



U N I V E R S I T Ä T
K O B L E N Z · L A N D A U

Fachbereich 4: Informatik

AR im Panorama - Anwendungsmöglichkeiten von AR zur Touristeninformation

Diplomarbeit

zur Erlangung des Grades eines Diplom-Informatikers
im Studiengang Computervisualistik

vorgelegt von
Sebastian Bochra

Erstgutachter: Prof. Dr. Stefan Müller
Institut für Computervisualistik, AG Computergraphik

Zweitgutachter: Dipl. Inf. Oliver Abert
Institut für Computervisualistik, AG Computergraphik

Koblenz, im April 2007

Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Ja Nein

Mit der Einstellung der Arbeit in die Bibliothek bin ich einverstanden.

Der Veröffentlichung dieser Arbeit im Internet stimme ich zu.

.....
(Ort, Datum)

.....
(Unterschrift)

Für Kerstin und Annika

Inhaltsverzeichnis

I	Architekturen	3
1	optische Teleskope	4
1.0.1	Beschreibung	4
1.0.2	Projektion	6
1.0.3	Darstellungsberechnung	6
2	Kamera/Display Teleskope	7
3	Panoramen	9
II	Augmented Reality Problemfelder	11
4	Vor- und Nachteile	11
5	Tracking und Registrierung	13
III	Medien und Interaktion	14
6	Medien	14
6.1	Text	14
6.1.1	Wo sollte Text angezeigt werden?	15
6.2	Bilder	16
6.2.1	Wo sollten Bilder erscheinen?	16
6.3	3D-Modelle	17
6.3.1	Probleme der 3D-Modelle	17
6.4	Video	18
6.4.1	Probleme von Videos	18
6.5	Animation	18
6.6	Sound	19
6.6.1	Probleme mit Sound	20
7	Entscheidungshilfen zum Medieneinsatz	20
IV	Spiele	22
8	Möglichkeiten und Szenarien	22
9	Interaktion und Spielführung	23
9.1	Das Spiel im Fokus behalten	25

10 Spielideen	26
10.1 Spiele ohne Spielfigur	26
10.2 Spiele mit Spielfigur	27
10.2.1 Fester Spielverlauf	28
10.2.2 Eine Geschichte	29
10.2.3 Gegenstände und Inventar	29
10.3 Möglichkeiten der Bildanalyse	30
V Anwendungsbeispiel	31
11 Am Anfang...	31
12 Der nächste Schritt	34
13 Der endgültige Prototyp	35
13.1 Die Preußen in Koblenz	35
13.1.1 Storydesign	36
13.2 Das Programm	37
13.2.1 Flash	37
13.2.2 Funktionsweise	38
VI Fazit und Ausblick	40
14 Der Versuch	40
15 Fazit	43
15.1 Interpretation der Testergebnisse	43
15.1.1 Details zu einzelnen Fragen	44
15.1.2 Spielerverhalten	45
15.2 Schlußfolgerung	46
16 Ausblick	47
16.1 PreProduction	47
16.2 Hardware	47
16.3 Software	47
A Bildnachweise	50
B Danke	51

Einleitung

Augmented Reality ist eine neuartige, auf vielen Gebieten einsetzbare Technologie. Eines dieser Gebiete ist die Touristeninformation. Hier ermöglicht die AR dem Anwender eine schier endlose Fülle der verschiedensten Möglichkeiten. Mit Ihrer Hilfe kann der Benutzer nicht nur die Zeit bereisen, er kann auch Unsichtbares sehen. Doch stellt sich die Frage, ob die AR auch für weiterreichende Zwecke geeignet ist.

Ist es möglich mit ihrer Hilfe Wissen nachhaltig zu vermitteln? Und wenn ja, wie kann dies geschehen? In althergebrachter Form von Texten und Bildern, oder auf interaktive und spielerische Weise? Was muß beachtet werden bei dem Versuch eine AR Anwendung für die Wissensübermittlung zu erstellen? Wie kann der Benutzer mit Ihr umgehen? Weiss der Benutzer später auch wirklich mehr?

Die vorliegende Diplomarbeit geht diesen Fragen nach, indem sie zuerst der AR einen genaueren Blick widmet. Sie betrachtet die möglichen einsetzbaren Medien und gibt Vorschläge für interaktive Anwendungen, die mit Hilfe von AR ausgeführt werden.

Zum Schluß untersucht sie anhand einer erstellten Beispielanwendung, ob der Benutzer mit Hilfe der AR etwas lernen und auch behalten kann.

Teil I

Architekturen

In der Augmented Reality (kurz: AR) werden zwei mögliche Anwendungsvarianten unterschieden:

- Die „Video-See-Through“-Technik
Ein Kamerabild, welches auf einem Monitor angezeigt wird, wird mit Informationen erweitert.
- Die „Optic-See-Through“-Technik
Der Betrachter sieht die Umwelt unmittelbar durch eine Brille, in die nur die erweiterten Informationen projiziert werden.

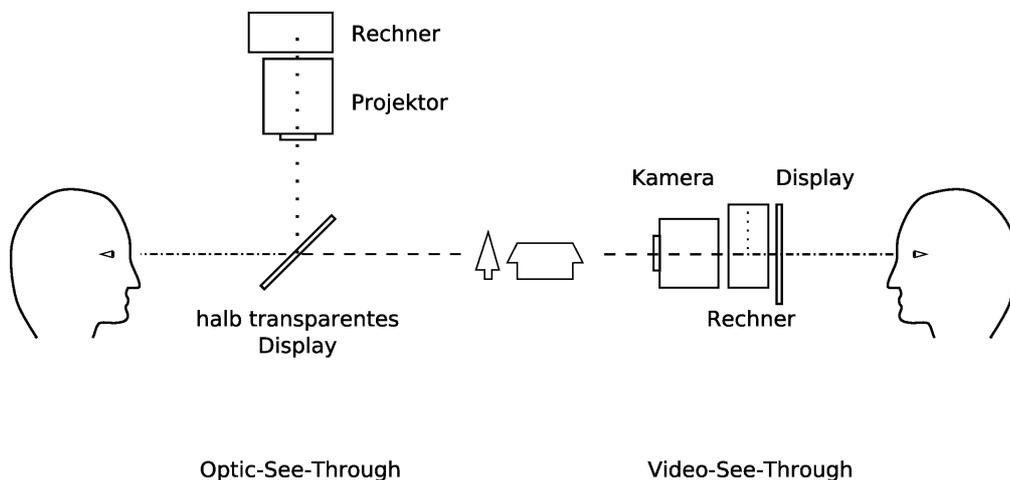


Abbildung 1: Optic vs. Video

Die „Optic“ Variante hat den Vorteil, dass die Realität im Display so real erscheint wie es nur geht. Der Betrachter hat ein natürliches Stereobild und damit ein natürliches Tiefenempfinden, welches bei einer Displaylösung aufwändig nachempfunden werden muss.

Die Vorteile der „Video-See-Through“ Technik hingegen sind die Eliminierung der Registrierungsprobleme sowie ein angeglicherer Kontrast zwischen realem Bild und eingeblendeten Informationen.

Auf die Nachteile, die beide Varianten mit sich bringen, wird im folgenden Kapitel näher eingegangen.

Eine Dritte Möglichkeit der AR ist der Einsatz einer Panorama-VR Umgebung, in der auf einem Computer ein Panoramafoto derart dargestellt

wird, dass es einer AR Anwendung gleicht. Diese Variante ist absolut frei von Schwierigkeiten die bei den anderen Techniken auftauchen, allerdings ist es auch ein Grenzfall der AR.

In diesem Kapitel werden die möglichen Techniken vorgestellt die in einer Touristeninformationsanwendung eingesetzt werden könnten, und zu welcher Augmented Reality Architektur sie gehören. Das sind:

- optische Teleskope
- Kamera/Display Teleskope
- Panoramen

1 optische Teleskope

Mit Hilfe eines Teleskops kann eine „Optic-See-Through“ Anwendung erstellt werden. Um das durch ein Fernrohr beobachtete Bild mit vom Computer generierten Informationen zu erweitern, ist ein großer technischer Aufwand notwendig. Es muss mechanisch festgestellt werden in welche Richtung das Fernrohr schaut und, was ungleich schwieriger ist, muss die Optik des Fernrohrs verändert werden, da ein Display zur Anzeige der Informationen eingefügt werden muss.

Eine solches Gerät existiert bereits und wurde von Mitarbeitern der Max Planck Gesellschaft 2005 vorgestellt [6] und in 2006 weiter ausgeführt [7]. Es handelt sich um ein gewöhnliches astronomisches Teleskop, welches zur Betrachtung des Sternenhimmels dient. An dieses Teleskop wurde eine Spezielle Projektionsvorrichtung angebracht, welche mit Hilfe eines Strahlenteilers astronomische Daten in das durch den Sucher beobachtete Bild einblendet.

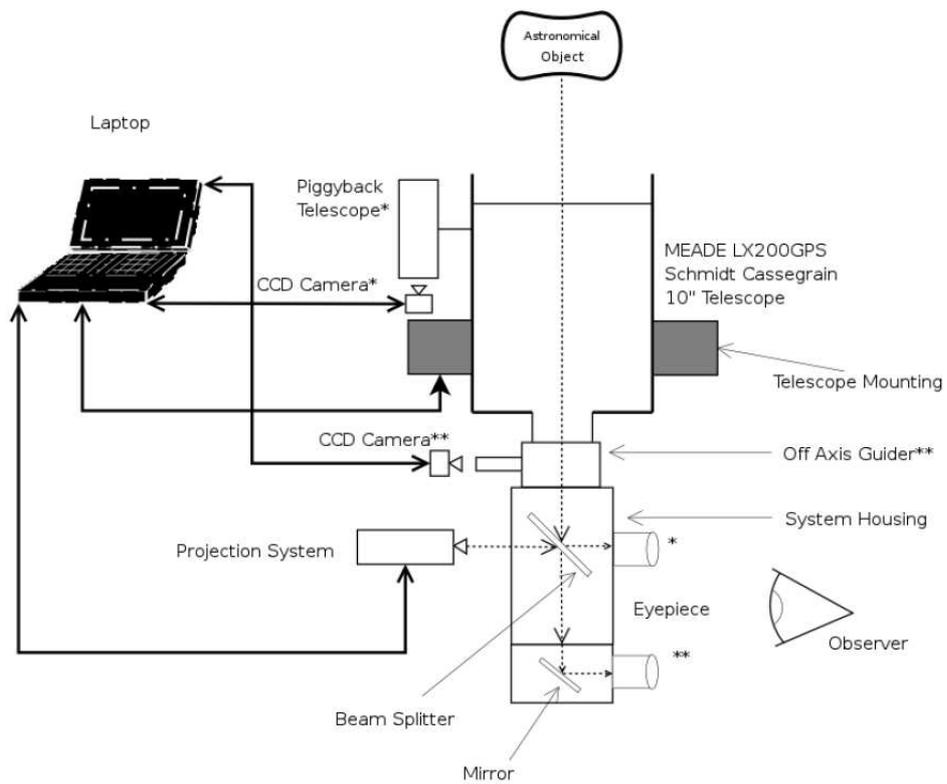
Details

Die dem „Augmented Astronomical Telescope“ zu Grunde liegende Idee ist es, Amateuren der Astronomie ein besseres Bild der verschiedenen Himmelskörper zu bieten. Die meisten Anfänger sind selten von den grauen Gebilden im Okular beeindruckt, da sie nicht den gewohnten hochauflösenden und farbigen Bildern entsprechen die man aus Büchern, dem Internet oder aus anderen Medien kennt.

1.0.1 Beschreibung

Eben diese hoch aufgelösten Bilder werden nun mit Hilfe einer speziell angepassten Software aus einer Datenbank geladen und in den Sucher ein-

Augmented Telescope
Schematic Figure



* or ** are optional

NOTE: Figure not to scale !

Abbildung 2: Der Aufbau des AR-Telescope nach [6]

geblendet. Das verwendete Teleskop, ein Meade LX 200 GPS 10", ist mit einem Handgerät ausgestattet, mit welchem das Teleskop gesteuert wird. An diesem Handgerät können vorprogrammierte Himmelskörper, oder aber auch eine beliebige Position eingestellt werden, zu der das Teleskop dann selbstständig schwenkt. An dieses Handgerät ist über ein spezielles Kabel ein handelsüblicher PC angeschlossen, im vorliegenden Fall handelt es sich um einen Laptop. Das Handgerät kommuniziert über die Kabelverbindung mit einer Software auf dem Laptop. Diese Software ist eine angepasste Version der frei erhältlichen Planetariumssoftware *Stellarium*[3]. Sie bekommt vom Handgerät die aktuelle Position und Ausrichtung des Teleskops und errechnet daraus den sichtbaren Himmelsabschnitt. Befindet sich innerhalb dieses Ausschnittes ein Himmelsobjekt, für welches in der Datenbank Bilder abgelegt sind, werden diese mit Hilfe einer Projektionsoptik in das Objektiv des Teleskops eingeblendet.

1.0.2 Projektion

Das durch das Objektiv hineinfallende Licht fällt auf einen Strahlteiler, welcher das Licht um 90° ablenkt. Hinzu kommt ein Lichtstrahl aus der Projektionsvorrichtung. Auf diese Weise entsteht im Sucher des Teleskopes ein erweitertes Bild.

Aufgrund der extrem geringen Leuchtkraft von Himmelskörpern durfte kein polarisiertes Display in den Strahlengang des Teleskopes eingebaut werden, da dies die Sichtbarkeit derer zu stark reduzieren würde.

Eine Stereoskopieberechnung ist nicht notwendig, da der Beobachter mit nur einem Auge in den Sucher schaut.

1.0.3 Darstellungsberechnung

Die in das Bild eingeblendeten Informationen werden von der den Anforderungen angepassten Software errechnet. Da die Software den durch das Teleskop sichtbaren Himmel kennen muss, benötigt sie die Position und die Ausrichtung des Teleskops, sowie die momentane Uhrzeit. All diese Daten werden ihr von dem Handgerät des Teleskops mitgeteilt. Wenn bestimmt worden ist wohin das Teleskop schaut, kann die Software auf den gleichen Himmelsabschnitt eingeschwenkt werden und, wie schon beschrieben, abgespeicherte Himmelsobjekte darstellen.

Damit die angezeigten Objekte auch in der Größe den realen Objekten gleichen, muss vorher ein Kalibrierungsvorgang durchgeführt werden. Dazu wird ein Foto des Mondes durch das Teleskop gemacht und mit einem zur Einblendung vorliegendem Foto verglichen. Der Größenunterschied

wird als Faktor auf alle einzublendenden Objekte aufgerechnet. Da die Darstellung von OpenGL übernommen wird, ist es eine Veränderung von Parametern des Funktionsaufrufes, mit dem im Programm das FOV (*field of view*) festgelegt wird.

Damit kann noch eine weitere Eigenschaft eines Teleskops behandelt werden. Es ist nämlich möglich verschiedene Okulareinsätze mit verschiedenen Brennweiten zu benutzen, welche das Betrachtete in verschiedenen Größen zeigen. Demzufolge muss der Software mitgeteilt werden, welches Okular sich im Teleskop befindet um dann die entsprechende Vergrößerung einzustellen.

