.

All die angeführten Beispiele müssen für Kinder ohne oder mit wenig Lese- und Schreibfähigkeiten dahingehend adaptiert werden, dass beispielsweise Symbole, die im Vorhinein mit ihnen besprochen werden, statt Fragen zum Einsatz kommen oder Bilder gezeichnet werden statt Texte zu verfassen. Die letzten zwei Objekte wurden extra für Kinder gestaltet, jedoch für das Alter von 11 - 13 Jahren, wodurch wieder Fähigkeiten angenommen wurden, die Kleinkinder nicht besitzen.

5.3.2 Analyse

Die Herangehensweise an die Analyse von Cultural Probes ist verschieden, da sie auch verschiedenen Zwecken dienlich sein können. Diese Zwecke können Folgende sein:

- **provozieren:** Das kann dazu dienen, dass Testpersonen über ihre eigenen Rollen nachdenken und diese vielleicht sogar überdenken [34].
- **inspirieren:** Da es zu unvorhergesehenen Ergebnissen kommen kann und auch zumeist kommt, können neue Designideen entstehen, welche ohne Cultural Probes möglicherweise nicht entstanden wären [40].
- **informieren:** Cultural Probes können neue Erkenntnisse über Menschen anderer Kultur, anderen Alters oder anderen Geschlechts bringen [68]. Zudem können Einblicke in deren spezielle Bedürfnisse geboten und der Alltag erforscht werden.

Wie die Analyse nun konkret abläuft, variiert je nach Ansichten. Gaver et al. sind der Meinung, dass die “[...] results are impossible to analyze or even interpret clearly because they reflect too many layers of influence and constraint [...]” [41, S. 5]. Dazu wird eine Graphik präsentiert, welche diese Aussage noch einmal verdeutlicht (siehe Abbildung 5.2).

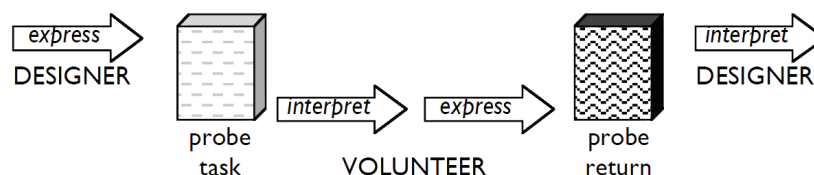


Abbildung 5.2: Darstellung der überlagernden Schichten, welche das Analysieren oder Interpretieren unmöglich erscheinen lassen [41].

In anderen Studien wie [65] werden die Resultate durchaus analysiert. Dabei werden die beteiligten Personen miteinbezogen, indem sie zum Beispiel über ihre Ergebnisse befragt werden, um somit verstehen zu können, welche Bedeutung dahintersteckt. Vor allem in der besagten Studie ergeben sich daraus interessante Erkenntnisse, in welchen Räumen einer Wohnung bzw. eines Hauses die Akzeptanz neuer Technologien gegenüber am höchsten ist. Dieses Wissen kann bei der Einführung neuer technischer Devices von Vorteil sein.

Selbst die Anzahl der retournierten Pakete kann Auskunft über das Interesse der Mitwirkenden an dem Thema, wie viel Freizeit sie dafür opfern können oder über die Gestaltung der Probe Kits geben [68]. Die Ästhetik spielt eine tragende Rolle sowohl bei der Erstellung von den Probe Kits, um die Motivation sich damit zu beschäftigen zu erhöhen, als auch bei der Entwicklung von technischen Designs, denn diese sollten sich in den dafür vorgesehenen Umgebungen auch optisch gut integrieren lassen. Wenn das nicht der Fall ist, besteht die Gefahr, dass diese Technologien in einer Lade oder unter einem Deckchen verschwinden.

Wie die sich ergebenden Erkenntnisse in ein Design einfließen, kann meist nicht nachvollzogen werden, da sich das Probe Material nicht einfach in einen Designvorschlag übersetzten oder umwandeln lässt [43]. Doch dies soll in diesem Fall keine Kritik sein, denn bei welcher qualitativen Methode ist das schon möglich?

Vor- und Nachteile

Hier soll nur eine kurze Übersicht über die Vor- und Nachteile der dargestellten qualitativen Methode geboten werden.

Vorteile

- Bietet die Möglichkeit sich mit einem Thema genauer vertraut zu machen, wie mit anderen Kulturen, Alltagsroutinen usw. [40]. Doch dies wird nicht nur den Entwicklern/Entwicklerinnen preisgegeben, auch die Teilnehmer / Teilnehmerinnen selbst werden sich darüber bewusster [43].
- Ermöglichen eine Kommunikationskanal zwischen den Designern/Designerinnen und der Benutzergruppe, um beispielsweise deren Alltag besser zu verstehen und kennenzulernen [68].
- Vor allem in sensiblen Bereichen, wie bei intimen Themen oder bei sensiblen Zielgruppen, können Cultural Probes helfen Informationen, welche ihnen vielleicht gar nicht bewusst sind oder in einer Interviewsituation nicht einfallen, zu erhalten, ohne sie dabei zu überrumpeln [43].
- Andere Methoden bieten lediglich die Möglichkeit Informationen darüber zu erhalten, was Menschen sagen, tun oder denken (mittels Beobachtung und Interviews), Probes können hingegen ein Weg sein, um mehr über die emotionalen Aspekte herauszufinden [68].

Nachteile

- Anders als andere Methoden bietet die qualitative Methode Cultural Probes keine Garantie, dass eindeutige Informationen oder Schlussfolgerungen geliefert werden [77]. Die Information, welche durch die retournierten Pakete gesammelt werden, haben meist einen indirekten Effekt auf den Designprozess, weil es schwierig ist, die Ergebnisse zu analysieren oder zu interpretieren. Wenn dennoch versucht wird den Berg an unstrukturierten qualitativen Daten zu analysieren, so ist das mit einem hohen Zeitaufwand verbunden.
- Die ansprechende Gestaltung der Probes kann sehr viel Zeit in Anspruch nehmen, da die Ästhetik eine große Rolle spielt, um gute Ergebnisse zu erhalten [40].

5.4 Technology Probes

Technology Probes wurden von Hutchinson et al. im Jahr 2003 mit dem Artikel *Technology Probes: Inspiring Design for and with Families* [49] das erste Mal vorgestellt. Sie werden darin als flexibel, einfach, veränderbar (auch von der Benutzerseite) und offenem Ende mit drei interdisziplinären Zielen beschrieben:

- Informationen über Bedürfnisse, Wünsche und Nutzung der Benutzer / Benutzerinnen einer bestimmten Technologie aus der realen Welt sammeln und verstehen (Sozialwissenschaften).
- Technologie im Feld testen (Ingenieurwesen).
- Benutzer/Benutzerinnen und Forscher/Forscherinnen dazu inspirieren über neue Technologien zur Unterstützung von Wünschen und Bedürfnissen nachzudenken (Design, Konstruktion).

In einer gut designten *Technology Probe* sind diese drei Disziplinen gut ausbalanciert. Die Ästhetik spielt auch eine große Rolle, da sich eine *Technology Probe* oder eine Technologie gut in das Gesamtkonzept integrieren lassen muss, zu Hause ist es besonders problematisch. Abbildung 5.3 zeigt wie unterschiedlich eine *Technology Probe* in einem Zuhause installiert werden kann. In dieser Probe ging es darum spontan aufgenommene Fotos mit Familienmitgliedern, die durch eine räumliche Distanz getrennt von einander sind, zu teilen, um somit in Kontakt zu bleiben. Da der Kontakt zu Familie und Freunde immer weniger wird, soll im Rahmen des Projekts *European Union-funded interLiving* eine neue Technologie entwickelt werden, um die Kommunikation zu unterstützen.

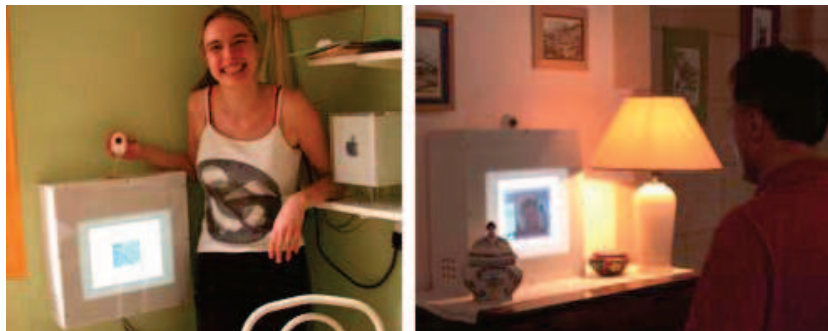


Abbildung 5.3: Beispiel zu unterschiedlicher Platzierung [49].

Technology Probes können dazu genutzt werden, um etwas über noch Unbekanntes zu erfahren, Informationen über die Verwendung und die Benutzer/Benutzerinnen bestimmter Technologien zu sammeln und mit den zukünftigen Nutzern/Nutzerinnen

zusammen eine Technologie zu designen. Die Technologien werden zu diesem Zweck in den realen Kontext integriert und über einen längeren Zeitraum beobachtet.

Die Technology Probe kann eindeutig vom Prototyp abgegrenzt werden:

- **Funktionalität:** Eine Technology Probe ist sehr einfach gehalten mit zum Teil nur einer Hauptanwendung und 2-3 simplen Unterfunktionen. Der Prototyp besitzt viele Schichten, welche auf bestimmte Bedürfnisse angepasst sind.
- **Flexibilität:** Technology Probes sollen kein definiertes Ende haben und zur kreativen Verwendung anregen. Prototypen erwarten eine definierte Handhabung und sind dadurch eingeschränkter.
- **Benutzerfreundlichkeit:** Technology Probes verändern sich während der Verwendungszeit nicht und legen auch keinen großen Wert auf Benutzerfreundlichkeit. Bei Prototypen ist die Benutzerfreundlichkeit ein Hauptkriterium und das Design verändert sich je nach Benutzereingabe.
- **Logging:** Sowohl bei Technology Probes als auch bei Prototypen können Daten gesammelt werden, wobei es für Ersteres ein Hauptziel ist und Zweiteres keinen Wert darauf legt.
- **Designphase:** Technology Probes sollten zu einem frühen Zeitpunkt in den Designprozess integriert werden, um Technologien und Interaktionen zu erproben. Prototypen werden hingegen erst spät eingesetzt, iterativ verbessert und meist nicht vollständig verworfen.

5.5 Prototyping

In dem Buch [66] wird der Begriff *Prototyp* anhand der ISO 13407 zitiert und definiert: “Ein Prototyp bezeichnet „die Darstellung der Gesamtheit oder eines Teils eines Produkts oder Systems, welche, gegebenenfalls mit Einschränkungen, für eine Beurteilung verwendet werden kann.”” Der Prototyp wird meist in einer frühen Phase des Designprozesses verwendet, da er noch verworfen werden kann, bei einem Endprodukt wäre das zu teuer und zeitaufwändig.

Prototyping ist die Entwicklung eines Prototyps, wie auch dessen Test und Bewertung durch den Endnutzer/die Endnutzerin. Der Prototyp kann je nach technischer Umsetzung in *High-Tech-* und *Low-Tech-Prototyp* unterteilt werden. Die beiden Varianten werden in weiterer Folge im Bezug zu Kindern dargestellt und Vor- und Nachteile aufgezeigt. Welcher dieser beiden Typen verwendet wird, hängt immer von dem eigenen Ziel ab [33]. Sollen neue Ideen exploriert werden sind Low-Tech-Prototypen die bessere Wahl, will man jedoch digitale Artefakte verbessern, sollte der High-Tech-Prototyp Verwendung finden.

5.5.1 High-Tech-Prototyp

High-Tech-Prototypen sind sehr zeit- und kostenintensiv, darum werden sie oft erst gegen Ende des Designprozesses eingesetzt [66]. Sie geben einen realen Einblick, wie das System aussehen und funktionieren kann, da sie (teilweise) technisch realisiert sind und Feedback geben. Diese Art weißt eine eingeschränkte Funktionalität auf, sind aber dennoch interaktiv.

Die Wahrscheinlichkeit, dass Kinder, denen ein High-Tech-Prototyp präsentiert wird, sich nicht trauen etwas daran auszusetzen, ist relativ hoch. Kinder haben wenig Verständnis für die Eingeschränktheit der Interaktionen bei dieser Variante.

Vor- und Nachteile

Die angegebenen Vor- und Nachteile stammen aus der Studie [33], in der ein eBook Prototyp für und mit Kindern erstellt werden sollte. Für den High-Tech-Prototypen wurden iPads mit Keynote verwendet.

Vorteile

- Der Prototyp gibt sofortiges Feedback, wodurch das Abstraktionsniveau gesenkt wird.
- Die Kinder fokussierten sich mehr auf ihre Arbeit am Prototypen.
- High-Tech Prototypen bieten mehr Kontrolle über das konkrete Aussehen von Bildern, Texten usw. und es besteht die Möglichkeit eigene Ideen konkret zu betrachten und gegebenenfalls zu verändern.
- Durch den Umgang mit der Technik fühlten sich die Kinder kompetenter, wodurch sie bestärkt wurden. Missinterpretationen werden verringert.

Nachteile

- Die Kinder wollen ihre Geräte nicht teilen und arbeiten alleine an ihrem Prototypen, wodurch eine Blockade für die Zusammenarbeit entsteht.
- Hardware und Software muss besorgt werden und die Kinder müssen bei beiden unterwiesen werden, das ist sehr zeit- und kostenintensiv.
- Bei dieser Variante entstanden weniger Designideen, möglicherweise durch die limitierten Fähigkeiten mit der Anwendung.

5.5.2 Low-Tech-Prototyp

Low-Tech-Prototypen können aus einfachere und kostengünstigere Materialien erstellt werden, wie zum Beispiel einfache Papier-Prototypen [66]. Der Einsatz soll zu Beginn angedacht werden, wenn noch keine Genauigkeit verlangt wird, sondern grundsätzliche Abläufe, Darstellungen und Funktionen erprobt werden. Aussehen und auch einzelne Funktionen können simuliert werden, indem beispielsweise auf einen Button innerhalb des Prototypen geklickt wird und vom Forscher/von der Forscherin eine neue Ansicht über die Alte gelegt wird.

Vor-und Nachteile

Die hier aufgelisteten Vor-und Nachteile sind ebenfalls aus [33]. Für den Low-Tech-Prototypen wurde in dieser Studie die Papier-Variante gewählt.

Vorteile

- Diese Variante ist weniger kostenintensiv. Kinder sind mit Papier, Markern und dergleichen schon vertraut und müssen im Umgang mit diesen Materialien nicht eingewiesen werden. Dadurch verringert sich der Aufwand für das Set-up.
- Kinder hatten eine größere Bandbreite an Ideen und wurden nicht von den Materialien eingeschränkt. Sie hatten eine breitere Sicht auf den Prototypen und verloren sich nicht in Details.
- Kinder diskutierten miteinander, bauten auf den Ideen anderer auf und konnten ohne Probleme das Material teilen.

Nachteile

- Kinder können noch Probleme haben abstrakt zu denken und über hypothetische Situationen nachzudenken. Vor allem, wenn Dinge abgebildet werden sollen, die analog nur schwer darstellbar sind, wie beispielsweise ein Hyperlink.
- Kinder können davon frustriert sein, wenn sie nicht alles so umsetzen können, wie sie es sich vorstellen und mit der Abstraktion kämpfen. Hohe Frustration kann dazu führen, dass die Kinder abbrechen und keine Motivation mehr zeigen. Das Einlassen auf ein Experiment und die Motivation sind vor allem bei Langzeitstudien ein Hauptanliegen.
- Nicht alle Ideen der Kinder sind angemessen oder machbar, darum ist oft eine weitere Interpretation nötig, dabei kann die Idee jedoch missverstanden werden.
- Es entstanden mehr generelle Ideen und keine Details.

Teil II

Praktische Umsetzung

Prototyp - Kontinentale Diamantenjagd

Das Lernspiel *Kontinentale Diamantenjagd* ist ein Spiel für Kleinkinder im Alter von 4 - 6 Jahren. Hierbei lernen die Kinder einige ausgewählte Inhalte über die einzelnen Kontinente. In diesem Kapitel wird der endgültige Prototyp beschrieben und aufgezeigt, wie ich zu diesem Resultat gekommen bin. Zu diesem Zweck werden alle angewandten Methoden detailliert dargestellt, angefangen bei den ersten Beobachtungen bis hin zu den abschließenden Tests im Kindergarten.

Bevor die erste Beobachtung stattfinden konnte, musste ein Kindergarten gefunden werden, welcher damit einverstanden war, dass ich dort meine Forschungsarbeiten durchführe. Zu diesem Zweck wurde Kontakt mit der Kindertageseinrichtung der Technischen Universität Wien aufgenommen. Nach der persönlichen Vorstellung bei der Kindergartenleiterin konnte die eigentlich Arbeit beginnen. Zu aller erst mussten einige Fragen geklärt werden, wie die Regelung der Einverständniserklärung, dass das aufgezeichnete Material für diese Arbeit verwendet werden darf, die allgemeinen Öffnungszeiten und die Häufigkeit der Untersuchungen.

Der gewünschte Streckbrief in dem stand, wer ich bin und was ich mache, wurde jedes Mal aufgehängt, wenn ich im Kindergarten war, sodass die Erzieher/Erzieherinnen, Eltern und Kinder Bescheid wussten.

6.1 Beobachtung

Die Beobachtung wurde als erste Methode gewählt, um die Kinder kennen zu lernen und vor allem, dass mich die Kinder kennen lernen. In mehreren Studien, wie [37, 66, 72] wird erwähnt, dass es essentiell ist, dass die Kinder mit dem Forscher vertraut sind, da sie so ihre Schüchternheit und Scheu verlieren, um somit eher ihre ehrliche Meinung zu sagen, ohne zu beschönigen oder dem Erwachsenen/der Erwachsenen gefallen zu wollen [74].

Zudem ist es gut, wenn den Kindern auch die Umgebung schon bekannt ist, da es Kinder beispielsweise in institutionellen Umfeld gewohnt sind, Erwachsene um sich zu haben, die zum Beispiel als Helfer fungieren [72]. In einer derartigen Einrichtung haben die Kinder außerdem das Gefühl, Kontrolle über eine Situation zu besitzen [66].

6.1.1 Durchführung

Die ersten Beobachtungen wurden in offener nicht teilnehmender Form ausgeführt, so dass das Geschehen nicht beeinflusst wird und die Kinder in ihrer Tätigkeit nicht gestört oder unterbrochen werden. Zwischen den Beobachtungen beschäftigte ich mich immer wieder mit den Kindern, um Vertrauen aufzubauen und damit später Einzelarbeiten möglich zu machen.

