



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bachelorarbeit

Alexander Philipp

Konzeption und Realisierung eines Serious Games
über Energiegewinnung auf der Android Plattform

Alexander Philipp

Konzeption und Realisierung eines Serious Games
über Energiegewinnung auf der Android Plattform

Bachelorarbeit eingereicht im Rahmen der Bachelorprüfung
im Studiengang Angewandte Informatik
am Department Informatik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuender Prüfer : Prof. Dr. Olaf Zukunft
Zweitgutachter : Prof. Dr. Thomas Thiel-Clemen

Abgegeben am 22. März 2012

Alexander Philipp

Thema der Bachelorarbeit

Konzeption und Realisierung eines Serious Games für die Android Plattform über Energiegewinnung

Stichworte

Serious Game, Spiel, Android, Simulation, Energie, Energiegewinnung, Kraftwerk

Kurzzusammenfassung

Diese Bachelorarbeit umfasst das Konzept und die Realisierung eines Serious Games für die Android Plattform über Energiegewinnung mit dem Namen „Energy City“. Es wird beschrieben, was ein Serious Game auszeichnet, welchen Lerneffekt es hat und für welche Zielgruppen es interessant ist. Anschließend wird ein Konzept und die Realisierung eines solchen Spiels für die Android Plattform vorgestellt. Hierbei handelt es sich um ein positionsabhängiges Spiel, bei dem sich der Spieler draußen aufhält und mit Hilfe einer digitalen Karte sich zu virtuellen Kraftwerken bewegen muss um Strom für seine virtuelle Stadt zu generieren. Dabei werden erneuerbare Energien positiv und konventionelle Energien negativ bewertet. Das Spiel richtet sich vor allem an Kinder und Jugendliche um schon in diesem Alter eine positive Vorstellung von der grünen Energie zu hinterlassen.

Alexander Philipp

Title of the paper

Conception and implementation of a serious game for the Android platform about energy generation

Keywords

Serious game, game, Android, simulation, energy, energy generation, power plant

Abstract

This bachelor thesis includes the conception and implementation of a serious game “Energy City” for the Android platform about energy generation. It describes what properties a serious game should have, what learning effect it has and what target groups are interested in it. Afterwards a conception and implementation of such a game for the Android platform will be presented. It is a position-dependent game, which is played outdoors and the player moves to virtual power plants using a digital map to generate electricity for his virtual city. In the game, renewable energies are rated positively, while conventional energy sources are rated negatively. The target group is mostly children and teenager to give them a positive vision about green energy in their age.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
1.1. Themenbeschreibung und Motivation	4
1.2. Zielsetzung	5
1.3. Aufbau der Arbeit	5
2. Grundlagen: Serious Games	6
2.1 Definition	6
2.1.1 Der Faktor „Spaß“	7
2.1.2 Unterschiede zu anderen Klassen von Computerspielen	7
2.2 Einsatz von Computerspielen	8
2.2.1 Vorzüge von Computerspielen.....	8
2.2.2 Einschränkungen von Computerspielen	9
2.3 Nutzen, Potential und Zielgruppen.....	10
2.3.1 Studien zum Nutzen von Serious Games	10
2.3.2 Zielgruppen	12
2.4 Android Plattform.....	15
2.4.1 Eigenschaften.....	15
2.4.2 Systemarchitektur.....	15
2.4.3 Android als Spieleplattform	17
2.5 Zusammenfassung	18
3. Konzept und Entwurf	19
3.1 Anforderungen an ein unterhaltsames Spiel mit Lerneffekt.....	19
3.1.1 Designkriterien.....	19
3.1.2 Aspekte bei Entwicklung eines Serious Games.....	21
3.2 Konzept für das Spiel Energy City	22
3.2.1 Spielbeschreibung.....	22
3.2.2 Funktionale und nichtfunktionale Anforderungen	24
3.2.3 Spielelemente	25
3.2.4 Spielregeln	26
3.3 Analyse des Beitrags der Spielelemente zum Lernerfolg	28
3.4 Zusammenfassung	30
4. Realisierung der Anwendung	31
4.1 Architektur und Aufbau	31
4.1.1 Android Applikation	31

4.1.2 Serveranwendung	35
4.1.3 Kommunikation.....	36
4.2 Spielweltgenerator	37
4.2.1 Verbindung zum Server.....	37
4.2.2 Spieleinstellungen	37
4.2.3 Platzieren der Gebäude und Senden der Daten an den Server	37
4.3 Clientanwendung für einzelne Mitspieler	39
4.3.1 Spielstart	39
4.3.2 Spieloberfläche	39
4.3.3 Minispiele.....	41
4.3.4 Ergebnisauswertung am Ende jedes Spiels.....	42
4.4 Zusammenfassung	44
5. Test	45
5.1 Testszenario	45
5.2 Fragebogen	46
5.3 Testergebnisse	47
5.4 Auswertung der Testergebnisse	49
5.4.1 Fachliche und technische Fragen	49
5.4.2 Fehler und Verbesserungen	50
5.5 Zusammenfassung	52
6. Zusammenfassung und Ausblick	53
6.1 Zusammenfassung	53
6.2 Ausblick.....	54
Anhang A	55
A.1 Fragebogen zum Spiel Energy City	55
Abbildungsverzeichnis	57
Tabellenverzeichnis	58
Literaturverzeichnis	59

1. Einleitung

1.1. Themenbeschreibung und Motivation

Der schnelle Erfolg der Computerspiele in den letzten Jahrzehnten hat dazu beigetragen, dass dieses Nischenprodukt eine große Verbreitung erfahren hatte. Genauso wie andere Medien sind sie fast überall präsent, wodurch diese zum Teil der Gesellschaft wurden. Und obwohl die Spiele in erster Linie der Unterhaltung dienen, können sie auch, genauso wie Bücher oder das Fernsehen, zur Bildung bereitstehen, wenn auch noch nicht in dem gleichen Ausmaß.

Computerspiele können nicht nur für die Unterhaltung eingesetzt werden, sondern auch um Wissen zu vermitteln oder auf einen Sachverhalt aufmerksam zu machen und den Spieler zum Umdenken bewegen. In den Zeiten immer knapp werdender Rohstoffe zur Gewinnung von Strom und Risiken durch konventionelle Energieerzeugung ist das Umsteigen auf erneuerbare Energien besonders wichtig. Da die aktuelle Generation mit Computerspielen aufwächst, könnten diese eingesetzt werden, um schon in Kindesalter einen guten Eindruck für die „Grüne Energie“ zu hinterlassen.

Bereits Ende des 20. Jahrhunderts gab es Bemühungen Computerspiele als Lernplattform zu verwenden. Die als *Edutainment* bezeichneten Spiele hatten als Ziel Wissen an Kinder zu übermitteln, indem Fächer wie Mathematik oder Lesen spielerisch und mit niedlichen oder bekannten Figuren vermittelt wurden (vgl. Michael 2006, S. xv). Allerdings haben diese Methoden zwei Nachteile. Zum einen war nur die junge Zielgruppe damit bedient. Für Jugendliche und Erwachsene sind diese Spiele kaum oder gar nicht attraktiv. Zum anderen wird bei Edutainment der Fokus stark auf das Lernen gerichtet, wodurch der Spielspaß nach einiger Zeit leiden könnte. Um diese beiden Probleme zu lösen kam der Ansatz der Serious Games. Diese haben, genauso wie Edutainment, das Ziel, Wissen zu vermitteln. Der wesentliche Unterschied ist jedoch, dass für die Spieler der Spaß am Spiel im Vordergrund steht.

Ein gutes Beispiel, dass Interesse an der Entwicklung von Serious Games besteht, ist das von der NASA finanzierte Spiel *Moonbase Alpha* (vgl. NASA 2011). Es dient als ein Simulationsspiel, in welchem ein oder mehrere Spieler Missionen auf einem Außenposten auf dem Mond erledigen. Die Motivation für die Entwicklung des Spiels war es, das Interesse der Kinder und Jugendlichen für Erkundung des Weltraumes zu wecken.

Diese Arbeit beschreibt das Konzept und die Realisierung eines Serious Games mit dem Namen *Energy City* für die Google Android Plattform. Ziel dieses Spiels ist es eine virtuelle Stadt durch unterschiedliche Formen der Energiegewinnung mit Elektrizität zu versorgen. Dabei werden erneuerbare Energien positiv hervorgehoben. Das Spiel richtet sich vor allem an Kinder und Jugendliche, um schon in dieser Altersgruppe eine positive Vorstellung von

der grünen Energie für die heutige Zeit zu entwickeln. Der Fokus wird hierbei weniger auf die technischen Grundlagen, sondern viel mehr auf den positiven Eindruck der erneuerbaren Energien gerichtet. Das Spiel soll im Freien gespielt werden, denn die virtuellen Kraftwerke werden auf einer Karte abgelegt und die Spieler müssen sich zu diesen Orten bewegen. Die Android Plattform eignet sich ideal dafür, denn die meisten Smartphones, die mit diesem Betriebssystem ausgestattet sind, besitzen einen GPS-Empfänger für die Lokalisierung, eine Internet Verbindung für den Datenaustausch und mit Google Maps wird das Kartenmaterial geliefert.

1.2. Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Möglichkeiten von Serious Games zu zeigen und ein solches Spiel auf der Android Plattform zu Realisieren. Es soll erneuerbare Energien positiv hervorheben während die konventionelle Stromerzeugung als eher nachteilig präsentiert wird. Der erwünschte Effekt ist dabei, dass der Spieler diesen Eindruck in die reale Welt übernimmt und später eher dazu geneigt ist auf grüne Energie zu setzen. Das Spiel soll mit mehreren Teilnehmern im Freien gespielt werden, indem Ortung mit Hilfe von GPS und der Datenaustausch über das Internet erfolgen.

Dafür werden zwei Softwareeinheiten entwickelt: Die erste ist eine Clientanwendung, die das Spiel repräsentiert und auf Android Smartphones laufen wird. Die andere ist die Serverkomponente, welche das erstellte Spielszenario bereitstellt und am Ende des Spiels die Ergebnisse der einzelnen Spieler auswertet.

Als Testplattformen kommen das Smartphone *Galaxy Nexus* mit Android 4.0 und der Android Emulator für den Computer zum Einsatz. Der Server wird auf der Java Virtual Machine ausgeführt.

1.3. Aufbau der Arbeit

Die Themenbeschreibung und Zielsetzung wurden bereits im ersten Kapitel beschrieben. Das zweite Kapitel widmet sich vor allem dem Thema „Serious Games“. Es wird erläutert, was Serious Games genau sind, wem sie einen Nutzen bringen und wie sie sich von anderen Computerspielen unterscheiden. Ebenfalls wird hier die Android Plattform und deren Einsatz beschrieben. Im Kapitel 3 werden die Anforderungen an ein Serious Game präsentiert. Dann wird das Konzept und der Entwurf des in dieser Arbeit beschriebenen Spiels vorgestellt. Dabei werden sowohl die Entscheidungen über das Spieldesign als auch die Regeln erläutert und ebenfalls der Lerneffekt, der dadurch entsteht. Im vierten Abschnitt wird die Anwendung von der fachlichen und der technischen Ebene erklärt. Es wird dabei auf den Entwurf und die Entwicklung der Client- und Serveranwendung eingegangen. In dem folgenden Kapitel wird ein Test vorgestellt, bei welchem das Spiel mit mehreren Personen getestet wird und die Testergebnisse anschließend bewertet werden. Abgeschlossen wird die Arbeit im letzten Kapitel, bei dem eine Zusammenfassung und ein Ausblick gegeben werden.

2. Grundlagen: Serious Games

Dieses Kapitel widmet sich dem Thema „Serious Games“. Im ersten Abschnitt wird beschrieben, was ein Serious Game auszeichnet und welche besonderen Merkmale dieses im Gegensatz zu herkömmlichen Spielen besitzt. Das nächste Unterkapitel beleuchtet die Vor- und Nachteile beim Einsatz von Computerspielen. Abschnitt drei beschreibt den Nutzen und Wirkung von diesen Spielen. Dabei werden zwei durchgeführte Studien vorgestellt. Zudem werden Zielgruppen erwähnt, die für dieses Gebiet interessant sind. Im letzten Teil wird auf die Android Plattform eingegangen und warum sich diese für die Entwicklung von Spielen gut eignet.

2.1 Definition

Serious Games sind eine Klasse von Computerspielen, die für den Spieler einen Lerneffekt haben müssen. Der Begriff kann auf den ersten Blick unterschiedliche Interpretationen haben. Einige von diesen wären:

- Ein ernstes Spiel für Erwachsene
- Ein Spiel, aus welchem das Element „Spaß“ entfernt wurde
- Eine Simulation, in welcher ein Szenario auf spielerische Art und Weise durchgeprobt wird

Die Gemeinsamkeit dieser ist, dass sie sich kaum oder gar nicht auf den Spaß-Aspekt konzentrieren. Eine einheitliche Definition, was ein Serious Games auszeichnet, gibt es noch nicht. David Michael und Sande Chen führen hierbei an:

„A serious game is a game in which education (in its various forms) is the primary goal, rather than entertainment“ [Michael 2006, S. 17]

Diese Definition besagt, dass Serious Games in erster Linie dazu dienen, dem Spieler etwas beizubringen. Spaß wird hier jedoch nicht ausgeschlossen. Es ist etwas, das der Spieler beim Spielen entwickelt, was beispielsweise durch Erlernen und Anwenden von neuem Wissen geschehen kann.

Eine ähnliche Definition wäre, dass es sich bei Serious Games um Spiele oder spielähnliche Anwendungen handle, die mit Technologien und Design aus dem Unterhaltungssoftwarebereich entwickelt wären und nicht primär bzw. ausschließlich der Unterhaltung dienen (vgl. Marr 2010, S. 16).

Diese Arbeit wird sich auf die erste Definition stützen, da diese die Bildung an erste Stelle eines Serious Games stellt, Spaß und Unterhaltung aber nicht ausschließt.

2.1.1 Der Faktor „Spaß“

Der Einsatz von Serious Games soll dazu dienen, dem Spieler etwas Neues beizubringen und dabei Spaß zu haben. Dieser Faktor ist besonders wichtig um die Aufmerksamkeit für längere Zeit aufrechtzuerhalten, um motiviert zu sein und um durch den positiven Effekt den Vorgang in der Zukunft wiederholen zu wollen. Denn während bei herkömmlichen Lernmethoden das Interesse schnell nachlassen kann, haben Computerspiele eine für den Spieler längere Bindung. Die aktuelle Generation ist bereits mit Computerspielen aufgewachsen, sodass diese für sie ein bereits vertrautes Umfeld sind. Spaß kann jedoch nicht erzwungen werden, und bei der Entwicklung von Serious Games muss dieser Aspekt unbedingt berücksichtigt werden. Unter einer repräsentativen Gruppe von 63 Personen aus unterschiedlichen Bereichen der Spielentwicklungsindustrie zur Frage, wie wichtig Spaß bei Serious Games sei, wurde eine Umfrage durchgeführt.

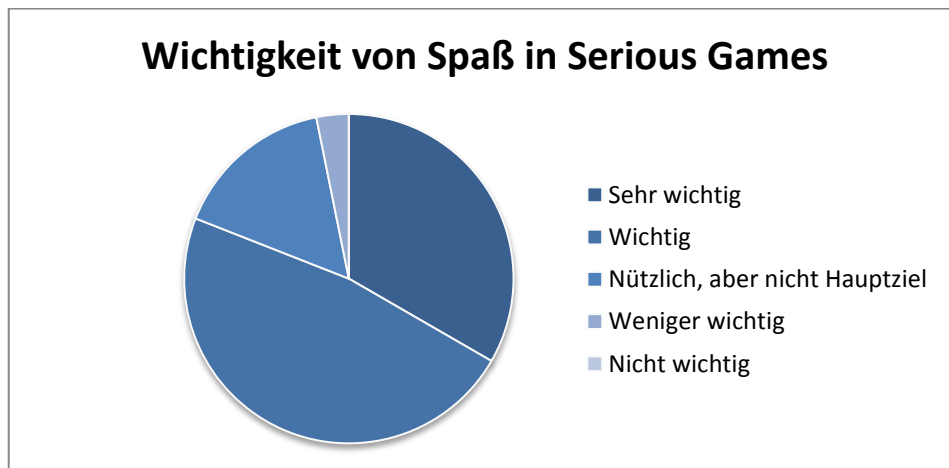


Abbildung 1: Wichtigkeit von Spaß in Serious Games (vgl. Michael 2006, S.20)

Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse dieser Umfrage. Auffällig hierbei ist, dass die meisten befragten den Spaßfaktor als wichtig, beziehungsweise sehr wichtig einstufen. Ein weiterer entscheidender Punkt ist, dass keine Person Spaß für nicht wichtig hält. Man kann schlussfolgern, dass die Entwickler beim Design des Spieles darauf achten, dass ein Unterhaltungseffekt dabei ist.

2.1.2 Unterschiede zu anderen Klassen von Computerspielen

Während gewöhnliche Computerspiele häufig nur zum Vergnügen und Edutainment eher für Bildung gedacht sind, werden bei Serious Games diese beiden Aspekte kombiniert. Das Ziel bei Edutainment ist zwar ebenfalls dies mit Unterhaltung zu verbinden, jedoch wird der Fokus mehr auf das zu lernende Material und weniger auf das Spiel selbst gerichtet. Serious Games versuchen dieses Problem zu lösen, indem hier ein ansprechendes Spiel mit dem zu lernenden Stoff aufgebaut wird. Dadurch kann auch das Interesse für längere Zeit aufrechterhalten werden und attraktiver für den Spieler sein. Im nächsten Abschnitt wird dies genauer erläutert.

2.2 Einsatz von Computerspielen

Wie bereits erwähnt, ist die Verbreitung der Computerspiele sehr groß. Vor allem sind Kinder und Jugendliche mit diesem Medium sehr gut vertraut und nutzen es häufig. Derzeit dient es allerdings hauptsächlich der Unterhaltung. Es spricht nichts dagegen diese auch für andere Zwecke einzusetzen. Die Vor- und Nachteile werden im Folgenden aufgelistet und beschrieben.