2 Kamera/Display Teleskope

Mit Hilfe einer Kamera und eines Displays kann eine Video-See-Through Anwendung realisiert werden. Ein solches Gerät existiert bereits, und es wird im Markt eingesetzt. Das „XC-01“, beschrieben in [9].

Dieses Fernrohr hat ein anderes Einsatzgebiet als das vorhin beschriebene astronomische AR Teleskop. Wenn man das AR Teleskop als Spezialisten bezeichnen kann, dann ist das „XC-01“ ein allgemein einsetzbares Werkzeug. Der Hersteller gibt in [9] einige Ideen für Verwendungszwecke an, auf die später im Kapitel 8 noch eingegangen wird. Eine bereits für die Öffentlichkeit zugängliche und benutzbare Installation des „XC-01“ befindet sich in der Nähe von Darmstadt, in der Grube Messel.

Details

Wie schon erwähnt ist das „XC-01“ eine Video-See-Through Installation. Es sieht aus wie ein normales, fest installiertes Fernrohr für den Münzbetrieb. Allerdings steckt in dessen unscheinbaren Gehäuse einiges an Technik. Das Fernrohr nimmt seine Umgebung mit Hilfe einer Kamera auf, welche das Bild an einen Computer weiter gibt, auch dieser befindet sich in dem Gehäuse. Der Computer verarbeitet das ankommende Bild mit den Daten und stellt es auf dem angeschlossenen Display dar. Im Gegensatz zum astronomischen AR Teleskop besitzt das „XC-01“ keinen eigenen Motor, um gedreht zu werden, ebenso hat es kein Handsteuergerät mit dem es auf eine exakte Position ausgerichtet werden kann. Dies ist auch nicht notwendig, denn das Betrachten einer irdischen Umgebung erfordert keine derart hohe Präzision wie es die Betrachtung der Sterne erfordert. Da Weltraumobjekte zu verschiedenen Tages- und Nachtzeiten sich an verschiedenen Orten des Himmels befinden, ist es beim astronomischen AR Teleskop notwendig zu wissen zu welcher Uhrzeit die Beobachtung stattfindet. Beim „XC-01“ in der Installation der Grube Messel ist das nicht nötig, die horizontale und vertikale Auslenkung des Fernrohrs genügt vollkommen.



Abbildung 3: Das XC-01 Fernrohr aus [11]

Ebenfalls mag der Benutzer es akzeptieren, wenn das astronomische AR Teleskop mit einem Motor selbständig an die Stelle geschwenkt wird, an der sich ein bestimmter Himmelskörper befindet. An einem touristischen Fernrohr ist sowas nur schwerlich vorstellbar, und es ist anzunehmen das der Benutzer sich nur ungern das Heft aus der Hand nehmen lassen würde.¹ Das „XC-01“ erfährt seine Ausrichtung mit Hilfe von mechanischen Sensoren, damit ist es der Software möglich Informationen an vordefinierten Positionen einzublenden. In der installierten Version in der Grube Messel zeigt das Fernrohr Interessantes zu den dort vorhandenen Ausgrabungsorten und Fundstellen von Dinosaurierversteinerungen, und dies tut es abhängig von dem Ort auf den der Benutzer es richtet. Da es sich um ein vielfältig einsetzbares System handelt, ist es problemlos möglich eine andere Software aufzuspielen, und so eine gänzlich andere Präsentation zu bieten.

Das „XC-01“ ist in der Lage außer Bildern und Animationen auch 3D-Modelle darzustellen und Töne abzuspielen. Dank einer speziell entwickelten Authoringsoftware der Firma Trigenios, ist es möglich neue Anwendungen für das „XC-01“ zu erstellen. Es steht ein „Drag & Drop“ Editor zur Verfügung, mit dem man Bilder, Animationen, Videos, 3D-Modelle, Verdeckungen und sogar Lichtsimulation in die Präsentation einbinden

¹Wobei es durchaus eine interessante Anwendungsmöglichkeit bieten würde. Näheres dazu im Kapitel 9

kann[11].

3 Panoramen

Eine dritte Möglichkeit ist eine 2D-AR-Anwendung auf einem Computerbildschirm. Diese Möglichkeit erfordert keinerlei spezielle Hardware, keine Kamera, keine Strahlteiler, keine Teleskope. Allerdings muss für die Anwendung eine Panoramafotografie der Umgebung bereitgestellt werden, die augmentiert werden soll.

Es existieren bereits einige Anwendungen, die es dem Benutzer möglich machen einen Rundumblick an einer Stelle zu nehmen, die zuvor abfotografiert worden ist. Mit Hilfe der Maus kann der Benutzer den Blickwinkel in der virtuellen Umwelt ändern. So kann der Eindruck erweckt werden, der Benutzer befände sich an der Stelle an der das Foto gemacht wurde. Derartige Software erfreut sich einiger Beliebtheit, insbesondere bei Städten die auf ihrer Internetpräsenz die Innenstadt präsentieren, oder aber auch Hotels die so einen Blick in ihre Räumlichkeiten werfen lassen. Eine Internetseite auf der man auch ein Panorama des Campus der Universität Koblenz sehen kann ist [5].

Details

Die Software projiziert ein Panoramafoto als Textur auf die Innenseite eines geometrischen Körpers. Dieser kann eine Kugel oder ein Zylinder sein. Innerhalb des Körpers befindet sich der virtuelle Betrachter, welcher mit Hilfe der Maussteuerung (oder eines anderen geeigneten Steuergerätes) den geometrischen Körper rotieren lässt.

Um eine Augmentierung zu erreichen, muss das Panorama mit virtuellen Objekten angereichert werden. Dazu kann im voraus das Mittel der Bildmontage bemüht werden. Die Echtzeitanforderungen beschränken sich auf das rechtzeitige einblenden vorberechneter Bilder, da sich weder der Benutzer wirklich bewegen kann, außer um die eigene Achse zu rotieren, noch die sichtbare fotografierte Umwelt sich verändern kann. Der Software ist immer bewusst welcher Bildausschnitt gerade sichtbar ist, sie kann darauf reagieren und die vorgegebenen Informationen an festgelegten Stellen einblenden. Aktuelle Panoramasoftware, wie z.B. easypano[4], erlaubt dem Ersteller eines Panoramas Bereiche festzulegen, die auf Mausclick reagieren und daraufhin weitere Informationen einblenden oder ein anderes Panorama aufrufen. Dies simuliert eine Bewegungsmöglichkeit des Benutzers. Da die gesamte Anwendung in Software geschieht entfallen alle Probleme, die sonst in der AR vorherrschen, allerdings ist es dann eher eine „Virtuelle Augmentierte Realität“, da dem Benutzer nicht wirklich ein Einblick in die Realität geboten wird, sondern nur ein Abbild derer. Vergleichbar

ist eine derartige Anwendung mit einer „Click-Map“, ein oft angewandtes Mittel zur Navigation von Internetseiten. Ein in mehrere Bereiche unterteiltes Bild, welches, je nach dem welcher Bereich angeklickt wurde, eine ihm zu geordnete weitere Internetseite aufruft.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde ein ähnliches Programm entwickelt, welches ein fertiges Panoramafoto benutzt, um eine AR Umgebung zu simulieren, in der eine etwas umfassendere AR Anwendung abläuft. Im Unterschied zur sonstiger Panoramasoftware reagiert die Anwendung auf die Bewegung der Maus und schwenkt dadurch den sichtbaren Bildausschnitt. Mehr Details im Kapitel 13

Teil II

Augmented Reality Problemfelder

Ronald Azuma erklärt in seiner wegweisenden Veröffentlichung [1] welchen Schwierigkeiten bei der Erstellung von AR-Anwendungen auftreten. Schon durch die Entscheidung für „Optic-“ oder „Video-See-Through“ werden Problemfelder definiert, die bei der Anwendungsentwicklung beachtet werden müssen. Diese wirken sich sogar auf die Art der Medien aus, die in der Anwendung verwendet werden können. Näheres dazu im Kapitel 6. Die Idee eines touristischen Fernrohrs birgt wegen der Unbeweglichkeit des Benutzers Lösungen für einige dieser Probleme.

4 Vor- und Nachteile

Das „Optic-See-Through“ hat zwei Nachteile. Der erste ist die Lichtreduktion, die durch das polarisierte Display entsteht. Der Benutzer sieht die Welt wie durch eine starke Sonnenbrille. In hellen Räumen oder bei Tageslicht im Freien mag das kein Problem darstellen, es kann allerdings dazu führen, dass bei all zu schwacher Beleuchtung kein sinnvolles Arbeiten mehr möglich ist. Dies ist auch der Grund warum das astronomische AR Teleskop nicht mit einem Display, sondern mit einem Strahlteiler arbeitet. Ein Display würde die schwache Leuchtkraft einiger Himmelsobjekte so weit senken, dass ein Betrachten nicht mehr möglich wäre. Dieser Strahlteiler ist sogar so ausgelegt, dass er nur 10% des vom Projektor kommenden Lichtes durchlässt, um die Himmelsobjekte nicht zu überstrahlen.

Der zweite Nachteil ist die mangelnde Opazität der virtuellen Objekte. Es ist leider nicht möglich zu 100% opake Objekte zu augmentieren, weil das Display immer auch das Licht der Realität durchlässt. Das hat eine enorme Auswirkung auf das „Real erscheinen“ der augmentierten Welt und damit auf die Immersion des Benutzers. Die Verdeckung und Überschneidung ist der Hauptaspekt für den Tiefeneindruck und die Räumlichkeit der uns umgebenden Welt.

Die leicht transparenten Objekte erscheinen geisterhaft und unwirklich. Beim astronomischen AR Teleskop wirkt sich dieser Nachteil nicht so gravierend aus, da das Weltall schwarz ist und kein Licht aussendet. Eher störend ist hier, wenn die projizierten Objekte nicht wirklich erscheinen und eine geringe Menge an Licht ausstrahlen.² Der Große Vorteil des „Optic-See-Through“ ist die reale Sicht auf die reale Welt. Der Benutzer hat sein natürliches 3-dimensionales Sehen, ohne das eine Kamera das Bild verfälscht und verzerrt.

²Die AR Welt steht Kopf. Das projizierte Bild überstrahlt die reale Welt.

Ebenfalls von Vorteil ist die geringe Datenmenge die verarbeitet werden muss, um das Bild zu erzeugen, welches eingeblendet werden soll. Dies hält die Latenzzeiten niedrig, was zu einer akkuraten Registrierung verhilft. Dazu im folgenden mehr.

Das „Video-See-Through“ löst das Problem der transparenten Objekte. Da das Display ein Kamerabild anzeigt, kann dieses Bild vor der Wiedergabe aufgearbeitet werden. Die augmentierten Objekte können in das Bild hineinkopiert werden und so die Realität verdecken. Hat das System Wissen über Tiefenbeziehungen, kann sogar ein Vorder- und Hintergrund definiert werden, so dass nicht nur die augmentierte Welt die reale verdeckt, sondern auch umgekehrt.

Ein Beispiel: Es sei ein virtuelles Gebäude, welches in der Landschaft steht, und zwischen dem Gebäude und dem Betrachter befände sich ein Baum. Ohne Tiefeninformation würde das Gebäude den Hintergrund und den Baum verdecken. Mit Tiefeninformationen könnte der Baum über das Gebäude geblendet werden.

Das „XC-01“ ist laut [11] in der Lage „occlusion Objects“ (verdeckende Objekte) darzustellen. Für das astronomische AR Teleskop ist dieser Punkt eher irrelevant, da zwischen dem Betrachter und einem Himmelsobjekt nach Möglichkeit kein verdeckendes Objekt sein sollte.

Die Bildkombination des Videobildes mit den virtuellen Objekten erlaubt ebenfalls eine Angleichung des Kontrastes und der Helligkeit. Dies ist ein enormer Vorteil, da die augmentierten Objekte sich so viel besser in die Umgebung einpassen. Sie erscheinen nicht über- oder unterbelichtet.

Eher problematisch ist die Tatsache, dass die Kamera(s) sich nicht, oder selten, an der Position der Augen des Benutzers befinden. Dadurch hat der Benutzer eine andere Perspektive auf das Geschehen als er es sonst gewohnt ist. Sind die Kameras höher als seine Augen, blickt er von weiter oben auf die Umwelt herab.

Dies stellt für ein touristisches Fernrohr kein Problem dar, da der Benutzer gezwungen ist sich an das Fernrohr vorzubeugen und damit die Perspektive des Fernrohrs zu akzeptieren. Ebenso ist das Fernrohr kein abgeschlossenes System wie ein „Head-Mounted-Display“ (HMD), weshalb es zu keiner Verwirrung des Benutzers kommt. Dadurch verliert ein weiterer Nachteil seinen Einfluß. Bei einem abgeschlossenen System steht der Benutzer bei Stromausfall im Dunkeln. An einem Fernrohr hingegen ist nur der Blick in die Anwendung beendet, und der Benutzer kann sich weiterhin normal bewegen.

Diese Vorteile des „Video-See-Through“ erkaufte man sich allerdings mit einem enormen Nachteil. Nicht nur das Berechnen der zu augmentierenden Daten und das Verarbeiten der Positionsdaten der Tracker erfordert

Zeit, auch die Verarbeitung der Daten, die von der Videokamera kommen, nimmt Zeit in Anspruch. Das System erhält eine Latenz, die die Anzeige verzögert. Mit heutigen Systemen ist diese Latenz auf ein Minimum gesunken, allerdings immer noch vorhanden. Die Bewegung des Benutzers erscheint Zeitverzögert.

Das mag zwar in einer reinen Betrachtungsanwendung nicht störend sein, doch je nach Interaktionsgrad kann es durchaus hinderlich werden.

5 Tracking und Registrierung

Tracking und Registrierung gehören zu den schwierigsten Problemen innerhalb der Augmented Reality.

Es gibt zwei Arten von Fehlern bei der Registrierung; statische und dynamische Fehler. Statische Fehler liegen vor, wenn der Benutzer still steht und die virtuellen Objekte am falschen Ort erscheinen. Dies kann geschehen wenn die Optik des HMD inkorrekt eingestellt ist, das HMD schief aufgesetzt worden ist, die Position des Benutzers falsch erfasst wird oder eine ungenügende Kalibrierung durchgeführt worden ist.

Ebenso kann eine Verzerrung durch die Optik zu statischen Registrierungsfehlern führen. Diese können aber durch mathematische Berechnungen herausgefiltert werden. Man denke an Tonnen/Kissenverzerrung die von der Digitalfotografie bekannt ist. Diese lässt sich durch spezielle Matrizenoperationen zurückrechnen, so dass es keine weiteren Auswirkungen auf die Registrierung gibt.