Der Kindergarten mit seinen Gegebenheiten, wie Räumlichkeiten, vorhandene Materialien, Tagesablauf, Anzahl der Betreuung usw. konnte dadurch erfahren werden. Beim Erkunden der einzelnen Gruppen stellte sich schnell heraus, dass eine Gruppe besonders geeignet war, da sich darin die meisten Kinder im richtigen Alter befanden. Die Gruppen werden alterserweitert geführt, das bedeutet, dass in allen Gruppen Kinder im Alter von einem Jahr bis sechs Jahren vorzufinden sind [4]. Das hat den Vorteil, dass jüngere Kinder von den Kompetenzen der Älteren profitieren können, durch die Weitergabe diese Kompetenzen werden diese von den älteren Kindern erproben, gefestigt und

erweitert, sowie soziale Kompetenzen ausbauen. In der heutigen Zeit kommt es immer seltener vor, dass Kinder mit Geschwistern sehr unterschiedlichen Alters aufwachsen, daher bietet diese Art der Gruppenkonstellation eine Ergänzung zur familiären Struktur.

Im Laufe der praktischen Durchführung mussten aufgrund der alterserweiterten Gruppen immer wieder Kinder von anderen Gruppen dazu geholt werden, da vor allem die älteren Mädchen in alle Gruppen verstreut und etwas rar waren. Dabei war von Vorteil, dass es sich um einen offen geführten Kindergarten handelt, bei dem sich die Kinder in der Freispielzeit die Gruppe aussuchen können, in die sie gerne möchten. In den fixierten Zeiten, wie dem Essen, Morgenkreis usw. befinden sich die Kinder in ihrer Stammgruppe.

Für die konkrete Durchführung der Beobachtung wurde ein kleiner Block mit den Abmessungen 12,5 x 8 cm für Notizen und ein Handy zum Fotografieren verwendet. Der Block musste verwendet werden, da es sich bei dieser Arbeit um eine Einzelarbeit handelt und kein weiterer Beobachter/keine weitere Beobachterin für Notizen vorhanden war. Das Handy wurde gewählt, da es nicht gleich als Fotoapparat identifiziert wird und die Kinder es gewohnt sind, dass Erwachsene mit ihrem Handy hantieren.

Während der folgenden Methoden wurde ebenfalls beobachtet und teilweise mit Videobeobachtung gearbeitet, um die konkreten Abläufe und Aussagen wiederholt anhören und später Notizen machen zu können.

6.2 Cultural Probe

Die Cultural Probe diente dazu herauszufinden, welche Themen Kinder interessieren und welche Art der bildlichen Darstellung von Objekten Kinder präferieren. Der erste Entwurf der hier präsentierten Cultural Probe wurde inspiriert von der Studie in [87], in diesem Artikel wurden einige Beispiele angegeben, wie einzelne Aufgaben der Cultural Probe für Kinder gestaltet werden können. Die Zielgruppe darin waren Kinder im Alter von 11 - 13 Jahren, wodurch Lese- und Schreibfähigkeiten angenommen werden konnten und diese Kinder mit dem Schulsystem und gängigen Symbolen vertraut sind. Bei Kleinkindern ist das nicht der Fall, zu diese Zielgruppe existieren keine expliziten Designempfehlungen für Cultural Probes.

6.2.1 Gestaltung

Wie oben bereits erwähnt existieren keine ausdrücklichen Gestaltungsrichtlinien für Kinder im Alter von 4 - 6 Jahren, daher mussten bekannte Probes adaptiert bzw. neue Probes für diese Altersgruppe erstellt werden. Allgemeine Bedingungen konnten abgeleitet werden, die für Kinder zu beachten sind:

- Alle Materialien, die für eine Aufgabe benötigt werden, sollen sich im Probe Kit befinden, ansonsten wird diese Aufgabe vermehrt verweigert [87]. Beispielsweise

Bilder aus dem Internet zu suchen, ist ein zusätzlicher, zeitlicher Aufwand, der nicht betrieben wird.

- Ganz einfache Aufgaben beilegen, um die Motivation zur Lösung von weiteren Aufgaben zu steigern.
- Ein Probe Kit sollte nicht zu viele Aufgaben enthalten und die zu absolvierenden Aufgaben sollten schnell zu erledigen sein.
- Zum Punkt Offenheit einer Aufgabe wird in [87] empfohlen eine Aufgabe nicht frei interpretierbar zu wählen, dem widerspricht Moser et al. in [72]. Sie sind der Meinung, dass Aufgaben für Kinder sehr wohl offen gestaltet werden können, dazu müssen die Informationen nur klar und detailreich formuliert sein, sodass keine Verwirrungen entstehen.
- Bei der Anleitung muss ein gutes Maß zwischen Detailreichtum und Kürze gefunden werden. Es kann auch angedacht werden eine Aufgabe in kleinere Unteraufgaben zu gliedern.

Aus den Überlegungen zur Erstellung des Probe Kits entstanden zwei Versionen, wobei die Zweite der letztendlich verwendeten Version entspricht. Diese beiden Versionen beziehen sich jedoch immer auf das Thema "Interesse der Kinder". Dabei bestand die Schwierigkeit darin, die Kinder nicht zu überfordern und Lese- und Schreibfähigkeiten nicht vorauszusetzen.

1. Version

In [87] wurde wie in Kapitel 5.3.1 bereits beschrieben eine Bewertungsskala verwendet, in abgewandelter Form wäre diese Aufgabe auch für Kleinkinder machbar. Die Idee dahinter war, Themen und Technologien getrennt zu behandeln und für beide eine Skala zu erstellen. Diese Skala soll darstellen, was Kinder interessiert und was nicht, dazu werden Symbole verwendet, die mit den Kindern vorab besprochen werden. Mögliche Symbole, die bei der Erstellung entstanden sind, können in Abbildung 6.1 betrachtet werden. Auf dieser Skala könnten die mitgelieferten Bilder aufgeklebt werden. Zusätzlich sollen auch leere Kärtchen inklusive Stiften beigelegt werden, um den Kinder die Möglichkeit zu bieten auch eigene Themen, die ihnen fehlen, darzustellen. Für den Fall, dass die gelernten Symbole und Aufgaben von den Kindern vergessen werden, wird für jede Aufgabe ein Kuvert beigelegt, welches eine Legende und die Aufgabenstellung enthält. Diese Informationen können von den Eltern, Großeltern oder Geschwistern vorgelesen werden. Jeder Umschlag bekommt ein eigenes Symbol, welches auch auf dem Informationszettel gedruckt ist, um Aufgaben wieder richtig einordnen zu können. Ein Beispiel dazu ist bei der Version 2 in Abbildung 6.3 zu sehen.

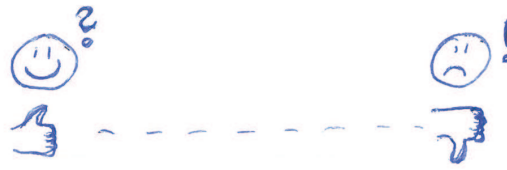


Abbildung 6.1: Mögliche Symbole für eine Skala.

Die Aufteilung in Themen und Technologien wurde schnell verworfen, da ansonsten zu schnell ersichtlich geworden wäre, worauf diese Aufgabe abzielt und zu diesem Zweck ohnehin noch eine Technology Probe durchgeführt wurde.

Die Idee der Bewertungsskala wurde ebenfalls nicht umgesetzt, da entweder die Skala extrem groß oder die Kärtchen sehr klein und damit unbrauchbar gestaltet werden müssten. Deshalb war eine weitere Überlegung die Kärtchen mit den Ampelfarben (rot, gelb und grün) je nach Grad des Interesses bekleben zu lassen. Die Farbe gelb erschien schließlich doch als überflüssig, da die Einschränkung auf rot (mag ich gar nicht/interessiert mich nicht) und grün (mag ich/interessiert mich) mehr Aussagekraft besitzt.

Während dieser Überlegungen kam die Frage auf, wie die Bilder dargestellt werden müssen, um für die Kinder ansprechend zu sein. Und wie die Auswertung der zurückkehrenden Probe gestaltet werden soll. Aus diesem Grund wurde diese Aufgabe schließlich mit jedem Kind einzeln als geführte Aufgabe umgesetzt, worauf im nächsten Abschnitt näher eingegangen wird.

Die zweite Aufgabe ist mit einer Einwegkamera zu absolvieren, dazu können auch wieder Symbole eingeführt werden, die mit den Kindern gestaltet und auf der Rückseite der Einwegkamera als Erinnerung platziert werden können. Angedacht wurde auch ein Comicstrip, mit dem die Verwendung der Kamera vereinfacht abgebildet wird (aufziehen der Kamera, Einschalten des Blitzes usw.). Diese Überlegungen wurden in der 2. Version gekürzt und vereinfacht, um die Kinder nicht zu überfordern.

2. Version

Das Interesse der Kinder wurde durch selbst ausgedruckte, laminierte Kärtchen aus Papier, auf denen sich verschiedene Themen und Technologien befanden, überprüft. Die ausgewählten Themen ergaben sich mit Hilfe von Internetrecherchen auf den Internetseiten [5] und [6]:

- Bauernhof
- Blumen
- Buchstaben
- Dinosaurier
- Farben
- Fische
- Haustiere
- Insekten
- Körper

- Obst
- Vögel
- Zahlen
- Gemüse
- Wald
- Welt

Die ausgewählten Technologien sind:

- Computer
- Laptop
- Tablet
- Fernseher
- Smartphone

Besondere Vorsicht ist bei den Ecken der laminierten Kärtchen geboten, da diese zu Verletzungen führen können, daher sollten diese Ecken abgerundet werden. Die Kärtchen wurden in verschiedenen Varianten angeboten (gezeichnet, mit Kontext, schwarz-weiß und real), um heraus zu finden, welche Art der Darstellung Kinder vorziehen. Diese vier Varianten sind in Abbildung 6.2 am Beispiel Haustiere zu erkennen.

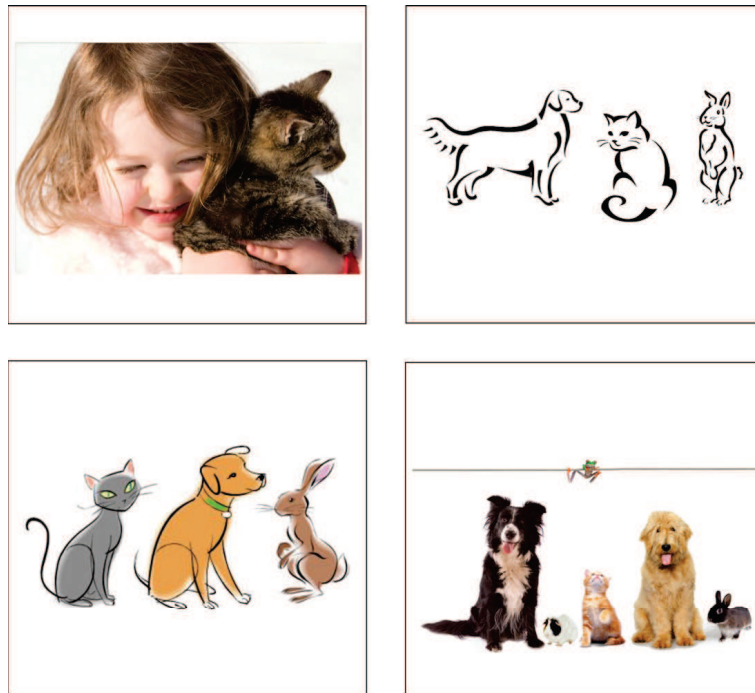


Abbildung 6.2: Links oben: mit Kontext [7], rechts oben: schwarz-weiß [8–10], links unten: gezeichnet [11–13], rechts unten: real [14–19] (Bilder wurden bis auf das Erste modifiziert.)

Die für die Kinder interessanten Themen oder Technologien sollten in eine dafür vorgesehene Schachtel gelegt werden, wobei immer auf eine ansprechende Gestaltung geachtet werden soll. Zu diesem Zweck wurde eine kleine Schuhschachtel mit blauem

Papier überzogen, alle vier Seiten mit einer Sonne versehen und ein blaues Tuch hineingelegt. Diese "Interessensschachtel" könnte auch mit einer zweiten Schachtel erweitert werden, worin Kinder Kärtchen ablegen können, die sie gar nicht mögen bzw. interessieren. In diesem Fall wurde nur eine Schachtel gewählt, da sich die Kinder ansonsten möglicherweise dazu gezwungen fühlen, alle Kärtchen auf diese zwei Schachteln aufteilen zu müssen.

Zur Kontrolle, ob den Kindern nicht nur die Bilder gefallen haben, sondern ob sie wirklich das Thema interessiert, wurden greifbare Objekte verwendet, die wieder die einzelnen Themen repräsentierten und in eine etwas größere aber gleich gestaltete Schachtel gelegt werden sollten. Die Objekte waren beispielsweise Stofftiere, eine Puppe mit darauf befestigten, laminierten Organen aus Papier, richtiges Obst und Gemüse, Duplo-Figuren usw.

Mit nach Hause bekamen die Kinder eine Einwegkamera, mit der sie Dinge und Orte fotografieren sollten, die sie interessieren oder auch nicht mögen. Wie in Version 1 schon erwähnt, wird der Umschlag für eine Aufgabe und die dazugehörige Information mit dem gleichen Symbol markiert (siehe Abbildung 6.3). Zusätzlich wurde eine allgemeine Information beigelegt, die für die Eltern gedacht war und in der darauf hingewiesen wurde, dass die Daten diskret behandelt werden und wann die Kamera wieder in den Kindergarten zurückgebracht werden soll.

Als Beigabe und Dankeschön wurden zuerst Süßigkeit angedacht, in [72] werden Süßigkeiten als fixer Bestandteil eines Probe Kits angesehen. Liebal et al. geben an, dass die Eltern zuerst um Erlaubnis gefragt werden sollen, bevor Süßigkeiten beigelegt werden, da manche Eltern möglicherweise dagegen sind und den Kindern nicht immer alles verbieten wollen. Aus diesem Grund wurden Seifenblasen in das Paket gelegt, welche hervorragend für den Sommer passten. Das gesamte an die Kinder ausgeteilte Probe Kit ist in Abbildung 6.4 abgebildet.

6.2.2 Durchführung

Der erste Teil mit den laminierten Kärtchen aus Papier und den greifbaren Objekten wurde geführt abgehalten. Zu diesem Zweck wurde im Bewegungsraum eine Decke ausgebreitet auf die sich das Kind setzen konnte. Wie auf dem Foto in Abbildung 6.5 zu erkennen wurde eine Kamera platziert, die den gesamten geführten Ablauf aufzeichnete. Die zu sehende blaue Schachtel mit der Sonne darauf, diente als Aufbewahrung, um die für die Kinder interessanten Kärtchen hineinzulegen. Abbildung 6.6 zeigt ein Beispiel der Aufzeichnungen.

Ich bat Kinder im Alter von 4 - 6 Jahren einzeln mir zu helfen und mit mir in den Bewegungsraum zu kommen. Besonders in dieser Situation machte es sich bezahlt, dass die Kinder mich schon kannten und somit keine Angst mir gegenüber zeigten. Im Bewegungsraum angekommen, setzten sich die Kinder auf die gelbe Decke und ich startete die Videoaufnahme. Daraufhin bat ich die Kinder sich die Kärtchen genau anzusehen



Abbildung 6.3: Umschlaggestaltung inklusive Information (Gestaltung aufbauend auf den Bildern [20, 21]).



Abbildung 6.4: An Kinder verteiltes Probe Kit inklusive Säckchen im Hintergrund.



Abbildung 6.5: Foto vom Set-up des geführten Teils der Cultural Probe.



Abbildung 6.6: Beispiel der Kameraaufzeichnungen.

und die Kärtchen, die sie interessieren und worüber sie gerne mehr wissen möchten, in die dafür vorgesehene Schachtel zu legen. Die Kärtchen, die sie nicht ansprachen, konnten einfach liegen gelassen werden.

Hatten die Kinder laut ihren Angaben alle für sie relevanten Kärtchen eingesammelt, folgten die greifbaren Objekte. Diese Objekte lagen ebenfalls auf einer gelben Decke (siehe Abbildung 6.7) und waren durch ein Tuch verhüllt, wodurch beim Aufdecken Spannung erzeugt werden konnte und die Kinder nicht von den Spielsachen, die sich darunter befanden, abgelenkt wurden.



Abbildung 6.7: Greifbare Objekte zur Kontrolle.

Die restlichen Kärtchen wurden weggeräumt und die Kinder bekamen eine etwas größere leere Schachtel mit der gleichen Sonne darauf, worin sie die Objekte, die sie interessierten und über die sie gerne mehr wissen wollten, legen konnten. War ein Kind auch damit fertig, wurde es wieder in die Gruppe zurückgebracht und die innerhalb und außerhalb der Schachtel befindlichen Kärtchen bzw. Objekte fotografiert, sodass keines übersehen werden kann. Bevor das nächste Kind an der Reihe war, wurden alle Gegenstände erneut an ihre Ausgangsposition gebracht, wodurch gewährleistet werden soll, dass jedes Kind die gleichen Bedingungen vorfindet.

Nachdem alle zehn Kinder im Bewegungsraum waren, setzten wir uns alle gemeinsam in der Bauecke in einem Kreis zusammen. Der Vorteil war, dass dieser Bereich am Nachmittag geschlossen ist und wir in Ruhe ohne Störungen von anderen Kindern die nächste Aufgabe besprechen konnten. Die Kinder nahmen Platz und ich holte die selbst gebastelten Säckchen aus Geschenkpapier und Karton, auf denen bereits die Namen der Kinder standen. Aus jedem Säckchen wurde die darin befindliche Einwegkamera heraus geholt und der Reihe um fotografierte jedes Kind seinen rechten Nachbarn. Diese Kamera gehörte dann dem fotografierten Kind, dessen Name gleich daraufgeschrieben und in das Säckchen gelegt wurde. Die Kinder wurden gebeten Bilder von Dingen oder Orten zu machen, die sie interessieren oder die sie gar nicht mögen. Ganz zum Schluss sagte ich ihnen, dass auch ein kleines Dankeschön in dem Paket enthalten ist. Da es sich dabei, wie zuvor erwähnt um Seifenblasen handelte, wurden die Tüten vorsorglich mit Heftklammern zugeheftet, um einem möglichen Verzehr dieser vorzubeugen.

