

Masterthesis

# Entwicklung eines kollaborativen Lernspiels unter der Verwendung von externen Plastikkarten zur Gesteneingabe bei iPads

Stefan Lexow, BSc.

31. Januar 2014

**Betreuer:** Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Martin Ebner

**Technische Universität Graz**  
Institut für Informationssysteme und Computer Medien

Deutsche Fassung:  
Beschluss der Curricula-Kommission für Bachelor-, Master- und Diplomstudien vom 10.11.2008  
Genehmigung des Senates am 1.12.2008

## EIDESSTÄTTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am .....

.....  
(Unterschrift)

Englische Fassung:

## STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

.....  
date

.....  
(signature)

## Danksagung

Ich möchte mich bei Univ.-Doz. Martin Ebner für die Zurverfügungstellung dieses Themas, sein Entgegenkommen bei der Bearbeitung, seinen Ratschlägen bei der Entwicklung sowie für seinen unkomplizierten Umgang recht herzlich bedanken. Dr. Ebner hatte während der Durchführung dieser Arbeit immer ein offenes Ohr und gab mir das Gefühl mit meinen Problemen nicht alleine gelassen zu werden. In weiterer Folge möchte ich mich bei Frau Silvana Aureli bedanken, durch deren Hilfe eine Evaluierung des Prototypen in der Volksschule Graz-Hirten ermöglicht wurde. Für die tatkräftige Mitarbeit bei der Evaluierung gilt auch Frau Julia Schönhart mein herzlichster Dank.

Einen besondere Bedeutung in diesen Zeilen kommt aber meinen Eltern zu, die es mir durch ihre Erziehung ermöglicht haben, zu dem Menschen zu werden, der ich heute bin. Die vergangenen Jahre waren nicht immer einfach, aber in meinen Eltern fand ich stets Rückhalt und Unterstützung, dabei auch oft klare Worte, um meinen Weg weiter bestreiten zu können. Ich möchte mich für all dies recht herzlich bedanken. Neben meinen Eltern bin ich auch meinem Bruder, der für mich immer ein offenes Ohr hat und auf dessen Unterstützung ich in allen Lebenslagen zählen darf, sehr zu Dank verpflichtet. Neben meiner Familie hatte ich in den letzten Jahren auch das große Glück die Familie meiner Freundin hinter mir zu wissen, die mich in entscheidenden Situation stets mit ihren positiven Gedanken unterstützt haben - auch dafür möchte ich mich Bedanken.

Abschließend gebührt mein größter Dank meiner Lebensgefährtin und Freundin Maria, die mich in all den Jahren unterstützt und immer an mich geglaubt hat. Nur durch ihren Einfluss und ihrer Stärke konnte ich diesen Weg zu Ende gehen. Ich möchte mich bei dir für all das bedanken und mich für die Entbehrungen, die ich dir dadurch oft bereitet habe, entschuldigen.

## Kurzfassung

Diese Arbeit beschreibt eine alternative Eingabemöglichkeit für kapazitive Touchscreens durch die Verwendung von Plastikkarten, die mit elektrisch leitfähiger Farbe behandelt wurden. Darüber hinaus wird gezeigt, ob sich die erzeugten Prototypen zur Verwendung im Rahmen eines digitalen Lernspieles für Grundschulkindern eignen. Aus diesem Grund wurde ein edukatives, kollaboratives Lernspiel für den Bereich der Sachkunde entworfen und mit einer Steuerung per Plastikkarte ausgestattet. Das Spiel basiert auf Frage-Antwort-Runden und kann von bis zu vier gleichzeitig Spielern bedient werden. Die Auswahl der korrekten Antwort sowie das eindeutige Zuordnen von Spielern zu einer Figurenfarbe erfolgt über das Auflegen der Plastikkarten auf den Bildschirm. Die Evaluierung anhand von zwei Gruppen zu jeweils vier Probandinnen und Probanden zeigt, dass die Karten für die Identifizierung unterschiedlicher Spieler/innen sehr gut geeignet sind, aber Schwächen aufweisen, um eindeutige, einmalig vorgenommene Eingaben korrekt zu erkennen. Hinsichtlich des Spieles kann gezeigt werden, dass die Probandinnen und Probanden durchgängig Interesse an der Bedienung des Spieles mit Plastikkarten hatten und auch die Wissensüberprüfung selbst als herausfordernd ansahen. Auf Grund der Evaluierung kann der Schluss gezogen werden, dass die eingesetzten Plastikkarten zur eindeutigen Festlegung einer Antwort nicht gänzlich geeignet sind, da Falscherkennungen nicht ausgeschlossen werden können. Dennoch bietet das Spielkonzept im Bezug auf die kollaborative Zusammenarbeit der Probandinnen und Probanden einen vielversprechenden Ansatz, da die Spieler/innen, wie beabsichtigt, stets gemeinsam an der Lösungsfindung arbeiteten. Zusätzlich bietet die Verwendung der Plastikkarten eine Möglichkeit, Kinder über die zugrunde liegenden technischen Hintergründe aufzuklären.

## **Abstract**

This paper evaluates and describes the usage of plastic cards, coated with conductive paint, as an input device for capacitive touchscreens. By using the developed card prototypes it can be proofed, that usage of this new kind of input device can be handled by primary school pupils. For this reason an educative digital learning game has been developed which can be controlled by the card prototypes. The game asks questions of general knowledge and the answer can be given by putting the proper plastic card on the touchscreen. The evaluation of the game by two groups of four children pointed out, that the cards can be easily used to identify a specific user. Although evaluation shows that the card control has weaknesses to reliably detect the correct answer during the game phase. All pupils enjoy to play the game and they additionally state, that they like the usage of the cards. Beside the problems with a reliable card recognition the evaluation shows that the collaborative concept of the game is promising due to the fact that the pupils are always working together on finding a solution for the answer. Further they support themselves in handling and understanding the plastic cards which leads to a deeper understanding of the technical backgrounds.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Grundlagen dieser Arbeit</b>	<b>4</b>
2.1. Vom Lernen und Lehren . . . . .	4
2.2. E-Learning - Elektronisches Lernen . . . . .	6
2.3. M-Learning - Mobiles Lernen . . . . .	9
2.4. Lernen und Spielen . . . . .	11
2.4.1. Spielend Lernen . . . . .	14
2.4.2. Entertainment Education . . . . .	17
2.4.3. Game-Based Learning und Serious Games . . . . .	18
2.4.4. Gamification . . . . .	20
2.5. Tablets als Lerngeräte in Schulen . . . . .	25
2.5.1. Tablets in Kinderhänden . . . . .	25
2.5.2. Technische Voraussetzungen . . . . .	26
2.5.3. Spielangebot . . . . .	29
2.5.4. Erfahrungen . . . . .	31
<b>3. Technologieüberblick</b>	<b>35</b>
3.1. Touchscreens . . . . .	35
3.1.1. Resistive Touchscreens . . . . .	36
3.1.2. Kapazitive Touchscreens . . . . .	36
3.1.3. Optische Touchscreens . . . . .	38
3.1.4. Infrarot Touchscreens . . . . .	39
3.2. Leitfähige Farbe . . . . .	39
<b>4. Implementierung</b>	<b>42</b>
4.1. Die Spielidee . . . . .	42
4.2. Die Eingabekarten . . . . .	43
4.2.1. Analyse der bestehenden Karten . . . . .	44
4.2.2. Eigener Kartenprototyp . . . . .	45
4.3. Das Spiel - "Guess Austria" . . . . .	48
4.3.1. Einführung iOS . . . . .	48
4.3.2. Die Kartenerkennung . . . . .	50
4.3.3. Der Spielablauf . . . . .	58

<b>5. Evaluierung</b>	<b>63</b>
5.1. Aufbau . . . . .	63
5.2. Durchführung . . . . .	65
5.2.1. Gruppe 1 . . . . .	65
5.2.2. Gruppe 2 . . . . .	68
<b>6. Diskussion</b>	<b>70</b>
6.1. Spielkarten . . . . .	70
6.2. Spieldesign . . . . .	71
6.3. Ausblick . . . . .	73
<b>7. Zusammenfassung</b>	<b>75</b>
<b>A. Appendix</b>	<b>A 1</b>
A.1. Screenshots . . . . .	A 1
A.2. Sourcecode . . . . .	A 4
A.2.1. CardScanTouchRecognizer . . . . .	A 4
A.2.2. CardRecognition . . . . .	A 7
A.2.3. CardRecognizer . . . . .	A 9
A.2.4. CardTemplate . . . . .	A 11

# Abbildungen

1.	»The Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland PLATO V terminal showing RankTrek application« (Creative Commons Attribution 3.0 Unported), 1981 . . . . .	8
2.	Schematischer Überblick der vorgestellten Lernbegriffe (Breuer & Bente, 2010, S.11) . . . . .	12
3.	Durchschnittsalter und Verteilung von computerspielenden Personen nach Alter (Esa, 2013, S.2) . . . . .	13
4.	Verteilung der Computerspieler/innen nach Geschlecht (Esa, 2013, S.2) . . . . .	13
5.	Computerspielnutzung bei Jugendlichen (Feierabend et al., 2013, S.45) . . . . .	14
6.	Spielzyklus nach Garris, Ahlers & Driskell (Kerres & Bormann, 2009) . . . . .	15
7.	Foursquare . . . . .	23
8.	Geocaching . . . . .	24
9.	Rückgabegerät im Einsatz (Berengueres et al., 2013) . . . . .	24
10.	Marktanteile bei Tablets nach Betriebssystem (IDC Worldwide Quarterly Tablet Tracker, December 2013) . . . . .	27
11.	Aufbewahrungsschrank der Firma Bretford für Apple iPads . . . . .	28
12.	AVer TabSync zur Aufbewahrung von Tablets . . . . .	29
13.	Schematische Erklärung zur Synchronisation von Google Tablets per NFC . . . . .	29
14.	Kennzeichnung eines Lernspieles mit den Hinweisen, dass keine In-App Verkäufe oder Werbung enthalten sind und die Applikation bestimmte Qualitätskriterien erfüllt hat. . . . .	30
15.	Resistiver Touchscreen (Quelle: <a href="http://www.techglobal.com">www.techglobal.com</a> ) . . . . .	36
16.	Oberflächen-kapazitive Touchscreens (Quelle: <a href="http://www.techglobal.com">www.techglobal.com</a> ) . . . . .	37
17.	Projiziert-kapazitiver Touch (Quelle: <a href="http://www.techglobal.com">www.techglobal.com</a> ) . . . . .	38
18.	Optischer Touchscreen (Quelle: <a href="http://www.techglobal.com">www.techglobal.com</a> ) . . . . .	39
19.	Infrarot Touchscreen (Quelle: <a href="http://www.techglobal.com">www.techglobal.com</a> ) . . . . .	40
20.	RFID-Transponder (Quelle: <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/RFID">http://de.wikipedia.org/wiki/RFID</a> ) . . . . .	41
21.	Monopoly Zapped Edition (Quelle: <a href="http://www.hasbro.com">www.hasbro.com</a> ) . . . . .	42
22.	Vorderansicht der original Spielkarten aus der Monopoly Zapped Edition . . . . .	44
23.	Rückansicht der original Spielkarten aus der Monopoly Zapped Edition . . . . .	44
24.	Vorderseite des Spielkartensets bestehend aus 16 Spielkarten . . . . .	45
25.	Rückseite des Spielkartensets bestehend aus 16 Spielkarten . . . . .	46
26.	Detailansicht der Rückseite eines Kartensets für einen Spieler . . . . .	47
27.	MVC anhand eines Beispiels aus "Guess Austria" . . . . .	50



28.	iOS Gesture Recognizer wird an eine View gebunden (Apple Inc, 2014) . . .	51
29.	Mögliche Status von “Gesture Recognizers” (Apple Inc, 2014) . . . . .	52
30.	Zustandsdiagramm des CardGestureRecognizer . . . . .	54
31.	Grünes (Karten)Scanfeld mit Debuganzeige der Kartentemplates . . . . .	56
32.	UML Klassendiagramm der Kartenerkennung . . . . .	58
33.	Spielerregistrierung . . . . .	59
34.	UML Zustandsdiagramm während der Registrierung . . . . .	60
35.	Spielansicht . . . . .	61
36.	UML Ablaufdiagramm einer Spielrunde mit zwei Spieler/innen . . . . .	62
37.	5 Fragen inkl. Smileys zu deren Bewertung . . . . .	65
38.	Gruppe 1 beim Spielen . . . . .	67
39.	Gruppe 1 bei der Evaluierung . . . . .	67
40.	Evaluierung durch Gruppe 2 . . . . .	69
41.	Fehleranfällige Verwendung einer Spielkarte . . . . .	71
42.	Hauptmenü und Spielerauswahl . . . . .	A 1
43.	Registrieren eines Spielers samt Spielerfarbe . . . . .	A 2
44.	Start einer Fragerunde . . . . .	A 2
45.	Spieler geben Antworten ab . . . . .	A 3
46.	Runde wird abgeschlossen . . . . .	A 3

# Listings

4.1. Erkennen und Speichern von UITouches . . . . .	55
4.2. Initialisieren der CardRecognition Klasse . . . . .	56
4.3. Schwellwert zum Festlegen der Abfragegenauigkeit . . . . .	57
4.4. Methode um ID-Karte zu erkennen . . . . .	57

# Abkürzungen

<b>GBL</b>	Game-Based Learning
<b>DGBL</b>	Digital Game-Based Learning
<b>BS</b>	Betriebssystem

# 1. Einleitung

Bis zum Jahr 2007 war der Markt an “media riched planes” bzw. “PDAs” geprägt von Geräten, die über eine fix verbaute Tastatureinheit verfügten und je nach Ausführung den restlichen Platz mit dem Bildschirm belegten. Abhängig vom Gerätehersteller, boten diese Geräte resisitive Touchscreens, um eine zusätzliche Eingabemöglichkeit über Stylus-Stifte zu ermöglichen. Im selben Jahr veröffentlichte Apple das erste iPhone mit kapazitiven Touchscreen und revolutionierte damit den Markt. Der Verzicht auf eine Hardwaretastatur hielt nahezu den gesamten Platz des Geräts für den Touchscreenbildschirm frei. Die Eingabe von Gesten und Befehlen mit Finger war derart erfolgreich, dass innerhalb kürzester Zeit alle anderen Gerätehersteller sich an ähnlichen Konzepten versuchten.<sup>1</sup> Nach diesem Umschwung am Mobilfunkmarkt wurde auch der Computermarkt durch die Veröffentlichung des iPads<sup>2</sup> im Jahre 2010 nachhaltig beeinflusst. Das mittlerweile in Smartphones erfolgreich eingesetzte Konzept aus kapazitiven Touchscreen und Multi-Touch-Gestensteuerung wurde in einer neuen Generation von Computern weiterentwickelt und führte zum Durchbruch der Tablet-Computer. Diese neue Generation an Tablets erfreut sich, seit dem ersten Erscheinen des iPad, über stetig steigende Absatzzahlen<sup>3</sup>. Die Mischung aus weiter Verbreitung, intuitiver Bedienung und einer hohen Anzahl an verfügbaren Apps, fördern das Interesse, diese mobilen Endgeräte auch für edukative Zwecke einzusetzen.

Bereits mit dem Erscheinen der ersten Computer begannen die Überlegungen, die neu gewonnene Ressource in den alltäglichen Lehr- und Lernprozess zu integrieren und von der zeitlich und teilweise auch örtlichen Ungebundenheit eines Computers zu profitieren. Ein allgemein bekanntes Schlagwort dafür ist “E-Learning”, das als Sammelbegriff für alle computerbasierenden Lehr- und Lernunterstützungen herangezogen wird. In den meisten

---

<sup>1</sup><http://www.imore.com/history-iphone> [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

<sup>2</sup><http://en.wikipedia.org/wiki/IPad#History> [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

<sup>3</sup><http://goo.gl/R0Vqv5> [Letzter Aufruf: 13. Jänner 2014]

Fällen werden unter “E-Learning” digitale, per Internet erreichbare Plattformen verstanden, die Lernunterlagen, Übungsbeispiele und eventuell Vorlesungsmitschnitte für Lernende zugänglich machen. Dass dieser Begriff sehr viel differenzierter behandelt werden muss, ist in Kapitel 2.2 nachzuverfolgen. Aus dem “E-Learning” heraus entstand der Wunsch, auch für Kinder im Kindergarten- und Grundschulalter eine Unterstützung durch digitale Medien zu integrieren. Die dafür verantwortliche Idee liefert das digitalisierte Umfeld, in dem heutige Kinder aufwachsen und den damit verbundenen geänderten Denk- und Lernprozessen, die nicht mehr mit Kindern früherer Generationen vergleichbar sind. Der nahezu unlimitierte Zugang zum Internet und den darin gespeicherten Informationen ändert die Art zu Lernen und neues Wissen aufzunehmen. Diesen Entwicklungen soll mit speziell auf diese Anforderungen angepassten Lernspielen im edukativem Umfeld Rechnung getragen werden. Die Bestrebungen in diesem Segment sind sehr stark und, nicht ausschließlich, aber dennoch, auch durch das Engagement der drei großen Tablethersteller (Apple, Google, Microsoft) mit speziellen edukativen Dienstleistungsprogrammen für Schulen ersichtlich. Die aktuellen Schlagwörter für edukative Spiele sind “Serious Games” und “(Digital) Game Based Learning”. Wie all diese Begriffe miteinander verbunden sind und welche Auswirkungen sie haben, wird in Kapitel 2 aufgezeigt.

Den Hintergrund dieser Arbeit bilden all diese aktuellen technologischen Entwicklungen, vom kapazitiven Touchscreen, zu Tablets, bis hin zu digitalen edukativen Lernspielen. Die Bedienung eines Touchscreens mit Fingern und Gesten gehört mittlerweile zum Alltag. Dies war bis vor kurzem auch die einzige Möglichkeit, mit den verfügbaren Tablets direkt zu interagieren. In den letzten Monaten wurden einige alternative Eingabemöglichkeiten zur Steuerung eines Tablets über den Touchscreen zur Marktreife gebracht und veröffentlicht. Allen voran zeichneten sich für diese Möglichkeiten Spielehersteller aus, die aus dem Bereich der klassischen Brettspiele bekannt waren. Sie versuchten mit neuen Konzepten ihre Spieleklassiker für mobile Endgeräte aufzubereiten, um so neue Absatzmöglichkeiten zu erschließen. Aber auch für bereits beliebte und etablierte Spiele auf den diversen Tablet-Plattformen wurden neue Varianten mit alternativen Eingabemöglichkeiten aufgelegt. Als Ergebnis dieser Anstrengungen erschienen im abgelaufenem Jahr zahlreiche Spiele, die über ein alternatives Eingabekonzept, unter Zuhilfenahme von Plastikkarten bis hin zu kompletten Plastikspielfiguren, verfügen.<sup>45</sup>

---

<sup>4</sup><http://www.gizmag.com/apptivity-ipad-toys/23995/> [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

<sup>5</sup><http://www.hasbrozapped.de/> [Letzter Aufruf: 12. Jänner 2014]

Diese Arbeit befasst sich mit der Entwicklung und Evaluierung eines kollaborativen Lernspiels, dessen Eingabe auf der Verwendung von externen Plastikkarten basiert. Es soll festgestellt werden, ob das zu entwickelnde Spiel einen kollaborativen Lernprozess ermöglicht und wie dieser mit der Verwendung der Plastikkarte als Eingabegerät harmoniert. Dazu werden Möglichkeiten einer auf Plastikkarten basierenden Steuerung einer Applikation untersucht. Als Vorlage dient die von der Firma Hasbro veröffentlichte Zapped Edition des Spieles Monopoly (siehe Abbildung 21). Dabei werden in einem Lizenzverfahren hergestellte Plastikkarten zur Erkennung einzelner Spieler/innen verwendet. Im Rahmen der Arbeit wird der Herstellungsprozess analysiert und dessen technologische Grundlagen aufgezeigt. Zusätzlich wird der Prototyp eines kollaborativen Lernspiels entwickelt, dessen Steuerung teilweise mit Hilfe der selbst hergestellten Plastikkarten realisiert wird. Die Vorgaben für das zu erzeugende Spiel sehen einen Wissenstest aus dem Bereich Sachkunde vor. Die genauere Definition der Spielidee wird in Kapitel 4 erläutert. Zum Abschluss wird das Spiel noch in einer Evaluierungsphase unter Zuhilfenahme von Kindern als Probanden getestet und damit der Einsatz und die Funktionalität der erzeugten Plastikkarten, aber auch die Qualität des entwickelten Lernspiels, eruiert werden.

Der Aufbau der Arbeit umfasst eine grundlegende Aufarbeitung des Themas “E-Learning” und aller damit verwandten Begriffe in Kapitel 2. Dies soll eine Zuordnung des erstellten Lernspiels im Spezialgebiet “Game-based Learning” ermöglichen. Zusätzlich wird in diesem Kapitel auf den immer stärker werdenden Einsatz von Tablets in Schulklassen eingegangen und auf die dadurch entstehenden Potentiale und Gefahren hingewiesen. In weiterer Folge wird in Kapitel 3 ein Überblick über jene Technologien gegeben, die als Grundlage für diese Arbeit dienen. Darunter fallen die technologischen Grundlagen von Touchscreens sowie das für die Umsetzung der Plastikkarten benötigte Grundwissen über elektrisch leitfähige Farben. In Kapitel 4 wird die Implementierung des Lernspiels “Guess Austria” und die dafür notwendige Herstellung von Spielkarten im Detail erörtert. Der Fokus dieses Kapitels liegt auf der programmiertechnischen Umsetzung der Kartenerkennung, hingegen wird auf den Entwurf des eigentlichen Spieles nur am Rande eingegangen. Im Anschluss wird in Abschnitt 5 die Evaluierung des Spieles an der Volkshule Graz-Hirten mit Hilfe von zwei Testgruppen zusammengefasst. Die darauffolgende Diskussion (siehe Kapitel 6) der Evaluierung bereitet die zentralen Erkenntnisse zusammengefasst auf. In der abschließenden Zusammenfassung dieser Arbeit werden diese reflektiert und die wichtigsten Ergebnisse kompakt präsentiert. Zusätzlich sollen weitere Forschungsfelder und alternative Konzepte aufgezeigt werden.

## 2. Grundlagen dieser Arbeit

Dieses Kapitel beinhaltet einen Überblick über die unterschiedlichen Lernkonzepte, die mit Hilfe von technologischen und digitalen Hilfsmitteln umgesetzt werden. Dabei wird ein Bild von der grundlegenden Bedeutung des Lernens und Lehrens im Sinne der klassischen Didaktik, bis hin zum computergestützten Lehren und Lernen und den damit notwendigen Didaktiken gezeigt. Die im weiteren vorgestellten und erläuterten Begriffe lassen sich mit Hilfe der in Abbildung 2 auf Seite 12 getroffenen schematischen Darstellung leichter zuordnen.

### 2.1. Vom Lernen und Lehren

Lernen und Lehre existieren seit jeher und bilden einen Grundstein unserer heutigen Gesellschaft. Ohne den Willen und das Interesse zum Lernen würde das von uns bekannte Gesellschaftssystem mit all seinen technologischen Errungenschaften nicht existieren. Andererseits bedarf es den Willen von Menschen ihre erlernten Kompetenzen mit anderen zu teilen und diese adäquat zu vermitteln.

#### Lernen

*Anlass für Lernen kann sowohl die Erfahrung sein, bestimmte Problematiken oder Aufgaben mit den bisher erworbenen Kompetenzen nicht erfolgreich bearbeiten zu können, als auch die Intention, bereits erworbene Kompetenzen zu erweitern, zu vertiefen und auf weitere Handlungsfelder auszudehnen oder für die Steigerung der persönlichen Handlungsfähigkeit völlig neue Kompetenzen*

*auf höherem Niveau für neue, komplexere und anspruchsvollere Handlungsfelder zu erwerben.* (Arnold et al., 2011, S. 19).

Arnold et al. (2011) unterscheiden weiters zwischen zwei verschiedene Szenarien, in denen individuelles Lernen vollzogen wird. Das defensiv begründete Lernszenario besteht aus gesellschaftlichen Konventionen (zum Beispiel der Schulpflicht), wobei die Motivation zum Lernen von außen kommt. Hingegen gibt es auch ein aktiv begründetes Lernszenario in dem eine Person aus eigener Überzeugung heraus sich neue Kompetenzen aneignen möchte.

Lernen besitzt nicht nur positive Aspekte, denn im Lernen liegt auch die Gefahr, bereits Gelerntes zu verlernen oder sich fehlerhaftes Wissen anzueignen, welches in bestimmten Situationen ebenso fatal sein kann, wie kein Wissen über eine bestimmte Materie zu besitzen. Grundsätzlich kann unter Lernen eine Veränderung des Verhaltens verstanden werden. (Ebner et al., 2013)

Beim technologiegestützten Lernen, dessen Grundlagen und Ausprägungen in den folgenden Kapiteln erläutert wird, geht es *»in aller Regel nicht um irgendein Lernen oder irgendeine Verhaltensänderung, sondern um konkrete Verbesserung des Wissens, des Verhaltens und der Kompetenzen«* (Ebner et al., 2013, S. 4) mit Unterstützung digitaler Technologien. Dabei umfasst der Begriff des technologiegestützten Lernens alle Technologien, die dem Lernenden bei der Ausübung seiner Tätigkeit unterstützen (vgl. Ebner et al., 2013).

## Lehre

Die Lehre wird über den wissenschaftlichen Bereich der Didaktik definiert. Es hängt von der verwendeten Didaktik ab, ob der vollzogene Unterricht für ein bestimmtes Lernfeld erfolgreich oder weniger erfolgreich ist. So wird sich im Laufe der folgenden Kapitel herausstellen, dass jeder Lernbereich, auch wenn artverwandte Technologien zum Einsatz kommen, seine eigene passende Lehr- und Lerntheorie benötigt, um sein volles Potential ausschöpfen zu können.

Arnold et al. (2011) sieht als Lehre allgemein die Explikation von Erfahrungen, Wissen, Methoden, Hinweisen und Beispielen in einer derartigen Form an, so dass darin enthaltene



Kompetenz von Interessierten aufgenommen werden und diese daraus individuelles Wissen entwickeln können. Alle für die Anwendung der Kompetenz notwendigen Erfahrungen lassen sich aber nicht durch Lehre vermitteln, sondern müssen durch den Lernenden in subjektiven Erlebnissen selbst erlangt werden.

Wenn auf Seiten des Lernens vom sogenannten technologiegestützten Lernen gesprochen wird, muss auf Seiten der Lehre diese technologische Komponente ebenfalls Berücksichtigung finden. Technologiegestützte Lehre beginnt bereits mit der Verwendung von Dia- und Overheadprojektoren, die es ermöglichten, den bis dahin vollzogenen Frontalunterricht mit Hilfe von Bildern oder gemeinsam mit den Lernenden erarbeiteten Overhead-Folien zu optimieren.