Dynamische Fehler entstehen hingegen, wenn der Benutzer in Bewegung ist. Durch die Bewegung ist eine ständige Aktualisierung der Position der virtuellen Objekte im Bild notwendig. Ist nun der Berechnungsprozess, der bestimmt wo sich die Objekte im Bild befinden, nicht schnell genug läuft die virtuelle Welt der realen hinterher. Durch schnellere Prozessoren und höhere Videobandbreite wird diese Fehlerart gering gehalten. Ebenso hilfreich sind Techniken der Bilderkennung. Befinden sich in der Realität speziell markierte Objekte, deren Position und Ausrichtung der AR-Software bekannt sind, so genannte Marker, kann die Software die virtuellen Objekte an den Markern orientieren und so besser im Bild platzieren, oder die Position des Benutzers genauer bestimmen.

Ein festinstalliertes Fernrohr löst die Probleme der Registrierung und des Trackings. Durch die Ubeweglichkeit des Benutzers und den mechanisch auslesbaren Blickwinkel brauchen weder die Position noch die Blickrichtung getrackt zu werden. Es entfallen ungenaue Funk-, Ultraschall- oder GPS-Messungen. Und da auch die Umwelt, die durch das Fernrohr gesehen werden kann, bekannt ist, entfällt die Notwendigkeit der aufwändigen Suche durch Bildanalyse im Bild nach den Markern, an denen die augmentierten Objekte orientiert werden sollen.

Teil III

Medien und Interaktion

6 Medien

In diesem Kapitel werden die verschiedenen Medien behandelt, die zum Einsatz kommen können. Dabei handelt es sich um Elemente, die im Display benutzt werden können, um Informationen zu vermitteln. Jedes Medium hat sowohl Vor- als auch Nachteile. Diese liegen in der Art in welcher ein Medium die Informationen, die es in sich trägt, wiedergibt. Zur Verdeutlichung möge der Satz „ein Bild sagt mehr als tausend Worte“ dienen. Die Informationen eines Bildes ist oft auf den ersten Blick erkennbar, während ein Text gelesen werden muss.

Nachteile liegen in den Abbildungseigenschaften der Medien. Text wird unter manchen Bedingungen schwer lesbar, Bilder verbrauchen viel Platz.

Einen ebenso wichtigen Aspekt spielt das Szenario, in dem die Medien benutzt werden sollen. Nicht alle müssen zum Einsatz kommen, denn es ist durchaus denkbar komplett ohne Text oder ohne Ton aus zu kommen. Es kommt darauf an wie viel dargestellt werden soll.

Folgende Medien sind denkbar:

- Text
- Bild
- 3D-Modelle
- Video
- Animation
- Sound

6.1 Text

Text bringt drei gravierende Schwierigkeiten mit sich. Erstens muss der Benutzer lesen können. Das ist nicht in allen denkbaren AR Szenarien gegeben, Kinder z.B. haben erst ab einem bestimmten Alter ein ausreichendes Lesevermögen. Zweitens ist die Lesbarkeit eines Textes abhängig vom Hintergrund, und drittens ist Text an eine Landessprache gebunden. Da ein Informationssystem nicht nur von Einheimischen benutzt wird sondern auch von Touristen, welche oft der Landessprache nicht mächtig sind, müssten

sämtliche Texte übersetzt werden. Liegen nun die Texte in mehreren Sprachen vor, muss eine Sprache zu Beginn ausgewählt werden, was eine Benutzerinteraktion verlangt.

Um die Lesbarkeit zu steigern, muss ein Schriftschnitt von entsprechend guter Lesbarkeit gewählt werden. Wegen des Monitor-Charakters der Anwendung ist grundsätzlich eine serifenlose Schrift empfehlenswert. Eine weitere Steigerung der Lesbarkeit bietet das Unterlegen des Textes mit einem einfarbigen Untergrund. Dabei birgt die „Optic-See-Through“ Variante ein inhärentes Problem. Hinzugefügte Objekte im Display erlangen keine 100 % Opazität. Dies ist für die Lesbarkeit eines Textes ein enormer Rückschlag. Weder der Text, noch der Hintergrund auf dem er steht ist einfarbig. Die einzelnen Zeichen verlieren ihre eindeutige Gestalt, verschwimmen mit dem Hintergrund und werden extrem schwer lesbar. Die Dauer zum vollständigen Erfassen eines Textes steigt, was bei einem münzbetriebenen Fernrohr, welches nur für einen bestimmten, erkauften, Zeitraum benutzbar ist, ein unbefriedigendes Erlebnis herbeiführt. Dadurch wird der Text höchstwahrscheinlich ignoriert werden.

Eine serifenlose Schrift in ausreichender Größe könnte das Problem lindern.

6.1.1 Wo sollte Text angezeigt werden?

Text kann entweder an einer festgewählten Stelle erscheinen, oder aber auch wie eine Annotation, eine Sprechblase oder ein „Tool-Tip“. Der Vorteil eines annotierten Textes ist, dass er direkt am beschriebenen Objekt im Display erscheint, und der Betrachter so keinen großen Blickwinkelwechsel herbeiführen muss. Dies ist insbesondere bei Hervorhebungen bestimmter Details von Vorteil. Da der Sehbereich, in dem ein Mensch scharf sehen kann, nur wenige Grad beträgt verliert er bei einem großen Text-Objekt-Abstand entweder den Text oder das Objekt „aus den Augen“. Ein Problem der Annotation ist das stabile Halten ihrer Position. Während das Bild einer Webcam oder eines Panoramaviewers komplett still gehalten werden kann, ist ein Fernrohr ständig in Bewegung. Wer schon einmal ohne Stativ im Dunkel versucht hat zu fotografieren sollte das Problem kennen.

Selbst kleinste Bewegungen bringen Unruhe ins Bild, was dazu führt dass die Annotation, an einen Ort gebunden, ständig im Bild ihre Position verändert. Dem kann begegnet werden indem „thresholding“ und „smoothing“ benutzt wird. „Thresholding“ ignoriert Bewegungen des Betrachters, solange sie unter einem bestimmten Wert bleiben, „smoothing“ interpoliert kleinste Bewegungen über mehrere Bildframes hinweg, um die Bewegung flüssiger und weniger abgehackt erscheinen zu lassen.

Bei der Entscheidung für eine feste Position bietet sich der obere Bereich an. In diesem befindet sich meistens der Himmel, welcher selten von Inter-

esse ist, so dass ein Textkasten keine relevanten Bereiche abdeckt. Da der Himmel meist eine geringere Farbvarianz enthält als der restliche Hintergrund, besteht eine Chance auf bessere Lesbarkeit in „Optic-See-Through“ Anwendungen.

6.2 Bilder

Bilder sind ein sehr universell einsetzbares Mittel, welches sehr stark vom umgesetzten Szenario abhängt. Bilder bieten die Möglichkeit ein beobachtetes Objekt aus anderen Perspektiven zu zeigen als es nur aus der simplen Betrachtung durch ein Fernrohr ; Grundriss, Aufsicht, Detail, historische Darstellungen, all das ist möglich.

Mit Bildern können aber auch andere Effekte erzielt werden. Eine erste Verwendung sind Orientierungshelfer, wie Pfeile oder Beschilderungen. Man kann Maskierungen vornehmen, indem ein Bild eingeblendet wird, welches unwichtiges Abdeckt, und so ein Objekt hervorhebt. Eine andere Maske kann die Silhouette eines Objekts erstrahlen lassen. Es ist möglich eine Art „Röntgenblick“ nachzuahmen, indem man Gegenstände mit einer Ansicht ihres Inneren überdeckt. Mit verschiedenen Transparenzen ist es möglich Überblendeffekte herbeizuführen, wie z.B. sanftes Ein- und Ausblenden. Hier kommen allerdings wieder die Schwierigkeiten des „Optic-See-Through“ zum tragen. Es kann eventuell unmöglich werden Bildbereiche komplett abzudecken.

Abgesehen von der reinen Informationsdarstellung oder Hervorhebung können Bilder auch eine Avatarfunktion übernehmen. Ein Text kann dann nicht nur einfach so erscheinen, er kann in der Sprechblase eines virtuellen Reisebegleiters stehen. Der sichtbare Bereich kann mit Figuren zum Leben erweckt werden, oder diese können zu handelnden Personen einer interaktiven Anwendung gemacht werden.

6.2.1 Wo sollten Bilder erscheinen?

Bei der Positionierung von Bildern ist ihr Einsatzzweck ausschlaggebend. Soll etwas hervorgehoben oder abgedeckt werden, ist die Position des Bildes durch die Position des betroffenen Objektes gegeben. Handelt sich bei dem Bild um eine Zusatzinformation, so empfiehlt sich eine Platzierung am Rand, um dem Objekt selbst möglichst viel Raum zu überlassen. Soll jedoch ein Unterschied dargestellt oder ein Vergleich herbeigeführt werden, so ist eine dem Objekt möglichst nahe Position von Vorteil, oder gar eine Überlagerung.

Möchte man Bilder zeigen die nichts mit dem betrachteten Objekt zu tun haben, sondern nur dem Szenario dienen, ist die Positionswahl beliebig, insofern sie natürlich dem Szenario dient.

Wichtig bei Verwendung als „Röntgenblick“ ist, das sich das überblendete Bild nahtlos in die reale Szenerie einfügt. Eine leicht verschobene Perspektive nimmt den Eindruck des „wirklich-hinein-schauen“.

6.3 3D-Modelle

3D-Modelle bieten eine weite Palette an Vorteilen und Möglichkeiten. Eine aufwändig modellierte Umgebung, mit korrekter Beleuchtung und richtigem Schattenwurf, erreicht einen hohen Realitätsgrad. Zum anderen können mit 3D Umgebungen ganze Szenarien nachgebaut werden, welche dann vom Betrachter durchwandert werden können.

Allerdings ist eine derartige Umsetzung mit großem Vorab-Aufwand verbunden. Ein 3D-Modell besteht aus Eckpunkt-Daten und Texturen. Die Eckpunkt-Daten müssen beschafft werden oder, falls sie noch gar nicht vorhanden sind, durch Vermessung oder Modellierung erstellt werden. Vorsicht ist geboten bei vorhandenen Architektur-Daten, denn diese sind oft nur 2-dimensionale Grundrissdaten! Das Beschaffen guter Modelle, oder das Modellieren selbst, kann eine große Herausforderung darstellen, und viel Zeit in Anspruch nehmen.

Eckpunkt-Daten alleine reichen allerdings nicht aus, zusätzlich werden Texturen benötigt. Diese müssen eventuell aufwändig aufgearbeitet werden, um z.B. Verzerrungen, Fehlfarben oder störende Artefakte heraus zu retuschieren. Ebenso müssen eventuell vorhandene Schatten entfernt werden, da diese bei anders einfallendem Licht sehr stark unrealistisch wirken.

Sind alle notwendigen Objekte modelliert, müssen sie in einer speziellen Datenstruktur zusammengefasst werden, dem so genannten „Szenen-graphen“.

6.3.1 Probleme der 3D-Modelle

Das Rendern von 3D-Modellen ist sehr rechenintensiv. Je realer ein solches Objekt ist, umso mehr Rechenzeit wird zu seiner Darstellung benötigt. Zudem erfordern derartige Berechnungen spezielle 3D-Hardware. Um die Modelle möglichst real zu erscheinen, muss die Position der Lichtquelle ermittelt werden, welche im einfachsten Fall die Sonne ist, im komplizierteren eine Straßenbeleuchtung mit vielen unterschiedlichen Lichtern und Laternen. Diese beleuchtet das Objekt, welches Schatten wirft, auf seine reale Umgebung, und wird selber eventuell von der realen Umgebung beschattet. Außerdem muss das Objekt in die reale Umwelt eingepasst werden. Die Umwelt muss das Objekt wo notwendig verdecken, da sonst die Räumlichkeit der Szene gestört wird.

Der Aufwand der Darstellung realistischer 3D-Modelle ist nur dann gerechtfertigt, wenn das Informationssystem (Touristenfernrohr) in erster Li-

nie der Betrachtung dieser 3D-Modelle dient.

6.4 Video

Die Anwendung von Video ist stark vom umgesetzten Szenario abhängig. Nichts spricht dagegen, eine reine Informationsanwendung zu erstellen, in der jeglicher Inhalt nur durch Text und Bild aufgezeigt wird. Doch sollten die Möglichkeiten die Video bietet nicht unbeachtet bleiben. Viele Vorgänge die visualisiert werden sind einfacher und Verständlicher zu erklären, indem der Vorgang selbst dargestellt wird, und nicht erst vom Autor in Worte gefasst werden muss, diese dann vom Betrachter gelesen, verstanden und in Gedanken umgesetzt werden. Ein Vorgang der an mehreren Stellen Mehrdeutigkeiten und Unverständnis hervorbringen kann.

Als Beispiel sei hier der Vorgang des Jahreszeitenwechsels erwähnt, selbstverständlich lässt er sich in Worten beschreiben, und auch mit Hilfe von vier Bildern darstellen, jeweils eines für jede Jahreszeit. Ein Zeitraffervideo eines ganzen Jahres bietet eine für den Betrachter interessantere Variante.

6.4.1 Probleme von Videos

Es gibt aber durchaus Probleme in der Verwendung von Videos. Während die anderen Medien nur eine räumliche Ausdehnung besitzen, haben Videos auch eine zeitliche. Das Abspielen eines Videos kann nicht nur gestartet werden, sondern auch gestoppt (Pause) oder abgebrochen (Stopp) werden. Ein Video kann, wie ein Bild oder Text, an eine bestimmte Stelle oder ein bestimmtes Objekt gebunden werden. Wie soll verfahren werden, wenn der Betrachter vor dem Ende des Videos seinen Blick abwendet? Wird es gestoppt und startet von neuem, wenn der Blick wieder an die auslösende Stelle fällt, kann es vorkommen, dass der Benutzer niemals das Ende zu sehen bekommt, oder er bekommt immer wieder das gleiche zu sehen, weil er, zwischendurch abgelenkt, den Blick abgewendet hat.

Wird es pausiert, und der Benutzer schaut sich in der Zwischenzeit etwas anderes an, womöglich sogar ein anderes Video, so kann es sein, dass der Benutzer den Kontext, oder „den Faden“, verloren hat, und den Inhalt des pausierten Videos vergessen hat.

Ein Sperren aller anderen Möglichkeiten bis das Video zu Ende abgelaufen ist kann eine Lösung sein, wird allerdings vom Benutzer eventuell als Gängelei empfunden.

6.5 Animation

Es ist schwierig die Grenze zwischen Animation und Video zu ziehen. Am eindeutigsten ist vielleicht die Definition der Animation als „jegliche Bewegung, die nicht durch Abfilmen erstellt worden ist“ Dadurch kann man

einen virtuellen, sich im Wind wiegenden Baum als Animation bezeichnen, während eine abgefilmte Person zum Video gezählt werden sollte. Insbesondere wenn die AR Anwendung mit Avataren arbeitet, sind Animationen von Vorteil. Ohne Animationen wirken die Avatare nämlich unbelebt und starr, die Anwendung erhält einen Comic-Charakter. Mit Animationen können dann nicht nur Gesichtsmimiken belebt werden, sondern auch die Figuren können realistischer in der AR-Welt agieren –sie verschwinden nicht einfach an einer Stelle und tauchen wo anders auf, sie können gehen. Aber auch jegliche andere Bewegung in der virtuellen Welt führt zu einer bessern Einpassung in das Reale. Sich im Wind wiegende Bäume, mit Flügeln schlagende Vögel, sollen sie virtuell sein, erscheinen realer wenn sie animiert sind.