Die acht von zehn zurückgekehrten Einwegkameras wurden zur Entwicklung gebracht und die dadurch entstandenen Bilder mit den Kindern einzeln besprochen. Diese nachfolgenden, informellen Interviews wurden durchgeführt, da die richtige Interpretation der Bilder unmöglich ist. Die durch Cultural Probe entstehenden Daten sind unmöglich zu analysieren, da sie zu vielschichtig sind [41]. In [63] wird daher dazu geraten die Cultural Probes mit andere Methoden, wie nachfolgenden Interviews oder

kontextbezogenen Interviews während der gesamten Durchführung, zu kombinieren.

6.3 Technology Probe

Die Technology Probe kam zum Einsatz, um herauszufinden, welche Technologie die Kinder am meisten ansprechen. Die Technologien, die verwendet wurden, waren ein Smartphone, ein Tablet, ein Laptop und ein Tangible User Interface. Zu aller erst musste ein Spiel gefunden werden, dass sich auf allen vier Technologien ähnlich umsetzen ließ. Bei diesen Überlegungen kamen einige Ideen auf, wie Puzzle, malen oder Paarbildung (Was passt zusammen?), doch bei den konkreten Überlegungen zur Umsetzung, stieß ich immer wieder auf Schwierigkeiten. Schließlich entschied ich mich für ein kleines Lernspiel, durch welches die Buchstaben des Alphabets gelernt werden.

6.3.1 Smartphone und Tablet

Sowohl das Smartphone (Nexus 4 von Samsung) als auch das Tablet (Nexus 7 von Asus) waren Android-Geräte. Bevor für die anderen Technologien ein Spiel gesucht bzw. überlegt wurde, suchte ich nach einer bestehenden Applikation für das Smartphone und das Tablet. Unzählige Applikationen wurden getestet bis schließlich ein einigermaßen brauchbares und einfaches Spiel (*Das Alphabet für Kinder*) zum Lernen des Alphabets gefunden wurde. Abbildung 6.8 stellt das Design des Spiels von *nadstech.com* dar. Leider sind die Pfeile zum Weiterklicken sehr klein geraten, daher wurden sie in Abbildung 6.9 in Rot eingekreist.

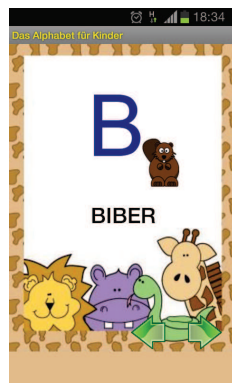


Abbildung 6.8: Das Alphabet für Kinder von *nadstech.com*.

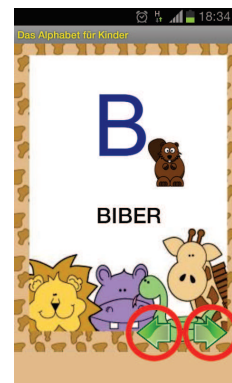


Abbildung 6.9: Pfeile zum Weiterklicken in Rot eingekreist.

Die gleiche Applikation wurde auch für das Tablet verwendet, daher wurde besonders auf die Einstellmöglichkeiten geachtet, um die gleichen Bedingungen auf beiden Geräten zu schaffen. Einstellungen der Android-Geräte:

- Helligkeit der Anzeige
- Ton bei Klicken und keine Vibration, da das Tablet das nicht unterstützte
- gleicher Hintergrund und annähernd gleicher Startbildschirm, falls die Kinder die Applikation beenden
- Ruhemodus nach 30 Minuten (höchste einstellbare Zeit)
- nach Ruhemodus muss nur der Einschaltknopf gedrückt werden und das Spiel erscheint wieder

Auf Grundlage dieser Android-Applikation wurden auch die anderen Spiele gestaltet und erstellt.

6.3.2 Laptop

Für den Laptop (MacBook Pro) wurde ein Spiel im Internet gesucht, doch leider waren die zu findenden Spiele nicht passend, da sie sich zu sehr von der Applikation auf dem Smartphone bzw. Tablet unterschieden. Aus diesem Grund wurde ein eigenes Spiel in Java geschrieben, welches ebenfalls zwei Knöpfe aufweist mit denen vor und zurück geklickt werden kann und wie bei der Android-Applikation durch erneutes Klicken auf den Buchstaben, dieser noch einmal vorgelesen wird (siehe Abbildung 6.10). Für die abgespielte Sprache wurde sowohl beim Laptop als auch für das Tangible User Interface *oddcast* verwendet. Dabei wurde eine weibliche Stimme (Anna) gewählt, da auch beim Spiel *Das Alphabet für Kinder* eine Frauenstimme zum Einsatz kommt.



Abbildung 6.10: Umsetzung am Laptop (verwendetes modifiziertes Bild: Biber [22]).

Die Pfeile wurden, wie beim Vorbild in Grün gestaltet, leider konnten aufgrund der Lizenzbedingungen nicht zu jedem Buchstaben die gleichen Bilder bzw. Dinge verwendet werden.

6.3.3 Tangible User Interface

Bei dem Tangible User Interface wurden die gleichen Töne und Bilder wie auch bei dem Spiel auf dem Laptop verwendet. Die Abbildungen 6.11 und 6.12 zeigen die Technik, die im bzw. unter dem Bären steckt. Im Kopf des Bären wurde ein RFID-Reader von Phidget verbaut, mit dessen Hilfe die dafür vorgesehenen Kärtchen mit den Buchstaben und Bildern darauf vorgelesen werden können. Im Bauch des Bären wurde ein Lautsprecher platziert, sodass es wirkte, als ob wirklich der Bär diese Buchstaben sagt.

Der Bär selbst saß auf einer mit blauem Papier überzogenen Verkleidung aus Karton, in dessen Mitte ein Loch geschnitten wurde, um die Kabel durchzustecken. Zudem wurde der Bär mit etwas Draht an dieser Verkleidung mit den Beinen befestigt, damit er sitzen bleibt und die Kinder ihn nicht herunternehmen können. Die Logik hinter diesem Spiel wurde, wie auch das Spiel für den Laptop in Java geschrieben.



Abbildung 6.11: Technik im Bär: RFID-Reader im Kopf und Lautsprecher im Bauch.



Abbildung 6.12: Laptop unter dem Bären.

6.3.4 Durchführung

Die Durchführung fand in einer Kindergartengruppe statt, wobei ein Tisch mit den Technologien belegt wurde. Auf einer Seite des Tisches befand sich auf der linken Seite das Tangible User Interface und daneben auf der rechten Seite wurden laminierte Schablonen aus Papier mit dem gesamten Alphabet am Tisch befestigt, worauf die einzelnen RFID-Tags pro Buchstabe in Kartenform gelegt werden konnten (siehe Abbildung 6.13). Jeder Buchstabe bzw. RFID-Tag kann so oft angehört werden wie man will.

Auf der gegenüberliegenden Seite des Tisches befanden sich der Laptop inklusive Maus, das Smartphone und das Tablet wie in Abbildung 6.14 zu sehen ist.



Abbildung 6.13: Aufbau des TUIs im Kindergarten.



Abbildung 6.14: Aufbau der restlichen Technologien im Kindergarten.

6.4 Der Prototyp

Aufbauend auf den Ergebnissen der zuvor beschriebenen Methoden, wurde ein Prototyp erstellt. In den folgenden Abschnitten werden die Gestaltung und die Durchführung der Tests im Kindergarten präsentiert, die Ergebnisse dieser Tests werden in Kapitel 7.1.4 analysiert.

6.4.1 Gestaltung und Erstellung des Prototyps

Mit Hilfe der Technology Probe stellte sich heraus, dass die Kinder sowohl Laptop als auch Tangible User Interfaces bevorzugen, daher wurden für das Lernspiel *Kontinentale Diamantenjagt* diese beiden Technologien zusammengefügt. Das Zusammenspiel von diesen beiden Technologien kann laut [37] die positiven Effekte von beiden verbinden. Tangible User Interfaces hilft den Kindern die eigenen Fertigkeiten zu verbessern, wie die Feinmotorik oder die Auge-Hand-Koordination und Kenntnis darüber liefern, wie Dinge funktionieren. Das Spiel am Laptop kann ebenfalls zu einer Verbesserung der Auge-Hand-Koordination beitragen und dazu das räumliche Vorstellungsvermögen verbessern.

Das Thema ergab sich aus der Cultural Probe, welches wie der Titel des Spiels schon vermuten lässt, die Welt bzw. Kontinente ist.

Die Grundidee war Anfangs eine Art Reise um die Welt, wodurch die Kinder von einem Kontinent zum nächsten geführt werden und erst weiterkommen, wenn ein Kontinent fertig bespielt wurde bzw. alle Aufgaben richtig gelöst wurden, wie bei der Skizze in Abbildung 6.15. Diese Idee wurde verworfen, da die Kinder die Möglichkeit bekommen sollen, sich den Kontinent auszusuchen und bereits gespielte Kontinente noch einmal zu spielen.

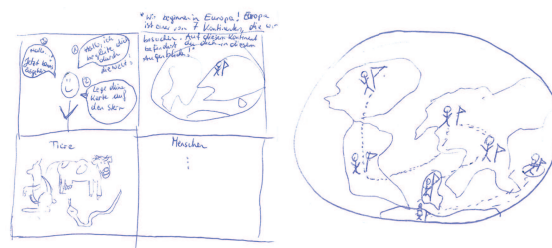


Abbildung 6.15: Reise um die Welt-Skizze.

Hardware

Die erste grundlegende Frage, die sich beim Thema Hardware stellte, war die sinnvolle Kombination von Laptop und greifbaren Objekten. Nachdem ich mich dazu entschieden hatte, die Kontinente einzeln ansteuerbar zu machen, kam die Idee auf, eine Welt aus Holz zu erstellen und die einzelnen Kontinente real anklickbar zu machen (siehe Abbildung 6.16). Diese Art des Spiels hat jedoch den Verlust des Laptop-Charakters, den vor allem die älteren Kinder bevorzugten, zur Folge. Die Kontinente werden bei dieser Idee nicht nacheinander betrachtet, sondern durcheinander, da eine Frage gestellt werden würde und die Kinder antworten, indem sie den passenden Kontinent zu der Frage drücken. Dieses Durcheinander könnte besonders jüngere Kinder verwirren und der Spielfortschritt wäre nur sehr schwer nachvollziehbar bzw. darstellbar.

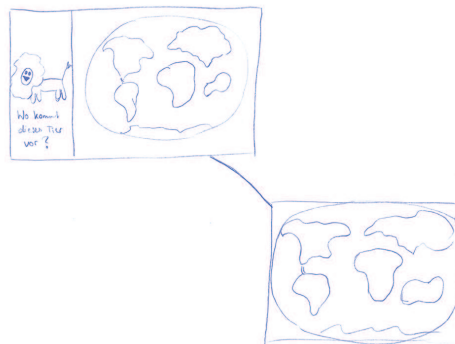


Abbildung 6.16: Kontinente einzeln anklickbar.

Der tatsächlich umgesetzte Prototyp bekam deshalb drei externe Knöpfe, welche zur Beantwortung der Fragen zu einem Kontinent dienen. Die Kontinente selbst können je nach Vorliebe entweder mit der Maus oder dem Touchpad des Laptops angesteuert werden.

Die Hardware besteht aus einem Laptop mit Windows 7 Betriebssystem, einer Maus, einem InterfaceKit 8/8/8 von Phidget, einem RFID-Reader von Phidget, drei Switches

ebenfalls von Phidget, einem USB-Hub und Kabeln. Die Phidget-Elemente werden mit USB-Kabeln am Laptop angeschlossen, wobei Phidget viele Programmiersprachen, wie Java, C, C++, C#, Visual Basic, Matlab und noch einige mehr, und unterschiedliche Betriebssysteme (Windows, Mac OS X, Linux) unterstützt.

Für die Knöpfe wurde ein unten offener Unterbau aus verstärktem Karton angefertigt, auf dem der Switch platziert werden kann, diese Unterkonstruktion ist in Abbildung 6.17 zu sehen. Für die Verbindungsenden des Switches wurden kleine Löcher in den verstärkten Karton gebohrt, damit der Zwischenraum als Auflage dienen kann. Über diesen Unterbau wird ein etwas höherer und unten offener Quader aus dünnem Karton gestülpt, um die Druckfläche zu vergrößern und eine größere Stabilität zu erreichen. Die Abbildung 6.18 zeigt einen fertigen Knopf mit den zwei benötigten Kabeln, die im Innern des Unterbaus mit Klebeband befestigt wurden und an einer Ecke herausragen.

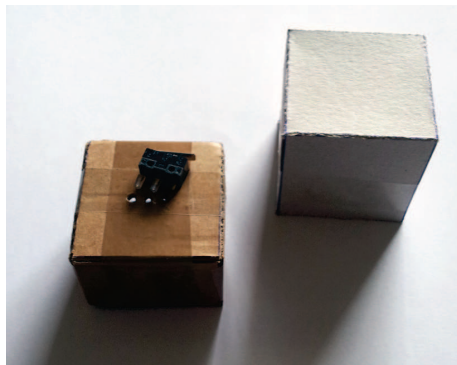


Abbildung 6.17: Unterkonstruktion mit Switch und Abdeckung.

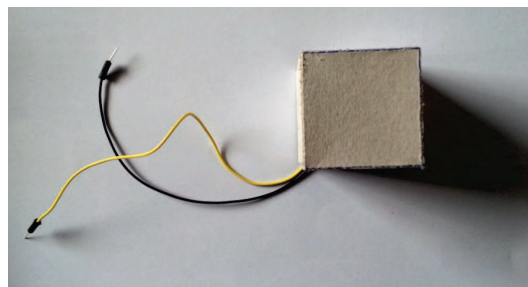


Abbildung 6.18: Fertiger Knopf mit benötigten Kabeln.

Zum Schluss wurden die Knöpfe noch mit farblich passendem Papier überzogen, mit einer farbigen Fläche versehen und auf einem Karton festgeklebt, um die Reihenfolge der Knöpfe nicht vertauschen zu können (siehe Abbildung 6.19).

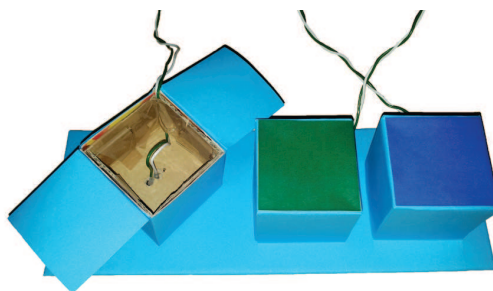


Abbildung 6.19: Knöpfe an Farbkonzept angepasst und mit farbigen Flächen beklebt.

Die Abbildungen 6.20 und 6.21 zeigen den Bau des Prototyps. Hier ist zu erkennen, dass die einzelnen Elemente auf einem Karton geklebt wurden, um ein Verrutschen zu vermeiden. Der RFID-Reader musste sich immer an der gleichen Stelle befinden, da dieser wie später in Abbildung 6.23 zu sehen ist, mit einem Stern markiert wurde und zum Anmelden dient. Die Platzierung des Laptops ist zu sehen, wodurch ersichtlich wird, dass der Platz sehr eng bemessen ist und sich die Elemente immer an der richtigen Stelle befinden müssen. Die Größe wurde deshalb so gewählt, um den Laptop-Charakter beizubehalten.



Abbildung 6.20: Befestigung der Elemente auf Karton.



Abbildung 6.21: Platzierung des Laptops.

Die in Abbildung 6.22 zu sehenden Elemente sind: RFID-Reader (1), USB-Hub (2), InterfaceKit (3), Maus (4) und externe Knöpfe (5). Das InterfaceKit wurde benötigt, um die Knöpfe anzusteuern, wobei nur ein Ground bei den digitalen Eingängen vorhanden ist, deshalb wurde ein selbst gebastelter Verteiler erstellt, um alle Knöpfe anzuschließen. Der RFID-Reader diente dem Anmelden der einzelnen Kinder und der USB-Hub wurde gebraucht, da der verwendete Laptop nur über zwei USB-Anschlüsse verfügt. Das Verwenden von einem USB-Hub kann zu Problemen führen, wenn mehr als ein Phidget-Element angeschlossen wird. Das war bei mir der Fall, weswegen schließlich die Maus und das InterfaceKit mit dem USB-Hub verbunden wurden.

Der fertige Prototyp in Abbildung 6.23 besteht aus: RFID-Tag (1) mit darunter liegendem RFID-Reader, Laptop (2), Abdeckung (3), Maus bzw. Touchpad (4) und externen Knöpfe (5).

Der RFID-Tag wurde mit einem Symbol und einer Schnur versehen, das ermöglichte den Kindern, sich die RFID-Tags wie eine Kette um den Hals zu hängen und aufgrund der unterschiedlichen Symbole zu unterscheiden. Der Stern der im Bild unter Kette zu sehen ist, repräsentiert die Stelle auf die der RFID-Tag gelegt werden muss, da sich darunter der RFID-Reader befindet.

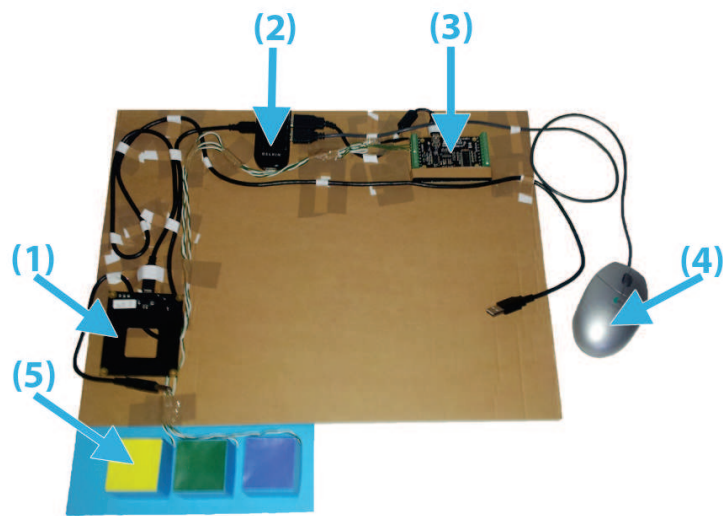


Abbildung 6.22: Darstellung der verwendeten Technik.

