

Anett Mehler-Bicher,

Lothar Steiger

Augmented Reality

Anett Mehler-Bicher,
Lothar Steiger

Augmented Reality

Theorie und Praxis

2. überarbeitete Auflage

DE GRUYTER
OLDENBOURG

ISBN 978-3-11-035384-6
e-ISBN 978-3-11-035385-3

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

A CIP catalog record for this book has been applied for at the Library of Congress.

© 2014 Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH
Rosenheimer Straße 143, 81671 München, Deutschland
www.degruyter.com
Ein Unternehmen von De Gruyter

Lektorat: Dr. Stefan Giesen
Herstellung: Tina Bonertz
Titelbild: thinkstockphotos.com
Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck

Gedruckt in Deutschland
Dieses Papier ist alterungsbeständig nach DIN/ISO 9706.

Vorwort zur 2. überarbeiteten Auflage

Seit Erstellung der 1. Auflage unseres Buchs hat der Bereich Augmented Reality eine sprunghafte Entwicklung erlebt. Sowohl technologisch als auch anwendungsspezifisch erfolgten viele Neuerungen. Während 2010 die Erkennung von Texturmarkern noch auf 5 – 10 Marker pro Anwendung begrenzt war, ist die Erkennung in den letzten Jahren fast beliebig geworden. Die Möglichkeit der Erkennung eines Markers aus einer Grundgesamtheit von 1 Million Texturmarker innerhalb von drei Sekunden veranschaulicht dies deutlich.

Im Rahmen dieser überarbeiteten 2. Auflage nehmen wir aktuelle Trends im Bereich Augmented Reality auf; gleichzeitig ist es ein integratives Lehr- und Praxisbuch, das zentrale Facetten von Produkt und Markt aufzeigt.

Technologische Neuerungen wie Augmented Reality aus der Cloud oder die Implementierung von AR Funktionalitäten in Smartphone-Chips werden den seit vielen Jahren angekündigten Durchbruch von Augmented Reality deutlich beschleunigen.

Ohne die Unterstützung von Thomas Janku mit technischem Wissen oder aber Support bei der Graphikerstellung und -bearbeitung wäre eine 2. Auflage in dieser Form nicht möglich gewesen.

Ein herzliches Dankeschön geht an alle Korrekturleser.

Mainz, im März 2014

Anett Mehler-Bicher & Lothar Steiger

Vorwort

Die Wahrnehmung der Technologie Augmented Reality (AR) in unterschiedlichen Bereichen nimmt in den letzten Jahren stetig zu. Nachdem nun auch das Mobiltelefon als Endgerät für diese Technologie entdeckt wurde, wird AR eine rasante Entwicklung prognostiziert. Interessant dabei ist, dass die meisten Entwicklungen im Bereich AR schon in den 90ern des letzten Jahrhunderts stattfanden und erst jetzt, nachdem sich das technologische Umfeld und das kommunikative Verhalten verändert, auch für den Endverbrauchermarkt Schritt für Schritt entdeckt werden.

Ausgangspunkt unserer Entscheidung, ein Buch über Augmented Reality zu schreiben, war zum einen die Feststellung, dass es sehr viele einzelne Informationen zu AR gibt, jedoch noch kein zusammenfassendes Werk dazu vorliegt. Zum anderen die Überlegung, beide Felder, die Technologie einerseits und den sich entwickelnden Markt andererseits in diesem Buch zu betrachten. Aus diesem Grund verfolgen wir zwei Stränge: die technischen Aspekte und die kommunikativen Aspekte. Abschließend werden beide Stränge zusammengeführt, indem Anwendungsszenarien und mögliche Geschäftsmodelle aufgezeigt werden.

Der Schwerpunkt Kommunikation ist deshalb von großer Bedeutung, da Augmented Reality als eine neue Form der Mensch-Technik-Interaktion verstanden werden kann. Kommunikation bedeutet Informationen austauschen oder übermitteln, miteinander in Verbindung treten, sich verständern und sich verstehen. Die Zusammenfassung soll einen Überblick über bisherige Einsatzbereiche und einen Ausblick auf mögliche künftige Anwendungen verschaffen, um die Chancen von AR im Markt besser einordnen zu können.

Entstanden ist ein integratives Lehr- und Praxisbuch, das versucht, zentrale Facetten von Produkt und Markt aufzuzeigen. Zwei Gruppen, sowohl Technologen als auch Ökonomen, sollen angesprochen werden, um beide gedanklich anzunähern und zu verbinden. Denn die Umsetzung neuer Technologien in marktfähige Produkte gestaltet sich meist sehr schwierig, da beide Gruppen „aus verschiedenen Welten“ kommen. Das vorliegende Buch ist somit für Lehre und Praxis gleichermaßen relevant.

In diesem Sinne wurde das vorliegende Buch auf Basis eines Forschungs- und Beratungsprojekts an der Fachhochschule Mainz entwickelt. Es dient der Studienvorbereitung, konzentriert sich bei der Theorie auf das Wesentliche und stellt ihre Anwendung in den Mittelpunkt. Auf Praxisnähe haben wir in diesem Buch großen Wert gelegt. Anschauliche Erklärungen, unterstützt durch Beispiele und Abbildungen, sollen dem Leser das Verstehen bzw. Anwenden des Stoffes erleichtern und den technischen sowie ökonomischen Bezug vermitteln.