Man sollte allerdings nicht den Aufwand unterschätzen, der mit einer guten Animation verbunden ist. Ist ein Baum noch relativ schnell animiert, da seine Bewegungsfreiheit doch arg eingeschränkt ist, kann die vollständige Animation einer Person, inklusive Gesicht und Gestik, einen hohen Arbeitsaufwand bedeuten.

6.6 Sound

Töne, Musik und Sprache, also Sound , dürfen nicht unterschätzt werden. Sie sind zwar keine sichtbaren Medien die in der augmentierten Welt angezeigt werden müssen, nichts desto trotz sollten sie Verwendung finden. Gesprochene Texte können geschriebene Texte ersetzen. Dadurch lassen sich alle Probleme lösen, die Text in AR mit sich bringt, wie bereits weiter oben beschrieben worden sind. Für Menschen ist es vielfach angenehmer etwas erzählt zu bekommen, als selbst lesen zu müssen. "Gesprochene Sprache ist einprägsam ..., weckt Aufmerksamkeit und wirkt - wegen der paraverbalen Zusatzinformationen (Stimme, Ausdruck usw.) - auch persönlicher als gedruckte Sprache" [8]. Außerdem kann man nicht gleichzeitig Lesen und dem Geschehen auf dem Monitor folgen. Der Blick ist entweder an den Text gebunden, oder an das Geschehen. Wird gesprochener Text mit Hilfe eines Erzählers eingesetzt, kann der Benutzer ohne Unterbrechung die Anwendung fortsetzen, falls dies erwünscht oder sinnvoll ist. Außerdem ist die Dauer zum lesen eines Textes von Lesegeschwindigkeit des Leser abhängig, ein Gesprochener Text ist immer gleich lang.

Töne und Musik können eine AR-Anwendung sehr bereichern. Musik ist hervorragend dazu geeignet Stimmungen zu vermitteln oder zu verstärken. Man denke nur an den Effekt, den eine unheimliche Musik in einem spannenden Spielfilm bewirkt. Die gleiche Szenerie ohne musikalische Untermalung wirkt ungleich langweiliger. Außerdem hat der AR-Anwendungsersteller eine Möglichkeit nicht nur über Fakten berichten zu müssen, die eine bildhafte Darstellung erfordern.

Töne und Klänge können ebenfalls auf viele verschiedene Weisen verwen-

det werden. Erstens können sie als realistische Tonkulisse dienen, für das Geschehen in der AR-Anwendung, die Schritte des Avatars, das Pfeifen einer Lokomotive, das Läuten einer Glocke. Zweitens können Töne zur Aufmerksamkeitssteuerung dienen. Durch geschicktes Erklingen lassen von Tönen aus bestimmten Richtungen, kann der Blick des Benutzers gelenkt werden. Was im Bildausschnitt nicht zu sehen ist, kann trotzdem Töne erzeugen, und sich so bemerkbar machen. Dies kann ein wichtiger Aspekt der Spielsteuerung werden.

6.6.1 Probleme mit Sound

Leider gibt es durchaus auch Schwierigkeiten, mit denen bei Sounds umgegangen werden muss. Als erstes führt der Einsatz von Sounds zu der Notwendigkeit des Einsatzes weiterer Hardware, Lautsprecher, sowie Hardware die die Töne abspielen kann. Jede Hardware, die ein System erweitert, macht es auch fehleranfälliger, dies ist jedoch eine grundsätzliche Problematik. Zweitens können Umgebungslautstärke und Umgebungsgeräusche die Tonausgabe der Anwendung übertönen, sodass weder der gesprochene Text, noch jedewede musikalische Untermalung gehört werden können. Eine Lautstärkensteuerung oder der Einsatz von Kopfhörern könnte diese Problematik beheben. Drittens hört nicht jeder Mensch gleich gut. Altersbedingte Schwerhörigkeit, Taubheit bis Fremdsprachigkeit, all dies kann ein Empfangen der akustischen Informationen verhindern. In solchen Fällen wäre der Einsatz von Untertiteln oder mehrsprachiger Versionen zu überlegen. Und auch bei Sounds darf nicht vergessen werden, dass diese auch erst beschafft werden müssen. Ist gesprochener Text noch schnell aufgenommen, kann es bei der Besorgung spezieller Soundeffekte oder gar der Komposition von Hintergrundmusik aufwändig werden.

7 Entscheidungshilfen zum Medieneinsatz

Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Medien sollten gut gegeneinander abgewogen werden. Dabei sollte beachtet werden, dass es sich bei einer AR-Anwendung nicht einfach um eine Multimediale Lernanwendung handelt. Multimedia ist umstritten, wenn es um das vermitteln von Lerninhalten geht. „Multimedialität ist kein Selbstzweck. Die Behauptung der generellen Überlegenheit von multimedialer Präsentation (meist ist dabei die Multimodalität von Sehen und Hören gemeint) ist eine bislang unbewiesene Behauptung.“ [8] Einfach alles anwenden, weil es geht kann, zu einer Überforderung der Zielplattform führen. Detaillierte 3D-Modelle ohne 3D-Hardware oder Sound ohne Lautsprecher sind zum Scheitern verurteilt. Der Ersteller einer AR-Anwendung für Touristeninformation sollte als ersten Leitsatz definieren: „Was soll dargestellt werden?“, und in einer

Art „form follows function“ die notwendigen Medien auswählen. Eine Anwendung über das Rheintal bei der Loreley oder über das Beethoven-Haus wird kaum ohne Sound auskommen. Ein Programm, welches eine Burgruine auferstehen lässt oder ein zukünftiges Gebäude erscheinen lässt, wirkt um so realistischer, je realistischer die verwendeten 3D-Modelle sind. Und wer mit Hilfe von Avataren oder Spielfiguren den Benutzer begleitet, sollte zu Animationen greifen.

Dies sind natürlich nur grobe Richtlinien und es sollte, wie gesagt, stets abgewogen werden, was mit welchem Aufwand realisiert werden kann.

Teil IV

Spiele

8 Möglichkeiten und Szenarien

Nachdem die technischen Fragen geklärt sind, stellt sich die Frage nach den Anwendungen, die auf einem solchen AR-System ausgeführt werden können. Als erstes, um der Kreativität einen Startpunkt zu geben, seien hier die Ideen aufgeführt, die der Hersteller des XC-01 in [9] und [11] anführt.

- Der Blick in die Vergangenheit
Dem Benutzer wird eine Aussicht präsentiert, die so nicht mehr existiert. Längst zerstörte Tempel, vergangene Städte oder historische Gebäude können in den Bildausschnitt hineingementiert werden.
- Der Blick ins Jetzt
Nicht sichtbare, weil durch andere Gebäude verdeckte, Sehenswürdigkeiten können hervorgehoben werden, weit entferntes am Horizont kann beschriftet werden. Der Blick zum Sternenhimmel kann mit astronomischen Daten angereichert werden, wie beim AR-Teleskope
- Der Blick in die Zukunft
In Planung befindliche Bauprojekte oder zukünftig angedachte Veränderungen im Landschaftsbild.

Grundsätzlich gibt es keinerlei Einschränkungen, welche Daten umgesetzt werden können. Alles was visualisiert werden kann, kann in einer AR-Anwendung eingesetzt werden. Historische Daten, sozialwissenschaftliche Daten, volkswirtschaftliche Daten, die aktuelle Bevölkerungsdichte einer Stadt, Verkehrsdichte und -richtung, Luftbelastung durch Feinstaub oder aber auch archäologische Ausgrabungstätten, unterirdische Höhlensysteme oder Bodenbeschaffenheiten, all das könnte dem Benutzer geboten werden.

Doch wie tut man dies auf eine interessante Weise, die über das simple einblenden von Texttafeln, Sprechblasen oder einfache aufstellen von Objekten hinaus geht? Wie wird das Interesse eines Touristen geweckt, der sich nicht unbedingt mit Tabellen, Graphen oder Jahreszahlen auseinandersetzen möchte, sondern einfach etwas erfahren mag, und das vielleicht auf eine Unterhaltsame Art und Weise?

Was muss getan werden um mehr zu bieten als ein Reiseführer, der all die Daten ebenfalls enthalten kann oder eine Fotovitrine, in der Bilder aus Zeiten hängen, als es vor Ort noch anders aussah? Kann man es auf eine spielerische Art und Weise tun? Wenn ja, wie soll ein solches Spiel funktionieren? Wie soll es bedient werden?

9 Interaktion und Spielführung

Möchte jemand auf einem Fernrohr, welches gleichzeitig auch eine AR-Hardware ist, ein Spiel ausführen, muss er sich zuerst mit einigen Fragen auseinandersetzen. Als erstes wäre da das Problem der Steuerung. Für jegliche Form von Interaktion wird eine Eingabemöglichkeit benötigt. Während für den Computer oder für die Spielkonsole viele Arten von Joysticks, Joypads, Fußmatten und Tastaturen zur Verfügung stehen, bietet ein touristisches Fernrohr erstmal nichts außer seiner Blickwinkelsteuerung, mit der eine beinahe-Umsetzung der „Point-and-click“ Metapher möglich ist. Für den „click“-Teil fehlt nämlich eine Taste.

Eine Möglichkeit der Aktionsbestätigung, welche normalerweise durch den „click“ geschieht, ist eine Gestenerkennung, eine andere eine Zeitmessung. Möchte der Benutzer eine Aktion auslösen, so schwenkt er das Fernrohr in einer ihm vorher erklärten Weise, z.B. ein Mal auf und ab, die Software erkennt diesen Schwenk, und reagiert wie auf einen Klick. Ein derartiges Verfahren gibt es bereits für Webbrowser, die sogenannte Mausgesten-Steuerung. Der Nachteil davon ist, dass die Gesten erst dem Benutzer bekannt gemacht werden müssen. Bei einer einzigen Geste ist das vielleicht noch akzeptabel, es ist trotzdem ein Verfahren welches verinnerlicht werden muss. Sind es mehrere Gesten, so ist der Lernaufwand seitens des Benutzers noch größer. Ein weiterer Nachteil ist die ständige Bewegung und Unruhe, in der sich der Benutzer befindet, falls mehrere Fragen in kurzer Folge auftreten.

Die zweite Möglichkeit ist es, Aktionen nach einer gewissen Zeit, in der das Fernrohr nicht bewegt worden ist, auszulösen. Bleibt der Blick des Benutzers für einen bestimmten Zeitraum auf eine Stelle gerichtet, so kann die Software dies wiederum als Bestätigung werten, und entsprechend verfahren. Dieses vorgehen erweist sich aber schnell als impraktikabel. Da ist zuerst die richtige Dauer des Wartens. Wie lange soll der Benutzer still verharren, um eine Reaktion auszulösen? Wird die Zeit zu kurz gewählt, gibt es Bestätigungen die ungewollt sind, wird sie zu lang gewählt, so wartet der Benutzer bis etwas geschieht, bricht Bestätigungsvorgänge vorzeitig ab, wenn zu lange nichts passiert. Außerdem kann es durchaus motorisch schwierig sein, das Fernrohr still über längere Zeit auf eine Stelle gerichtet zu lassen, was zu Ermüdungserscheinungen führen kann.

Als weitere Möglichkeit könnte ins Auge gefasst werden, Auswahlfelder erscheinen zu lassen. Steht der Benutzer vor einer Wahl, so lässt man um das Zentrum des Blickfeldes spezielle Felder erscheinen, die durch das Schwenken des Fernrohrs ausgewählt werden. Anders als bei den Gesten genügt es, das Fernrohr nur in die Richtung des Feldes zu bewegen. Diese Felder bewegen sich nicht mit, wenn das Fernrohr bewegt wird, sie sind in die Szene augmentierte Objekte. Betrachtet der Benutzer z.B. ein reales Gebäude zu dem weitere Informationen hinterlegt sind, könnte das

Fernrohr in der Nähe des Blickzentrums zwei Felder erscheinen lassen zusammen mit der Frage: „Wünschen Sie weitere Informationen?“ Daraufhin kann der Benutzer das Fernrohr auf eines der Felder schwenken, um eine Wahl auszulösen. Nachteilig könnte sein, dass die Wahlfelder so Bereiche verdecken die zur Entscheidungsfindung wichtig sein könnten. Außerdem muss der Benutzer seinen Blick vom Betrachteten abwenden, und dann wieder zurück finden, was durchaus als störend empfunden werden kann.

Ist es erwünscht im Spiel eine Spielfigur agieren zu lassen, müssen Überlegungen zur Art der Steuerung der Spielfigur angestellt werden. Eine direkte Steuerung³ lässt sich nur verwirklichen, wenn das Fernrohr über eine andere Eingabemöglichkeit verfügt als nur das Schwenken. Die Frage ist nur ob eine derartige Steuerung, wie man sie von Spielkonsolen her kennt, über ein Steuerkreuz praktikabel ist. Es dürfte sich als motorische Herausforderung herausstellen gleichzeitig das Fernrohr zu bewegen und dann mit der Hand die Steuertasten zu bedienen.

Eine andere Art der direkten Steuerung wäre es, die Spielfigur den Bewegungen des Fernrohrs folgen zu lassen. Doch hier gilt wieder die Schwierigkeit der punktgenauen Steuerung, sowie das ruhige Halten des Fernrohrs. Wenn es dem Benutzer nicht gelingt das Teleskop ruhig zu halten fängt die Figur an zu „zappeln“. Bewegt der Benutzer das Teleskop hingegen zu schnell, so muss die Figur entweder genauso schnell hinterher bewegt werden, oder sie verschwindet aus dem Bild, wodurch sie nicht mehr zu steuern ist. Eine direkte Steuerung erscheint ungünstig, auch aus dem Grund, dass ungeübte Personen durchaus Schwierigkeiten bei deren Anwendung bekommen könnten.

Die Erweiterung des Fernrohres mit einigen wenigen (bis zu 4) Tasten würde zur Vereinfachung der Interaktion führen, denn dadurch kann nicht nur die Problematik der Auswahlbestätigung gelöst werden. Verzichtet man auf vollständige Bewegungsfreiheit der Figur, so kann diese indirekt gesteuert werden. Und diese Art der Steuerung kann so durchgeführt werden, dass der Benutzer nur zu bestimmten Zeitpunkten Einfluß auf die Figur hat, nämlich dann, wenn für die Figur eine Entscheidung herbeigeführt werden soll. In diesem Moment können neben der Figur Symbole oder Pfeile erscheinen, die die Richtungen andeuten, in die sich die Figur bewegen kann. Durch drücken der entsprechenden Taste wird die Bewegung der Figur gestartet, bis zur nächsten Entscheidungsmöglichkeit. Mit vier Tasten können vier Bewegungsrichtungen ausgewählt werden. Diese könnten zu je einem Paar an zwei Seiten des Fernrohrs angebracht sein, sodass der Benutzer je zwei mit einer Hand, oder besser mit einem Daumen, bedienen kann. Diese Tasten können dann jeweils einzeln zur Richtungswahl benutzt werden, oder alle als Bestätigungs-Taste fungieren.