*Mit zunehmender Integration von Technologien wie dem computer- und webgestützten Lernen können Technologien nicht mehr nur als Ergänzung betrachtet werden, sondern werden mit ihren Gestaltungs- und Einsatzmöglichkeiten selbst ein wichtiges Element didaktischer und methodischer Überlegungen sowie Entscheidungen. (Ebner et al., 2013, S. 5)*

## 2.2. E-Learning - Elektronisches Lernen

Der Begriff "E-Learning" hat aufgrund des in ihm enthaltenen "E" für "Elektronisch" (ähnlich dem Begriff E-Mail) eine anscheinend selbsterklärende Bedeutung: "elektronisches Lernen". In der Praxis lässt sich feststellen, dass die exakte Definition dieses Begriffes durch seine geschichtliche Entwicklung und der Breite des wissenschaftlichen Feldes, welches er abzudecken hat, alles andere als leicht ist. "E-Learning" ist ein Begriff, der sich in den letzten Jahrzehnten, beginnend in den 1960er Jahren, in unterschiedlichen Bereichen entwickelt hat und in diesen Bereichen auch differenziert verstanden und ausgelegt wird. Nicholson (2007) setzt diese Bereiche mit Wirtschaft, Bildung, Weiterbildung und Militär fest, wobei er folgende Unterschiede zwischen den Forschungsbereichen feststellt:

*In the Higher Education, Business, and Training sectors it relates particularly to Internet-based flexible delivery of content and programs that focus on sustaining particular communities of practice. E-Learning in business and training can*

*be characterised as being driven by notions of improved productivity and cost reduction.* (Nicholson, 2007, S. 2)

Die Entwicklung von "E-Learning" ist eng mit den beiden Innovatoren Patrick Suppes und Don Bitzer verbunden. Suppes sah in der Anfang der 1960er Jahren vorhandenen Computertechnik die Möglichkeit, jedem Studenten einen individuellen Tutor zur Seite zu stellen, der allerdings in Form eines Computers realisiert sein würde. Er war der Überzeugung, dass ein Computer, durch die Möglichkeit gezielt auf Anfragen zu reagieren, in der Lage war, den Lernerfolg von Studenten entscheidend zu verbessern. Aus diesem Grund entwickelte er ein "Computer Managed Instruction system" welches Lernaufgaben und Informationen für die Studentinnen und Studenten bereit hielt. Neben den Studierenden testete er sein System auch bereits an Volksschulkindern und war damit seiner Zeit weit voraus. Gleichzeitig kam Suppes aber auch zu der Erkenntnis, dass sich die Art des Lernens seiner Studentinnen und Studenten, aber auch die Präsentation der Inhalte an diese neue Möglichkeit anzupassen hatten. Noch einen Schritt weiter ging Don Bitzer, der mit PLATO ein eigenes Computersystem zur Verbreitung computerbasierender Bildung entwarf. Zusätzlich zu dem System entwickelte Bitzer eine eigene Programmiersprache, mit der es möglich war, für jeden beliebigen Bereich eigene Lernprogramme zu erstellen und mit anderen Benutzern zu kommunizieren. Einige der von Bitzer entworfenen Features in PLATO sind heute Grundsteine in aktuellen E-Learning Systemen. Dazugehören neben E-Mail und Instant Messaging auch Technologien wie "Remote Screen Sharing" und Multiplayerspiele. In Abbildung 1 ist ein Terminal zur Benutzung des PLATO-Systems zu sehen. Das letzte produktiv laufende PLATO System wurde im Jahre 2006 abgeschaltet <sup>6</sup>.(vgl. Nicholson, 2007)

Nachdem nun ein Blick auf die historische Entwicklung des Begriffes "E-Learning" geworfen wurde, ist es umso wichtiger, ihn nach heutigen Maßstäben zu definieren. In der einfachsten, aber auch am weitesten gefassten Definition des Begriffes versteht man unter "E-Learning" jede Lehr- und Lernsituation, die mit Hilfe von technischen Hilfsmitteln unterstützt wird. In diesem Szenario wäre der Begriff gleichzusetzen mit jenem des technologiegestützten Lehrens und Lernens. Bei Ebner et al. (2013, S. 3) wird der Begriff allerdings »*enger verwendet, nämlich für Lernsituationen, bei denen mit dem Computer und dem Internet gelernt wird*«. Diese eingegrenzte Bedeutung des Wortes hat sich in der heutigen Wissenschaft

---

<sup>6</sup>[http://en.wikipedia.org/wiki/PLATO\\_\(computer\\_system\)](http://en.wikipedia.org/wiki/PLATO_(computer_system)) [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]



Abbildung 1.: »The Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland PLATO V terminal showing RankTrek application« (Creative Commons Attribution 3.0 Unported), 1981

und Praxis durchgesetzt.

Bei Arnold et al. (2011, S. 18) wird “E-Learning” als

*ein vielgestaltiges gegenständliches und organisatorisches Arrangement von elektronischen bzw. digitalen Medien zum Lernen, virtuellen Lernräumen und 'Blended Learning' bezeichnet.*

Mit “Blended Learning” ist die Abwechslung von Online-Lerneinheiten mit Präsenzeinheiten gemeint. Im Rahmen der Online-Lehreinheiten werden zum Beispiel Lernmaterialien ausgegeben, die von den Benutzern bearbeitet werden. Es findet dabei aber eine ständige digitale Kommunikation zwischen den Teilnehmerinnen und Teilnehmer, Tutorinnen und Tutoren sowie den Verantwortlichen statt. Da diese Art des Lernens viel Motivation seitens der Teilnehmerinnen und Teilnehmer benötigt, werden immer wieder Präsenzeinheiten abgehalten, andererseits helfen die Online-Lerneinheiten bei der Einsparung von teuren Präsenzeinheiten. (Ebner et al., 2013)

Eng verbunden mit dem “E-Learning” ist das “E-Teaching”, denn das Anbieten von computergestützten Plattformen für die Lernenden bringt immer einen Lehrenden mit sich. Der Lehrende hat die Aufgabe, die Inhalte zeitgemäß und im Rahmen der technologischen Möglichkeiten und des gewählten Einsatzgebietes ansprechend aufzubereiten. Die Kommunikation findet - wie bereits beschrieben - über asynchrone oder synchrone Kommunikationsmittel (E-Mail, Instant Messaging) oder über Präsenzeinheiten statt.

Der Begriff, aber vor allem der wissenschaftliche Bereich, des “E-Learnings” entwickelt sich stetig weiter. Einer der wichtigsten Änderungen in den letzten Jahren war die Feststellung von Downes (2005), dass auf Grund der Entwicklungen des Web 2.0 sich auch das “E-Learning” in Richtung dieses durch das “Web 2.0” definierten Standards des sozialen, aktiven und kollaborativen Zusammenarbeitens entwickeln muss. Downes (2005) bildet so den Begriff des “E-Learning 2.0”.

*Beim E-Learning 2.0 haben die aktive Nutzung und Erstellung von Inhalten in Wikis, Weblogs, Podcasts, sozialen Netzwerken und Medienplattformen Einzug gehalten. Gemeint ist hier also nicht die Recherche bei Wikipedia, sondern beispielsweise das gemeinsame Erstellen von Inhalten in einem Wiki-System. (Ebner et al., 2013, S. 9)*

## 2.3. M-Learning - Mobiles Lernen

Der maßgeblichste Trend der vergangenen Jahre wird durch die starke Verbreitung von Smartphones und Tablets definiert. Es ist naheliegend, diese Geräte in den Lehr- und Lernprozess einzubinden, da sie für den Lernenden rund um die Uhr verfügbar und erreichbar sind. Ein weiteres wichtiges Element des “M-Learning” bildet der heutzutage nahezu allgegenwärtige Zugang zum Internet auf mobilen Endgeräten. Das Vorhandensein eines Internetzugangs ist allerdings nicht zwingend notwendig, so sprechen Specht et al. (2013) von der Entwicklung des “M-Learning” als eine Entwicklung basierend auf der bloßen Verwendung eines mobilen Endgerätes zum Lernen. Auch de Witt (2013) hält fest:

*Mobiles Lernen erfolgt im Gegensatz zum E-Learning (auch) nicht grundsätzlich online, sondern gerade im Bereich des Mobiles Lernens werden sogenannte native, plattformspezifische Apps, die auch eine Offline-Nutzung von Anwendungen ermöglichen, zu einem wichtigen Qualitätskriterium (de Witt, 2013, S. 14).*

de Witt (2013) zeigt damit einen wichtigen Unterschied zum E-Learning auf, das seinen Fokus auf die Verwendung von online verfügbaren Lernsystemen (zur Unterstützung der Lernenden) legt. Zusätzlich halten sie fest, dass der Einsatz von sogenannten Apps im Bereich des M-Learning von großer Bedeutung ist. So folgen auch Specht et al. (2013, S. 8), dass für

»spezifische Lernprobleme in einem speziellen Lernkontext ein kleines Programm zur Seite« steht.

Es gibt auch Unterschiede darin, welche mobilen Endgeräte für das M-Learning in Frage kommen. de Witt (2013, S. 14) sieht darin alle »mobilen, meist drahtlos operierenden Geräte«. Dazu zählt sie ebenfalls Netbooks sowie aktuelle Tablets mit Größen von 7-10 Zoll. Little (2013) unterscheidet zusätzlich zwischen M-Learning mit mobilen Endgeräten wie Smartphones und Handhelds und T-Learning als eigenständigen Bereich für das Lernen mit der Unterstützung von Tablets.

Diese Unterscheidung von Little (2013) kann unter Umständen als zu detailliert angesehen werden, allerdings zeigt sie einen entscheidenden Punkt bei der Umsetzung von mobilen Lernsystemen auf. Es ist unabdingbar, den zu vermittelnden Inhalt auf das verwendete Endgerät anzupassen. "M-Learning" ist nicht einfach das Schaffen von Zugängen für bestehende "E-Learning"-Systeme auf mobilen Endgeräten. Die Anforderungen, Art und Umgebung, wie auf mobilen Endgeräten gelernt wird, ist nicht mit der Situation vergleichbar, die bei der Verwendung einer "E-Learning" Plattform, welche für die Verwendung auf einem PC optimiert wurde, auftritt. Diesen Unterschied gibt es auch bei der Verwendung und Handhabung von Smartphones und Tablets. Es ist daher zu empfehlen, die Basis für eine Lernsoftware allgemein zu halten und dann für jedes Endgerät spezifische Anwendungen, die den jeweiligen Ansprüchen genügen, zu entwickeln. (Little, 2013)

Die Umsetzung mobiler Lerninhalte bedarf intensiverer Vorbereitung und Überlegungen als bei reinen E-Learning Angeboten. Durch die in den mobilen Endgeräten verbauten Sensorkomponenten lassen sich eine Vielzahl von Szenarien realisieren, mit denen Lerninhalte auf unterschiedliche Art und Weise vermittelt werden können. Mit Hilfe von Barcodes und QR-Codes können Objekte näher beschrieben werden, durch die Verwendung von Kamera und Mikrophon lassen sich Bilder und Videos aufnehmen, bearbeiten und teilen. Zusätzlich bieten verbaute GPS-Module die Möglichkeit den Standort zu bestimmen oder Orte mittels Kompass aufzufinden.(vgl. Specht et al., 2013)

Zusätzlich zu der Überlegung, wie die Inhalte auf den jeweiligen Endgeräten bestmöglich präsentiert und vermittelt werden, ist der Begriff des Lernkontextes ein zentrales Thema im Bereich des mobilen Lernens. Göth & Schwabe (2012) beschreiben den Kontext als

Lernumgebung bzw. den Ort, an dem das Lernen stattfindet. Einher geht dies mit der Theorie des “Seamless Learning”, dem durchgängigen Lernen, welches einen Begriff dafür zur Verfügung stellt, dass sowohl in- als auch außerhalb der Klassenräume eine fortwährende Zusammenarbeit der Schülerinnen und Schüler stattfindet. Es ist naheliegend, dass dies jeweils an unterschiedlichen Orten und unter unterschiedlichen Voraussetzungen geschieht. Specht et al. (2013) sehen eine optimale Umsetzung, wenn alle Lernenden über ein geeignetes Endgerät verfügen, das den individuellen Lernprozess begleitet und unterstützt.

Das mobile Lernen bietet die Möglichkeit, an jedem Ort und zu jeder Zeit die für jedes Individuum optimale aufbereiteten Informationen und Lerneinheiten bereit zu halten. Dabei ist mit “optimal aufbereitet” der passende Zugang zu den Informationen entsprechend des Lernkontextes und der individuellen Bedürfnisse des Lernenden gemeint. Zusätzlich erschließen sich durch den allgegenwärtigen Internetzugang völlig neue Möglichkeiten in der kollaborativen Zusammenarbeit zwischen Lernenden. de Witt (2013, S. 19) zeigt aber auch die Grenzen des mobilen Lernens auf, in dem sie »*Mobile Learning nicht unbedingt für das Lernen von komplexen Zusammenhängen und für die Suche nach neuen Lösung geeignet*« ansieht. Der Grund dafür liegt für de Witt (2013) in dem erhöhten Maß an Konzentration und Abstand, den solche Lernsituationen erfordern.

## 2.4. Lernen und Spielen

In diesem Abschnitt soll der Zusammenhang zwischen Spielen und Lernen und dessen Vorzüge für den Einsatz in der Bildung ausgearbeitet werden. Durch die historisch bedingte Entwicklung der Begrifflichkeiten gibt es heute eine Vielzahl von Schlagwörtern und Definitionen, die in der Literatur oft als bedeutungsgleich, andererseits wieder als nuancierte Unterscheidungen verwendet werden. Um ein endgültiges Bild dieser Situation und deren Zusammenhänge aufzuzeigen, wird hier die schematische Darstellung nach Breuer & Bente (2010) (siehe Abbildung 2), verwendet.

Der aktuellen ESA<sup>7</sup>-Studie zur Situation auf dem amerikanischen Computerspielmarkt kann entnommen werden, dass das Durchschnittsalter von Computerspielern bei 30 Jahren (siehe

---

<sup>7</sup><http://www.theesa.com/> [Letzter Aufruf: 29. Jänner 2014]

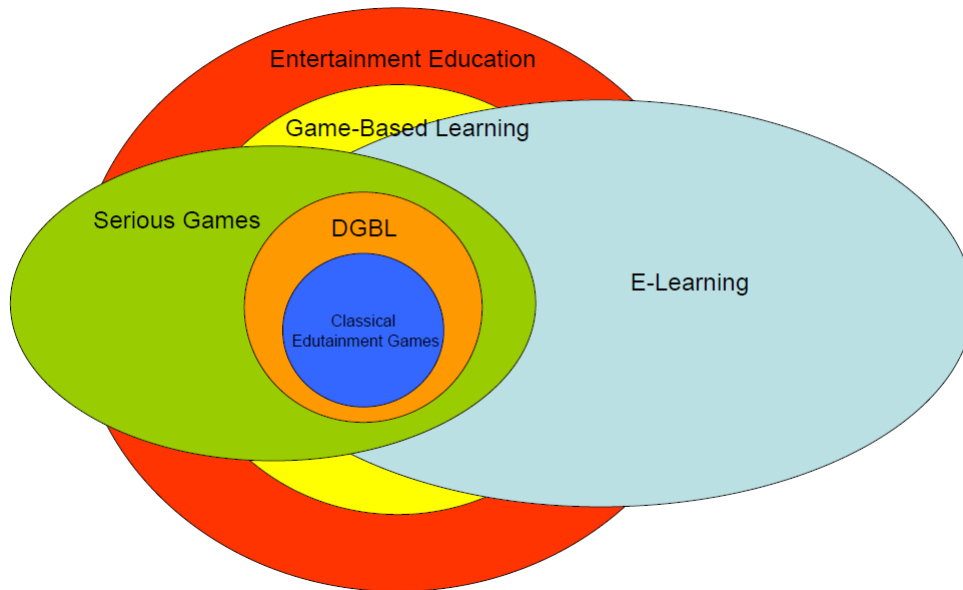


Abbildung 2.: Schematischer Überblick der vorgestellten Lernbegriffe (Breuer & Bente, 2010, S.11)

Abbildung 3) und die Anzahl an Computerspielern bei ca. 58% der Gesamtbevölkerung liegt. Hervorzuheben ist die Tatsache, dass die Diskrepanz zwischen männlichen und weiblichen Computerspielern weiter abgenommen hat und die beiden Geschlechter nahezu mit einem gleich großen Anteil am Markt auftreten (siehe Abbildung 4). (Esa, 2013)

Diese Daten lassen sich für den deutschsprachigen Raum durch die JIM<sup>8</sup>-Studie 2013 bestätigen. In dem aktuell vorliegenden Bericht wird festgehalten, dass nahezu 62% der befragten Jugendlichen regelmäßig Computerspiele benutzen. Einzig die Diskrepanz zwischen männlichen und weiblichen Spielern scheint im deutschsprachigen Raum noch ausgeprägter zu sein (vgl. Abbildung 5).

Mit diesen beiden Studien soll auch der Fokus dieses Kapitels auf digitale Spiele festgelegt werden, obwohl die folgenden Erklärungen und Begriffsdefinitionen oft auch für Spiele ohne digitalen Hintergrund volle Gültigkeit besitzen.

Die Digitalisierung der Welt macht vor den Kindern keinen Halt und so sind Computerspiele seit Anfang der 1980er Jahre fester Bestandteil des Spielerepertoires in den Kinderzimmern.

<sup>8</sup><http://www.mpfs.de/index.php?id=613> [Letzter Aufruf: 29. Jänner 2014]

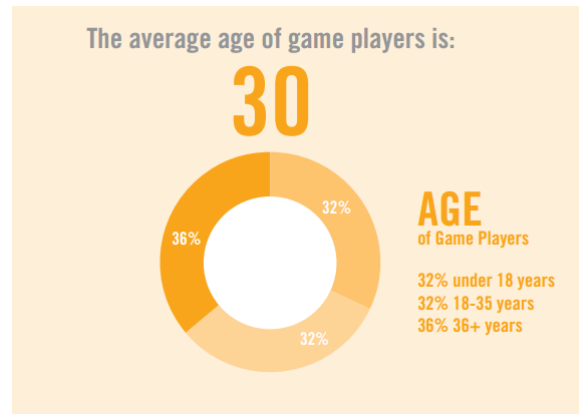


Abbildung 3.: Durchschnittsalter und Verteilung von computerspielenden Personen nach Alter (Esa, 2013, S.2)

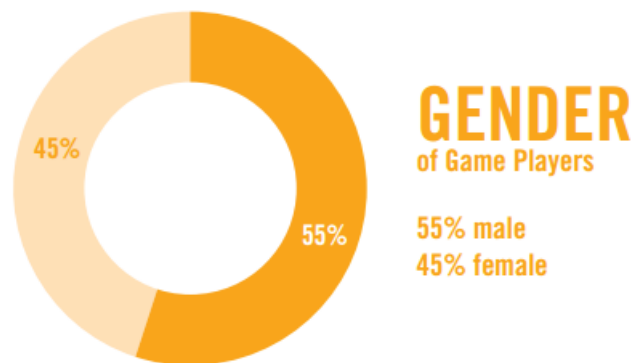


Abbildung 4.: Verteilung der Computerspieler/innen nach Geschlecht (Esa, 2013, S.2)

Für diese Generation von Kindern, die unmittelbar mit der Verwendung digitaler Medien aufgewachsen sind, wurde von Prensky (2001) der Ausdruck der “digital natives” kreiert. Er bezieht diesen Ausdruck auf seine Beobachtung, dass alle seine damaligen Studierenden den Umgang mit digitalen Geräten von Kindheit an gewöhnt seien.

*Die sogenannten “digital natives” suchen Informationen und Lernen anders und haben entsprechend andere Bedürfnisse und Vorstellungen was Lehren und Lernen sowohl im institutionalisierten wie im informellen Kontext betrifft.*  
(Breuer, 2010, S. 8)

Es gibt in der Literatur aber auch widersprüchliche Meinungen, die die Existenz von “digital



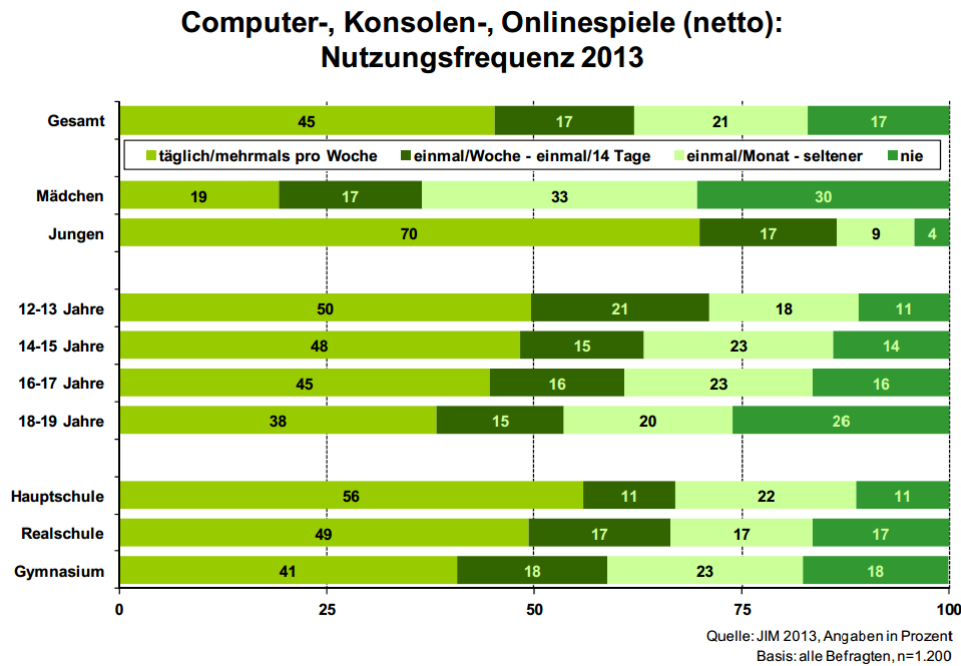


Abbildung 5.: Computerspielnutzung bei Jugendlichen (Feierabend et al., 2013, S.45)

natives” anzweifeln. Nach Pivec (2009) hängt es nicht davon ab, digitale Medien von Kindheit an zu nutzen, nur um der Definition nach Prensky (2001) zu entsprechen. Pivec (2009) argumentiert dies unter anderem mit dem “Hole in the Wall<sup>9</sup>” Projekt, in dessen Rahmen wissenschaftliche Versuche mit indischen Kindern vorgenommen wurden. Obwohl keines dieser Kinder jemals zuvor einen Computer gesehen oder bedient hatte, waren sie in der Lage, den Umgang mit diesen innerhalb kürzester Zeit zu erlernen. Nichtsdestotrotz ist sich die Wissenschaft einig, dass durch die Verwendung von Computerspielen von frühester Kindheit an die Entwicklung des Gehirns sowie die Art, Lösungen für Problemstellungen zu finden, nachhaltig beeinflusst wird. (vgl. Minović et al., 2013)

### 2.4.1. Spielend Lernen

Um ein Spiel spielen zu können, wird vom Spielenden verlangt, das Regelwerk des Spiels sowie seine Handlungen und die Konsequenzen daraus innerhalb des Spiels zu erlernen. Anhand dieser einfachen Ansichtswiese soll festgemacht werden, dass jedweder Einsatz eines Spieles

<sup>9</sup><http://www.hole-in-the-wall.com/> [Letzter Aufruf: 13. Jänner 2014]

automatisch auch einen Lernprozess mit sich bringt. Nach Garris et al. (2002) läuft ein Spiel im sogenannten Spielzyklus (siehe Abbildung 6) ab. Dabei setzt der Spielende innerhalb des Spieles ein bestimmtes Verhalten und erhält darauf eine Rückmeldung. Diese Rückmeldung wird durch den Spielenden bewertet und fließt wiederum in sein anschließendes Verhalten ein. Ein entscheidender Punkt dabei ist, dass weder die vollständige Anzahl an Regeln, noch deren exakte Definition von Beginn an bekannt sind. (vgl. Kerres & Bormann, 2009) »In der Regel durchlaufen Spielende diesen Zyklus nach dem “Versuch-und-Irrtum-Prinzip” mehrfach und erwerben damit schließlich die erforderlichen Kompetenzen« (Le et al., 2013, S. 3), um ein Spiel meistern zu können. Der Begriff “Versuch-und-Irrtum” beschreibt eine Strategie, bei der ohne intensiverer Planung und Auswertung von Spielzügen vorgegangen wird. Dies ist eine typische und über lange Strecke durchaus adäquate Spielstrategie und findet sich vor allem bei schnell ablaufenden digitalen Spielen wieder (Kerres & Bormann, 2009).



Abbildung 6.: Spielzyklus nach Garris, Ahlers & Driskell (Kerres & Bormann, 2009)

Um in einem Spiel erfolgreich zu lernen bzw. dem Spielenden den Anreiz zu geben, weiter zu lernen, ist nach Breuer (2010) sowie Le, Weber & Ebner (2013) die **Selbstwirksamkeitserfahrung** unerlässlich.

*Eine Selbstwirksamkeitserfahrung macht ein Spieler oder eine Spielerin, wenn auf seine Aktivitäten eine unmittelbare Reaktion des Spiels erfolgt. Er erhält hier das Gefühl, einen unmittelbaren Einfluss auf das Geschehen in der Spielumgebung zu nehmen.* (Le et al., 2013, S. 3)

Diese Form der Erfahrung ist somit für den Erfolg eines Spielzyklus unmittelbar verantwortlich und unerlässlich.

Laut Kerres & Bormann (2009) ist eine Grundregel des Game Design, dass ein Spiel möglichst schnell spielbar sein muss. Es darf also keine lange Einarbeitungszeit erforderlich sein, um jene deklarative Wissensbasis aufzubauen, die im Spiel Verwendung findet.

*Bei komplexeren Spielen würde der Aufbau einer deklarativen Wissensbasis jedoch zu einer regelrechten Einstiegshürde heranwachsen, weshalb hier typischerweise einer prozeduralen Wissensgenerierung im Spielverlauf (Learning-by-Doing) der Vorzug gewährt wird. (Le et al., 2013, S. 4)*

Die Vorgehensweisen, die sich Spielende im Laufe eines Spieles aneignen, werden als Skripte bezeichnet werden. »In einem Skript ist das Wissen abgelegt, wie ein bestimmter Typ von Situation zu bewältigen ist[...].« (Kerres & Bormann, 2009, S. 4) In diesem Zusammenhang unterscheiden Kerres & Bormann (2009) auch zwischen implizitem und explizitem Lernen innerhalb des Spiels. Unter implizitem Lernen werden Situationen angesehen, für die der Spielende bereits eine Lösung kennt und die im Laufe des Spieles durch ihre häufige Anwendung perfektioniert wurden. Erst wenn der Spielende an einer bestimmten Stelle nicht weiter kommt, wechselt er in den expliziten Lernmodus und versucht eine Lösung zu finden. Sobald dies erfolgt ist, wird die erarbeitete Lösung weiterhin im impliziten Modus zur Problemlösung herangezogen und perfektioniert.

Ein optimales Spiel liefert dem Spielenden nur sehr kurze explizite Lernphasen und lässt ihm zu jeder Zeit das Gefühl, das Spiel zu meistern. Zu leichte oder zu schwere Spiele tendieren dazu, abgebrochen zu werden. Werden Spiele als unterhaltsam und angemessen schwierig empfunden, können Spielende in den Zustand des “Flows” fallen. Dies ist ein Zustand, der auf ein Konzept von Mihaly Csikszentmihalyi<sup>10</sup> zurückgeht. Csikszentmihalyi (1997) beschreibt den “Flow” als einen Zustand, in dem der Spieler den Bezug zur Zeit und seiner Außenwelt, auf Grund einer mentalen oder körperlichen Aufgabe, verliert.

Spiele für den Bildungsbereich - dazu gehören in der Folge alle Spiele unter dem deklarativen Themenblock des “(digital) game-based learning” - versuchen diese Konzepte in ihren

<sup>10</sup>[http://en.wikipedia.org/wiki/Mihaly\\_Csikszentmihalyi](http://en.wikipedia.org/wiki/Mihaly_Csikszentmihalyi) [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

Spielen zu verwirklichen, um die Vorteile und Möglichkeiten, die digitale Spiele bieten, in intensive Lernerlebnisse umzusetzen, ohne dass diese als solche wahrgenommen werden.

### 2.4.2. Entertainment Education

Unter dem Sammelbegriff “Entertainment Education” kann jeder Versuch verstanden werden, edukative Inhalte mit spielerischen bzw. unterhaltsamen Elementen zu verbinden. Dabei ist es unerheblich, welches Medium oder welche Technik zum Einsatz kommt. Erste Anwendungen finden sich bereits mit Beginn der 1970er Jahren, als zuerst TV- dann Video- und in den 1990er Jahren DVD-Geräte in den Schulen Einzug hielten.

*Auch andere spielerische Elemente gehören in einigen Bereichen zum pädagogischen Alltag. Hierzu zählen etwa Brett- und Kartenspiele als Lehrbuchergänzung oder die verschiedenen Formen des Rollenspiels in edukativen Kontexten. (Breuer, 2010, S. 8)*

Die Zielgruppe hinter den Bemühungen des “Entertainment Education” sind vor allem Kinder bis einschließlich des Grundschulalters. Mit zunehmendem Alter nimmt die Bedeutung von Spielen mit Fortschreiten der institutionalisierten Stufen der Bildung zusehends ab (Ritterfeld et al., 2009).