2.2.1 Vorzüge von Computerspielen

Computerspiele würden sich sehr gut als Lernplattform auszeichnen, da sie reichere Interaktionsmöglichkeiten besitzen als herkömmliche Medien. Die Vorteile werden im Folgenden aufgelistet:

- Das Erlernte kann, sofern es die Möglichkeiten des Spiels zulassen, sofort angewendet werden
- Bei einem Misserfolg wird man auf diesen Zustand hingewiesen und man hat die Möglichkeit für eine Wiederholung
- Es können unterschiedliche Alternativen ausprobiert werden
- Man kann riskante Situationen in einer sicheren Umgebung ausprobieren, ohne die Konsequenzen in der echten Welt zu befürchten

Auf der geistigen Ebene gibt es für den Spieler ebenfalls Vorteile gegenüber einseitigen Lernmethoden. Einige davon wären:

- Das Belohnungssystem der Spiele versorgt den Spieler ständig mit positiven Gefühlen, wodurch die Aufmerksamkeit viel länger aufrecht erhalten werden kann, als es beispielsweise bei Büchern der Fall ist
- Es muss nicht, wie im echten Leben, lange auf ein bestimmtes Ergebnis oder Ereignis gewartet werden
- Da das Erlernte direkt eingesetzt werden kann, bleibt es viel besser in Erinnerung
- Das Spiel kann motivierend wirken und den Spieler zum häufigeren Spielen bewegen

Alle diese Vorzüge geben den Spielen einen entscheidenden Vorsprung gegenüber anderen Medien. Vor allem die Möglichkeit der sofortigen Anwendung des Gelernten ist hier

hervorzuheben. Der Spieler befindet sich in der Situation, in welcher er das Wissen direkt benutzen kann. Im Gegensatz dazu wird das Erlernete bei herkömmlichen Bildungsmedien erst später oder auch überhaupt nicht angewendet und kann somit bei der Person in Vergessenheit geraten.

2.2.2 Einschränkungen von Computerspielen

Obwohl Spiele als Lernplattform ihre Vorteile besitzen, haben sie selbstverständlich auch ihre Mängel. Einige werden hier beschrieben:

- Das Spiel kann niemals die Realität vollständig abbilden. Das Modell, welches es abbildet, kann nur eine begrenzte Anzahl von Faktoren berücksichtigen
- Durch mögliche Fehler im Spiel könnten die Spieler durch Schummeln leichter oder schneller ans Ziel kommen, ohne das zu lernende Material zu berücksichtigen
- Wenn das Gelernte nur innerhalb des Spiels eingesetzt werden kann und kaum Auswirkungen auf die echte Welt hat, versagt es als Lernmethode

Der Spezialist Michael Graf hatte sich in einer Expertenbefragung außerdem folgendermaßen geäußert:

„Es gibt Dinge, die man nur durch echte Übung und von echten Menschen lernen kann. Serious Games vermitteln im Wesentlichen Theorie und Hintergründe – wenn auch oberflächlicher als Bücher“ [Marr 2010, S. 139]

Serious Games können als ergänzende Lernmethoden eingesetzt werden. Wenn es aber um kritische Bereiche wie Medizin geht, können sie nicht klassische Medien zum Lernen ersetzen.

2.3 Nutzen, Potential und Zielgruppen

Serious Games stützen sich darauf, dass Menschen besser lernen, wenn sie das Gelernte sofort anwenden können. Da jedoch deren Verbreitung noch zu gering ist und sie in der heutigen Bildung kaum oder gar nicht eingesetzt werden, kann deren tatsächlicher Nutzen schwer bewertet werden. Für diesen Zweck wurden unterschiedliche Studien durchgeführt, dessen Ergebnisse im Folgenden präsentiert werden.

2.3.1 Studien zum Nutzen von Serious Games

Es wurden einige Studien durchgeführt, bei denen untersucht wurde, ob Serious Games wirklich einen sinnvollen Beitrag zum Lernerfolg leisten. Diese Studien werden hier näher beleuchtet.

Studie 1:

Bei den ersten Studie haben einige Studenten einer amerikanischen Universität in den Fächern *Introduction to Business and Technology*, *3rd year Economics* und *3rd year Management* zusätzlich zum Lernmaterial Serious Games erhalten (vgl. Blunt 2009). Hier sollte untersucht werden, ob Studenten, die durch Serious Games unterstützt werden, besser das Material aufnehmen, als die Studenten, welche auf herkömmliche Weise lernen. Die Spiele waren hauptsächlich auf wirtschaftliche Aspekte und Managementaufgaben ausgerichtet und sollten diese Bereiche simulieren. Später wurde das Wissen der Studenten, welche mit Serious Games gelernt haben, mit denen, die es ohne diese Mittel taten, in Form von Tests verglichen. Die Ergebnisse werden in folgenden Diagrammen vorgestellt.

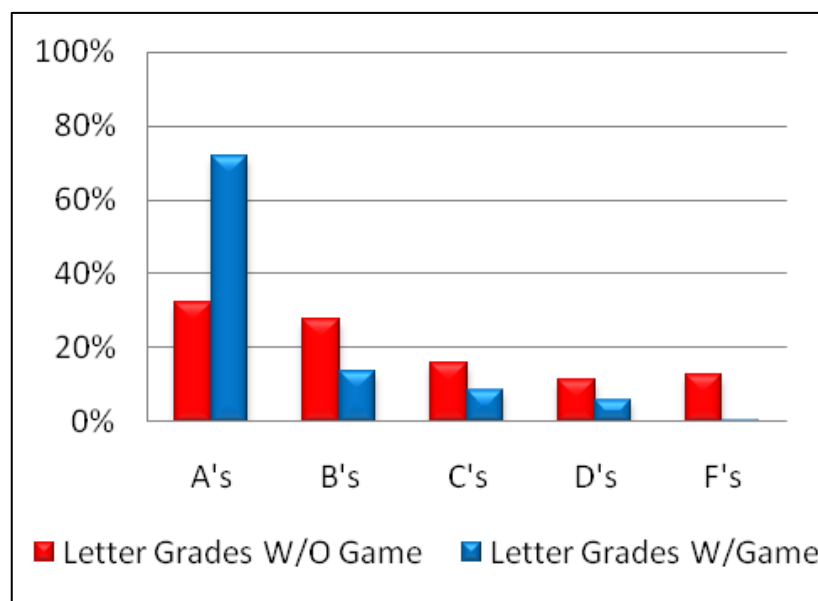


Abbildung 2: Testergebnisse von Business-Studenten (A: beste Note, F: schlechteste Note) (vgl. Blunt 2009, S. 6)

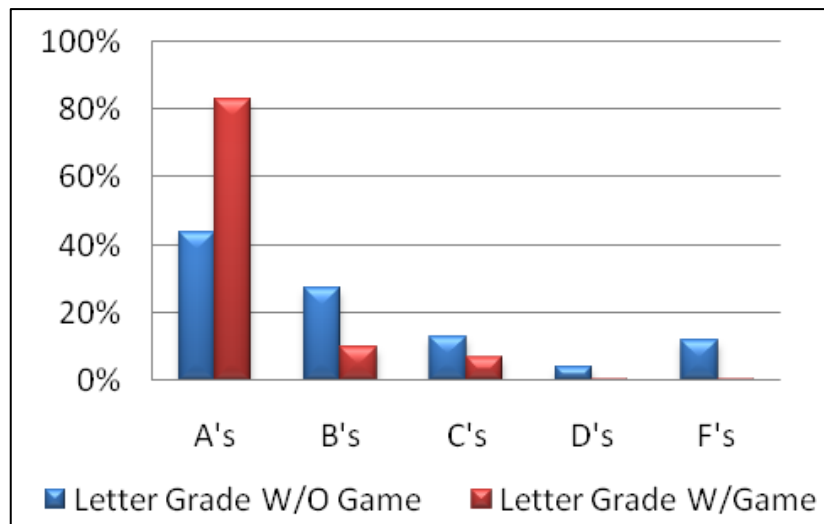


Abbildung 3: Testergebnisse von Wirtschaft-Studenten (A: beste Note, F: schlechteste Note) (vgl. Blunt 2009, S. 7)

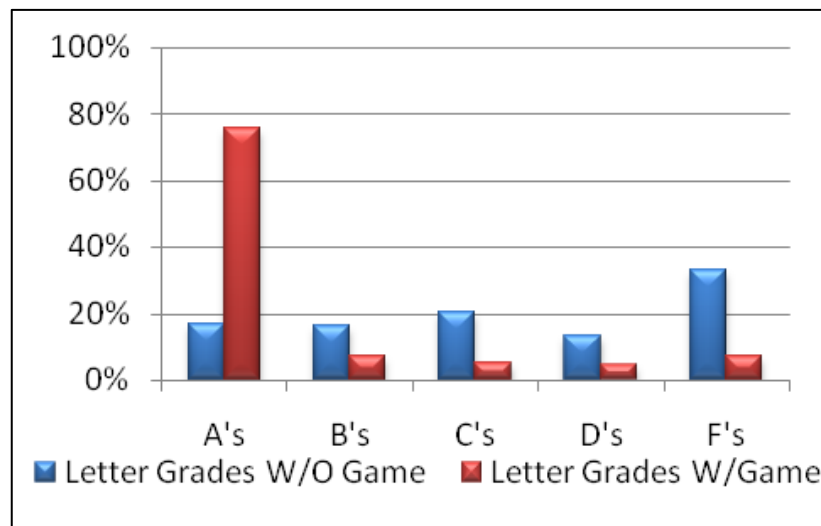


Abbildung 4: Testergebnisse von Management-Studenten (A: beste Note, F: schlechteste Note) (vgl. Blunt 2009, S. 9)

Abbildungen 2, 3 und 4 zeigen, dass Studenten, die mit Serious Games gelernt haben, deutlich bessere Noten erreichten, als diejenigen ohne. Besonders deutlich ist dies in der Abbildung 4 zu sehen, in der über 75% der Studenten der ersten Gruppe die Bestnote erreicht haben, während bei der anderen die meisten den Test gar nicht erst bestanden haben. Es muss jedoch angemerkt werden, dass diese Studie eine der ersten im Bereich „Lernen mit Serious Games“ ist.

Studie 2:

Es wurde bei Studenten aus dem Bereich Wirtschaft untersucht, ob das Lernen mit Hilfe von Spielen besser wahrgenommen wird, als mit den konventionellen Methoden. Dafür wurde das Spiel „Digital Economy“ entwickelt. Bei diesem erhalten die Teilnehmer eine Aufgabe in der echten Welt mit Position auf ihr Mobiltelefon. Die Spieler müssen sich zu diesem Ort bewegen, das Problem beschreiben, fotografieren und schließlich dieses Problem lösen. Es wurde der Einsatz dieses Spiels mit der herkömmlichen Lernmethode, der Fallstudie, verglichen (vgl. Kittl 2008).

Es wurden Hypothesen bezüglich des Lernens mit Spielen aufgestellt, welche im Nachhinein ausgewertet wurden (vgl. Kittl 2008, S. 4-5). Folgende Resultate wurden ermittelt:

- Die Stimmung und die Motivation waren deutlich höher
- Eine positive Einstellung zum Lernen, kombiniert mit Interesse, Spaß und Überraschung, waren gute Voraussetzungen, damit das Gelernte besser im Langzeitgedächtnis bleibt
- Der Flow konnte die Teilnehmer länger am Material binden
- Der Test zur Wissensabfrage war ebenfalls besser ausgefallen. Hierbei muss aber gesagt werden, dass nicht alle Aspekte abgefragt werden konnten

Zudem wurde in einer Umfrage der Studenten bestätigt, dass der Lernerfolg mit Spielen viel besser bewertet wurde als ohne.

Es wird allerdings noch angemerkt, dass die Studie auch ihre Grenzen hat. Man kann nicht mit Sicherheit sagen, ob die positiven Resultate nur kurzzeitig sind. Das Interesse der Teilnehmer könnte auch mit dem Ausprobieren neuer Technologien zusammenhängen. Um die Langzeitwirkung zu untersuchen, wird in der Studie vorgeschlagen, das Experiment zu einem späteren Zeitpunkt mit denselben Studenten zu wiederholen.

Aus allen diesen Ergebnissen kann noch nicht mit Sicherheit auf die Überlegenheit des Lernens mit Serious Games geschlossen werden, da noch zu wenig Langzeiterfahrung gibt. Die Studien zeigen jedoch, dass diese Spiele großes Potential haben und sich sehr gut als unterstützendes Mittel zum Lernerfolg eignen könnten.

2.3.2 Zielgruppen

An dem Einsatz von Serious Games sind unterschiedliche Gruppen interessiert. Häufig sind die Entwicklungskosten geringer, als die Nutzung herkömmlicher Methoden, um einen bestimmten Vorgang nachzustellen. Die unterschiedlichen Institutionen werden im Folgenden beschrieben.

Militär

Schach als eins der ältesten Strategiespiele positioniert das Militär zu einer der ersten Institution, welches Spiele für Training nutzt. Serious Games werden hier für Simulationen verwendet oder für die Nachstellung von Szenen benutzt, ohne Menschenleben zu riskieren oder teures Material zu verbrauchen. Auch können die Spiele eingesetzt werden, um neue Fähigkeiten anzueignen oder diese zu verbessern.

Regierung und Verwaltung

Die Simulation der Vorgänge in der Regierung ist ein wichtiges Argument für den Einsatz von Serious Games in diesem Gebiet. Entscheidungen auf der politischen Ebene haben nicht immer sofortige Auswirkungen in der realen Welt. Im Spiel können diese langen Zeitspannen schneller überbrückt und die Ergebnisse betrachtet werden.

Ebenfalls können Krisensituationen nachgestellt werden. Die Koordination von Menschen oder die Verteilung von Ressourcen kann im Spiel besser simuliert und mehrmals durchgespielt werden als es in der realen Welt möglich wäre.

Bildung

Kinder und Jugendliche haben sehr häufig Zugang zu Computerspielen, wodurch ihnen das Feld der Serious Games nicht sehr fremd wäre. Wie bereits erwähnt wurde, können Spiele eine Person länger binden und somit das Interesse für längere Zeit aufrechterhalten, als es konventionelle Lernmethoden schaffen. Wenn der zu lernende Stoff in Form eines Spiels angeboten wird, haben die Personen eine höhere Motivation diesen durchzugehen, vorausgesetzt, er ist interessant. Der Spieler kann die Erfahrungen selbst machen, anstatt dass ihm diese vom Lehrer gesagt werden. Der Optimalfall hierbei ist, wenn die Kinder und Jugendliche auch außerhalb des Unterrichts das Spiel spielen und gefallen daran haben.

Lernspiele wurden bereits in der Vergangenheit eingesetzt, bei denen der Fokus stärker auf das Lernen gerichtet war. Diese können allerdings nicht für lange Zeit die Motivation aufrechterhalten.

Wirtschaft

Im Bereich der Wirtschaft sind vor allem Wirtschaftssimulationen und Management Spiele zu nennen. Wichtige und kostspielige Entscheidungen werden ausprobiert und deren Auswirkungen bewertet, ohne Schaden in der realen Welt zu verursachen. Auch ist es möglich sehr spezielle Vorgänge, welche von den Bildungsinstituten nicht abgedeckt werden können, nachzustellen und zu trainieren.

Die Zielgruppen werden in der folgenden Tabelle nochmal zusammengefasst:

Tabelle 1: Zielgruppen für Serious Games

Gruppe	Einsatz	Kosteneinsparung
Militär	<ul style="list-style-type: none"> • Simulation • Schonung von Menschenleben • Materialschonung 	Sehr hoch, da Menschenleben geschont und kein teures Material verbraucht wird
Regierung und Verwaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Simulation von Regierungsentscheidungen • Simulation von Krisensituationen und Menschenkoordination 	Mittel bis hoch, da mögliche falsche Entscheidungen keine negativen Langzeitwirkungen in der echten Welt haben
Bildung	<ul style="list-style-type: none"> • Einprägung des Stoffs durch Langzeitmotivation und Interesse 	Gering bis mittel, da Bildung mit traditionellen Mitteln ebenfalls funktioniert, wenn auch nicht im gleichen Maße motivierend
Wirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Simulation der Auswirkungen von wirtschaftlichen Entscheidungen • Managementsimulation 	Hoch, da mögliche falsche Entscheidungen keine negativen wirtschaftlichen Auswirkungen in der echten Welt haben

Es sind noch andere Bereiche für die Verwendung von Serious Games vorstellbar. Man kann aber erkennen, dass es breite Einsatzmöglichkeiten für diese Spiele existieren. Einige dieser Institutionen setzen sie bereits ein, andere hingegen tun dies bisher nicht oder planen es noch zu tun. Ein für das Gebiet sinnvoll entwickeltes Serious Game kann eine gute Lernhilfe darstellen und eine deutlich günstigere Variante zur Nachstellung bestimmter Vorgänge sein.

2.4 Android Plattform

Android ist eine quelloffene Softwareplattform, welche von Google und der Open Handset Alliance entwickelt wurde. Es basiert auf einem Linux Kernel Version 2.6 und ist speziell für mobile Geräte, wie Smartphones oder Tablet-Computer konzipiert. Die Laufzeitumgebung des Betriebssystems besteht aus der *Dalvik Virtual Machine* und eine Vielzahl von Java Bibliotheken. Im Gegensatz zur Java-VM, welche auf Kellerautomaten basiert, ist die Dalvik-VM eine Registermaschine.

Viele der nachfolgend aufgeführten Informationen basieren auf dem *Android Developer's Guide* (vgl. Android 2012).

2.4.1 Eigenschaften

Die meisten Geräte, auf denen Android installiert ist, besitzen eine Vielzahl unterschiedlicher Sensoren und Empfänger. Zu diesen zählen unter anderem WLAN, UMTS, Bluetooth, GPS, Lage- und Beschleunigungssensoren und ein digitaler Kompass. Sie erlauben deutlich reichere Interaktionsmöglichkeiten mit dem Gerät und ermöglichen eine neue Klasse von Programmen, welche auf klassischen Computern nicht möglich wären. Android bietet hierfür eine Hardware Abstraktionsschicht und ermöglicht eine einfache Erstellung von Software mittels des Android-SDK.

Die Eigenschaft, dass Android quelloffen und kostenlos ist, hat dem Betriebssystem zu einer sehr weiten Verbreitung verholfen. Wie das Marktforschungsinstitut *Gartner* berichtet, hatte es im dritten Quartal 2011 einen globalen Marktanteil von 52,5% unter den Smartphone Betriebssystemen (vgl. Gartner 2011). Es ist auf Geräten unterschiedlicher Preisklassen installiert, sodass diese einer breiteren Masse zugänglich sind.

Programme für Android werden in der Programmiersprache Java mit Hilfe des Android-SDK geschrieben. Es stehen viele Bibliotheken zur Verfügung, welche über das Framework einen einfachen Zugriff auf Softwarekomponenten wie Multimedia und Hardwarekomponenten wie Sensoren oder die Kamera ermöglichen. Die kompilierten Programme stehen als apk-Dateien zur Verfügung und können in den Android Market gestellt werden, wo für andere Nutzer die Möglichkeit besteht diese herunterzuladen. Da jede Applikation in einer eigenen Dalvik-VM, und somit in einer Sandbox läuft, ist das Betriebssystem vor böswilligen Zugriffen geschützt.

