

Augmented Reality

Die Erweiterung der Realität

Sarah Seifert, Mat.-Nr. 2146742

30. Oktober 2014

Zusammenfassung

3D-Modelle von Produkten, die es noch gar nicht gibt, Informationen jederzeit und überall. Die Erweiterung der Realität durch digitale Techniken, bildgebende Verfahren und den Einsatz von GPS ist mittlerweile allgegenwärtig, nicht zuletzt durch die weite Verbreitung von Smartphones und ähnlichen Geräten. Das Spektrum der Erweiterung der Realität reicht dabei vom Modell des neuesten Fahrzeugs, das schon jetzt im Detail besichtigt werden kann, über „Running Games“ in der realen Stadt bis hin zu Informationen für historische Orte, medizinischen aber auch militärischen Einsatz. Ziel dieser Arbeit ist es, einige typische Gebiete für „Augmented Reality“ – erweiterte Realität – vorzustellen, Vor- und Nachteile zu beleuchten und in der anschließenden Diskussion Nutzen und Risiken zu erörtern.

1 Einleitung

Im Gegensatz zu Virtueller Realität, von der doch einige bereits gehört haben, ist den meisten der Begriff Augmented Reality völlig fremd. Dabei sind wir tagtäglich – insbesondere seit der massiven Verbreitung von Smartphones und Tablets – von Anwendungen umgeben, die sich die Technik der „Erweiterten Realität“ zu nutze machen. In vielen Lebensbereichen finden sich Augmented-Reality-Systeme und -Anwendungen.

Neben dem Einsatz bei Militär, Operationen oder zur Schulung von Technikern rückt auch immer mehr der Bildungssektor in den Fokus. Das „digitale Klassenzimmer“ der Zukunft könnte bald nicht mehr nur aus einem Lehrercomputer und Tablets zur Bedienung von Lernapps bestehen, sondern zu virtuellen Experimentier-Abenteuern avancieren. Fotos und Gemälde im Geschichtsunterricht könnten durch dreidimensionale Schlachtnachstellungen ersetzt werden, die es den Schülern ermöglichen, nach Interesse mehr über einzelne Schauplätze zu erfahren. Die Möglichkeiten scheinen nahezu unbegrenzt und der Weg zu einer vollständig virtuellen Umgebung nicht allzu fern.

Doch trotz der rasanten Entwicklung der letzten Jahre zeigen sich immer noch Schwierigkeiten technischer wie gesellschaftlicher Natur. Während in Bereichen wie Bildung und Wissenschaft die positiven Effekte zu überwiegen scheinen, stellt sich auf dem Gebiet des militärischen Einsatzes die Frage der moralischen Vertretbarkeit. Langfristig wird sich auch die Frage aufdrängen, ob „die Fähigkeit, zwischen Realität und Fiktion unterscheiden zu können“ [6] der Gesellschaft verloren gehen könnte und „Fantasie“ Wenigen – den Erstellern der AR-Systeme – als Privileg vorbehalten sein wird.

Auf derartige Problemstellungen und Gedankengänge möchte ich in Abschnitt 4 in einer Diskussion eingehen. Zum Verständnis dieser werde ich in Abschnitt 2 die Grundlagen darlegen, das heißt den Begriff *Augmented Reality* (AR) umreißen und technische Hilfsmittel vorstellen. In Abschnitt 3 möchte ich aufzeigen, in welchen Bereichen sich AR bereits etabliert hat. Abschließend werde ich die wichtigsten Punkte aus Grundlagen, Anwendungsbereichen und Diskussion noch einmal zusammenfassen.

2 Grundlagen

Unter *Augmented Reality* oder *Erweiterter Realität* versteht man die Projektion von computergenerierten Daten in die reale Umgebung [1, 2]. Das heißt, die reale Umgebung, welche der Nutzer auf natürlichem Wege wahrnimmt, wird durch Objekte, Text oder Bilder ergänzt, die von einem technischen System (Computer/Smartphone) erzeugt werden, oder es werden reale Objekte durch Überblendung entfernt. Drei Charakteristika kennzeichnen ein AR-System [1, 2]:

1. Reale und virtuelle Elemente werden miteinander kombiniert,
2. Interaktivität in Echt-Zeit ist gegeben und
3. die Elemente werden dreidimensional registriert.

Echt-Zeit bedeutet im allgemeinen Verständnis, dass Änderungen durch Interaktionen möglichst ohne Verzögerung sichtbar werden. Diese Anforderung soll weitestgehend verhindern, dass generierte Objekte beispielsweise deplatziert angezeigt werden, weil der Nutzer seine Position verändert hat. Die dreidimensionale Registrierung dient dazu, dass sowohl generierte als auch reale Objekte wirken, als würden sie im gleichen Raum (Größenverhältnisse, Abstände, usw.) koexistieren. Als Beispiel einer solchen Koexistenz führt Azuma [2] den Film „Falsches Spiel mit Roger Rabbit“ an, in dem Cartoon-Figuren in der realen Welt mit realen Personen interagieren.

Durch das Einbetten in die reale Umgebung unterstützt Augmented Reality die Realität, anstatt sie komplett zu ersetzen. Genau dies unterscheidet Erweiterte Realität von der (allgemein bekannteren) Virtuellen Realität. Letztere ersetzt die reale Umgebung komplett durch computergenerierten Inhalt. Dieser Fakt macht die Nutzung von Virtueller Realität bislang noch sehr aufwändig. Das Erzeugen einer komplett generierten Umgebung ist rechenintensiv und auch die Interaktion mit der generierten Umgebung erfordert viel technischen Aufwand. Augmented Reality hingegen ist bereits in unserem Alltag angekommen.

In den meisten Fällen sind dazu dennoch technische Hilfsmittel notwendig. Deren Spektrum reicht von Bildschirmen über Marker und Tracking-Systeme bis hin zu „Komplettlösungen“, also Geräten, die mehrere benötigte Hilfsmittel in sich vereinen.

Zu Beginn der Entwicklung von AR-Systemen in den 1990er Jahren wurden so genannte *head mounted displays* (HMD) genutzt. Diese Systeme sehen aus wie futuristische große Helme, welche die Augen (halb) verdeckten. Selbst zu dieser Zeit gab es bereits zwei Ansätze: ein komplett videobasierter Ansatz und einer mit einem halbdurchlässigen Bildschirm [2]. Bei letzterem wird mit einem optischen Kombiniierer (halbdurchlässiger Bildschirm) die tatsächlich gesehene reale Welt mit dem computergenerierten Inhalt überlagert (schematischer Aufbau siehe Abbildung 1).

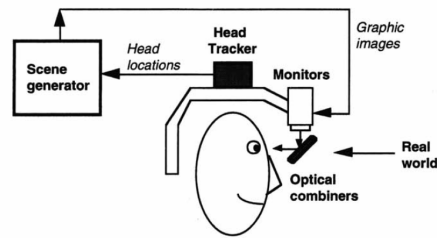


Abbildung 1: Halbdurchlässiger Bildschirm kombiniert reale und virtuelle Welt (schematisch) (Quelle: [2])

Der videobasierte Ansatz kombiniert Bilder einer oder zweier Videokameras, welche die reale Umgebung aufnehmen, mit den generierten Objekten. Das Ergebnis wird dem Benutzer über einen Bildschirm vor den Augen angezeigt. Der Nutzer sieht also die reale Welt nicht selbst, sondern wie es die Kamera(s) sehen. Neben den HMDs gibt es auch rein Bildschirm-basierte Systeme. Abbildung 2 zeigt beide Varianten schematisch.