Aus den beiden Wörtern “Entertainment” und “Education” wurde in den 1990er Jahren der Begriff “Edutainment” geformt, der als Sammelbegriff für digitale Spiele zur Wissensvermittlung eingesetzt wurde (vgl. Le et al., 2013). Nach Susi et al. (2007, S. 2) handelt es sich bei “Edutainment” um »any kind of education that also entertains even though it is usually associated with video games with educational aims.« Die Zielgruppe dieser Spiele waren überwiegend Kindergarten- und Vorschulkinder. Allerdings wiesen die Spiele zumeist eine geringe Qualität auf und wurden von Eck (2006) als langweilige, “drill-and-kill” Lernspiele bezeichnet. Minović et al. (2013) erklären dies mit der fehlerhaften Herangehensweise damaliger Spielehersteller, die zuerst ein Spiel entwarfen und später versuchten, den edukativen Inhalt hinzuzufügen.

*Unterhaltung diene als Köder und/oder Belohnung für wenig innovative Lern-*

*aufgaben. Dies hatte zur Folge, dass nach der Abnutzung des Neuheitseffektes viele der aufwändig produzierten Edutainment-Inhalte unbeliebt wurden. (Breuer, 2010, S. 18)*

Die Spielenden verstanden also relativ schnell, dass eigentlich der explizite Lernmodus im Vordergrund dieser Spiele stand. Nach Abschnitt 2.4.1 sollte dieser aber in einem abwechslungsreichen Szenario möglichst unbewusst innerhalb eines Spieles statt finden.

### **2.4.3. Game-Based Learning und Serious Games**

Unter Game-Based Learning (GBL) kann nach Breuer (2010) eine Eingrenzung des Bereichs der “Entertainment Education” auf Spiele (sowohl digitaler als auch analoger Art) verstanden werden. GBL bildet somit eine Untermenge des “Entertainment Education” Bereiches, was in Abbildung 2 nachvollzogen werden kann. Im Laufe der Entwicklung des Begriffes GBL wurde zusätzlich das Wort “Digital” vorangestellt, um die Fokussierung auf digitale Spiele zu verdeutlichen. Den Grundstein für Digital Game-Based Learning (DGBL) legte Prensky. Prensky (2007) begründet den Einsatz von DGBL in Schul- als auch Weiterbildung anhand der Tatsache, dass sich die Lernenden grundsätzlich verändert hätten, und dieser Änderung in den Lerngewohnheiten der Menschen noch nicht ausreichend anerkannt und Rechnung getragen wurde.

Zusätzlich hält er fest, dass

*[...] individuals are of a generation that when growing up deeply experienced, for the first time in history, a radically new form of play — computer and video games — and that this new form of entertainment has shaped their preferences and abilities and offers an enormous potential for their learning, both as children and as adults (Prensky, 2007, S. 6).*

Damit zeigt Prensky (2007) das Potential auf, welches in digitalen Videospiele für das Vermitteln von Lerninhalten liegt.

Zusätzlich zu DGBL erlangte zu Beginn des 21. Jahrhunderts ein weiterer Begriff in Form von “Serious Games” enorme Bedeutung. Ursprünglich stammt der Begriff von Abt (1970),

der in seinem gleichnamigen Buch “Serious Games” dahingehend definierte, dass Spiele hinsichtlich ihres Bildungskontextes entwickelt werden und diese nicht hauptsächlich auf Grund ihres Spielspaßes verwendet werden. Anhand dieser Definition kann die Problematik im Umgang mit DGBL und “Serious Games” abgeleitet werden, denn beide haben gemein, dass der »Einsatz digitaler Spiele im Bildungskonzept mit ernstesten Absichten geschieht.« (Le et al., 2013, S. 2) Zusätzliche Bedeutung wurde dem Begriff “Serious Games” durch die Gründung der “Serious Games Initiative<sup>11</sup>” durch Ben Sawyer zu Teil. Sowohl “Serious Games” als auch DGBL haben das Ziel, möglichst in alle Bildungsbereiche und Zielgruppen vorzudringen.

Auf Grund der gleichen Intentionen von DGBL und “Serious Games” werden beide Begriffe häufig als Synonyme verwendet. Dies liegt daran, dass die Begriffe hauptsächlich in Studien und anderweitigen wissenschaftlichen Berichten Verwendung finden, die edukative Themen untersuchen. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal liefert Sawyer (2009), in dem er feststellt, dass die Kategorie der “Serious Games” auch »Teile der Computer- und Videospieldkunst oder auch solche Spiele, die bei schmerzhaften medizinischen Therapien zur Ablenkung der Patienten eingesetzt werden« (Breuer, 2010, S. 15), umfasst. Auf Basis dieser Definition von “Serious Games” lassen sie sich besser von DGBL-Spielen abgrenzen, da diese immer im Rahmen eines Bildungskontextes zum Einsatz kommen.

Zusammenfassend bleibt zu bemerken, dass die Gleichbehandlung der Begriffe “Serious Games” und DGBL im Bildungskontext durchaus korrekt ist und alle für “Serious Games” getroffenen Eigenschaften auch auf DGBL Spiele zutreffen.

Den Zusammenhang zwischen “E-Learning” und “Serious Games” (siehe Abbildung 2) stellen Breuer & Bente (2010, S. 11) wie folgt fest:

*E-Learning is different from this categorical system as it does not imply any coupling of entertainment and education, but a combination of (digital) media and learning. While serious games can belong to the e-learning methods, not all e-learning systems are supposed to be entertaining (e.g. podcasts of lectures or computer-based online examinations) and not all serious games are learning games.*

<sup>11</sup><http://www.seriousgames.org/> [Letzter Aufruf: 29. Jänner 2014]

Abschließend bleibt zu bemerken, dass der Einsatz von DGBL-Spielen oder “Serious Games” sowohl gesellschaftlich als auch von jenen Personen, die für die edukative Ausbildung verantwortliche sind, akzeptiert werden muss. Das Potential mit Hilfe von Spielen Lehr- und Lerninhalte zu vermitteln, sollte hinlänglich aufgezeigt sein. Allerdings herrscht, vor allem in den höheren Bildungseinrichtungen, noch die Meinung vor, dass Spiele lediglich Zeitverschwendung sind. (vgl. Pivec, 2009, S.19).

*Before games can take on a meaningful role in formal or informal education, the education sector and the wider public and media need to better understand the potential and diversity of such ‘tools’. In addition, the games development industry needs to understand the constraints on schools, teachers, parents and above all children of time, resources, and the requirements of curriculum and examination if games with more direct educational value are to emerge. (Kirriemuir & McFarlane, 2004, S. 28)*

Aus diesen Feststellungen lässt sich ableiten, dass auf Seiten der Lehrenden noch Überzeugungsarbeit für den Einsatz DGBL bzw. “Serious Games” geleistet werden muss. Allerdings werden auch bei den Lehrenden im Laufe der Zeit jene überhand nehmen, die mit der Faszination und dem Wissen über das Potential digitaler Spiele aufgewachsen sind.

### 2.4.4. Gamification

Der Begriff “Gamification” bzw. der “Spielifizierung” ist noch relativ neu und dürfte nicht vor 2010 erstmals Verwendung gefunden haben. Zu den Mitbegründern dieses Begriffes zählen Deterding, Khaled, Nacke & Dixon (2011), die erstmals einen wissenschaftlichen Definitionsversuch vorgenommen haben. »*Gamification is the use of game design elements in non-game contexts.*« (Deterding et al., 2011, S. 2) Diese allgemeine Aussage basiert auf den beiden Grundüberlegungen, dass digitale Spiele mittlerweile gesellschaftlich akzeptiert werden und diese, auf Grund ihrer Intention Spaß zu machen, in der Lage sind, Personen ausreichend zu motivieren, um eine Aufgabe immer weiter zu verfolgen. Grundsätzlich meinen Deterding et al. (2011) mit dem Einsatz von “game design elements” alle Elemente und Dinge, die charakteristisch für Spiele sind. Dies können zum Beispiel, komplexe Charakterverwaltungen, die Möglichkeit seinen Rang zu verbessern, aber auch ganz einfache

Dinge wie Fortschrittsbalken oder bestimmte audiovisuelle Rückmeldungen für das Erreichen bestimmter Ziele sein.

Raymer (2011) zeigt in seiner Arbeit einige grundlegende Design-Ansätze auf, um Benutzerinnen und Benutzer an ein System zu binden. Raymer (2011) verwendet diese Definitionen im Zusammenhang mit "e-learning"-Systeme, dennoch besitzen sie allgemeine Gültigkeit.

- **“Setze Ziele und Aufgabe”**

Darunter ist das Zerteilen eines Hauptzieles in mehrere kleine, aufbauende Nebenziele gemeint, die insgesamt so ausgelegt sein sollen, dass die Benutzerinnen und Benutzer möglichst in einen "Flow" (vgl. Abschnitt 2.4) Zustand geraten.

- **“Ständiges Feedback”**

Sorge dafür, dass sich die Benutzer/innen über die Möglichkeiten, die sie im Moment besitzen, immer im Klaren sind und nicht durch die Verwendung des Lernsystems abgeschreckt werden.

- **“Messe den Fortschritt”**

Lass die Benutzer/innen nie im Unklaren über ihren Fortschritt und präsentiere und verwende ihn, um die Benutzer/innen weiter zu motivieren.

- **“Charakter Upgrades”**

Gib den Benutzerinnen und Benutzern die Möglichkeit, ihre fiktiven Avatare je nach Fortschritt anzupassen.

- **“Belohne den Einsatz”**

Belohnungen sind ein essentielles Element, um Benutzer/innen für die Verwendung eines Systems zu motivieren. Belohnungen können bereits einfach durch die Anzeige eines Fortschrittsbalkens gegeben werden, es ist aber auch möglich, durch spezielle Gegenstände ("Badges") außergewöhnliche Anstrengungen (Lesen und Bearbeiten von Zusatzmaterial) zu belohnen.

- **“Belohne stets”**

Für Belohnungen sollte es einen Zeitplan geben, der dahingehend gebaut ist, dass stets neue Belohnungen erreicht werden.



- **“Gruppendynamik”**

Der Vergleich und soziale Kontakt mit anderen Benutzern/innen ist einer der stärksten Motivatoren.

Deterding et al. (2011) stellen ebenfalls fest, dass bereits das Hinzufügen einer einzigen informellen Regel, getroffen innerhalb einer Gruppe von Benutzern/innen, zu einer Nicht-Spiel-Anwendung dazu führen kann, dass aus dieser Nicht-Spiel-Anwendung ein Spiel wird.

Grundsätzlich muss angemerkt werden, dass der Erfolg von “Gamification” meistens vom Kontext der Nicht-Spiel-Anwendung und der darin handelnden Benutzer/innen abhängt (Hamari et al., 2014). Nicht jede Anwendung ist dafür geeignet einer “Gamification” unterzogen zu werden, aber auch die Benutzer/innen der Anwendung müssen sich mit den etwaigen neuen Konzepten identifizieren können.

Auf “Gamification” trifft man in der heutigen Welt sehr oft. Beispiele dafür sind:

- **Foursquare**<sup>12</sup>

Dabei handelt es sich um eine Applikation (siehe Abbildung 7) mit deren Hilfe sich die Benutzer bei diversen Orten “einchecken” können. Durch mehrmaliges “Einchecken” erhält man an diesem Ort ein höheres Ranking. Zusätzlich kann man noch Freunde in der Umgebung suchen, sich mit Freunden um die Vorherrschaft an einem Ort ranken oder eigene Regeln und Spiele mit den Freunden festlegen. Wie oft bei der Anwendung von “Gamification” verschwimmt die Grenze zwischen Spiel und Nicht-Spiel-Anwendung mit “Gamification” sehr stark und hängt, wie meistens, von den teilnehmenden Benutzern/innen ab.

- **Geocaching**<sup>13</sup>

Geocaching (siehe Abbildung 8) basiert auf der Suche nach Caches (zumeist Plastikdosen), die an ganz unterschiedlichen Orten versteckt sind. Die Suche wird über eine Karte organisiert, die aktuelle Caches in der Umgebung anzeigt. Neben den traditionellen Cachetypen gibt es auch jene, die das Lösen von Rätseln oder ein Schnitzeljagd-ähnliches Vorgehen benötigen. Innerhalb des Systems können die Spie-

<sup>12</sup><https://foursquare.com> [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

<sup>13</sup><http://www.geocaching.com> [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

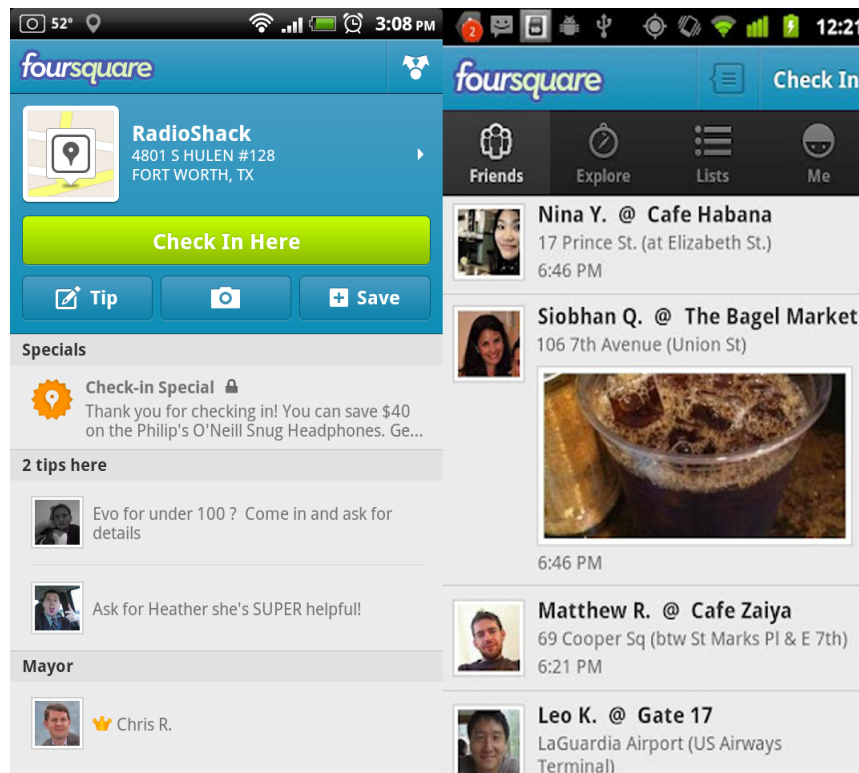


Abbildung 7.: Foursquare

lenden untereinander Freundschaften schließen und umfangreiche Statistiken über ihren Spielfortschritt anzeigen lassen. Hinzu kommt ein ausgeklügeltes Belohnungssystem für die schier unendliche Anzahl an bewältigbaren Aufgaben. Erenli (2012) zeigt die Möglichkeiten dieses Systems im Rahmen des E-Learnings auf.

- **Recycling und “Gamification”**

Berengueres, Alsuwairi, Zaki & Ng (2013) zeigen in ihrer Studie den Einsatz und die Auswirkung von “Gamification” bei der Pfandflaschenrückgabe. Dabei wurde ein Rückgabegerät entwickelt, welches Emoticons und Soundeffekte für jede eingeworfene Flasche abspielt. Im Vergleich mit einem nicht angepassten Rückgabesystem wurde das spielifizierte drei mal öfter verwendet.

In der Studie von Jayasinghe & Dharmaratne (2013) wird der Versuch unternommen, ein GBL-Spiel mit einer “Gamification”-Variante zum Erlernen unterschiedlicher Suchalgorithmen im Bereich der Informatik zu vergleichen. Dabei konnten sie zeigen, dass die spielifizierte Variante signifikant bessere Ergebnisse bei einheitlichen Abschlusstests über

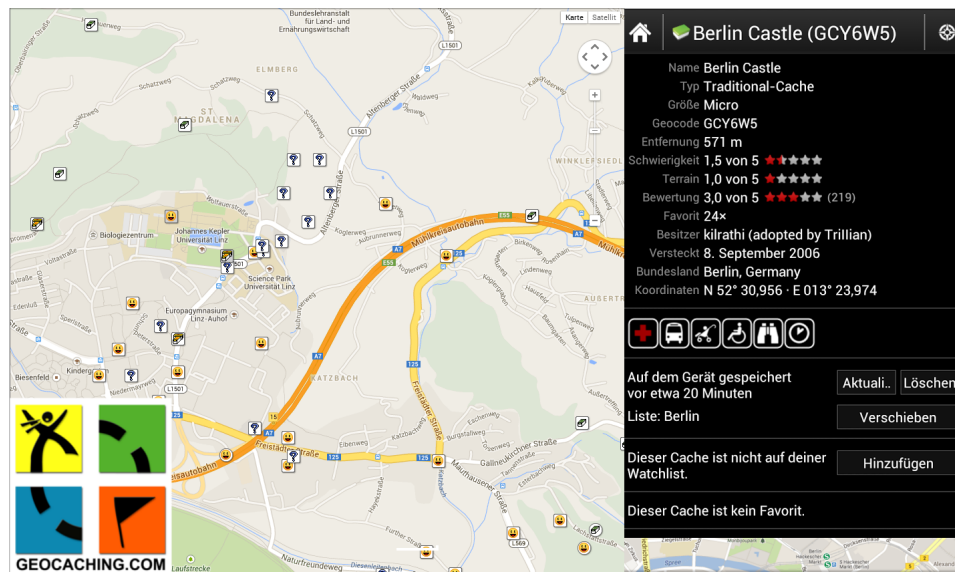


Abbildung 8.: Geocaching



Abbildung 9.: Rückgabegerät im Einsatz (Berengueres et al., 2013)

die präsentierte Materie zur Folge hatte.

Abschließend sei erwähnt, dass mit der “Gamification” erneut ein vielversprechendes Mittel zur Verfügung steht, um Benutzerinnen und Benutzer langfristig an Anwendungen zu binden, aber auch um im Rahmen der Edukation das erfolgreiche Lernen entscheidend zu beeinflussen.

## 2.5. Tablets als Lerngeräte in Schulen

In diesem Abschnitt soll der Einsatz von Tablets in Schulklassen diskutiert werden. Vorgestellt werden dabei die edukativen Bildungsprogramme der derzeitigen Marktführer Apple<sup>14</sup> und Google<sup>15</sup>. Weiters soll ein kurzer Überblick über die verfügbaren Spiele und deren Einsatz im Rahmen dieser Programme gegeben werden.

### 2.5.1. Tablets in Kinderhänden

Von entscheidender Bedeutung für die Verwendung von Tablets im Rahmen des Schulunterrichts ist die Frage, ob Kinder mit der gebotenen Technologie umgehen können oder von ihr überfordert werden. Cohen (2011) kommt dazu in einer bereits im Jahre 2011 durchgeführten Studie zu dem Schluss, dass Tablets im allgemeinen auf Kinder sehr faszinierend wirken und auf Grund ihres kapazitiven Touchscreens einer sehr geringe Eingewöhnungsphase - je nach technologischem Vorwissen - bedürfen. »*Children are enamored with the fact that the device responds immediately to their touch. It is “love at first swipe”.*« (Cohen, 2011, S. 7) Auch Ibharim et al. (2013) kommen zu dem Ergebnis, dass die heutige Generation von Kindern an den Umgang mit kapazitiven Touchscreens und den damit ausgestatteten Endgeräten gewöhnt sind und diese bereits von frühester Kindheit an einsetzen oder zumindest über deren Existenz Bescheid wissen. Zu einem ähnlichen Schluss kommt auch Escoda (2013) in ihrer Studie über die Medienkompetenz von Kindern und wie man diese im Rahmen des Schulalltages vermitteln kann:

*Children are absolutely ready to manage new devices in classroom in an educational way, and are absolutely predisposed to learn everything about the Internet, not only because they are “digital natives” but because they are already using the Internet[...].* (Escoda, 2013, S. 603)

Die Entwicklerinnen und Entwickler von Lernspielen stehen vor der Herausforderung, die graphischen Oberflächen der Spiele stimmig und einfach in der Handhabung zu gestalten.

<sup>14</sup><http://www.apple.com/de/education/ipad/> [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

<sup>15</sup><https://developer.android.com/distribute/googleplay/edu/about.html> [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

Überfrachtete und unlogische Anordnung von Oberflächen-Elementen führen sehr schnell zum Ausstieg aus der Applikation. Zusätzlich müssen die Inhalte sowie der Schwierigkeitsgrad exakt auf die Altersgruppe abgestimmt sein, da sich ansonsten eine negative Einstellung gegenüber der Applikation aufbaut (Cohen, 2011). Darüber hinaus muss bei der Gestaltung der grafischen Oberfläche auch auf die eingesetzten Gesten zur Steuerung der Applikation Rücksicht genommen werden. Aziz et al. (2013) stellen fest, dass Kinder unter 4 Jahren lediglich mit “Tap” und “Drag/Slide” Gesten zurecht kommen. Über dieses Alter hinaus können nahezu alle Kinder alle verfügbaren Gesten verstehen und nachvollziehen. Für den Einsatz von Tablets im Schulalltag bedeutet dies keine Einschränkung bei der Verwendung von Gesten, bei der Verwendung in Kindergarten- oder Vorschulszenarien ist darauf von den Entwicklern Rücksicht zu nehmen.

Auf Basis dieser Anforderungen an Applikationen aus Sicht von Kindern, lässt sich folgern, dass nicht das Tablet selbst, sondern die damit verwendeten Applikationen über den Erfolg oder Misserfolg eines Einsatzes von Tablets in einem edukativen Umfeld entscheiden.

### 2.5.2. Technische Voraussetzungen

Für den Einsatz von Tablets im Schulalltag wird häufig die erleichterte Zusammenarbeit (vgl. Gasparini & Culen, 2012; Henderson & Yeow, 2012) zwischen den Schülern genannt. Grundsätzlich bringen Tablets auf Grund ihres geringen Gewichts, ihrer Größe und ihrer hohen Konnektivität (WLAN und/oder 3G) alle dafür notwendigen Anforderungen mit. So kann das ganze Gerät schnell und unkompliziert an andere Lernende weitergegeben werden, um Ergebnisse und Erkenntnisse auszutauschen. Zusätzlich spricht das Fehlen jeglicher externer Geräte, wie zum Beispiel Tastatur oder Maus bei einem Computer, für die Kompaktheit der Geräte. (Henderson & Yeow, 2012)

Der Markt an Tablet-Betriebssystemen wird, wie in Abbildung 10 zu sehen, im Moment von drei Konkurrenten dominiert. Sowohl Google<sup>16</sup> für sein Betriebssystem (BS) Android, als auch Apple<sup>17</sup> für das BS iOS und abschließend Microsoft<sup>18</sup> mit BS Windows 8 bieten für

---

<sup>16</sup><https://developer.android.com/distribute/googleplay/edu/about.html> [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

<sup>17</sup><http://www.apple.com/de/education/ipad/> [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

<sup>18</sup><http://www.microsoft.com/education/> [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

schulische Zwecke eigene Programme und Dienste an. Auf Grund des geringen Marktanteils von Microsoft werden in der Folge lediglich die Programme von Google und Apple kurz für vergleichende Zwecke herangezogen.

**Tablet OS Market Share, 2012 - 2017**

<b>Tablet OS</b>	<b>2012 Market Share</b>	<b>2013 Market Share*</b>	<b>2017 Market Share*</b>
Android	52.0%	60.8%	58.8%
iOS	45.6%	35.0%	30.6%
Windows	0.9%	3.4%	10.2%
Other	1.4%	0.8%	0.4%
<b>Grand Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>

Abbildung 10.: Marktanteile bei Tablets nach Betriebssystem (IDC Worldwide Quarterly Tablet Tracker, December 2013)

Die wichtigste Aufgabe des Lehrkörpers oder von einzelnen Lehrenden nach der Grundsatzentscheidung, Tablets im Rahmen des Präsenzunterrichts in Schulklassen einzusetzen, ist ein geeignetes und verfügbares Tablet zu finden. Die Frage, welches Tablet und somit welchem BS der Vorzug gegeben werden sollte, darf auf keinem Fall auf Grund von Liebhaberein oder modischen Trends getroffen werden, sondern auf Basis einer engen Auseinandersetzung mit den Vor- und Nachteilen der einzelnen edukativen Programme der beiden Anbieter. Wie Cohen (2011) bereits feststellte, darf nicht das Tablet (damit ist vor allem dessen Aussehen, Design und der Hersteller gemeint) im Mittelpunkt stehen, sondern der optimale Einsatz der verfügbaren Applikationen.

Als weiteres wichtiges Kriterium muss der tägliche Umgang mit den Tablets in den Klassen angesehen werden. Dabei steht die Frage der Verteilung, der Vorbereitung und der Wartung der Tablets im Mittelpunkt. Da beim Einsatz im schulischen Bereich in den wenigsten Fällen die Tablets den Schülerinnen und Schülern gehören, müssen diese vor Beginn und nach Ende einer Unterrichtsstunde eine entsprechende Vor- bzw. Nachbereitung werden. Dazu gehören vor Beginn des Unterrichts zum Beispiel das Verteilen von Materialien und Applikationen

auf allen benötigten Tablets und nach Beendigung der Einheit das gewissenhafte Versorgen der Tablets mit Hilfe von Ladestationen. Für die Verwendung von Apple iPad's sind sogar eigene Synchronisations- und Aufbewahrungsschränke (siehe Abbildung 11) erhältlich (vgl. Molnar, 2012). Diese Aufbewahrungsschränke dienen mehreren Zwecken: Zuerst der sicheren Aufbewahrung und dem gleichzeitigem Laden der Geräte, weiters zum sicheren Transport und abschließend noch als Synchronisationsinstrument, um alle Tablets vor Beginn der Unterrichtseinheit mit einheitlichen Informationen und Applikationen zu versorgen. Vergleichbare Systeme gibt es aber auch als Kombination für Tablets aller drei Hersteller<sup>19</sup> (siehe Abbildung 12).



Abbildung 11.: Aufbewahrungsschrank der Firma Bretford für Apple iPads

Google hat für die Synchronisation und Vorbereitung der im Einsatz befindlichen Tablets eine eigene Setup-Applikation<sup>20</sup> veröffentlicht, mit deren Hilfe Tablets für Schüler per NFC-Übertragung eingestellt werden können. Nachdem alle Einstellungen am Setup-Tablet getroffen worden sind, werden diese auf ein beliebiges anderes Tablet übertragen, in dem die beiden Tablets mit den Rückseiten zusammen geführt werden. Dieser Vorgang ist in Abbildung 13 schematisch abgebildet. So lassen sich zum Beispiel mit geringem Aufwand Lerneinheiten für Kindern unterschiedlicher Bedürfnisse vorbereiten.

<sup>19</sup><http://www.averusa.com/education/charging-cart/tabsync.asp> [Letzter Aufruf: 12. Jänner 2014]

<sup>20</sup>siehe dazu Video: <http://youtu.be/HMecDbP5cc4> [Letzter Aufruf: 28. Jänner 2014]



Abbildung 12.: AVer TabSync zur Aufbewahrung von Tablets



Abbildung 13.: Schematische Erklärung zur Synchronisation von Google Tablets per NFC

### 2.5.3. Spielangebot

Vergleicht man das Angebot an Spielen für die Kategorie “Bildung” (Apple AppStore) bzw. “Lernen” (Google Play) trifft man auf eine nahezu unerschöpfliche Anzahl an Titeln. Die Auswahl darin führt über simple Frage-Antworte-Spiele bis hin zu komplexeren “Serious Games”, die Zusammenhänge anhand eines Spiels erklären. Cohen (2011) teilt verfügbare Lern- bzw. Bildungsapplikationen in drei Kategorien ein:

- **Gaming Apps**

Diese Kategorie lässt sich am besten mit jener der DGBL (siehe 2.4.3) Spiele vergleichen, denn das Spiel selbst ist das Lernsystem und durch ein ständiges Weiterspielen wird eine gewisse Profession entwickelt.