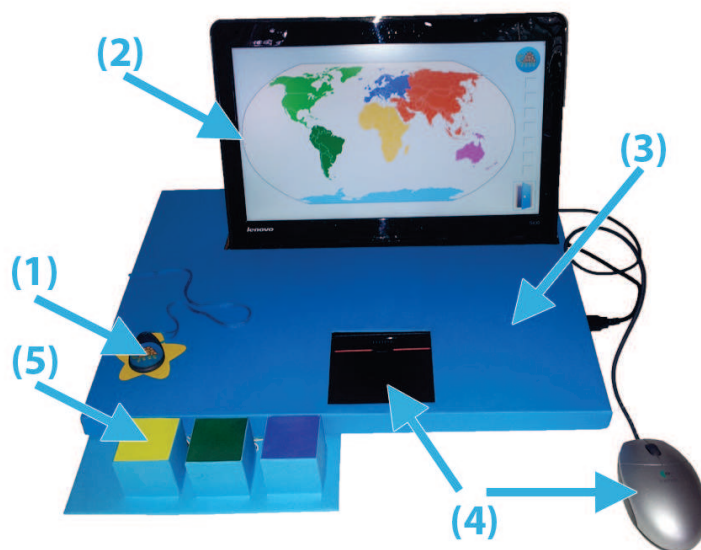


Abbildung 6.23: Der fertige Prototyp (verwendete modifizierte Bilder: Weltkarte [23], Schildkröte [24]).

Die Abdeckung aus verstärktem Karton dient als Sicherung, um die Kinder davon abzuhalten den Laptop auszuschalten oder ein anderes Spiel zu öffnen und wurde dem Farbkonzept entsprechend mit blauem Papier überzogen. Zur Befestigung der Abdeckung dienen Papierlasche, die am Karton unter dem Laptop mit Klebeband angebracht werden. Diese Sicherheitsmaßnahme ist nötig, da sich bei den Voruntersuchungen herausgestellt hat, dass die Kinder sehr schnell beginnen auszuprobieren, was noch möglich ist und den Dingen auf den Grund gehen wollen. Meiner Ansicht nach sollte interessierten Kindern auch gezeigt werden, was sich dahinter verbirgt und wie es funktioniert.

Als Eingabegerät, um beispielsweise einen Kontinent auszuwählen, werden den Kindern zwei Möglichkeiten geboten. Zum einen die Maus und zum anderen das Touchpad, da sich bei der Technology Probe herausgestellt hat, dass manche Kinder das Touchpad intuitiv richtiger verwenden als die Maus und die Maus wiederum von einigen Kindern sogar ausdrücklich verlangt wurde.

Software und User Interface Design

Die Software des Spiels wurde in C# mit Visual Studio erstellt und so aufgebaut, dass die Möglichkeit besteht, die Kategorien, welche zur Zeit aus Menschen, Tiere, Länder, Sehenswürdigkeiten und Flaggen bestehen, sowie die Fragen beliebig erweiterbar sind. Die Fragen werden nach den Kategorien ausgewählt, wobei in der jetzigen Version immer nur eine Frage zu einer Kategorie vorhanden ist. Die Spielstände zu jedem einzelnen Kind und verwendeten Eingabegeräte (Maus/Touchpad, externe Knöpfe) werden in einem SQL Server abgespeichert.

Die Reaktionsfähigkeit der Software bzw. der Benutzerschnittstelle wurde durch den Einsatz von separaten Threads gewährleistet. Besondere Aufmerksamkeit kam den Eingabegeräten zu, da Kinder nicht, wie von der Entwicklerin vorgesehen, nur auf einen Knopf drücken, sondern möglicherweise gleich einige zugleich geklickt werden oder auch einmal auf einen externen und gleich darauf mit der Maus. Das wurde gelöst, indem immer nur der erste Klick zählt und alle weiteren Klicks zu derselben Frage verworfen werden.

Das Anmelden soll beispielsweise nur am Startbildschirm möglich sein, daher wurde der Spielablauf mit dem Zustandsmuster (engl. state pattern) gesteuert, um in verschiedenen Zuständen unterschiedliche Reaktionen zu ermöglichen.

Zusätzlich zur Abdeckung der Tasten wurde das Spiel im Vollbildmodus über der Taskleiste angezeigt, um die Wahrscheinlichkeit etwas anderes zu öffnen noch weiter zu minimieren.

Externe und virtuelle Knöpfe: Die externen Knöpfe und die korrespondierenden virtuellen Knöpfe wurden in ihrer Anordnung und Farbe gleich gestaltet, um eine angemessene Verbindung zwischen diesen zu schaffen. Angedacht wurden ergänzende Zeichen, um weitere Redundanz zu schaffen und als Absicherung für farbenblinde Kinder. Diese

Zeichen hätten aber auch zu Verwirrungen führen können, da zu viel Information die Reize der Kinder möglicherweise überflutet und bereits die Farben sowie die Position bei der gedanklichen Übertragung der virtuellen und realen Knöpfe helfen.

Farbkonzept: Das Farbkonzept, welches bereits bei der Cultural Probe zum Einsatz kam, wurde fortgesetzt. Die Abdeckung und die externen Knöpfe wurden deshalb mit blauem Papier überzogen. Der Bildschirm bekam ebenfalls einen leicht blauen Hintergrund, sowie die Symbole für die Kinder.

Bildschirmaufteilung: Weitere Überlegungen betrafen die Bildschirmaufteilung, wie in [66] beschrieben, kann eine gut durchdachte und konsistente Aufteilung die kognitive Last der Kinder reduzieren. Das Konzentrieren auf die wesentlichen Elemente wird durch eine gewisse Konsistenz gewährleistet, da sich die Kinder nicht bei jedem Ansichtswechsel neu orientieren müssen. Die Platzierung der Steuerelemente erfolgte nach einigen ausprobierten Varianten auf der rechten Seite des Bildschirms, da die Welt bzw. die Frage das Wichtigste ist und die Blickrichtung des Menschen von links nach rechts erfolgt. Die Abbildungen 6.24 und 6.25 zeigen diese Aufteilung, sowie das Farbkonzept.



Abbildung 6.24: Bildschirmaufteilung und Farbkonzept der Kontinentansicht (verwendete modifizierte Bilder: Weltkarte [23], Schildkröte [24]).



Abbildung 6.25: Bildschirmaufteilung und Farbkonzept der Fragenansicht (verwendete modifizierte Bilder: Schildkröte [24], Massai [25], Chinesin [26], Eskimo [27]).

Auf der rechten Seite der Kontinentansicht ist ganz oben das Symbol des angemeldeten Kindes zu sehen, damit das Kind sicher sein kann, dass es auch der richtige Spielstand ist. Unter diesem Symbol sind sieben Kästchen, die für die zurückgewonnenen Diamanten vorgesehen sind, welche auch auf den einzelnen Kontinenten abgebildet werden. Der darunter liegenden Knopf mit der Tür dient dem Verlassen des Spiels, wodurch ein anderes Kind die Möglichkeit bekommt, sich mit dessen Kette (RFID-Tag) anzumelden.

Die Fragenansicht zeigt ebenfalls das Symbol, sowie einen Knopf am rechten unteren Ende, wobei sich das Bild darauf leicht zu dem bei der Kontinentansicht unterscheidet. Dieses Bild zeigt zusätzlich die Weltkugel in der Tür, wodurch angezeigt werden soll, dass dadurch zu der Kontinentansicht gewechselt werden kann. Die Antwortbilder zu den Fragen werden einzeln eingeblendet, um den Blick der Kinder zu lenken.

Sprache statt Schrift: Besondere Aufmerksamkeit musste der Gestaltung der Benutzeroberfläche geschenkt werden, da Kinder im Alter von 4 - 6 Jahren noch nicht lesen und eventuell Symbole noch nicht richtig deuten können. Aus diesem Grund wurde Sprache verwendet, ein Beispiel ist das Erklingen des Namens eines Kontinents, wenn darüber gefahren wird. Die Frage, die Antwortmöglichkeiten und die Rückmeldung bei falscher oder richtiger Antwort werden ebenso gesprochen wiedergegeben. Die verwendeten Töne wurden von einer realen Person gesprochen, da kein Sprachsynthesizer gefunden wurde, der eine auch für Kinder verständliche Aussprache hatte. Kinder in diesem Alter lernen viele Wörter erst, daher muss auf eine hohe Tonqualität geachtet werden.

Darstellung der Bilder: Bilder sollen zum Lernen laut [66] stilisierte Strichzeichnungen sein, doch wie bereits erwähnt, basiert diese Annahme auf einer sehr alten Studie, bei der die heutigen Fototechniken noch nicht eingesetzt werden konnten [61]. Einfache Abbildungen strukturieren zu sehr und dem Menschen wird nicht mehr die Möglichkeit geboten selbst relevante Dinge herauszufiltern. Aus diesem Grund und weil bei den Voruntersuchungen (genauer bei der Cultural Probe) herausgekommen ist, dass Kinder reale Bilder bevorzugen, werden die Bilder zu den Fragen real dargestellt, um den Kindern ein reales Bild von Menschen, Tieren, usw. zu bieten. Unwichtigere Bilder wurden gezeichnet abgebildet, da beispielsweise nicht die exakten Konturen der einzelnen Kontinente von Bedeutung sind, sondern die grobe Form.

Leitfiguren: Leitfiguren wurden eingesetzt, um zu motivieren und dem Spiel einen Sinn zu geben. Zwischen den Fragen wird, je nachdem wie viele Fragen richtig bzw. falsch beantwortet wurden, entweder der König oder der Bösewicht in der linken unteren Ecke eingeblendet (siehe Abbildung 6.26). Diese beiden Figuren erscheinen auch auf der Kontinentansicht, wenn entweder eine Fahne (Bösewicht) oder ein Diamant (König) gewonnen wird.

Spielstand: Der Spielstand kann an den abgebildeten Fahnen und Diamanten abgelesen werden. Werden nicht alle Fragen zu einem Kontinent richtig beantwortet, bekommt das Kind eine Fahne, werden hingegen alle Fragen zu einem Kontinent richtig beantwortet, wird ein Diamant zurückgewonnen. Beim Erscheinen der Fahne bzw. des Diamanten werden Töne abgespielt, wodurch auch ein akustischer Unterschied zwischen



Abbildung 6.26: Zwischenmotivation bei den Fragen (verwendete modifizierte Bilder: Schildkröte [24], Weltkarte [28]).

diesen beiden entsteht. Ganz am Ende, wenn alle Fragen zu allen Kontinenten richtig beantwortet wurden, taucht die Krone aus dem Meer auf und die Kinder müssen noch drei allgemeine Fragen zu den Kontinenten beantworten.

Feedback: Je nach Beantwortung einer Frage bekommt das Kind entsprechendes Feedback. Das korrekte Beantworten hat zur Folge, dass das Antwortbild in Grün hinterlegt wird, wie in Abbildung 6.26 bereits zu sehen war, zudem bekommt das Kind noch etwas mehr Hintergrund Information, wie “Richtig, Massai stammen aus Kenia und das liegt in Afrika.”. Das falsche Beantworten einer Frage hat zur Folge, dass das Antwortbild in Rot hinterlegt wird und dem Kind zum Beispiel gesagt wird, dass dieses ausgewählte Tier in Südamerika beheimatet ist. Beim Feedback wurde darauf geachtet, dass den Kindern nicht sofort die richtige Antwort präsentiert wird, um ihre Motivation aufrecht zu erhalten.

6.4.2 Spielablauf

Zu Beginn ist König Leander ohne seiner Krone zu sehen und fordert zum Anmelden auf, indem gesagt wird: “Willst du mir helfen? Dann lege deine Kette auf den gelben Stern.” Wird dieser Aufforderung von einem Kind gefolgt und das Kind war noch nie zuvor angemeldet, wird die Geschichte erzählt. Die Geschichte handelt von König Leander, dessen Krone von dem Bösewicht Nyx gestohlen wurde. Nyx war jedoch schlau und löste die Diamanten von der Krone und verfluchte sie. Ein Diamant kann deshalb nur zurückerobert werden, wenn alle Fragen zu einem Kontinent richtig beantwortet werden. Können nicht alle Fragen richtig beantwortet werden, bekommt das Kind lediglich eine Fahne auf den gespielten Kontinent, um zu zeigen, dass dieser Kontinent

schon einmal gespielt wurde. War das Kind bereits einmal angemeldet, freut sich der König das Kind wieder zu sehen und es wird gleich zu der Kontinentansicht gewechselt. Das Spiel kann von den Kindern jederzeit verlassen werden, indem der "Diamantenjagd beenden"-Knopf betätigt wird, wodurch wieder der Anmelde-Bildschirm erscheint und König Leander zum Anmelden auffordert.

Nach dem Video mit der Spielerklärung bzw. der Geschichte folgt die Kontinentansicht, hier können sich die Kinder durch das Klicken mit der Maus oder dem Touchpad den gewünschten Kontinent auswählen. Die Fragenansicht folgt, wenn auf einen Kontinent geklickt wurde, dazu wird die Frage oben hingeschrieben und vorgelesen, daraufhin folgen nach einander die Antwortmöglichkeiten mit Bild und Sprache. Eine Runde, das bedeutet das Bespielen eines Kontinents, kann jederzeit mit dem "Zurück zu den Kontinenten"-Knopf verlassen werden.

Die Auswahl der Antwort kann nun durch das Klicken auf einen der drei virtuellen Knöpfe mit der Maus oder dem Touchpad erfolgen oder aber auch die externen Knöpfe genutzt werden, wobei nicht das Abspielen aller Antwortmöglichkeiten abgewartet werden muss. Erkennt das Kind beispielsweise, dass die erste Antwort auch schon die Richtige ist, kann ein Knopf betätigt werden und die restlichen Antworten werden nicht mehr präsentiert. Auf das Betätigen eines Knopfes folgt ein visuelles und akustisches Feedback.

Konnten alle Fragen zu den einzelnen Kontinenten richtig beantwortet und somit alle Diamanten zurückerobert werden, taucht die Krone ohne Diamanten im Meer auf und die Kinder müssen noch drei allgemeine Fragen zu den Kontinenten beantworten, um auch die Krone zu gewinnen. Auf das richtige Beantworten dieser letzten Fragen flogt ein Video, in dem die einzelnen Diamanten wieder auf die Krone gesetzt werden und König Leander erneut gekrönt wird. Anschließend wird das Spiel zurückgesetzt und es kann noch einmal gespielt werden.

6.4.3 Durchführung der Benutzertests

Das Spiel wurde für zwei Tage in einer Kindergartengruppe auf einem Tisch aufgestellt, wobei eine Kamera so platziert wurde, um sowohl das Kind als auch das Spiel einzufangen zu können (siehe Abbildung 6.27). Wie in dieser Abbildung zu sehen wurde das Netzteil des Laptops am Tisch und am Boden mit Klebeband fixiert, um das Risiko des Stolperns zu minimieren.

Für das Spiel wurden zehn Ketten vorbereitet, doch leider waren zu der Zeit der Tests nur acht Kinder im richtigen Alter anwesend. Zudem konnten keine Kinder im Alter von sechs Jahren getestet werden, da sich während der Forschungsarbeit im Kindergarten der Schulbeginn vollzog, wodurch alle sechs jährigen Kinder in die Volksschule kamen und im Kindergarten nur noch jüngere Kinder zurück blieben. Aus diesem Grund wurden die Evaluierung des Prototyps mit zwei vier und sechs fünf jährigen Kindern durchgeführt.



Abbildung 6.27: Aufbau des Prototyps inklusive Kamera in der Kindergartengruppe.

Zur Belohnung, wenn alle Diamanten und die Krone zurückerobert wurden, bekamen die Kinder als Überraschung eine identisch aussehende Krone aus Papier mit ihrem Symbol auf einer Spitze aufgeklebt. Das erneute Durchspielen brachte ein weiteres Symbol auf die Krone, was für zusätzliche Motivation bei den Kindern sorgte. In Abbildung 6.28 sind ein paar Kinder mit ihrer Krone zu sehen.



Abbildung 6.28: Kinder mit ihren gewonnenen Kronen beim Spielen.

Teil III
Abschluss

KAPITEL 7

Resümee

Dieses Kapitel enthält die Analyse der praktisch durchgeführten Arbeit und schließt mit den Empfehlungen zur Weiterentwicklung und Verbesserung des entstandenen Prototyps ab.

7.1 Analyse

Ziel dieser Arbeit war es, die Kleinkinder von Anfang an in den Designprozess zur Entwicklung eines Lernspiels miteinzubeziehen, sowohl bei der Frage des Interesses als auch bei der Technologie mit der das Lernspiel umgesetzt werden soll. Zu diesem Zweck wurden Beobachtungen bzw. Videobeobachtungen, Cultural Probe und Technology Probe durchgeführt, um anschließend aus den daraus resultierenden Ergebnissen einen Prototypen zu erstellen. Kein Erwachsener/keine Erwachsene ist in der Lage, sich in die Situation von einem Kind hineinzusetzen, auch wenn dieser/diese der Meinung ist, sich noch gut an die eigene Kindheit zu erinnern. Die Bedürfnisse von Kindern ändern sich, da sich die Lebenssituation ändert. Dieser Sachverhalt wird in dem Buch [66, S. 92] sehr treffend formuliert:

“So sehr sich ein Erwachsener auch anstrengt, sich in ein Kind hineinzusetzen, er bleibt und denkt vor allem wie ein Erwachsener.”

Aus diesem Grund ist es wichtig, die Kleinkinder schon zu Beginn in den Designprozess miteinzubeziehen und sie als Experten ihrer eigenen Bedürfnisse und Interessen anzusehen, um somit die tatsächlichen Bedürfnisse dieser Generation herausfinden zu können. In den folgenden Unterkapiteln werden die Ergebnisse der zuvor beschriebenen Methoden aufgezeigt.

7.1.1 Analyse der Beobachtung

Die folgenden Fragen wurden erarbeitet, um der Beobachtung eine Richtung vorzugeben:

- Wo spielen/lernen Kinder?
- Mit wem spielen/lernen Kinder? (Alter, Geschlecht)
- Wie spielen/lernen Kinder? (alleine, zu zweit, in Gruppen)

Allgemein ist zu bemerken, dass Kleinkinder durch das Spielen und die Bewegung lernen oder auch durch die aktive Einwirkung von Erwachsenen oder älteren Kindern. Während der Beobachtung stellte sich heraus, dass auch Ältere von jüngeren Kindern lernten, indem sie sie imitierten und sich das Verhalten zu eigen machten. Da das Spielen im Kindergarten überall passiert und das Spielen den Kindern die Möglichkeit bietet über physikalische Zusammenhänge sich selbst, andere und vieles mehr zu lernen, geschieht auch das Lernen überall. Aus diesem Grund kann keine genaue Definition gegeben werden, wo Kinder am besten spielen oder lernen.

Spielform

Die Spielform variiert je nach Alter. Kinder unter drei Jahren spielen eher alleine und suchen vermehrt die Nähe von Erwachsenen als zu anderen Kindern. Zu beobachten sind Gruppen von Jüngeren, die beispielsweise gemeinsam in der Bauecke sitzen, jedoch jeder für sich alleine etwas baut und sie auch nicht daran interessiert sind, was die anderen machen.