2.4.2 Systemarchitektur

Die Architektur von Android ist in vier Schichten unterteilt. Jede von diesen übernimmt eine Aufgabe und abstrahiert von der darunterliegenden Ebene. Das nachfolgende Bild verdeutlicht den Systemaufbau.

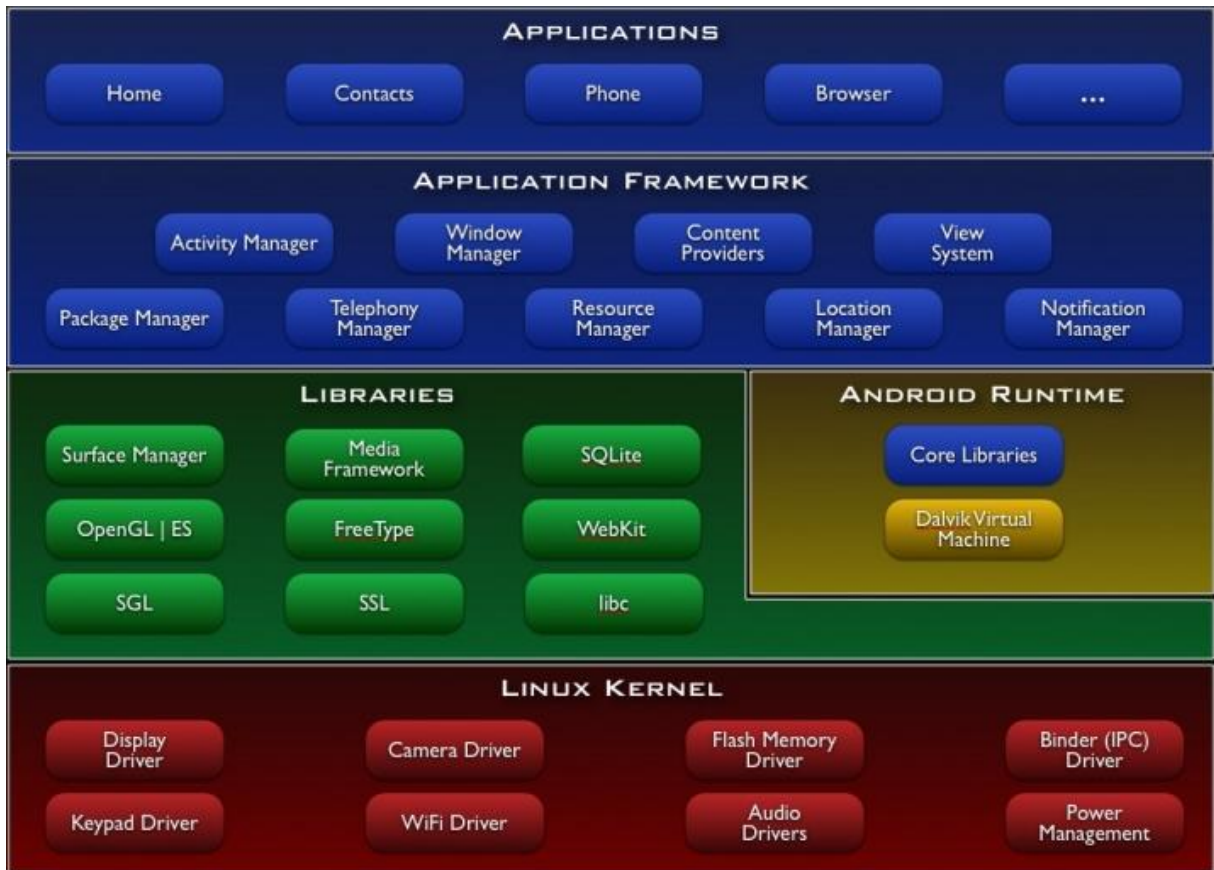


Abbildung 5: Android Systemarchitektur (vgl. Android 2012)

Im Folgenden werden die einzelnen Schichten genauer beschrieben:

Applications

Die für den Benutzer sichtbaren Programme befinden sich in dieser Schicht. Android besitzt bereits einige Kernprogramme, wie die Applikation zum Telefonieren oder den Webbrowser. Andere Applikationen, welche aus dem Android Market kommen oder welche entwickelt werden, sind ebenfalls hier zu finden.

Applications Framework

Das Framework bietet einen einfachen Zugriff auf Software- und Hardwarekomponenten des Systems. Es erlaubt den Entwicklern die Benutzung von bereits vorhandenen Elementen zum Erstellen von GUIs mit Hilfe der Views oder die Nutzung von Ressourcen durch den Resource Manager.

Es besteht die Möglichkeit Hintergrunddienste laufen zu lassen, Nachrichten mit anderen Applikationen auszutauschen, Hardwareelemente wie die Kamera oder Sensoren zu benutzen oder auf andere Informationen, wie die Kontakte, zuzugreifen. Damit kein unerlaubter Zugriff auf bestimmte Komponenten erfolgt, sieht der Benutzer bei der Installation einer Applikation, welche Rechte diese benötigt, und muss diesen explizit zustimmen.

Libraries und Android Runtime

Die C/C++ Bibliotheken beinhalten die Funktionalitäten für einige Kernkomponenten von Android. Dazu zählen Medienwiedergabe, wie Audio, Bilder und Videos, den Surface Manager, die 3D Bibliothek, die Datenbankengine SQLite und die Standard C Systembibliothek. Der Zugriff auf diese wird mit Hilfe des Applications Frameworks realisiert.

Zudem sind in der *Android Runtime* die Java Kernbibliotheken und die Dalvik Virtual Machine zu finden. Jede Applikation läuft in einer eigenen VM Instanz. Der von den Entwickler erstellte Java Code wird ins Dalvik Executable Format kompiliert und ausgeführt.

Linux Kernel

Der Kernel basiert auf Linux Version 2.6 und bietet Kernfunktionalitäten des Systems wie das Speicher- und Prozessmanagement oder die Netzwerkkommunikation. Die Dalvik-VM ist vom dem Kernel abhängig. Außerdem bietet er die Abstraktion zwischen der Hardware und der Software.

2.4.3 Android als Spieleplattform

Geräte mit dem Android Betriebssystem können neben ihrer üblichen Funktionalität auch für Spiele verwendet werden. Die Hardware der Smartphones ist ausreichend ausgereift um selbst komplexere Anwendungen flüssig darstellen zu können. Eine große Auswahl an Spieleapplikationen ist bereits im Android Market zu finden. Einige Gründe für den Einsatz von Android als Spieleplattform werden hier erläutert:

- Android Geräte gibt es in unterschiedlichen Ausstattungs- und Preisklassen. Dadurch sind manche günstiger als aktuelle Spielekonsolen
- Die unterschiedlichen Sensoren ermöglichen reichere Interaktionsmöglichkeiten
- Durch die Verbindung mit dem Internet können zusätzliche Inhalte bereitgestellt oder mit mehreren Menschen gespielt werden
- Mit Hilfe von GPS oder WLAN-Triangulation sind positionsabhängige Spiele möglich
- Die Entwicklung auf den Android Plattform ist nicht an Lizenzen gebunden und das SDK ist kostenlos verfügbar, sodass jeder Entwickler damit sofort loslegen kann

Diese Vorteile machen Android zu einer attraktiven Plattform für die Spieleentwicklung. Da die Geräte ebenfalls in niedrigen Preisklassen zu finden sind, haben sogar junge Menschen Zugang zu diesen. Jedoch muss beachtet werden, dass diese günstigen Geräte aus der Hardwaresicht verhältnismäßig schwach ausgestattet sind. Dieser Aspekt sollte bei der Entwicklung stets berücksichtigt werden.

2.5 Zusammenfassung

Serious Games sind eine besondere Klasse von Computerspielen, die in erster Linie dazu dienen den Spieler auszubilden. Sie sind jedoch so aufgebaut, dass sie wie ein gewöhnliches Computerspiel aussehen und dem Spieler Spaß machen sollten. Der Vorteil hierbei ist, dass diese Spiele die Motivation viel länger aufrechterhalten können, als herkömmliche Bildungsmethoden. Das Erlernete kann sofort angewendet und unterschiedliche Situationen durchgespielt werden, wodurch der Spieler einen guten Einblick über seinen Lernfortschritt bekommt.

Dass der Einsatz von Serious Games auch wirklich einen besseren Lernerfolg versprechen kann, wurde anhand von zwei Studien gezeigt. Hier haben die Teilnehmer, welche diese Spiele benutzt haben, im Test deutlich besser abgeschnitten, als die ohne. Jedoch muss erwähnt werden, dass es noch keine Langzeitstudien gibt, um den Erfolg über längeren Zeitraum zu bestätigen.

Es gibt unterschiedliche Gruppen und Institutionen, für die Serious Games in Frage kommen könnten. Zu diesen zählen unter anderem das Militär, die Regierung und Verwaltung, die Bildung und die Wirtschaft. Durch den Einsatz der Spiele können Simulationen durchgeführt oder Kosten eingespart werden.

Android eignet sich gut als Plattform für Serious Games, denn die Geräte sind mit vielen unterschiedlichen Sensoren und Empfängern ausgestattet, was reichere Interaktionsmöglichkeiten erlaubt. Smartphones mit diesem Betriebssystem sind in unterschiedlichen Preisklassen zu finden, wodurch auch jüngere Leute in Besitz eines solchen Geräts kommen können. Zudem ist die Entwicklung der Applikationen kostenlos und unkompliziert.

3. Konzept und Entwurf

In diesem Kapitel wird der Fokus auf den Entwurf eines Serious Games gerichtet. Zunächst wird beschrieben, welche Merkmale und Designkriterien ein Spiel haben sollte, das Unterhaltung mit Bildung kombiniert. In dem nächsten Unterkapitel werden das Konzept und die Regeln für das Spiel *Energy City* vorgestellt, welches ein Beispiel für ein Serious Game repräsentiert und im Rahmen dieser Arbeit entwickelt wird. Abgeschlossen wird der Abschnitt mit einer Analyse des Lernerfolgs mit Hilfe des Spiels.

3.1 Anforderungen an ein unterhaltsames Spiel mit Lerneffekt

Beim Design und Entwicklung eines Serious Games müssen zusätzliche Aspekte berücksichtigt werden, welche für gewöhnliche Computerspiele eher wenig Relevanz besitzen. Neben der Unterhaltung muss ein Lerneffekt dabei sein. Außerdem soll das Spiel motivieren und möglichst abwechslungsreich sein, um den Spieler länger zu binden. Diese Gesichtspunkte können unter Umständen die Konzeption von Serious Games komplizierter machen als normale Computerspiele. Dieses Unterkapitel wird einige Designkriterien beleuchten, welche für diese Spiele Relevanz haben.

3.1.1 Designkriterien

Dieser Abschnitt befasst sich mit einigen Designkriterien, welche bei der Konzeption und Entwicklung von Serious Games berücksichtigt werden müssen. Diese sind zum Teil angelehnt an einen Ausschnitt aus dem Buch *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform* (vgl. Michael 2006, S. 34-39). Eine Liste wird im Folgenden präsentiert und im Nachhinein erklärt:

- Den relevanten und zu lernenden Aspekt möglichst genau abbilden
- Nicht alle Vereinfachungen zulassen
- Zufälle vermeiden
- Auf dem Gelernten aufbauen
- Das Gelernte abfragbar machen
- Spielveränderungen zulassen

Den relevanten und zu lernenden Aspekt möglichst genau abbilden

Gewöhnliche Computerspiele legen den Fokus auf Unterhaltung und dürfen eigene Regeln definieren, die möglicherweise nur wenig oder fast nichts mit der realen Welt gemeinsam haben. Dies gilt jedoch nicht immer für Serious Games. Die Modellierung der relevanten Eigenschaften oder Prozesse aus der echten Welt, welche gelernt werden sollen, müssen für das jeweilige Spiel möglichst genau sein. Andere weniger bedeutende Elemente sollten entfernt werden, damit die Konzentration nur auf das stattfindet, was gelehrt werden muss.

Nicht alle Vereinfachungen zulassen

Abstraktionen mit dem Zweck unnötige Elemente zu beseitigen, welche den Spaß behindern könnten, sind häufig in normalen Computerspielen zu finden. Diese können jedoch nicht immer in Serious Games übernommen werden. Manche Prozesse, welche in der echten Welt zu finden sind und einen Vorgang behindern könnten, sollten ebenfalls in dem Spiel vorhanden sein. Selbst wenn diese den Spaßfaktor reduzieren oder teilweise zu Frustration führen, muss der Spieler mit ihnen umgehen können, falls diese einen entscheidenden Einfluss haben.

Zufälle vermeiden

Der Spieler sollte die Auswirkungen seiner Handlungen nachvollziehen können. Daher ist der Einsatz von Zufallsgeneratoren nur dort vorzuziehen, wo dieser auch notwendig ist. Wenn Situationen entstehen, welche zwar durch den Spieler verursacht wurden, dieser aber nicht nachvollziehen kann wie es dazu kam, kann hierbei kein Lerneffekt entstehen.

Auf dem Gelernten aufbauen

Eine Gemeinsamkeit mit den normalen Computerspielen ist, dass Serious Games mit einfachen Stufen und Elementen anfangen sollten um im späteren Verlauf auf diesen aufzubauen. Der Spieler kann in den schwierigeren Abschnitten des Spiels das vorher Gelernte anwenden um weiterzukommen. Durch die Wiederholung verstärkt sich zusätzlich den Lerneffekt und man sieht, wie man es benutzen kann.

Das Gelernte abfragbar machen

Es sollte eine Möglichkeit geben das Gelernte durch einen Lehrer oder Betreuer abzufragen. Dies kann in Form von gewöhnlichen Tests geschehen. Computerspiele bieten hierbei einen zusätzlichen Vorteil, dass sie den Spielverlauf im Hintergrund protokollieren können. Somit hat der Lehrer schon vorab eine Bewertung des Lernfortschritts und kann gegebenenfalls eingreifen. Die Herausforderung hierbei ist herauszufinden, was aufgezeichnet werden muss, woraus sich der Lernerfolg beurteilen lässt.

Spielveränderungen zulassen

Der letzte und möglicherweise schwierigste Aspekt ist die Modifizierbarkeit des Spiels. Falls der Lehrer wünscht, eigene Regeln für das Spiel zu definieren, sollte dies für ihn ohne große Schwierigkeiten und ohne das Eingreifen des Spieleentwicklers möglich sein. Der Detailgrad der Erweiterungsmöglichkeiten sollte vor der Entwicklung des Spiels besprochen werden.

Es ist zu erkennen, dass bei der Erstellung eines Serious Games mehr berücksichtigt werden muss, als bei einem gewöhnlichen Computerspiel. Die zusätzlichen Kriterien schränken den Entwickler teilweise ein. Dieser muss zum einen ein unterhaltsames Spiel erstellen, zum anderen diese Designaspekte berücksichtigen und zusätzlich einen Lerneffekt in das Spiel einbauen.

3.1.2 Aspekte bei Entwicklung eines Serious Games

Fachliche Aspekte

Es ist nicht ausreichend erfahrenen Spieleentwicklern die Aufgabe zu geben, ein Serious Game zu entwickeln. Diese müssen mit Bildungsexperten eng zusammenarbeiten um ein Spiel zu schaffen, das zugleich unterhaltsam ist und einen pädagogischen Wert mitbringt. Wenn die zweite Gruppe versucht, unabhängig von der ersten Gruppe, ein Serious Game zu schaffen, erhält dieses eher wenig Akzeptanz von den Auszubildenden. Die Kodirektoren von Education Arcade Henry Jenkins und Kurt Squire sagten dazu: *„it’s not that good educational games can’t exist; it’s that people making them usually don’t understand the medium“* [Michael 2006, S. 125].

Für den Spieler ist es entscheidend, dass das Spielerlebnis authentisch ist. Da die meisten von ihnen bereits mit Computerspielen vertraut sind, sollte das Serious Game kein fremdes Terrain darstellen. Wenn möglich, sollte es sich genauso anfühlen, anstatt dass es wie ein Lernprogramm aussieht. Und obwohl das primäre Ziel die Bildung ist, muss der Spieler durch das Spielen lernen. Im Idealfall ist das Serious Game so motivierend, dass die Person auch außerhalb der Lernveranstaltungen das Spiel spielen möchte.

Technische Aspekte

Vom grafischen Standpunkt aus gesehen sollte das Spiel ansprechend wirken. Jedoch muss nicht die modernste 3D Technologie eingesetzt werden. Man kann nicht davon ausgehen, dass die Plattformen, auf denen es später ausgeführt wird, immer auf dem neuesten Stand der Technik sind. Zudem sollte die Bedienung einfach und intuitiv sein, jedoch die zu lernenden Aspekte nicht abstrahieren.

Die heranwachsenden Jugendlichen als Zielgruppe sind für Serious Games vom besonderen Interesse. Diese sind weitestgehend mit Computerspielen vertraut und sind häufig an neuester Technologie interessiert. Da Smartphones mit dem Android Betriebssystem auch im niedrigeren Preissegment zu finden sind, ist es wahrscheinlich, dass sie ein solches Gerät besitzen. Ein weiterer Grund ist, dass Personen in dieser Altersgruppe eher interessiert sind in Gruppen zu spielen. Zudem möchten sie sich in Wettbewerben vergleichen können, was mit Akzeptanz und Erfolg verbunden ist (vgl. Ceipidor 2009, S. 282).

Zusammenfassend kann man sagen, dass sich ein Serious Game wie ein gewöhnliches Computerspiel anfühlen muss, jedoch mit dem Hauptziel Bildung statt Unterhaltung zu bieten. Der Spieler sollte wissen, dass er bei dem Spiel etwas lernt. Wenn das Serious Game der Person Wissen vermitteln kann, dies aber mit Spaß am Spielen, statt durch striktes Lernen, hat es seine Aufgabe erfüllt.