- **E-Books**

Bei diesen Applikationen wird entweder explizit durch das Lesen von Fakten, die im



Text wiedergegeben werden, oder implizit durch im Text eingebettete Geschichten gelernt.

- **Creating Apps**

Diese Applikationen sind dadurch gekennzeichnet, dass Kinder mit ihnen in Ruhe experimentieren können, ohne etwas falsch machen zu können. Das Lernen geschieht durch die Verwendung der in den Applikationen integrierten Werkzeuge.

Für Applikationen, die für die ausschließliche Nutzung durch Kinder vorgesehen sind, gilt, dass sie keinerlei In-App Verkäufe oder Werbung enthalten sollen, da dies bei der Benutzung zu ungewollten Problemen führen kann. In Google's Play-Store werden Applikationen für den edukativen Einsatz extra gekennzeichnet, wenn sie diese Voraussetzung erfüllen. Zusätzlich werden für den edukativen Bereich bestimmte Titel von Experten hinsichtlich ihrer Qualität und Umsetzung überprüft und erhalten für den Fall, dass alle Qualitätskriterien erfüllt wurden, eine zusätzliche Empfehlung (siehe Abbildung 14).

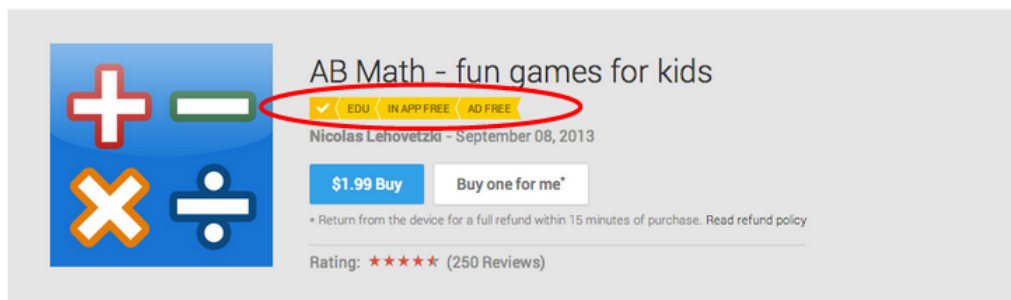


Abbildung 14.: Kennzeichnung eines Lernspieles mit den Hinweisen, dass keine In-App Verkäufe oder Werbung enthalten sind und die Applikation bestimmte Qualitätskriterien erfüllt hat.

Zusätzlich zu den Spielen die für die Verwendung von Kinder gedacht sind, haben sowohl Google<sup>21</sup> als auch Apple<sup>22</sup> eigene Applikationen für die Lehrenden entwickelt, die sie dabei unterstützen sollen Kursmaterialien zu erstellen und für die Lernenden zur Verfügung zu stellen. Zusätzlich existieren bei beiden Anbietern Lizenzsysteme, die den Ankauf von kostenpflichtigen Applikationen für den Bildungsbereich erleichtern und dabei umfangreiche Rabatte gewähren.

<sup>21</sup>Net Texts <http://goo.gl/t7IKhU> [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

<sup>22</sup>iTunes U <http://www.apple.com/de/education/itunes-u/> [Letzter Aufruf: 29. Jänner 2014]

### 2.5.4. Erfahrungen

Da es sich bei Tablets noch um relativ neue digitale Endgeräte handelt, die erst durch das Erscheinen des iPad's im Jahre 2010 Verbreitung fanden, gibt es wenige Langzeitstudien zum professionellen Einsatz von Tablets im Unterricht. Allerdings gibt es einige wenige Studien die zumindest einen Zeitraum von einem Jahr betrachten. In der weiteren Folge wird eines Auswahl daraus vorgestellt und zentrale Erkenntnisse zusammengefasst. In weiter Folge wird sich auf wissenschaftlicher Ebene unter <http://itug.eu><sup>23</sup> ebenfalls mit diesem Thema beschäftigt. Zusätzlich gibt es bereits einige Erfahrungsberichte von Schulen, die Tablets im Klassenzimmer einsetzen, die in Form von diversen Webblogs vorliegen.<sup>24,25</sup>

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass bereits kurz nach dem Erscheinen der ersten Tablets deren Einsatz in Schulklasse anhand von Studien getestet wurde, vor allem mit dem Hintergrund, dass Tablets nicht eigens für den edukativen Einsatz entwickelt wurden. Die im Anschluss zusammen gefassten Studien beziehen sich direkt auf die Verwendung des iPad's allerdings sind die Schlüsse allesamt sehr allgemein und daher für Tablets allgemein gültig.

Gasparini & Culen (2012) verfolgten ein Jahr lang den Einsatz von iPads in einer provinziellen Schule mit Kindern der 4-5. Klasse in Norwegen. Dabei wurden innerhalb der Klasse Gruppen zu je 5 Kindern gebildet, die jeweils ein iPad erhielten. Zu Beginn gab es keine Restriktionen bezüglich Installation sowie der Verwendung von Applikationen. Es stellte sich heraus, dass vor allem normale Spiele auf den iPads zu finden waren, die Kinder aber auch relativ schnell den Umgang mit den Standard-Applikationen lernten und diese oft zum Erzeugen und Malen eigener Bilder verwendeten. Grundsätzlich sprechen Gasparini & Culen (2012) von einem "Coolness"-Faktor, den die iPad's zu Beginn mit sich bringen. Nach einer Eingewöhnungsphase wurde der Zugang zum Appstore gesperrt und die meisten normalen Spiele von den iPads entfernt. Edukative Spiele durften nach wie vor nach Rücksprache ausprobiert und verwendet werden. Die Wissenschaftler begleiteten die Schulklasse über ein Semester intensiv, in dem sie sehr oft während des Unterrichts anwesend waren. Im zweiten Semester waren sie nicht mehr in den Unterricht eingebunden. In dieser Zeit konnten sie auch einen signifikanten Rückgang des Interesses der Kinder an den iPad's feststellen.

<sup>23</sup><http://itug.eu> [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

<sup>24</sup><http://ipadkas.wordpress.com/> [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

<sup>25</sup><http://www.tablet-in-der-schule.de/> [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

Die Gründe dafür liegen ihren Auswertungen nach vor allem am Fehlen der Spiele, welche für die Kinder eine enorme Motivation und viel Spaß darstellten. Zusätzlich stellten sie bei den Interviews fest, dass die verantwortliche Lehrerin Mühe hatte, brauchbare edukative Spiele in norwegischer Sprache zu finden. Gleichzeitig haben nahezu alle Kindern in den Interviews erzählt, dass sie eher ein iPad für sich selbst besessen hätten, als es immer in der Gruppe teilen zu müssen. Abschließend bleibt die Erkenntnis der Lehrerin, dass das iPad zum Sammeln von Informationen sehr hilfreich ist, aber die gebotenen edukativen Applikationen nicht ihren Ansprüchen genügen.

In der Studie von Henderson & Yeow (2012) werden sowohl die Überlegungen zum Einsatz von Tablets als Ersatz von veralteten Netbooks, sowie die Gründe für die Entscheidung für das iPad und die Erfahrungen aus dem Umgang damit im Schulalltag verdeutlicht. Die durch die Schule angekauften iPad's wurden nicht nur einer einzigen Klasse oder einem kleinen Kreis von Schüler zugänglich gemacht, sondern konnten von den Lehrenden für ihre jeweiligen Unterrichtseinheiten "gebucht" werden. Die iPad's wurden sowohl in höheren Klassen mit Schülern im Alter zwischen 9 und 12 Jahren als auch an Schülern aus niedrigeren Schulstufen zum Einsatz gebracht. Auch in dieser Studie wird die geringe Eingewöhnungszeit für den Umgang mit dem iPad festgestellt, aber auch die an den Tablets anhaftende Aura etwas "Neues" darzustellen motivierte die Schüler in deren Umgang zusehends. Die Lehrenden fanden vor allem die schnelle Verfügbarkeit der Geräte herausragend, da bei allen anderen Formen von PC's die Ladedauer eklatant ist. Zur Weitergabe und Speicherung von Dateien wurde der MobileMe-Data-Service verwendet. Neben der verkürzten Wartezeit bis zur Verwendung des Gerätes waren die Lehrenden auch von der Förderung des kollaborativen Lernens durch das iPad überzeugt. Dafür spricht vor allem die Gerätecharakteristik, die es ermöglicht, das Tablet in der Mitte eines Tisches abzulegen und einer Reihe von Schülern den darauf präsentierten Inhalt zur Verfügung zu stellen. Vorbei waren die Zeiten, in denen sich die Lernenden dicht gedrängt vor den Bildschirm eines PC's oder Netbooks platzieren mussten. Dieses Konzept hat aber auch Nachteile, da durch die unterschiedlichen Persönlichkeiten der Kindern es dazu kommen kann, dass einzelne innerhalb einer Lerngruppe das iPad an sich nehmen, näher zu sich legen, oder auf dessen Bedienung ein unausgesprochenes Vorrecht für die geltend machen. Auf Seiten der Schüler hat sich gezeigt, dass bei älteren Kindern das iPad relativ rasch als Lerninstrument zur Unterstützung des täglichen Unterrichts angesehen wurde und weniger als faszinierendes Spielgerät. In niedrigen Schulstufen verhält sich das anders, dort muss auch das Angebot an entsprechend verwendbaren edukativen Spielen

vorhanden sein, um die Faszination aufrecht zu erhalten.

Culen & Gasparini (2012) setzten in ihrer Studie das iPad in zwei verschiedenen Klassen an unterschiedlichen Schulen ein. Zusätzlich war das Einsatzmuster der beiden Klassen unterschiedlich. Die Klasse der 6. Schulstufe durfte mit den iPads am Design- und Erzeugungsprozess einer Applikation mitwirken und nutzten das iPad in Gruppen im Rahmen dafür vorgesehener Aufgaben. Die Schüler der 5. Klassen setzten das iPad im ständigen Unterricht ein, womit ihr Fokus vor allem auf der Verwendung von edukativen Applikationen lag. In beiden Gruppen wurde festgestellt, dass die Bedienung des iPads schnell erlernt werden konnte. Die Aufgabe der Gruppen in der 5. Klasse war das Schreiben eines Bühnenspiels. Zur Unterstützung dieser Arbeit wurde eine dafür geeignete Applikation verwendet, die das Gestalten eines solchen Stückes, vom Schreiben des Textes bis hin zur Gestaltung der Kulisse, erlaubte. Durch diesen Einsatz konnten besonders die positiven Effekte eines Tablets zur Unterstützung des konstruktivistischen Lernens beobachtet werden. Es wurde gleichsam aber auch vermerkt, dass die Leistungen bei der Erstellung dieses Bühnenspiels in 2er Gruppen hinter den sonst üblichen Leistungen lag. Dies wird auf die Energie und Aufmerksamkeit zurückgeführt, die die Bedienung und der Umfang der Applikation mit sich brachte. Der verantwortlichen Lehrerin wurde anhand dieses Beispiels sehr deutlich, dass sie ihre üblichen Lehreinheiten mehr auf die Bedingungen des Tablets anpassen muss. Bei der Endbefragung der Schüler konnte festgestellt werden, dass nahezu alle Schüler sich ein eigenes iPad gewünscht hätten, mit dem sie auch des Öfteren alleine arbeiten hätten können. Zusätzlich gaben die Kinder an, dass das in Verwendung befindliche iPad (1. Generation) gegenüber dem aktuellen um einiges nachstehe, was sich auch direkt auf die Faszination im Umgang mit den in der Schule verwendeten Geräte auswirkte und deren Neuheitseffekt nachteilig wurde.

Der Einsatz von Tablets in Schulklassen ist noch sehr neu, dennoch gibt es großes wissenschaftliches Interesse, das Verhalten der Schüler und den Langzeiterfolg zu studieren. Die hier angeführten Studien sollen exemplarisch die aktuellen Tendenzen aufzeigen. Der sogenannte Neuheitseffekt lässt sich überall beobachten und ist auf die noch nicht flächendeckende Verbreitung von Tablets zurückzuführen. Es ist anzunehmen, würde man Smartphones im Schulalltag zum Einsatz bringen, dass das Interesse und die Unvoreingenommenheit eine andere wäre. Das Problem mit dem Neuheitseffekt ist vor allem sein Umkehrschluss, wenn in der Familie oder Umgebung der Schüler aktuellere Varianten der Endgeräte zum Einsatz

kommen. Hier ist eventuell eine Schwachstelle beim Einsatz von iPads gefunden, da der Modellwechsel auch eine Prestigsache darstellt. Wie in Abschnitt 2.5.2 besprochen sollte das verwendete Gerät im Hintergrund stehen und nicht der alleinige Grund zu dessen Verwendung sein. Dieses Verhalten zu unterbinden stellt eine große Herausforderung dar, da dies zumeist der Intention der Hersteller widerspricht. Im weiteren hat sich in den unterschiedlichen Studien gezeigt, dass der Einsatz von Tablets für Gruppenarbeiten sehr gute Ergebnisse liefert und auf Grund der Gerätecharakteristik diese Arbeiten sogar erleichtert. Trotzdem ist es auffällig, dass nahezu alle Schüler auf lange Sicht ein eigenes Gerät zur Verwendung haben möchten. Es zeigt sich also, dass die Geräte durch die Lehrenden punktuell und zur Unterstützung des Unterrichts eingebracht und vorbereitet werden müssen (siehe Abschnitt 2.5.2 bzgl. Transportsysteme), da es nicht möglich ist - vor allem im Bereich der Grundstufen - die Geräte den Schülern unbeaufsichtigt zu überlassen. Damit einher geht aber die von Wainwright (2012) und Escoda (2013) festgestellte Tatsache, dass die Lehrenden, neben einer Unterweisung zur grundlegenden Verwendung eines Tablets, auch - vor Einsatz der Tablets in einer Schulklasse - ein entsprechendes Konzept, Vorstellungen und professionelle Hilfe für den Einsatz benötigen.

Neben der bereits in Abschnitt 2.5.1 ausgedrückten Erkenntnis, dass die Qualität der edukativen Spiele den Erfolg oder Misserfolg eines Einsatzes von Tablets in einer Schulklasse entscheiden, trifft dies noch viel mehr auf die Vorbereitung und Unvoreingenommenheit der Lehrenden gegenüber dieser neuen Möglichkeiten zu. Auch auf Seiten der Lehrenden müssen die didaktischen Konzepte und Ausbildungen auf den "unterstützenden" Einsatz von Tablets im Unterricht angepasst werden.

## 3. Technologieüberblick

Im Rahmen dieses Kapitels werden die wichtigsten technologischen Grundlagen dieser Arbeit beleuchtet. Dabei handelt es sich um die beiden in der Implementierungen verwendeten Technologien der Touchscreens und der leitfähigen Farben. Aus dem Zusammenspiel dieser beider Technologien wird die Implementierung des vorgestellten Prototypen erst möglich.

### 3.1. Touchscreens

Unter einem Touchscreen wird ein elektronisches Bildanzeigegerät verstanden, über dessen Oberfläche Benutzer/innen, unter Zuhilfenahme einer Eingabehilfe, mit einem darunter arbeitenden Computersystem interagieren können. Als Eingabehilfe kann alles, vom Finger bis hin zu speziellen Eingabe-Stiften, angesehen werden. Um mit dem System zu interagieren ist zumeist eine direkte Berührung der Eingabehilfe mit der Oberfläche notwendig - es wird von so genannten "Touches" (Berührungen) gesprochen. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal der Touchscreens ist deren Fähigkeit, nur auf eine einzige oder mehrere Berührungen (Multi-Touch) gleichzeitig reagieren zu können. Neben der eigentlichen technologischen Entwicklung der Touchscreens war die Möglichkeit, diese mittels Multi-Touches zu bedienen, der wichtigste Meilenstein auf dem Weg zu den heute gewohnten Systemen. Für die Erzeugung von Touchscreens kommen unterschiedliche technologische Verfahren in Frage.

### 3.1.1. Resistive Touchscreens

Die Funktionsweise von resistiven Touchscreens wurde in einem Patent von William Colwell Jr. und George Hurst erläutert<sup>26</sup>. Der Aufbau eines solchen Touchscreens beruht auf zwei elektrisch leitfähigen Schichten, die per Druck (durch Berührung einer externen Eingabehilfe) an einer spezifischen Stelle miteinander in Kontakt treten. Dadurch entsteht ein elektrischer Widerstand, mit dessen Hilfe die genau Position bestimmt werden kann. Zum Einsatz kommen derartige Touchscreens bei Kiosk-Systemen, Tablet-PCs oder Industrie-PCs (Wittke et al., 2013). Der Vorteil besteht darin, dass der Druck mit allen beliebigen Materialien ausgeführt werden kann. Ein Nachteil besteht im empfindlichen Aufbau der Schichten, die bezüglich Kratzern und anderweitigen Beschädigungen anfällig sind. Außerdem ist es nicht möglich Multi-Toucheingaben zu erkennen.

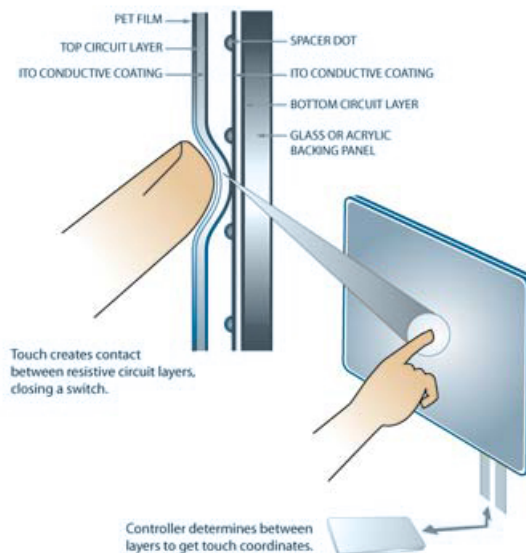


Abbildung 15.: Resistiver Touchscreen (Quelle: [www.techglobal.com](http://www.techglobal.com))

### 3.1.2. Kapazitive Touchscreens

Kapazitive Touchscreens wurden in der Mitte der 1960er Jahre durch Johnson (1965) entwickelt. Einen bedeutenden Schritt vorwärts machte die Technologie mit den Abhandlungen des

<sup>26</sup><http://www.google.com/patents/US3911215> [Letzter Aufruf: 12. Jänner 2014]

Wissenschaftlers Bent Stumpe, der sie dahingehend weiterentwickelte, Multi-Toucheingaben zu ermöglichen (siehe Stumpe (1977, 1978)). Kapazitive Touchscreens bestehen zumeist aus einer isolierenden Glasschicht, die mit einem durchsichtigen, leitfähigen Material behandelt wurde. Da der menschliche Körper ebenfalls ein elektrischer Leiter ist führt eine Berührung des Bildschirms zu einer Änderung des elektrostatischen Feldes. Diese Änderung kann gemessen und dadurch die Position festgestellt werden. Ein Nachteil der kapazitiven Touchscreens ist die Tatsache, dass diese nur mit den bloßen Fingern gesteuert werden können. Handschuhe oder der Einsatz von Stylus-Stiften ist mit ihnen im Gegensatz zu resistiven Touchscreens nicht möglich.

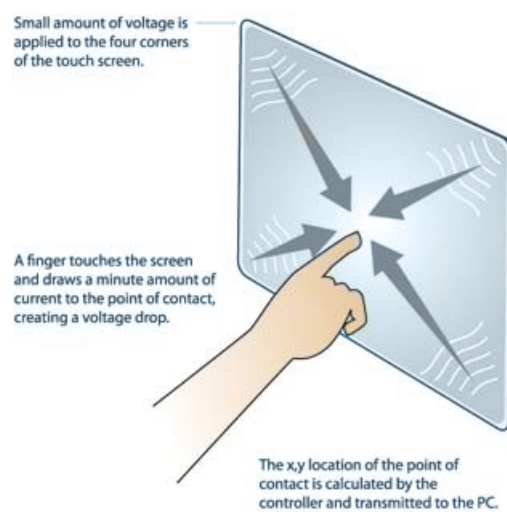


Abbildung 16.: Oberflächen-kapazitive Touchscreens (Quelle: [www.techglobal.com](http://www.techglobal.com))

Zur weiteren Unterscheidung der kapazitiven Touchscreens existieren “Oberflächen-kapazitive” (siehe Abbildung 16) und “Projiziert-kapazitive” (siehe Abbildung 17) Implementierungen. Bei “Oberflächen-kapazitiven” Touchscreens »wird ein elektrisches Feld erzeugt, bei dem die elektrischen Ströme aus den Ecken im direkten Verhältnis zur Berührungsposition stehen.« (Wittke et al., 2013, S. 7). “Projiziert-kapazitive” Touchscreens bestehen aus zwei unabhängig voneinander eingebrachten Ebenen von leitfähigem Material. Eine Ebene dient als “Treiber” zum Aufbau eines elektrostatischen Feldes die andere als Sensor. Durch die Berührung des Bildschirms mit einem Finger ändert sich die elektrische Spannung, was durch die Sensorschicht erkannt wird. Der Vorteil dieser Variante besteht darin, dass eine Seite des Glases frei bleibt und die Darstellung dadurch verbessert wird. Zusätzlich unterstützt diese Variante an kapazitiven Touchscreens die Erkennung von Multi-Touches.



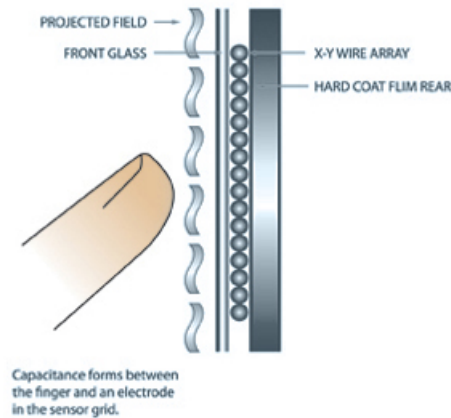


Abbildung 17.: Projiziert-kapazitiver Touch (Quelle: www.techglobal.com)

Kapazitive Touchscreens gelten als günstig zu Erzeugen und bieten dabei eine vergleichsweise hohe Präzision. Sie kommen mit stetig steigendem Marktanteil gegenüber konventionellen resistiven Touchscreens in nahezu allen aktuellen Smartphones und Tablets zum Einsatz. Mit der Veröffentlichung des ersten iPhones durch Apple und der Präsentation der von Apple mitentwickelten Gestensteuerung wurde ein Fundament für den Erfolg dieser Touchscreens gelegt. Die Entwicklung dieser Touchscreens ist noch nicht abgeschlossen. Erste Fortschritte sind in den aktuellen Modellen des iPad Air und iPad Mini zu betrachten, die gänzlich auf eine zweite Glasschicht verzichten können und somit beträchtlich dünner und leichter wurden<sup>27</sup>.

### 3.1.3. Optische Touchscreens

Hierbei kommen Lampen und lichtempfindliche Sensoren zum Einsatz. Wird durch Berührung das Lichtschranken-Gitter durchbrochen, kann der Punkt der Berührung ermittelt werden. Auf Grund des eingesetzten Verfahrens sind diese Touchscreen-Systeme multi-touchfähig und besitzen keinerlei Einschränkung bezüglich des zum Berühren eingesetzten Materials. Allerdings ist diese Technologie sehr fehleranfällig, da Staub auf die Sensoren gelangen und unerwünschte Reaktionen hervorrufen kann. Außerdem können die lichtempfindlichen Sensoren durch die direkte Einstrahlung von Licht behindert werden. Zum Einsatz

<sup>27</sup><http://goo.gl/ZMOGkM> [Letzter Aufruf: 30. Jänner 2014]

kommen optische Touchscreens vor allem bei großen Bildschirmen. (Wittke et al., 2013)

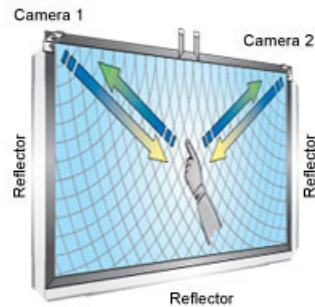


Abbildung 18.: Optischer Touchscreen (Quelle: [www.techglobal.com](http://www.techglobal.com))

### 3.1.4. Infrarot Touchscreens

Bei Infrarot Touchscreens wird ein Gitter aus Infrarotlicht direkt vor dem Bildschirm aufgebaut. Wird das Gitter durch einen Gegenstand unterbrochen kann dessen Position auf dem Bildschirm sehr exakt bestimmt werden. Derartige Touchscreens wurden bereits Anfang der 1980er Jahre in den damaligen PLATO V Terminals (siehe Abbildung 1 auf Seite 8) zum Einsatz gebracht. Der Vorteil dieser Technik ist, dass die für die Erkennung relevanten Teile (Infrarotlichtsender und Empfänger) sowie der zur Darstellung verwendete Bildschirm wasserdicht verbaut werden können. Zusätzlich wird die Lichtdurchlässigkeit des Bildschirms nicht durch etwaige leitfähige Schichten beeinträchtigt, was der Bildqualität besonders förderlich ist. Heutzutage werden auch multi-touchfähige Implementierungen angeboten. Als Nachteil gelten die Anfälligkeit für Verschmutzungen der Infrarotsender, Probleme bei nicht planen Bildschirmen und die hohe Wahrscheinlichkeit, ungewollt einen Touch auszulösen, wenn mit dem Eingabegerät in einem geringen Abstand zum Bildschirm die gewünschte Option auszuwählen versucht wird.

## 3.2. Leitfähige Farbe

Ein Teil der vorliegenden Arbeit basiert auf der Erzeugung von geeigneten Spielkarten, die zur Eingabe im erzeugten Prototypen benötigt werden. Die Spielkarten werden durch

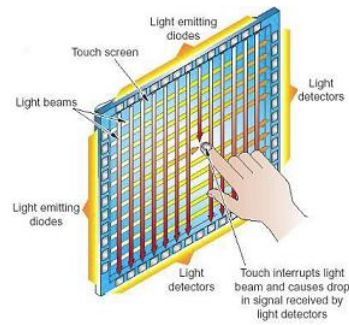


Abbildung 19.: Infrarot Touchscreen (Quelle: www.techglobal.com)

die Auftragung einer elektrisch leitfähigen Farbe auf einem Plastikuntergrund erzeugt. Das Themengebiet leitfähiger Farben ist sehr umfangreich und wird aus diesem Grund, zur Schaffung eines Überblickes, kurz behandelt.

Aktuell gibt es leitfähige Tinten und Farben in verschiedenen Varianten und Zuständen, zum Beispiel als Lösung, Dispersion oder Suspension. Die Entwicklung dahingehend war von entscheidender Bedeutung, denn nur sie ermöglicht einen kostengünstigen Einsatz der leitfähigen Farbe in beinahe allen derzeit gängigen Druckverfahren (Inkjet, Sieb-, Tiefdruck-, Offset-, und Flexodruck). Große Bedeutung hat diese Technologie im Rahmen der “gedruckten Elektronik” (printed electronics), da sie es ermöglicht, günstige elektronische Teile zu erzeugen, die früher nur durch komplizierte und langwierige Ätzzvorgänge hergestellt werden konnten. Zum Einsatz kommen diese Verfahren zum Beispiel bei der Erzeugung von RFID<sup>28</sup>-Antennen (siehe Abbildung 20), Solarzellen, OLED<sup>29</sup>-Bildschirmen und zukünftigen Generationen von Touchscreens<sup>30</sup>.

Um den eingesetzten Farben ihre Leitfähigkeit zu verleihen werden in allen Fällen leitfähige Zusatzstoffe hinzugefügt. Dabei handelt es sich aktuell um:

- **Nanopartikel** aus Gold oder Silber, die der Lösung hinzugefügt werden. Wichtig ist die Berücksichtigung der Viskosität, je nach vorgesehenem Druckverfahren. Bei der Aufbringung auf Papier entstehen Umweltprobleme, wenn das Papier einer Wiederverwertung zugeführt wird.