Ab dem vierten Lebensjahr beginnen Kinder in Gruppen oder auch zu zweit zu spielen, wobei hier immer mehrere Kinder zu sehen und mitreden oder beim Schummeln helfen. Ein sechs Jähriger denkt sich für Schach und Mühle neue Regeln aus, da niemand die richtigen Spielregeln kennt und erklärt sie den anderen, welche gespannt zuhören. Drei Buben im Alter von 4 - 6 Jahren liegen in der Kuschelecke und diskutieren über Schwangerschaft und Geburt und erklären sich gegenseitig, ganz offen, wie eine Frau schwanger wird usw. Diese Unterschiede sind auf den während der Beobachtung entstandenen Bildern in Abbildung 7.1 zu sehen.



Abbildung 7.1: Links: Jüngere Kinder spielen für sich. Rechts: Ältere Kinder spielen Mühle.

Diese Erkenntnis deckt sich mit denen von [66, 69]. In [69] wird beschrieben, dass die aktive Zuwendung zu Gleichaltrigen mit drei Jahren beginnt und mit vier Jahren vermehrt auftritt, das bedeutet, dass sie ein gemeinsames Ziel verfolgen und etwas miteinander tun.

Die Gruppenkonstellation war immer unterschiedlich, wobei sich abzeichnete, dass ältere Buben lieber mit annähernd gleich alten Buben spielten. Sie akzeptierten zwar, wenn sich andere (jüngere) Buben oder Mädchen ihnen anschlossen, jedoch führten sie ihr Spiel genau gleich fort und gaben den Neuankömmlingen die Rolle der Zuschauer (siehe Abbildung 7.2). Wenden sich die älteren Kinder jedoch etwas anderem zu, so übernehmen die Jüngeren das Spiel, wobei auffällt, dass die Mädchen immer noch eher

die Rolle der Zuschauer übernehmen und eher zaghaft mitspielen, wie in Abbildung 7.3 zu erkennen.



Abbildung 7.2: Junge Kinder bekommen die Rolle der Beobachter.



Abbildung 7.3: Junge Kinder übernehmen das Verhalten der Älteren.

Altersgruppe

Im Zuge dieser ersten Beobachtungen stellte sich die Altersgruppe für das Lernspiel heraus, welches auf 4 - 6 Jahre gesetzt wurde, da sich jüngere Kinder nicht lange genug konzentrieren können und ihre Muttersprache wie in [69] angeben mit fünf Jahren praktisch beherrschen.

Geschlechtsspezifische Unterschiede

Mädchen trauen sich generell weniger zu, das wurde vor allem in der Situation deutlich, das die Kindergartenpädagogin die Anweisung gab, sich ein Krafttier auszudenken, welches im Anschluss auf einer Leinwand gemalt werden soll. Die Buben suchten sich eines aus, das ihnen gerade einfiel, ohne über die weiteren Umsetzungen nachzudenken und als das einzige Mädchen bei dieser Aktivität an die Reihe kam, wählte sie einen Marienkäfer, da sie sich laut ihrer Aussage im Stande fühlte, diesen zu malen.

Dieses verminderte Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten zeigt sich auch im Umgang mit Technologien. In der dreijährigen Studie, die in [52] beschrieben wurde, wird aufgezeigt, dass die mitwirkenden Mädchen alleine ohne Anweisung nicht in der Lage

waren ein Spiel einzuschalten. Den Buben wurde das ebenfalls nicht explizit gezeigt und dennoch waren sie dazu befähigt.

Typisch für weibliche Personen ist zu dem das Untergraben oder Unterschätzen der eigenen Fähigkeiten. Das zeigt sich auch in meiner Arbeit, indem beispielsweise ein Mädchen während des Testens des Lernspiels die führende Rolle einfach einem Jungen überließ. In der Studie [81] hat sich gleichfalls herausgestellt, dass Frauen ihre online Fähigkeiten schlechter einschätzen als Männer, obwohl kein signifikanter Unterschied dieser Fähigkeiten festgestellt werden konnte.

In diesem Alter lernen Kinder wie bereit erwähnt durch ihren Körper, indem sie Dinge anfassen, wie Blätter, Schnecken, Wasser usw. oder durch ausprobieren. Ein Beispiel ist das Bauen eines Turms mit Bauklötzen: wird ein Turm gebaut und dieser umfällt, lernen sie den Zusammenhang zwischen ihrer Bauart und den Auswirkungen kennen und werden versuchen, dass das nicht (mehr) passiert. Daher lag der Schluss nahe, dass Kinder Tangible User Interfaces vorziehen würden, doch die Interaktionsform bzw. das Gerät sollte nicht vorab ohne das Mitwirken der Kinder beschlossen werden, ebenso wenig wie das zu lernende Thema.

7.1.2 Analyse der Cultural Probe

Die Auswertung der Ergebnisse der Einwegkamera erwiesen sich als sehr schwierig, da die von den Kindern fotografierten Dinge und Orte so unterschiedlich waren, dass es unmöglich war, ein Thema für alle Kinder abzuleiten. Einige Bilder, die in Abbildung 7.4 zu sehen sind, bezogen sich auf Themen der geführten Probe, wie Insekten (1), Haustiere (2), Welt (3), Fische (4), Dinosaurier (5) und Gemüse (6). Für das Thema Welt wurde der Mond fotografiert und bei den anschließenden Interviews stellte sich heraus, dass dieses Bild repräsentativ für die Welt steht. Das zeigt wie abstrakt Kinder im Alter von sechs Jahren bereits denken können.

Weitere Dinge bzw. Orte, die bei der geführten Probe nicht vorkamen und sich durch das Austeilen der Einwegkameras ergaben, zeigt Abbildung 7.5: Fußball (1), Gebäude (2), Denkmal (3), Kindergarten (4), Schiffe (5), Spielsachen (6). Viele weitere Bilder zeigten vor allem geliebte Menschen der Familie oder aus dem Freundeskreis.

Die angeführten Beispiele kamen nur bei einzelnen Kindern vor, wodurch kein Thema für alle Kinder abgeleitet werden konnte. Aus diesem Grund wurde die geführte Probe herangezogen und ausgewertet. Die daraus entstandenen Ergebnisse werden in Themen und Technologien aufgeteilt und in den beiden folgenden Abschnitten genau beschrieben.

Themen

Zu Beginn wurde versucht allgemein durch das Zählen der gewählten Kärtchen und Objekte auf ein Thema zu schließen, dass die meisten Kinder interessiert. Daraus ergab

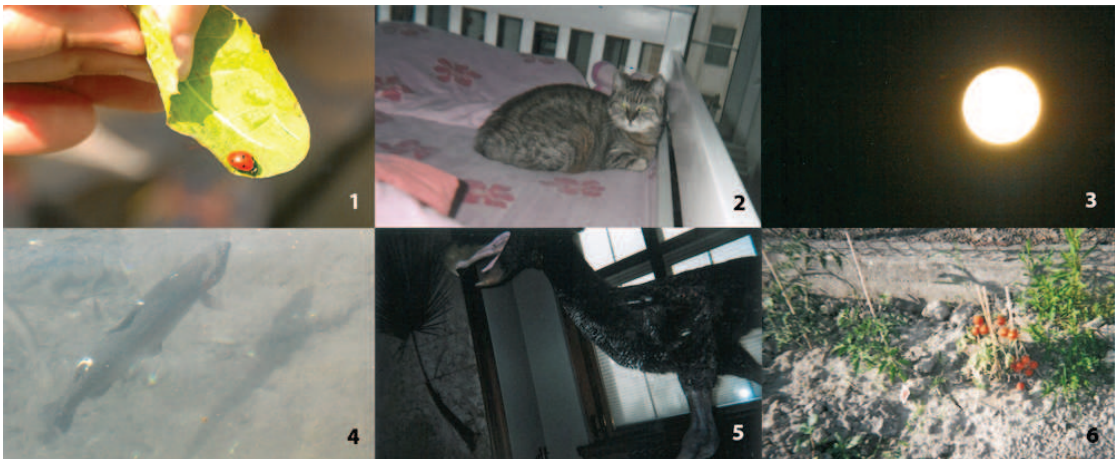


Abbildung 7.4: Auswahl an Fotos der Kinder, die gleiche Themen behandeln, wie die der geführten Probe.



Abbildung 7.5: Auswahl an Fotos der Kinder mit Dingen, die bei der geführten Probe nicht vorkamen.

sich das Diagramm in Abbildung 7.6, hier ist zu erkennen, dass das Thema Welt ganz knapp vor Fische und Dinosaurier liegt, gefolgt von Blumen und Insekten.

Bei der geführten Aufgabe der Probe wurden zehn Kinder getestet, davon waren sechs Buben und vier Mädchen, wegen diesem Ungleichgewicht wurde die Auswertung auf die unterschiedlichen Geschlechter aufgeteilt, um zu sehen, ob es große Unterschiede gibt. Der Vergleich zwischen den Geschlechtern wurde durch die Bildung des Durchschnitts umgesetzt.

Werden alle Kärtchen und Objekte zusammengezählt, liegen bei den Buben Dino-

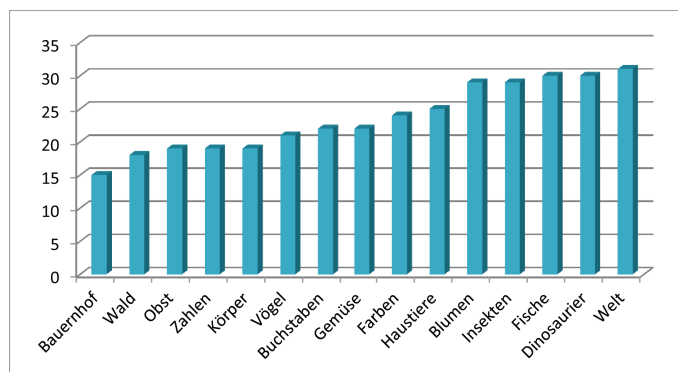


Abbildung 7.6: Quantitative Auswertung der Themen.

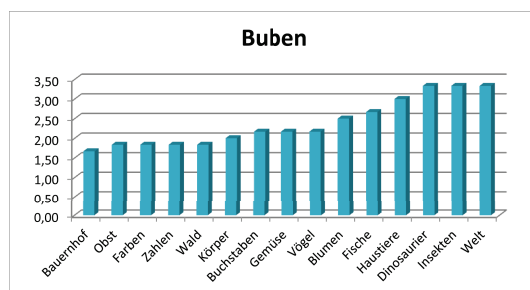


Abbildung 7.7: Quantitative Auswertung der Themen laut Buben.

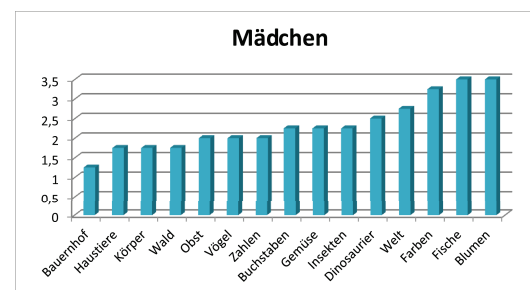


Abbildung 7.8: Quantitative Auswertung der Themen laut Mädchen.

saurier, Insekten und die Welt gemeinsam auf dem ersten Platz, Haustiere belegen den zweiten Platz und Fische den dritten Platz (siehe Abbildung 7.7). Bei den Mädchen teilen sich Blumen und Fische den ersten Platz, gefolgt von Farben auf dem zweiten Platz und der Welt mit dem dritten Platz (siehe Abbildung 7.8). Das bedeutet, dass bei beiden Geschlechtern lediglich Fische und die Welt unter den Top drei sind.

Die Masse an Kärtchen überforderte manche Kinder, daher lag es auf der Hand auch die Auswertung der gewählten Objekte alleine zu betrachten. Das Diagramm in Abbildung 7.9 zeigt wieder die Auswertung über alle Kinder, wobei die Welt ganz knapp gewinnt, gefolgt von Blumen und Fischen. Die Aufteilung in Buben und Mädchen ist in Abbildung 7.10 bzw. 7.11 dargestellt, hier ist zu erkennen, dass die drei großen Themen, wie in der allgemeinen Auswertung bestehen bleiben. Bei den Buben mischen sich noch Zahlen Dinosaurier und Vögel darunter und bei den Mädchen Insekten und Farben.

Bei diesen Auswertungen ist vor allem das Thema Insekten interessant, da sich dieses Thema bei den Buben bei der Gesamtauswertung den ersten Platz mit anderen teilt und bei der Auswertung anhand der Objekte rutscht das Thema auf den dritten Platz ab. Der Gegensatz ist bei den Mädchen der Fall, hier schneiden die Insekten als Objekte

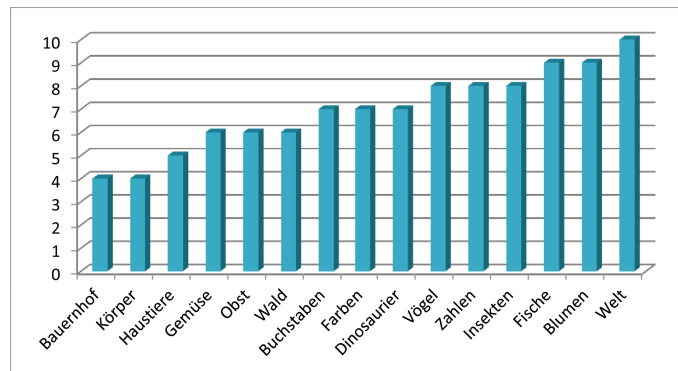


Abbildung 7.9: Quantitative Auswertung der Themen anhand der gewählten Objekte.

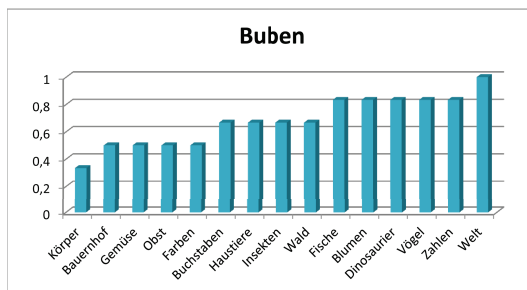


Abbildung 7.10: Quantitative Auswertung nach den gewählten Objekten der Buben.

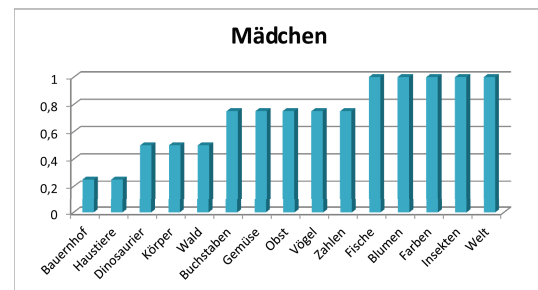


Abbildung 7.11: Quantitative Auswertung nach den gewählten Objekten der Mädchen.

besser ab und teilen sich den ersten Platz. Bei der Gesamtauswertung liegen die Insekten bei den Mädchen lediglich auf dem fünften Platz mit Gemüse und Buchstaben. Diese Abweichung liegt möglicherweise in der Gestaltung, da die Insekten für die Objekte selbst gefaltet wurden und das die Mädchen eventuell eher ansprach, als die zweidimensionalen Abbildungen der Insekten. Die Buben sprach diese Art eventuell weniger an oder die gefalteten Insekten (Spinne, Marienkäfer und Schmetterling), waren nicht diejenigen, die sie gerne mögen.

Zusammenfassend bleiben die Themen Welt, Fische und Blumen übrig, daher wurden diese näher betrachtet. Das Thema Welt wurde von allen Kindern als Objekt gewählt und mindestens ein Kärtchen dazu eingesammelt. Bei den Fischen sowie bei den Blumen wurde von je einem Kind gar nichts gewählt. Um eine Auswahl treffen zu können, wurde zusätzlich eine qualitative Auswertung der Videos durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, dass sich die Kinder am längsten und intensivsten mit dem Objekt der Welt beschäftigten, indem sie zum Beispiel Fragen stellten, welches Land bzw. Flagge das ist, wo Wien liegt usw. Die Blume als Objekt wurde laut Aussagen der Kinder für die

Mutter eingepackt oder auch weil sie so schön ist. Aus diesen Gründen wurde letztendlich das Thema Welt ausgewählt.

Bildliche Darstellungsform: Zum Schluss wurden auch die Darstellungsarten der Themen ausgewertet, welche zur Erstellung des Prototypen hilfreich ist. Reale Bilder schnitten am besten ab gefolgt von gezeichneten Bildern und Bildern mit Kontext. Die schwarz-weißen Bilder belegten abgeschlagen den dritten und letzten Platz. Diese Auswertung ist in Abbildung 7.12 dargestellt. Die Bilder mit Kontext könnten wieder in real und gezeichnet unterteilt werden, daher wurde für die Auswertung zwischen den Geschlechtern die realen und die gezeichneten Bilder herangezogen (siehe Abbildung 7.13). Beide Geschlechter ziehen reale Bilder vor, wobei es keine großen Unterschiede gibt.

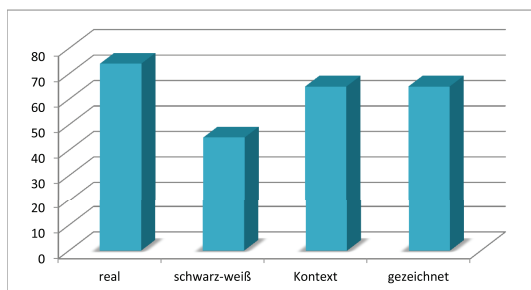


Abbildung 7.12: Quantitative Auswertung der Themen nach Darstellungsart.

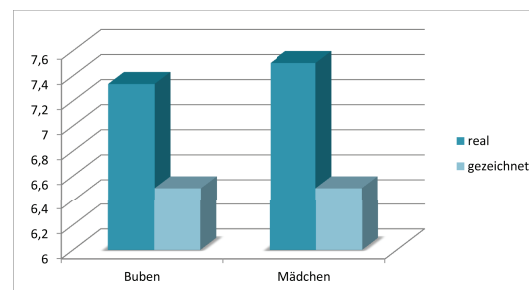


Abbildung 7.13: Quantitative Auswertung der Themen nach Darstellungsart mit Unterscheidung zwischen Mädchen und Buben.