3.2 Konzept für das Spiel Energy City

Im Rahmen dieser Arbeit wird das Serious Game *Energy City* für die Android Plattform konzipiert und entwickelt. In Zeiten knapp werdender Rohstoffe, Umweltverschmutzung und dem benötigten Ausblick auf langzeitliche Sicherung der Stromversorgung ist es notwendig, dass die aktuelle Generation mit erneuerbaren Energien mehr vertraut wird und ihnen positiv gegenüber steht. Die Zielgruppe der Kinder und Jugendlichen soll hierbei lernen, dass erneuerbare Energien Vorteile gegenüber konventionellen Kraftwerken aufweisen, obwohl bei den ersteren etwas mehr Aufwand betrieben werden muss, um Strom zu gewinnen. Der Spieler sieht, dass bei konventionellen Kraftwerken Strom einfacher gewonnen werden kann, dies jedoch mit negativen Langzeitwirkungen verbunden ist. Das Spiel soll im Freien gespielt werden und die unterschiedlichsten Sensoren und Kommunikationskomponenten des Smartphones mit Android Betriebssystem benutzen.

3.2.1 Spielbeschreibung

Beim Spiel *Energy City* besitzt jeder Mitspieler eine eigene virtuelle Stadt. Wie in der echten Welt entwickelt sich diese kontinuierlich, verbraucht dabei aber Strom. Sollte keine Energie mehr vorhanden sein, verfällt die Stadt langsam und die Entwicklung geht zurück. Der Spieler muss daher Kraftwerke suchen um die Stadt mit der gewonnenen Energie versorgen. Stadtentwicklung und Versorgung mit Energie wird mit Punkten belohnt. Am Ende des Spiels können alle Mitspieler die Punkte mit einander vergleichen, um zu sehen, wessen Stadt sich am besten entwickelt hat.

Das Spiel wird im Freien gespielt. Der Spielleiter wählt ein Gebiet aus und positioniert auf der Karte verschiedene Kraftwerke. Beim Spielstart sind diese dann für alle Spieler sichtbar. Jeder kann die Kraftwerke besuchen um Energie zu erhalten. Dazu muss er sich in der echten Welt zu der Position bewegen, wo auf seiner Karte das jeweilige Gebäude abgebildet ist.

Es gibt fünf Typen von Kraftwerken, welche sich in zwei Klassen aufteilen. Die erste Klasse sind erneuerbare Energien. Die Typen hierbei sind Windkraftwerke, Solarkraftwerke und Gezeitenkraftwerke. Um bei diesen Energie zu gewinnen, muss der Spieler diese besuchen und ein Minispiel spielen. Ein ähnliches Konzept von kontextabhängigen Aktivitäten wird bereits in *Opportunities Exist: Continuous Discovery of Places to Perform Activities* vorgeschlagen (vgl. Dearman 2011, S. 2429). Die andere Klasse sind konventionelle Energiequellen. Zu diesen zählen Kohle- und Kernkraftwerke. Für die Energiegewinnung muss hier kein Minispiel gespielt werden, die Energie wird beim Besuchen sofort gutgeschrieben. Allerdings sind diese mit Nachteilen verbunden. Bei jedem Besuch eines Kohlekraftwerkes verringert sich die Entwicklungsrate der Stadt für den Spieler für den Rest des Spiels. Bei Kernkraftwerken besteht die Gefahr eines großen Störfalls. Hierbei kann unter Umständen die gesamte Entwicklung der Stadt auf null fallen. Es wurden nur diese fünf Kraftwerkstypen gewählt, da sie am meisten bekannt sind.

Das Spiel wird auf einem Smartphone mit dem Android Betriebssystem ausgeführt. Jedes sollte über einen GPS-Empfänger und über eine Internetverbindung verfügen, damit man die eigene Position ermitteln kann. Es wird empfohlen das Kartenmaterial im Voraus über ein

WLAN Access Point vorzuladen, damit keine zusätzlichen Kosten für die Datenübertragung während des Spiels auftreten. Jeder Spieler sieht auf dem Hauptbildschirm die Karte mit den Kraftwerken und den Status der Stadt. Die verschiedenen Sensoren des Smartphones werden für das Spielen der Minispiele benutzt.

Die Vorgänge zum Erstellen eines Spiels und zum Spielen dieses werden in den folgenden Zustandsdiagrammen dargestellt:

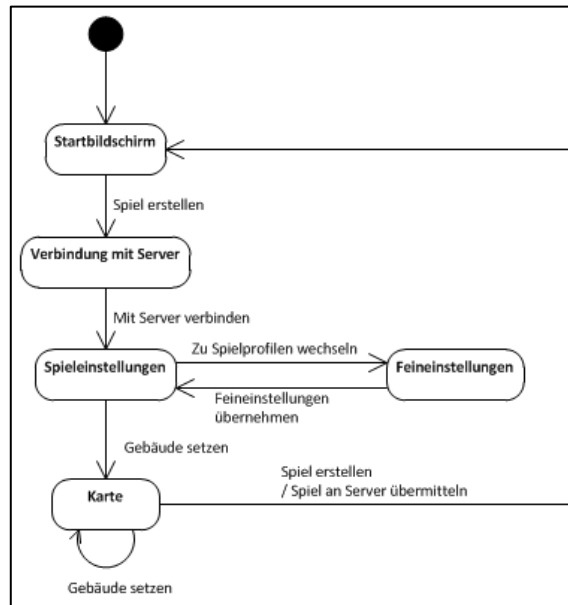


Abbildung 6: Zustandsdiagramm: Erstellung eines Spiels

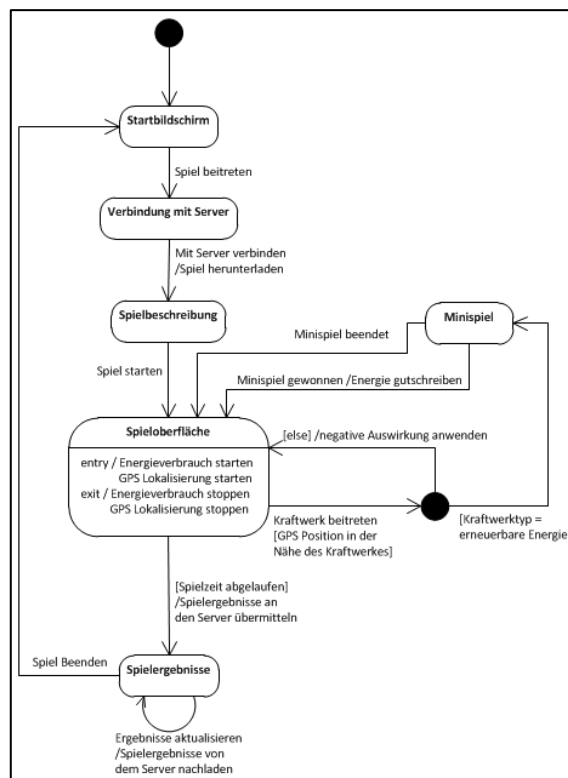


Abbildung 7: Zustandsdiagramm: Spielen eines Spiels

3.2.2 Funktionale und nichtfunktionale Anforderungen

Für das Konzept des Spiels Energy City müssen die funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen aufgestellt werden. Diese werden nun beschrieben:

Funktionale Anforderungen

- 1) Es muss möglich sein eigene Spielkonfigurationen erstellen und speichern zu können
- 2) Auf der Karte müssen die unterschiedlichen Gebäude frei positionierbar sein
- 3) Das Spiel soll von mehreren Spielern gleichzeitig gespielt werden können
- 4) Der Spieler muss die Karte mit den Gebäuden und den Zustand der Stadt auf der Spieloberfläche sehen
- 5) Während des Spiels entwickelt sich die Stadt
- 6) Die Position des Spielers wird auf der Karte angezeigt
- 7) Kraftwerke kann man nur besuchen, wenn man in ihrer Nähe ist
- 8) Es müssen unterschiedliche Minispiele für unterschiedliche Kraftwerke der Klasse „Erneuerbare Energie“ existieren
- 9) Im Minispiel für Windkraftwerke muss auf das Telefon gepustet werden um zu gewinnen
- 10) Im Minispiel für Solarkraftwerke muss mit dem Telefon mit Hilfe von Augmented Reality eine virtuelle Sonne gesucht werden um zu gewinnen
- 11) Im Minispiel für Gezeitenkraftwerke muss das Telefon nach links und rechts bewegt werden um zu gewinnen
- 12) Kohle- und Kernkraftwerke sollen negativen Einfluss auf die Stadt haben
- 13) Ist die Spielzeit abgelaufen, hört die Entwicklung auf und man kann keine Kraftwerke mehr besuchen
- 14) Nach Ablauf der Spielzeit müssen die Spieler ihre Daten an den Server senden können und es soll möglich sein die Resultate in einer Highscore zu vergleichen

Nichtfunktionale Anforderungen

- 1) Das Spiel wird im Portraitmodus gespielt. Der Spieler kann dadurch das Gerät in einer Hand halten. Zudem kann man im oberen Teil des Bildschirms den Status der Stadt anzeigen, während im unteren Teil die Karte zu sehen ist.
- 2) Die Mindestversion von Android ist 2.2
- 3) Die Mindestauflösung ist HVGA (320x480)
- 4) Das Spiel läuft, so weit wie möglich, flüssig und performant
- 5) Die Anwendung ist einfach und intuitiv zu benutzen
- 6) Die Anwendung ist robust gegenüber Netzwerkproblemen. Sollte eine Verbindung scheitern, wird der Benutzer darüber benachrichtigt und kann zu einem späteren Zeitpunkt versuchen diese wieder aufzubauen.
- 7) Der Akku soll geschont werden. Wenn nicht benötigt, werden der Bildschirm und der GPS Empfänger automatisch ausgeschaltet.

3.2.3 Spielelemente

Energy City setzt sich aus unterschiedlichen Elementen zusammen und ein reicheres Spielerlebnis zu bieten. Die vielen Sensoren des Android Smartphones erlauben zudem unterschiedlichste Interaktionsmöglichkeiten mit dem Spiel. Die Spielelemente werden im Folgenden aufgelistet und beschrieben.

Spielprofile und freie Positionierung der Gebäude

Beim Einrichten einer Spielpartie kann der Ersteller verschiedene Konfigurationen vornehmen. Diese wirken sich dann auf das Spiel aus. Es können folgende Werte festgelegt werden:

- Spielname und Spieldauer
- Energieverbrauch pro Sekunde
- Stadtentwicklung pro Sekunde
- Verfall der Stadt ohne Energie pro Sekunde
- Energieerzeugung für jeden Kraftwerktyp
- Entwicklungsbremse durch Luftverschmutzung wegen des Kohlekraftwerks
- Chance auf großen Störfall wegen des Kernkraftwerks

Nachdem das Spielprofil festgelegt worden ist, können die Kraftwerke frei positioniert werden. Dazu kann der Spielleiter auf der Karte eine Position berühren und dort ein Gebäude setzen. Somit können immer individuelle Spiele erstellt werden.

Positionsabhängiges Spielen

Der in den Android Smartphones eingebaute GPS-Empfänger erlaubt positionsabhängige Spiele. Der Spieler ist nicht mehr an eine Position im Gebäude gebunden, sondern muss sich im Freien aufhalten. Dadurch wird ein Computerspiel gespielt, während man sich Draußen bewegt.

Mehrspielerfähigkeit

Da sich die Spielkonfiguration auf dem Server befindet, können unterschiedliche Android Clients diese von dort beziehen. Mehrere Spieler können gleichzeitig an dem Spiel teilnehmen und einen Wettbewerb gegeneinander veranstalten. Am Ende werden die Ergebnisse aller Spieler angezeigt, sodass ein Vergleich möglich ist.

Minispiele

Kraftwerke der Klasse „Erneuerbare Energie“ bieten ein Minispiel an, um die Energie von diesen zu erhalten. Diese Minispiele nutzen verschiedene Sensoren des Smartphones. Die Kraftwerke mit den dazugehörigen Spielen werden hier aufgelistet:

- **Windkraftwerk:** Dieses Kraftwerk erhält Strom durch die Drehung des Rotors, welche durch den Wind verursacht wird. Der Spieler muss daher auf das Smartphone pusten, um Energie zu erzeugen.
- **Solkraftwerk:** Um Strom zu generieren, müssen Sonnenkollektoren Licht einfangen. Im Spiel wird dies umgesetzt, indem der Spieler mit der Kamera die Sonne sucht.
- **Gezeitenkraftwerk:** Ein Gezeitenkraftwerk befindet sich im Wasser und die Strömung verursacht eine Rotation der Turbinen. Dieses Verhalten wird im Spiel simuliert, indem der Spieler das Telefon nach links und rechts bewegt, als ob sich der Rotor durch die Bewegung im Wasser dreht.

Alle diese unterschiedlichen Elemente helfen ein abwechslungsreicheres Spiel zu ermöglichen. Der Spieler ist motiviert sich im Freien zu bewegen, Neues zu entdecken, die Minispiele auch physisch zu spielen und sich mit anderen im Wettbewerb zu vergleichen. Die Konfigurierbarkeit bei Erstellen des Spiels erlaubt zudem immer neue Spielvariationen.

3.2.4 Spielregeln

Jeder Mitspieler hat die Möglichkeit sich die aktuelle Spielkonfiguration vom angegebenen Server herunterzuladen. Nach dem Spielstart werden der Status der Stadt und die Karte mit den Kraftwerken angezeigt. Zum Status gehören Energie, Entwicklung, Level, Punkte und der Verschmutzungsgrad der Luft. Jede Sekunde verbraucht die Stadt einen festgelegten Wert der Energie. Diese wird in Entwicklung umgewandelt. Sollte die Energie auf null fallen, sinkt die Entwicklung. Falls der Entwicklungswert eine bestimmte Marke erreicht hat, steigt die

Stadt um einen Level. Jeder Level bringt dem Spieler Vorteile, wie höhere Energieausbeute durch bestimmte Kraftwerkstypen oder schnellere Entwicklung. Der Maximallevel ist fünf. Während sich die Stadt entwickelt, erhält der Spieler Punkte. Beim Gewinn in einem Minispiel und beim Aufstieg eines Levels werden zusätzliche Punkte gutgeschrieben.

Kommt der Spieler in die Nähe eines Kraftwerks der Klasse „Erneuerbare Energie“, kann er das dazugehörige Minispiel spielen. Wird dieses gewonnen, erhält der Spieler neben den Punkten auch Energie. Beim Spielen des Minispiels verbraucht die Stadt keine Energie und dementsprechend entwickelt sie sich nicht. Bei den konventionellen Kraftwerken gibt es kein Minispiel. Dafür haben diese eine negative Auswirkung auf die Stadt. Bei jedem Besuch eines Kohlekraftwerks sinkt die Entwicklungsrate der Stadt, wodurch für den gleichen Energieverbrauch weniger Entwicklung entsteht als zuvor. Der Spieler erhält aber in jedem Fall die Energie aus diesem Kraftwerk. Der Besuch eines Kernkraftwerks ist mit einem Risiko eines großen Störfalls verbunden. Zu einer festgelegten Wahrscheinlichkeit kann eine Katastrophe entstehen und die Stadt sich komplett zurückentwickeln. Dabei fallen die Entwicklung und die Punkte auf null, das Level wird auf 1 gesetzt und die aktuelle Energie wird halbiert. Wenn nichts passiert, erhält der Spieler die Energie aus dem Kraftwerk. Das Besuchen dieser letzten beiden Gebäude wird mit keinen Punkten belohnt.

Nach Ablauf der Spielzeit stoppen der Energieverbrauch und die Entwicklung. Jeder Spieler sendet seinen Spielstatus an den Server. Es wird eine Liste mit den besuchten Gebäuden und den Werten für jeden Spieler erstellt. Alle können die Werte von allen anderen Spielern einsehen und vergleichen.

Die Spielregeln werden in der folgenden Tabelle nochmal zusammengefasst:

Tabelle 2: Spielregeln und Optionen

Zustand	Optionen für den Spieler	Aufgaben der Stadt
Startbildschirm	<ul style="list-style-type: none"> • Spiel erstellen (als Spielleiter) • Spiel beitreten 	
Hauptbildschirm des Spiels	<ul style="list-style-type: none"> • Status der Stadt einsehen • Karte einsehen • Bewegen • Kraftwerk besuchen (wenn in der Nähe) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sich entwickeln, wenn Energie vorhanden • Level aufsteigen, wenn genug entwickelt • Degradieren, wenn nicht genug Energie
Erneuerbare Energie Kraftwerk besucht	<ul style="list-style-type: none"> • Minispiel spielen • Minispiel abbrechen 	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Aufgaben stoppen
Minispiel gewonnen	<ul style="list-style-type: none"> • Zum Hauptbildschirm zurückkehren 	<ul style="list-style-type: none"> • Energie gutschreiben und alle Aufgaben wieder starten
Konventionelles Kraftwerk besucht	<ul style="list-style-type: none"> • Wie bei Zustand <i>Hauptbildschirm des Spiels</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Negative Auswirkungen anwenden
Resultatbildschirm am Ende	<ul style="list-style-type: none"> • Eigene Ergebnisse mit den der anderen Spieler vergleichen 	

3.3 Analyse des Beitrags der Spielelemente zum Lernerfolg

Das Ziel des Serious Games ist es neben dem Spaß dem Spieler etwas Bestimmtes beizubringen. Dieses Unterkapitel beleuchtet, wie die Kombination der Spielelemente mit den Designkriterien dazu beitragen. Energy City sollte hierbei einen positiven Eindruck von den erneuerbaren Energien hinterlassen, während die konventionellen Kraftwerke eher negativ bewertet werden. Der erwünschte Lerneffekt ist dem Spieler beizubringen, dass die zweite Gruppe der Kraftwerke mit negativen Langzeitwirkungen verbunden ist, obwohl die Energiegewinnung weniger Aufwand erfordert. Die Einträge der Liste aus dem Punkt 3.1.1 *Designkriterien* werden nun betrachtet, wie diese mit den Spielelementen zum Lernerfolg beitragen.

Den relevanten und zu lernenden Aspekt möglichst genau abbilden

Es ist nicht möglich im Rahmen dieser Bachelor Arbeit die vollständige Funktionsweise der Kraftwerke zu beschreiben und in das Spiel zu implementieren. Dies ist aber auch nicht notwendig, denn der Fokus liegt nicht auf deren Aufbau, sondern deren Auswirkungen. Zudem helfen die Minispiele die Energieerzeugung für Windkraftanlagen, Solarzellen und Gezeitenkraftwerke im Groben zu verstehen. Der Spieler muss physisch mit dem Smartphone interagieren, anstatt Knöpfe zu betätigen, um virtuellen Strom zu erzeugen. Die konventionellen Kraftwerke haben keine Minispiele, wirken sich allerdings negativ auf die Stadt des Spielers aus. Die Langzeitwirkungen aus der Luftverschmutzung durch Kohlekraftwerke werden als eine Entwicklungsbremse dargestellt und der große Störfall eines Kernkraftwerks macht das Gebiet unbewohnbar, was im Spiel als eine komplette Degradation der Stadt abgebildet wird. Zwar ist in der realen Welt die Eintrittswahrscheinlichkeit einer Kernschmelze vergleichsweise gering, so muss diese im Spiel künstlich erhöht werden, damit der Spieler die negativen Auswirkungen mitbekommen kann.