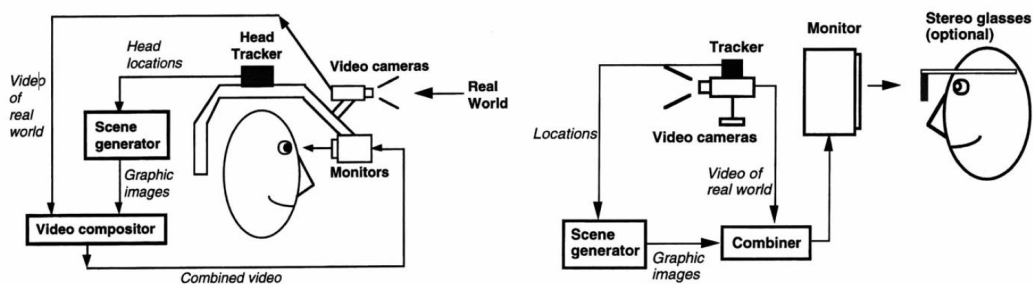


Abbildung 2: Video-basierter HMD (links) und rein Bildschirm-basiertes System (rechts), schematisch (Quelle: [2])

Auch hier nehmen Kameras die Umgebung auf. Das daraus generierte „erweiterte“ Bild wird auf dem Bildschirm angezeigt. Gibt der Bildschirm Stereobilder aus, muss der Nutzer entsprechende Brillen tragen, um das Ergebnis richtig sehen zu können. In der Medizin gibt es neben den beschriebenen Techniken noch halbdurchlässige Bildschirme, die ähnlich wie die halbdurchlässigen HMDs funktionieren, Operationsmikroskope und die Technik der Aufprojektion, die Modelldaten auf den tatsächlichen Operationsbereich abbildet, um nicht sichtbare Strukturen kenntlich zu machen. Als Weiterentwicklung der zum Teil immer noch großen HMDs kann die „Datenbrille“ von Google gesehen werden. Als halbdurchlässiger „Bildschirm“ kann sie virtuellen Inhalt einblenden.

Nicht nur die optische Komponente spielt bei Augmented Reality eine Rolle. Manche Anwendungen ermöglichen eine akustische Erweiterung, indem per Sprachausgabe Informationen an den Nutzer weitergegeben werden.

Neben den Ausgabegeräten werden zur Interaktion auch Eingabemöglichkeiten benötigt. Die einfachsten Eingabegeräte sind Controller, wie sie beispielsweise Spielekonsolen verwenden. Aber auch jede Tastatur oder Maus, jedes Touchpad oder medizinische Gerät kann, abhängig vom AR-System, dazu genutzt werden. Speziell entwickelte Handschuhe finden sich dagegen eher im Bereich der Virtuellen Realität.

Waren vor ein paar Jahren die meisten Systeme noch sehr groß, schwer und unhandlich, reicht inzwischen ein einfaches handliches Smartphone oder Tablet aus, um sich AR-Techniken zu bedienen. Alle Smartphones besitzen eine Kamera, mit der die Umgebung aufgenommen werden kann. Der Touchscreen dient sowohl als Ausgabebildschirm als auch als Eingabe-Schnittstelle. Tonausgaben sind ebenfalls kein Problem und die Rechenleistung übersteigt die früherer Computergenerationen bei weitem. Zudem besitzen die meisten dieser Geräte zusätzliche Funktionen und Sensoren wie GPS, Kompass oder einen Beschleunigungssensor. Diese wiederum werden zur Registrierung und zum Tracking eingesetzt.

Um eine möglichst genaue Registrierung, also die Anpassung von virtuellen Objekten an die reale Umgebung zu gewährleisten, kommen verschiedene Marker- und Trackingtechniken zum Einsatz [1]. Mittels *Markern* werden, wie es der Name schon sagt, Markierungen gesetzt, die vom AR-System erkannt und verarbeitet werden können. Die einfachsten Marker sind dabei Bar- oder QR-Codes, die Informationen zu zusätzlich bereitgestellten Inhalten enthalten. Auch in der Medizin kommen Marker zum Einsatz. So werden zur Operation verwendete Geräte mit Markern versehen. In diesem Fall kann es sich zum Beispiel um visuelle Marker – geometrische Muster auf kleinsten Scheiben – oder reflektierende Marker – Reflexion von Infrarotlicht – handeln. Diese Marker werden auch genutzt, um die Geräte im Raum zu orten, sie zu *tracken*. *Tracking* bezieht sich auf das Auffinden der Kamerapositionen, um die richtigen Umgebungen anzuzeigen. Der Nutzer erwartet eine genaue Positionsbestimmung durch das AR-System. Dies ist wichtig, da die reale Umgebung eine entscheidende Rolle für Augmented Reality spielt. Die Positionsinformationen werden beispielsweise aus GPS-Daten oder aus dem Kamerabild gewonnen. Diese werden genutzt, um die generierten Objekte zu positionieren. Zusätzliche Funktionen wie Kompass- oder Beschleunigungsdaten können dazu genutzt werden, einen realistischeren Eindruck von Position(srichtung) und Bewegung bzw. beweglichen Objekten zu geben.

Jedes AR-System hat Vor- und Nachteile. Auflösung, realistische Wirkung, Bewegungsfreiheit und andere Dinge spielen bei der Auswahl des AR-Systems eine entscheidende Rolle. Aufgrund der rapiden Entwicklung werden sich auch einige dieser technischen Problematiken lösen – man vergleiche die anfängliche AR-Nutzung vor etwa 20 Jahren, siehe [2], und die heutigen Möglichkeiten, wie sie etwa in [1] beschrieben sind. Dass sich Augmented Reality bereits in vielen Bereichen bewährt hat und zum Beispiel in der Bildung als vielversprechende Technik gehandelt wird [1, 4, 3, 6] werde ich im folgenden Abschnitt 3 anhand verschiedener Anwendungsgebiete aufzeigen.

3 Anwendungsbereiche von Augmented Reality

Die Nutzung von AR-Systemen im Alltag ist im Vergleich zu den Anfängen Mitte der 1990er Jahre rapide angestiegen. Was 1997 für Azuma [2] noch als zukünftig mögliche Anwendungsbereiche galt, ist heute bereits fest etabliert. Nicht zuletzt die enorme Verbreitung von Smartphones und Tablets sowie die rapide allgemeine Hardwareentwicklung haben dazu beigetragen. Dieser Abschnitt soll einen kurzen Einblick in die vielfältigen Anwendungsgebiete von Augmented Reality geben.

3.1 Augmented Reality im Entertainment-Bereich

Die wohl bekannteste Form von AR im Entertainment-Bereich ist das Agieren realer Personen und Objekte vor einem blauen oder grünen Hintergrund, der dann durch virtuell generierte Szenarien und Effekte ersetzt wird. Die meisten Filme verwenden diese Technik seit einigen Jahren, und auch in den täglichen Nachrichtensendungen ist dies inzwischen allgegenwärtig. Auch in Sportberichten werden AR-Techniken genutzt, um beispielsweise Weiten der führenden Athleten einzublenden, die anzeigen, ob der aktuelle Wurf oder Sprung eine ähnliche Weite aufweist.

Auch die Werbung wurde längst durch AR-Techniken erweitert. So springen nicht nur Werbefiguren durch Küchen oder Spielzeuge durch reale Restaurant-Umgebungen, es wird dem Konsumenten auch ermöglicht, sich 3D-Modelle von Produkten wie Fahrzeugen, Möbeln und Spielzeug auf Bildschirmen anzusehen und diese mittels Gesten oder einer Maus zu rotieren und bisweilen sogar Türen zu öffnen und Sitze zu falten [1].

Inzwischen ist es sogar möglich, eine Figur des Gesang-Programms „Vocaloid“ [7], Hatsune Miku, Live-Konzerte geben zu lassen [1]. Vocaloid ist ursprünglich lediglich ein Programm zur Erzeugung einer Gesangspur aus einer eingegebenen Melodie und Text. Hatsune Miku ist die eine der möglichen Stimmen, die durch Auswählen einer Sänger-Bibliothek bereitgestellt wird. Für diese Stimme wurde eine Figur im Manga-Stil entworfen. Diese Figur wird bei den Live-Konzerten als Hologramm projiziert.