³Die Spielfigur reagiert in Echtzeit auf die Kommandos des Spielers

Ein Beispiel: Steht z.B. eine Spielfigur vor der Entscheidung nach links oder rechts gehen zu müssen, kann man links und rechts von ihr ein Symbol erscheinen lassen. Der Benutzer drückt mit seinem Daumen eine der Tasten und die Figur läuft in die entsprechende Richtung los, die Symbole verschwinden.

Es gibt eine Eigenheit der „Point-and-Click“ Metapher, die Erwähnung finden sollte. Wenn der Spieler realisiert hat, dass er durch Zielen und Anklicken von Bildbereichen oder Gegenständen Ereignisse auslösen kann, kann das zu einem „Abschieß“-Verhalten führen. Der Spieler interessiert sich nicht weiter für die Informationen, sondern versucht möglichst viel „abzuschiessen“. Eine andere Methode sollte überlegt werden.

9.1 Das Spiel im Fokus behalten

Eine Eigenschaft des AR-Systems ist noch gar nicht zur Sprache gekommen, die vollkommen freie Bewegungsmöglichkeit des Fernrohrs durch den Benutzer während des Spiels. Es gibt keinerlei Gründe, warum der Spieler sich nicht mitten im Spiel vom Spiel abwenden sollte und einen anderen Punkt im Blickfeld als viel interessanter erachtet. Wie damit umgehen?

Es bieten sich zwei Möglichkeiten an, eine autoritäre sowie eine liberale. Dem Programm ist jederzeit die Position der Spielfigur bekannt. Wendet der Spieler seinen Blick von der Figur ab, bemerkt das Programm dies, und kann Maßnahmen ergreifen. Ist das Spiel darauf ausgelegt auf jeden Fall den Benutzer zum Spielen zu bewegen, könnte das Programm mit steigender Abweichung des Blickwinkels von der Position der Spielfigur das Sichtfeld verdunkeln. Je weiter der Blick entfernt ist von der Spielfigur, um so dunkler der Bildschirm. Dies ist zugegebenermaßen eine sehr strenge Methode. Eine andere wäre es ab einem gewissen Grad der Abweichung einen Timer anzuzeigen, der gegen 0 läuft, solange die Spielfigur nicht im Sichtbereich ist. Wenn der Timer abgelaufen ist, könnte das Spiel abgebrochen werden und das Fernrohr zu dem werden, was es in erster Linie ist; einem Fernrohr. In beiden Methoden könnte dazu noch eine Art Kompass eingesetzt werden. Ein Pfeil, der in die Richtung der Spielfigur zeigt, um dem Spieler das Wiederfinden zu erleichtern.

Einen etwas ungewöhnlichen, aber vielleicht doch interessanteren Aspekt könnte ein Force-Feedback-Mechanismus darstellen. Da das Fernrohr über mechanische Sensoren seine Ausrichtung erfährt, könnten diese durch Motoren erweitert werden (die das AR-Telescop bereits hat), welche von der Software gesteuert werden könnten, um so dem Spieler merklich die Richtung zukommen zu lassen, in welche das Fernrohr ausgelenkt werden möchte. In einem kleinen Radius um das Spielgeschehen herum kann

das Fernrohr dann problemlos ausgelenkt werden, doch wenn es davon weggedreht wird, kann es einen steigenden Widerstand gegen die Bewegung des Spielers ausüben. Vergleichbar ist der Effekt mit Sportlenkrädern für Computerspiele. So wäre auch eine gezielte Anzeige möglich, frei nach dem Motto „...und hier sehen Sie das Gebäude...“. So könnte auch eine Blickstabilisierung herbeigeführt werden. Wenn das Fernrohr einen geringen „Anfahrwiderstand“ hat, ist es nicht so schwierig es auf einer Stelle ausgerichtet zu lassen. Das Fernrohr darf natürlich keinen Spieler verletzen, weshalb der Einsatz von Force-Feedback gut überlegt sein sollte.

10 Spielideen

Wenn nun die Möglichkeiten des Spielens so sehr eingeschränkt sind, ist es durchaus schwierig eine Spielidee konsequent umzusetzen. Welcher Art können Spiele sein, die auf einem solchen System gespielt werden können? Aufgrund der indirekten Steuerung entfallen alle Aktionsspiele, die eine Spielfigur durch einen Parcours steuern, oder eine sehr genaue Steuerung erfordern. Geschicklichkeitsspiele die durch Bewegung des Fernrohrs gesteuert werden können durchaus interessant sein, doch dem Spieler sollen auch Wisseninhalte vermittelt werden.

10.1 Spiele ohne Spielfigur

Ohne eine Spielfigur wird der Spieler und das Fernrohr zum Mittelpunkt des Spielgeschehens. Als Vergleich gelten hier die für Spielekonsolen beliebten Eye-Toy Spiele, welche mit einer Kamera ausgestattet den Spieler auf den Bildschirm holen, und dieser durch seine Bewegungen das Spiel steuert. Das Fernrohr funktioniert in etwa „invertiert“, denn hier sieht der Spieler nicht sich selbst, sondern seine reale Umwelt, in der das Spiel stattfindet. Als erste Ideen können dem Spieler folgende Möglichkeiten geboten werden:

- steuern
Was vorhin als zu schwierig erachtet wurde, macht bei dieser Art des Spiels den Reiz aus. Der Spieler könnte versuchen einen virtuellen Drachen über der Stadt steigen zu lassen. Ein Drachen reagiert an der Schnur verzögert und kann abstürzen wenn er aus dem Bild gerät, verzeiht aber gröbere Lenkfehler und muss nicht auf den Punkt genau bewegt werden. Man kann anhand der vorhandenen Vegetation oder Bebauung spezielle Bereiche definieren, die der Drachen nicht berühren darf.

- dirigieren
Ein virtuelles Orchester, eine Blaskapelle oder ein Musikcorps stellt sich vor dem Fernrohr auf und wartet auf seinen Einsatz. Der Spieler kann mit Hilfe des Fernrohres die Musiker ansteuern, welche dann wie auf das Kommando eines Dirigenten hin anfangen zu Spielen. Zusammen mit verschiedenen Gesten könnte z.B. eine Veränderung des Musiktempos oder der Lautstärke herbeigeführt werden.
- malen
Der Spieler kann durch das Bewegen des Fernrohres verschiedene Texturen auf reale oder virtuelle Objekte aufmalen. Eventuell kann der Spieler vorher die Farbe oder das Muster auswählen, mit der er nun malen möchte und so der Szenerie ein ganz neues Aussehen verleihen.
- feuerlöschen
Eine etwas actiongeladene Spielidee. Es sind mehrere Feuer ausgebrochen, die der Spieler löschen muss. Dazu schwenkt er das Fernrohr, welches gleichzeitig eine Wasserspritze ist und löscht so die Feuer. Eventuell hat er einen begrenzten Wasservorrat oder kämpft gegen ein Zeitlimit. Der Wasserstrahl könnte sich real verhalten, sodass der Spieler höher zielen müsste, um weiter entfernte Ziele zu erreichen.
- schießen
Zu letzt soll die Möglichkeit eines Schießspiels erwähnt werden. Ähnlich wie beim Feuerwehspiel bedient der Spieler eine Kanone, mit der er (bewegliche) Ziele abschießen kann. UFOs, Flugzeuge, Monster, Zombies... die Auswahl an Gegnern ist unbegrenzt. Leider verleitet ein derartiges Spiel dazu, dass der Spieler nicht nur auf die virtuellen Ziele schießt, sondern auch auf alles andere, was im Fernrohr zu sehen ist.

Derartige Spiele eignen sich nur bedingt zur Wissensvermittlung. Und das Ansinnen eines solchen AR-Projektes ist es, dem Benutzer etwas beizubringen. Nun gibt es durchaus schon viele Lernspiele, doch in den seltensten Fällen sind es Aktionsspiele wie die oben beschriebenen. Man kann durchaus auf diese Art dem Spieler etwas beibringen wie z.B. „male alle Häuser blau und ihre Dächer rot an“ oder „Zahlenangriff! Schieße die Aufgaben die addiert 42 ergeben vom Himmel!“. Derartige Lernaufgaben sind eher grundlegender Natur und vielleicht nicht unbedingt das, was man an einer historischen Stätte erwarten würde.

10.2 Spiele mit Spielfigur

Geeigneter erscheinen Spiele, die eine steuerbare Spielfigur besitzen. Dieser Avatar kann für den Spieler in der virtuellen Welt agieren, Hinweise

geben und selber Wissen erlangen, welches er dem Spieler kund tut. Ein solches Spiel muss vom Konzept so ausgerichtet sein, dass es nicht nur den erfahrenen Spieler anspricht. Das Klientel, welches das AR-Fernrohr bedient, ist der durchschnittliche „Otto Normalbenutzer“, der vielleicht noch nie in seinem Leben ein Computerspiel bedient hat. Wegen dieser Personengruppe müssen ganz besondere Anforderungen an das Spiel gestellt werden.

Es bietet sich an eine Art Abenteuerspiel, ein Adventure, zu entwickeln. In derartigen Spielen steuert der Spieler eine Spielfigur, welche sich mit anderen Figuren im Spiel unterhalten kann, Gegenstände finden kann, Informationen zu diesen bekommt oder erst sammeln muss, sie benutzen kann (muss), und so lernt wozu sie dien(t)en. Die Spielfigur kann eine fortschreitende Geschichte erleben, in welcher Wissen vermittelt werden kann, welche mit dramaturgischen Mitteln spannend und interessant gestaltet werden kann. Doch gibt es einige Einschränkungen.

10.2.1 Fester Spielverlauf

Der wohl wichtigste Punkt ist es, dem Spieler einen festen Verlauf vorzugeben. Nicht nur im Ablauf der Geschichte, sondern in der Bewegungsfreiheit der Spielfigur. Zum einen kann vollkommene Bewegungsfreiheit den Spieler überfordern, der Spieler steht in der Szene und weiss nicht was er tun soll. Die Experimentierfreudigkeit eines Spielers darf nicht überschätzt werden. Nicht alle Menschen stürzen sich voller Tatendrang in eine unbekannte Spielsituation und suchen die Szenerie ab, um weiter zu kommen. Es gibt Menschen die mit den Schultern zucken und sich uninteressiert abwenden, wenn die Spielfigur steht und auf Kommandos wartet die nicht sofort ersichtlich sind. „Da passiert ja nix...“. Die Spielfigur sollte sich auf festen, vorgegebenen Wegen bewegen, auch um ein Verlaufen zu verhindern, aber auch um eine Terminierung des Spiels zu garantieren. Sonst könnte es passieren, dass der Spieler immer wieder zwischen zwei Positionen hin- und herläuft, ohne im Spiel voran zu kommen.

Um eine einfache Steuerung der Figur zu ermöglichen, sollte eine indirekte Steuerung Verwendung finden, was das Umsetzen fest vorgegebener Bewegungsrichtungen und -pfade erleichtert und eine Endlosschleife verhindert, da man im Vorraus festlegen kann, dass keine Schleifen entstehen können. Außerdem kann so zugesichert werden, dass alle Informationen die der Spieler bekommen soll, der Spieler auch bekommt (was nicht bedeutet, dass es keine versteckten Informationen an unauffällige Orte geben darf).

10.2.2 Eine Geschichte

Das Spiel sollte ebenfalls mindestens eine rudimentäre Rahmenhandlung erhalten. Ohne Handlung wird das Spiel zu einem reinem Museumsbesuch mit virtuellem Führer, der dabei steht, wenn Texttafeln mit Informationen eingeblendet oder Sprachansagen abgespielt werden. Die Geschichte darf nicht zu lang sein, da sie sonst zu viele Informationen enthalten kann oder vorzeitig abgebrochen wird. Trotz aller Kürze sollte die Geschichte den Gesetzen der Dramaturgie gehorchen, da sie sonst als langweilig oder schlecht empfunden wird.⁴

10.2.3 Gegenstände und Inventar

Da es sehr wahrscheinlich ist, dass die Spielfigur nicht nur virtuelle Personen trifft, sondern auch Gegenstände findet, über die sie etwas erfährt oder benutzt, müssen folgende Punkte bedacht werden.

- Sinnlose Gegenstände
Es sollten keine Gegenstände existieren, die nur wegen ihres Wissensgehalts ins Spiel eingebracht werden. Alle Gegenstände sollten entweder zur Lösung eines Problems genutzt werden können, die Geschichte vorantreiben oder per vor-ab-Definition benötigt werden. Ansonsten lenken derartige Gegenstände den Spieler ab, und er fragt sich wofür er das braucht.
- Real Existierende Gegenstände
Sollen im Spiel Gegenstände vorkommen, die auch in der Realität existieren und nicht nur hineingementiert wurden, so ist davon auszugehen, dass der Spieler nach dem Spiel diesen Gegenstand in Natura ebenfalls genauer ansehen möchte, wenn er nicht mehr an das Fernrohr gebunden ist. Da ist Vorsicht geboten, falls der reale Gegenstand nicht dazu gedacht ist berührt zu werden, wie das in historischen Umgebungen (z.B. Museen) der Fall ist.

Bei nur wenigen kann der Spieler problemlos alle im Gedächtnis behalten und weiss, was die Spielfigur bei sich trägt. Wenn aber zu viele Gegenstände ins Spiel kommen wird ein Inventar notwendig, um den Überblick zu behalten. Ein Inventar birgt die Notwendigkeit einer Benutzerschnittstelle. Man muss es öffnen, durchsuchen und etwas auswählen können. Alle Funktionen, die nicht nur mit den eingeschränkten Eingabemöglichkeiten durchgeführt, sondern auch vom Benutzer verstanden werden müssen. Funktionen die ebenfalls den Spielfluss aufhalten und die Komplexität erhöhen. Die Spielzeit sollte nicht außer Acht gelassen werden. Ein

⁴Eine Faustregel nach John M. Straczynski für das Schreiben einer Geschichte: „Jage einen Mann auf einen Baum, bewirf ihn mit Steinen und laß ihn wieder runter“

Spiel sollte nicht ewig dauern. Eine zu lange Spielzeit kann den Benutzer überfordern, insbesondere wenn keine besonders ausgearbeitete Rahmehandlung vorliegt.

10.3 Möglichkeiten der Bildanalyse

Dieses kleine und sehr hypothetische Kapitel soll als Ideenlieferant dienen, für die Möglichkeiten, die die Bildanalyse bietet. Man darf nicht vergessen, dass das Spiel zwar virtuell ist, aber in der Realität stattfindet. Das heißt, dass die Spielfigur ein Konstrukt des Computers ist, sie kann aber in der realen Welt agieren und nicht nur zwischen anderen hineinaugmentierten Objekten. Dem Programm sind Positionen und Entfernungen der Objekte in der Szenerie bekannt, sodass die Spielfiguren reale Gebäude betreten können oder hinter realen Bäumen verschwinden können.