Das positionsabhängige Spielen mit Hilfe der GPS Lokalisierung ermöglicht zudem, dass Spieler sich in der realen Welt bewegen müssen. Die Kraftwerke können so beispielsweise vom Spielleiter an signifikanten Orten positioniert werden, sodass der Spieler auch diese erkunden oder die Umgebung besser kennenlernen kann.

Nicht alle Vereinfachungen zulassen

Um Energie zu erhalten, muss sich der Spieler in der realen Welt zu dem Ort auf der Karte bewegen, wo sich ein Kraftwerk befindet. Besitzt dieses ein Minispiel, so muss es erst gewonnen werden, um Strom zu generieren. Da die Energieausbeute bei erneuerbaren Energien im Vergleich zu konventionellen Kraftwerken geringer ist, muss mehr Aufwand betrieben werden, um Strom in ausreichenden Mengen zu erzeugen. Diese zusätzliche Arbeit wird bei Energy City mit Hilfe der Minispiele realisiert. Um an Energie zu kommen, muss der Spieler diese Arbeit verrichten. Sollte das Minispiel vorzeitig abgebrochen werden, wird keine Energie gutgeschrieben.

Zufälle vermeiden

Bei Energy City wird fast komplett auf Zufälle verzichtet. Das einzige Vorkommen einer zufallsgenerierten Zahl ist bei der Eintrittswahrscheinlichkeit des großen Störfalls. Der Spieler soll die Auswirkungen seiner Handlungen direkt nachvollziehen können, was im Falle aller anderen Aktionen zutrifft. In der realen Welt kann die Eintrittswahrscheinlichkeit zwar vermindert werden, aber ob und wann eine Katastrophe eintritt, ist nicht möglich vorauszusagen. Darum wird bei Energy City hier ebenfalls ein Zufallszahlengenerator verwendet.

Auf dem Gelernten aufbauen

Wird nicht direkt umgesetzt, da alle Kraftwerke von Anfang an zugänglich sind. Sollte jedoch der Spieler die negativen Auswirkungen der Kohle- oder Kernkraftwerke erfahren haben, wird er diese eher vermeiden wollen. Zudem baut der Spieler eine Strategie auf, welche Gebäude in welcher Reihenfolge besucht werden sollten.

Das Gelernte abfragbar machen

Am Ende des Spiels wird eine Statistik erstellt, welche Kraftwerke in welcher Reihenfolge besucht wurden. Daraus kann man den Lernfortschritt in kleinem Maße herleiten. Der Spieler lernt zudem die grobe Funktionsweise, wie das jeweilige Kraftwerk Energie gewinnt.

Spielveränderungen zulassen

Der Spielleiter kann Spielprofile festlegen, welche beispielsweise bestimmen, wie viel Energie von dem jeweiligen Kraftwerk erzeugt wird und wie viel die Stadt verbraucht. Außerdem kann er die Gebäude durch einfaches Tippen auf der Karte frei platzieren. Da das Spiel hauptsächlich darauf abzielt die Auswirkungen von konventionellen und erneuerbaren Energiequellen zu verdeutlichen, sind nur die Position und die Resultate für die Stadt nach dem Besuch dieser relevant. Daher ist es ausreichend diese veränderbar zu machen, um das Spiel nicht unnötig kompliziert zu machen.

Es lässt sich sagen, dass Energy City diese Designkriterien zum großen Teil erfüllt. Das Spiel bildet die nötigen Aspekte, welche gelernt werden müssen, ausreichend ab. Der Spieler muss selber aktiv werden, um voranzukommen. Im Spielverlauf sollte er auch eine Strategie entwickeln, um möglichst effizient das Ziel in der vorgegebenen Zeit zu erreichen. Der erwünschte Effekt bei dieser Strategie ist, dass der Spieler konventionelle Kraftwerke vermeidet, obwohl bei diesen Energie einfacher gewonnen werden kann, dies jedoch mit negativen Langzeitwirkungen verbunden ist. Für den Spielleiter stehen unkomplizierte Möglichkeiten das Spiel zu modifizieren, wenn auch nicht im sehr detailliertem Grade.

3.4 Zusammenfassung

Dieses Kapitel hat sich dem Thema *Serious Games* gewidmet. Es wurden Designkriterien vorgestellt, welche bei der Entwicklung berücksichtigt werden müssen. Zu diesen zählen unter anderem, dass der relevante und zu lernende Aspekt möglichst genau abgebildet wird, dass keine Vereinfachungen zugelassen werden sollen, wenn die Vorgänge relevant sind und dass der Spieler die Auswirkungen seiner Handlungen nachvollziehen kann.

Weiterhin wurde ein solches Spiel mit dem Namen *Energy City* vorgestellt, welches im Rahmen dieser Arbeit für die Android Plattform entwickelt wird. Es wurden eine Beschreibung und die Regeln gezeigt. Das Spiel bietet unterschiedliche Elemente, welche dieses interessant machen sollen. Einige wären das positionsabhängige Spielen und die Mehrspielerfähigkeit.

Am Ende wurde der Beitrag zum Lernerfolg erläutert. Hierbei wurde auf die Designkriterien verwiesen und wie diese in dem Spiel umgesetzt werden. Es wurde gezeigt, dass *Energy City* diese zum großen Teil erfüllt.

4. Realisierung der Anwendung

Dieser Abschnitt der Arbeit beschreibt die Entwicklung des Spiels Energy City. Zunächst werden die Architektur und der Aufbau der Applikation für das Smartphone und der Serveranwendung erläutert. Das zweite Unterkapitel beleuchtet den Spielweltgenerator für den Spielleiter und das Zusammenspiel von den beiden Softwareeinheiten. Im nächsten Abschnitt wird die Clientanwendung, welche das eigentliche Spiel für die Teilnehmer repräsentiert, beschrieben. Am Ende wird noch erläutert, wie die Datenauswertung nach dem Spiel erfolgt.

4.1 Architektur und Aufbau

Das Serious Game Energy City besteht aus zwei Softwareeinheiten: Der Applikation *EnergyCity* für Smartphones mit dem Android Betriebssystem ab Version 2.2 und einer Serveranwendung, dem *EnergyCityServer*, welche auf der Java Virtual Machine auf einem Computer ausgeführt wird. Eine solche Konfiguration ermöglicht, dass der Spielleiter eine Spielkonfiguration auf seinem Smartphone erstellt und sie auf den Server überträgt. Spieler können diese dann herunterladen und das Spiel auf ihren Geräten ausführen. Nach Ablauf der Zeit werden die Ergebnisse an den Server gesendet und jeder Spieler erhält eine Übersicht, wie er und die anderen Mitspieler abgeschnitten haben.

4.1.1 Android Applikation

Die Applikation, die auf dem Smartphone installiert wird, repräsentiert das eigentliche Spiel. Über diese kann der Spielleiter ein Spiel erstellen, dieses konfigurieren und Gebäude setzen. Die Spieler laden das erstellte Spiel herunter, spielen es, laden die Ergebnisse auf den Server hoch und vergleichen diese unter einander. Dadurch, dass alles über eine einzige Applikation gemacht wird, sinkt die Komplexität und es müssen keine zusätzlichen Programme benutzt werden.

Eine Übersicht über die fachliche Architektur der Anwendung wird im folgenden Komponentendiagramm (Abbildung 8) dargestellt:

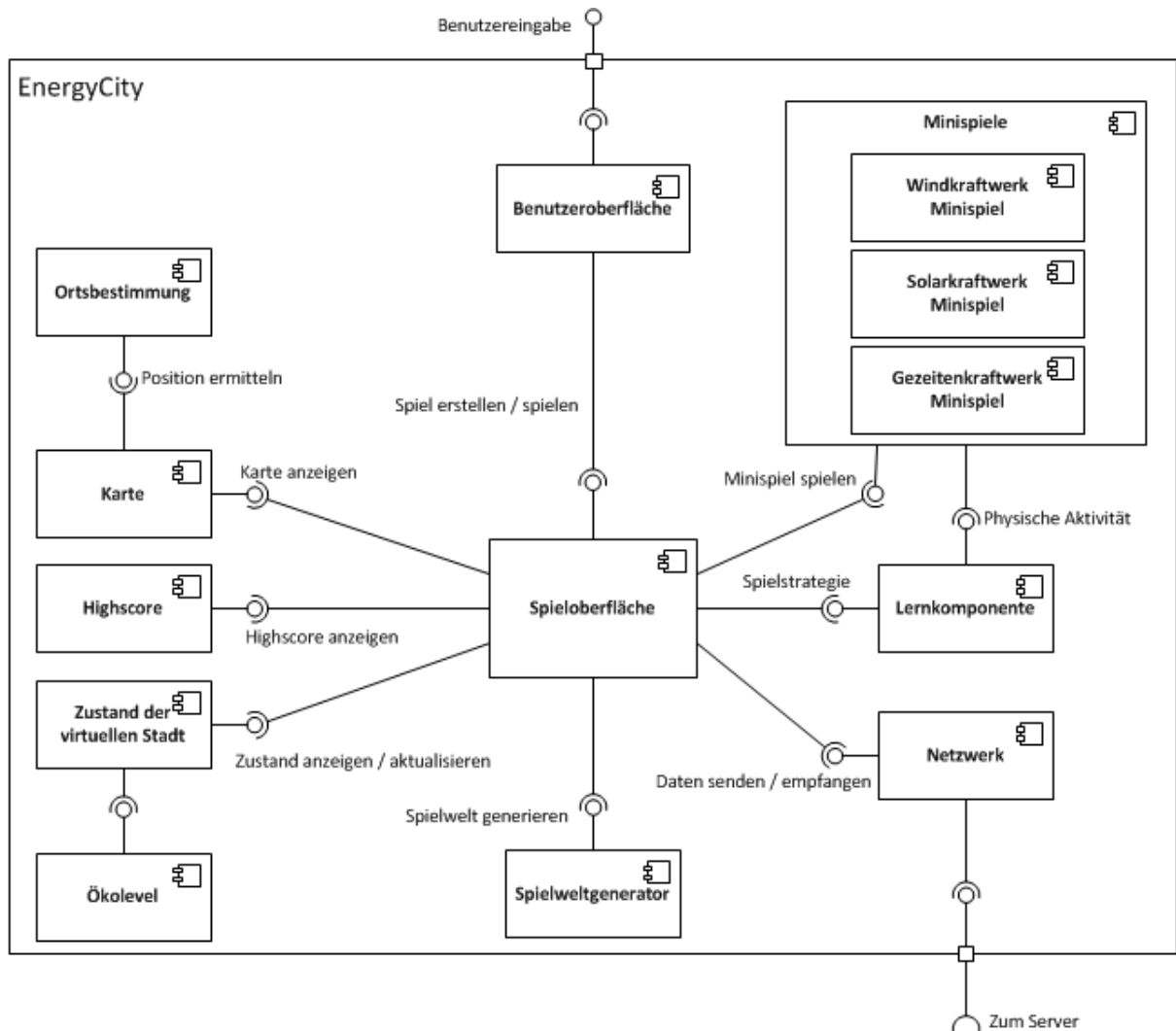


Abbildung 8: Fachliche Architektur des Spiels Energy City

Aus der technischen Sicht ist das Programm in verschiedene Komponenten aufgeteilt, welche unterschiedliche Aufgaben übernehmen. Sie werden im Folgenden beschrieben.

Views

Stellen grafische Oberflächen dar, mit denen der Benutzer interagieren kann. Zu diesen zählen vor allem Formulare zur Eingabe von Daten.

GameMap

Stellt sowohl die Oberfläche für den Spielleiter zum Setzen von Gebäuden, als auch die Hauptoberfläche für die einzelnen Spieler dar. In dieser Komponente wird immer die Karte mit den gesetzten Gebäuden angezeigt. Im Spielmodus sehen hier die Spieler zudem ihre

Position und den Status ihrer Stadt. Die GameMap benutzt die Google Maps API um das Kartenmaterial bereitzustellen.

Network

Die Netzwerkkomponente, welche für die Kommunikation mit dem EnergyCityServer verantwortlich ist. Über sie sendet der Spielleiter das erstellte Spiel an den Server. Die Spieler können dieses Spiel über sie herunterladen. Am Ende einer Spielpartie senden und empfangen die Spieler die Ergebnisse ebenfalls über diese Schnittstelle.

ProfileManager

Erlaubt dem Spielleiter eigene Konfigurationen als Profile lokal abzuspeichern und zu laden. Diese können für Spiele verwendet werden.

GameTimer

Ist für den Verlauf der Spielzeit verantwortlich. Ist die Zeit abgelaufen, können die Spieler keine Gebäude mehr besuchen und sowohl die Stadtentwicklung als auch der Energieverbrauch stoppen.

CurrentStats

Verwaltet den aktuellen Zustand der Stadt. Dieser wird jede Sekunde aktualisiert.

GameData

Beinhaltet die Spielkonfiguration und den Typ mit der Position von jedem Gebäude. Diese wird vom Spielleiter erstellt und an die Mitspieler verteilt.

Minigames

Stellt die einzelnen Minispiele dar. Sie kommen vor bei Wind-, Solar- und Gezeitenkraftwerken.

Eine technische Übersicht über diese Komponenten und deren Abhängigkeiten von einander wird im folgenden Komponentendiagramm (Abbildung 9) verdeutlicht:

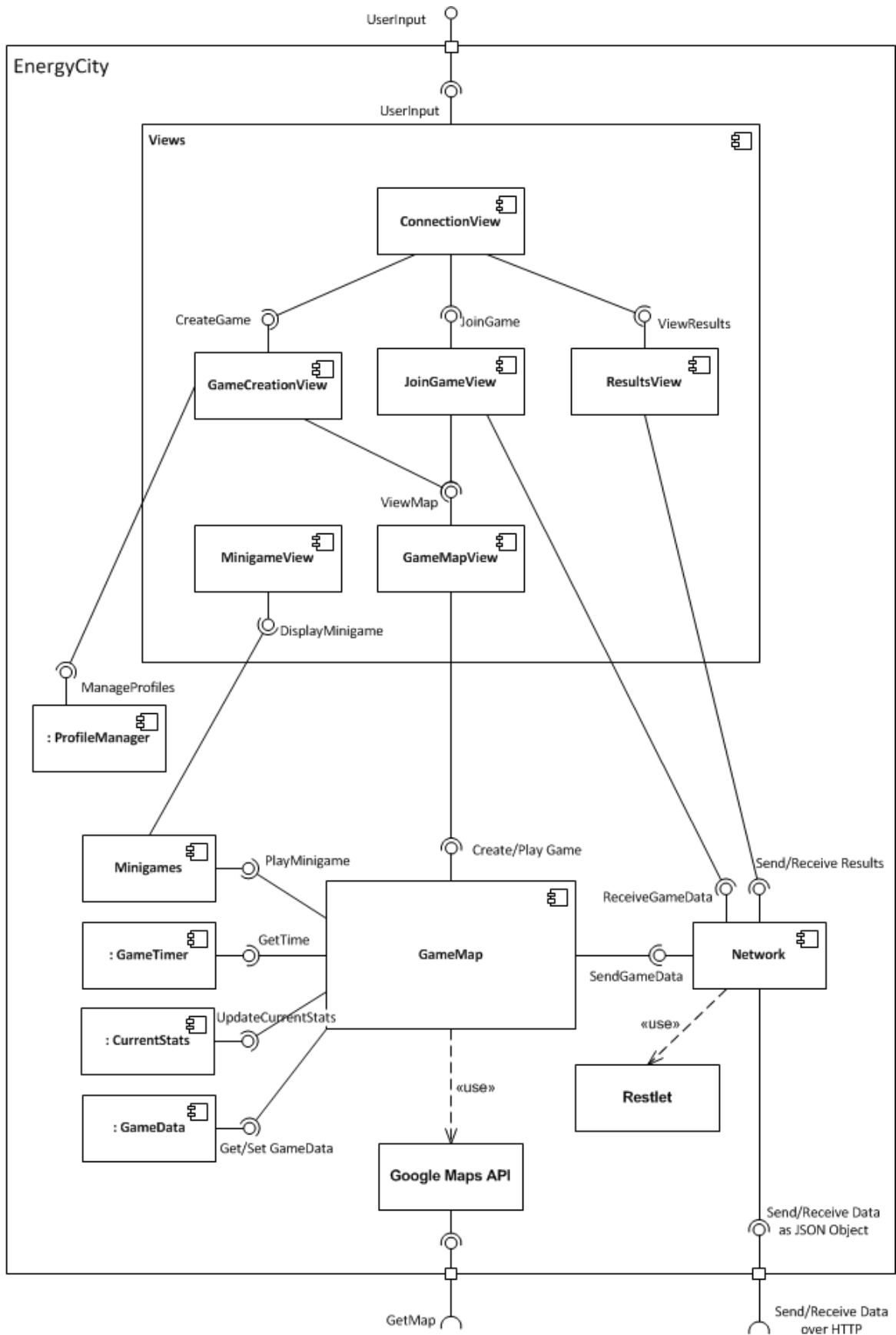


Abbildung 9: Technisches Komponentendiagramm der Applikation EnergyCity für die Android Plattform

4.1.2 Serveranwendung

Das Serverprogramm wird auf einem Computer auf der Java Virtual Machine ausgeführt. Es dient dazu die aktuelle Spielkonfiguration, die vom Spielleiter erstellt worden ist, zu speichern und an die Spieler zu verteilen. Am Ende des Spiels empfängt der Server die Ergebnisse der Teilnehmer und verteilt diese in Form einer Highscore an alle.

Die Anwendung besteht aus einer View für Benutzereingaben und einer Serverkomponente, welche in vier Unterkomponenten aufgeteilt ist. Diese View ist einfach gehalten um die Komplexität zu minimieren. In dieser finden sich die Eingabemöglichkeiten für die IP-Adresse und des Ports, ein Button zum Starten oder Stoppen des Servers und ein Feld, welches das aktuell laufende Spiel anzeigt.

Die anderen Komponenten werden im Folgenden beschrieben:

GameDataServerResource

Stellt eine Schnittstelle zum Senden und Empfangen der Spielkonfiguration und speichert diese.

ResultsServerResource

Stellt eine Schnittstelle zum Senden und Empfangen der Ergebnisse und speichert diese.

GameData

Model für Spielkonfigurationen.

Stats

Model für Spielergebnisse.