Abschließend verbleibt uns die angenehme Tätigkeit denjenigen Dank zu sagen, die uns bei der Entstehung dieses Buches maßgeblich unterstützt haben.

Ohne unsere wissenschaftlichen Hilfskräfte Swetlana Kasemir, die unermüdlich Graphiken erstellte und Fotos überarbeitete, sowie Daniela Breitholz, Sabrina Damaschke und Johanna Wege, die uns bei der Themenrecherche unterstützten, wäre dieses Buch in dieser Form nicht möglich gewesen.

Weiterhin danken wir für die Zurverfügungstellung von Bildern und Fotos folgenden Unternehmen und Organisationen: aurea, BeyondReality, Fraunhofer Institut, Metaio sowie Total Immersion.

Den Augmented Reality Akteuren Dr. Michael Klein (INM – Institut für neue Medien), Marc Maurer (empea), Thomas Janku und Wolfgang Steiger (aurea) danken wir herzlich für Informationen, Diskussionen sowie Vor- und Ratschläge.

Ein herzlicher Dank geht auch an alle Korrekturleser, allen voran Prof. Dr. Frank Mehler.

Alle verwendeten Begriffe sind geschlechtsneutral zu verstehen, auch wenn sie in der männlichen oder weiblichen Form verwendet wurden.

Mainz, im Oktober 2010

Anett Mehler-Bicher, Michael Reiß, Lothar Steiger

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 2. überarbeiteten Auflage	V
Vorwort	VII
Inhaltsverzeichnis	IX
Abbildungsverzeichnis	XIII
Tabellenverzeichnis	XVII
Abkürzungsverzeichnis	XIX
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung	7
1.3 Struktur.....	7
2 Grundlagen zu Augmented Reality	9
2.1 Definition und Abgrenzung zu Virtual Reality	9
2.2 Historie.....	13
2.3 Einsatzbereiche und Anwendungsbeispiele.....	13
2.4 Nutzen von Augmented Reality	21
2.5 Verfügbarkeit von Augmented Reality Anwendungen	21
2.6 AR Typen und Anwendungsszenarien	22
3 Technische Grundlagen	25
3.1 Tracking für Augmented Reality Anwendungen.....	25
3.1.1 Trackingverfahren	25
3.1.2 Visuelles Tracking künstlicher Marker	28
3.1.3 Visuelles Tracking ohne Marker	35
3.1.4 Face Tracking	37
3.2 Interfaces	42
3.2.1 Definition	42
3.2.2 Bildschirmdarstellung	42
3.2.3 Head-Mounted-Display (HMD)	44

3.2.4	Head-Up-Display	46
3.2.5	Kontaklinse	47
3.2.6	Mobile Geräte (Handhelds).....	48
3.3	Software	50
3.3.1	Software Suites	50
3.3.2	Augmented Reality in der Cloud.....	54
4	Kommunikation	59
4.1	Grundlagen der Kommunikation.....	59
4.2	Kommunikation mit Kunden.....	61
4.3	Kundenverhalten	64
4.4	Phasen und Prozesse in der Kommunikation zum Kunden.....	69
4.5	Ziele in der Kommunikation zum Kunden.....	72
5	Augmented Reality und Kommunikation	75
5.1	Augmented Reality im Kontext der Kommunikation	75
5.2	Charakteristika einer Augmented Reality Anwendung.....	77
5.3	Einsatzfelder für Augmented Reality	79
6	AR Anwendungsszenarien	85
6.1	Anwendungsszenarien.....	85
6.2	Living Mirror	86
6.3	Living Print	89
6.3.1	Living Card	89
6.3.2	Living Brochure	92
6.3.3	Living Object	98
6.3.4	Living Book	101
6.3.5	Living Game print-basiert.....	103
6.4	Living Game mobile	106
6.5	Living Architecture	110
6.6	Living Poster.....	116
6.7	Living Presentation	121
6.8	Living Meeting.....	122
6.9	Living Environment	125
6.10	AR Anwendungsszenarien im Überblick	129

7	AR basierte Geschäftsmodelle	133
7.1	Augmented Reality und Wertschöpfung	133
7.2	Potenzielle AR Geschäftsmodelle	134
8	Potenziale, Risiken und Grenzen	143
8.1	Potenziale	143
8.2	Grenzen	144
8.3	Risiken.....	145
9	Zusammenfassung und Ausblick	147
9.1	Zusammenfassung.....	147
9.2	Ausblick	148
	Literatur	151
	Glossar	165
	Stichwortverzeichnis	169