Nicht nur die Synthesizer-Software macht sich AR zu Nutze. Spiele verschiedener Konsolen, zum Beispiel der Nintendo Wii, verarbeiten reale Nutzergesten, um die virtuellen Figuren bzw. Funktionen eines Spiels zu steuern. Doch nicht nur stationäre Konsolen sind in der Spieleindustrie im Bereich AR von Bedeutung. Smartphones und Tablets ermöglichen interaktive Spiele in der realen Umgebung. So gibt es beispielsweise die App „Zombies, Run!“, die ein interaktives Hörspiel darstellt [8]. Der Nutzer bekommt über sein Smartphone eine Geschichte erzählt und Anweisungen erteilt. Gleichzeitig sammelt er Zubehör, um seine „Basis“ zu Hause auszubauen. Es existieren weitere Spiele, in denen Gegenstände, Früchte oder Feen eingesammelt werden müssen, die in der realen Umgebung auftauchen. Während diese Spiele auf Einzelnutzer ausgelegt sind, haben Marcus Specht et al. [3] ein Mehrbenutzer-Spiel entwickelt, bei dem die zu sammelnden Karten von allen Nutzern gesehen werden, solange diese noch nicht von einem Spieler aufgesammelt wurde. Wie beim klassischen Memory müssen Kartenpaare gesammelt werden, die er an bestimmten realen Orten „ablegen“ kann und dafür Punkte erhält.

3.2 Augmented Reality in der Bildung

Augmented Reality hält Einzug in verschiedene Bereiche der Bildung: von Schule über Ausbildung bis hin zum Erkunden in der Freizeit.

Im schulischen Bereich werden zunehmend mehr Computer bzw. Tablets in den alltäglichen Unterricht integriert. Neben Hilfestellungen bietet sich hier der Einsatz von AR an. Aus der eigenen Schulzeit ist mir bekannt, dass einige Mitschüler Schwierigkeiten bezüglich der Vorstellungskraft hatten. So konnten sie sich schwer ein dreidimensionales Objekt im Geometrieunterricht vorstellen, das als Zeichnung auf zweidimensionalem Papier angefertigt werden sollte oder im Buch abgedruckt war. Mit Einsatz eines Tablets könnte ermöglicht werden, das Objekt nach Belieben zu drehen oder zu skalieren. Neben dem mathematischen Bereich

könnte auch ein Einsatz in den naturwissenschaftlichen Fächern das Verständnis fördern [1]. Experimente, die in der Schule nicht durchgeführt werden dürfen oder können, könnten digital simuliert werden. Zusätzlich könnten Applikationen genutzt werden, um dem individuellen Lerntyp der Schüler gerecht zu werden.

Nicht nur Tablets sind für den Einsatz von AR geeignet. Es wurden auch Bücher entwickelt, die 3D-Repräsentationen und Audiounterstützung bieten [1]. Hierbei sind verschiedenen Techniken im Einsatz, die es teilweise ermöglichen, normale Bücher mit AR-Inhalt anzureichern. Dabei wird der AR-Inhalt auf der Grundlage von Text und/oder Bildern des Buches erstellt. Spielerisches Lernen kann durch AR Gaming erreicht werden. Der Inhalt des Spiels kann dabei gezielt auf Lerninhalte so ausgerichtet werden, dass Schülern interaktiv Evolution näher gebracht oder historischen Abläufe demonstriert werden können. Schulausflüge als Rallies zu gestalten und damit die Schüler anzuspornen, ist dank AR-Applikationen ebenfalls kein Problem mehr. Fragebögen auf Papier sind hierbei überflüssig.

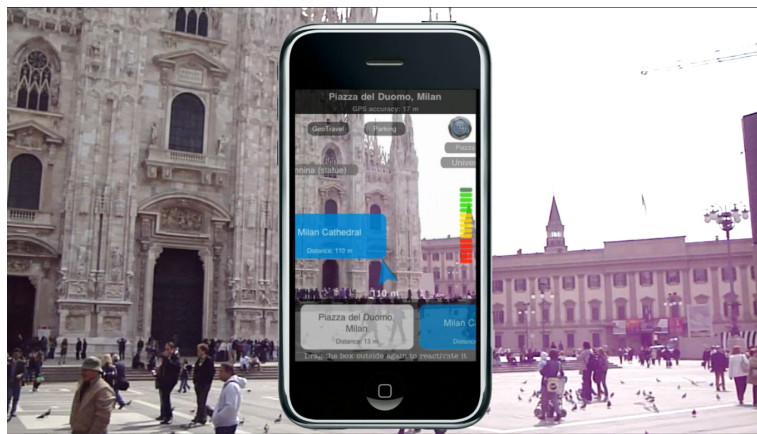


Abbildung 3: Annotationen für ein interessantes Gebäude (Quelle: [9])

Was Schülern bei einem Schulausflug nützt, ist auch für den interessierten Touristen nicht zu unterschätzen. Musste früher zuerst die Touristeninformation aufgesucht und ein Stadtführer erworben werden, kann dies alles ein Smartphone leisten. Touristisch interessante Gebäude und Orte werden mittels Kamera registriert und Informationen dazu angezeigt. Auch in der Nähe befindliche Restaurants oder andere für den Nutzer relevante Orte anzuzeigen ist längst keine Frage der Adresssuche, sondern der Auswahl einer geeigneten App. Sich über historische Orte und Ereignisse zu informieren ist keine Frage mehr der Zugänglichkeit zu einem stationären Rechner oder gar zu einer Bibliothek. Vielmehr ist Information und Bildung durch Nutzung mobiler Endgeräte an jedem Ort zu jeder Zeit möglich. „Leerzeiten“ beim Warten auf Bus oder Bahn können mittels Applikationen effektiv in „Lernzeiten“ umgewandelt werden.

Die Ausbildung von Fachpersonal gestaltet sich vor allem im technischen und medizinischen Bereich zunehmend aufwändiger. Technische Geräte werden immer komplexer, Operationen aufwändiger. Anstatt Handbücher zu konsultieren, die bestenfalls Abbildungen oder Zeichnungen enthalten, ist es mittels AR-Applikationen möglich, den Auszubildenden gezielt Informationen für den gerade auszuführenden Arbeitsschritt zukommen zu lassen [4]. Im Gegensatz zu Handbüchern können Zusatzinformationen wie benötigte Werkzeuge abgerufen werden. Handlungen am realen Objekt wirken sich auf die nächsten angezeigten Informationen un-

mittelbar aus. Auch zur Ausbildung von Medizinern ist AR-Technologie sehr geeignet [1]. An digitalen Patientenmodellen, erstellt aus realen Patientendaten, können Operationsabläufe erlernt werden, ohne den Patienten zu gefährden. Das Sammeln von Erfahrungen ist gerade im medizinischen Bereich für zuverlässiges Arbeiten unabdingbar.

3.3 Augmented Reality in der Medizin

Komplexe Abläufe im Krankenhausumfeld und die Individualität eines jeden Patienten stellen hohe Ansprüche an Ärzte und Pflegepersonal. Jede Unterstützung, die Sicherheit und Effizienz verbessert, ist daher willkommen. Augmented Reality wird deshalb in vielen Bereichen verwendet.

Zum einen wird Augmented Reality in der Operationsplanung genutzt. Das heißt, vorhandene Patientendaten aus CT, MRT und anderen bildgebenden Verfahren werden aufbereitet, um ein 3D-Modell des Patienten zu erstellen. Dieses kann dann genutzt werden, um die Diagnose zu verfeinern, Operationsschritte zu planen, Prothesen, künstliche Gelenke und Stents individuell auf den Patienten anzupassen oder für diesen anfertigen zu lassen, und bei komplizierten Eingriffen vorher am Modell zu „üben“, um Komplikationen am richtigen Patienten weitestgehend ausschließen zu können [1, 10].

Mit der Planungsphase sind die Möglichkeiten von AR in der Medizin nicht erschöpft. Während der Operation können beispielsweise Gefäße und feine Strukturen auf der Oberfläche abgebildet werden, um dem Chirurgen anzuzeigen, wo genau diese verlaufen [10]. Dies hilft dem Operateur, Beschädigungen wichtiger Strukturen zu vermeiden. Zudem erlaubt das Tracken der (speziellen) Instrumente, feiner und minimalinvasiv innerhalb des Patienten zu arbeiten. 3D-Patientenmodelle können auch zur Nachsorge genutzt werden, indem die operierten Stellen genau betrachtet und mit den zur Operationsplanung erstellten Modellen abgeglichen werden. Die Daten können auch weiterbehandelnden Ärzten zur Verfügung gestellt werden. AR bietet somit gute Unterstützung im Krankenhausumfeld.