Die nachfolgende Abbildung 10 verdeutlicht den Aufbau in einem Komponentendiagramm:

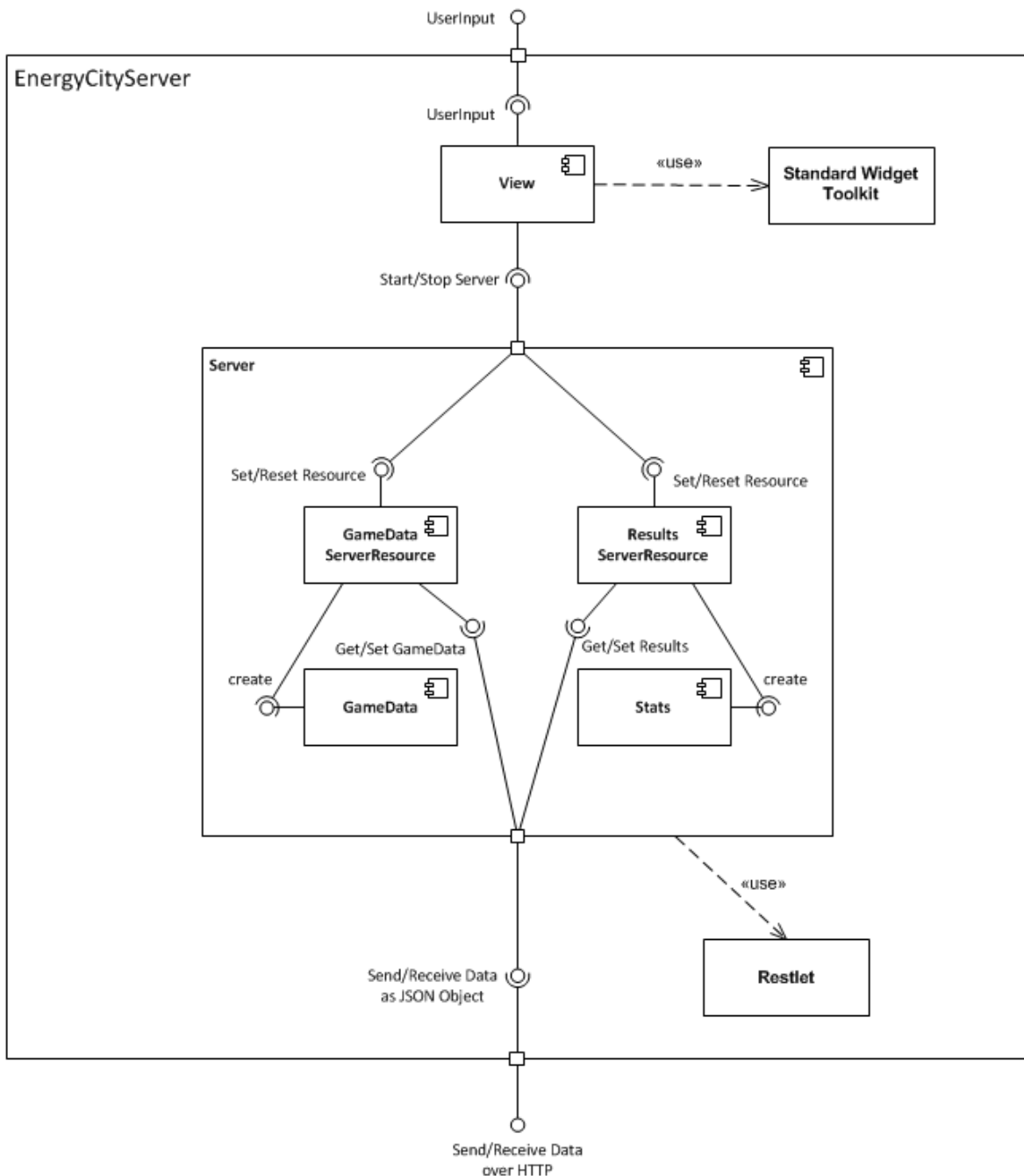


Abbildung 10: Komponentendiagramm der Anwendung EnergyCityServer für die Java VM

4.1.3 Kommunikation

Die beiden Anwendungen kommunizieren über eine Representational State Transfer (REST) Schnittstelle. Eine Implementierung von REST wird in der *Restlet* Bibliothek realisiert, welche sowohl für Java als auch für Android bereitsteht und in den beiden Programmen verwendet wird (vgl. Restlet 2011). Da alle Android Smartphones über eine Internetverbindung verfügen, kann davon ausgegangen werden, dass die Kommunikation zwischen Clients und Server ohne großen Aufwand möglich ist. Der Transfer von Daten erfolgt im JavaScript Object Notation (JSON) Format.

4.2 Spielweltgenerator

Damit eine Spielpartie gespielt werden kann, muss diese von dem Spielleiter erstellt werden. Dazu stellt er eine Verbindung zum Server her, nimmt Einstellungen mit Hilfe der Profile vor, setzt die Gebäude auf der Karte und überträgt die Daten an den Server. Dieser gesamte Vorgang wird zum Generieren eines Spiels benötigt.

4.2.1 Verbindung zum Server

Die erste View, die der Benutzer zu sehen bekommt, ist die zum Verbinden zum Server. Sollte auf dem kein erstelltes Spiel vorhanden sein, wird ein Platzhalter-Spiel bereitgestellt. Beim Verbindungsversuch erhält der Spielleiter immer die aktuelle Spielkonfiguration vom Server und sollte diese der Platzhalter sein, kann ein neues Spiel erstellt werden. Andernfalls erhält er die Möglichkeit das sich dort zurzeit befindende Spiel zu überschreiben.

4.2.2 Spieleinstellungen

Nach der erfolgreichen Verbindung zum Server kann der Spielleiter Einstellungen für das Spiel vornehmen. Hier kann der Spielname und die Dauer eingetragen werden. Zusätzlich können über *Profile* Feineinstellungen für das Spiel vorgenommen werden. Es sind folgende Werte einstellbar:

- Energieverbrauch pro Sekunde
- Stadtentwicklung pro Sekunde
- Verfall der Stadt ohne Energie pro Sekunde
- Energieerzeugung für jeden Kraftwerktyp
- Entwicklungsbremse durch Luftverschmutzung wegen des Kohlekraftwerks
- Chance auf großen Störfall wegen des Kernkraftwerks

Die Werte können entweder per Slider verstellt oder direkt eingegeben werden. Das fertige Profil wird lokal gespeichert und zur Liste der Profile hinzugefügt. Aus dieser können die Profile für jedes Spiel geladen werden.

Um die Komplexität zu reduzieren, steht ein Standardprofil zur Verfügung. Hier sind die Feineinstellungen bereits vorgenommen und der Spielleiter kann dieses direkt benutzen. Sollte jedoch der Wunsch bestehen ein Spiel mit besonderen Einstellungen zu erzeugen, kann dieses über die Profile realisiert werden.

4.2.3 Platzieren der Gebäude und Senden der Daten an den Server

Auf der Kartenansicht kann der Spielleiter durch Tippen auf eine Position ein Kraftwerk setzen. Es erscheint eine Liste mit den Typen und durch eine Auswahl wird an der getippten Stelle das Icon für das jeweilige Gebäude platziert. Wird ein Icon berührt, erscheint ein Dialog, welcher erlaubt das Gebäude wieder zu löschen. Für jedes gesetzte Kraftwerk

werden der Typ und die Position in Längen- und Breitengraden gespeichert. Der folgende Screenshot zeigt die Oberfläche beim Setzen der Gebäude:

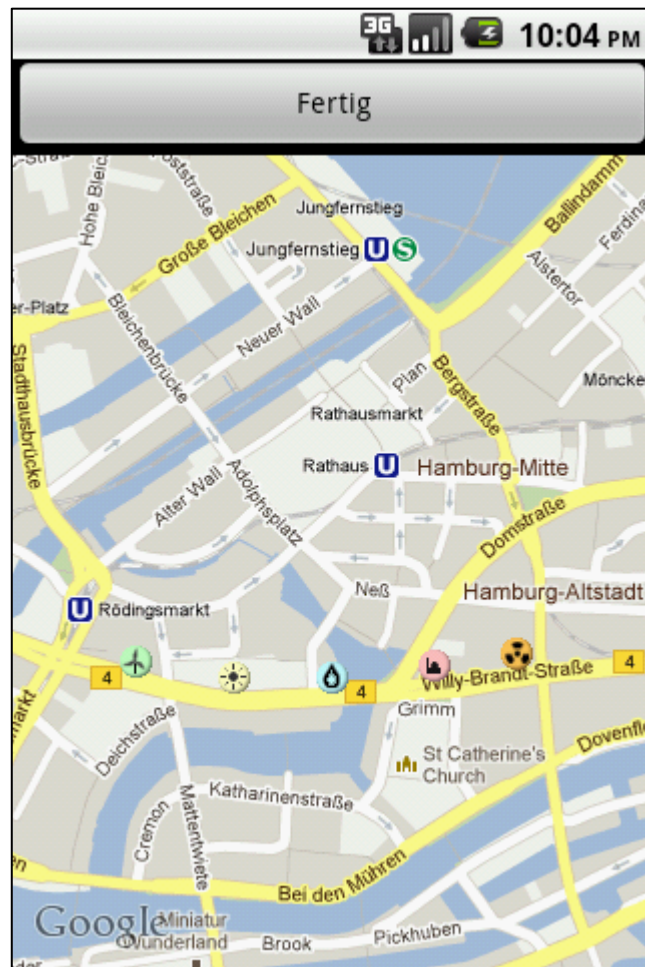


Abbildung 11: Ansicht zum Setzen der Gebäude

Wie der Abbildung 11 zu entnehmen ist, besitzt die Ansicht nur die von Google Maps bereitgestellte Karte mit den daraufgesetzten Gebäuden und einen Fertig-Button. Die Interaktion erfolgt nur über die Karte. Dadurch ist sichergestellt, dass das Erstellen eines Spiels nicht unnötig verkompliziert wird. Etwa in der Mitte sind die fünf Kraftwerkstypen zu erkennen. Von links nach rechts: Windkraftwerk, Solarkraftwerk, Gezeitenkraftwerk, Kohlekraftwerk, Kernkraftwerk.

Durch das Tippen auf den Fertig-Button werden die Spieldaten an den Server in Form eines JSON-Objekts übermittelt. Dieses beinhaltet den Spielnamen und die Spieldauer, die Feineinstellungen und die Gebäude mit ihren Typen und Positionen. Die Spielkonfiguration wird auf dem Server gespeichert und die Spieler können diese herunterladen.

4.3 Clientanwendung für einzelne Mitspieler

Ein vom Spielleiter erstelltes Spiel kann von den Teilnehmern auf ihren Android Smartphones gespielt werden. Dazu laden sie die Spielkonfiguration vom Server herunter und starten das Spiel. Auf dem darauffolgenden Hauptbildschirm werden der Status der Stadt und eine Karte mit den Kraftwerken angezeigt zu denen sich die Spieler bewegen können. Am Ende werden die Ergebnisse an den Server übertragen und diese können in einer Highscore verglichen werden.

4.3.1 Spielstart

Jeder Mitspieler muss sich zum Server verbinden. Sollte sich auf diesem noch kein Spiel befinden, wird man darüber benachrichtigt. Bei erfolgreicher Verbindung wird eine View mit kurzer Beschreibung der Spielregeln präsentiert. Hier kann der Spieler seinen Namen eingeben und sieht zudem den Spielnamen, die Dauer und die Kraftwerkstypen. Das Spiel fängt nicht an, so lange bis der Spieler den „Spiel starten“ Button nicht betätigt hat. Das erlaubt zum einen das Lesen den Regeln und zum anderen wird allen Spielern die Möglichkeit gegeben sich an die Startposition zu bewegen und gemeinsam zu starten. Nach dem Drücken des besagten Buttons wechselt die View zur Spielfläche und der Countdown mit der Spieldauer startet.

4.3.2 Spielfläche

Die Spielfläche ist die Hauptansicht, welche der Spieler die meiste Zeit zu sehen bekommt. Der folgende Screenshot mit Beschriftungen zeigt, wie diese aussieht:

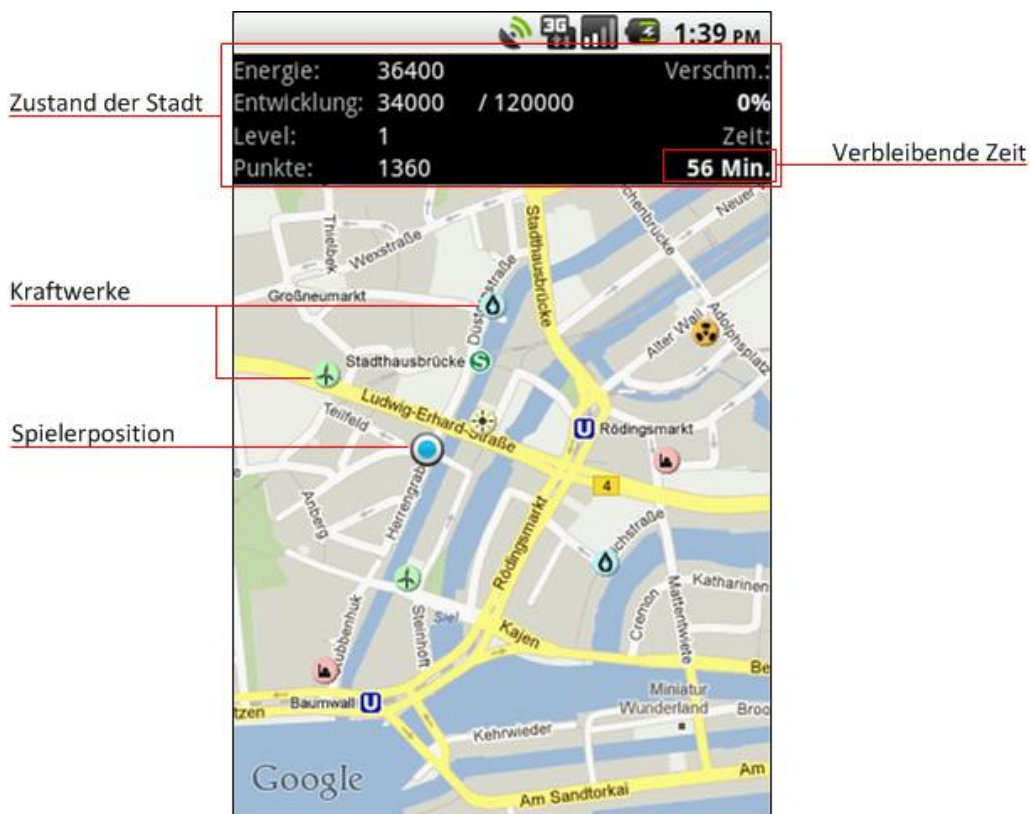


Abbildung 12: Spielfläche

Auf der Spielfläche, die auf der Abbildung 12 zu sehen ist, befinden sich der Status der Stadt und die Karte mit den Gebäuden. Ist GPS eingeschaltet und eine Verbindung zu den Satelliten etabliert, wird zudem die Position des Spielers angezeigt.

Für die Darstellung dieser Hauptansicht standen zwei Alternativen zur Verfügung:

- Die erste wäre, dass man die Ansicht zwischen der Karte und der Stadt wechseln kann. Die Kartenansicht würde den gesamten Bildschirm einnehmen und man würde mehr sehen können. Bei der Stadtansicht wären ein Abbild der Stadt und deren Zustand zur sehen. Diese Abbildung würde sich, abhängig vom Stadtlevel, verändern.
- Die andere Alternative ist die, dass Karte und der Stadtzustand auf einer Ansicht angezeigt werden. Der Spieler kann hierbei beides zugleich einsehen. Und da die nicht vielen Felder oben wenig Platz einnehmen, kann die Karte noch relativ groß dargestellt werden.

Die Wahl fiel auf die zweite Alternative, wie in Abbildung 12 auch zu sehen ist. Dafür gab es einige Gründe:

- Sollte die Energie auf null fallen, erkennt man es sofort, während bei der ersten Alternative eine Meldung kommen müsste, wenn man sich in der Kartenansicht befindet
- Der Spieler ist auch nicht damit beschäftigt ständig zwischen den Ansichten zu wechseln und kann sich auf beides konzentrieren

Der Zustand wird jede Sekunde aktualisiert. Dabei wird ein bestimmter Betrag an Energie verbraucht und die Stadt entwickelt sich. Beim Erreichen des rechts stehenden Wertes bei der Entwicklung steigt die Stadt um ein Level auf und erhält ein Bonus in Form von besserer Energieausbeute eines bestimmten Kraftwerktyps oder schnelleren Entwicklung.

Die Position des Spielers wird alle 30 Sekunden aktualisiert. Sollte sich dieser in einer Entfernung von maximal 30 Metern zu einem Kraftwerk befinden, kann er durch das Tippen auf dessen Icon das Gebäude besuchen. Handelt es sich um ein Kraftwerk der Klasse „Erneuerbare Energie“, kann ein Minispiel gespielt werden. Bei konventionellen Kraftwerken werden die negativen Folgen angewendet und er Spieler erhält Energie, vorausgesetzt es kam zu keinem großen Störfall beim Kernkraftwerk.

Während des gesamten Spiels läuft im Hintergrund ein Countdown. Nach Ablauf der Zeit ist das Spiel vorbei und der Spieler kann keine Kraftwerke mehr besuchen. Der Energieverbrauch und die Entwicklung stoppen ebenfalls. Nun kann der Spieler seine Ergebnisse an den Server senden.