<sup>28</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/RFID> [Letzter Aufruf: 12. Jänner 2014]

<sup>29</sup><http://en.wikipedia.org/wiki/OLED> [Letzter Aufruf: 12. Jänner 2014]

<sup>30</sup><http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=3581> [Letzter Aufruf: 12. Jänner 2014]



Abbildung 20.: RFID-Transponder (Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/RFID>)

- **Leitfähige Polymere** werden auf die Wissenschaftler Alan J. Heeger, Alan G. MacDiarmid und Hideki Shirakawa zurückgeführt, deren Entdeckung mit einem Nobelpreis im Jahr 2000 gewürdigt wurde (siehe Norden & Krutmeijer, 2000). Mit leitfähigen Polymeren versehene Farben besitzen eine geringere Leitfähigkeit als mit metallischen Partikel versehene Farben und bedürfen einer geschützten Atmosphäre, da sie Feuchtigkeit anziehen und mit Sauerstoff reagieren. (Cummins & Desmulliez, 2012)
- **Kohlenstoff** bzw. eine speziell hergestellte Kohlenstoffmodifikation namens **Graphen**<sup>31</sup>. Der Einsatz kohlenstoffbasierender Farben ist vor allem aus Umweltgründen sinnvoll. Zusätzlich sind diese Farben zumeist gesundheitlich unbedenklich und verfügen über eine gute Leitfähigkeit.<sup>32 33 34</sup>

Die Auswahl am Markt befindlicher Farben und Hersteller ist unübersichtlich und viele Standardprodukte der diversen Erzeuger werden je nach Kundenwunsch und Anforderung angepasst. Durch die vielseitige Anwendung der Farben in Einzel- aber auch in Massendruckverfahren lassen sich neue elektronische Bestandteile erzeugen oder deren Produktion erheblich vergünstigen. In der Zukunft wird dieser Technologie auf Grund ihrer Möglichkeiten eine noch größere Bedeutung zukommen.

<sup>31</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Graphen> [Letzter Aufruf: 12. Jänner 2014]

<sup>32</sup><http://www.beyond-print.de/2012/04/05/graphen/> [Letzter Aufruf: 12. Jänner 2014]

<sup>33</sup><http://www.vorbeck.com/electronics.html> [Letzter Aufruf: 13. Jänner 2014]

<sup>34</sup><http://e-pinc.com/de/produkte> [Letzter Aufruf: 12. Jänner 2014]

## 4. Implementierung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein DGBL-Spiel entwickelt, welches mittels externen Eingabekarten aus Plastik gesteuert werden kann. In diesem Kapitel werden die dadurch angefallenen Probleme und deren Lösung kurz beleuchtet.

### 4.1. Die Spielidee

Auf Basis der bereits existierenden Monopoly Zapped Edition (siehe Abbildung 21) der Firma Hasbro und deren dafür entwickelten Eingabekarten soll ein DGBL-Spiel entstehen, das für Kinder im Grundschulalter zwischen 8-9 Jahren und bis zu vier Spieler geeignet ist. Das fertige Spiel soll dabei Fragen aus dem Bereich des Sachkundeunterrichtes stellen, in dem die Kinder lt. österreichischem Lehrplan dazu aufgefordert sind, ihre Umgebung besser kennen zu lernen. Dies beinhaltet sowohl topographisches als auch historisches Grundwissen welches allerdings große regionale Unterschiede aufweist. Diesen regionalen Unterschieden hat das Spiel in Konsequenz Folge zu leisten.



Abbildung 21.: Monopoly Zapped Edition (Quelle: [www.hasbro.com](http://www.hasbro.com))

Vor dem eigentlichen Spielstart müssen die Spielenden sich mit ihrem Namen und einer der

vorhandenen ID-Karte (siehe dazu Abschnitt 4.2), zur Auswahl einer vorhandenen Spielfarbe, registrieren. Die Farbe wird dabei durch die vier unterschiedlich eingefärbten Kartensets repräsentiert. Die Farbe bleibt für den restlichen Spielverlauf dem Spielenden erhalten und kennzeichnet das eigene Scanfeld, in dem im späteren Spielverlauf eine Spielkarte platziert werden muss, um eine Antwort zu geben.

Das eigentliche Spiel wird rundenweise abgehalten. In jeder Runde wird eine Frage mit vier Antwortmöglichkeiten gestellt. Die Spielenden müssen nun die korrekte Karte aus ihrem Kartenset auswählen, welche die richtige Antwort repräsentiert. Wie es zur dieser Repräsentation kommt, wird in Abschnitt 4.2 näher erläutert. Die Vergabe der Punkte richtet sich nach der Anzahl der Runde. So gibt es in der ersten Runde nur einen Punkt zu gewinnen und in der letzten Runde die entsprechende Anzahl. Dies soll das Spiel bis zur letzten Runde spannend halten. Zusätzlich ist vorgesehen, dass die Schwierigkeit der Fragen mit zunehmender Rundenanzahl zunimmt, damit diesem Punktevergabekonzept zusätzlich Rechnung getragen wird. Die Gewinnerin oder der Gewinner ist jene Person, die/der am Ende die meisten Punkte besitzt.

Da es sich bei dem Spiel um ein Ratespiel mit österreichischem Bezug handelt, wurde der Name des Spieles mit "Guess Austria" festgelegt.

## 4.2. Die Eingabekarten

Die Entwicklung der Eingabekarten ist eines der zentralen Themen dieser Arbeit, soll dadurch doch geklärt werden, wie deren Erzeugung ermöglicht wird und welche Spielkonzepte sich dadurch verwirklichen lassen. Auf Basis der in Abschnitt 4.1 vorgestellten grundlegenden Spielmechanik, ergeben sich für die Kartenproduktion folgende Eigenschaften:

- Farbliche Unterscheidbarkeit
- Eingabe von Antworten
- Erkennung einer bestimmten Spielerin bzw. eines bestimmten Spielers

### 4.2.1. Analyse der bestehenden Karten

Den Ausgang für die Verwirklichung dieses Konzeptes bilden jene Eingabekarten, die in der Monopoly Zapped Edition zum Einsatz kommen (siehe Abbildungen 22 und 23). Nach einer ersten Recherche über das Funktionsprinzip und einigen Versuchen mit den Karten im Originalspiel wurde klar, dass diese den kapazitiven Touchscreen (siehe Abschnitt 3.1.2) des Tablets beeinflussen und die Eigenschaften eines Fingers als Eingabegerät auf die Karten übertragen wird.



Abbildung 22.: Vorderansicht der original Spielkarten aus der Monopoly Zapped Edition

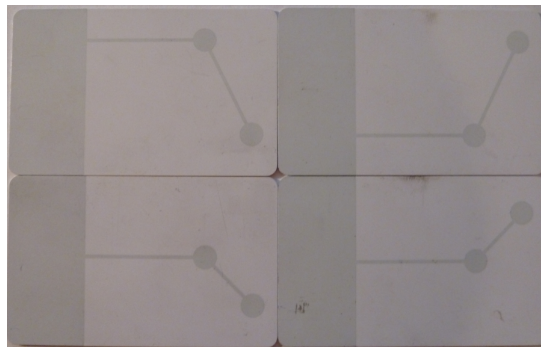


Abbildung 23.: Rückansicht der original Spielkarten aus der Monopoly Zapped Edition

Bei genauerer Betrachtung der Rückseite der Spielkarten (siehe Abbildung 23) fällt der eigenwillige Farbauftrag auf. Darin ist abzusehen, dass durch die Behandlung der Oberfläche mit dem gräulichen Material eine leitfähige Struktur geschaffen wurde, die jeweils in größere kreisrunde Punkte endet. Die beiden Punkte markieren zusätzlich jenen Bereich der Plastikkarte, der auf dem Bildschirm zur Eingabe abgelegt wird. Der vollständig grau ausgezeichnete Bereich am anderen Ende der Karten ist jener Abschnitt, der mit den Fingern während dem Festhalten der Karte belegt wird. Somit wird mit Hilfe eines leitfähigen Farbauftrages die kapazitive Eigenschaft des Körpers auf den Touchscreen des Tablets übertragen.

Die kreisrunden Punkte (Touchpunkte) sind bezüglich ihrer Größe so gewählt, dass sie den Touchscreen veranlassen, einen regulären Touch zu erkennen.

Um einen Spieler anhand der am Bildschirm abgelegten Karte zu erkennen, muss es Unterscheidungsmerkmale auf den Karten geben. Diese werden durch die unterschiedliche Anordnung der auf der Rückseite der Karten sichtbaren Punkte definiert. Die Menge an unterscheidbaren Karten wird daher durch die Größe des tatsächlich am Touchscreen abgelegten Bereiches der Karte, der Anzahl der in diesem Bereich durch den Touchscreen erkennbaren Punkte und der Anzahl an eindeutigen Mustern, die mit diesen Vorbedingungen gebildet werden können, festgelegt.

### 4.2.2. Eigener Kartenprototyp

Die im Rahmen dieser Arbeit angefertigten Spielkarten müssen der geplanten Spielmechanik (siehe Abschnitt 4.1) und den zu Beginn festgelegten Eigenschaften entsprechen. Zur Erkennung der einzelnen Spielenden und Farbsets wurde eine ID-Karte auf Basis der in der Monopoly Zapped Edition verwendeten Karten entworfen. Zusätzlich zu einer ID-Karte in einer bestimmten Farbe erhält jeder Spielende drei Antwortkarten, wobei die ID-Karte ebenfalls als Antwortkarte genutzt wird. Gemeinsam mit der ID-Karte besitzen alle teilnehmenden Spieler/innen vier präparierte Plastikkarten einer bestimmten Farbe. Für das fertige Spiel werden somit 16 Plastikkarten benötigt (siehe Abbildung 24).



Abbildung 24.: Vorderseite des Spielkartensets bestehend aus 16 Spielkarten



Die ID-Karten wurden den Originalkarten nachempfunden und besitzen auf der Rückseite zwei Touchpunkte. Als Basis für die Anordnung der Touchpunkte wurden die Positionen auf den Originalkarten herangezogen. Die weiteren drei Karten pro Set besitzen jeweils, einen, drei oder vier Touchpunkte auf der Rückseite. Somit kann im späteren Spiel eine von vier Antworten ausgewählt werden, indem jene Spielkarte auf das Scanfeld gelegt wird, deren Anzahl an aufgetragenen Touchpunkte der auszuwählenden Antwort (nummeriert von 1-4) entspricht. In Abbildung 25 ist die Rückansicht des Spielkartensets mit den aufgetragenen Touchpunkten zu sehen.



Abbildung 25.: Rückseite des Spielkartensets bestehend aus 16 Spielkarten

Für die Erzeugung der Spielkarten wurde nach einer geeigneten leitfähigen Farbe gesucht. Die Anforderungen bestanden darin, sowohl eine umweltfreundliche als auch für Kinder unbedenkliche Farbe zu finden. Zusätzlich war diesem Prototypenszenario geschuldet, dass keine Massenproduktion von Karten möglich war, was einer professionellen Produktion zum Beispiel im Siebdruckverfahren mit geeigneter Farbe ausschloss. Nach einer längeren Recherche wurde ein Hersteller einer unbedenklichen leitfähigen Farbe in Form des Unternehmens "The Bare Conductive Studio"<sup>35</sup> gefunden. Die Farbe entsprach denen zum Zeitpunkt der Produktion festgelegten Parametern in puncto Leitfähigkeit, Wasserlöslichkeit (was sich in späterer Folge als Problem herausstellte), Umweltfreundlichkeit und damit verbundener Kindersicherheit. In Abbildung 26 ist eine Detailansicht eines einzelnen Kartensets zu sehen. Darauf zu erkennen sind der Bereich zur Berührung mit dem Finger sowie die möglichst dünn gehaltenen Verbindungslinien zu den einzelnen Touchpunkten. Die Größe der Touchpunkte ist an jene der Originalkarten angelehnt. Zusätzlich sind auf der Abbildung deutlich die vier

<sup>35</sup><http://www.bareconductive.com> [Letzter Aufruf: 7. Jänner 2014]

unterschiedlichen Kartentypen zu erkennen: Die Antwortkarten mit einem, drei und vier Punkten sowie die als Antwort- und ID-Karte fungierende Karte mit zwei Punkten.

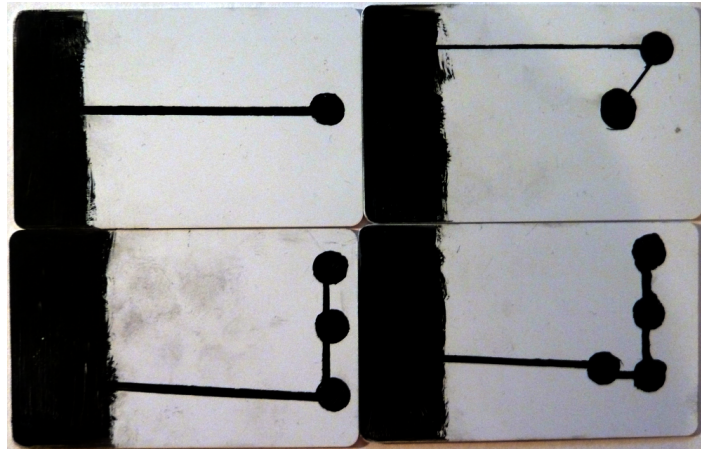


Abbildung 26.: Detailansicht der Rückseite eines Kartensets für einen Spieler

Für die Plastikkarten kamen handelsübliche leere Visitenkarten zum Einsatz. Als Herausforderung hat sich im Herstellungsprozess die Verarbeitung und Aufbringung der leitfähigen Farbe herausgestellt. Durch die hohe Viskosität und den glatten Plastikuntergrund waren die Ergebnisse bei den ersten Versuchen sehr schlecht. Aus diesem Grund wurde die Oberfläche der Plastikkarten vor dem Aufbringen aufgeraut und zur Erhöhung der Exaktheit Vorlagen aus steifer Plastikfolie gefertigt. Mit diesem doch sehr simplen Verfahren lassen sich durchaus brauchbare Ergebnisse erzeugen. Dies spricht für die Intention, den Herstellungsprozess während eines Einsatzes innerhalb eines Klassenzimmers durch Kinder ausführen zu lassen. Abschließend wurden die Karten noch mit Klarlack besprüht, um die Haftfähigkeit auf Grund der Wasserlöslichkeit der leitfähigen Farbe zu verbessern. Dennoch kommt es zum Verwischen, wenn die Karten über einen längeren Zeitraum in der Hand gehalten werden.

Der Bau der Karten zeigt, dass diese für einen Prototypen durchaus ausreichend sind, allerdings für einen professionellen Einsatz bzw. Verkauf in einem hochwertigeren Verfahren hergestellt werden müssen. Als Verfolgungswert wird der Ansatz, die Karten und deren Erzeugung direkt als Lehrmittel einzusetzen und so einen Zusammenhang zwischen dem eigentlichen Wissensspiel und dafür verwendeten Technik herzustellen, angesehen.

## 4.3. Das Spiel - "Guess Austria"

Das Spiel wurde als Standardprojekt inklusive Storyboardunterstützung unter OS X 10.5.8 und Verwendung von XCode 5.0.1 entwickelt. Da im Zuge der Erstellung der Applikation die Umstellung auf iOS 7 erfolgte, wurden dementsprechende Anpassungen vorgenommen und exklusiv für diese iOS-Version weiterentwickelt. Alle Grafiken und Layouts wurden durch den Autor selbst erstellt, allerdings geschah dies in Anlehnung an bereits von der Abteilung für Vernetztes Lernen<sup>36</sup> der TU Graz durchgeführte Projekte, wie zum Beispiel dem Spiel GeoWorld+<sup>37</sup>. Ein Hauptaugenmerk wurde auf eine kindgerechte grafische Ausgabe gelegt. In der Folge werden die wichtigsten Spielelemente, allen voran die Kartenerkennung, kurz erläutert. Eine vollständigen Auswahl an Screenshots sowie längere Sourcecodeauszüge sind dem Appendix A.2 zu entnehmen.

### 4.3.1. Einführung iOS

Der erste Kontakt mit iOS führt unweigerlich zu einer intensiven Beschäftigung mit der Programmiersprache Objective-C<sup>38</sup>. Diese Sprache besitzt gegenüber Java bzw. C++ eine ungewohnte Syntax, was zu Beginn einiges an Einarbeitungszeit erfordert. Den syntaktischen Unterschieden stehen aber mächtige Eigenschaften, wie das dynamische Binden von Methoden sowie die dynamische Typisierung von Objekten über das typenlose "id" Keyword, gegenüber. Dadurch ist es möglich, unabhängig von der Klassenhierarchie Objekte und deren Methoden aufzurufen. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist die Bezeichnung für Klassen und Interfaces. In Objective-C werden Klassen als "Interfaces" und Interfaces als "Protokolle" bezeichnet. Neben diesen bekannten Entitäten existiert in Objective-C auch die Möglichkeit "Categories" anzulegen. "Categories" sind Erweiterungen von Klassen, ohne von diesen ableiten zu müssen. In einem separaten File wird eine zusätzliche Methode für die gewünschte Klasse definiert und kann dann bei Bedarf als Header-File in anderen Codeteilen inkludiert werden. Dies ist vergleichbar mit dem Prototyping von Funktionen in JavaScript.

Die Entwicklung von iOS-Applikationen wird durch die freie Entwicklungsumgebung Xcode

<sup>36</sup><http://app.tugraz.at/> [Letzter Aufruf: 11. Jänner 2014]

<sup>37</sup><http://app.tugraz.at/?p=567> [Letzter Aufruf: 11. Jänner 2014]

<sup>38</sup><http://goo.gl/2Ft2s1> [Letzter Aufruf: 31. Jänner 2014]

stark unterstützt. Xcode bietet neben der Projektverwaltung, auch einen umfangreichen Source-Code-Editor, eine Debugger und einen Simulator, um die Applikation zu testen. Zusätzlich existiert in Xcode mit den Storyboards eine Möglichkeit, die grafische Oberfläche der Applikation mittels "WYSIWYG"<sup>39</sup>-Bedienung zu gestalten. Dieser Ansatz lässt sich sogar soweit verfolgen, dass für simple Applikationen kaum noch Programmiererfahrung benötigt wird, da das Erstellen der notwendigen Basisklassen leicht verständlich ist und danach Events und Eigenschaften per Mausbedienung gesetzt werden können. Auch "Guess Austria" wurde mit Storyboard-Unterstützung entwickelt, allerdings mussten zahlreiche Änderungen vorgenommen werden, womit der Komfortvorteil des Storyboards nicht mehr ganz zu tragen kam. Dies liegt vor allem in den verwendeten, vom Standard abweichenden, UI-Elementen wie zum Beispiel dem Scanfeld für die Erkennung der Plastikkarten. Kritisch kann gesehen werden, dass Xcode lediglich auf Computern mit OS X<sup>40</sup> verwendet werden kann und auch die Veröffentlichung der Applikation auf den Apple-eigenen App-Store beschränkt ist und dort auch restriktiven Bestimmungen unterliegt. Applikationen werden vor Freigabe im App-Store durch Apple auf Einhaltung der Entwicklungsvorschriften und der allgemeinen Geschäftsbedingungen überprüft. Dies hat zur Folge, dass zumeist qualitativ hochwertige Applikationen angeboten werden, darunter allerdings auch die Innovationskraft leiden kann.

Ein Grundprinzip der iOS-Entwicklung ist die Verwendung des MVC-Design-Patterns<sup>41</sup> zur Trennung von Daten und deren Darstellung innerhalb der Applikation. Bei der Erstellung von Applikationen finden die "UIViewController"<sup>42</sup> breite Verwendung. In solch einer Klasse sind sowohl die "View" als auch der "Controller" abstrahiert zusammengefasst. Auf dem UML-Klassendiagramm in Abbildung 27 ist das Zusammenspiel aus "UIViewController" und einem "Model" schematisch dargestellt. Dabei wird die View aus den Vorgaben des Storyboards initialisiert und verbleibt danach als Member des "GameViewController" für diesen erreichbar. Zusätzlich ist auf Abbildung 27 zu sehen, dass die Klasse "GameViewController" einen eigenen "TouchRecognizer" sowie eine Klasse zur Erkennung der Plastikkarten instantiiert.

Die Entwicklung von iOS-Applikationen baut auf einem stabilen Betriebssystem ohne

---

<sup>39</sup>What-you-see-is-what-you-get

<sup>40</sup>[http://de.wikipedia.org/wiki/Mac\\_OS\\_X](http://de.wikipedia.org/wiki/Mac_OS_X) [Letzter Aufruf: 31. Jänner 2014]

<sup>41</sup><http://goo.gl/EymHkb> [Letzter Aufruf 31. Jänner 2014]

<sup>42</sup><http://goo.gl/BeapHn> [Letzter Aufruf: 31. Jänner 2014]

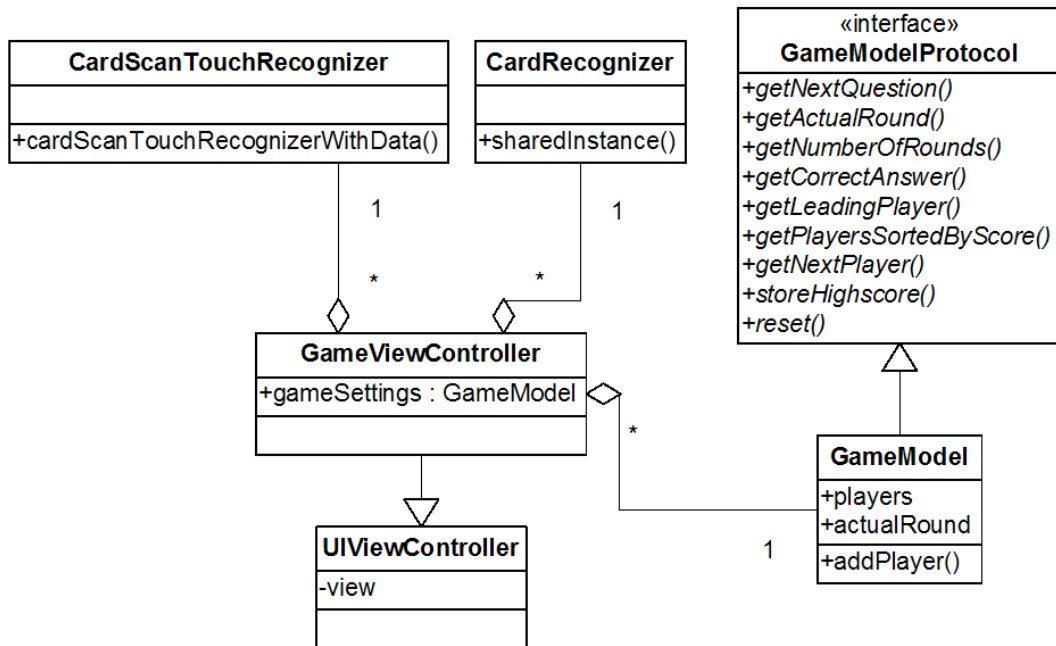


Abbildung 27.: MVC anhand eines Beispiels aus "Guess Austria"

unüberschaubarer Versionsflut auf, denn als einer der größten Vorteile von iOS-Geräten gilt die schnelle und beinahe flächendeckende Verteilung von Updates am Betriebssystem. Während den Arbeiten an "Guess Austria" wurde iOS 7 veröffentlicht. Da die Entwicklung zu diesem Zeitpunkt noch nicht weit fortgeschritten war, wurde die automatische Update-Funktion von Xcode dazu verwendet die Storyboard-Dateien auf einen aktuellen Stand zu bringen. Da keine als "veraltet" markierten Methoden verwendet wurden, waren keine Auswirkungen auf den bestehenden Code zu bemerken.

### 4.3.2. Die Kartenerkennung

Um die Touchpunkte auf den Spielkarten zu erkennen, bedarf es des Einsatzes der iOS eigenen Eventhandling-Routinen (siehe Apple Inc (2014)). iOS unterscheidet zwischen drei

Arten von Events:

- Multitouch events
- Accelerometer events
- Remote control events

Um die Touchpunkte auf den Spielkarten registrieren zu können, sind lediglich die Multitouch-Events von Bedeutung. Um die Erkennung von Multitouch-Events über den Touchscreen zu ermöglichen bietet iOS das Konzept der "Gesture Recognizers" an. Ein "Gesture Recognizer" kann an jede beliebige View gebunden werden (siehe Abbildung 28) und reagiert dann auf die für ihn vorgesehen Touchereignisse. Der für die View zuständige ViewController wird über die Touchereignisse informiert, in dem der "Gesture Recognizer" eine dafür vorgesehene Methode des ViewControllers aufruft.

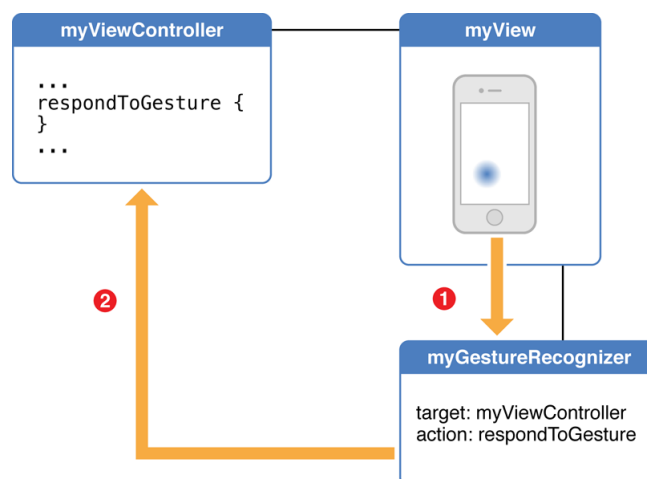


Abbildung 28.: iOS Gesture Recognizer wird an eine View gebunden (Apple Inc, 2014)

iOS bietet bereits eine Reihe von fertig implementierten "Gesture Recognizers" für die wichtigsten Gesten an.

- Tapping
- Pinching in and out (for zooming a view)
- Panning or dragging

- Swiping (in any direction)
- Rotating (fingers moving in opposite directions)
- Long press (also known as "touch and hold")

Ein "Gesture Recognizer" ist in der Lage, diskrete als auch fortlaufende Gesten korrekt zu erkennen. Unter diskreten Gesten werden Eingaben verstanden, bei denen sich die Position des Touches während der Erkennung kaum verändert bzw. nicht integraler Bestandteil der Geste ist. Darunter fallen zum Beispiel "Tapping" und "Long press". Bei fortlaufenden Gesten ändert sich die Position des Touches während der Erkennung. Dies trifft auf alle anderen oben erwähnten Standard "Gesture Recognizers" zu. Um eine Geste korrekt zu erkennen, funktionieren "Gesture Recognizer" ähnlich einer State-Machine. Die möglichen Status für diskrete und fortlaufende Gesten sind in Abbildung 29 zu sehen.