3.4 Augmented Reality im technischen und militärischen Bereich

Windschutzscheiben von Fahr- und Flugzeugen des Militärs sowie moderne Helme von Soldaten und Piloten sind inzwischen als Bildschirme ausgelegt, die benötigte Informationen anzeigen können [1]. Neben 360°, Infrarot- und UV-Sicht ist es möglich, Karten mit strategisch wichtigen Punkten, Anweisungen und Freund-/Feindpositionen anzeigen zu lassen. Zudem werden diese Informationen zur Waffenausrichtung auf bestimmte Ziele genutzt [2].

Auch für die Robotersteuerung ist der Einsatz von AR erprobt [2]. Durch Steuerung eines virtuellen Modells kann der Weg eines Roboters geplant und somit Hindernisse und Kanten rechtzeitig erkannt und umgangen werden.

Im Bereich der Gebäudetechnik wäre es denkbar, durch AR den Verlauf von Kabelschächten und Rohrleitungen in Gebäuden für andere Handwerker anzeigen zu lassen oder deren Verläufe optimal zu planen [1]. Auch für andere Konstruktionsdaten wäre die Unterstützung durch AR denkbar.

3.5 Augmented Reality im Alltag

Nicht nur Handwerker können beim Bau an einem Gebäude von Augmented Reality profitieren. Auch zukünftige Besitzer können sich bereits vorab ein Bild von ihrem fertigen Eigenheim machen [1]. Denkbar wäre auch, den Rohbau bereits probeweise einzurichten oder die Zimmeraufteilung zu ändern. AR gibt Architekten und Kunden ein mächtiges Werkzeug in die Hand, das statt schwer verständlicher Grundrisse und Pläne eine neue Kommunikationsbasis bilden kann.

Die Navigation außerhalb eines Gebäudes, gerade in einer fremden Umgebung, stellt für die meisten Menschen eine Herausforderung dar. Musste noch vor ein paar Jahren angehalten und nach dem Weg gefragt oder sperrige Karten gewälzt werden, wird uns heute die Möglichkeit eines (integrierten) Navigationssystems für Fahrzeuge oder gar als App auf einem Smartphone für Fußgänger angeboten. Das Herausfinden der eigenen Position und des Wegs zum Ziel wird interaktiv auf den Bildschirmen angezeigt. Je nach System kommen Annotationen abhängig von der Umgebung hinzu, die auf Restaurants, Poststationen oder bedeutsame Orte verweisen. Bei Interesse genauere Daten zum annotierten Objekt zu erfragen ist Sache eines einzigen Klicks. Diese Hinweise auf spezielle Orte sollen in Zukunft auch für Autos verfügbar gemacht werden [1].

Wie bereits in den Abschnitten 3.1 und 3.2 erwähnt, erstreckt sich der Einsatz auf weitere Bereiche des Alltags wie Bildung, Kultur, Unterhaltung und sogar das klassische Buch.

4 Technische Restriktionen von AR

Wie bei allen technischen Systemen, die den Menschen in seiner Arbeit unterstützen sollen, gibt es auch bei der Augmented Reality nicht nur Vorteile und Nutzen. Je nach Bereich entstehen verschiedene Schwierigkeiten. Einige finden sich im Bereich des Technischen, andere betreffen Akzeptanz, soziale oder moralische Diskrepanzen. In diesem Abschnitt möchte ich sowohl Überlegungen eingehen, die in der Literatur angesprochen werden, als auch eigene Gedankengänge verfolgen, die mir bei der Bearbeitung des Themas gekommen sind.

4.1 Anwendungen in der Medizin

Trotz des rasanten Fortschritts in der (Weiter-)Entwicklung von AR-Systemen treten nach wie vor nicht zu unterschätzende technische Schwierigkeiten auf. Am bedeutendsten ist dabei wohl das sogenannte „registration problem“. Dabei handelt es sich um das Problem, dass die erzeugten virtuellen Objekte so exakt wie möglich an den realen Objekten ausgerichtet werden müssen [2]. Nur so kann für den Nutzer der Eindruck entstehen, dass beide Welten zusammenspielen. Ein Nutzer wird keine Anwendung akzeptieren, bei der die Annotation auf das Nachbargebäude zeigt und so das Auffinden eines Objektes oder einer Adresse erschwert. Je detaillierter die aktuelle Ansicht, desto schneller fallen Abweichungen auf. Das Problem dabei ist, von der Kamera aufgenommene Objekte richtig zu erkennen und zuzuordnen [5]. Dazu werden auch GPS- und Orientierungsdaten ausgewertet, um die exakte Position des Nutzers (und daraus resultierende Abstände zu Objekten) berechnen zu können. Je nach Gerät ist die Genauigkeit der Positionsbestimmung mit GPS jedoch sehr unterschiedlich. Auch das trägt dazu bei, dass die Registrierung nicht immer exakt (genug) ausfällt [2].

Doch nicht nur bei Annotationen in der Umgebung ist die genaue Registrierung ein Problem. Auch in der Medizin kommt es auf eine sehr exakte Überlagerung von realem Patienten und Daten aus dem Modell an [10]. Die Registrierung wird durch weitere Faktoren erschwert: Der Patient ist im Gegensatz zu Gebäuden ein lebendiges (bewegliches) Objekt. Wird AR-Technologie beispielsweise für eine Hirntumoroperation genutzt, werden die Modelldaten, die aus vorherigen bildgebenden Verfahren stammen, mit der realen Operationssituation nicht mehr übereinstimmen. Das liegt daran, dass beim Öffnen des Schädels Hirnwasser austritt und damit sich das Hirn „verschiebt“. Dieser *Brainshift* macht jegliche genaue Registrierung unmöglich. Bei Registrierungstechniken, die auf Markern beruhen, kommt noch das Verdeckungsproblem hinzu. Marker an Instrumenten können durch OP-Personal verdeckt werden, sodass das System diese nicht mehr registrieren kann und möglicherweise falsche Positionen angibt. Auch Marker am Patienten können verdeckt werden oder verrutschen. Zudem ist der Tiefeneindruck der generierten Daten nicht immer ausreichend, weshalb die Lage wichtiger Strukturen im Patienten trotz allem nicht vollständig klar wird. Und auch hier kann sich das Problem der Verdeckung ergeben: der generierte Inhalt könnte wichtige Stellen am realen Patienten überdecken. Wichtig ist hier, eine Strategie zur Vermeidung solcher Schwierigkeiten zu finden. Ein weiteres Problem ist die Anordnung der zur Nutzung von Augmented Reality notwendigen Geräte. Sie dürfen dem Personal nicht im Weg stehen, müssen aber gleichzeitig gut erreichbar sein. Das alles kann die Akzeptanz von AR-Systemen bei Chirurgen erschweren. Sie müssen sich auf die neue, zusätzliche Technik einstellen, dürfen sich zugleich aber nicht davon ablenken lassen oder sich vollständig darauf verlassen. Diese Aspekte der technischen beziehungsweise medizinischen Sicherheit dürfen nicht unterschätzt werden. Dennoch ist die Verwendung von AR-Systemen im Operationsumfeld mit den in Abschnitt 3.3 bereits angesprochenen Vorteilen nicht mehr wegzudenken. Patientenindividuelle Operationsplanung und -durchführung verringert das Risiko eines Eingriffs für den Patienten und verbessert damit die Sicherheit, gerade bei komplizierten Eingriffen. Auch der Operateur profitiert von einer genaueren, patientenindividuellen Planung. Er kann besonders kritische Operationsschritte im Vorfeld simulieren und trainieren. Das kann dazu beitragen, Erfahrungen zu sammeln und die Operation mit sicheren Handgriffen durchzuführen.