Kritzenberger [61] zeigt eine Studie auf, laut welcher schattierte Strichzeichnungen am besten wären. Es wird jedoch auch bemerkt, dass diese Studie veraltet ist und die Fototechniken von heute noch nicht gegeben waren. Zudem wird angegeben, dass sich Fotografien dann eignen, wenn der Lernende/die Lernende selbst bestimmen kann, wie lange ein Bild betrachtet wird. Da die Betrachtungszeit bei dem entstandenen Prototyp von den Kindern selbst gewählt werden kann und die Kinder bei der geführten Aufgabe der Cultural Probe reale Bilder bevorzugten, wurde diese Art der Darstellung für das Thema Welt gewählt.

Technologien

Zu den Technologien existierten lediglich Kärtchen und keine Objekte, da eine Technology Probe folgte. In der Gesamtauswertung in Abbildung 7.14 ist zu sehen, dass das Smartphone den ersten Platz, das Tablet den zweiten Platz und der Computer den dritten Platz belegte. Diese Reihung bleibt nach Aufteilung in Buben und Mädchen fast gleich

nur, dass die Mädchen Smartphone, Tablet und Computer gleich oft gewählt haben und sie sich somit Platz eins teilen (siehe Abbildung 7.15).

Zu erkennen ist auch, dass Buben insgesamt mehr Kärtchen mit Technik ausgewählt haben als Mädchen. Das Smartphone liegt bei beiden Geschlechtern am weitesten vorne, möglicherweise, weil sie damit am ehesten schon selbst in Kontakt gekommen sind. Gefolgt vom Tablet und dem Computer. Besonders auffallend ist, dass die Kärtchen, die von den Mädchen gewählt wurden, vorwiegend von einem Mädchen genommen wurden. Zwei von vier Mädchen nahmen gar keines. Bei den Buben nahm lediglich ein Junge kein Kärtchen zu den Technologien, die restlichen fünf Buben schon.

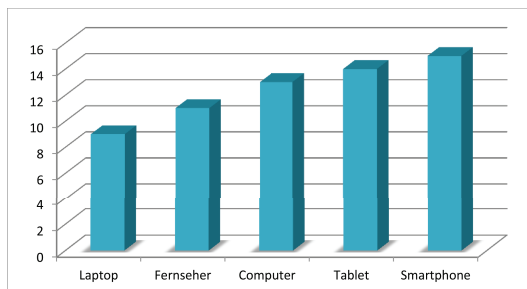


Abbildung 7.14: Quantitative Auswertung der Technologien.

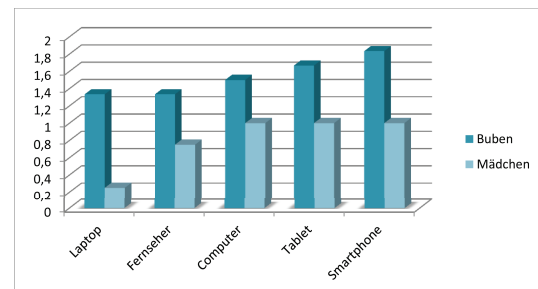


Abbildung 7.15: Quantitative Auswertung der Technologien mit Unterscheidung zwischen Mädchen und Buben.

7.1.3 Analyse der Technology Probe

Die vier Technologien (Smartphone, Tablet, Laptop und Tangible User Interface) wurden vier Tage im Kindergarten aufgelegt und beobachtet, wo die Kinder am liebsten hingehen und womit sie sich am längsten beschäftigen. Es stellte sich sehr schnell heraus, dass sie den Laptop und das Tangible User Interface bevorzugten, denn sie wechselten sich bei diesen zwei Technologien immer ab und stritten sich darum. Das Smartphone und das Tablet wurden seltener verwendet und nur dann, wenn der Laptop oder auch das TUI nicht frei waren. Die Kinder machten aus den Android-Geräten ein Schnelligkeitsspiel gegeneinander, wobei ein Kind das Smartphone bediente und ein anderes Kind das Tablet. Jüngere Kinder hatten teilweise Schwierigkeiten mit den Android-Geräten, da das Gerät mit der einen Hand hielten und dabei der Daumen am Bildschirm auflag und mit der andern Hand zu klicken versuchten, doch leider reagieren diese Geräte nur auf einen Druck. Meine Beobachtung widerspricht der Aussage in [66], welche besagt, dass Touchscreens vor allem für jüngere Kinder geeignet sind, das kann lediglich der Fall sein, wenn der Bildschirm stehend verwendet wird und nicht als Handgerät zum Einsatz kommt.

Die Kinder sind sehr daran interessiert, warum der Bär die Kärtchen vorlesen kann und versuchen schnell dem selbst auf den Grund zu gehen, indem sie den Bären genau untersuchen und auch zerlegen möchten. Zu diesem Zweck testen sie auch, wo das Kärtchen mit dem Buchstaben hingehalten werden kann und ob auch andere Gegenstände funktionieren. Das TUI verleitet eher zum Lernen, da sich die Kinder die Buchstaben bewusster anhören und diese teilweise auch nachsprechen. Außerdem haben sie eine Variationsmöglichkeit, indem sie beispielsweise ihren eigenen Namen sprechen lassen können. Nach dem ein Kind auf die Idee gekommen war, wollten es alle und sie stritten sich darum, wer zuerst den eigenen Namen schreiben durfte (siehe Abbildung 7.16).



Abbildung 7.16: Schreiben ihre Namen mit Hilfe der RFID-Tags.



Abbildung 7.17: Schreiben die einzelnen Buchstaben vom Bildschirm ab.

Die Maus, die beim Laptop-Spiel zum Einsatz kommt, scheint für einige Kinder weniger intuitiv zu sein, als das Touchpad, wenn sie mit der Maus am Tischende anlangen, wissen sie nicht mehr weiter, da es für sie nicht klar ist, dass sie die Maus nun heben müssen. Bei dem Touchpad heben sie wie selbstverständlich den Finger, wenn sie ans Ende des Touchpads gelangen. Ein Kind will beim Aufbau helfen und gleich den Laptop haben: „Aba nicht den Schwarzen, der ist für den Bären!“. Später bemerkte dasselbe Kind, dass die Maus für den Laptop noch fehlt, was wiederum zeigt, dass den Kindern sowohl die Maus als auch das Touchpad zur Verfügung gestellt werden sollten. Auch beim Spielen mit dem Laptop fanden sie eine Variation, indem sie die Buchstaben abmalten (siehe Abbildung 7.17).

Des Weiteren verbanden die Kinder die Technologien miteinander, wie beispielsweise den Laptop mit dem TUI (siehe Abbildung 7.18) oder auch alle vier Technologien (siehe Abbildung 7.19). Dabei klicken sie zuerst beim Laptop weiter und versuchen dann das dazu passende Kärtchen für den Bären oder den Buchstaben auf Tablet und Smartphone zu finden.

Ältere Kinder sind der Meinung, dass der Bär für die jüngeren Kinder ist und der Laptop für sie selbst, das bedeutet, dass das Lernspiel nicht zu kindlich gestaltet werden



Abbildung 7.18: Verbinden Laptop und TUI.



Abbildung 7.19: Verbinden alle Technologien der Technology Probe.

soll, da die älteren Kinder das Spiel ansonsten boykottieren. Das Absichern der Technik ist ebenfalls ein wichtiger Punkt, da die Kinder versuchen, allem auf den Grund zu gehen und ganz schnell andere Spiele oder Schreibprogramme öffnen. Aus der Technology Probe ergab sich zudem, dass es am besten wäre, dass das Lernspiel Laptop und Tangible User Interface verbindet.

7.1.4 Analyse des Prototyps

Aus den Videoaufzeichnungen und den aufgezeichneten Notizen während der Beobachtung der Tests konnten einige interessante Erkenntnisse gewonnen werden. In weiterer Folge werden diese Ergebnisse in drei Kategorien aufgeteilt: Allgemeine Erkenntnisse, Kontinentansicht und Fragenansicht.

Allgemeine Erkenntnisse

Während der Zeit, in der das Lernspiel im Kindergarten positioniert wurde, wurde ich immer wieder als Streitschlichterin eingesetzt, wenn es um die Frage ging, wer an der Reihe ist. Ein Kind dachte, dass die Liste mit den Symbolen die Reihenfolge anzeigen würde und nahm sie mit zu den anderen Kindern, um ihnen zu zeigen, wer als nächstes dran ist. Alle Kinder hätten die Reihenfolge sofort akzeptiert, doch in diesem Fall sollten die Kinder, die grade Zeit und Lust hatten das Spiel spielen.

Die Eingabegeräte der Kontinentansicht waren entweder Maus oder Touchpad, bei der Fragenansicht kamen zusätzlich dazu noch die externen Knöpfe dazu. Die Kinder hatten keine Probleme damit, diese Eingabegeräte zu wechseln, stockten nur manchmal ganz kurz bzw. wollten über die externen Knöpfe die Kontinente auswählen, da auch diese eingefärbt sind.

Der Bösewicht Nyx brachte eine starke Reaktion bei den Kindern hervor, viel stärker als der König. Die Kinder reagierten folgendermaßen: “Ich fresse dich!”, “Nein, die Krone ist uns!”, “Dusch, Dusch.”, schlugen auf den Bildschirm, hielten ihm den Mund zu, machten ihn mit einem tiefen Ton nach usw. Zwei dieser Aufzählung sind in Abbildung 7.20 dargestellt.

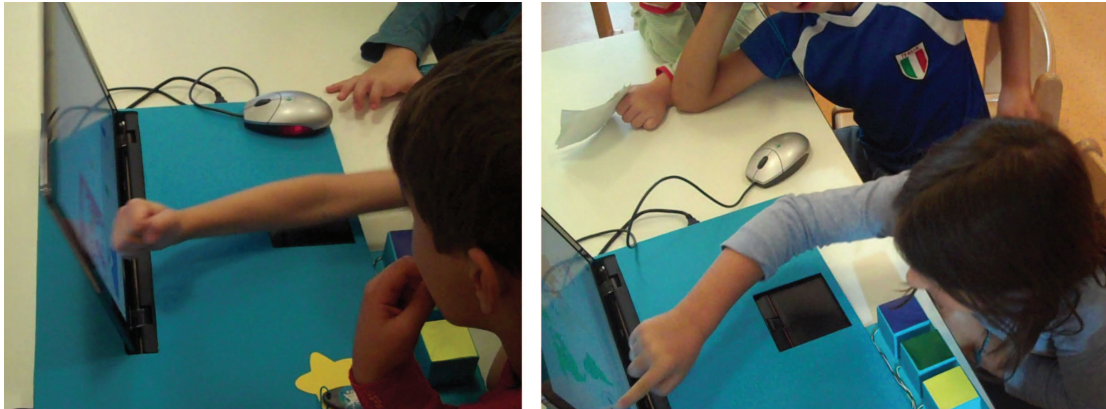


Abbildung 7.20: Reaktionen auf den Bösewicht. Links: Schlag mit Faust. Rechts: Mund zuhalten.

Jedes Kind bekam eine RFID-Tag-Kette mit einem individuellen Symbol darauf, welches auch am Bildschirm abgebildet wurde. Die Kinder merkten sich sofort welches Zeichen ihnen gehört und identifizierten sich auch damit: “Ich darf da Spielen, weil da das Maus-Zeichen ist.”, “Ich bin der Quallenkönig!”, zeigen auf das Symbol am Bildschirm und anschließend auf ihre Kette. An den Tags konnte beobachtet werden, dass Mädchen besser darauf aufpassen als die Buben. Die Buben steckten sie sich in den Mund, schleuderten sie herum, klopften damit auf den Tisch usw. Abbildung 7.21 zeigt den Vergleich zwischen den Tags von Mädchen und Buben nach zwei Tagen. Bei dem Tag des Jungen ist das aufgeklebte Zeichen gar nicht mehr zu erkennen und auch die Schnur war viel fransiger und wurde an einer Stelle geknotet, da sie scheinbar schon einmal abgerissen war. Im Gegensatz dazu ist der Tag des Mädchens noch wie am ersten Tag. Dieser Unterschied war an allen ausgeteilten Ketten erkennbar, wobei diese zwei abgebildeten Tags als Beispiel dienen.

Gespielt wurde fast immer in einer Gruppe, wobei ein Kind die führende Rolle übernahm und die anderen Kinder Anweisungen gaben. Die Kinder störte es nicht, wenn andere mitredeten und Hinweise gaben bzw. forderten teilweise sogar dazu auf: “Sag mir bitte alles!”, “Ihr könnt mir alle helfen!”. Die ausführende Rolle wollten die Kinder (bis auf eines) immer selbst behalten: “Ich drücke!”, verdecken die externen Knöpfe, legen die Maus auf die andere Seite. Lediglich ein Mädchen überließ einem Jungen diese Rolle, wobei dieser Junge danach keinen Anspruch auf die dadurch gewonne-



Abbildung 7.21: Links der Tag des Mädchens, rechts der Tag des Jungen (verwendetes modifiziertes Bild: Frosch [1]).



Abbildung 7.22: Buben sind sehr laut beim gemeinsamen Spiel und zeigen auch auf Antworten.

ne Krone erhob: “Ich hab nur geholfen.”. Die Anweisungen kamen vermehrt von den Buben, welche durcheinander riefen und demonstrativ auf die ihrer Meinung richtigen Antworten auf dem Bildschirm zeigten, damit sie auch wirklich Gehör finden (siehe Abbildung 7.22). Die Mädchen, die ebenfalls zusehen, halten sich ruhig im Hintergrund und als sich ein Junge über die falschen Hinweise beschwert, meint ein Mädchen: “Ich mach nix, ich schau nur zu!”. Die Zuschauer bzw. Helfer sind sehr laut und bringen Unruhe ins Spiel, dennoch motivieren sie sich dadurch gegenseitig sehr. Das Zusehen und Mitreden kann ebenfalls zu einem Lerneffekt führen, wie das auch teilweise der Fall war. Zweimal kam es vor, dass ein Kind alleine spielte, wodurch die Lernsituation viel ruhiger und konzentrierter wurde. Diese zwei Kinder suchten aber immer wieder einen Ansprechpartner/eine Ansprechpartnerin, der/die sich mit ihnen freut.

Die Kinder merken sich nur teilweise bis zur letzten Frage, ob eine vorhergehende Frage falsch beantwortet wurde und wissen deshalb nicht immer, ob sie einen Diamanten erhalten. Ein Problem könnte möglicherweise dann auftreten, wenn die Kinder fest davon überzeugt sind, dass sie einen Diamanten verdient haben, dies aber nicht der Fall ist, da das zu Frustrationen führen kann bzw. das System angezweifelt wird.

Der Ansporn einen Diamanten zu gewinnen führte dazu, dass die Kinder einen Kontinent gleich mehrerer Male hintereinander spielten. Ein Kind wiederholte einen Kontinent sogar neunmal hintereinander, ohne aufkommende Langeweile. Höchst wahrscheinlich hätte diese Kind den gleichen Kontinent noch öfter gespielt, wenn das zweite Kind nicht zum wiederholten Male gesagt hätte: “Nicht noch einmal!”.

Das Auffinden des Cursors bereitete den Kindern scheinbar keine Schwierigkeiten, ein Kind schob den Cursor am Bildschirm sogar bei jeder Frage an den Rand. Das gezielte Bewegen in einen bestimmten Bereich schien auch keine Probleme zu verursachen, außer, wenn die Maus einmal verkehrt herum lag. In [66] wird im Gegensatz zu meinen Beobachtungen geschrieben, dass die Kinder teilweise sehr lange brauchen, um den Pfeil am Bildschirm aufzufinden.

Die reale Krone war für die Kinder ein sehr großer Anreiz und stellte sich als sehr hilfreich heraus, da die Kinder unbedingt etwas mit nach Hause nehmen wollten von dem Spiel (am liebsten die Kette). Das Gewinnen der Krone tat ihrer Motivation keinen Abbruch, sie wollten dennoch gleich weiterspielen.

Den Mädchen machte es nichts aus, dass das Leitbild männlich war: "Ich will Hasenkönigin werden!", "Wir brauchen auch eine Königin!".

Kontinentansicht

Wie in dem vorhergehenden Abschnitt bereits beschrieben, reagieren die Kinder intensiver auf den Bösewicht, als auf den König, daher lassen sie den Bösewicht im Gegensatz zum König nicht ausreden und wollen gleich auf den nächsten oder denselben Kontinent klicken. Daher hörten sie eventuell nicht, dass Nyx darauf hinwies, dass alle Fragen richtig sein müssen, um einen Diamanten zu bekommen.

In der Kontinentansicht verwenden die Kinder vorwiegend die Maus, da sie scheinbar den größeren Aufforderungscharakter aufweist. Die Probleme, die bei der Technology Probe auftraten, kamen hier nur sehr selten zutragen, da die Kinder die Maus nach der Benutzung immer wieder zurechtlegten. Nur zweimal lag die Maus falsch herum und einmal seitlich (zu sehen in Abbildung 7.23), ansonsten gab es keine groben Probleme. Ein Kind verwendet kurzzeitig öfter das Touchpad als Maus, weil so viele Kinder um das Spiel stehen und kein Platz für die Verwendung der Maus blieb.

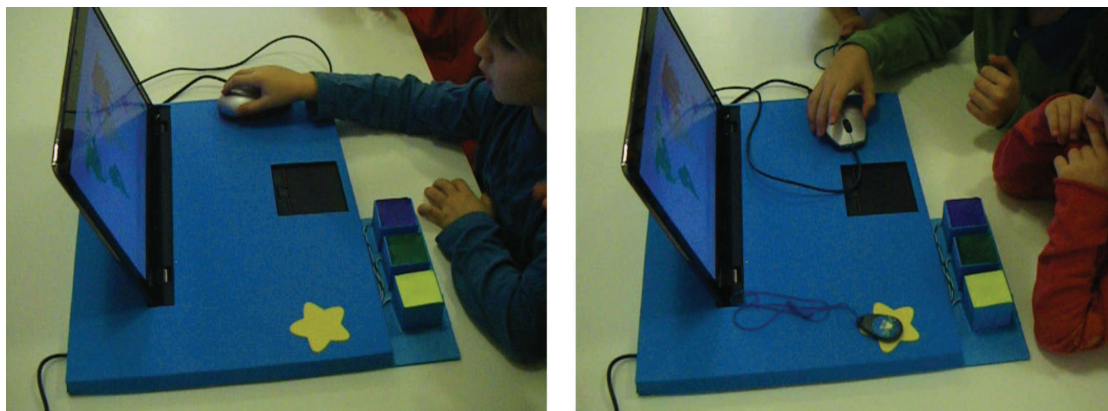


Abbildung 7.23: Falsche Verwendung der Maus. Links: Maus verkehrt herum. Rechts: Maus seitlich.