Oftmals bewegen sich aber auch andere reale Menschen durch das Blickfeld. Mit Hilfe von Bildanalysealgorithmen wäre es möglich, diese Personen in der Szenerie zu erkennen und ins Spiel mit hinein zu beziehen. Es wäre denkbar NPCs, sogenannte Non-Player-Characters, in die Nähe realer Menschen hineinzuaugmentieren, sodass es den Eindruck erweckt, sie würden sich miteinander Unterhalten. Stehende reale Personen könnten mit Kostümen überdeckt werden.

Es könnte versucht werden reale Personen als Versteckmöglichkeit oder Hindernis für die Spielfigur zu nutzen. Die Bildanalyse könnte Unterstützung erfahren von Bewegungssensoren oder Radargeräten, die dem Fernrohr melden wo und in welcher Richtung sich Menschen befinden, um so den Bereich einzugrenzen in welchem die Erkennung stattfinden soll. Mit Hilfe von Helligkeitsmessung und Uhrzeit könnte ein virtueller Tagesablauf simuliert werden, in dem künstliche Laternen ein- und ausgeschaltet werden.

Das sind nur einige wenige Ideen, die eine genauere Untersuchung auf Praktikabilität nötig haben.



Abbildung 4: Der erste Prototyp

Teil V

Anwendungsbeispiel

Dieses Kapitel beschreibt den Weg, der beschritten wurde, von den ersten Überlegungen zu einem Touristischen Informationssystem bis zum Prototypen eines Lernspiels in AR-Umgebung.

11 Am Anfang...

Die erste Idee war ein Multifunktionales Programm, welches einem Touristen Informationen zu vielen verschiedenen Interessensgebieten erteilen können sollte. In ein bewegliches Panorama von Koblenz, welches ein AR-Fernrohr simulieren sollte, wurde zuerst dem Benutzer eine Wahlmöglichkeit gegeben. Er sollte wählen, welche Informationen es sein sollten, die im präsentiert würden. Dies ging aus der Überlegung hervor, Daten aller verschiedenen Arten anzeigen zu können. Das AR-Fernrohr sollte aufgrund seiner vielfältigen Einsatzfähigkeit überzeugen.

Zur Verdeutlichung des Anwendungsprinzips wurde ein sogenanntes „Mock-Up“ erstellt, eine Präsentation, in der die Funktionalität nur simuliert wurde, um festzustellen, wie die Ideen umgesetzt werden können. Das Programm hatte vorgesehen in der Mitte des Bildschirms ein Zielvi-



Abbildung 5: „Point-and-wait“

sier einzublenden, welches dem Benutzer als Orientierungshilfe und Auswahlzeiger dienen sollte. Im Panorama selbst sollten besonders erkennbare Stellen augmentiert werden, welche beim Überfahren mit dem Zielvisier nach kurzer Zeit Informationen in Form von Text und Bild bieten sollten. Der Benutzer konnte so die Punkte, die ihn interessieren genauer untersuchen, und andere ignorieren. Eine anderer Betriebsmodus war die „annotierte Ort Markierung“, welche, anders als die Textkästen, nicht verschwand, sondern permanent als Hervorhebung eines besonderen Ortes und als Sprechblase seinen Namen anzeigte. Der Benutzer konnte sich so verschiedene Orte anzeigen lassen, wie z.B. die Brücken, Festungsruinen oder Kirchen von Koblenz.

Diese Art der Anwendung wurde schnell verworfen. Als erstes musste die anfängliche Auswahl entfallen. Benutzer, insbesondere Touristen, die etwas erfahren möchten, möchten keine Entscheidungen treffen müssen. Selbst eine solche wie: „Wählen Sie Ihr Interessengebiet“, ist bereits zu viel. Ein unbedarfter Benutzer möchte nicht mit Fragen aufgehalten werden, sondern direkt zum Kernthema vorstoßen. Eine Fülle an Themen verzögert den Start der Anwendung und damit das AR-Erlebnis.

Der nächste Kritikpunkt war die fehlende Interaktion. Das Programm hatte kein besonderes Merkmal gegenüber einem gedruckten Reiseführer. Der sogenannte Mehrwert fehlte. Wenn sich der Benutzer neben das Fernrohr mit einem Buch hingestellt hätte, hätte er nicht weniger an Information



Abbildung 6: Annotierte Sehenswürdigkeiten

als ein Fernrohrbenutzer.

Ebenso überdacht werden musste die „Point-and-wait“ Interaktionsmetapher, deren Probleme in Kapitel 9 beschrieben wurden. Außerdem wurde die Nützlichkeit der annotierten Textfelder in Frage gestellt. Durch die Bewegung des Fernrohres müssten die Sprechblasen, wenn sie die Verbindung zu den bezeichneten realen Objekten nicht verlieren sollten, ständig neu positioniert werden, was zu kleinen, aber störenden, zuckenden Bewegungen führen würde. Darunter leidet dann insbesondere die Lesbarkeit. Diese Überlegung führte zu den Erkenntnissen aus Kapitel 6.1.

Diese Arbeitsphase war sehr informativ, im Bezug auf die Medienbenutzung. Während des Entwurfes für das „Mock-Up“ wurde man mit den konkreten Probleme konfrontiert, die sich auch in der fertigen Anwendung wiederfinden.

- Wo sollen Textfelder erscheinen?
- Welche Probleme hat Text außerdem?
- Welche Medien sollen eingesetzt werden?
- Wie soll der Bildschirmplatz eingeteilt werden?
- Wie läuft die Interaktion Benutzer-System ab?
- Welche Funktionalität soll noch hinzugefügt werden?



Abbildung 7: Ein Interaktives Spiel

12 Der nächste Schritt

Der erste Prototyp nutzte nicht Möglichkeiten der AR, nämlich das Sichtbarmachen von Unsichtbaren. Außerdem war auch keine besondere Funktionalität drin, welche ihn von einem gedruckten Reiseführer oder eine Vitrine mit Fotos unterschied. Es gab keinerlei Interaktivität. Der zweite Prototyp war mehr spielerisch angelegt. Es sollte keine multifunktionelle visuelle Bibliothek sein, sondern den Benutzer in einem unterhaltsamen Spiel Wissen vermitteln.

In diesem weiterentwickelten Prototypen kamen Animationen zum Einsatz, um Spielfiguren im Blickfeld zu bewegen. Weiterhin sollte die Stadt Koblenz als Kulisse für das Geschehen dienen. Der Spieler sollte mit dem Fernrohr spezielle Punkte in der Stadt ausfindig machen, die nicht mehr so deutlich markiert waren wie in der vorherigen Version. Das Wissen war an Ereignisse im Spiel gekoppelt, erst wenn der Spieler einen Erfolg im Spiel erreicht hatte, bekam er Informationen präsentiert.

Die Hauptprobleme dieses zweiten Prototypen waren die fehlende Rahmenhandlung, die weitläufige Kulisse und das inkonsequente Nutzen der AR.

Ohne eine Rahmenhandlung erschienen das Geschehen und das gefundene Wissen beliebig und zufällig. Warum fand der Spieler die Informationen gerade da wo er sie fand? Konnte er die Orte durch Überlegung herausfinden, oder einfach nur durch Absuchen der Landschaft? Gerade da erwies



Abbildung 8: Die Arbeiter betreten das Fort

sich das koblenzer Stadtpanorama als hinderlich. Das Gebiet war zu groß, um erfolgreich suchen zu können, und es war zu weit weg vom Spieler. Er würde durch die Distanz eher zum Beobachter als zum Spieler. Und die AR diente immer noch nur zum einblenden von Texttafeln und Bildern, sowie Animationen der Spielfiguren. Diese Punkte wurden beim nächsten Schritt behoben.

13 Der endgültige Prototyp

Im folgenden Schritt vollzog der Entwurf eine große Veränderung. Das Szenario wurde vom Stadtgebiet Koblenz in das Fort Großfürst Konstantin versetzt. Die relativ gut erhaltenen Überreste der preußischen Festungsanlage waren in dreierlei Dingen hilfreich. Sie verengten das Anwendungsgebiet auf ein gut überschaubares Areal, sie gaben eine gute Vorlage für eine Rahmenhandlung, nämlich die Zeit der Preußen in Koblenz und sie lieferten eine Grundlage für die Anwendung von AR-Technik, nämlich das Sichtbarmachen von Unsichtbaren.

13.1 Die Preußen in Koblenz

Das Fort Großfürst Konstantin wurde zwischen 1822 und 1827 als Teil der Großfeste Alexander errichtet. Um fundiert Wissen aus dieser Zeit an den

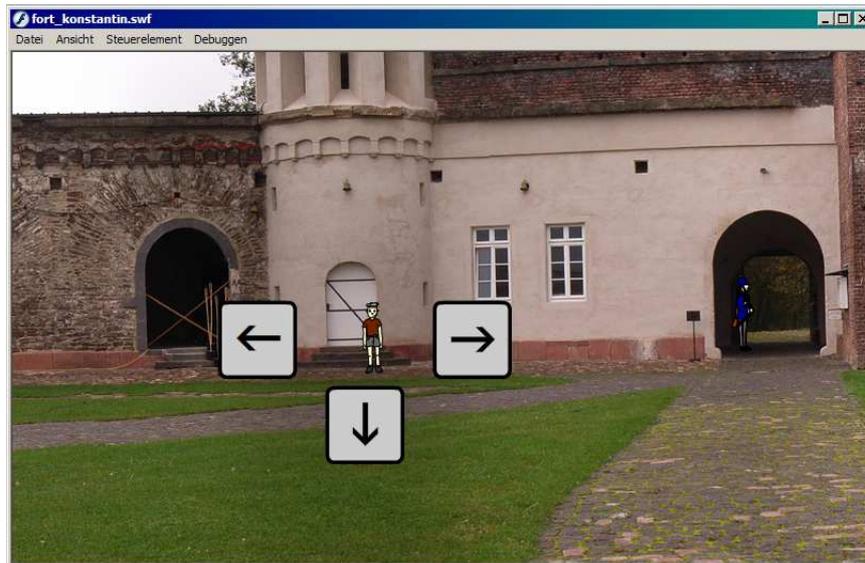


Abbildung 9: Die Wahlmöglichkeiten der Spielfigur

Benutzer vermitteln zu können, war eine tiefgehende Recherche zu den Themen Festungsanlagen[12], wirtschaftliche und soziale Situation[10] sowie allgemeine Situation der Bevölkerung[2] notwendig.

Nachdem feststand, dass das Spiel in den Mauern des Forts spielen sollte, war auch schnell eine Rahmenhandlung erdacht. Die Spielfigur schleicht sich mit einigen Arbeitern, die im Fort ihrer Arbeit nachgehen, in das selbige um sich dort etwas umzuschauen. Da die Situation der Stadtbevölkerung aufgrund der preussischen Besatzung zu der Zeit sehr schlecht war, wollte die Spielfigur etwas im Fort finden, was ihr das Leben erleichtert. Dazu bewegt sie sich im Fort, betritt Räume, findet Gegenstände und Geräte und entkommt zu guter Letzt aus dem Fort.

Von außen ist natürlich nur die Fassade des Forts sichtbar. Damit die Spielfigur auch im inneren des Forts agieren kann, werden über das Fort Bilder aus den Räumen augmentiert, sodass der Eindruck entsteht die Fassade würde durchsichtig werden und so den Blick ins Innere freigeben.

13.1.1 Storydesign

Im ersten Schritt wurde eine kurze Rahmenhandlung überlegt und diese in normalem durchgehendem Text ausgeführt. Anhand dieser Geschichte wurden alle Aktionsmöglichkeiten der Spielfigur offensichtlich. Was wird im Spielverlauf benötigt? In welche Richtung soll die Bewegung der Spielfigur gelenkt werden? Welche Orte werden aufgesucht und wie müssen sie

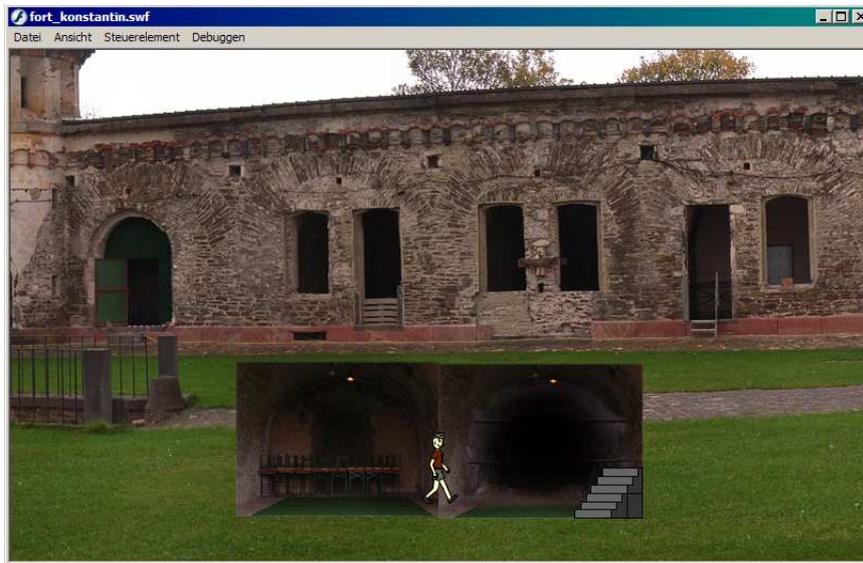


Abbildung 10: Unterirdische augmentierte Räume

ausgestattet sein?

Als nächstes wurde ein gezeichnetes Storyboard angefertigt, dieses half dabei das Geschehen im Spiel zu visualisieren und die Entwürfe für die virtuellen Komparnen zu konkretisieren. Das Verhalten und die Positionen der Nichtspielercharaktere wurden definiert und die verschiedenen Arten Wissensinhalte zu vermitteln unterschieden. Aus dem Storyboard entwickelte sich die Statemachine, welche den kompletten Spielablauf darstellte und an Hand welcher das entgültige Programm entwickelt worden ist.

13.2 Das Programm

13.2.1 Flash

Das Programm ist eine Windowsanwendung, welche mit Hilfe von Macromedia Flash und ActionScript entwickelt worden ist. Flashanwendungen orientieren sich an einer Bühnenmetapher. Dem Benutzer wird eine Bühne zur Verfügung gestellt. Dies ist der Teil der Anwendung, der später sichtbar ist und auf dem das Geschehen stattfindet. Die Bühne verfügt über eine Zeitleiste, an welcher vorgegeben werden kann, zu welchem Zeitpunkt bestimmte Objekte auf der Bühne zu sehen sind und wie sie sich gegenseitig verdecken. Beim Start der Anwendung wird ein Abspielkopf gestartet, der linear die Zeitleiste entlang läuft. Das Programm blendet entsprechend der Position des Abspielkopfes die Objekte auf der Bühne ein und aus. Den

Objekten können Bewegungen und Verformungen zugeordnet werden, die diese dann während ihrer Bühnenpräsenz ausführen. Die Objekte, in Flashsprache MovieClips genannt, können wiederum weitere Objekte enthalten, welchen auch verschiedenes Verhalten zugeordnet werden kann. Mit Hilfe der Programmiersprache ActionScript kann den Objekten verschiedenstes Verhalten hinzugefügt werden, um ein Höchstmaß an Interaktivität und Funktionalität zu erhalten.