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1 Augmented Reality.....	2
Abb. 1-2 Augmentierte Sammelkarte.....	3
Abb. 1-3 Gartner Hype Cycle 2009.....	4
Abb. 1-4 Gartner Hype Cycle 2013.....	5
Abb. 2-1 Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum.	10
Abb. 2-2 Abstufungen im Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum.....	11
Abb. 2-3 Beispiel zu Mediated oder Diminished Reality.....	12
Abb. 2-4 Augmented Reality – ein generisches System.....	12
Abb. 2-5 Augmented Reality erweckt Baseball zum Leben.....	14
Abb. 2-6 Citroën Picasso (Prospekt) ergänzt um Augmented Reality.....	15
Abb. 2-7 Virtuelles Studio des ZDF heute journals.....	15
Abb. 2-8 Augmented Reality in der Wartung.....	16
Abb. 2-9 Augmented Reality in der Medizin.	17
Abb. 2-10 Augmented Reality in der Konstruktion.....	17
Abb. 2-11 Augmented Reality bei der Flugzeug-Navigation.	18
Abb. 2-12 Augmented Reality zur Visualisierung.	19
Abb. 3-1 ID Marker mit der ID 11.	30
Abb. 3-2 AR Toolkit Marker.....	30
Abb. 3-3 HOM Marker.....	31
Abb. 3-4 IGD Marker.	32
Abb. 3-5 SCR Marker.	32
Abb. 3-6 Frame Marker.....	33
Abb. 3-7 Split Marker.	34
Abb. 3-8 Split Marker in Verbindung mit einem 3D-Objekt.....	34
Abb. 3-9 DOT Marker.	35
Abb. 3-10 Natural Feature Recognition – Ergebnis des Trackings.	36
Abb. 3-11 Natural Feature Recognition – die Kombination mit dem virtuellen Objekt.....	37
Abb. 3-12 Muster- vs. bild-basierter Ansatz.	39
Abb. 3-13 Verfahren zur Gesichtserkennung.	39
Abb. 3-14 Aufbau eines generischen Face Tracking Systems.....	40
Abb. 3-15 Japanischer Getränkeautomat mit Gesichtserkennung.	41
Abb. 3-16 Funktionsweise Bildschirmprojektion.	42
Abb. 3-17 Beispiele zur Bildschirmdarstellung.....	43
Abb. 3-18 Head-Mounted-Display ohne See-through-Funktionalität.	44
Abb. 3-19 Head-Mounted-Display mit See-through-Funktionalität.	45
Abb. 3-20 Datenbrille (Modell Vuzix 920AV).	45

Abb. 3-21 Funktionsweise Head-Up-Display	47
Abb. 3-22 Kontaktlinse mit LED – entwickelt an der Universität Washington.....	48
Abb. 3-23 Funktionsweise Mobiltelefon und Augmented Reality.....	49
Abb. 3-24 Grundsätzliche Vorgehensweise einer AR Anwendung.	51
Abb. 3-25 Architektur von D'Fusion.	52
Abb. 3-26 InstantAR – Definition einer Szene.	56
Abb. 3-27 InstantAR – Darstellung der realisierten Szene.	56
Abb. 3-28 Instant AR – Komponenten.....	57
Abb. 3-29 Instant AR – Interaktion der Komponenten.	57
Abb. 4-1 Originäres einstufiges Kommunikationssystem (Sender-Empfänger-Modell).....	60
Abb. 4-2 Entwicklungsphasen der Unternehmensführung.....	62
Abb. 4-3 Einteilung in Such-, Erfahrungs- und Vertrauenseigenschaften.	64
Abb. 4-4 Gesamtsystem Verhalten.....	65
Abb. 4-5 Beziehungen zwischen Aktivierung und kognitiver Leistung.....	66
Abb. 4-6 Verweildauer bei Printanzeigen ohne und mit Augmented Reality Erweiterung....	68
Abb. 4-7 Phasen des Customer Lifecycle.....	69
Abb. 4-8 Differenzierte Phasen des Customer Lifecycle.	70
Abb. 4-9 Erfolgskette der Kundenorientierung.	70
Abb. 4-10 Zielhierarchie im Customer Relationship Management.....	72
Abb. 5-1 Einsatzfelder für AR.	82
Abb. 5-2 Einsatzfelder für AR in der Kommunikation.	83
Abb. 6-1 Living Mirror.	86
Abb. 6-2 Living Mirror.	87
Abb. 6-3 Living Mirror: Virtuelle Brillenprobe.	87
Abb. 6-4 Living Mirror: Virtuelle Kleiderprobe.	88
Abb. 6-5 Living Card: Fußballkarten und marker-based Beispiel.	89
Abb. 6-6 Living Card: Beispiele mit Sammelkarten.	90
Abb. 6-7 Living Card: Weihnachts-Karte mit Texturmarker und marker-based Karte.....	90
Abb. 6-8 Living Brochure: Esquire (aufgedruckter Marker), Autoprospekt (Texturmarker).92	92
Abb. 6-9 Living Brochure Anwendungen.	94
Abb. 6-10 Living Brochure: Auris-Kampagne.....	94
Abb. 6-11 Living Brochure: Verkaufsprospekt.....	95
Abb. 6-12 Living Brochure: Süddeutsche Zeitung.....	96
Abb. 6-13 Living Brochure: IKEA Katalog App.	97
Abb. 6-14 Living Object: Lego Verpackung.....	98
Abb. 6-15 Living Object: Adidas Schuh.	99
Abb. 6-16 Living Object: Tee-Verpackung.....	99
Abb. 6-17 Living Book: Visualisierung von Buchinhalten.	101
Abb. 6-18 Living Book: Wonderbook.	102
Abb. 6-19 Living Game print-basiert: Brett-/Kartenspiele.....	104
Abb. 6-20 Living Game print-basiert: levelHead.....	104
Abb. 6-21 Living Game mobile	106
Abb. 6-22 Living Game mobile	106
Abb. 6-23 Living Game – mobile Anwendung	107
Abb. 6-24 Living Game – mobile: EyePet.	108