4.3.3 Minispiele

Beim Besuch eines Kraftwerk der Klasse „Erneuerbare Energie“ muss der Spieler ein Minispiel gewinnen um Energie zu erhalten. Die folgenden drei Screenshots zeigen das Aussehen dieser Spiele:

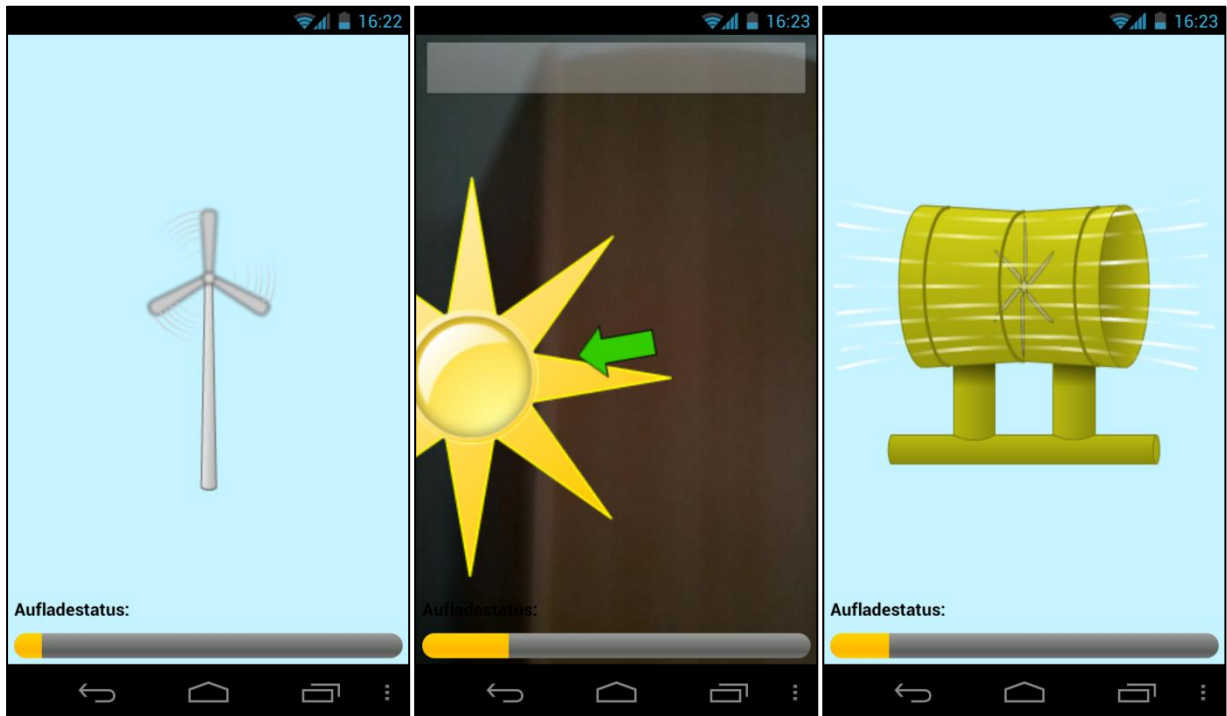


Abbildung 13: Minispiele; von links nach rechts: Windkraftwerk, Solarkraftwerk, Gezeitenkraftwerk

Diese drei Minispiele versuchen das echte Verhalten der Kraftwerke zu simulieren. Der Spieler muss physisch aktiv werden, um Energie zu erhalten. Die unterschiedlichen Sensoren des Smartphones werden hierfür eingesetzt, um die verschiedenen Interaktionen zu registrieren und im Spiel umzusetzen. Eine Beschreibung der Minispiele wird im Folgenden aufgeführt:

- **Windkraftwerk:** Dieses Kraftwerk erhält Strom durch die Drehung des Rotors, welche durch den Wind verursacht wird. Der Spieler muss daher auf das Smartphone pusten, um Energie zu erzeugen. Das Mikrofon registriert das Pusten als ein Anstieg der Lautstärke und das Kraftwerk erzeugt virtuelle Energie.
- **Solarkraftwerk:** Um Strom zu erzeugen, müssen Sonnenkollektoren Licht einfangen. Im Spiel wird dies umgesetzt, indem der Spieler mit der Kamera die Sonne sucht. Da es aber nicht immer sonnig ist und die Augen nicht geschädigt werden sollen, wird statt der echten Sonne auf eine Augmented Reality Lösung zurückgegriffen. Hierbei wird ebenfalls die Kamera benutzt, aber das Bild erhält ein zusätzliches Overlay, auf dem eine virtuelle Sonne abgebildet ist, welche sich bewegt. Der Spieler muss nun mit dem Smartphone diese Sonne verfolgen um die Energie aufzuladen. Es werden

der Lagesensor und der digitale Kompass benutzt, um die Ausrichtung des Geräts festzustellen und in Abhängigkeit davon die virtuelle Sonne zu positionieren. Ein ähnliches Konzept eines Spiels, welches Augmented Reality zum Suchen von virtuellen Objekten benutzt, wird in *Catching Fireflies: A Persuasive Augmented Reality Game for Android Phones* vorgestellt (vgl. Eubanks 2011, S. 363-364).

- **Gezeitenkraftwerk:** Ein Gezeitenkraftwerk befindet sich im Wasser und die Strömung verursacht eine Rotation der Turbinen. Dieses Verhalten wird im Spiel simuliert, indem der Spieler das Telefon nach links und rechts bewegt, als ob sich der Rotor durch die Bewegung im Wasser dreht. Der Beschleunigungssensor zeichnet diese Bewegung auf und es wird virtueller Strom erzeugt.

Sollte der Spieler das Minispiel gewinnen, erhält er die Energie und zusätzlich Punkte. Das Gebäude wird dann von seiner Karte entfernt. Während des Minispiels verbraucht die Stadt keine Energie und entwickelt sich auch nicht.

Es sind noch weitere Kraftwerke denkbar, die als erneuerbare Energien gelten und als Minispiele realisiert werden könnten. Diese drei reichen aber aus, da sie am häufigsten in Verbindung mit grüner Energie gebracht werden und diese auch symbolisieren. Der Spieler kann hierbei auch eher erahnen, wie die Minispiele gespielt werden, da die Funktionsweise dieser Kraftwerke im Groben vorstellbar ist.

4.3.4 Ergebnisauswertung am Ende jedes Spiels

Nach Ablauf der Spielzeit senden die Spieler ihre Ergebnisse an den Server. Diese beinhalten den Spielernamen, die erreichten Punkte, den Stadtlevel, die Energie, die Entwicklung der Stadt und alle besuchten Gebäude in ihrer Reihenfolge. In der nachfolgenden View werden die Ergebnisse aller Spieler aufgelistet, sortiert nach der Punktzahl. Diese können untereinander verglichen werden und man kann herausfinden wer welche Strategie verfolgt hat um das beste Resultat zu erreichen.

Die Daten werden in einem JSON-Objekt gespeichert und an den Server gesendet. Dazu müssen sich die Spieler wieder zurück in das lokale Netz bewegen, außer der Server ist global über das Internet erreichbar.

Die folgende Abbildung 14 zeigt diese Ergebnisview, welche die Spieler am Ende des Spiels zu sehen bekommen:



Abbildung 14: Ergebnisview am Ende eines Spiels

4.4 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde beschrieben, wie das Spiel Energy City realisiert wurde. Dieses besteht aus zwei Softwareeinheiten: Einem Client für Android Smartphones und einer Serveranwendung.

Die Client Applikation repräsentiert das Spiel und wird benutzt um die Spielwelt zu generieren und um an dem Spiel teilzunehmen. Der Spielleiter kann beim Erstellen des Spiels Feineinstellungen vornehmen und die unterschiedlichen Kraftwerkstypen frei auf der Karte positionieren. Diese Daten werden auf den Server übertragen welche dann von den Spielern heruntergeladen werden können. Anhand dieser Informationen wird bei den Teilnehmern das Spiel aufgebaut und es kann gespielt werden.

Die Spieler sehen auf dem Hauptbildschirm den Status der Stadt und die Karte mit den Kraftwerken. Die Stadt benötigt Strom um sich zu entwickeln und sollte keine Energie vorhanden sein, degradiert diese wieder. Da es sich um ein positionsabhängiges Spiel handelt, müssen sich die Teilnehmer physisch zu den Orten bewegen, wo sich ein Marker für ein Gebäude befindet. Sollte es sich um ein Kraftwerk der Klasse „Erneuerbare Energie“ handeln, kann der Spieler ein Minispiel spielen um Energie zu erzeugen. Diese Minispiele verwenden die Sensoren des Smartphones damit der Spieler auch hier physisch aktiv wird um es zu gewinnen. Konventionelle Kraftwerke bieten keine Minispiele, haben aber negative Auswirkungen auf die Stadt. Ist die Spielzeit abgelaufen, senden die Spieler ihre Ergebnisse an den Server und können in einer Highscore vergleichen, wer besser abgeschnitten hat.

Die Serveranwendung hat lediglich zwei Aufgaben: Zum einem speichert sie die vom Spielleiter erstellte Spielkonfiguration und verteilt diese an die Spieler und zum anderen sammelt sie die Ergebnisse am Ende des Spiels ein und versendet die Highscoretabelle an alle Teilnehmer.

5. Test

In diesem Abschnitt wird ein Testszenario konzipiert, realisiert und ausgewertet. Es werden vier Personen das Spiel testen. Anschließend werden sie einen Fragebogen ausfüllen und diese Testergebnisse werden ausgewertet.

5.1 Testszenario

Es wird ein Szenario erstellt, bei welchem das Serious Game Energy City von vier Personen im Alter zwischen 20 und 24 Jahren unter realen Bedingungen getestet wird. Da sie noch zu der Gruppe der jungen Erwachsenen gehören, kann das Spiel für sie immer noch Relevanz haben. Diese Testpersonen werden anschließend einen Fragebogen ausfüllen, welcher sowohl den fachlichen als auch den technischen Aspekt des Spiels abdeckt.

Für das Szenario verwendet jeder Teilnehmer ein Smartphone mit Android ab der Version 2.2. Die Geräte, welche zum Einsatz kommen, sind das *HTC Desire* und das *Sony Ericsson Xperia X8* für die Spielteilnehmer und das *Sony Ericsson Xperia Play* für den Spielleiter.

Der Test soll folgende Punkte beinhalten, welche von ihm abgedeckt werden:

- Testen einer möglichen echten Spielpartie
- Usability
- Lerneffekt, was den relevanten Teil des Spiels darstellt
- Aufbau auf dem Gelernten prüfen
- Test der Veränderbarkeit des Spiels

Für den Test wird eine Person die Rolle des Spielleiters übernehmen und eine Spielkonfiguration mit platzierten Gebäuden in dem besagten Gebiet erstellen. Die anderen werden diese verwenden und eine Partie spielen. Niemand erfährt vorher wie das Spiel funktioniert, damit zum einen die Usability getestet werden kann und zum anderen die Spieler Erfahrungen mit sowohl konventionellen als auch erneuerbaren Kraftwerksklassen machen können. Durch das Ausprobieren wird es ihnen möglich sein Urteile bezüglich der unterschiedlichen Kraftwerke zu machen, was den Lerneffekt auslösen kann. Damit werden die Spieler zukünftig darauf aufbauen, dass die konventionellen Energiequellen gefährlich für ihre Stadt sind und wahrscheinlich diese eher meiden, was den relevanten und zu lernenden Aspekt des Spiels darstellt. Nachdem das Spiel vorbei ist und die Ergebnisse verglichen wurden, bekommen alle Teilnehmer noch die Gelegenheit ebenfalls die Rolle des Spielleiters einzunehmen, um den Spielweltgenerator zu testen. Hiermit wird geprüft, in wie weit das

Kriterium der Spielveränderung erfüllt ist. Die erstellten Spiele werden jedoch nicht gespielt, da alle diese Partien zu lange dauern würden. Anschließend werden alle Personen den Fragebogen ausfüllen, bei dem sie das Spiel bewerten können.

Der Test wird in ein Gebiet mit einem Radius von 600m stattfinden, auf dem eine 60 minütige Partie gespielt wird. Damit wird ein möglicher Spielaufbau realisiert, bei dem sich die Teilnehmer draußen aufhalten und spielen. Anschließend werden die Ergebnisse der Spieler verglichen.

5.2 Fragebogen

Der Fragebogen soll drei Aspekte abdecken, welche nun aufgelistet werden:

- 1) **Der fachliche Aspekt:** Hier wird abgefragt, welchen Lerneffekt das Spiel hatte, ob es Spaß machte und welche Strategie jeder Spieler verfolgte. Er soll beurteilen, in wie weit das Spiel das erwünschte Ziel erreicht hat.
- 2) **Der technische Aspekt:** Hierbei wird die Usability geprüft und mögliche Fehler herausgefunden.
- 3) **Fehler und Verbesserungen:** Am Ende können die Teilnehmer noch die von ihnen gefundenen Fehler und mögliche Verbesserungsvorschläge aufschreiben. Da Smartphones mit unterschiedlicher Hardwareausstattung zum Einsatz kommen, kann dieser Punkt die Probleme, welche möglicherweise während der Spiels auftreten, erkennbar machen. Zudem können die Personen weitere Ideen für das Spiel liefern, welche in der Zukunft umgesetzt werden könnten.

Der Fragebogen kann im Anhang unter dem Punkt *A.1* angesehen werden.

5.3 Testergebnisse

Nach dem Test hat jeder Teilnehmer den Fragebogen ausgefüllt, wobei **1** für „volle Zustimmung“ bzw. „sehr gut“ und die **5** für „volle Ablehnung“ bzw. „sehr schlecht“ steht. In den folgenden Tabellen 3 und 4 werden die Ergebnisse präsentiert, bei denen rechts die Prozentzahl der Stimmen zu der jeweiligen Antwort angegeben wird:

Tabelle 3: Testergebnisse: Fachliche Fragen

	1	2	3	4	5
Wie ist der Gesamteindruck des Spiels?		75%	25%		
Hat das Spiel Spaß gemacht?	50%	25%	25%		
Hat es deine Einstellung bezüglich konventionellen und erneuerbaren Energien geändert?			25%		75%
War deine Einstellung bezüglich erneuerbaren Energien vorher bereits positiv?	33%	66%			
Hast du etwas Neues mit Hilfe des Spiels gelernt?				75%	25%
Hattest du am Anfang des Spiels eine genaue Strategie entwickelt, wie du die Kraftwerke besuchen wirst?	66%			33%	
In wie fern hast du diese Strategie im Laufe des Spiels geändert (falls sich nichts geändert hat, die 5 ankreuzen)?			33%	66%	
Glaubst du, dass sich das Spiel gut eignen würde, um Kindern und Jugendlichen einen besseren Eindruck von erneuerbaren Energien zu übermitteln?		50%	25%	25%	

Tabelle 4: Testergebnisse: Technische Fragen

	1	2	3	4	5
War die Bedienung intuitiv und einfach zu verstehen...					
... beim Erstellen eines Spiels?	75%	25%			
... beim Spielen eines Spiels?	33%	33%	33%		
Waren die Texte verständlich und nicht zu lang oder zu kurz?	75%	25%			
Lief das Spiel flüssig und problemlos?	50%		25%	25%	

Welche Fehler sind dir aufgefallen?

- 1) Solarkraftwerk Minispiel ruckelte teilweise stark / schwache Performanz
- 2) Ein Absturz des gesamten Smartphones mitten im Spiel
- 3) Nach Eingabe des Spielnamens und anschließendem Wechsel zu dem Profileditor verschwindet der Name und man muss ihn neu eingeben
- 4) „Spiel starten“ Button ist direkt unterhalb der Statusleiste. Man könnte diesen ausversehen drücken, wenn man die Leiste runterziehen möchte

Welche Verbesserungsmöglichkeiten hast du für das Spiel?

- 1) Zoom auf der Karte optional machen
- 2) Mehr Multiplayer: Weg Tracking, live Statistiken etc.
- 3) Atomkraftwerke waren viel zu gefährlich
- 4) Energieverbrauch war zu langsam
- 5) Mehr verschiedene Minispiele
- 6) Überraschende Ereignisse
- 7) Gebäude beim Setzen an Wegen ausrichten
- 8) Anzeige von Störfällen in der Schlussübersicht
- 9) Wenn man aus dem "Spiel erstellen"-Menü "zurück" drückt, wird gefragt ob man das Spiel beenden möchte. Man sollte aber zurück zum Titelschirm kommen und erst von dort aus mit "zurück" gefragt werden, ob man das Spiel beenden möchte.
- 10) Eine Ort-/Städte-Suche beim Erstellen eines Spiels für die Karte oder Ermittlung der eigenen Position

5.4 Auswertung der Testergebnisse

Dieses Unterkapitel beinhaltet die Auswertung der Testergebnisse aus dem vorherigen Abschnitt. Zunächst werden die fachlichen und technischen Fragen behandelt und danach auf die Fehler und Verbesserungen eingegangen.

5.4.1 Fachliche und technische Fragen

Laut der Auswertung des Fragebogens scheint das Spiel den meisten gut gefallen zu haben, da die ersten beiden Fragen überwiegend positiv beantwortet wurden. Es gab jedoch kaum eine Änderung bei der Einstellung zu erneuerbaren Energien, weil diese Haltung vorher bereits positiv gewesen ist. Man kann davon ausgehen, dass dieses Spiel für Erwachsene eher wenig geeignet ist, da man in diesem Alter bereits über konventionelle und erneuerbare Energien gut aufgeklärt ist. Das ist wahrscheinlich auch der Grund warum die meisten kaum etwas Neues aus dem Spiel gelernt haben. Die Mehrheit hat sich am Anfang eine genaue Strategie für das Ablaufen der Kraftwerke überlegt, welche sich im Nachhinein wenig geändert hat. Da es aber dennoch diese Änderung gab, kann man vermuten, dass das Besuchen der konventionellen Kraftwerke als negativ bewertet wurde und diese dann eher gemieden wurden. Das würde dann auch dem Ziel des Spiels entsprechen. Bei der Frage, ob sich das Spiel gut eignen würde, um Kindern und Jugendlichen einen besseren Eindruck von erneuerbaren Energien zu übermitteln, gab es keine eindeutige Antwort. Zwar stimmen viele dem zu, jedoch sind die anderen unsicher oder lehnen es eher ab.

Von der technischen Seite wurde das Spiel überwiegend positiv bewertet. Die meisten fanden die Bedienung beim Erstellen und bei Spielen des Spiels gut und intuitiv. Die Texte waren ebenfalls verständlich und nicht zu überfrachtet oder zu wenig aussagekräftig. Lediglich bei der Performanz gab es unterschiedliche Meinungen. Die Hälfte fand sie sehr gut, während die anderen diese eher als mittelmäßig, beziehungsweise schlecht empfanden. Hierbei muss aber auch gesagt werden, dass Geräte mit unterschiedlichster Hardwareausstattung zum Einsatz kamen, was sich auf die Performanz auswirkte.

Die Ergebnisse werden hier nochmals als Gruppen präsentiert:

- **Fachlicher Aspekt:**
 - Gesamteindruck und Spaß? gut
 - Änderung der Einstellung zu erneuerbaren Energien? gering
 - Etwas Neues gelernt? kaum
 - Strategie am Anfang überlegt? ja
 - Diese Strategie im Verlauf geändert? wenig
 - Gutes Spiel für Kinder um über Energiequellen zu lernen? nicht eindeutig
- **Technischer Aspekt:**
 - Bedienung beim Erstellen und Spielen intuitiv? ja
 - Texte aussagekräftig? ja
 - Performanz des Spiels? nicht eindeutig

5.4.2 Fehler und Verbesserungen

Beim Testen sind den Teilnehmern einige Fehler aufgefallen und es kamen ebenfalls einige Verbesserungsvorschläge. Diese werden nun näher beschrieben.