Sind die Daten registriert, entsteht eine weitere technische Herausforderung. Sobald der Nutzer sich bewegt, müssen auch die generierten Inhalte entsprechend der realen Welt ihre Positionen und gegebenenfalls ihr Aussehen ändern. Dies erfordert eine Neuberechnung des generierten Inhalts in Echt-Zeit [5]. Wie im Abschnitt 2 bereits erläutert, ist in diesem Fall „Echt-Zeit“ wörtlich zu nehmen. Die Verzögerung darf, wenn überhaupt, nur wenige Millisekunden betragen. In dieser Zeit müssen die neuen Positionen bestimmt, die veränderten virtuellen Objekte erstellt und angezeigt werden. Je nach Anwendung kann dies sehr rechenintensiv werden, wenn zum Beispiel viele annotierte Objekte in der Nähe sind, die sich zwar kaum verändern, aber jedes Mal mit berücksichtigt werden müssen. Zudem ist es nicht selten, dass der Nutzer sich kontinuierlich weiterbewegt, indem er zum Beispiel auf ein bestimmtes Ziel zusteuert. Die Anwendung muss sich also ständig aktualisieren. Gerade für die mobilen Endgeräte (Smartphone und Tablet) steht aber nur begrenzter Speicher zum Laden der annotierten Objekte und begrenzte Rechenkapazität zur Verfügung. Die daraus resultierenden technischen Schwierigkeiten wurden bereits analysiert und Lösungsvorschläge unterbreitet. Technische Details finden sich beispielsweise im Aufsatz von Gotow et al. [5].

4.2 AR im Alltag

Wird die reale Umgebung durch Kamerabilder bereitgestellt (etwa video-basierte Head Mounted Displays, HMD), kommt es durch die Positionierung der Kamera(s) zu einer Verschiebung der Darstellung im Vergleich zum natürlichen Sichtfeld [2]. Dies kann eine Adaptation des Nutzers an das System erschweren. Aber auch halbdurchlässige HMD sind nicht perfekt. Je nach Ausprägung filtern sie das Licht der realen Umgebung, womit diese dunkler erscheint, als sie eigentlich ist. Modernere Varianten der HMD bzw. der (halb)durchlässigen Bildschirme kompensieren dies. Googles Datenbrille ist beispielsweise fast durchsichtig.

Für Anwendungen, die Annotationen an interessanten Orten vornehmen, ist ein realistisches Erscheinungsbild der erzeugten Objekte weniger relevant. Wie in Abbildung 3 zu sehen, handelt es sich oftmals um kleine Boxen, die Text und/oder Symbole enthalten oder um richtungsweisende Symbole. In anderen Anwendungen hingegen kann es erforderlich sein, detailliertere oder realistischere Objekte zu generieren, die in das reale Umfeld eingefügt werden. Dies erfordert eine höhere Rechenkapazität. Für Konsolen stellt dies vermutlich kein Problem dar, für mobile Endgeräte hingegen könnte dieser Umstand kritisch werden. Deshalb müssen die Designer solcher Anwendungen vorher abwägen, auf welchen Geräten die Applikationen laufen sollen. Auch hier würde eine zu lange Lade- und Berechnungszeit zur Inakzeptanz bei Nutzern führen. In Anbetracht der rasanten Entwicklung von Hardware wird dies in Zukunft vermutlich weniger ein Problem darstellen.

4.3 AR als Infrastrukturleistung

Zur Zeit werden AR-Anwendungen hauptsächlich von Entwicklern beziehungsweise Programmierern bereitgestellt. Dies ist aber gerade für die Nutzung von AR im Bildungsbereich nachteilig. Für die Ausbildung von Medizinern und Technikern ist das weniger ein Hindernis. Ihre computergestützte Umgebung ist meist so komplex, dass sich bereits IT-Abteilungen um deren Wartung und Aktualisierung kümmern. Der Unterricht für Schüler hingegen wird meist von jedem einzelnen Lehrer individuell für seine Klassen vorbereitet. Unterschiedliche Lehrpläne und -methoden erschweren die (Wieder-)Verwendung bereits zur Verfügung stehender Anwendungen. Viele Lehrer verfügen aber weder über die notwendigen Kenntnisse, selbst ein solches System zu programmieren, noch über die technischen (und finanziellen) Mittel [4]. Eine Herausforderung für die nächsten Jahre ist, umfangreiche Werkzeuge zur Erstellung von individuellen AR-Anwendungen bereitzustellen, die den Einsatz von AR auf Tablets oder Klassenraum-Computern ermöglichen. Dass dies möglich ist, beweist ein bereits existierendes System, mit dessen Hilfe Augmented Reality Inhalte für normale Bücher erstellt werden können [1]. Es gibt bereits einige Werkzeuge, die es Lehrern ermöglicht, neben AR-Büchern selbst AR-Applikationen – auch ohne Programmierkenntnisse – zu erstellen.

5 AR – Chancen und Risiken

Die technischen Schwierigkeiten und Problemstellungen werden sich vermutlich in den nächsten Jahren lösen lassen. Schon allein der rasante Fortschritt, der sich von Azumas Aufsatz [2] bis hin zu aktuelleren Veröffentlichungen der letzte drei, vier Jahre [1, 3, 5] abzeichnet, ist bemerkenswert. Dennoch glaube ich, dass die gesellschaftliche Komponente dieses Fortschritts nicht außer Acht gelassen werden sollte. Die Möglichkeiten von Augmented Reality haben

durch ihre immer leichtere Zugänglichkeit einen immer größeren Einfluss auf jeden Einzelnen. Werden wir immer mehr in den Bann der technischen Möglichkeiten und deren Faszination gezogen? Einige in diesen Veröffentlichungen genannte Fakten sind ebenso erschreckend wie absehbar gewesen. Ich möchte im folgenden Teil einige der in den Publikationen belegten Einflüsse von Augmented Reality vorstellen und zugleich meine eigenen Gedanken und Einschätzungen dazu darlegen.

5.1 AR im Bildungsbereich

Im Bildungs- und Lernbereich stellt Augmented Reality eine anreichernde Erfahrung dar. Bisher nicht in den Schulunterricht integrierbare Experimente können nun anschaulich demonstriert werden. Manches, was bisher allenfalls als Video aufbereitet werden konnte (historische Ereignisse, Evolutionsabläufe usw.), steht jetzt als dreidimensionales interaktives Buch oder Spiel für den Unterricht bereit. Die Schüler können selbstständig entscheiden, zu welchen Ereignissen sie gerade zusätzliche Informationen erhalten möchten. Abstrakte mathematische Objekte können ebenfalls als dreidimensionale Objekte (wie es die Aufgabenstellung fordert) angezeigt werden und somit zum räumlichen Verständnis beitragen. Rotieren, Skalieren und andere Interaktionen könnten statt auf dem Papier dann direkt am Objekt vorgenommen werden. Gerade für Schüler, die sich solche Ergebnisse schwer vorstellen können, wäre dies eine Bereicherung in der Lernerfahrung. Und trotz der immer noch sehr hohen Komplexität solcher Anwendungen und deren Programmierung wären dies durchaus denkbare Szenarien. Durch das aktive Erforschen der Objekte würde zudem ein Bezug seitens des Schülers zu diesem hergestellt, was wiederum die Lernerfolge steigern könnte. Herber kommt sogar zu dem Schluss, dass „Wissen, Erfahrung und Handlungen der Subjekte, d. h. der lernenden Personen, [...] daher über die Zeit betrachtet ebenfalls die Realität an[reichern], wodurch der Begriff der 'Erweiterten Realität' eine neue Bedeutung bekommt“ [4]. Neben der Anreicherung des Unterrichts durch erzeugte Inhalte fördert Augmented Reality auch die Lernerfahrung. Schülern wird es ermöglicht, durch visuelle oder audiovisuelle Ergänzungen ihrem individuellen Lerntyp gerecht zu werden. Zudem lassen sich virtuelle Inhalte beliebig reproduzieren und fördern somit das selbstbestimmte Lernen der Schüler.