13.2.2 Funktionsweise

Das Programm spielt auf einer Bühne der Größe 800 * 480 Pixel. Auf dieser Bühne liegt eine sehr viel größere Panoramafotografie des Forts Konstantin. Mit einer speziellen Funktion, die immer wieder aufgerufen wird, wird diese Fotografie mit Hilfe der Maus über der Bühne hin und her geschoben, was den Eindruck eines Schwenks mit dem Fernrohr simuliert. Im Vorfeld wurde ein Zustandsübergangsdiagramm entworfen, in welchem das Spiel vom Anfang bis zum Ende in Zustände unterteilt wurde. Diese Zustände sind durch Kanten miteinander verbunden. Die Zustände entsprechen einer bestimmten Position im Spiel, die Übergänge einer bestimmten Alternative, die der Spieler wählen muss um das Spiel in den nächsten Zustand überzuleiten. Die meisten dieser Zustände besitzen allerdings auch Übergänge die zum Zustand selbst zurückführen. Dank des Storyboards war es möglich das Spiel so anzulegen, dass in jedem Zustand die Spielfigur eine feste Position auf der Bühne bekam, die als Start- und Endpunkt für alle Alternativen dient, welche keinen Zustandsübergang herbeiführen. Dies wiederum vereinfacht die Erstellung von Inhalten, welche in beliebiger Reihenfolge ausgeführt werden können.

Die Hauptzeitleiste der Bühne ist unterteilt worden in einen init Bereich und in weitere state Bereiche, welche den Zuständen aus dem Diagramm entsprechen. Im init Bereich werden einige globale Funktionen und Variablen deklariert und der Abspielkopf der Zeitleiste wird angehalten, dann wird der erste Zustand aufgerufen. Jeder Zustand spielt als erstes, falls vom Zustandsdiagramm vorgegeben, eine Animation auf der Bühne ab. Dann überprüft er in einer globalen Tabelle, ob er schon einmal aufgerufen worden ist. Falls nicht, initialisiert er ein Array, in welchem die möglichen Alternativen stehen, die der Zustand anbietet, also, welche der Spieler wählen kann. Dabei weiss der Zustand nicht, welche davon in den nächsten Zustand überführt. Als nächstes werden auf der Bühne, relativ zur Panoramafotografie, die in ebendiesem Array eingetragenen Alternativen eingeblendet. Dann aktiviert der Zustand einen sogenannten Listener. Dies ist ein Programmkonstrukt, welches auf Ereignisse wartet. In diesem Fall ist es ein Keyboardlistener, der auf Tastatureingabe wartet. Auf Tastendruck wird dann im Alternativenarray geprüft welcher MovieClip (Objekt) wo relativ zur Fotografie auf der Bühne positioniert werden muss, der Array-

eintrag wird entfernt, damit die Alternative nicht noch einmal angeboten wird, der MovieClip wird angezeigt und am Ende des MovieClips wird festgestellt ob das Spiel im nächsten Zustand weitergeht oder ob es zum gleichen Zustand zurückkehrt.

Hierbei sei eine Eigenheit von Flash erwähnt. Kehrt der gewählte MovieClip nach dem Abspielen in den gleichen Zustand zurück, in dem er auch aktiviert/angehängt worden ist, so ignorierte die Anwendung jeglichen ActionScript Code in diesem Zustand, und das Spiel startete den Abspielkopf, was zu einem undeterministischen Verhalten der Anwendung führte. Deshalb ist der Code zum Anhängen und Abspielen der gewählten Alternativen in spezielle Zwischenzustände ausgelagert.

Die Spielfigur, so wie alle anderen Personen, Gegenstände und Räume im Spiel werden relativ zur Panoramafotografie eingeblendet, sämtliche Textfelder relativ zur Bühne. So ist garantiert das sich die Figuren stets an ihrem richtigen Platz befinden und der Text für den Spieler ebenfalls immer gut lesbar bleibt.

Der Spieler bewegt den Bildschirmausschnitt mit der Maus und benutzt die Pfeiltasten der Tastatur, um aus den angebotenen Alternativen eine auszuwählen. Auf diese Wahl hin führt die Spielfigur eine Handlung aus. Sie bewegt sich an einen Ort und berichtet dem Spieler über Besonderheiten die sie vorfindet. Dieses geschieht mit Hilfe eines Textfeldes am oberen Bildschirmrand. An manchen Stellen erscheint eine Text- und Bildtafel, welche Informationen zu einem bestimmten Thema enthält. Diese Tafel überlagert im Gegensatz zum kleinen Textfeld die komplette Bühne.

Das Programm ist so entworfen, dass keine Schleifen im Bewegungspfad des Spielers entstehen können, damit das Spiel definitiv terminiert. Deshalb werden einmal betretene Pfade dem Spieler nicht wieder zur Wahl gestellt. Es ist aber sehr wohl möglich Informationen zu verpassen, da diese im Zustandsübergangsdiagramm nicht nur in den Übergängen sind, die von einem Zustand zum nächsten führen.

Teil VI

Fazit und Ausblick

14 Der Versuch

Um festzustellen, wie wirksam das Lernen mit einer AR-Anwendung ist, und ob überhaupt ein Lerneffekt eintritt, wurde ein kleiner Versuch durchgeführt. Leider ist die Gruppe der Probanden relativ klein und in keiner Weise repräsentativ, aber es ist eine Tendenz erkennbar, die durchaus Rückschlüsse ziehen lässt.

Im Programm sind an mehreren Stellen Wissensinhalte platziert, die der Spieler erklärt bekommt, wenn die Spielfigur an der entsprechenden Stelle ankommt. Dabei gibt es zwei verschiedene Arten auf die das Wissen dargestellt wird.

- direkte Methode
Das Wissen wird eindeutig und klar erkennbar präsentiert, indem der gesamte Bildschirm der Anwendung mit einer Texttafel und einem Bild überlagert wird.
- indirekte Methode
Das Wissen wird von den Spielfiguren erwähnt, ohne explizit dem Spieler bekannt zu machen das es sich um Wissen handelt.

Hinzu kommt noch die Eigenschaft des Spiels, dass der Spieler an Wissensinhalten vorbeilaufen kann, ohne es zu erfahren. Dieses Wissen ist als versteckt bezeichnet.

Im Versuch haben 12 Personen das Spiel genau ein Mal spielen dürfen, einige davon in Anwesenheit eines Beobachters, der das Verhalten der Spieler während des Spielens in Augenschein nahm. Bevor der Test gestartet wurde, wurde den Spielern die Handhabung des Spiels erklärt. Das Programm ist so gestaltet, dass vor dem eigentlichen Beginn des Spiels der Benutzer sich mit der Handhabung der Steuerung vertraut machen kann. Bei den durch den Prüfer beobachteten Personen fiel auf, dass diese nur eine sehr kurze Zeit, von 10-20 Sekunden, dazu benötigten. Die gesamte Spieldauer hingegen lag zwischen 4 und 7 Minuten. Einen Tag später wurde das Wissen der Spieler mit Hilfe eines Fragebogens überprüft.

Eine Kontrollgruppe von 10 Personen bekam das gleiche Wissen, welches im Spiel enthalten ist, als Text. Auch sie wurden einen Tag später mit dem gleichen Test konfrontiert.

Im folgenden ist das Wissen und seine Art aufgezählt, das die Spieler erlangen konnten:

- Das Jahr in dem das Spiel spielt, 1859, direkt
- Fort Konstantin gehört zur Feste Alexander, indirekt
- Fakten über den preußischen Taler und die alternative Währung Franc, direkt, versteckt
- Der Tunnel zur Feste Alexander, Kommunikation genannt, indirekt
- Fakten über Kanonen, direkt, versteckt
- Fakt über den Schützenturm, indirekt, versteckt
- Der Begriff der Kasematte, indirekt
- Fakten über Streichhölzer, direkt
- Überreste eines Klosters, indirekt
- Fakten über die Pickelhaube, direkt, versteckt

Demgegenüber steht der Text den die Leser bekamen, er enthält exakt die gleichen Fakten des Spiels:

...Im Jahre 1859 war das Fort Großfürst Konstantin bereits fertiggestellt, allerdings wurden nach der Fertigstellung Umbaumaßnahmen notwendig. Zu diesem Zweck sind immer wieder Bauarbeiter eingestellt worden, welche dem preußischen Militär halfen. Entlohnt wurden sie dafür mit der zu diesem Zeitpunkt gültigen Währung, dem preußischen Taler. Allerdings konnte man in Koblenz auch mit dem französischen Franc bezahlen. Für einen Taler bekam man 12 kg Brot oder ein paar Schuhe. Oder 250 g Tee. Das Fort Konstantin gehörte zur Großfeste Alexander, welche durch eine Kommunikation, einem 500 m langen Tunnel, mit dem Fort verbunden war. Das Fort selbst war selten armiert, und schon gar nicht voll. Kanonen gehörten zu den teuersten Waffen, sodass sich nur selten welche im Fort befanden. Und wenn, dann nur einige wenige. Diese standen dann in den Kasematten, den schusssicheren Räumen mit Geschützcharten. Es gab aber auch Türme für Gewehrshützen, welche nur die schmalen Gewehrshützen besitzen. Das Fort steht auf den Ruinen eines alten Klosters. Davon übriggeblieben sind einige Bodenplatten, die in einem Raum des Forts heute noch besichtigt werden können. Mit den Preußen verbinden viele die markante Uniform, deren herausragendstes Stück die Pickelhaube ist. Eingeführt wurde sie 1842 und ihre Spitze sollte den Träger vor Säbelschlägen auf den Kopf schützen, die dadurch abgelenkt wurden. Der Soldat konnte sie abschrauben,

und einen Helmbusch an der Haube befestigen. In dieser Zeit machte eine bereits bekannte, aber verbesserte Erfindung die Runde, das Streichholz. Denn erst seit kurzem gab es Streichhölzer ohne Schwefel und Phosphor. Denn gerade das Phosphor führte nicht nur dazu das sich die Hölzer von selbst entzünden konnten, es war auch hochgradig giftig...

Der Fragebogen: Dies sind die Fragen und möglichen Antworten die an beide gestellt worden sind. Die richtigen Antworten sind jeweils kursiv gedruckt.

1. Auf welchen Zeitpunkt bezieht sich der Text?
 - (a) 1759
 - (b) 1809
 - (c) *1859*
2. Womit wurde in Koblenz bezahlt?
 - (a) *mit Talern*
 - (b) *mit Franc*
 - (c) mit Mark
3. und was bekam man für eine/n Taler/Franc/Mark?
 - (a) *12 kg Brot*
 - (b) *ein Paar Schuhe*
 - (c) *250 g Tee*
4. Zu welcher Großfeste gehörte das Fort Konstantin
 - (a) Feste Franz
 - (b) Feste Peter
 - (c) *Feste Alexander*
5. Mit der Feste war das Fort verbunden durch...
 - (a) *eine Kommunikation*
 - (b) eine Verbindung
 - (c) *einen Tunnel*
6. Das Fort hatte so wenige Kanonen, weil diese...
 - (a) zu schwer waren
 - (b) *zu teuer waren*
 - (c) zu ungenau waren
7. Wenn im Fort Kanonen waren, standen diese in der...
 - (a) *Kasematte*
 - (b) Kombüse
 - (c) Kakertratte

8. Wer durfte vom Turm feuern?
 - (a) Der Hauptmann
 - (b) Der Obermaat
 - (c) *Der Schütze*
9. Das Fort steht auf den Ruinen...
 - (a) einer Faktorei
 - (b) *eines Klosters*
 - (c) einer Brauerei
10. Was war das besondere an der Pickelhaube?
 - (a) Sie konnte zum Topf umfunktioniert werden
 - (b) *Sie schützte vor Säbelschlägen*
 - (c) Sie war sehr leicht.
11. Warum waren Phosphorstreichhölzer gefährlich?
 - (a) *Sie waren giftig*
 - (b) *Sie konnten sich selbst entzünden*
 - (c) Sie brachen ab wenn sie brannten

Die zusammengefassten Testergebnisse stehen in Tabelle 1. Die genauen Antworten finden sich in Tabellen 3 und 4 auf Seite 49.

Desweiteren wurden die Spieler zum Spielempfinden selbst gefragt. Sie sollten mit Werten zwischen 1(sehr zutreffend) und 6(gar nicht zutreffend) Antworten. Im Folgenden sind die Fragen nebst dem durchschnittlich angegebenen Wert aufgezählt.

Das Spiel an Sich hat mich interessiert	2,18
Die Technik „Maus-Tastatur“ hat mich überfordert	4,9
Ich hätte es gerne noch mal gespielt	3
Ich hätte mir mehr Freiheiten im Spiel gewünscht	2,45
Es hat mir Spaß gemacht	2,18
Ich habe etwas Neues erfahren	1,45

15 Fazit

15.1 Interpretation der Testergebnisse

Auf den ersten Blick sehen die Ergebnisse ernüchternd aus. In fast allen Fragen waren die Leser besser als die Spieler. Tabelle 2 enthält die zwei Arten der Auswertungsmöglichkeit der antworten. Bei der strengen Betrachtung wurden nur die Antworten als korrekt bewertet, die bei mehrfachen möglichen Antworten alle korrekten angegeben hatten. Bei der Laxen

Frage Nr.	versteckt	in-/direkt	Spieler	Leser
1	n	direkt	75%	80%
2	j	direkt	33%	60%
3	j	direkt	25%	50%
4	j,n	indirekt	66%	70%
5	n	indirekt	0%	40%
6	j	direkt	58%	90%
7	n	indirekt	75%	90%
8	j	indirekt	50%	60%
9	n	indirekt	100%	70%
10	j	direkt	66%	100%
11	n	direkt	42%	60%

Tabelle 1: Die Anzahl der Richtigen Antworten je Frage und Gruppe in Prozent

Gruppe	streng	lax
Spieler	53%	73,48%
Leser	70 %	88,18%

Tabelle 2: Im Durchschnitt korrekt beantwortete Fragen in Prozent

genügt mindestens eine richtige Antwort aus mehreren möglichen, um die Frage als korrekt beantwortet gelten zu lassen.

Eine genauere Betrachtung relativiert den ersten Eindruck des schlechten Abschneidens der Spieler. Wie bereits erwähnt, ist viel Wissen im Spiel versteckt. Beim einmaligen Spielen ist es sehr gut möglich, dass der Spieler an diesen Informationen vorbeiläuft. Das durch den Beobachter, der bei einigen Probanden anwesend war, festgestellte Spielverhalten bestätigt diese Annahme. Viele Spieler versuchten zu Beginn des Spiels die Spielfigur möglichst weit weg vom Eingangstor fort zu bewegen.

15.1.1 Details zu einzelnen Fragen

Frage 2 und Frage 3 beziehen sich im Spiel auf eine Versteckte Information. Die Spieler, die auf diese Frage falsch geantwortet haben, haben höchstwahrscheinlich die dafür notwendigen Informationen gar nicht gesehen. Das Wissen von Frage 4 ist im Spiel an zwei Stellen vorhanden. Beide Male indirekt, ein Mal davon versteckt. Das Wissen für Frage 7 ist ebenfalls zwei Mal im Spiel vorhanden, doch diese wurde, im Vergleich zu Frage 4, von den Spielern besser beantwortet. Es geht um den Begriff der Kasematte.