Aufgefallene Fehler:

Allen Spielern ist ein Problem mit der Performanz des Solarkraftwerk Minispiels aufgefallen. Die virtuelle Sonne hat sich recht ruckartig bewegt und ist manchmal von einem Platz zum anderen gesprungen. Die Ursache dafür kann die Hardware sein. Da diese auf den Geräten nicht gleich ist, können nicht immer dieselben Werte von den Sensoren für die Applikation bereitgestellt werden. In diesem Minispiel kommen der digitale Kompass, der Lagesensor und die Kamera zum Einsatz und das Zusammenspiel der Werte von diesen kann auf den unterschiedlichen Smartphones unterschiedliche Ergebnisse liefern. Eventuell ist der Prozessor nicht ausreichend schnell um alles in Echtzeit berechnen zu können. Das ist sehr wahrscheinlich auch der Grund, warum einige die Performanz des Spiels eher negativ bewertet haben. Falls es tatsächlich mit der hohen Anforderung an die CPU zusammenhängt, könnte man auf die Kamera verzichten oder die Bildaktualisierungsrate heruntersetzen.

Der Absturz des Smartphones wurde von einer Person beobachtet. Da auf diesem Gerät eine inoffizielle und modifizierte Version von Android installiert war, kann nicht genau gesagt werden, ob das Spiel für den Absturz verantwortlich war oder das Betriebssystem.

Der Fehler mit dem Verwinden des Spielnamens nach dem Wechsel in dem Profileditor lässt sich ohne große Schwierigkeiten im Code beheben.

Die Positionierung des „Spiel starten“ Buttons ist eher ein Usability Problem, als ein Spielfehler. Es lässt sich ebenfalls einfach durch Codeänderung beheben.

Mögliche Verbesserungsvorschläge:

Die Verbesserungsvorschläge kann man in Gruppen aufteilen. Zum einen gibt es Ideen, welche das Spiel direkt betreffen. Zu diesen zählen die Punkte 2, 5 und 6. Diese sind zusätzliche Features, welche das Spiel interessanter und reicher machen würden. Sie sind jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht umsetzbar, könnten aber in nächsten Versionen implementiert werden. Die zweite Gruppe betrifft die Usability. Hier sind vor allem die Punkte 1, 7, 8, 9 und 10 zu nennen. Einige sind ohne große Probleme durch Codeänderung umsetzbar. Da es aber eher Nice-To-Have Funktionen sind, werden sie nicht weiter behandelt. Die letzte Gruppe der Vorschläge beinhaltet die Punkte 3 und 4. Sie können direkt im Spiel angepasst werden, da diese von der Spielkonfiguration abhängig sind, welche der Spielleiter bereitstellt. Er kann in den Profileinstellungen für das Spiel die Chance auf den großen Störfall heruntersetzen und den Energieverbrauch erhöhen oder die Kraftwerke weiter auseinander platzieren.

Die Verbesserungsvorschläge werden hier nochmals erwähnt und gruppiert:

Tabelle 5: Testergebnisse: Verbesserungsvorschläge

Mögliche Features	Usability	Von Konfiguration abhängig
2) Mehr Multiplayer: Weg Tracking, live Statistiken etc.	1) Zoom auf der Karte optional machen	3) Atomkraftwerke waren viel zu gefährlich
5) Mehr verschiedene Minispiele	7) Gebäude beim Setzen an Wegen ausrichten	4) Energieverbrauch war zu langsam
6) Überraschende Ereignisse	8) Anzeige von Störfällen in der Schlussübersicht	
	9) Wenn man aus dem "Spiel erstellen"-Menü "zurück" drückt, wird gefragt ob man das Spiel beenden möchte. Man sollte aber zurück zum Titelbildschirm kommen und erst von dort aus mit "zurück" gefragt werden, ob man das Spiel beenden möchte.	
	10) Eine Ort-/Städte-Suche beim Erstellen eines Spiels für die Karte oder Ermittlung der eigenen Position	

5.5 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde ein Test des Spiels Energy City beschrieben. Dabei haben vier Personen im Alter zwischen 20 und 24 Jahren das Spiel gespielt und anschließend einen Fragebogen ausgefüllt, der den fachlichen und technischen Aspekt abdeckt. In dem Test sollte geprüft werden, ob das Spiel die Kriterien für ein Serious Game gut umgesetzt hat. Zudem wurde auch die Usability getestet und mögliche Fehler gesucht.

Bei der Auswertung des Fragebogens wurde festgestellt, dass der Gesamteindruck des Spiels positiv war. Jedoch wurde der Bildungsaspekt als eher gering bewertet. Dies könnte möglicherweise daran liegen, dass die Personen in diesem Alter bereits gut über Energieerzeugung informiert sind. Ob das Spiel gut für Kinder ist, um über Energiequellen zu lernen, konnte keine eindeutige Antwort gegeben werden.

Von der technischen Seite wurde das Spiel überwiegend positiv bewertet. Urteile über die Usability waren gut, beziehungsweise sehr gut. Das einzige große Problem, was allen Teilnehmern aufgefallen ist, war die schwache Performanz beim Minispiel für das Solarkraftwerk.

Es wurden zusätzliche Verbesserungsvorschläge für das Spiel abgegeben. Diese beinhalten mögliche Features, welche in den nächsten Versionen umgesetzt werden könnten. Zudem gab es einige Ideen für die Usability.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Dieses letzte Kapitel fasst die Arbeit zusammen. Es wird nochmal erläutert, was ein Serious Game auszeichnet und ein solches Spiel, welches im Rahmen dieser Arbeit entwickelt wurde, kurz vorgestellt. Zum Schluss wird ein Ausblick auf die Zukunft von Serious Games gegeben.

6.1 Zusammenfassung

Diese Arbeit hat sich mit dem Thema *Serious Games* beschäftigt. Es wurde gezeigt, dass sich diese Art von Spielen von den klassischen Computerspielen und Edutainment unterscheidet, indem Aspekte aus Spielen, die Spaß machen, zusammen mit Aspekten, welche einen Lerneffekt haben, kombiniert werden. Der erwünschte Effekt ist, dass sich das Serious Game wie ein normales Computerspiel anfühlt und der Spieler durch Interesse und Motivation dieses spielt. Sie dienen jedoch in erster Linie der Bildung und weniger der Unterhaltung. Anhand von zwei vorgestellten Studien, bei welchen einige Teilnehmer ein Serious Game als zusätzliches Unterrichtsmaterial erhalten haben und daraufhin deutlich bessere Ergebnisse lieferten, wurde gezeigt, dass diese Art von Bildung funktionieren kann. Es wurden zudem einige Institutionen vorgestellt, welche an Serious Games Interesse zeigen können.

Es wurden die Designkriterien und Aspekte vorgestellt, welche bei der Entwicklung von Serious Games eingehalten werden sollten. Diese müssen den relevanten und zu lernenden Aspekt möglichst genau abbilden. Der Spieler muss zunächst einfache und später schwierigere Aufgaben meistern können und stets auf dem Gelernten aufbauen. Die Aktionen sollen ebenfalls nachvollziehbar sein. Bei der Entwicklung eines solchen Spiels müssen Spieldesigner und Bildungsexperten zusammenarbeiten, damit es sich wie ein ansprechendes Computerspiel anfühlt, aber auch den Lernaspekt beinhaltet.

Im Rahmen der Arbeit wurde ein solches Serious Game mit dem Namen *Energy City* für die Android Plattform entwickelt. Dessen Ziel ist es eine virtuelle Stadt durch unterschiedliche Formen der Energiegewinnung mit Elektrizität zu versorgen. Dabei werden erneuerbare Energien positiv hervorgehoben. Das Spiel richtet sich vor allem an Kinder und Jugendliche, um schon in dieser Altersgruppe eine positive Vorstellung der grünen Energie für die heutige Zeit zu entwickeln. Der Fokus wurde hierbei weniger auf die technischen Grundlagen, sondern viel mehr auf den positiven Eindruck der erneuerbaren Energien gerichtet. Das Spiel wird im Freien gespielt und nutzt GPS für ein positionsabhängiges Spielerlebnis. Der Spieler bewegt sich zu virtuellen Kraftwerken auf der Karte um seine virtuelle Stadt mit Energie zu versorgen. Es verwendet zudem die unterschiedlichsten Sensoren und Empfänger eines Android Smartphones um reiche Interaktionsmöglichkeiten zu bieten.

6.2 Ausblick

Serious Games bieten einen interessanten und neuen Bereich für Spieleentwickler und für die Bildung. Da die heutige Generation meist mit Computerspielen aufwächst, können diese benutzt werden, um Wissen zu vermitteln. Im Unterkapitel 2.3.1 *Studien zum Nutzen von Serious Games* wurde gezeigt, dass es auch funktionieren kann. Da das Gebiet der Serious Games noch relativ jung ist und es noch keine Langzeitstudien gibt, kann noch nicht gesagt werden, ob diese Spiele auf längere Sicht wirklich zu besseren Resultaten führen als die klassische Art der Bildung. Die bisherigen Bildungsmethoden sind zwar häufig effektiv, können jedoch bei dem Auszubildenden die Motivation nicht immer lange aufrechterhalten. Dass es aber Interesse an Serious Games gibt, wurde daran gezeigt, dass das Spiel *Moonbase Alpha* von der NASA finanziert wurde. Auch andere Institutionen könnten Interesse zeigen, wenn sich herausstellt, dass das Spiel zu besseren Resultaten führt und die Motivation und Aufnahmefähigkeit des Auszubildenden über lange Zeit bestehen bleibt.

Leider waren die Testbedingungen für das Spiel nicht sehr optimal. Zum einen wurde nur ein Durchlauf gemacht und zum anderen waren die Testpersonen eventuell älter als die vorgesehene Zielgruppe. Wahrscheinlich wurde das Spiel aus der Bildungsperspektive deswegen eher negativ bewertet. Die Durchführung war auch nicht sehr systematisch. Konkrete Anwendungsfälle oder das Testen einer Komponente nach der anderen hätten hierbei zusätzliche Erkenntnisse geliefert. Dies sollte zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt werden.

Jedoch hat der Test auch interessante Ergebnisse für die Zukunft der Software geliefert. Bei den Verbesserungsvorschlägen wurden sinnvolle Ideen vorgeschlagen, welche in späteren Versionen des Spiels implementiert werden können. Daher ist hier die evolutionäre Entwicklung der Software vorzuschlagen. Neue Funktionalitäten können nach einander eingebaut werden und so den Umfang des Spiels in jeder Version erweitern.

Für Spieleentwickler kann sich durch Serious Games ein neuer Berufszweig ergeben. Im hart umkämpften Computerspielmarkt ist es nicht immer leicht erfolgreich zu sein, besonders gegen die bereits etablierten und großen Spielefirmen. Serious Games könnten hier eine gute Alternative bieten, besonders wenn große Firmen oder der Staat als Kunden in Frage kommen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass Serious Games ein großes Potential für die Bildung der Zukunft haben. Sie sind ansprechend für die Auszubildenden und können länger an das Material binden, als klassische Lernmethoden. In einigen Fällen, wie beispielweise beim Militär, können sie sogar Kosten einsparen, da kein echtes Material verbraucht werden muss. Für Spieleentwickler kann sich eine neue Branche ergeben um sich auf dem Computerspielmarkt behaupten zu können. Um jedoch den Nutzen auf die Langzeitsicht festzustellen, bedarf es weiterer Studien.

Anhang A

A.1 Fragebogen zum Spiel Energy City

Bitte zu jeder Frage das rechts stehende Kästchen ankreuzen. Es wird nach einem Benotungssystem vorgegangen, bei dem die 1 für „volle Zustimmung“ bzw. „sehr gut“ und die 5 für „volle Ablehnung“ bzw. „sehr schlecht“ steht.

Fachliche Fragen:

	1	2	3	4	5
Wie ist der Gesamteindruck des Spiels?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hat das Spiel Spaß gemacht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hat es deine Einstellung bezüglich konventionellen und erneuerbaren Energien geändert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
War deine Einstellung bezüglich erneuerbaren Energien vorher bereits positiv?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hast du etwas Neues mit Hilfe des Spiels gelernt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hattest du am Anfang des Spiels eine genaue Strategie entwickelt, wie du die Kraftwerke besuchen wirst?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In wie fern hast du diese Strategie im Laufe des Spiels geändert (falls sich nichts geändert hat, die 5 ankreuzen)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Glaubst du, dass sich das Spiel gut eignen würde, um Kindern und Jugendlichen einen besseren Eindruck von erneuerbaren Energien zu übermitteln?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Technische Fragen:

	1	2	3	4	5
War die Bedienung intuitiv und einfach zu verstehen...					
... beim Erstellen eines Spiels?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... beim Spielen eines Spiels?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Waren die Texte verständlich und nicht zu lang oder zu kurz?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lief das Spiel flüssig und problemlos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Welche Fehler sind dir aufgefallen?

Welche Verbesserungsmöglichkeiten hast du für das Spiel?

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wichtigkeit von Spaß in Serious Games (vgl. Michael 2006, S.20)	7
Abbildung 2: Testergebnisse von Business-Studenten (A: beste Note, F: schlechteste Note) (vgl. Blunt 2009, S. 6)	10
Abbildung 3: Testergebnisse von Wirtschaft-Studenten (A: beste Note, F: schlechteste Note) (vgl. Blunt 2009, S. 7)	11
Abbildung 4: Testergebnisse von Management-Studenten (A: beste Note, F: schlechteste Note) (vgl. Blunt 2009, S. 9)	11
Abbildung 5: Android Systemarchitektur (vgl. Android 2012)	16
Abbildung 6: Zustandsdiagramm: Erstellung eines Spiels	23
Abbildung 7: Zustandsdiagramm: Spielen eines Spiels	23
Abbildung 8: Fachliche Architektur des Spiels Energy City	32
Abbildung 9: Technisches Komponentendiagramm der Applikation EnergyCity für die Android Plattform	34
Abbildung 10: Komponentendiagramm der Anwendung EnergyCityServer für die Java VM ..	36
Abbildung 11: Ansicht zum Setzen der Gebäude	38
Abbildung 12: Spieloberfläche	39
Abbildung 13: Minispiele; von links nach rechts: Windkraftwerk, Solarkraftwerk, Gezeitenkraftwerk	41
Abbildung 14: Ergebnisview am Ende eines Spiels	43

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zielgruppen für Serious Games.....	14
Tabelle 2: Spielregeln und Optionen	27
Tabelle 3: Testergebnisse: Fachliche Fragen	47
Tabelle 4: Testergebnisse: Technische Fragen	47
Tabelle 5: Testergebnisse: Verbesserungsvorschläge	51

Literaturverzeichnis

Michael 2006

MICHAEL, David ; CHEN, Sande ; Course Technology (Hrsg.): *Serious Games : Games That Educate, Train, and Inform*. Course Technology, 2006. - ISBN 978-1-59200-622-9

Marr 2010

MARR, Ann Christine ; Rolf Fuhlrott (Hrsg.), Ute Krauß-Leichert (Hrsg.), Christoph-Hubert Schütte (Hrsg.): *B.I.T.online – Inovativ*. Band 28 : *Serious Games für die Informations- und Wissensvermittlung: Bibliotheken auf neuen Wegen*. Wiesbaden : Dinges & Frick GmbH, 2010. – ISBN 978-3-934997-31-8

NASA 2011

NASA Learning Technologies (Hrsg.): *Moonbase Alpha*, Stand 2011-12-10. Online verfügbar unter: <http://www.nasa.gov/offices/education/programs/national/ltp/games/moonbasealpha/index.html> . - Abruf 2011-12-10

Gartner 2011

Gartner, Inc.: *ACE Gartner Says Sales of Mobile Devices Grew 5.6 Percent in Third Quarter of 2011; Smartphone Sales Increased 42 Percent* Egham, UK, 2011, Stand 2011-11-15. Online verfügbar unter: <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1848514> . - Abruf 2012-01-31

Android 2012

Google, Inc.: *Android Developers – The Developer’s Guide*, Stand 2012-01-30. Online verfügbar unter: <http://developer.android.com/guide/index.html> . - Abruf 2012-01-31

Restlet 2011

Noelios Technologies: *Restlet*, Stand 2011-12-10. Online verfügbar unter: <http://www.restlet.org/> . - Abruf 2011-12-10

Ceipidor 2009

CEIPIDOR, Ugo B. ; MEDAGLIA, Carlo M. ; PERRONE, Amedeo ; DE MARSICO, Maria ; DI ROMANO, Giorgia : A Museum Mobile Game for Children Using QR-Codes. In: *IDC '09 Proceedings of the 8th International Conference on Interaction Design and Children*. New York, NY, 2009. - ISBN 978-1-60558-395-2, S. 282-283. Online verfügbar unter: http://dl.acm.org/ft_gateway.cfm?id=1551857&type=pdf . - Abruf 2011-09-12

Eubanks 2011

EUBANKS, Amy : Catching Fireflies: a persuasive augmented reality game for Android phones. In: *ACM-SE '11 Proceedings of the 49th Annual Southeast Regional Conference*. New York, NY, 2011. - ISBN 978-1-4503-0686-7, S. 363-364. Online verfügbar unter: http://dl.acm.org/ft_gateway.cfm?id=2016149 . - Abruf 2011-09-12

Dearman 2011

DEARMAN, David ; SOHN, Timothy ; TRUONG, Khai N. : Opportunities exist: continuous discovery of places to perform activities. In: *CHI '11 Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems*. New York, NY, 2011. - ISBN 978-1-4503-0228-9, S. 2429-2438. Online verfügbar unter: http://dl.acm.org/ft_gateway.cfm?id=1979297 . - Abruf 2011-09-12

Blunt 2009

BLUNT, Richard : Do Serious Games Work? Results from Three Studies. In: *eLearn 12 (2009)* . New York, NY, 2009. Online verfügbar unter: <http://download.microsoft.com/download/a/4/f/a4f37ec6-809d-4098-9238-e2690a6fd8c4/GameBasedLearningStudies.doc> . - Abruf 2011-09-12

Kittl 2008

KITTL, Christian ; PETROVIC, Otto : Pervasive games for education. In: *EATIS '08 Proceedings of the 2008 Euro American Conference on Telematics and Information Systems*. New York, NY, 2008. - ISBN 978-1-59593-988-3. Online verfügbar unter: http://dl.acm.org/ft_gateway.cfm?id=1621093 . - Abruf 2011-09-12

Versicherung über Selbstständigkeit

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Oststeinbek, den 21.03.2012

Alexander Philipp