Die Kinder sind sehr motiviert, durch die Möglichkeit einen Diamanten zurückzuerobern, freuen sich jedoch auch über jede Fahne, die sie gewinnen.

Lediglich ein Kind spielt sich mit der akustischen Wiedergabe der Namen von den Kontinenten, obwohl angenommen wurde, dass das eine mögliche Ablenkung vom eigentlich Lernspiel sein könnte.

Nach einigen Wiederholungen verstanden die Kinder auch das Prinzip des Abmeldens, das jedoch nur mit Hilfe des Zeichens gelang: “Erst muss man wieder auf Anfang!”, “Auf die Tür.”, “Da ist noch nicht mein Zeichen.”. Das zeigt zudem, dass die Tür als solche von den Kindern erkannt wurde.

Fragenansicht

Diese Ansicht bietet zu Maus und Touchpad die Möglichkeit über externe Knöpfe eine Antwortmöglichkeit auszuwählen. Deshalb wurde während der Testphase vom Programm aufgezeichnet, welche Möglichkeit verwendet wurde (Maus/Touchpad oder externe Knöpfe). Aus diesen Daten ergab sich das Diagramm in Abbildung 7.24, welches zeigt, dass die externen Knöpfe vermehrt zur Verwendung kamen (Insgesamt: Maus = 67mal und externe Knöpfe = 1072mal).

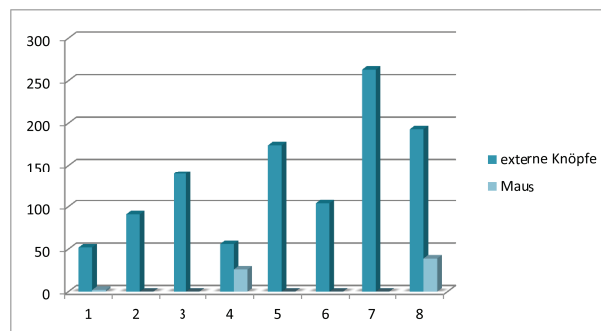


Abbildung 7.24: Quantitative Auswertung der verwendeten Eingabegeräte.

Lediglich drei Kinder (1, 4 und 8) nutzten die Maus und zwei davon des Öfteren, aber immer noch seltener als die begreifbaren Knöpfe. Diese zwei Kinder verwendeten die Maus statt der Knöpfe aus folgenden Gründen:

- Anfängliche Probleme bei der Bedienung der Knöpfe, drückt mit der flachen Hand auf den gesamten Knopf. Der Knopf reagiert jedoch nur auf Druck in der Mitte. Die falsche bzw. korrigierte Handhabung der Knöpfe ist in Abbildung 7.25 dargestellt.
- Nach der Auswahl des Kontinents einmal, weil die Maus noch in der Hand ist.
- Ganz am Anfang, da die Knöpfe scheinbar nicht gleich als solche erkannt wurden bzw. von anderen Kindern blockiert wurden, da alle herbei gestürmt kamen.

Andere Kinder hatten Anfangs ebenfalls leichte Probleme mit den Knöpfen, da sie zu vorsichtig drückten, doch das hatte keine Auswirkungen auf die Antwort. Der Knopf

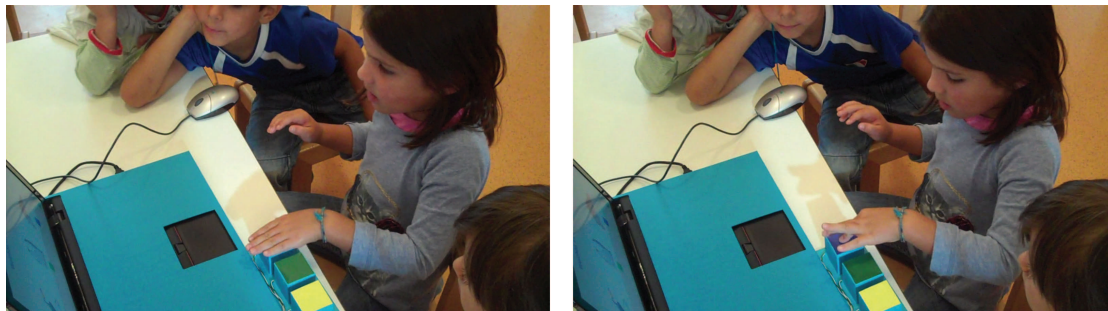


Abbildung 7.25: Handhabung der externen Knöpfe. Links: flache Hand. Rechts: Druck in der Mitte.

wurde solange gedrückt, bis er reagierte, ohne einem Anschein der Verunsicherung aufkommen zu lassen oder der Auswahl einer anderen Antwort.

Der Bösewicht löste auch in dieser Ansicht starke Reaktionen bei den Kindern aus, doch sie freuten sich auch über die Zwischenmotivationen des Königs: “Super, hat er zu mir gesagt!”.

Die Kinder orientieren sich bei Fragen, deren Antwort sie nicht kennen an der Position bzw. Farbe der Antwortmöglichkeit: “Dann ist alles falsch!”, “Wir hatten doch schon alles!”. Dieses Verhalten ist vor allem bei den schwierigen Fragen (Länder und Flaggen) zu beobachten. Sobald sie es richtig hatten merkten sie es sich leichter, doch das Falsche machten sie immer wieder falsch. Teilweise wird als Feedback zu falschen Antworten angegeben, zu welchem Kontinent diese Antwortmöglichkeit eigentlich gehören würde, doch das scheinen sich die Kinder nicht zu merken. Das korrekte Bespielen eines Kontinents hat nicht zur Folge, dass diese richtigen Antworten des einen Kontinents bei den anderen Kontinenten ausgeschlossen werden: In Europa wird alles richtig beantwortet, wodurch ein Diamant zurückerobert wird; nun wird beispielsweise Afrika ausgewählt, wobei der Spanier bei den Menschen nun nicht ausgeschlossen wird. Ein Kind versuchte diese Logik anzuwenden bzw. die eigens zurechtgelegte Logik anzuwenden: “Das oder das, der kommt aus Australien.”, “In Südamerika ist es warm, also Tukan.”.

Während der Beantwortung der Fragen konnten noch weitere Verhaltensmuster beobachtet werden. Drei Kinder versuchten auf das Bild zu klicken, um zu antworten, statt auf den eingefärbten virtuellen Knöpfen. Zwei Kinder fuhren zuerst mit der Maus auf das Bild ohne zu versuchen es auch mit der Maus auszuwählen und klicken dann auf den passenden externen Knopf. Das falsche Beantworten einer Frage löst bei den Kindern den Wunsch aus sich sofort zu korrigieren und sie drücken ganz schnell auf eine andere Antwort, um sich zu verbessern. Das ist jedoch nicht möglich, sie kommen aber auch nicht auf den Gedanken diese Runde mit dem “Zurück zu den Kontinenten”-Knopf zu beenden. Der genannte Knopf wird von den Kindern nie genutzt, sie spielen einen Kontinent immer bis zum Ende fertig und versuchen sich durch das erneute Auswäh-

len des Kontinents zu verbessern. Mit der Zeit klicken die Kinder sogar schon auf die richtige Antwort, bevor alle Antwortmöglichkeiten erschienen sind. Dieses Verhalten wurde beim Erstellen des Systems berücksichtigt und die Kinder bekommen sofort eine Rückmeldung und die nächste Frage wird gestellt, ohne die restlichen Antworten zu ergänzen.

Im Kindergarten war es sehr laut, das und die Tatsache, dass sich die Kinder nicht immer hundertprozentig auf das Lernspiel konzentrierten, hatten zur Folge, dass die Frage nicht immer verstanden wurde und die Kinder fragten: “Was hat er gesagt?”, “Was steht da oben?”. Das zeigt, dass sie erkannten, dass es sich bei den Buchstaben über den Antwortmöglichkeiten, um die gestellte Frage handeln muss. Dieses Wissen kann ausgenutzt werden, indem die Frage nach einem Klick darauf noch einmal vorgelesen wird. Diese und andere Erweiterungsmöglichkeiten werden im folgenden Kapitel 7.2 noch genauer beschrieben.

7.2 Weiterentwicklung

Die Tests des Prototypen durch Kinder im Alter von 4 - 5 Jahren ergaben einige interessante Erkenntnisse, die genutzt werden können, um den Prototypen weiter zu verbessern.

7.2.1 Externe Knöpfe

Die verwendeten Switches von Phidget wurden mit Karton verkleidet, wodurch die Druckfläche vergrößert und die Stabilität erhöht wurde. Das hatte jedoch den Nachteil, dass die Kinder in der Mitte des Knopfes drücken mussten und nicht mit der flachen Hand klicken konnten. Daher sollte eine andere Konstruktionsart angedacht werden, welche das Drücken und Schlagen mit der flachen Hand ermöglicht, wie beispielsweise eine Art Buzzer. Die Aufregung der Kinder führt dazu, dass sie auf die Knöpfe schlagen, daher müssen sie sehr robust gebaut werden.

Die Kinder versuchten versehentlich in der Kontinentansicht den gewünschten Kontinent mit den externen Knöpfen zu wählen, da auch die Kontinente eingefärbt sind. Die Knöpfe sollten daher entweder ganz andere Farben als die Kontinente aufweisen oder die Möglichkeit geboten werden, die Kontinente tatsächlich über sieben verschiedene Knöpfe auszuwählen. Bei der zweiten Variante könnten drei Knöpfe wie gehabt vor dem Laptop platziert werden und weiterhin zur Beantwortung der Fragen dienen und die restlichen Vier könnten seitlich positioniert werden, da diese nur zur Kontinent-Auswahl herangezogen werden.

Eine weitere Überlegung betrifft die Anordnung der Elemente des Prototyps. Die aktuelle Anordnung ist für Rechtshänder gedacht, da die Maus auf der rechten Seite platziert wurde und somit für Linkshänder schwer zu nutzen ist. Das Problem trat bei

den Tests zwar nicht auf, dennoch sollte bei der Weiterentwicklung angedacht werden, möglicherweise zwei Versionen zu erstellen oder die Elemente verschiebbar zu machen.

7.2.2 Fragenansicht

Die Frage wird von den Kindern nicht immer gehört, entweder wegen einer Ablenkung oder Lautstärke im Kindergarten. Das erneute Abspielen beispielsweise durch das Klicken auf die Frage sollte ermöglicht werden. Die Kinder wissen laut ihren Aussagen, dass das über den Antwortmöglichkeiten die Frage sein muss, die gerade gesagt wurde, doch sie haben nicht die benötigten Lesefähigkeiten, um sie selbst zu lesen.

Die Antwortmöglichkeiten könnten durch das Klicken auf das dazugehörige Bild entweder noch einmal abgespielt werden oder ebenfalls zur Auswahl dienen, da drei der acht Kinder versuchten die Auswahl über das Bild abzuhandeln.

Am unteren Ende der Fragenansicht könnte ein Balken angedacht werden, der sich je nach Beantwortung mit Rot (falsch) oder Grün (richtig) für jede Frage füllt. Dadurch können die Kinder besser nachvollziehen, ob sie alle Fragen richtig beantwortet haben und somit einen Diamanten gewinnen. Das Wissen über die Beantwortung der vorangegangenen Fragen war nicht immer gegeben. Diese Verbesserung sollte eingebaut werden, um möglichen Frustrationen vorzubeugen, die entstehen könnten, wenn die Kinder fest davon überzeugt sind, dass ihnen ein Diamant unterschlagen wurde.

Für schwierige Fragen zogen die Kinder die Reihenfolge und die Farbe der Antwortmöglichkeiten zu Hilfe, doch das half ihnen bei diesem Lernspiel nicht, da die Antworten immer durchgemischt wurden. Das Durchmischen bzw. eine fixe Reihenfolge könnten zwei Schwierigkeitsstufen darstellen, die von den Kindern selbst bestimmt oder nach dem Gewinnen der ersten Krone automatisch verändert werden.

Abbildungsverzeichnis

2.1	Modell des Behaviorismus [61].	8
2.2	Modell des Kognitivismus [61].	8
2.3	Schema der klassischen Konditionierung [89].	9
2.4	Thorndikes Puzzlebox [90].	10
2.5	Skinner's Skinnerbox [89].	11
3.1	Zusammenspiel von Lerntechnik, Lernaktivität und Spielgenre [76].	29
4.1	Eingegangene Nachrichten in Form von Murmeln [3].	36
4.2	Abhören der Nachrichten [3].	36
4.3	Nummer der eingegangenen Nachricht anrufen [3].	37
4.4	Aufbewahrung der Nachrichten [3].	37
4.5	Greifbare Objekte [39].	38
4.6	Bewegung, Rotation und Zoom [39].	38
4.7	Synchrone Darstellung des realen und virtuellen Modells [45].	39
4.8	Tangible Geospace [51].	40
4.9	Urp [78].	40
4.10	Der Wandel von GUI (Graphical User Interface) zu TUI [51].	41
4.11	Unterschied zwischen GUI und TUI [50].	41
4.12	Interaktive Oberfläche, Constructive Assembly und Token + Constraint [78].	43
4.13	Zwei Phasen des Token + Constraint Interfaces [82].	43
4.14	Interaktionsmöglichkeiten [82].	43
4.15	Ebenen des Vorwissens [70].	46
4.16	Designwerkzeug für intuitive Systeme [30].	50
4.17	Aufspaltung einer Schleife der Spirale [30].	50
5.1	Ein mögliches Probe Kit [65].	57
5.2	Darstellung der überlagernden Schichten, welche das Analysieren oder Interpretieren unmöglich erscheinen lassen [41].	60
5.3	Beispiel zu unterschiedlicher Platzierung [49].	62
6.1	Mögliche Symbole für eine Skala.	73

6.2	Links oben: mit Kontext [7], rechts oben: schwarz-weiß [8–10], links unten: gezeichnet [11–13], rechts unten: real [14–19] (Bilder wurden bis auf das Erste modifiziert.)	74
6.3	Umschlaggestaltung inklusive Information (Gestaltung aufbauend auf den Bildern [20, 21]).	76
6.4	An Kinder verteiltes Probe Kit inklusive Säckchen im Hintergrund.	76
6.5	Foto vom Set-up des geführten Teils der Cultural Probe.	76
6.6	Beispiel der Kameraaufzeichnungen.	76
6.7	Greifbare Objekte zur Kontrolle.	77
6.8	Das Alphabet für Kinder von <i>nadstech.com</i>	78
6.9	Pfeile zum Weiterklicken in Rot eingekreist.	78
6.10	Umsetzung am Laptop (verwendetes modifiziertes Bild: Biber [22]).	79
6.11	Technik im Bär: RFID-Reader im Kopf und Lautsprecher im Bauch.	80
6.12	Laptop unter dem Bären.	80
6.13	Aufbau des TUIs im Kindergarten.	81
6.14	Aufbau der restlichen Technologien im Kindergarten.	81
6.15	<i>Reise um die Welt</i> -Skizze.	82
6.16	Kontinente einzeln anklickbar.	82
6.17	Unterkonstruktion mit Switch und Abdeckung.	83
6.18	Fertiger Knopf mit benötigten Kabeln.	83
6.19	Knöpfe an Farbkonzept angepasst und mit farbigen Flächen beklebt.	83
6.20	Befestigung der Elemente auf Karton.	84
6.21	Platzierung des Laptops.	84
6.22	Darstellung der verwendeten Technik.	85
6.23	Der fertige Prototyp (verwendete modifizierte Bilder: Weltkarte [23], Schildkröte [24]).	85
6.24	Bildschirmaufteilung und Farbkonzept der Kontinentansicht (verwendete modifizierte Bilder: Weltkarte [23], Schildkröte [24]).	87
6.25	Bildschirmaufteilung und Farbkonzept der Fragenansicht (verwendete modifizierte Bilder: Schildkröte [24], Massai [25], Chinesin [26], Eskimo [27]).	87
6.26	Zwischenmotivation bei den Fragen (verwendete modifizierte Bilder: Schildkröte [24], Weltkarte [28]).	89
6.27	Aufbau des Prototyps inklusive Kamera in der Kindergartengruppe.	91
6.28	Kinder mit ihren gewonnen Kronen beim Spielen.	91
7.1	Links: Jüngere Kinder spielen für sich. Rechts: Ältere Kinder spielen Mühle.	97
7.2	Junge Kinder bekommen die Rolle der Beobachter.	98
7.3	Junge Kinder übernehmen das Verhalten der Älteren.	98
7.4	Auswahl an Fotos der Kinder, die gleiche Themen behandeln, wie die der geführten Probe.	100

7.5	Auswahl an Fotos der Kinder mit Dingen, die bei der geführten Probe nicht vorkamen.	100
7.6	Quantitative Auswertung der Themen.	101
7.7	Quantitative Auswertung der Themen laut Buben.	101
7.8	Quantitative Auswertung der Themen laut Mädchen.	101
7.9	Quantitative Auswertung der Themen anhand der gewählten Objekte. . . .	102
7.10	Quantitative Auswertung nach den gewählten Objekten der Buben.	102
7.11	Quantitative Auswertung nach den gewählten Objekten der Mädchen. . . .	102
7.12	Quantitative Auswertung der Themen nach Darstellungsart.	103
7.13	Quantitative Auswertung der Themen nach Darstellungsart mit Unterscheidung zwischen Mädchen und Buben.	103
7.14	Quantitative Auswertung der Technologien.	104
7.15	Quantitative Auswertung der Technologien mit Unterscheidung zwischen Mädchen und Buben.	104
7.16	Schreiben ihre Namen mit Hilfe der RFID-Tags.	105
7.17	Schreiben die einzelnen Buchstaben vom Bildschirm ab.	105
7.18	Verbinden Laptop und TUI.	106
7.19	Verbinden alle Technologien der Technology Probe.	106
7.20	Reaktionen auf den Bösewicht. Links: Schlag mit Faust. Rechts: Mund zuhalten.	107
7.21	Links der Tag des Mädchens, rechts der Tag des Jungen (verwendetes modifiziertes Bild: Frosch [1]).	108
7.22	Buben sind sehr laut beim gemeinsamen Spiel und zeigen auch auf Antworten. 108	
7.23	Falsche Verwendung der Maus. Links: Maus verkehrt herum. Rechts: Maus seitlich.	109
7.24	Quantitative Auswertung der verwendeten Eingabegeräte.	110
7.25	Handhabung der externen Knöpfe. Links: flache Hand. Rechts: Druck in der Mitte.	111

Tabellenverzeichnis

2.1	Stufen der kognitiven Entwicklung nach Piaget.	16
3.1	Mögliches Zusammenspiel [76] (neu formatiert und übersetzt).	30
4.1	Gestaltungs- und Erfolgskriterien zu intuitiver Interaktion [71] (neu formatiert).	48

Literaturverzeichnis

- [1] <https://office.microsoft.com/de-at/images/results.aspx?qu=frosch&ex=1#ai:MC900424710|mt:1|>, Stand vom 03. September 2013.
- [2] <http://www.mental-aktives-lernen.de/wissen/erfolgsprinzip/dopamin/>, Stand vom 02. Dezember 2013.
- [3] http://www.tigoe.net/blog/wp-content/uploads/2007/09/marble_answering_machine.png, Stand vom 02. November 2013.
- [4] <http://www.kinderinwien.at/fileadmin/redakteur/Dokumente/alterserweiterung.pdf>, Stand vom 08. Dezember 2013.
- [5] <http://www.kigaportal.com/de/>, Stand vom 05. Mai 2013.
- [6] <http://www.kidsweb.de/>, Stand vom 05. Mai 2013.
- [7] <https://office.microsoft.com/en-us/images/results.aspx?qu=pets&ex=1#ai:MP900448403|>, Stand vom 25. Mai 2013.
- [8] <https://office.microsoft.com/de-at/images/results.aspx?qu=hase&ex=1#ai:MC900361866|>, Stand vom 25. Mai 2013.
- [9] <https://office.microsoft.com/de-at/images/results.aspx?qu=haustiere&ex=1#ai:MC900359863|>, Stand vom 25. Mai 2013.
- [10] <https://office.microsoft.com/en-us/images/results.aspx?qu=cat&ex=1#ai:MC900020468|>, Stand vom 25. Mai 2013.
- [11] <http://office.microsoft.com/de-at/images/results.aspx?qu=haustiere&ex=1#ai:MC900411642|mt:1|>, Stand vom 25. Mai 2013.