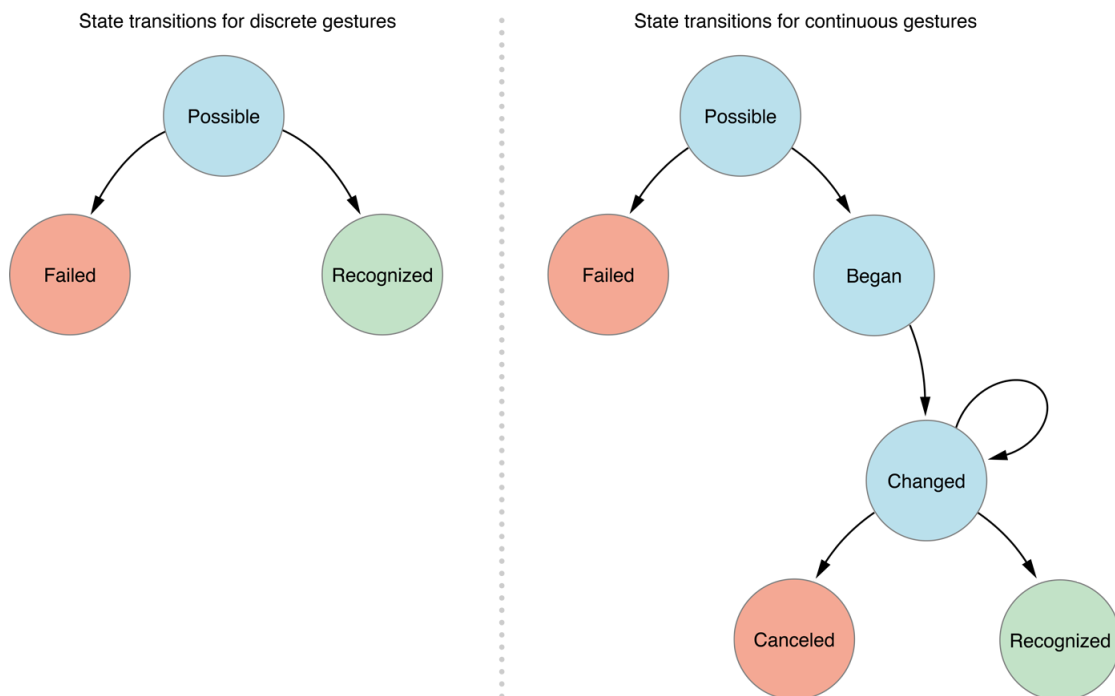


Abbildung 29.: Mögliche Status von "Gesture Recognizers" (Apple Inc, 2014)

Dabei obliegt es dem Programmierer die Status entsprechend seiner Wünsche bei der Implementierung des "Gesture Recognizers" zu setzen. Sobald ein anderer Status als "Possible", "Failed" oder "Canceled" gesetzt wird, wird die dem "Gesture Recognizer" bekannte Methode des ViewControllers aufgerufen. Der ViewController erhält dabei als Parameter den "Gesture

Recognizer" und kann darüber auf die erkannten Touches zugreifen. Touches werden in diesem Kontext über die `UITouch`<sup>43</sup> Klasse repräsentiert. Dieser erlaubt keinen direkten Zugriff auf Koordinaten, sondern bietet eine Methode an, über die man die Position des Touches in jeder beliebigen View errechnen lassen kann. Zusätzlich kann man überprüfen, ob der Touch grundsätzlich innerhalb einer vorgesehenen View liegt. Dies liegt an dem in iOS verwendeten Prinzip, dass jede View ihr eigenes Koordinatensystem besitzt, welches mit dem Punkt (0,0) die linke obere Ecke spezifiziert. Somit kann jeder `UITouch` seine x/y Koordinate als `CGPoint` innerhalb einer bestimmten View retournieren. Entgegen der von COCOA<sup>44</sup> bekannten Möglichkeit für OSX-Programme den Ursprung des Koordinatensystems einer View auch in die rechte obere, linke untere oder rechte untere Ecke zu legen, ist dies bei iOS nicht möglich.

Die Implementierung der Kartenerkennung besteht daher grundlegend aus folgenden Teilen:

- einen "Gesture Recognizer" um die Touchpunkte auf den Karten zu erkennen
- eine Möglichkeit, ID-Karten im Voraus zu speichern
- eine Klasse zum Wiedererkennen der ID-Karten

#### **Der "Card Gesture Recognizer"**

Auf Basis der in Abschnitt 4.3.2 getroffenen Aussagen über das Eventhandling-System von iOS lässt sich ableiten, dass das Erkennen der Spielkarten nicht mit den standardmäßig verfügbaren "Gesture Recognizers" möglich ist. Dies liegt daran, dass dafür nur die Implementierung für "Tapping" und "Long pressed" in Frage kämen, diese aber ein Ende der Geste dadurch definieren, dass das Eingabemittel (zumeist der Finger) wieder vom Touchscreen entfernt wird. Bei der Kartenerkennung für "Guess Austria" ist es aber erwünscht, dass die Karte am Bildschirm verbleiben kann, bis von der Applikation entschieden werden kann, ob sie erkannt wurde oder nicht. Aus diesem Grund wurde eine eigene "Gesture Recognizer"-Klasse implementiert. Der implementierte "Gesture Recognizer" sammelt alle erkannten `UITouches` in einem Set und kontrolliert anhand eines übergebenen Zeitparameters bei der

<sup>43</sup><http://goo.gl/MZm2qe> [Letzter Aufruf: 29. Jänner 2014]

<sup>44</sup>[http://de.wikipedia.org/wiki/Cocoa\\_\(API\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Cocoa_(API)) [Letzter Aufruf: 12. Jänner 2014]



Initialisierung des "Gesture Recognizers" wie lange die einzelnen UITouches bereits am Display liegen bzw. erkannt wurden. Ist diese Zeit für alle erkannten UITouches überschritten, wird der Status des "Gesture Recognizers" auf "Recognized" geändert. Eine schematische Darstellung dieses Vorganges ist auf Abbildung 30 zu sehen.

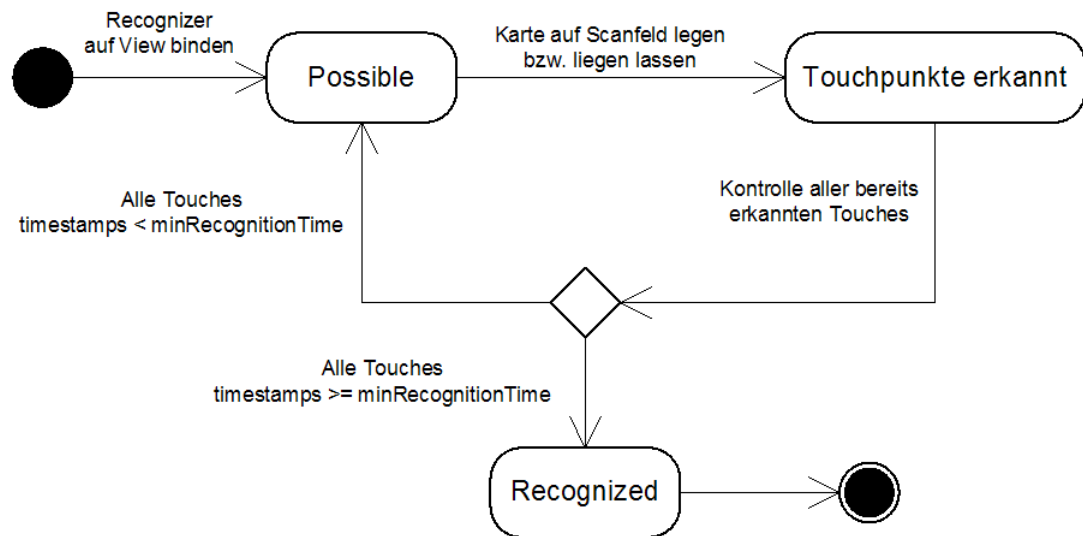


Abbildung 30.: Zustandsdiagramm des CardGestureRecognizer

Der "Gesture Recognizer" versucht somit alle Touchpunkte der Karte zu erkennen und beendet dies automatisch nach Ablauf der übergebenen Wartezeit. Da der Status immer auf "Recognized" geändert wird, wird der zuständige ViewController auf jeden Fall über die erkannten Touches informiert. Die weitere Verarbeitung und Interpretierung wird ihm überlassen. In Abschnitt A.2.1 ist die gesamte Implementierung des "Gesture Recognizers" zu finden. In dem Ausschnitt des Sourcecodes unter 4.1 ist jener Teil des Codes zu sehen, der dafür sorgt, dass alle erkannten UITouches in einem Set gespeichert werden und die Startzeit bei Bedarf (falls der erste Touch erkannt wird) gesetzt wird um anhand dieser bei der späteren Überprüfung feststellen zu können, ob der "Gesture Recognizer" seine Arbeit beenden soll oder nicht.

Der implementierte "Gesture Recognizer" speichert alle erkannten Touchpunkte in einem Set, welches später von anderen Teilen der Applikation zur Erkennung der ID-Karten oder zum Feststellen der Antwort des Spielers anhand der Anzahl der erkannten Touchpunkte herangezogen werden kann.

```

1 - (void)touchesBegan:(NSSet *)touches withEvent:(UIEvent *)event {
2
3     [super touchesBegan:touches withEvent:event];
4
5     if(self.recognitionStartTime == NULL) {
6         self.recognitionStartTime = [NSDate date];
7     }
8
9     for (UITouch *tmp in touches) {
10        if([self.recognizedTouches containsObject:tmp] == NO) {
11            [self.recognizedTouches addObject:tmp];
12        }
13    }
14
15    [self updateRecognitionState];

```

Listing 4.1: Erkennen und Speichern von UITouches

### Festlegen der ID-Karten

Um festzustellen, ob die via "Gesture Recognizer" erkannten UITouches einer ID-Karte gehören und wenn ja, welcher, ist es notwendig diese Karten und deren Eigenschaften vorab in der Applikation zu erfassen. Zu diesem Zweck wurde eine "CardTemplate"-Klasse implementiert, die neben einem etwaigen Namen auch exakte Koordinaten in Form eines Arrays von CGPoint's für jeden benötigten Touch beinhaltet. Da die in "Guess Austria" eingesetzten ID-Karten aus jeweils zwei Touchpunkten bestehen, besitzen die Kartentemplates ebenfalls zwei unterschiedliche Koordinaten. Das Koordinatensystem bezieht sich dabei auf die Größe einer View, die global in der Applikation für die Eingabe der Spielkarten vorgesehen ist. Ein solches Scanfeld ist auf Abbildung 31 (grün unterlegt) zu erkennen. Eine vollständige Implementierung ist A.2.4 zu entnehmen.

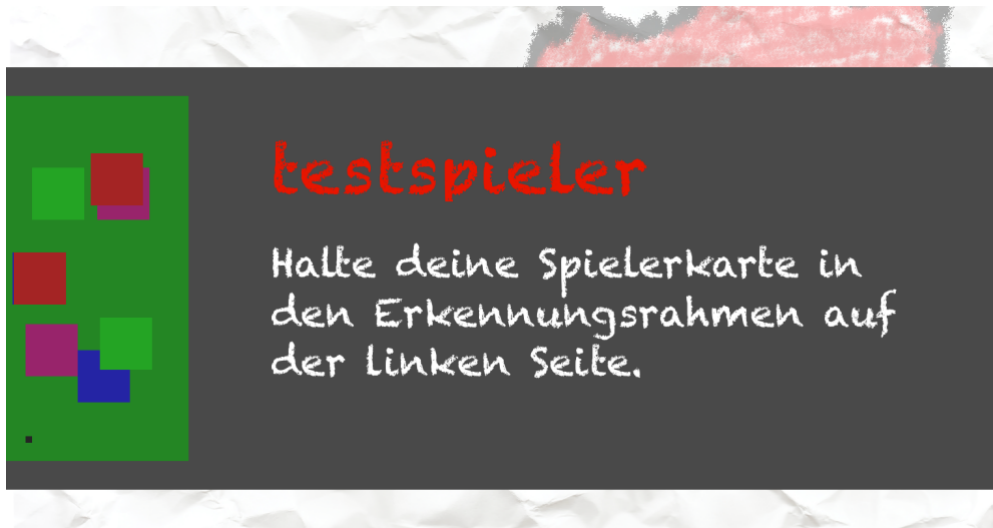


Abbildung 31.: Grünes (Karten)Scanfeld mit Debuganzeige der Kartentemplates

### Erkennen der ID-Karte

Mit Hilfe des in Abschnitt 4.3.2 vorgestellten "Gesture Recognizers" und der in Abschnitt 4.3.2 präsentierten Möglichkeit ID-Karten via Templates vorab zu speichern, ist es möglich, eine bestimmte ID-Karte anhand ihres Musters, welches auf der Karte abgebildet und als Template in der Applikation gespeichert ist, zu erkennen. Um dies zu ermöglichen muss ein Vergleich der vom "Gesture Recognizer" ermittelten Ist-Koordinaten (als UITouches) und der in den Templates gespeicherten Soll-Koordinaten (als CGPoint) ermöglicht werden. Die dafür entworfene Klasse "CardRecognition" stellt mit ihrer Methode "identifyCard" genau diesen Mechanismus zur Verfügung. Bei der Initialisierung der Klasse wird diese mit einer beliebigen Anzahl an Kartentemplates versorgt (siehe Source 4.2). Weiters verfügt sie über einen Schwellwert, der die Genauigkeit im späteren Überprüfungsvorgang festlegt (siehe Source 4.3).

```

1 - (id) initWithCardTemplates: (NSSet*) templates
2 {
3     self = [self init];
4     if(templates){
5         [self setKnownCardTemplates:[NSMutableSet setWithSet:templates]];
6     } else {
7         return nil;
8     }
9     return self;

```

10 }

## Listing 4.2: Initialisieren der CardRecognition Klasse

Um festzustellen, ob die vom "Gesture Recognizer" erkannten UITouches einer ID-Karte zugeordnet sind, werden in der Methode "identifyCard" folgende Schritte durchgeführt:

- Überprüfe Übereinstimmung für jedes bekannte Kartentemplate.
- Erzeuge auf Basis der im Kartentemplate gespeicherten CGPoints Subviews innerhalb der Eingabevue. Die Größe der Subviews wird durch den Schwellwert für die Genauigkeit definiert.
- Überprüfe ob alle übergebenen UITouches innerhalb der erzeugten Subviews liegen.
- Konnten alle übergebenen UITouches den Subviews des aktuell untersuchten Kartentemplates zugeordnet werden, gilt die Karte als erfolgreich identifiziert, andernfalls handelt es sich nicht um die im Kartentemplate festgehaltene Karte.

```
1 @property (nonatomic , assign) CGFloat accuracyThreshold;
```

## Listing 4.3: Schwellwert zum Festlegen der Abfragegenauigkeit

```
1 - (CardTemplate*) identifyCard:(NSSet*) points view:(UIView*) view
   orientation:(CardTemplateOrientation) orientation
```

## Listing 4.4: Methode um ID-Karte zu erkennen

Die durch die "identifyCard"-Methode erzeugten Subviews jedes Kartentemplates können in Abbildung 31 durch die unterschiedlich eingefärbten Quadrate innerhalb des Scanfeldes erkannt werden. Um zu gewährleisten, dass die korrekte View zur Überprüfung herangezogen wird, benötigt die Methode "identifyCard" als Parameter die Basis-View (siehe Source 4.4), zu der im Anschluss die Subviews der Kartentemplates hinzugefügt werden.

In Abbildung 32 wird die Implementierung der für die Kartenerkennung notwendigen Klasse schematisch dargestellt. Darauf zu erkennen ist ein Protocol (Interface), dass die Methode "identifyCard()" deklariert. Davon abgeleitet ist die Klasse "CardRecognition" in der die Methode "identifyCard()" implementiert wird. Um einen schnellen Zugriff innerhalb der

Applikation zu gewährleisten und zu vermeiden, dass die eigentliche Kartenerkennung sich darum kümmern muss an die benötigten Kartentemplates zu gelangen, wurde die Klasse "CardRecognizer" entworfen. In ihr werden die für "Guess Austria" verwendeten Kartentemplates erzeugt und an die "CardRecognition" übergeben. Zusätzlich kann die Methode "identifyCard" aufgerufen werden, um eine Kartenerkennung zu starten. Eine detaillierte Implementierung der Klasse "CardRecognizer" ist Abschnitt A.2.3 zu entnehmen.

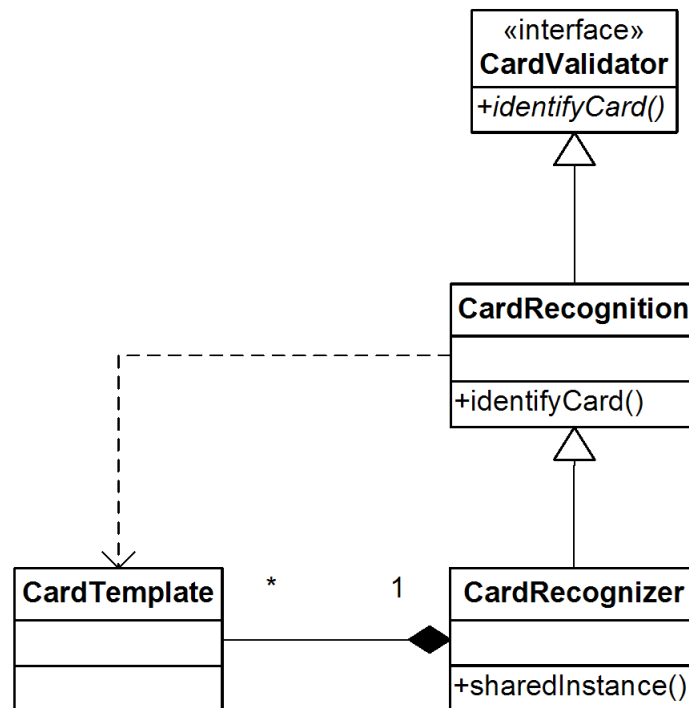


Abbildung 32.: UML Klassendiagramm der Kartenerkennung

### 4.3.3. Der Spielablauf

Das Spiel "Guess Austria" lässt sich in zwei Phasen unterteilen. In der ersten werden die Spieler anhand der Eingabe eines Namens und der Registrierung mittels ID-Karte festgelegt und in der zweiten Phase läuft das eigentliche Frage-Antwort-Spiel ab. In Phase eins wird die Karten-Erkennung dazu verwendet, den Spielenden eine bestimmte Farbe zuzuordnen. Die Farbe wird über die ID-Karte definiert. Sollte das Spielprinzip in späterer Folge erweitert

werden, ist mit Hilfe der ID-Karte immer wieder eine eindeutige Zuordnung der Spielenden möglich.

### Spielerregistrierung

Alle teilnehmenden Spielerinnen und Spieler geben zuerst ihren Namen ein und registrieren diesen dann zusätzlich mit einer ID-Karte. Dies ist vergleichbar mit der Auswahl der Figurfarbe bei klassischen Brettspielen. In Abbildung 33 ist zu sehen, wie die ID-Karte in dem Scanfeld abgelegt wird.



(a) Registrierung eines Spielers mit einer ID-Karte

(b) Auflegen der ID-Karte in das Scanfeld

Abbildung 33.: Spielerregistrierung

Im Rahmen der Spielerregistrierung werden die vom "Card Gesture Recognizer" (siehe Abschnitt 4.3.2) gelieferten UITouches der Kartenerkennung zugeführt. Konnte die Karte erfolgreich erkannt werden, ist der Vorgang abgeschlossen und die nächste Spielerin bzw. der nächste Spieler darf mit der Registrierung starten. Dieser Vorgang ist in Abbildung 34 schematisch anhand eines Zustandsdiagramms bildlich dargestellt. Die Registrierung einer bestimmten ID-Karte hat zur Folge, dass im weiteren Ablauf des Spiels das Scanfeld und alle anderen spieler-spezifischen Ausgaben in der Farbe der gewählten ID-Karte angezeigt werden.

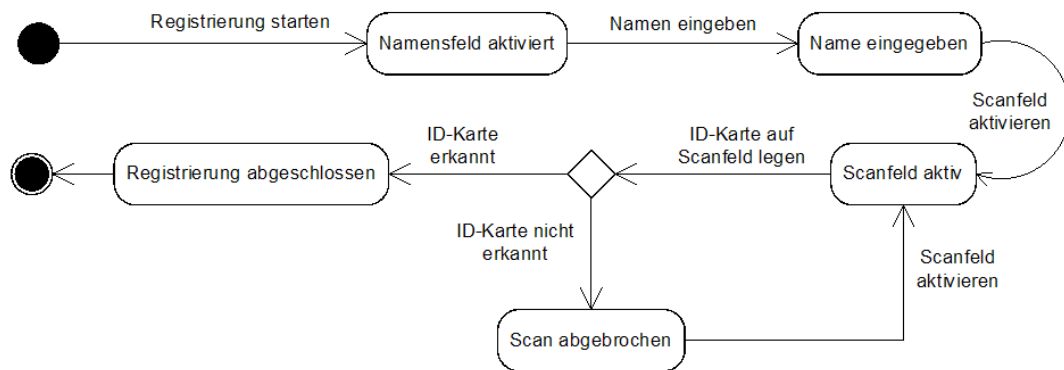
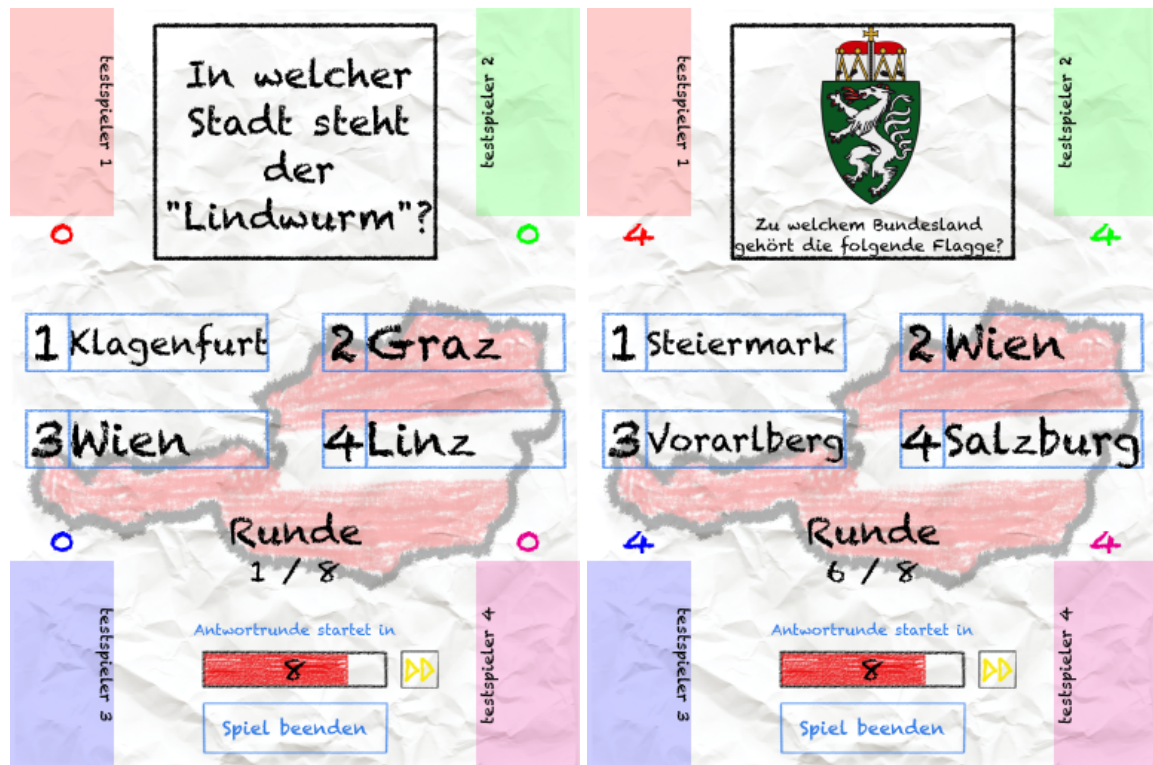


Abbildung 34.: UML Zustandsdiagramm während der Registrierung

### Frage-Antwort-Runden

Das eigentliche Spiel läuft in Frage-Antwort-Runden ab. In Abbildung 35 ist ein solcher Aufbau exemplarisch dargestellt. Für das Erfassen und Erkennen der Frage bleiben den Spielenden 10 Sekunden. Dieses Zeitlimit wird anhand des roten Balkens im unteren Bereich der Spieloberfläche dargestellt. Fragen können bei "Guess Austria" rein textbasiert oder mit visueller Unterstützung in Form von Bildern ausgegeben werden. Die Fragen werden in Form einer SQLite-Datenbank der Applikation zur Verfügung gestellt. Die Datenbank ist dabei durch externe Werkzeuge leicht erweiterbar und kann in Form eines Updates in "Guess Austria" übernommen werden. Es wäre aber auch denkbar die Fragen zukünftig durch einen Online-Service zusammenstellen zu lassen und im Spiel zu verwenden. Sobald das Zeitlimit für das Erfassen der Frage abgelaufen ist, beginnt die "Antwortrunde". Alle Spielenden haben nun jeweils wieder 10 Sekunden Zeit eine Antwort einzugeben, in dem sie die entsprechende Spielkarte auf ihr persönliches Scanfeld legen. Das Spiel wählt den Spielenden, der mit der Eingabe beginnen muss, automatisch aus und aktiviert dessen Scanfeld. Im Spiel wird dies durch ein Hervorheben des jeweiligen Scanfeldes vorgenommen. Zusätzlich gibt es akustische Signale, die den Wechsel zwischen den Spielern zur Eingabe der Antwort verdeutlichen. In jeder Runde wechselt die Spielerin bzw. der Spieler, die bzw. der mit der Antwortrunde beginnen muss, damit alle teilnehmenden Spielerinnen und Spieler im Laufe des Spieles gleich viel Zeit zum Nachdenken und der Auswahl der richtigen Antwort haben. Zur schematischen Veranschaulichung einer Spielrunde siehe Abbildung 36.



(a) Oberfläche mit 4 Spielern und reiner Textfrage (b) Oberfläche mit 4 Spielern und einer bildgestützten Frage

Abbildung 35.: Spielansicht

Die grundlegende Idee hinter der Eingabe der richtigen Antwort mittels Spielkarten ist die Möglichkeit, eine Antwort verdeckt und ohne Wissen der anderen Spielenden auswählen zu können. So soll vermieden werden, dass für die Mitspieler/innen ersichtlich ist, welche Lösung die vorhergehenden Spielenden gewählt haben, und so einen Vorteil bei der Wahl der Antwort erlangen.



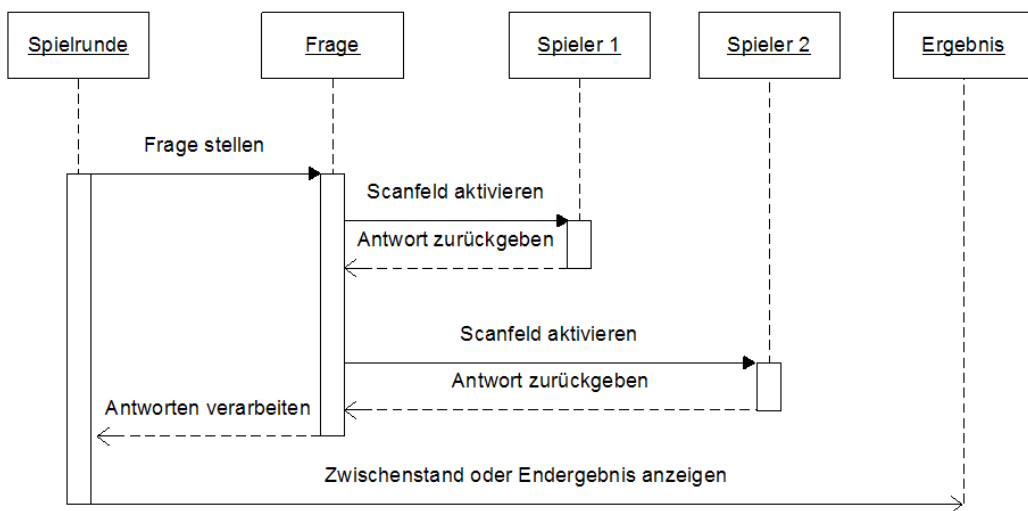


Abbildung 36.: UML Ablaufdiagramm einer Spielrunde mit zwei Spieler/innen

## 5. Evaluierung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse während einer Feldstudie von “Guess Austria“ an einer Gruppe von Volksschulkindern festgehalten, um in der Folge Erkenntnisse für weitere didaktische Einsätze zu bekommen.

### 5.1. Aufbau

Das Spiel “Guess Austria” konnte auf Grund der freundlichen Unterstützung von Volksschullehrerin Frau Aureli Silvana - Leiterin einer der ersten iPad Klassen in Österreich - in der Volksschule Graz-Hirten mit insgesamt 8 Volksschulkindern im Alter von 8-9 Jahre getestet werden. Dabei wurden zwei Testgruppen bestehend aus jeweils vier Kindern gebildet. Alle Kinder hatten bereits erste Erfahrungen im Umgang mit einem iPad im Rahmen ihres Schulalltages gemacht. Dies wird als Vorteil angesehen, da der Fokus somit auf dem Spiel und dessen Eingabemethode lag, anstatt auf der Faszination, ein iPad zu verwenden.

Die Evaluierung wurde in einem ruhigen Raum unter Aufsicht von zwei Lehrerinnen, einem Spielleiter und zwei Beobachterinnen durchgeführt. Von einer Evaluierung innerhalb des Klassenzimmers wurde abgesehen, da nicht alle Kinder das Spiel gleichzeitig testen hätten können und dadurch von Störungen ausgegangen werden musste. Dem Evaluierungsteam war es aber wichtig, die Aufmerksamkeit der Kinder voll und ganz auf das Spiel zu lenken.