Abb. 6-25 Living Game – mobile: Zombies Everywhere!	109
Abb. 6-26 Living Game – mobile: Ingress.	109
Abb. 6-27 Living Architecture: Worms Kongresszentrum und Simona	111
Abb. 6-28 Living Architecture: IKEA.....	113
Abb. 6-29 Living Architecture: IKEA.....	114
Abb. 6-30 Living Architecture: Berliner Mauer.....	114
Abb. 6-31 Wireless Poster.....	116
Abb. 6-32 Geschlechts- und altersabhängige Werbebotschaften.	117
Abb. 6-33 Living Poster: Exemplarische 9x9 Merkmalsmatrix	118
Abb. 6-34 Living Poster: Männlicher Content.	118
Abb. 6-35 Living Poster: Weiblicher Content.	119
Abb. 6-36 Living Poster: Neutraler Content.....	119
Abb. 6-37 Living Presentation: Alstom und Schneider.	121
Abb. 6-38 Living Meeting: Augmentierter Besprechungstisch.	123
Abb. 6-39 Living Meeting: AR Telekonferenz in Kombination mit Second Life.....	124
Abb. 6-40 Living Environment Beispiele.....	127
Abb. 6-41 Living Environment Beispiele.....	127
Abb. 6-42 Living Environment für die Flugzeugwartung	128
Abb. 6-43 Einsatzmöglichkeiten und Nutzen der Anwendungsszenarien	131
Abb. 7-1 Augmented Reality im Wertschöpfungsnetzwerk Marketing.	133
Abb. 7-2 Augmented Reality Wertschöpfungskette.	134
Abb. 7-3 Geschäftsmodelle für AR.	140
Abb. 9-1 AR Vision 2020.....	148

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1 Augmented Reality Software	53
Tabelle 5-1 Augmented Reality in der Kommunikation zum Kunden	76
Tabelle 5-2 G+J Werbetrend Januar - Dezember 2009.	80
Tabelle 5-3 Anzeigenumsätze Publikumszeitschriften in 2013.....	80
Tabelle 6-1 Klassifikationsschema für Living Mirror.	88
Tabelle 6-2 Klassifikationsschema für Living Card.....	91
Tabelle 6-3 Klassifikationsschema für Living Brochure.....	97
Tabelle 6-4 Klassifikationsschema für Living Object.	100
Tabelle 6-5 Klassifikationsschema für Living Book.	103
Tabelle 6-6 Klassifikationsschema für Living Game print-basiert.....	105
Tabelle 6-7 Klassifikationsschema für Living Game mobile.	110
Tabelle 6-8 Klassifikationsschema für Living Architecture.	115
Tabelle 6-9 Klassifikationsschema für Living Poster.....	120
Tabelle 6-10 Klassifikationsschema für Living Presentation.	122
Tabelle 6-11 Klassifikationsschema für Living Meeting.	125
Tabelle 6-12 Klassifikationsschema für Living Environment.	129
Tabelle 6-13 Anwendungsszenarien und Einsatzfelder für Augmented Reality	130
Tabelle 7-1 Anwendungsszenarien und Geschäftsmodelle für Augmented Reality.....	141

Abkürzungsverzeichnis

AR	Augmented Reality
CRC	Cyclical Redundancy Checking
CRM	Customer Relationship Management
DOT	„Punkt“ oder „Fleck“
HAI	Helicopter Association International
HMD	Head-Mounted-Display
HOM	Homography
IGD	Institut für graphische Datenverarbeitung
IIS	Institut für Integrierte Schaltungen
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
NFR	Natural Feature Recognition
POS	Point of Sale
PTAM	Parallel Tracking and Mapping
RFID	Radio Frequency Identification
SCR	Siemens Corporate Research
SDK	Software Developer Kit
SHORE™	Sophisticated Highspeed Object Recognition Engine
SLAM	Simultaneous Localization and Mapping
WYDIWYG	What you do is what you get.
ZDF	Zweites Deutsches Fernsehen

1 Einleitung

 Dieses Kapitel zielt auf eine Einführung in Augmented Reality ab.
Nach Lesen dieses Kapitels wissen Sie, was Augmented Reality ist,
und Sie kennen die Zielsetzung dieses Buchs.

1.1 Motivation

Durch die Flut an digitalen Informationen gewinnt Time-to-Content, d. h. der schnelle Zugriff auf die richtigen Informationen zur richtigen Zeit und ihre effiziente Darstellung zunehmend an Relevanz; dies gilt für betriebliche Bereiche genauso wie bei der Vermarktung neuer Produkte. Die Vermittlung derartiger Informationen erfolgt heute weitestgehend mithilfe klassischer Darstellungsformen und Materialien wie Büchern, Videofilmen, Vorträgen etc. Augmented Reality bietet eine innovative Alternative, Informationen auf völlig neue Art und Weise genau dort zu präsentieren, wo sie benötigt werden – im Blickfeld des Anwenders. Diese noch relativ junge Technologie lässt bereits erhebliche Potenziale und Effizienzsteigerungen in den verschiedensten Anwendungsfeldern erkennen. (Ludwig & Reimann, 2005, S. 4)

Nahezu jedem ist heutzutage der Begriff Virtual Reality (VR) – oder Virtuelle Realität – geläufig; den Ausdruck Augmented Reality (AR) – oder Angereicherte Realität – kennen jedoch nur wenige.