Leider kristallisieren sich auch hier Probleme heraus, die es zu beachten gilt. Zunächst muss die Akzeptanz solcher Technologien bei den Lehrern flächendeckend gegeben sein sowie Bildungskonzepte angepasst werden [4]. Nur kompetente Lehrer sind in der Lage, ihren Schüler verantwortungsbewussten Umgang mit Technologien zu lehren. Dennoch wird die steigende Komplexität, die sich aus der Verwendung von AR-Systemen ergibt, einige Lehrer überfordern, zumal die Schüler mit aktuellen Technologien wie Smartphones vertrauter sind als sie selbst. Hier muss darauf geachtet werden, dass der Einsatz von AR nicht primär zu Frustration und psychischen Belastungen für die Lehrer führt. Auch im Schulablauf müssten gewisse Aspekte überdacht werden, damit wiederum die Schüler nicht auf der Strecke bleiben. Wie bereits erwähnt, stellt für sie die Anwendung der Techniken vermutlich kaum ein Problem dar. Vielmehr ist es der Wegfall der technischen Unterstützung während Leistungskontrollen und Prüfungen, die für die Schüler zu einer Belastung werden könnten. Zu überlegen wäre hier, wie technische Hilfsmittel erlaubt werden könnten, ohne den Effekt der Leistungsüberprüfung durch „Spickmöglichkeiten“ aufgrund der Bereitstellung eines Tablets zu untergraben. Das Ausschließen technischer Hilfsmittel könnte ebenso problematisch werden, da Schüler beispielsweise im Geometrieunterricht die Vorstellung der Dreidimensionalität von Objekten

nicht erlernt haben. Dies ist sicher nur eine von vielen möglichen Schwierigkeiten, die bei verstärktem Einsatz von AR-Systemen im schulischen Bereich entstehen können. Ein rechtzeitiges Erkennen derartiger Widrigkeiten und deren Lösung sind meines Erachtens essentiell für eine erfolgreiche Anreicherung des Unterrichts. Ebenfalls sollte nicht unbeachtet bleiben, den Schülern bei der „Erweiterung der Realität“ beizubringen, zwischen Realität und Virtualität unterscheiden zu können [6]. Sie müssen lernen, „dass die physikalische Realität genau so virtuell repräsentiert werden kann, wie sich die digitale Virtualität physikalisch abbilden lässt“ [6]. Nach Müller ist es demnach wichtig, „Urteilkraft über das Verhältnis von Original und Modell, Realität und Simulation, Wirklichkeit und Möglichkeit“ [6] zu entwickeln. Ich kann mich dieser Meinung nur anschließen. Den Schülern sollte immer klar sein, ob es sich bei dem Erlebnis um ein *generiertes, künstlich nachgebildetes* Ereignis oder um ein *reales, tatsächlich (gerade) stattfindendes* Ereignis handelt. Gerade bei historischen Nachstellungen im Geschichtsunterricht, in der Astronomie und in der Biologie sollte den Schülern klar gemacht werden, dass es sich um Modelle, Nachempfindungen oder zum Teil auch nur Vermutungen handelt. Die Gefahr, Virtualität und Realität nicht mehr unterscheiden zu können, steigt meiner Ansicht nach mit dem Verhältnis, wie vertraut wir mit den zugrundeliegenden Technologien sind.

5.2 AR auf mobilen Endgeräten

Das schulische Umfeld ist nicht das einzige, wo eine zunehmende Vermischung von Realität und Virtualität zu verzeichnen ist. Auch in alltäglichen Lebensbereichen nimmt die Bedeutung von AR-Systeme immer mehr zu. Niemanden wundert es mehr, beim „Making Of“ des Lieblingsfilms oder der Lieblingsserie blaue oder grüne Tücher, Wände oder Räume zu sehen. Hier ist die Erweiterung der real gespielten Interaktionen durch generierte oder ergänzte (reale) Hintergründe längst Bestandteil des Filmdrehs. Doch das ist nur ein Aspekt, bei dem AR-Systeme eingesetzt werden. Viele von uns tragen ein AR-fähiges System mit sich herum – Smartphones und Tablets dienen längst nicht mehr allein zum Telefonieren oder Versenden von Textnachrichten, sondern sind Rechensysteme, welche die Leistung der ersten PCs um ein Vielfaches übersteigen. Was vor einigen Jahrzehnten noch Schränke füllte, passt heute in jeden Rucksack oder in die Hosentasche. Dies ermöglicht die weite Verbreitung von AR-Anwendungen. Die „Digital Natives“ der Gesellschaft, mit der Technik vertraute zumeist jüngere Menschen, brauchen keinen Stadtplan mehr, um den vereinbarten Treffpunkt in einer fremden Stadt zu finden. Das Starten einer Anwendung, einer App, auf dem Smartphone genügt, um dank GPS die eigene Position zu ermitteln und durch Angabe der Zieladresse Fußweg oder Fahrstrecke angezeigt zu bekommen. Das hat zweifelsohne den Vorteil, dass ein mühseliges Adresse-Suchen auf dem nächstbesten Stadtplan überflüssig wird – ein Verlaufen ist praktisch ausgeschlossen. Doch was passiert, wenn das GPS dauerhaft angeschaltet ist, weil es gleich wieder benötigt wird oder der Anwender zu bequem ist, es wieder abzuschalten? Der Nutzer ist damit immer und überall zu orten. Zurückgelegte Wege aufzuzeichnen und somit Vorlieben und Gewohnheiten des Smartphonebesitzers zu analysieren ist kein Problem mehr. Dass es Menschen und Institutionen gibt, die dies ausnutzen, steht wohl außer Frage. Der Nutzer liefert mehr Daten als ihm vermutlich lieb ist. Trotzdem macht sich kaum einer Gedanken über mögliche Konsequenzen eines ständig eingeschalteten GPS. Manchem mag dieser Umstand egal sein, doch ich denke, dass die meisten lieber darüber Bescheid wüssten, wer welche Daten über sie sammelt und wie er diese verwendet. Gerade in der Frage

der Privatsphäre ist dieser Aspekt interessant, da allein durch das permanente Nutzen einer einzigen Technologie bereits das gesamte eigene Verhalten „der Öffentlichkeit“ bekannt wird. Öffentlichkeit ist hier im Sinne von Menschen/Einrichtungen zu verstehen, die ungefragt entsprechende Daten erheben. Gerade das zeigt, dass das Verantwortungsbewusstsein im Umgang mit den „neuen Medien“ stärker geschult werden muss. Zwar ist jeder in gewisser Weise selbst für sein Handeln (oder Nichthandeln) verantwortlich, dennoch muss erst einmal das *Bewusstsein* über diese technischen Möglichkeiten existieren. Denn viele verhalten sich bezogen auf die Möglichkeiten von Smartphone und Tablet nach wie vor getreu dem Satz „Das Internet ist für uns alle Neuland“ [11].

Dennoch lässt sich nicht bestreiten, dass durch AR-Technologien für mobile Endgeräte eine Bereicherung der eigenen Erfahrung der Umwelt eintritt. Informationen zu Gebäuden, historischen Stätten und Ereignissen sind jederzeit zugänglich. Interessierten stehen Möglichkeiten zum Wissenserwerb außerhalb von Bibliotheken und Bildungseinrichtungen zur Verfügung und ohne auf eine andere Person mit entsprechendem Wissen angewiesen zu sein. Auch hier erschließt sich wiederum der Effekt des individuellen Lernens. Jedem stehen Informationen gemäß seinen Interessen ohne großen Aufwand zur Verfügung.

5.3 AR-Spiele

Auch im Freizeitbereich angebotene AR-Spiele erfreuen sich größer werdender Beliebtheit. Ein normaler Spaziergang kann zu einem „Jump and Run“-Spiel werden, ein Roman zu einem Abenteuer. In [1] wurde sogar belegt, dass solche AR-Spiele zum Stressabbau beitragen können. Aber auch hier zeigt sich, dass unausgereifte Konzepte eher einen negativen Effekt haben: Ein für das Training von K12-Klassen entwickeltes Spiel warf statt der erhofften positiven Effekte eher Schwierigkeiten auf: das Erlernen und Ausführen der Anforderungen des Spiels führte zu einer Überlastung der Aufnahmefähigkeit [1]. Zudem berichten sowohl [1] als auch [3], dass einige Spieler so vertieft auf ihre Bildschirme geschaut haben, dass sie ihre Umgebung nicht mehr wahrnahmen. Durch Spielen von AR-Games besteht also durchaus die Gefahr, mit einem „Tunnelblick“ durch die Gegend zu laufen, was wiederum eine Gefahr für die eigene Sicherheit darstellt. Auch hier ist der Nutzer gefragt, einen verantwortungsvollen Umgang mit solcher Technologie zu praktizieren. Trotzdem muss auf die Gefahr solcher Erscheinungen hingewiesen werden, um eine Gefährdung von Personen weitestgehend auszuschließen. Leider fürchte ich, dass die Bereitsteller solcher Apps nicht darauf hinweisen werden; entweder aus Unwissenheit, Ignoranz oder gar Profitgier. Das bringt mich zu der Frage, ob es für den Nutzer überhaupt eine Möglichkeit gibt, sich umfassend über derartige Risiken zu informieren. Denn es kann nicht vorausgesetzt werden, dass sich jeder Nutzer in die entsprechende Literatur einarbeitet. Aus eigenen Erfahrungen weiß ich, wie schnell man sich mit den Systemen arrangieren kann und die Risiken schlichtweg vergisst. Sind wir bereits überfordert? Das vielleicht nicht, aber eine gewisse Faszination, die uns immer wieder zu den Geräten hinzieht, kann sicher niemand abstreiten. Auch hier wäre es wieder dringend nötig, bereits in der Schule die Fähigkeiten für einen sicheren Umgang mit den „neuen Medien“ zu entwickeln.