Dieser dürfte den wenigsten Spielern geläufig sein und ihnen durch seine Außergewöhnlichkeit besser im Gedächtnis verblieben sein.

Von besonderem Interesse ist die Antwort auf die Frage 5. Hier wurde als Korrektur nur die Antwort gewertet, die sowohl Tunnel als auch Kommunikation enthielt. Dies hatte keiner der Spieler angegeben. Betrachtet man die Frage weniger streng, und lässt auch Antworten gelten, die nur eines der beiden nannte, steigt der Prozentsatz der richtigen Antworten stark an. Nur einer der Spieler wusste nicht mehr, worum es sich bei der Verbindung genau handelte. Die meisten wussten noch, dass es ein Tunnel war. Dies könnte auf die Präsentation im Spiel zurückgeführt werden, denn dieses Wissen erlangte die Spielfigur, während sie neben dem Tunnelleingang stand.

Fragen 6 und 10 enthalten hingegen wieder verstecktes Wissen.

Sehr interessant sind die Antwortzahlen zu Fragen 9 und 11. Alle Spieler wussten noch, dass das Fort auf den Ruinen eines Klosters erbaut worden ist. Diese Information ist als indirekt eingestuft, allerdings wird sie auf eine besondere Weise präsentiert. Es ist eine Zwischensequenz, in der der Spieler nur zuschauen darf, wie zwei Nichtspielercharaktere die Szenerie betreten, sich über das Kloster unterhalten und die Szene wieder verlassen. Es ist eine indirekte Methode, die aber scheinbar sehr stark die Aufmerksamkeit des Spielers gebunden hat. Die Bewegung und das unerwartete Auftreten zweier neuer Charaktere sowie der Verlust der Aktionsmöglichkeit könnten Gründe dafür sein.

Frage 11 hingegen zeigt ein sehr schlechtes Ergebnis. Die Information, die diese Frage beantwortet, ist direkt und nicht versteckt. Jeder Spieler hat sie gesehen, trotzdem konnten nur wenige die richtige Antwort geben. Warum haben nur so wenige die richtige Antwort gegeben? Das könnte nun bedeuten, dass es irrelevant ist ob eine Information versteckt ist, oder nicht, der Benutzer vergisst sie. Dies würde die Annahme revidieren, die Probanden hätten bei Fragen 2 und 3 so schlecht abgeschnitten, weil sie die Informationen nicht gesehen haben. Eine genauere Betrachtung der gegebenen Antworten lässt allerdings erkennen, dass die Probanden sich zwar nicht an alle Fakten erinnern konnten, aber mindestens eine Tatsache behalten haben. Nur einer der Spieler (Nr.5) gab an, etwas im Text gelesen zu haben, was nicht drin stand.

15.1.2 Spielerverhalten

Einige der Probanden zeigten beim Spielen gar kein Interesse an den Texten, insbesondere an den direkten Texttafeln. Während die kleinen Textfelder, welche die Kommentare der Spielfigur sind, gelesen wurden, sind die Texttafeln nach einem kurzen Blick sofort weggedrückt worden, um

zum Spiel zurückzukehren. Andere wiederum gaben an, nachdem sie den Test ausgefüllt hatten, sie hätten gar nicht erwartet über Wissensfragen abgefragt zu werden, und haben die Texte nicht konzentriert gelesen, weil sie dachten, der Versuch ginge vornehmlich um die Spielanwendung. Eine Person fühlte sich sehr eingeschüchtert, als sie erfuhr, sie müsse nun ein Spiel spielen, da „sie nicht wisse wie man Spiele am Computer spielt“. Diese Person war nach dem Test allerdings sehr angetan und äußerte den Wunsch nach mehr detaillierten Wissen, da einige Begriffe im Spiel nicht genügend erklärt worden sind.

Aus den durchschnittlichen Zahlen zum Spielempfinden kann geschlossen werden, dass die Probanden sich eher für den spielerischen Aspekt interessiert hatten, als für das vermittelte Wissen. Dies kann an der Versuchsanordnung liegen. Einige gaben an, als Tourist im Urlaub wären sie an die Sache ganz anders heran gegangen, als Probanden für ein unbekanntes Thema. Die eher positive Einstellung zum wiederholten Spiel wurde unterstrichen durch einige Probanden, die direkt nach dem Spiel aussagten, sie hätten noch gar nicht alles gesehen, und würden ganz gerne noch einmal spielen.

Es ist positiv zu vermerken, dass die Spieler angeben, sie hätten nicht nur Spaß gehabt, sondern auch, dass sie das Gefühl haben etwas Neues erfahren zu haben.

15.2 **Schlußfolgerung**

Folgende Schlüsse können nun gezogen werden.

1. Es ist durchaus möglich in einer AR-Anwendung dem Benutzer Wissensinhalte zu vermitteln.
2. Das Wissen darf nicht in großen Blöcken präsentiert werden. Die direkt in Texttafeln angebotenen Wissensinhalte blieben nur teilweise im Gedächtnis (Frage 11)
3. Mit einem starken Reiz zur Bindung der Aufmerksamkeit (Bewegung, unerwartetes Erscheinen), kann die Merkleistung gesteigert werden (Frage 9). Der Benutzer darf jedoch nicht überreizt werden!
4. Das gelernte Wissen wird steigen durch wiederholtes Spielen. Erstens wird bereits Gelerntes verstärkt, zweitens können neue Wissensinhalte hinzu kommen.
5. Eine geschickte Wahl von Text und Bild kann Einfluß nehmen auf das Gelernte (Frage 5).
6. Wissensvermittlung und Spaß können in einer spielerischen Anwendung verbunden werden.

16 Ausblick

Dieses letzte Kapitel beschreibt wie ein weiteres Vorgehen zum Thema AR-Touristeninformation aussehen könnte.

16.1 PreProduction

Ein weiterer Test mit einer größeren und repräsentativen Probandengruppe könnte bessere Schlüsse ziehen lassen. Erst im Laufe der Auswertung des Versuches fiel auf, dass der Fragebogen geschickter hätte aufgestellt werden können. Es sollte besser untersucht werden, ob die Spieler verstecktes Wissen gefunden haben oder nicht. Momentan kann man nicht unterscheiden ob der Spieler es gefunden hat, oder einfach nur geraten hat.

Ebenso sollten Mehrfachantworten nicht benutzt werden, da ihre Auswertung problematisch ist. Wenn diese Fragen streng bewertet werden, kommen die Spieler auf eine durchschnittliche Anzahl korrekter Antworten von 53%, bei laxer Bewertung schon auf über 73%. Zwar schneiden die Spieler schlechter ab als die Leser, doch die Zahlen sind nicht so viel schlechter, als dass man ein Mißlingen rechtfertigen könnte. Vor allem die positive Selbsteinschätzung der Spieler etwas gelernt zu haben, und dabei Spaß zu haben bestärkt in der Annahme, dass AR auf spielerische Weise zur Informations- und Wissensvermittlung eingesetzt werden kann.

16.2 Hardware

Für eine AR-Anwendung käme am ehesten eine „Video-see-Through“ Architektur in Frage. Wegen der vielen Überlagerungen, die ein optisches System nicht absolut opak darstellen kann, würde die Anwendung ihren Realitätsbezug verlieren. Insbesondere eine durchscheinende Spielfigur ist als nicht akzeptabel zu betrachten. Ebenso die hineinaugmentierten Fotografien der Räume würden bei fehlender Deckkraft ihre Wirkung verfehlen, und eher verwirren als nützen.

Die Latenzen eines solchen Systems dürften für eine derartige Spielanwendung nicht sehr relevant sein, da es sich nicht um ein actionbasiertes Spiel handelt, in dem zeitlich und örtlich präzise Spielerkommandos notwendig sind.

16.3 Software

Durch geschicktes Storydesign, welches eine Vielzahl von Wegen für die Spielfigur ermöglicht, können die Spieler über längere Zeit motiviert werden das Spiel immer wieder neu zu Spielen. Der Erkundungsdrang, Neugier und das Gefühl etwas verpasst zu haben bewegt die Spieler zu einem neuen Versuch. Eine Punkteanzeige könnte dieses Gefühl verstärken. Sie

sagt dem Spieler nicht unbedingt eine Punktzahl, sondern ein Verhältnis von gefundenen zu maximal erhältlichen Wissensinhalten („Sie haben 4 von 10 Punkten erreicht. Möchten Sie noch einmal Spielen?“)

Unbedingt sollte ein Mechanismus eingeführt werden, der den Blick des Spielers auf das Spielgeschehen lenkt. Zwar verpasst der Spieler ohne einen solchen Mechanismus keine Wissensinhalte, da diese immer im Blickfeld eingeblendet werden, aber er verpasst eventuell Handlung die außerhalb stattfindet. Dies kann zur Verwirrung des Spielers führen, und Entscheidungen für das weitere Vorgehen erschweren.

Um die Akzeptanz der AR zu erhöhen wäre es wichtig die Spielfiguren komplett zu animieren. Ebenso wäre eine Vertonung von Vorteil. Allerdings störten sich die Probanden nicht an der Bewegungsarmut der Spielfigur. Nur einer der Probanden bemerkte dem Beobachter gegenüber, dass sich die Figuren nicht bewegen.

Da das Fort Konstantin zwar komplett begehbar ist, aber viele der für das Spiel benötigten Örtlichkeiten schwer fotografierbar sind, mussten nur wenige Fotos für die Innenraumdarstellung genügen. Diese wurden teilweise sehr stark retuschiert, um sie ins Spiel einzupassen. Korrekt ausgeleuchtete Fotos in der richtigen Perspektive erhöhen den Eindruck des „durch-die-Wand“-sehens. Einige Spieler äußerten den Wunsch nach mehr Bewegungs- und Handlungsfreiheit, doch dies ist nach den Überlegungen aus Kapitel 10.2 abzulehnen.

Abschließend bleibt zu sagen, dass es einfacher war, die Probanden für das Spiel zu finden, als die Leser für die Kontrollgruppe.

	Sp.1	Sp.2	Sp.3	Sp.4	Sp.5	Sp.6	Sp.7	Sp.8	Sp.9	Sp.10	Sp.11	Sp.12
1	B	C	C	C	C	C	C	C	X	B	C	C
2	A	A,B	C	A	C	C	A,B	A	B	A,B	A,B	C
3	B	C	A,B,C	A	C	A	A,B,C	A,C	X	A,B,C	B,C	C
4	A,C	C	C	B	C	A	C	B	C	C	C	C
5	C	C	b,c	C	C	C	B	C	C	C	A	C
6	B	A,B	A,B	C	A,B,C	B	B	B	B	B	B	C
7	A	C	A	C	A	A	A	A	X	A	A	A
8	A,B	C	A	A	A,B,C	A	C	C	B	C	C	C
9	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
10	B	B	A,B	B	A,B	B	B	C	B	B	B	A,B,C
11	B	B	A,B	A	A,B,C	A	A,B	A,B	B	A,B	B	A,B

Tabelle 3: Die Antworten der Spieler im Detail

	Lsr.1	Lsr.2	Lsr.3	Lsr.4	Lsr.5	Lsr.6	Lsr.7	Lsr.8	Lsr.9	Lsr.10
1	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C
2	A,B	A,B	A,B	A	A	A	A,B	A,B	B	A,B
3	A,B,C	A,B	A,B,C	A,B,C	A,B	A,B	A,B,C	A,B	A,B	A,B,C
4	C	C	C	C	X	C	C	A	A	C
5	A,C	A,C	A	A,C	C	A	C	C	C	A,C
6	B	B	B	B	B	B	B	B	C	B
7	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A
8	C	C	C	A	C	C	X	X	A	C
9	B	B	A	B	B,C	B	B	X	B	B
10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
11	A,B	A,B	A,C	A	A,B	A	A,B	A,B	B	A,B

Tabelle 4: Die Antworten der Leser im Detail

A Bildnachweise

Schema des AR-Telescope auf Seite 5 aus [6] und [7]

Bild des XC-01 auf Seite 8 aus [11]

Münzen im Spiel von <http://www.anumis.de>

Kanonen im Spiel von <http://www.preussenweb.de>

Streichholzschachteln von <http://www.zuendholzschachteln.de>

Pickelhaube im Spiel <http://www.kaiserbunker.com>

B Danke

- Professor Stefan Müller für die Motivation und Geduld
- Herrn Harald Pohl vom Verein Pro Konstantin der jeder Zeit Eintritt ins Fort gewährte
- meiner Frau Kerstin Wiebe für Motivation, Motivation und Motivati-
on, so wie Hilfe zum Thema Rechtschreibung,
- meiner Tochter Annika für die so nötige Ablenkung
- so wie allen „Testobjekten“:

Oliver Abert
Sarah Dammann
Alexander Fuchs
Jessica Gahn
Markus Gerhards
Saša Hasan
Michael Heberlein
Stefan Lange
Andreas Lehmann
Guido Lorenz
Kai Ludwig
Andreas Pinger
Michael Reitz
Michael Späth
Maik Stange
Matthias Stölzgen
Carsten Thomas
Heiko Wagner
Ulrich Wechselberger
Philipp Wojke

Literatur

- [1] Ronald T. Azuma. A survey of augmented reality. In *Presence: Teleoperators and Virtual Enviroments*, volume 6, pages 355–385, 1997.
- [2] Ingrid Batori. *Geschichte der Stadt Koblenz*, volume 2 – von der französischen Stadt bis zur Gegenwart. Konrad Theiss Verlag Stuttgart, 1993.
- [3] Fabien Chéreau. Stellarium. <http://stellarium.sourceforge.net>.
- [4] easypano.com. <http://www.easypano.com>.
- [5] Alexander Horn. <http://www.panowalk.des>.
- [6] Andrei Lințu and Marcus Magnor. Augmented Astronomical Telescope. In Torsten Kuhlen, Leif Kobbelt, and Stefan Müller, editors, *Second GI-Workshop VR/AR Procedeeings*, pages 203–213. Shaker Verlag, September 2005.
- [7] Andrei Lințu and Marcus Magnor. An Augmented Reality System for Astrnomical Observations. In *IEEE Virtual Reality 2006*, pages 119–126, Alexandria, Virginia, USA, March 2006. IEEE Computer Society, IEEE.
- [8] Opperman. Multimedialität von Informationspräsentation. In *Softwareergonomie Einführung*, pages 47–55, April 2003.
- [9] Didier Stricker, Bernd Lutz, Mario Becker, and Uli Bockholt. The augmented reality ocular.
- [10] Thomas Tippach. *Koblenz als preussische Garnison- und Festungsstadt*, volume A/53 of *Städteforschung*. Böhlau Verlag Köln, 2003.
- [11] Trigenios. *ar_telescope.pdf*. <http://www.trivisio.com>.
- [12] Klaus T. Weber. *Die Preussischen Festungsanlagen von Koblenz(1815-1834)*, volume 1. VDG Weimar, 2003.