Während man unter Virtual Reality die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung der Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer in Echtzeit computergenerierten, interaktiven virtuellen Umgebung versteht und die reale Umwelt demzufolge ausgeschaltet wird, zielt Augmented Reality auf eine Anreicherung der bestehenden realen Welt um computergenerierte Zusatzobjekte. Im Gegensatz zu Virtual Reality werden keine gänzlich neuen Welten erschaffen, sondern die vorhandene Realität mit einer virtuellen Realität ergänzt. (Klein, 2009, S. 1)

Salopp beschrieben liegt Augmented Reality vor, wenn man etwas sieht, was nicht da ist und keine Zauberei im Spiel ist (vgl. Abb. 1-1).



Quelle: (Total Immersion, 2010)

Abb. 1-1 Augmented Reality.

Augmented Reality ist eine neue Form der Mensch-Technik-Interaktion: Virtuelle Objekte werden in reale, durch Kameras bereitgestellte Szenen in Echtzeit so eingefügt, dass sie räumlich korrekt positioniert sind und das reale Bild ergänzen. Die digitale Information verschmilzt mit der Umwelt des Benutzers; dies ermöglicht, dass der Nutzer die aktuell wichtigen Informationen direkt an dem Ort erhält und sieht, an dem er sie benötigt. Erweiterte Realität ist insbesondere immer dann unschlagbar, wenn Objekte nicht physisch verändert werden können, entweder weil sie nicht abschaltbar – z. B. in Produktionsanlagen – oder Unikate – z. B. in Museen – sind. (Ludwig & Reimann, 2005, S. 4)

Abhängig von Art und Ausrichtung der Anwendung – z. B. Grad der Mobilität, Infrastruktur, freihändige Bedienung – ist eine adäquate Darstellungsform auszuwählen. Wesentlich sind dabei die Bildschirmgröße des Geräts, dessen Handhabbarkeit sowie die technische Umsetzung. Die Einblendung erfolgt kontextsensitiv, d. h. passend und abgeleitet vom betrachteten Objekt. So wird das reale Sichtfeld beispielsweise eines Kunden durch eingeblendete Produkt-hinweise oder -darstellungen um für ihn wichtige Informationen erweitert. In diesem Falle kann Augmented Reality unter anderem traditionelle Produktbeschreibungen ersetzen bzw. fallspezifisch ergänzen. (Ludwig & Reimann, 2005)



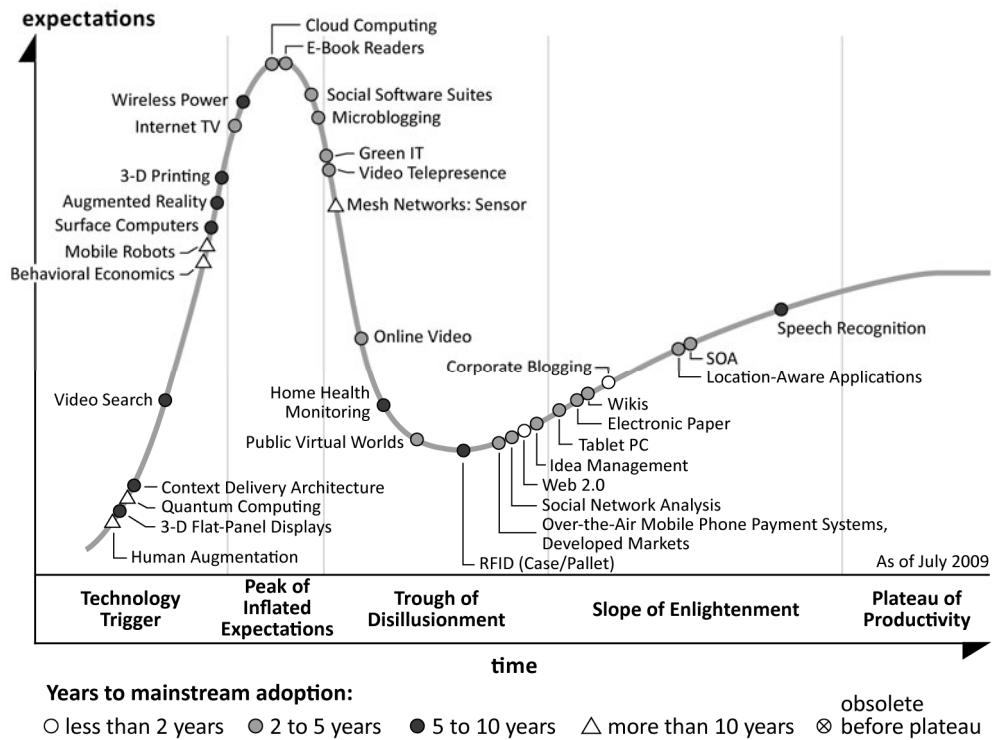
Quelle: (BeyondReality, 2010)

Abb. 1-2 Augmentierte Sammelkarte.