5.4 AR und Technikgläubigkeit

Im Alltag sehe ich zwei weitere Fragestellungen, die sich aus dem oben beschriebenen Sachverhalt ergeben. Zum einen die Frage nach detaillierten Informationen oder realen Details und zum anderen die Frage nach der Unterstützung oder dem Ersatz der eigenen Vorstellungskraft. Ich kann mich an Zeiten erinnern, in denen man ein Gebäude, beispielsweise einen Dom, ausführlich betrachtet hat. Je länger man sich mit dem Gebäude befasst hat, desto mehr Details fielen einem ins Auge – hier der Wasserspeier, dort das gestaltete Portal. Man hat das Gebäude betreten, weil man wissen wollte, wie es von innen aussah, ob es genauso detailliert gestaltet war. Manchmal hat man auch erst während seiner „Erkundungstour“ erfahren, um was für ein Gebäude es sich handelte. Aber man hat sich Zeit genommen, um das Gebäude von Interesse näher in Augenschein zu nehmen. In der heutigen, immer schnelllebigeren Welt ist anscheinend kein Platz mehr für solche Erkundungen. „Möglichst viel in möglichst immer kürzerer Zeit“ scheint die Devise zu sein. Da kommt es doch gerade gelegen, dass meine Anwendung mir mitteilt, dass ich vor dem Dom stehe – und mit einem Tippen auf die Annotation bekomme ich alles Wissenswerte geliefert. Habe ich da noch die Zeit und Muße, mich genauer mit dem Gebäude auseinander zu setzen? Oder zeigt mir die Anwendung bereits den Schlossgarten an, den ich auch noch gesehen haben sollte? Auch für diesen gibt es detaillierte Informationen und schon entgeht mir beim Blick auf den Bildschirm das Farbenspiel, welches die Domfenster ins Innere malen.

Eine solche Darstellung mag übertrieben sein, dennoch sind wir meiner Meinung nach nicht allzu weit entfernt von solchen oder ähnlichen Szenarien. Ich finde es zwar sehr angenehm, die passenden Informationen sofort zur Hand zu haben, doch habe ich selbst schon die Erfahrung gemacht, beim Blick durch den Kamerasucher das eigentliche Geschehen zu verpassen – und das nur bei einer Videokamera, die mich nicht mit zusätzlichen Informationen versorgt, die meine Aufmerksamkeit fordern. Ich glaube, einigen – nicht allen! – entgeht durch die zusätzlichen Möglichkeiten die eigentliche Faszination bedeutsamer Orte. Detaillierte Informationen haben ihre Berechtigung, solange man den Blick für die realen Details behält. Dass dies nicht immer so ist, zeigen Anekdoten über Navigationssystem-Nutzer, deren Fahrzeuge aus einem See geborgen werden mussten, oder die mitten im Nirgendwo stecken blieben. Solche Fahrer geben an, ihr „Navi“ habe angezeigt, dass genau hier die Straße verläuft. Dabei sollte ein einfacher Blick auf die *reale Umgebung* schnell genug zeigen, dass dies keine Straße ist. Obwohl ein Navigationssystem den Fahrer (oder Fußgänger) nur bei der Wegfindung *unterstützen* soll, glauben viele, die Technik sei unfehlbar und „wisse schon“, was der richtige Weg sei. Ich denke, das Beispiel zeigt, dass erst noch eine Sensibilität für die Unterscheidung zwischen Unterstützung durch Technik (auf „reale Details“ achten) und blindes Technik-Vertrauen (Glaube an „detaillierte Informationen“) geschaffen werden muss.

5.5 AR und die Entwicklung der Vorstellungskraft

Kleinen Kindern vorzulesen ist ein wichtiger Bestandteil ihrer Entwicklung. Sie lernen, Fragen zu stellen, sich in das Geschehen hineinzusetzen und sich vorzustellen, was die Bilder nicht zeigen. Beim Malen lernen sie, sich Dinge vorzustellen, kreativ zu sein, beim Spielen erfinden sie ganz neue Fabelwesen. Natürlich werden auch diese Vorstellungen vom Fernsehen, Werbung und realem Spielzeug beeinflusst, doch gerade bei Büchern und eigenem Erfinden müssen sie oftmals ihre Fantasie bemühen.

Die Vorstellungskraft ist ein wichtiges Werkzeug für jeden kreativen Prozess. Viele Erfindungen hätte es sicher nicht gegeben, wenn sich nicht jemand hätte vorstellen können, dass es funktioniert. Fliegen wäre nach wie vor nur ein Traum in der Menschheitsgeschichte. Was passiert, wenn wir unsere Realität dahingehend erweitern, dass Modelle unsere Vorstellungskraft überflüssig werden lassen? Für jemanden, der sich ein dreidimensionales Objekt nur schwer vorstellen kann, ist eine AR-Anwendung, die ihm ein solches Objekt darstellt und ihn dieses nach Belieben manipulieren lässt, eine Bereicherung. AR-Modelle unterstützen die Vorstellungskraft, wo eine Zeichnung aufgrund der Komplexität des Objektes nicht mehr ausreicht oder von kaum jemandem verstanden wird. Augmented Reality lässt vieles erst möglich werden, das wir uns bis dahin nicht vorstellen konnten. Es unterstützt kreative Prozesse, eröffnet neue Möglichkeiten und Sichtweisen, macht uns Perspektivwechsel einfach. Es kann nicht bestritten werden, dass Augmented Reality eine willkommene Unterstützung kreativer Prozesse darstellt. Ich frage mich jedoch, welchen Einfluss Augmented Reality auf die Vorstellungskraft von Kindern hat. AR-Bücher sind für das Lernen eine Bereicherung. Und für die Fantasie? Schon jetzt gibt es Bücher, deren Figuren auf den Seiten handeln [1]. Was passiert mit der kindlichen Vorstellungskraft, wenn statt eines statischen Bildes, welches stellvertretend für die gesamte kurze Geschichte die Seite schmückt, dank eines QR-Codes oder anderer Techniken, die Figuren die vorgelesene Geschichte nachspielen? Es ist schwer für mich zu sagen, ob die Entwicklung der Vorstellungskraft von Kindern durch AR-Inhalt beeinträchtigt oder vielleicht sogar gefördert wird. Ich könnte mir aber vorstellen, dass AR-Bücher die Sicht auf die reale Welt ändern. Man denke nur an die berühmte „lila Kuh“ und die Witzeleien über Stadtkinder, die sich wundern, dass es solche Kühe gar nicht gibt. Gerade Kindern muss es also ermöglicht werden, frühzeitig zwischen Realität und Virtualität unterscheiden zu lernen.

5.6 Militärische Anwendungen von AR

Wie bei den meisten Technologien wird auch Augmented Reality nicht ausschließlich im zivilen Bereich eingesetzt. Ein Blick in Azumas Paper [2] zeigt, dass, während im zivilen Bereich viele Anwendungsmöglichkeiten noch am Anfang ihrer Entwicklung und Erforschung standen, im militärischen Bereich entsprechende Techniken schon im Einsatz sind. Es ist immer wieder zu beobachten, dass die Entwicklung der gleichen Technologie im militärischen und zivilen Bereich unterschiedlich voranschreitet – mit Vorsprung für den militärischen Einsatz. Dabei müsste man doch meinen, dass in einer globalisierten Welt, in der zudem Menschenrechte als hohes Gut betrachtet werden, eine militärische Ab- statt Aufrüstung erfolgen sollte.