- [12] <https://office.microsoft.com/de-at/images/results.aspx?qu=haustiere&ex=1#ai:MC900411640> |, Stand vom 25. Mai 2013.
- [13] <https://office.microsoft.com/de-at/images/results.aspx?qu=hase&ex=1#ai:MC900324466> |, Stand vom 25. Mai 2013.
- [14] <https://office.microsoft.com/de-at/images/results.aspx?qu=hund&ex=1#ai:MP900431289|mt:2> |, Stand vom 25. Mai 2013.
- [15] <https://office.microsoft.com/de-at/images/results.aspx?qu=hund&ex=1#ai:MP900448487|mt:2> |, Stand vom 25. Mai 2013.
- [16] <https://office.microsoft.com/de-at/images/results.aspx?qu=katze&ex=1#ai:MP900422312|mt:2> |, Stand vom 25. Mai 2013.
- [17] <https://office.microsoft.com/de-at/images/results.aspx?qu=frosch&ex=1#ai:MP900423087|mt:2> |, Stand vom 25. Mai 2013.
- [18] <https://office.microsoft.com/de-at/images/results.aspx?qu=meerschweinchen&ex=1#ai:MP900427743> |, Stand vom 25. Mai 2013.
- [19] <https://office.microsoft.com/de-at/images/results.aspx?qu=hase&ex=1#ai:MP900430946> |, Stand vom 25. Mai 2013.
- [20] <http://largeformat.tekaef.com/de/Product/KUV%252010042/Kuvert-C6-OeKI-blau-gummiert#>, Stand vom 05. Dezember 2013.
- [21] <http://www.clker.com/clipart-25002.html>, Stand vom 25. Mai 2013.
- [22] <https://office.microsoft.com/en-us/images/results.aspx?qu=beaver&ex=1#ai:MC900133523> |, Stand vom 05. Mai 2013.
- [23] https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Continents_vide_couleurs.png, Stand vom 23. August 2013.
- [24] <https://office.microsoft.com/de-at/images/results.aspx?qu=schildkr%C3%B6te&ex=1#ai:MC900424134> |, Stand vom 03. September 2013.

- [25] <http://www.flickr.com/photos/65839553@N00/470336787/sizes/l/in/photostream/>, Stand vom 03. September 2013.
- [26] <http://www.flickr.com/photos/dainismatisons/6120340201/sizes/l/in/photostream/>, Stand vom 03. September 2013.
- [27] <http://www.flickr.com/photos/65839553@N00/113467015/sizes/o/in/photostream/>, Stand vom 03. September 2013.
- [28] <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/BlankMap-World6.svg>, Stand vom 28. August 2013.
- [29] S. Altenthan und H. Hobmair: *Pädagogik*. Stam, 2002.
- [30] A. Blackler: *Intuitive interaction with complex artefacts: Empirically-based research*. Verlag Dr. Muller, Saarbrücken, Germany, 2008.
- [31] J. Blomberg, M. Burrell und G. Guest: *The human-computer interaction handbook*. Kapitel An ethnographic approach to design, Seiten 964–986. L. Erlbaum Associates Inc., Hillsdale, NJ, USA, 2003.
- [32] J. Bortz und N. Döring: *Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler*. Springer, Heidelberg, 4. überarb. Auflage, 2006.
- [33] L. Colombo und M. Landoni: *Low-tech and high-tech prototyping for ebook co-design with children*. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children, IDC '13*, Seiten 289–292, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [34] A. Crabtree, T. Hemmings, T. Rodden, K. Cheverst, K. Clarke, J. Hughes und M. Rouncefield: *Designing with care: Adapting cultural probes to inform design in sensitive settings*. In: *Ergonomics Society of Australia*, Seiten 4–13, 2003.
- [35] A. Diekmann: *Empirische Sozialforschung: Grundlagen, Methoden, Anwendungen*. Rowohlt, Reinbeck bei Hamburg, 6. durchges. Auflage, 2000.
- [36] S. Egenfeldt-Nielsen: *Third generation educational use of computer games*. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 16(3):263–281, 2007.
- [37] T.H. Egloff: *Edutainment: A case study of interactive cd-rom playsets*. *Comput. Entertain.*, 2(1):13, Januar 2004.
- [38] S.M. Fisch: *Making educational computer games "educational"*. In: *Proceedings of the 2005 Conference on Interaction Design and Children, IDC '05*, Seiten 56–61, New York, NY, USA, 2005. ACM.

- [39] G.W. Fitzmaurice, H. Ishii und W.A.S. Buxton: *Bricks: Laying the foundations for graspable user interfaces*. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '95, Seiten 442–449, New York, NY, USA, 1995. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co..
- [40] B. Gaver, T. Dunne und E. Pacenti: *Design: Cultural probes*. *Interactions*, 6(1):21–29, Januar 1999.
- [41] W.W. Gaver, A. Boucher, S. Pennington und B. Walker: *Cultural probes and the value of uncertainty*. *Interactions*, 11(5):53–56, September 2004.
- [42] J.J. Gibson: *The ecological approach to visual perception*. 1979. Boston: Houghton Mifflin.
- [43] C. Graham, M. Rouncefield, M. Gibbs, F. Vetere und K. Cheverst: *How probes work*. In: *Proceedings of the 19th Australasian Conference on Computer-Human Interaction: Entertaining User Interfaces*, OZCHI '07, Seiten 29–37, New York, NY, USA, 2007. ACM.
- [44] S. Heintz und E.L. C. Law: *Evaluating design elements for digital educational games on programming: A pilot study*. In: *Proceedings of the 26th Annual BCS Interaction Specialist Group Conference on People and Computers*, BCS-HCI '12, Seiten 245–250, Swinton, UK, UK, 2012. British Computer Society.
- [45] E. Hornecker: *Tangible User Interfaces als kooperationsunterstützendes Medium*. Dissertation, Universität Bremen, 2004.
- [46] E. Hornecker: *Die Rückkehr des Sensorischen: Tangible Interfaces und Tangible Interaction*, Seiten 235–256. Kultur- und Medientheorie. Transcript Verlag, 2008.
- [47] J. Hurtienne und J.H. Israel: *Image schemas and their metaphorical extensions: Intuitive patterns for tangible interaction*. In: *Proceedings of the 1st International Conference on Tangible and Embedded Interaction*, TEI '07, Seiten 127–134, New York, NY, USA, 2007. ACM.
- [48] J. Hurtienne, C. Mohs, H.A. Meyer, M.C. Kindsmüller und J.H. Israel: *Intuitive Use of User Interfaces - Definition und Herausforderungen*. *i-com*, 5(3):38–41, 2006.
- [49] H. Hutchinson, W. Mackay, B. Westerlund, B.B. Bederson, A. Druin, C. Plaisant, M. Beaudouin-Lafon, S. Conversy, H. Evans, H. Hansen, N. Roussel und B. Eiderbäck: *Technology probes: Inspiring design for and with families*. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '03, Seiten 17–24, New York, NY, USA, 2003. ACM.

- [50] H. Ishii: *Tangible bits: Beyond pixels*. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Tangible and Embedded Interaction*, TEI '08, Seiten xv–xxv, New York, NY, USA, 2008. ACM.
- [51] H. Ishii und B. Ullmer: *Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms*. In: *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '97, Seiten 234–241, New York, NY, USA, 1997. ACM.
- [52] J. Jenson, S. de Castell und S. Fisher: *Girls playing games: Rethinking stereotypes*. In: *Proceedings of the 2007 Conference on Future Play*, Future Play '07, Seiten 9–16, New York, NY, USA, 2007. ACM.
- [53] M. Jovanovic, D. Starcevic, V. Stavljanin und M. Minovic: *Educational games design issues: Motivation and multimodal interaction*. In: M.D. Lytras, J.M. Carroll, E. Damiani und R.D. Tennyson (Herausgeber): *Emerging Technologies and Information Systems for the Knowledge Society*, Band 5288 der Reihe *Lecture Notes in Computer Science*, Seiten 215–224. Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [54] A. Karime, M.A. Hossain, A. El Saddik und W. Gueaieb: *A multimedia-driven ambient edutainment system for the young children*. In: *Proceedings of the 2nd ACM International Workshop on Story Representation, Mechanism and Context*, SRMC '08, Seiten 57–64, New York, NY, USA, 2008. ACM.
- [55] R. Khan und A. Angeli: *The attractiveness stereotype in the evaluation of embodied conversational agents*. In: T. Gross, J. Gulliksen, P. Kotzé, L. Oestreicher, P. Palanque, R.O. Prates und M. Winckler (Herausgeber): *Human-Computer Interaction – INTERACT 2009*, Band 5726 der Reihe *Lecture Notes in Computer Science*, Seiten 85–97. Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- [56] K. Kiili: *Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model*. *The Internet and Higher Education*, 8(1):13–24, Januar 2005.
- [57] M.B. Kinzie und D.R.D. Joseph: *Gender differences in game activity preferences of middle school children: Implications for educational game design*. *Educational Technology Research and Development*, 56(5-6):643–663, 2008.
- [58] C. Klüver, C. Kluver und J. Klüver: *Lehren, Lernen und Fachdidaktik: Theorie, Praxis und Forschungsergebnisse am Beispiel der Informatik*. SpringerLink : Bücher. Vieweg+Teubner Verlag, 2012.
- [59] S. Knischek: *Lebensweisheiten berühmter Philosophen: 4000 Zitate von Aristoteles bis Wittgenstein*. Information & Wissen. Humboldt, 2009.

- [60] H. Knoblauch: *Die Video-Interaktions-Analyse*. Sozialer Sinn, 5(1):123–138, 2004.
- [61] H. Kritzenberger: *Multimediale und interaktive Lernräume*. Interaktive Medien. Oldenbourg, 2005.
- [62] K. Lahmer: *Kernbereiche der Psychologie*. Dorner, 2000.
- [63] F. Lange-Nielsen, X.V. Lafont, B. Cassar und R. Khaled: *Involving players earlier in the game design process using cultural probes*. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Fun and Games, FnG '12*, Seiten 45–54, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [64] E.L. C. Law, T. Gamble und D. Schwarz: *Gender and cultural differences in perceiving game characters of digital educational games*. In: T. Gross, J. Gulliksen, P. Kotzé, L. Oestreicher, P. Palanque, R. Prates und M. Winckler (Herausgeber): *Human-Computer Interaction – INTERACT 2009*, Band 5726 der Reihe *Lecture Notes in Computer Science*, Seiten 149–153. Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- [65] C. Leonardi, C. Mennecozzi, E. Not, F. Pianesi, M. Zancanaro, F. Gennai und A. Cristoforetti: *Knocking on elders' door: Investigating the functional and emotional geography of their domestic space*. In: *Proceedings of the 27th International Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '09*, Seiten 1703–1712, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [66] J. Liebal und M. Exner: *Usability für Kids: Ein Handbuch zur Ergonomischen Gestaltung von Software und Websites für Kinder*. Vieweg Verlag, Friedr. & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, 2011.
- [67] C. Linehan, B. Kirman, S. Lawson und G. Chan: *Practical, appropriate, empirically-validated guidelines for designing educational games*. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '11*, Seiten 1979–1988, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [68] Z. McDougall und S. Fels: *Cultural probes in the design of communication*. In: *Proceedings of the 28th ACM International Conference on Design of Communication, SIGDOC '10*, Seiten 57–64, New York, NY, USA, 2010. ACM.
- [69] G. Mietzel: *Wege in die Entwicklungspsychologie: Kindheit und Jugend*. Beltz : Lehrbuch. Beltz, PVU, 2002.
- [70] C. Mohs, J. Hurtienne, J. H. Israel, A. Naumann, H.A. Kindsmüller, M. C. and Meyer und A. Pohlmeier: *IUUI – Intuitive Use of User Interfaces*. In: T. Bosenick, M. Hassenzahl, M. Müller-Prove und M. Peissner (Herausgeber):

- Usability Professionals 06*, Seiten 130–133. German Chapter der Usability Professionals' Association, 2006.
- [71] C. Mohs, J. Hurtienne, M.C. Kindsmüller, J.H. Israel, H.A. Meyer und et al.: *IUUI - Intuitive Use of User Interfaces: Auf dem Weg zu einer wissenschaftlichen Basis für das Schlagwort 'Intuitivität'*. MMI Interaktiv, 11, 2006.
- [72] C. Moser, V. Fuchsberger und M. Tscheligi: *Using probes to create child personas for games*. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, ACE '11, Seiten 39:1–39:8, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [73] A.B. Naumann, A.E. Pohlmeier, S. Husslein, M.C. Kindsmüller, C. Mohs und J.H. Israel: *Design for intuitive use: Beyond usability*. In: *CHI '08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '08, Seiten 2375–2378, New York, NY, USA, 2008. ACM.
- [74] E. Nicol und E. Hornecker: *Using children's drawings to elicit feedback on interactive museum prototypes*. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children*, IDC '12, Seiten 276–279, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [75] D.A. Norman: *Affordance, conventions, and design*. *Interactions*, 6(3):38–43, Mai 1999.
- [76] K. Rapeepisarn, K.W. Wong, C.C. Fung und M.S. Khine: *The relationship between game genres, learning techniques and learning styles in educational computer games*. In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Technologies for E-Learning and Digital Entertainment*, Edutainment '08, Seiten 497–508, Berlin, Heidelberg, 2008. Springer-Verlag.
- [77] S. Schmehl, S. Deutsch, J. Schrammel, L. Paletta und M. Tscheligi: *Directed cultural probes: Detecting barriers in the usage of public transportation*. In: *Proceedings of the 13th IFIP TC 13 International Conference on Human-Computer Interaction - Volume Part I*, INTERACT'11, Seiten 404–411, Berlin, Heidelberg, 2011. Springer-Verlag.
- [78] O. Shaer und E. Hornecker: *Tangible user interfaces: Past, present, and future directions*. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 3(1–2):1–137, Januar 2010.
- [79] O. Shaer, N. Leland, E.H. Calvillo-Gamez und R.J.K. Jacob: *The TAC paradigm: Specifying tangible user interfaces*. *Personal Ubiquitous Comput.*, 8(5):359–369, September 2004.

- [80] M. Song und S. Zhang: *EFM: A model for educational game design*. In: Z. Pan, X. Zhang, A. Rhalibi, W. Woo und Y. Li (Herausgeber): *Technologies for E-Learning and Digital Entertainment*, Band 5093 der Reihe *Lecture Notes in Computer Science*, Seiten 509–517. Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [81] C.M. Steiner, M.D. Kickmeier-Rust und D. Albert: *Little big difference: Gender aspects and gender-based adaptation in educational games*. In: M. Chang, R. Kuo, Kinshuk, G. D. Chen und M. Hirose (Herausgeber): *Learning by Playing. Game-based Education System Design and Development*, Band 5670 der Reihe *Lecture Notes in Computer Science*, Seiten 150–161. Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- [82] B. Ullmer, H. Ishii und R.J.K. Jacob: *Token+constraint systems for tangible interaction with digital information*. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 12(1):81–118, März 2005.
- [83] G. Wallner und S. Kriglstein: *Design and evaluation of the educational game DO-Geometry: A case study*. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, ACE '11, Seiten 14:1–14:8, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [84] T. Wei und Y. Li: *Design of educational game: A literature review*. In: Z. Pan, A.D. Cheok, W. Müller, X. Zhang und K. Wong (Herausgeber): *Transactions on Edutainment IV*, Band 6250 der Reihe *Lecture Notes in Computer Science*, Seiten 266–276. Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- [85] P. Wellner, W. Mackay und R. Gold: *Back to the real world*. *Commun. ACM*, 36(7):24–26, Juli 1993.
- [86] M. Wißner, W. Beek, E. Lozano, G. Mehlmann, F. Linnebank, J. Liem, M. Häring, R. Bühling, J. Gracia, B. Bredeweg und E. André: *Increasing learners' motivation through pedagogical agents: The cast of virtual characters in the dynaLearn ILE*. In: M. Beer, C. Brom, F. Dignum und V. W. Soo (Herausgeber): *Agents for Educational Games and Simulations*, Band 7471 der Reihe *Lecture Notes in Computer Science*, Seiten 151–165. Springer Berlin Heidelberg, 2012.
- [87] P. Wyeth und C. Diercke: *Designing cultural probes for children*. In: *Proceedings of the 18th Australia Conference on Computer-Human Interaction: Design: Activities, Artefacts and Environments*, OZCHI '06, Seiten 385–388, New York, NY, USA, 2006. ACM.
- [88] W.S. Yue und N.A.M. Zin: *Usability evaluation for history educational games*. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Interaction Sciences: Infor-*

mation Technology, Culture and Human, ICIS '09, Seiten 1019–1025, New York, NY, USA, 2009. ACM.

- [89] P.G. Zimbardo und R.J. Gerrig: *Psychologie*. PEARSON STUDIUM, 18. aktualis. Auflage, März 2008.
- [90] P.G. Zimbardo, R.L. Johnson und V. McCann: *Psychology: Core concepts*. Pearson Education, Limited, 7. Auflage, 2011.