Augmented Reality setzt in der Regel auf einer einfachen Mensch-Rechner-Interaktion auf; ein reales Objekt wird mittels Kamera erfasst, über einen entsprechenden Tracker identifiziert und entsprechende computergenerierte Zusatzobjekte – wie in Abb. 1-2 Schmetterlinge und Blumen – geschaffen. Interessant an dieser Variante, die wir als hap.dig bezeichnen, ist die Kombination aus haptischem und digitalem Erlebnis: Ein haptisches Element erlaubt einen darüber hinausgehenden digitalen Zusatznutzen. Das virtuelle Objekt wird „fühlbar“. Natürlich gibt es auch deutlich komplexere Augmented Reality Anwendungen wie z. B. virtuelle Studios (vgl. Abb. 2-7); hier erfährt der Nutzer in der Regel kein haptisches Erlebnis.

Eine Kernfunktionalität, die Augmented Reality ermöglicht, ist das Tracking bzw. die Tracking-Software – oftmals verkürzt nur Tracker genannt. Die Aufgabe der Tracking-Software besteht darin, die Umgebung zu erkennen und entsprechend zu reagieren, d. h. eine entsprechende Animation zu erzeugen. Je besser die computergenerierten Zusatzobjekte in das vorhandene Bild der Realität integriert werden, desto perfekter wird die Illusion. Zur Optimierung des Trackings sind Anordnung und Perspektive der Umgebung relativ zur Kamera möglichst genau zu erfassen. Die notwendige Genauigkeit ist stets abhängig vom Anwendungsgebiet. Während bei Augmented Reality Applikationen im medizinischen Bereich Abweichungen nur Bruchteile eines Millimeters betragen dürfen, ist die Genauigkeit bei Spielen oder Anwendungen im Unterhaltungsbereich weitaus weniger relevant. (Rolland, Baillot, & Goon, 2001, S. 3ff)

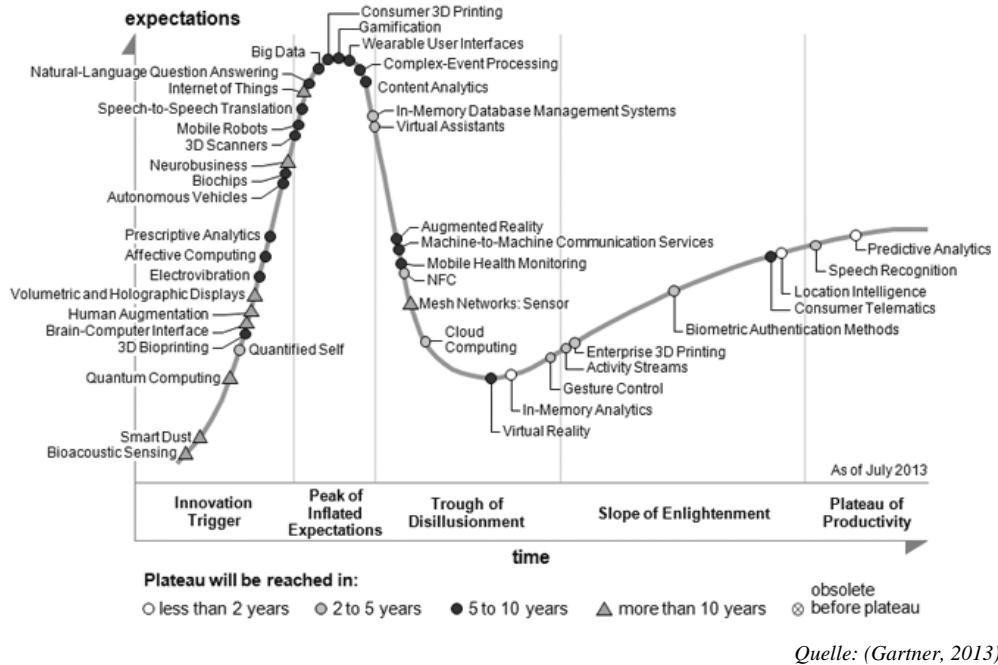
Augmented Reality ist kein vorübergehender Hype. Die Relevanz verdeutlicht die Gartner Hype Cycles; AR wird demzufolge als eine der Technologien der Zukunft gesehen, die in den nächsten Jahren von besonderer Bedeutung sein werden. Augmented Reality wird in allen Bereichen unseres Lebens auftreten und dieses beeinflussen.



Quelle: (Gartner, 2009)

Abb. 1-3 Gartner Hype Cycle 2009.

Im Hype Cycle 2009 (vgl. Abb. 1-3) befindet sich Augmented Reality auf der Schwelle zwischen technologischem Trigger und Höhepunkt der Erwartungen; Gartner prognostiziert den wesentlichen Durchbruch in den kommenden 5 – 10 Jahren. Andere Quellen wie Juniper Research erwarten den Durchbruch schon bis 2014. (Juniper Research, 2009) Vergleicht man den Hype Cycle 2009 mit dem von 2013 (vgl. Abb. 1-4) hat Augmented Reality eine deutliche Entwicklung erfahren. So hat Augmented Reality den Peak der Erwartungen überschritten und bewegt sich nun auf das „Tal der Tränen“ zu, bevor sie an Marktreife und Produktivität gewinnen wird.



Quelle: (Gartner, 2013)

Abb. 1-4 Gartner Hype Cycle 2013.

Während sich die Literatur sehr stark auf technologische Aspekte von Augmented Reality konzentriert, werden Anwendungsszenarien und entsprechende Einsatzfelder, in denen Kommunikation und Informationsvermittlung auf der Basis von Augmented Reality einen Mehrwert bieten, noch relativ selten beschrieben. Dies bildet den Fokus dieses Buchs.