Abgesehen davon, dass der Einsatz von AR-Technologie auch im militärischen Bereich Vorteile bringt und sicher auch Leben schon, wenn sofort ersichtlich ist, ob es sich um Freund, Feind oder Zivilist handelt, sehe ich eher die negativen Aspekte. Wie auch Yuen et al. [1] glaube ich, dass sich bei voller Unterstützung des Militärs durch die Erweiterung der Realität das Erscheinungsbild zukünftiger Gefechte grundlegend verändern wird. Es ist leicht, sich Szenarien vorzustellen, wenn man an unbemannte Drohnenflüge denkt. Schon heute muss der Pilot einer solchen Drohne nicht mehr physisch vor Ort sein. Es wird ihm ermöglicht, Menschen zu töten, die hunderte oder tausende Kilometer von seinem Standort entfernt sind. Mit dem erweiterten Einsatz von AR-Technologie werden solche Möglichkeiten zunehmen. Ich finde allein die Möglichkeit erschreckend, von einem weit entfernten Menschen (oder auf dessen Befehl von einem autonomen System?) jederzeit getötet werden zu können. Verschiedene Experimente haben gezeigt, dass bei Menschen die Hemmschwelle zur Gewalt sinkt, wenn sie sich außerhalb

jeglicher Gefahr befinden oder auch nur eine Bestrafung ihrer Tat ausbleibt. Sich vorzustellen, wie weit zukünftige Militäreinsätze gehen könnten, fällt mir dann nicht schwer. Das Erschreckende daran ist, dass in den Kriegen hochgerüsteter, sich gegenseitig bekämpfender Militärs die Zivilbevölkerung völlig schutzlos ist. In Zeiten, in denen dank AR-Technologien keine Armee mehr in der Nähe stationiert ist, ist die Vorhersage eines möglichen Kriegsschauplatzes für Zivilisten unmöglich. Betrachtet man dazu die derzeit herrschenden Situationen, in denen trotz dieser Kenntnis nicht alle Zivilisten die umkämpften Gebiete verlassen können (Gaza, Donezk, . . .), kann man sich leicht zukünftige Zahlen ziviler Opfer ausrechnen. Hinzu kommt, dass an der „menschlichen Resource“ Soldat kein Mangel besteht. Zukünftige Kriege werden eine reine Materialschlacht, der Naturgewalten nicht zusetzen. Es gibt genug Beispiele in der Geschichte, in denen beispielsweise ein russischer Winter die Entscheidung gebracht hat. Was wird sein, wenn Kälte und Truppenverlegungen keine Rolle mehr spielen? Wenn ein Soldat seinen Dienst tut, acht Stunden lang, dann nach Hause zu seiner Familie geht und ein anderer seine Schicht beginnt?

Augmented Reality ist ein sehr komplexes Themengebiet, sodass es nicht gelingen wird, jeden Aspekt in jedem Zusammenhang zu beleuchten. Fest steht, dass AR zunehmenden Einfluss auf alle Lebensbereiche hat. In einigen, wie beispielsweise in der Medizin, werden langfristig die Vorteile überwiegen und Schwierigkeiten überwunden werden. In anderen Bereichen ist es abhängig von der Gesellschaft, ob wir durch Wissen, Erfahrungen und Handlungen die Realität anreichern oder unseren Blick für das Wesentliche verlieren. Einige Entwicklungen werden uns sicher überholen, bevor wir überhaupt Kenntnis von ihnen genommen haben. Ich persönlich glaube, dass in Zukunft die Vermischung von Realität und Virtualität immer weiter zunehmen wird. In einigen Generationen wird es vielleicht nicht mehr möglich sein, ein reales Objekt von einem virtuellen zu unterscheiden. Wir sollten nur aufpassen, dass uns die Kontrolle nicht entgleitet und virtuelle Objekte (oder Menschen?) unsere Entscheidungen bestimmen.

6 Zusammenfassung

Augmented Reality hat sich in den letzten Jahren nicht zuletzt durch die Verbreitung von mobilen Endgeräten wie Smartphone und Tablet in vielen Lebensbereichen etabliert. In dem Maße wie Akzeptanz von AR-Systemen steigt, entwickeln sich auch die Anforderungen weiter – technisch wie gesellschaftlich. Technische Herausforderungen bestehen nach wie vor, aber auch scheinbar große Schwierigkeiten haben sich verringert oder sind durch Entwicklungen in anderen Bereichen der Informationstechnik kaum noch spürbar. Dadurch wurde der Einzug von AR mit meist großem Erfolg in Medizin, Militär und auch im zivilen Bereich möglich. Der Bildungssektor steht noch vor einer flächendeckenden Etablierung, die verwendete Literatur zeigt aber, dass das Interesse an lernunterstützenden AR-Anwendungen zunimmt.

Gesellschaftlich stehen wir hingegen gerade am Anfang der Entwicklungen. Herausforderungen kommen auf uns zu, deren Auswirkungen kaum jemand bis jetzt bedacht hat. Wir müssen dabei aufpassen, dass wir nicht den Überblick verlieren und Realität und Virtualität nicht mehr zu unterscheiden ist. Gleichzeitig steckt in der AR-Technologie auch viel Potential, welches die Gesellschaft voranbringen kann.

In dieser Arbeit wurden neben den Grundlagen der Erweiterten Realität vielfältige Anwendungsbereiche vorgestellt. In der ausführlichen Diskussion wurde dargelegt, welche Risiken

aus dem aktuellen Stand der Entwicklungen – technisch wie gesellschaftlich – ergeben, aber auch welches Potential diese Technologie bietet. Zugleich wurde deutlich, dass es auf manche Fragestellungen und Bedenken keine (einfache) oder nur sehr individuelle Lösungen gibt. Es kann sich jedoch keiner aus der Verantwortung entziehen, die durch die Verwendung von AR-Systemen zwangsläufig entsteht. Jeder muss mit sich selbst übereinkommen, wie viel Einsatz von AR für ihn persönlich sinnvoll und vor allem sicher ist.

Literatur

- [1] Yuen, S., Yaoyuneyong, G. und Johnson, E. (2011). *Augmented reality: An overview and five directions for AR in education*. In: Journal of Educational Technology Development and Exchange. Vol. 4 (1), S. 119–140.
- [2] Azuma, R. T. (1997). *A Survey of Augmented Reality*. In: Presence. Vol. 6 (4), S. 355–385.
- [3] Specht, M., Ternier, S. und Greller, W. (2011). *Dimensions of Mobile Augmented Reality for Learning: A First Inventory*. In: Journal of the Research Center for Educational Technology (RCET). Vol. 7 (1), S. 117–127.
- [4] Herber, E. (2012). *Augmented Reality – Auseinandersetzung mit realen Lernwelten*. In: E-Learning allgegenwärtig. Themenheft 03/2012 Zeitschrift für e-Learning.
- [5] Gotow, J. B., Zienkiewicz, K., White, J. und Schmidt, D. C. (2010). *Addressing Challenges with Augmented Reality Applications on Smartphones*. In: Mobile Wireless Middleware, Operating Systems, and Applications. Springer Berlin Heidelberg, S. 129–143.
- [6] Müller, D. (2005). *Zwischen Realem und Virtuellem. Mixed Reality in der technischen Bildung*. In: K. Lehmann & M. Schetsche (Hrsg.). Die Google-Gesellschaft. transcript-Verlag, Bielefeld.
- [7] <http://www.vocaloid.com/en>, letzter Aufruf: 28.09.2014.
- [8] <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sixtostart.zombiesrun>, letzter Aufruf: 28.09.2014.
- [9] http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Augmented_GeoTravel.jpg
- [10] Silvia Born. Vorlesung „Chirurgische Navigation, Mechatronik und Robotik: Visualisierung und Virtuelle Realität“. Universität Leipzig, ICCAS. Wintersemester 2012/13.
- [11] <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Merkel-Das-Internet-ist-fuer-uns-alle-Neuland-1892701.html>, letzter Aufruf: 28.09.2014.