Das iPad wurde während des Spiels in die Mitte eines Tisches gelegt und die Kinder setzten sich jeweils zu zweit gegenüber an den Tisch. Da “Guess Austria” für die Ausgabe im Hochformat vorgesehen ist, sollte hier der Aufteilung der Spielfläche mit der Anordnung der Scanfelder für vier Spieler (siehe zum Beispiel Abbildung 35) Rechnung getragen werden,

so dass jedes Kind gleich neben seinem Scanfeld sitzt. Auf die Sitzeinteilung wurde vom Spielleiter im Laufe des Registrierungsprozesses der Spielenden geachtet.

Beide Gruppen erhielten vor Spielbeginn eine kurze Einführung in das Spiel und in die grundlegende Funktionsweise der Spielkarten. Die Registrierung der einzelnen Spieler diente für die Kinder zum Testen des Umgangs mit den Spielkarten und deren Positionierung auf dem Scanfeld. Danach wurde ein kompletter Spielzyklus mit 8 Fragen durchgespielt und eine Gewinnerin / ein Gewinner ermittelt. Die Kinder wurden vorab darauf hingewiesen, dass die Spielkarten zu Ungenauigkeiten neigen und es vorkommen kann, dass vermeintlich korrekte Antworten nicht gewertet werden.

Nach dem erfolgreichen Beenden des Spiels wurden den Kindern gemeinsam fünf Fragen zu dem Spiel gestellt. Diese Fragen waren auf DIN A4 Zetteln niedergeschrieben. Die Kinder erhielten zusätzlich fünf Smileys von lachend bis traurig und sollten damit ihre Zustimmung zu den einzelnen Sätzen kundtun. Der Fokus dieser Aufgabe lag im gemeinsamen und übereinstimmenden Finden einer Zuordnung der Smileys zu den gestellten Fragen (siehe Abbildung 37). Die verwendeten Fragen lauteten:

- Das Spiel dauert genau richtig lange.
- Es hat mir Spaß gemacht die Karten zu verwenden.
- Ich finde, das Spiel war einfach zu bedienen
- Ich habe beim Spielen etwas Neues gelernt.
- Ich würde gerne noch einmal spielen.

Im Anschluss an die Bewertung mit den Fragen wurden noch kurze informelle Interviews mit den Kindern geführt, in dem sie gebeten wurden, ihre ersten ungefilterten Gedanken zu dem Spiel abzugeben.

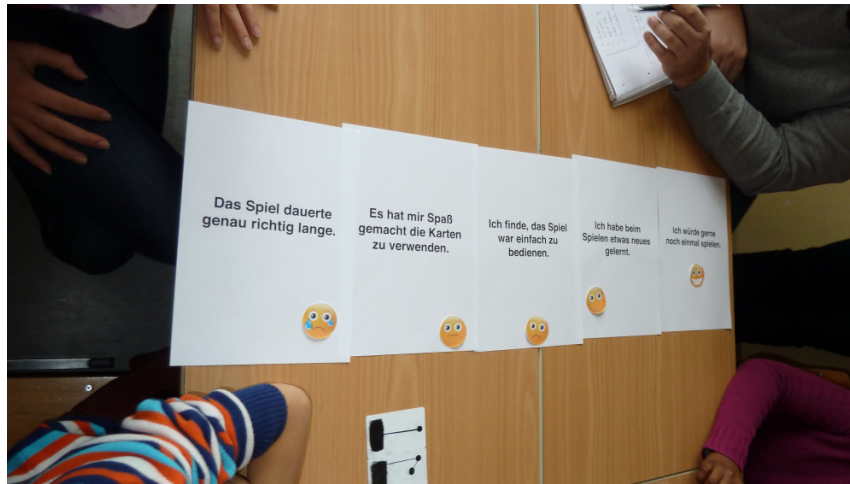


Abbildung 37.: 5 Fragen inkl. Smileys zu deren Bewertung

## 5.2. Durchführung

In der Folge werden zentrale Schlüsselszenen und Aussagen der Kinder, die während der Feldstudie festgehalten wurden, wiedergegeben.

### 5.2.1. Gruppe 1

Wie bereits vorab erläutert, wurde den Kinder zu Beginn das grundlegende Konzept der Spielkarten und wie dadurch Antworten gegeben werden können, erklärt. Dabei saßen die Probanden alle zusammen gedrängt auf einer Seite des Tisches. Im Anschluss wurde mit der Erfassung der Spielkarten begonnen. Das erste Kind versuchte sich an der Registrierung und hielt dabei die Karte an den seitlichen Rändern fest. Der Versuch, die Karte zu erkennen, schlug somit fehl. Der Spielleiter erklärte daraufhin, wie die Karte korrekt in der Hand gehalten werden muss, so dass zumindest ein Finger im unteren ausgemalten Bereich der ID-Karte zu liegen kommt. Bereits nach kurzer Zeit fiel den Kindern auf, dass die Karten leicht abfärbten. Der Spielleiter erklärte ihnen, dass die Farbe wie Wasserfarbe abzuwaschen sei. Die weiteren Kinder hatten bei der Registrierung ebenfalls Probleme, bekamen aber bereits Tipps zur korrekten Anwendung der Karte von den Kindern, die die Registrierung bereits erfolgreich beendet hatten. Es fiel auf, dass die Karten zum Großteil falsch gehalten oder in einem zu steilen Winkel auf das Display gelegt wurden, so dass nicht die gesamte

Fläche der Karte auf dem Touchscreen zu liegen kam.

Nach der erfolgreichen Registrierung der vier Probanden wurde das Spiel gestartet. Der Spielleiter arrangierte die Kinder rund um den Tisch, so dass jedes unmittelbar neben seinem farblich markierten Scanfeld saß. Die Kinder fragten neugierig, wie das Spiel denn wissen könne, welche Farbe sie gewählt haben. Der Spielleiter erklärte ihnen, dass das an der vorher gescannten Karte liege, womit sich die Kinder schließlich zufrieden gaben.

Vor Beginn der ersten Spielrunde erklärte der Spielleiter, dass als nächstes eine Frage erscheinen würde und sie diese anhand der vier Antwortmöglichkeiten versuchen sollen zu beantworten. Es stellte sich bereits nach wenigen Sekunden heraus, dass das gewählte Zeitlimit, welches für das Lesen und Erfassen der Frage verwendet wurde, viel zu kurz war, da die Lesegeschwindigkeit der Kinder es nicht zuließ, die Fragen in diesem Tempo sinnergreifend zu lesen. Aus diesem Grund griff ab diesem Zeitpunkt der Spielleiter ein und schaltete das Spiel in den Pausenmodus, um den Kindern mehr Zeit zum Lesen der Fragen zu geben. Als die erste Frage von den Kindern erfolgreich erfasst wurde, wollten sie umgehend wissen, wie sie eine Antwort geben könnten. Daraufhin erklärte der Spielleiter den Zusammenhang zwischen den Punkten auf den Antwortkarten und den Zahlen die neben den Antworten am Bildschirm dargestellt wurden. Unmittelbar danach versuchten zwei Kinder gleichzeitig die Antwortkarte auf das Display zu legen, was wieder zu einer Erklärung des Spielleiters führte. Das Zeitlimit zur Eingabe der Karte stellte die Kinder zumeist vor keine Probleme. Gelegentlich erhielten die Kinder allerdings keine Punkte für ihre Antworten, da die vermeintlich korrekt hingelegten Karten nicht erkannt wurden. Im weiteren Verlauf des Spieles hatten die Probanden ab und zu noch Probleme mit dem Umgang der Karten und legten sie manchmal aus Übereifer verkehrt auf das Display oder hielten sie wieder falsch in der Hand. Nach der ersten Spielrunde war den Kindern, trotz Einblendung innerhalb des Spieles, nicht ersichtlich welches die richtige Antwort war. Der Spielleiter wies auf die Einblendung, die mit dem aktuellen Zwischenstand kombiniert ist, hin. Entgegen der eigentlichen Intention, die Karten verdeckt zu halten, um keine Antwort des Vorgängers verwenden zu können, hatten die Kinder die Karten aufgedeckt vor sich liegen. Es fiel auf, dass die Kinder mit dem Erfassen der Frage, dem Überlegen welche Antwort die richtige ist und der dadurch verbundenen Auswahl der korrekten Karte derart gefesselt waren, dass sie keine Zeit mehr hatten, sich auf ihren Nachbarn zu konzentrieren. Die Kinder konnten sich im Laufe des Spieles sehr gut mit dem Umstand arrangieren, dass die Punkte ab und zu nicht

korrekt erkannt wurden und munterten sich in solch einem Fall gegenseitig auf.



(a) Gruppe 1 bei der kurzen Einführung zum Spiel - noch falsch um den Tisch positioniert

(b) Gruppe 1 beim Knobbeln

Abbildung 38.: Gruppe 1 beim Spielen

Die Bewertung der Evaluierungsfragen (siehe Abbildung 39) wurde durch die Probanden anhand der Kennzeichnung mit Smileys vorgenommen. In der Folge die Bewertungen der einzelnen Sätze ausgehend vom Besten bis zum Schlechtesten:

1. Ich würde gerne noch einmal spielen.
2. Es hat mir Spaß gemacht die Karten zu verwenden.
3. Ich habe beim Spielen etwas Neues gelernt.
4. Ich finde, das Spiel war einfach zu bedienen.
5. Das Spiel dauert genau richtig lange.



Abbildung 39.: Gruppe 1 bei der Evaluierung

Die Kinder stellten fest, dass ihnen das Spiel teilweise zu schnell ablief, da sie mit der Beantwortung der Fragen und der Auswahl der Karten bis hin zur Eingabe der Antwort teilweise überfordert waren. Andererseits merkten sie an, dass ihnen das Rätseln sehr viel Spaß machte. Überrascht zeigten sie sich abschließend darüber, dass der Spielleiter gleichzeitig der Entwickler war, was auf besondere Neugier stieß.

### 5.2.2. Gruppe 2

Die zweite Gruppe wurde bereits von Beginn an korrekt um den Tisch platziert, wobei der Spielleiter die Aufgabe hatte, darauf zu achten, dass die Kinder bei der späteren Registrierung die richtige Reihenfolge einhielten. Der Spielleiter erklärte der Gruppe vorab die Funktionsweise der Karten und den Zusammenhang zwischen den Punkten auf der Karte und den später folgenden Antwortmöglichkeiten. Ein Kind hatte bei der Registrierung besondere Probleme und musste fünf Versuche dafür aufwenden, bis die Karte erkannt wurde. Der Spielleiter half ihm beim Auflegen und erklärte, dass der Bereich der Karte, auf dem die Punkte abgebildet sind, voll im Scanfeld aufliegen müsse. Eines der Kinder stellte die Frage, warum sie die Karten mit zwei Punkten verwenden müssen, woraufhin eine kurze Erklärung zu den ID-Karten folgte. Die Kinder legten die Karten wieder sichtbar für alle anderen vor sich auf.

Vor Beginn der ersten Spielrunde klärte der Spielleiter wieder über die weiteren Geschehnisse auf und merkte bei dieser Gelegenheit an, dass die Karten nicht immer korrekt erkannt werden und sie sich keine Sorgen wegen ihrem Punktestand machen müssten. Die Probanden hatten bereits nach der ersten Frage-Antwort-Runden den grundlegenden Ablauf verinnerlicht und hatten keine Schwierigkeiten mehr, die korrekte Karten auszuwählen, sowie lange genug zu warten, bis sie an der Reihe waren, ihre Antwortkarte auf das Scanfeld zu legen. Durch das Geben einer Antwort mit vier Punkten aktivierte ein Kind unabsichtlich die in iOS integrierte Geste zum Taskwechseln, was vom Spielleiter noch rechtzeitig unterbunden werden konnte. Um die Kinder beim Lesen der Frage zu entlasten, half der Spielleiter, indem er die Fragen laut und deutlich vorlas. Grundsätzlich merkte man den Kindern ihr etwas höheres Alter gegenüber Gruppe 1 an, da sie die Fragen meistens spontan und ohne langem Überlegen beantworten konnten. Die Kinder waren sehr enthusiastisch und es entwickelten sich des Öfteren gemeinsame Brainstormings, um die korrekte Antwort zu finden. Bei der letzten

Frage kam es zu Verwirrungen, da die korrekte Antwort 3 von zwei der Kindern gewählt wurde, aber bei beiden nicht das korrekte Ergebnis erkannt wurde. Anhand des Verhaltens der Applikation konnte der Spielleiter erkennen, dass fälschlicherweise vier Punkte erkannt wurden.



(a) Gruppe 2 während dem Spiel

(b) Gruppe 2 bei der Evaluierung

Abbildung 40.: Evaluierung durch Gruppe 2

Die abschließende Evaluierung anhand der Bewertungsfragen brachte folgendes Ergebnis:

1. Ich würde gerne noch einmal spielen.
2. Ich habe beim Spielen etwas Neues gelernt.
3. Es hat mir Spaß gemacht die Karten zu verwenden.
4. Ich finde, das Spiel war einfach zu bedienen.
5. Das Spiel dauert genau richtig lange.

Abschließend merkten die Kinder noch an, dass sie viel Spaß daran hatten, das Spiel mit den Karten zu bedienen und die Fragen zu beantworten. Auch kamen sie überein, dass sie sich nicht unter Zeitdruck gesetzt fühlten und ausreichend Zeit hatten, die Fragen zu lesen und zu beantworten.



## 6. Diskussion

Bereits Barendregt & Lindström (2012) stellten bei der Evaluierung ihres Mathematik-Spieles fest, dass der Erfolg einer Applikation bei Kindern im Grundschulalter zu einem großen Teil von der Bedienbarkeit abhängt. Es ist eine Herausforderung Spielelemente so zu gestalten, dass diese intuitiv erkannt und verwendet werden können. Somit bietet die Steuerung der Applikation über ein unbekanntes bzw. ungewohntes Hilfsmittel eine willkommene Abwechslung vom Alltag und erhöht dadurch die Fehlertoleranz bei Game-Design-Mängeln. In der Folge sollen Erkenntnisse aus der Evaluierung kategorisiert dargestellt werden.

### 6.1. Spielkarten

Bei der Evaluierung wurde festgestellt, dass die Kinder die Spielkarten überaus begeistert aufnahmen und verwendeten. Es zeigte sich aber auch, dass der Einsatz der Karten zu den meisten Problemen im Umgang mit der Applikation führte.

Der reale Einsatz der Karten brachte zu Tage, dass die Erkennungsgenauigkeit zu gering ist und es auf Grund der Konzeption des "Gesture Recognizers" (alle Touches, die erkannt werden können, werden auch zurückgeliefert - eine Erkennung führt immer zu einem Erfolg) zu keinerlei Fehlerbehandlung in diesem Bereich kommen kann. Dabei zeigen die Karten beide Varianten von Fehlverhalten: Sowohl das Erkennen von zu wenigen als auch zu vielen Punkten ist möglich. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieses Verhalten auf den händischen Produktionsprozess zurückzuführen ist. Es wäre interessant, in die Optimierung des Produktionsprozesses mehr Zeit zu investieren und ein Herstellungsverfahren in einem qualitativen Siebdruck anzustreben.

Die Ungenauigkeit der Karte wird aber auch durch deren Anwendung wesentlich beeinflusst. So konnte während der Evaluierung bei zwei Probanden beobachtet werden, dass sie die Karte nur an deren Ränder hielten, es aber auf Grund der Empfindlichkeit des Touchscreens trotzdem zu einer fehlerhaften Erkennung kam. Dies gilt auch dann, wenn die Karte nur unvollständig in das Scanfeld oder nicht plan auf dem Display abgelegt wird. Ein zu hoher Winkel führt unweigerlich zu einem Fehler bei der Erkennung der korrekten Anzahl an Touchpunkten der Spielkarte (siehe Abbildung 41).



(a) Halten an den Kartenrändern

(b) Steiler Winkel bei der Auflage am Bildschirm

Abbildung 41.: Fehleranfällige Verwendung einer Spielkarte

Positiv bleibt zu vermerken, dass das Interesse der Kinder an der Funktionsweise der Karten sehr groß war. Es ist davon auszugehen, dass das Konzept von Touchscreens, elektrischer Leitfähigkeit und der Leitfähigkeit des eigenen Körpers dadurch ansehnlich erklärt werden kann.

## 6.2. Spieldesign

Im Laufe der Evaluierung konnten einige Mängel aber auch Chancen für das Game-Design in Erfahrung gebracht werden. Die im vorhergehenden Abschnitt thematisierte Schwäche bei der korrekten Kartenerkennung wird durch das Game-Design noch unterstützt. Es wäre von Vorteil gewesen, die Eingabe der Antwortkarte durch ein erneutes Auflegen der Karte bestätigen zu lassen und somit die Wahrscheinlichkeit für eine korrekt eingegebene Antwort

zu erhöhen. In der derzeit vorliegenden Version ist ein fairer Spielablauf nicht zu gewährleisten. Es ist weiters anzunehmen, dass die problemlose Auswahl der gewünschten Antwort, selbst bei besseren Produktionsprozessen der Spielkarten, nicht in einem zufriedenstellenden Ausmaß gewährleistet werden kann. Der Einsatz der Spielkarten sollte somit nur in einem Kontext geschehen, in dem die Eingabe unmittelbar mit einer Vorgabe verglichen werden kann oder keine negativen Auswirkungen auf den Spielverlauf zu erwarten sind, ansonsten besteht die Gefahr, dass die Falscherkennungen das Spielerlebnis trüben.

Des Weiteren führte die Verwendung von bis zu vier Antworten zu der Tatsache, dass die Eingabe einer Antwort mit vier Touchpunkten ungewollt eine iOS-System Geste zum Wechsel zwischen Applikationen auslösen kann. Da sich diese Funktion auf Applikationsbasis nicht deaktivieren lässt, kann dieses ungewollte Verhalten von Entwicklern nie gänzlich ausgeschlossen werden. Es empfiehlt sich daher, den Einsatz von Touchpunkten auf zukünftigen Spielkarten unter Berücksichtigung dieser Tatsache zu entwerfen.

Der durchgeführten Evaluierung ist auch zu entnehmen, dass die Rückmeldung nach einer Antwort-Runde an die Spieler nicht ausreichend ist. Neben der eingebauten Darstellung der eigentlichen korrekten Antwort, sollte auch bei der Auflistung der Zwischenstände der Spieler ein Hinweis vorgenommen werden, der darüber informiert, ob die korrekte Antwort durch den Spieler gewählt wurde. In der aktuellen Form konnte öfter festgestellt werden, dass die Kinder sich über den aktuellen Punktestand nicht bewusst waren bzw. die Anzeige ihres persönlichen Punktestandes direkt auf der Spieloberfläche nicht wahrgenommen haben.

Des Weiteren fällt der Versuch der Kinder der ersten Gruppe, die Karten gleichzeitig auf die am Bildschirm angezeigten Scanfelder zu legen, um ihre Antwort abzugeben, auf. Diese Möglichkeit wurde bei der Entwicklung kurz angedacht, aber auf Grund der maximalen Anzahl an gleichzeitig zu erkennenden Touches auf einem Display wieder verworfen. Sollte das Konzept der Spielkarten aber auf Touchscreens mit der Unterstützung einer hohen Anzahl von simultanen Toucheingaben umgesetzt werden, ist diese "Masseneingabe" für das Spielerlebnis sicher förderlich.

Hinsichtlich der gestellten wissenschaftlichen Frage, ob ein kollaboratives Lernen in Form des vorliegenden Spieles möglich ist, kann dies auf Basis der Evaluation im positiven Sinne bestätigt werden. Entgegen der naheliegenden Annahme, dass ein solcher Wissenstest bei den

Kindern auf Ablehnung stößt, da er mit einer Prüfungssituation vergleichbar ist, konnte durch die Evaluation festgestellt werden, dass die Kinder die Situation gemeinsam, entspannt und interessiert erlebten. Bei beiden Evaluierungsgruppen wurde erkannt, dass die Kinder sowohl kollaborativ als auch kooperativ lernten. Bereits bei den Registrierungsverfahren war zu bemerken, dass die Kinder sich untereinander unterstützten, falls es zu Problemen im Umgang mit den Karten kam. Die meisten Kinder verstanden bereits nach der Registrierungsrunde, wie die Karte korrekt auf das Display zu legen ist und wiesen die Mitspieler/innen während der darauffolgenden Frage-Antwort-Runden auf ein solches Fehlverhalten hin. Als sehr wertvoll erwiesen sich die Frage-Antwort-Runden, die mit der vorhandenen Wissensbasis einige leichte aber auch schwierige Aufgaben für die Kinder bereit hielten. Es zeigte sich, dass die Kinder ihre Tendenzen für eine richtige Antwort untereinander austauschten und über die etwaigen Antwortmöglichkeiten berieten, wodurch ebenfalls Wissen untereinander ausgetauscht wurde, auch wenn es teilweise nur bedingt mit der Lösung der Frage zu tun hatte.

### 6.3. Ausblick

Grundsätzlich hat sich gezeigt, dass das Interesse der Kindern an derartigen Wissens-Spielen sehr groß ist. Durch die Anbindung des Spiels an eine umfangreiche Wissensdatenbank (eventuell auch als Onlineservice) lassen sich gezielt Fragen für alle Regionen mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad zusammenstellen. Auch bestünde die Möglichkeit "Guess Austria" durch einen Lehrermodus zu erweitern, in dem Lehrkräfte ihre eigenen Sets an Fragen für die Schülerinnen und Schüler zusammenstellen können. Dazu müsste unter Umständen ein alternativer Abfragemodus der Antworten gefunden werden, aber es ist durchaus denkbar "Guess Austria" abseits der Karteneingabe weiterzuentwickeln.

Die aufgezeigten Schwächen der aktuellen Karten können durch professioneller Herstellungsmethoden und Abfragealgorithmen noch verbessert werden. Das Potential und das Interesse der Kinder an den Karten ist sehr groß und sie bieten sich dadurch als wunderbare alternative Eingabemöglichkeit an. Es ist ohne weiteres möglich, mit den Karten Spielkonzepte umzusetzen in deren Kontext auch die Produktion eigener Karten steht. Auf Grund geringer Materialkosten für Farbe und Rohlinge sowie der Unbedenklichkeit der leitfähigen

Farbe für Kindern, ließe sich ein derartiges Konzept realisieren. Zusätzlich lassen sich selbst entworfene Touchpunktmuster mit geringem Aufwand in einer Applikation erfassen und langfristig speichern.

## 7. Zusammenfassung

In den vorangehenden Kapiteln sollte ein Einblick in die heutige digitalisierte Welt des Lernens gewährt werden, dessen detaillierte Behandlung im Rahmen dieser Arbeit nahezu unmöglich ist. Den Bereichen des (Digital)Game-based Learning und der “Serious Games” wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt, da sich diese aktuell rasch weiterentwickeln. Die Erkenntnis, dass Lerninhalte sich an den Lernenden anpassen müssen und nicht umgekehrt, aber auch die Tatsache, dass das Lernen nicht mehr auf einen bestimmten Ort fixiert ist, waren zentrale Punkte, die vermittelt werden sollten. Auch der derzeit stattfindenden Evolution an Interaktionsmöglichkeiten mit einem Touchscreen abseits von reiner Gesten- und Fingersteuerung sollte mit der Entwicklung eines Plastikkartenprototypen zur Steuerung einer Applikation Rechnung getragen werden.

Durch die Implementierung wurde ersichtlich, dass es sehr einfach ist aus leitfähiger Farbe und dem Erzeugen von touchpunktgroßen Farbleckschen auf einem beliebigen Werkstoff eine alternative Interaktionsmöglichkeit für Touchscreens zu schaffen. Zusätzlich konnte das Prototyp-Spiel “Guess Austria” das grundlegende Interesse und die Faszination an kollaborativen Wissensspielen aufzeigen. Ein wichtiger Erfolgsfaktor des Spieles war unbestreitbar, dass das Spielerlebnis von den Kindern gemeinsam konsumiert werden konnte.

Im Rahmen dieser Arbeit konnte gezeigt werden, mit welchen Technologien eine kartenbasierte Eingabe für Touchscreens realisiert und mit welchen Verfahren und Möglichkeiten diese innerhalb einer iOS-Applikation erkannt werden können. Durch die abschließende Evaluierung kam vor allem die Ungenauigkeit der Kartenprototype zum Vorschein. Diese können durch einen professionellen Erzeugungsprozess noch bedeutend verbessert werden, allerdings scheint die für “Guess Austria” gewählte Möglichkeit, eine Frage zu beantworten, trotzdem nicht befriedigend mit diesem Verfahren lösbar zu sein. Es ist naheliegender die Karten im Rahmen von Konzepten einzusetzen, bei denen eine Einzeleingabe immer auf

ihre Richtigkeit überprüft werden kann. Dies wird bei der Registrierung der Spieler und dem Erkennen der unterschiedlichen Kartentemplates gezeigt. Außerdem konnte im Rahmen der Evaluierung festgestellt werden, dass der Umgang mit den Spielkarten, auch wenn die Spielenden an diesen gewöhnt sein sollten, problematisch ist, da bereits ein falsches Auflegen der Karte auf dem Display zu einem unerwünschten Ergebnis führen kann. Die Evaluierung förderte zusätzlich zutage, dass über eine, wie in Abschnitt 6.2 erläutert, „Masseneingabe“ der Spielkarten nachgedacht werden könnte. Das gleichzeitige Scannen der Antwortkarten aller Spielenden stellt eine vielversprechende Bereicherung des Spielablaufes dar.

Neben den Erfahrungen einer kartenbasierten Eingabe, konnte „Guess Austria“ interessante Erkenntnisse beim Spieldesign liefern. Wie in der Evaluierung festgestellt werden konnte, waren die eingebauten Zeitlimits allesamt zu kurz und sollten am besten komplett gestrichen werden. Der Aufbau des Spieles und sein Design fanden hingegen guten Anklang und könnten in dieser Form weiterentwickelt werden. Für eine weitere Verbesserung könnte die Anbindung von „Guess Austria“ an einen Online-Service sorgen, über den Fragen bezogen werden können. Weiters könnte mit einem videobasierten Fragetyp zusätzlich Abwechslung in das Spiel gebracht werden. Auch die Realisierung eines Lehrermodus, zum Erstellen spezifischer, regionaler Fragenkataloge, scheint ein lohnenswertes Thema zu sein, das genauerer Untersuchungen bedarf.

Auf Grund der verwendeten, unbedenklichen Materialien ist es möglich eigene Spielkarten von Kindern erzeugen zu lassen. Verbunden mit der Möglichkeit, eigene Touchpunkt-Muster auf eine Karte aufzubringen und dieses in einer Applikation abzuspeichern, bietet diese Kombination eine sicherlich interessante Möglichkeit, Kinder mit den dieser Arbeit zugrundeliegenden technologischen Themen, vertraut zu machen.

Die Arbeit zeigt, dass es möglich ist, ein erfolgreiches kollaboratives Lernspiel mit einem alternativen Eingabekonzept zu erzeugen. Die Verwendung der Plastikkarten fördert die Begeisterung für das Spiel zusehends und die Frage-Antwort-Runden während der Spielphase führten zu einem nachweislich kollaborativen und kooperativen Lernprozess der Probandinnen und Probanden.