Augmented Reality ermöglicht eine Vielzahl neuer Applikationen, deren Nutzen vor allem in einer Verschmelzung mit der Realität liegt. Einerseits lässt sich bei Entertainment orientierten Anwendungen der Spaß an der Nutzung der Anwendung durch stärkere Einbindung des Nutzers erhöhen (was u. a. auch Effektivität und Effizienz von Trainings im industriellen Umfeld erhöht), andererseits lassen sich sowohl in der Industrie als auch bei Präsentationen Informationen gezielt dort anzeigen, wo sie benötigt werden. Dies resultiert zum einen in Kosten- bzw. Zeitersparnis und zum anderen insbesondere im Kundenkontakt in einer Verbesserung des Service und damit auch zu einer positiven innovativen Wahrnehmung des Produktes und des Unternehmens. (Ludwig & Reimann, 2005, S. 15) Auch technische Applikationen, die z. B. in der Produktion eingesetzt werden, nutzen Augmented Reality, um mit dem Nutzer im weitesten Sinne besser zu kommunizieren.

Interessant ist, dass die meisten technischen Grundlagen in den 1990er Jahren entwickelt wurden, der Aspekt des unternehmerischen Einsatzes und Nutzens von Augmented Reality aber in den letzten Jahren in der Literatur noch kaum diskutiert wurde, obwohl die Technologie gemäß Gartner Hype Cycle zunehmend an Relevanz gewinnt. Ziel dieses Buchs ist es, diese Lücke zu schließen.

Gerade in Kombination mit mobilen Technologien gewinnt Augmented Reality kontinuierlich an Relevanz. Aktuelle Umsetzungen von Augmented Reality im mobilen Bereich zeigen bei genauer Betrachtung aber, dass es sich oftmals nicht um Augmented Reality im eigentlichen Sinne handelt, sondern nur der Modebegriff Augmented Reality verwendet wurde, um die Applikation attraktiver darzustellen. Erfolgt z. B. eine reine Textinformation zu Museumsöffnungszeiten, wenn das Museumsgebäude durch die Kamera des mobilen Endgeräts erfasst wird, so ist dies gemäß der Definition von AR (vgl. Abschnitt 2.1) kein Augmented Reality, da kein dreidimensionaler Bezug zwischen realen und virtuellen Objekten generiert wird.

Der AR Markt insbesondere für den mobilen Bereich ist nach Christensens Charakteristika ein entstehender Markt. (Christensen, 2003) Auch Juniper Research prognostiziert die steigende Relevanz von Augmented Reality: In ihrer Studie zu Augmented Reality schätzen sie das Marktvolumen für 2014 auf 732 Mio. US\$. (Juniper Research, 2009) Entscheidend für ein wachsendes Marktvolumen sind nach Expertenmeinung die Verfügbarkeit von Augmented Reality auf mobilen Devices sowie geringe Kosten für AR Applikationen.

Für Unternehmen ist die Rechtfertigung für Konzeption, Entwicklung und Einsatz von AR Anwendungen ein ganz wesentlicher Aspekt. Finanzielle Mittel werden für eine neue Technologie erst und nur dann zur Verfügung gestellt, wenn deren Mehrwert für ein Unternehmen deutlich ersichtlich ist. D. h. nur wenn Augmented Reality einen Mehrwert bietet, werden die Unternehmen verstärkt auf diese Technologie und ihre Anwendungsmöglichkeiten setzen. Bislang ist Augmented Reality für viele Unternehmen noch kein Thema, da entweder die Einsatzmöglichkeiten nicht bekannt sind oder man erst mal abwarten möchte, wie der Markt auf Augmented Reality reagiert bzw. damit umgeht. Ein weiterer Aspekt, der die Abwartehaltung der Unternehmen unterstreicht, ist, dass der Mehrwert von Augmented Reality nur schwer monetär quantifizierbar ist.

Ein wenig erinnert die derzeitige Situation um Augmented Reality an die Entwicklung des Webs. Die Tragweite dieser Technologie wurde zunächst von Unternehmen auch nicht erkannt, der Mehrwert war nicht direkt erkennbar. Erste Projekte von Unternehmen im Bereich Web waren oftmals eher zufallsbedingt. Noch heute diskutieren viele Unternehmen darüber, ob sich ein Online-Distributionskanal für ihr Unternehmen rentiert; vor allem aus Image- und Wettbewerbsgründen erscheint ein Verzicht jedoch oftmals nicht sinnvoll.

Augmented Reality wird in den kommenden Jahren verstärkt Eingang in das tägliche Leben finden; computergenerierte Zusatzobjekte werden so raffiniert darstellbar sein, dass dem Nutzer nicht mehr bewusst sein wird, dass ein Eintauchen in eine angereicherte Realität stattfindet.

Ein weiterer Innovationsschub für Augmented Reality wird sich durch die Entwicklung von Gestensteuerung ergeben, da diese eine einfache und intuitive Handhabung von AR Applikationen unterstützt. Schon heute ist dies z. B. mit der Microsoft Kinect einfach realisierbar; zahlreiche kreative Anwendungen dieses Werkzeugs zeigen ihre hohe Praxistauglichkeit. (Hemmerling, 2011, S. 23)

1.2 Zielsetzung

Zielsetzung des Buchs ist, einerseits wichtige technische Grundlagen von Augmented Reality aufzuzeigen, andererseits aber die Anwendungsmöglichkeiten von AR vor allem in der Kommunikation darzustellen.