# Quellen

- Abt C., 1970: *Serious Games*, Viking Press.
- Apple Inc, 2014: *Event Handling Guide for iOS*. <https://developer.apple.com/library/ios/documentation/EventHandling/Conceptual/EventHandlingiPhoneOS/Introduction/Introduction.html>
- Arnold P., Kilian L., Thillosen A., Zimmer G., 2011: *Handbuch E-Learning: Lehren und Lernen mit digitalen Medien*, Bertelsmann W., 1 Auflage.
- Aziz A., Azah N., Batmaz F., 2013: *Selection of touch gestures for children's applications*, in: *Science and ...*, S. 721–726.
- Barendregt W., Lindström B., 2012: *Development and evaluation of Fingu: a mathematics iPad game using multi-touch interaction*, in: *... on Interaction Design ...*, S. 204–207.
- Berengueres J., Alsuwairi F., Zaki N., Ng T., 2013: *Gamification of a recycle bin with emoticons*, in: *Proceedings of the 8th ACM/...*, S. 83–84.
- Breuer J., 2010: *Spielend lernen? Eine Bestandsaufnahme zum (Digital) Game-Based Learning*.
- Breuer J., Bente G., 2010: *Why so serious? On the relation of serious games and learning*, in: *Eludamos. Journal for Computer Game Culture*, 4, S. 7–24.
- Cohen M., 2011: *Young Children, Apps & iPad*, Bericht.
- Csikszentmihalyi M., 1997: *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention*.
- Culen A., Gasparini A., 2012: *Tweens with the iPad classroom - Cool but not really helpful?*, in: *e-Learning and e-Technologies in Education (ICEEE), 2012 International Conference on*, S. 1–6.
- Cummins G., Desmulliez M.P., 2012: *Inkjet printing of conductive materials: a review*, in: *Circuit World*, 38(4), S. 193–213.



- Deterding S., Khaled R., Nacke L., Dixon D., 2011: *Gamification : Toward a Definition*, in: *CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings*, S. 12–15.
- Downes S., 2005: *E-learning 2.0*. <http://elearnmag.acm.org/featured.cfm?aid=1104968>
- Ebner M., Schön S., Nagler W., 2013: *Einführung - Das Themenfeld Lernen und Lehre mit Technologien*, in: Ebner M., Schön S., (Hrsg.) *L3T - Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*.
- Eck R.V., 2006: *Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless*, in: *EDUCAUSE Review*, 41, S. 1–8.
- Erenli K., 2012: *The impact of gamification: A recommendation of scenarios for education*, in: 2012 15th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL), S. 1–8.
- Esa, 2013: *Essential Facts about the computer and video game industry*, Bericht, entertainment software association.
- Escoda A., 2013: *Introducing media literacy at school: new devices, new contents at the curriculum. A case study*, in: *Proceedings of the First International Conference on ...*, S. 597–604.
- Feierabend S., Karg U., Rathgeb T., 2013: *JIM-STUDIE 2013 - Jugend, Information, (Multi-) Media*, Bericht, Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest, Stuttgart.
- Garris R., Ahlers R., Driskell J.E., 2002: *Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model*, in: *Simulation and Gaming*, 33, S. 441–467.
- Gasparini A., Culen A., 2012: *Acceptance factors: an iPad in Classroom Ecology*, in: *e-Learning and e-Technologies in ...*, S. 140–145.
- Göth C., Schwabe G., 2012: *Mobiles Lernen*, in: Haake J., Schwabe G., Wessner M., (Hrsg.) *CSCL-Kompendium 2.0: Lehr- und Handbuch zum computerunterstützten kooperativen Lernen*, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, S. 294–305.
- Hamari J., Koivisto J., Sarsa H., 2014: *Does Gamification Work?—A Literature Review of Empirical Studies on Gamification*, in: *Proceedings of the 47th Hawaii ...*, S. 10.
- Henderson S., Yeow J., 2012: *iPad in Education: A Case Study of iPad Adoption and Use in a Primary School*, in: *System Science (HICSS), 2012 45th Hawaii International Conference on*, S. 78–87.

- Ibharim L.F.M., Borhan N., Yatim M.H., 2013: *A field study of understanding child's knowledge, skills and interaction towards capacitive touch technology (iPad)*, in: *2013 8th International Conference on Information Technology in Asia (CITA)*, Ieee, S. 1–5.
- Jayasinghe U., Dharmaratne A., 2013: *Game based learning vs. gamification from the higher education students' perspective*, in: *Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE), 2013 IEEE International Conference on*, August, S. 683–688.
- Johnson E., 1965: *Touch display—a novel input/output device for computers*.
- Kerres M., Bormann M., 2009: *Didaktische Konzeption von Serious Games : Zur Verknüpfung von Spiel- und Lernangeboten*, in: *Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, (August), S. 16.
- Kirriemuir J., McFarlane A., 2004: *Literature Review in Games and Learning*, Bericht.
- Le S., Weber P., Ebner M., 2013: *Game-Based Learning - Spielend Lernen?*, in: Ebner M., Schön S., (Hrsg.) *L3T - Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*, epubli GmbH.
- Little B., 2013: *Issues in mobile learning technology*, in: *Human Resource Management International Digest*, 21(3), S. 26–29.
- Minović M., Milovanović M., Starcevic D., 2013: *Literature Review in Game-Based Learning*, in: *Information Systems, E-learning, ...*, S. 146–154.
- Molnar G., 2012: *New learning spaces? M-learning's, in particular the iPad's potentials in education*, in: *Interactive Collaborative Learning (ICL), 2012 15th ...*, S. 1–5.
- Nicholson P., 2007: *A History of E-Learning*, in: Fernández-Manjón B., Sánchez-Pérez J.M., Gómez-Pulido J.A., Vega-Rodríguez M.A., Bravo-Rodríguez J., (Hrsg.) *Computers and Education*, Springer Netherlands, S. 1–11.
- Norden B., Krutmeijer E., 2000: *The Nobel prize in chemistry, 2000: Conductive polymers*, in: *Royal Swedish Academy of Sciences*, S. 1–16.
- Pivec P., 2009: *Game-based Learning or Game-based Teaching ?*, in: *Learning*, (July), S. 1–24.
- Prensky M., 2001: *Digital Natives, Digital Immigrants Part 1*, in: *On the Horizon*, 9(5), S. 6.
- Prensky M., 2007: *Digital game-based learning*, Band 1, Paragon House.
- Raymer R., 2011: *Gamification: Using Game Mechanics to Enhance eLearning*, in: *eLearn*, 2011(9), S. 3.

- Ritterfeld U., Cody M., Vorderer P., 2009: *Serious Games: Mechanisms and Effects*, Band 12.
- Sawyer B., 2009: *Foreword: From Virtual U to Serious Games to Something Bigger*, in: Ritterfeld U., Cody M., Vorderer P., (Hrsg.) *Serious Games: Mechanisms and Effects*, Routledge, New York/London, S. xi–xvi.
- Specht M., Ebner M., Löcker C., 2013: *Mobiles und ubiquitäres Lernen - Technologien und didaktische Aspekte*, in: Ebner M., Schön S., (Hrsg.) *L3T - Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*, epubli GmbH.
- Stumpe B., 1977: *A New Principle for an XY Touch Screen*, Bericht, CERN.
- Stumpe B., 1978: *Experiments to find a manufacturing process for an x-y touch screen.*, Bericht.
- Susi T., Johannesson M., Backlund P., 2007: *Serious Games – An Overview*, Bericht.
- Wainwright K., 2012: *Putting iPads in the hands of faculty*, in: *Proceedings of the ACM SIGUCCS 40th annual conference on Special interest group on university and college computing services - SIGUCCS '12*, ACM Press, New York, New York, USA, S. 139–143.
- de Witt C., 2013: *Vom E-Learning zum Mobile Learning – wie Smartphones und Tablet PCs Lernen und Arbeit verbinden*, in: de Witt C., Sieber A., (Hrsg.) *Mobile Learning*, Springer Fachmedien Wiesbaden, 6 Auflage, S. 13–26.
- Wittke A., Ebner M., Kröll C., 2013: *Von der Kreidetafel zum Tablet - Eine technische Übersicht*, in: Ebner M., Schön S., (Hrsg.) *L3T - Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*, Kap. 3.

# A. Appendix

## A.1. Screenshots



(a) Der Startbildschirm / Hauptmenü

(b) Auswahl der Anzahl an Spieler

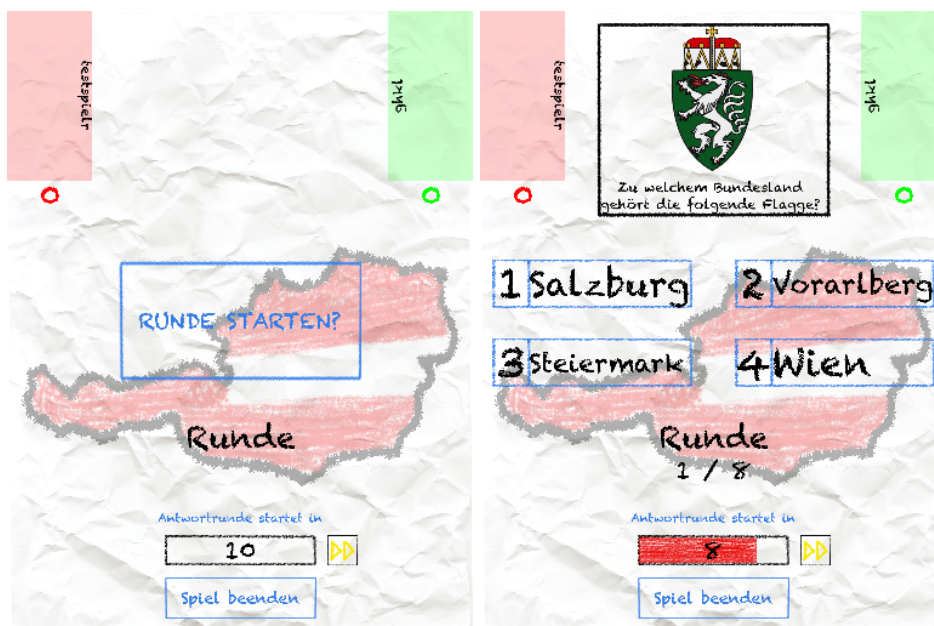
Abbildung 42.: Hauptmenü und Spielerauswahl



(a) Vergabe des Spielernamen

(b) Registrieren und Auswahl der Farbe mittels ID-Karte

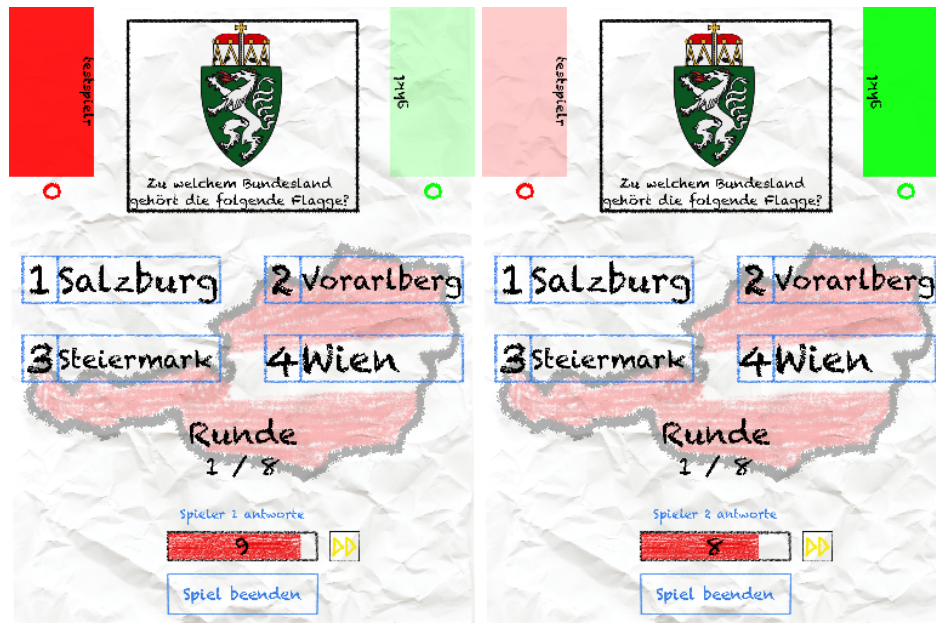
Abbildung 43.: Registrieren eines Spielers samt Spielerfarbe



(a) Fragerunde starten

(b) Frage und Antworten darstellen

Abbildung 44.: Start einer Fragerunde



(a) Roter Spieler kann Antwortkarte auflegen (b) Grüner Spieler kann Antwortkarte auflegen

Abbildung 45.: Spieler geben Antworten ab



(a) Rundenende mit richtiger Antwort und aktuellem Zwischenstand (b) Neue Runde kann gestartet werden.

Abbildung 46.: Runde wird abgeschlossen

## A.2. Sourcecode

### A.2.1. CardScanTouchRecognizer

```

1 //
2 // CardScanTouchRecognizer.h
3 // CardBasedBoardGame
4 //
5 // Created by Stefan Lexow on 03.10.13.
6 // Copyright (c) 2013 Stefan Lexow. All rights reserved.
7 //
8
9 #import <UIKit/UIKit.h>
10
11 @interface CardScanTouchRecognizer : UIGestureRecognizer
12
13 @property (atomic, strong) NSMutableSet *recognizedTouches;
14
15 +(id)cardScanTouchRecognizerWithData:(id)target action:(SEL)selection
16     duration:(NSTimeInterval)duration;
17 @end

```

sourceCode/CardScanTouchRecognizer.h

```

1 //
2 // CardScanTouchRecognizer.m
3 // CardBasedBoardGame
4 //
5 // Created by Stefan Lexow on 03.10.13.
6 // Copyright (c) 2013 Stefan Lexow. All rights reserved.
7 //
8
9 #import "CardScanTouchRecognizer.h"
10 #import "UIKit/UIGestureRecognizerSubclass.h"
11
12
13 @interface CardScanTouchRecognizer()
14
15 @property (strong) NSDate *recognitionStartTime;
16 @property (assign, atomic) NSTimeInterval duration;
17
18 -(BOOL) hasWorkedDuration;
19 -(BOOL) allRecognizedTouchesEnded;
20 -(void) updateRecognitionState;
21 @end
22
23 @implementation CardScanTouchRecognizer
24
25

```

```

26 +(id)cardScanTouchRecognizerWithData:(id)target action:(SEL)selection
    duration:(NSTimeInterval)duration {
27     CardScanTouchRecognizer *recognizer = [[ CardScanTouchRecognizer alloc]
        initWithTarget:target action:selection];
28     [recognizer setDuration:duration];
29     [recognizer setRecognizedTouches:[NSMutableSet set]];
30     return recognizer;
31 }
32
33
34
35 -(BOOL) hasWorkedDuration {
36     if(self.recognitionStartTime != NULL) {
37         NSDate *now = [NSDate date];
38         NSTimeInterval sinceStart = [now timeIntervalSinceDate:self.
            recognitionStartTime];
39         if(sinceStart >= self.duration) {
40             return YES;
41         }
42     }
43     return NO;
44 }
45
46
47
48 -(void) reset {
49     [super reset];
50     [self.recognizedTouches removeAllObjects];
51     self.recognitionStartTime = NULL;
52 }
53
54
55 // Implemented in your custom subclass
56 -(void)touchesBegan:(NSSet *)touches withEvent:(UIEvent *)event {
57
58     [super touchesBegan:touches withEvent:event];
59
60     if(self.recognitionStartTime == NULL) {
61         self.recognitionStartTime = [NSDate date];
62     }
63
64     for (UITouch *tmp in touches) {
65         if([self.recognizedTouches containsObject:tmp] == NO) {
66             [self.recognizedTouches addObject:tmp];
67         }
68     }
69
70     [self updateRecognitionState];
71
72     // NSLog(@"TOUCHES BEGAN: recognized touches set is holding %d unique
        touches",[self.recognizedTouches count]);
73

```



```

74 }
75
76
77 - (void)touchesMoved:(NSSet *)touches withEvent:(UIEvent *)event {
78     [super touchesMoved:touches withEvent:event];
79     [self updateRecognitionState];
80 }
81
82
83 - (void)touchesEnded:(NSSet *)touches withEvent:(UIEvent *)event {
84     //NSLog(@"TOUCHES ENDED: Actual touches: %d - Overall touches
85         recognized: %d",[touches count],[self.recognizedTouches count]);
86     [super touchesEnded:touches withEvent:event];
87     [self updateRecognitionState];
88 }
89
90 - (void)touchesCancelled:(NSSet *)touches withEvent:(UIEvent *)event {
91     [super touchesCancelled:touches withEvent:event];
92     for (UITouch *touch in touches) {
93         if ([self.recognizedTouches containsObject:touch]) {
94             [self.recognizedTouches removeObject:touch];
95         }
96     }
97     //NSLog(@"TOUCHES CANCELLED: Actual touches: %d - Overall touches
98         recognized: %d",[touches count],[self.recognizedTouches count]);
99     [self updateRecognitionState];
100 }
101
102
103 -(BOOL) allRecognizedTouchesEnded {
104     bool allEnded = true;
105     for (UITouch *touch in self.recognizedTouches) {
106         if (touch.phase != UITouchPhaseEnded) {
107             allEnded = false;
108             break;
109         }
110     }
111     return allEnded;
112 }
113
114
115 -(void) updateRecognitionState {
116     if (self.hasWorkedDuration || self.allRecognizedTouchesEnded) {
117         [self setState:UIGestureRecognizerStateRecognized];
118         NSLog(@"RECOGNIZED");
119     }
120 }
121
122
123

```

124 @end

sourceCode/CardScanTouchRecognizer.m

## A.2.2. CardRecognition

```

1 //
2 // CardRecognition.h
3 // CardBasedBoardGame
4 //
5 // Created by Stefan Lexow on 17.08.13.
6 // Copyright (c) 2013 Stefan Lexow. All rights reserved.
7 //
8
9 #import <Foundation/Foundation.h>
10 #import "CardTemplate.h"
11 #import "CardValidator.h"
12
13 @interface CardRecognition : NSObject <CardValidator>
14 - (id) initWithCardTemplates: (NSSet*) templates;
15 @end

```

sourceCode/CardRecognition.h

```

1 //
2 // CardRecognition.m
3 // CardBasedBoardGame
4 //
5 // Created by Stefan Lexow on 17.08.13.
6 // Copyright (c) 2013 Stefan Lexow. All rights reserved.
7 //
8
9 #import "CardRecognition.h"
10
11 @interface CardRecognition()
12     @property (strong) NSMutableSet* knownCardTemplates;
13     @property (nonatomic, assign) CGFloat accuracyThreshold;
14 @end
15
16 @implementation CardRecognition
17
18 - (id) init {
19     self = [super init];
20     [self setKnownCardTemplates:[NSMutableSet set]];
21     [self setAccuracyThreshold:40.0];
22     return self;
23 }
24
25
26 - (id) initWithCardTemplates: (NSSet*) templates

```

```

27 {
28     self = [self init];
29     if(templates){
30         [self setKnownCardTemplates:[NSMutableSet initWithSet:templates]];
31     } else {
32         return nil;
33     }
34     return self;
35 }
36
37
38
39 - (CardTemplate*) identifyCard:(NSSet*)points view:(UIView*)view
    orientation:(CardTemplateOrientation)orientation
40 {
41     CardTemplate *result = NULL;
42
43     //NSLog(@"Identify player with orientation: %d",orientation);
44
45     for(CardTemplate *template in self.knownCardTemplates)
46     {
47         //NSLog(@"iterating card template with name %@",template.
            templateName);
48
49         NSArray *pointsToTest = NULL;
50         if(orientation == CardTemplateOrientationLeft) {
51             pointsToTest = template.leftOrientationPoints;
52         } else {
53             pointsToTest = template.rightOrientationPoints;
54         }
55
56         //NSLog(@"Points to test size: %d",[template.leftOrientationPoints
            count]);
57
58         NSMutableArray *rectToTestArr = [NSMutableArray array];
59         for(NSValue *pointValue in pointsToTest)
60         {
61             CGPoint point = [pointValue CGPointValue];
62             CGRect rect = CGRectMake((point.x - self.accuracyThreshold / 2.0),
                (point.y - self.accuracyThreshold / 2.0), self.accuracyThreshold,
                self.accuracyThreshold);
63             UIView *tmp = [[UIView alloc] initWithFrame:rect];
64             [tmp setBackgroundColor:[template getTemplateColor]];
65             [view addSubview:tmp];
66
67             [rectToTestArr addObject:tmp];
68         }
69
70         //NSLog(@"Number of points in test array: %d",[rectToTestArr count])
            ;
71
72         int numberOfMatchingTouches = 0;

```

```

73     for(UITouch *touch in points){ //every touch is tested
74
75         CGPoint location = [touch locationInView:view];
76         CGRect pointRect = CGRectMake(location.x, location.y,5, 5);
77         UIView *tmprectPoint = [[UIView alloc] initWithFrame:pointRect];
78         [tmprectPoint setBackgroundColor:[UIColor blackColor]];
79         [view addSubview:tmprectPoint];
80
81         CGPoint tmpPoint = [touch locationInView:view];
82         //NSLog(@"trying to find point in view %@",NSStringFromCGPoint(
tmpPoint));
83         for(UIView *testView in rectToTestArr) { //every touch is tested
against all available template views
84             if(CGRectContainsPoint([testView frame], tmpPoint)) { //if a
touchpoint is within an template view we increase the matching number
85                 numberOfMatchingTouches++;
86                 break; //important to not be tested in another view which
could be passed
87             }
88         }
89     }
90
91     if(numberOfMatchingTouches == [rectToTestArr count]) {
92         result = template;
93         break;
94     }
95
96 }
97 return result;
98 }
99 @end

```

sourceCode/CardRecognition.m

### A.2.3. CardRecognizer

```

1 //
2 // CardRecognizer.h
3 // CardBasedBoardGame
4 //
5 // Created by Stefan Lexow on 02.10.13.
6 // Copyright (c) 2013 Stefan Lexow. All rights reserved.
7 //
8
9 #import <Foundation/Foundation.h>
10 #import "CardRecognition.h"
11
12 /**
13  *
14  * Implementation of a CardRecognizer as Singleton

```

```

15  *
16  */
17  @interface CardRecognizer : CardRecognition
18
19  + (id)sharedCardRecognizer;
20
21  @end

```

sourceCode/CardRecognizer.h

```

1  //
2  //  CardRecognizer.m
3  //  CardBasedBoardGame
4  //
5  //  Created by Stefan Lexow on 02.10.13.
6  //  Copyright (c) 2013 Stefan Lexow. All rights reserved.
7  //
8
9  #import "CardRecognizer.h"
10
11  @implementation CardRecognizer
12
13
14  + (id)sharedCardRecognizer {
15      static CardRecognizer *sharedMyCardRecognizer = nil;
16      static dispatch_once_t onceToken;
17      dispatch_once(&onceToken, ^{
18          sharedMyCardRecognizer = [[self alloc] initWithCardRecognizer];
19      });
20      return sharedMyCardRecognizer;
21  }
22
23  - (id)initWithCardRecognizer
24  {
25      NSArray *pinkLeft = [NSArray arrayWithObjects:[NSValue
26          valueWithCGPoint:CGPointMake(35.0, 195)],[NSValue valueWithCGPoint:
27          CGPointMake(90.0, 75)], nil];
28      NSArray *pinkRight = [NSArray arrayWithObjects:[NSValue
29          valueWithCGPoint:CGPointMake(50.0, 185)],[NSValue valueWithCGPoint:
30          CGPointMake(115.0, 60)], nil];
31
32      NSArray *blueLeft = [NSArray arrayWithObjects:[NSValue
33          valueWithCGPoint:CGPointMake(25.0, 140)],[NSValue valueWithCGPoint:
34          CGPointMake(75.0, 215)], nil];
35      NSArray *blueRight = [NSArray arrayWithObjects:[NSValue
36          valueWithCGPoint:CGPointMake(50.0, 68.0)],[NSValue valueWithCGPoint:
37          CGPointMake(115.0, 130)], nil];
38
39      NSArray *greenLeft = [NSArray arrayWithObjects:[NSValue
40          valueWithCGPoint:CGPointMake(92.0, 190)],[NSValue valueWithCGPoint:
41          CGPointMake(40.0, 75)], nil];

```

```

34 NSArray *greenRight = [NSArray arrayWithObjects:[NSValue
    valueWithCGPoint:CGPointMake(50, 65)],[NSValue valueWithCGPoint:
    CGPointMake(115, 190)], nil];
35
36 NSArray *redLeft = [NSArray arrayWithObjects:[NSValue valueWithCGPoint
    :CGPointMake(85.0, 64)],[NSValue valueWithCGPoint:CGPointMake(26,
    140)], nil];
37 NSArray *redRight = [NSArray arrayWithObjects:[NSValue
    valueWithCGPoint:CGPointMake(50, 195)],[NSValue valueWithCGPoint:
    CGPointMake(115, 130)], nil];
38
39 CardTemplate *pink = [CardTemplate cardTemplateWithData:@"pink"
    leftOrientationPoints:pinkLeft rightOrientationPoints:pinkRight];
40 CardTemplate *blue = [CardTemplate cardTemplateWithData:@"blue"
    leftOrientationPoints:blueLeft rightOrientationPoints:blueRight];
41 CardTemplate *green = [CardTemplate cardTemplateWithData:@"green"
    leftOrientationPoints:greenLeft rightOrientationPoints:greenRight];
42 CardTemplate *red = [CardTemplate cardTemplateWithData:@"red"
    leftOrientationPoints:redLeft rightOrientationPoints:redRight];
43
44 NSMutableSet *templateSet = [NSMutableSet setWithObjects:pink, blue,
    green, red, nil];
45 if([super initWithCardTemplates:templateSet])
46     return self;
47
48 return nil;
49 }
50
51 - (void)dealloc {
52     // Should never be called, but just here for clarity really.
53 }
54
55
56 - (CardTemplate*) identifyCard:(NSSet*)points view:(UIView*)view
    orientation:(CardTemplateOrientation)orientation {
57     return [super identifyCard:points view:view orientation:orientation];
58 }
59
60
61 @end

```

sourceCode/CardRecognizer.m

### A.2.4. CardTemplate

```

1 //
2 // CardTemplate.h
3 // CardBasedBoardGame
4 //
5 // Created by Stefan Lexow on 19.09.13.

```

```

6 // Copyright (c) 2013 Stefan Lexow. All rights reserved.
7 //
8
9 #import <Foundation/Foundation.h>
10
11 enum {
12     CardTemplateOrientationLeft = 1,
13     CardTemplateOrientationRight = 2
14 };
15 typedef NSUInteger CardTemplateOrientation;
16
17
18 @interface CardTemplate : NSObject
19
20 @property (strong) NSString *templateName;
21 @property (strong) NSArray *leftOrientationPoints;
22 @property (strong) NSArray *rightOrientationPoints;
23
24 +(id) cardTemplateWithData:(NSString*)name leftOrientationPoints:(
25     NSArray*)leftOrientationPoints rightOrientationPoints:(NSArray*)
26     rightOrientationPoints;
27 -(UIColor*) getTemplateColor;
28
29 @end

```

sourceCode/CardTemplate.h

```

1 //
2 // CardTemplate.m
3 // CardBasedBoardGame
4 //
5 // Created by Stefan Lexow on 19.09.13.
6 // Copyright (c) 2013 Stefan Lexow. All rights reserved.
7 //
8
9 #import "CardTemplate.h"
10
11 @implementation CardTemplate
12
13
14 +(id) cardTemplateWithData:(NSString*)name leftOrientationPoints:(
15     NSArray*)leftOrientationPoints rightOrientationPoints:(NSArray*)
16     rightOrientationPoints
17 {
18     CardTemplate *template = [[CardTemplate alloc] init];
19     [template setTemplateName:name];
20     [template setLeftOrientationPoints:leftOrientationPoints];
21     [template setRightOrientationPoints:rightOrientationPoints];
22
23     return template;
24 }

```

```
25 -(UIColor*) getTemplateColor;
26 {
27     if([self.templateName compare:@"green"] == NSOrderedSame) {
28         return [UIColor colorWithRed:0 green:1 blue:0 alpha:1];
29     } else if([self.templateName compare:@"red"] == NSOrderedSame) {
30         return [UIColor colorWithRed:1 green:0 blue:0 alpha:1];
31     } else if([self.templateName compare:@"blue"] == NSOrderedSame) {
32         return [UIColor colorWithRed:0 green:0 blue:1 alpha:1];
33     } else if([self.templateName compare:@"pink"] == NSOrderedSame) {
34         return [UIColor colorWithRed:0.905 green:0.0 blue:0.552 alpha:1];
35     }
36     return [UIColor colorWithRed:0 green:0 blue:0 alpha:1];
37 }
38 @end
```

sourceCode/CardTemplate.m