Technische Grundlagen sind bewusst auf wesentliche Aspekte beschränkt. Der Fokus liegt auf der Darstellung der Anwendungsmöglichkeiten, vor allem in der Kommunikation und entsprechender Anwendungsszenarien.

In diesem Kontext ergeben sich Fragen wie z. B.

- Wie und was lässt sich durch Augmented Reality besser kommunizieren?
- Auf welche Kommunikationsaspekte zielt Augmented Reality ab?
- Welche Möglichkeiten bietet Augmented Reality zur Kommunikationsverbesserung?
- Wieso ist Augmented Reality als zusätzliches User Interface sinnvoll?
- Welchen Mehrwert hat der Einsatz von AR?
- Wieso sollten Unternehmen in Augmented Reality investieren?

Oftmals ist es schwer, eine Technologie in ein Anwendungsszenario umzusetzen. Anhand der verschiedenen Anwendungsszenarien ergeben sich Antworten auf obige Fragestellungen. Ziel ist, Ideen für Anwendungen und Geschäftsmodelle zu liefern, die jeder selbst weiterentwickeln kann.

1.3 Struktur

Wesentliche Grundlagen zu Augmented Reality werden in Kapitel 2 dargestellt; der Begriff wird abgegrenzt und definiert.

Kapitel 3 dient der Darstellung wichtiger technischer Grundlagen. Aspekte wie Tracking, Marker, Interfaces sowie Software werden erläutert und beispielhaft veranschaulicht.

Kapitel 4 fokussiert Kommunikation. Neben der Darstellung allgemeiner Kommunikationsmodelle geht es um die aus Unternehmenssicht relevanten Aspekte der Kommunikation, also insbesondere die Kommunikation mit dem Stakeholder Kunde. Ein weiterer Punkt ist die Beobachtung des Kundenverhaltens.

Die Anwendungsmöglichkeiten von Augmented Reality in der Kommunikation beschreibt Kapitel 5. Insbesondere Charakteristika einer Augmented Reality Applikation werden erläutert.

In Kapitel 6 werden verschiedene Anwendungsszenarien zu Augmented Reality und entsprechende Beispiele dargestellt. Diese werden nach einem einheitlichen Schema aufbereitet und klassifiziert.

Wertschöpfungskette und Geschäftsmodelle zu Augmented Reality stehen im Mittelpunkt von Kapitel 7. Dabei wird insbesondere diskutiert, wie Geschäftsmodelle und Anwendungsszenarien zusammenhängen.

Kapitel 8 dient der Beschreibung der Potenziale, aber auch der Risiken und Grenzen von Augmented Reality.

In Kapitel 9 werden eine Zusammenfassung und ein Ausblick gegeben.

2 Grundlagen zu Augmented Reality

 Dieses Kapitel legt die Grundlagen zu Augmented Reality. Nach dem Lesen dieses Kapitels wissen Sie, wie man Augmented Reality und Virtual Reality abgrenzt, wie die historische Entwicklung aussieht und welche Anwendungsbereiche derzeit existieren und sich zukünftig entwickeln werden.

2.1 Definition und Abgrenzung zu Virtual Reality

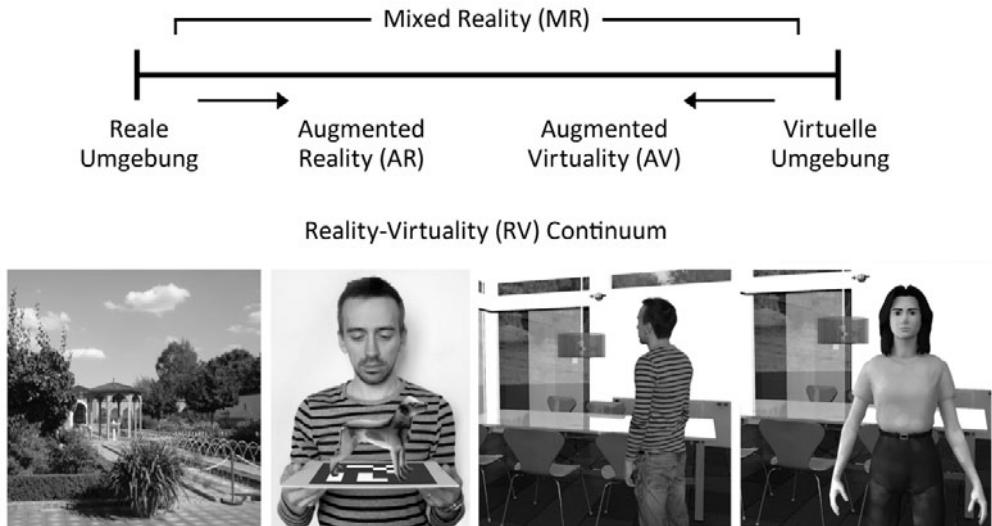
Nahezu jedem ist heutzutage der Begriff Virtual Reality (VR) geläufig; den Begriff Augmented Reality (AR) kennen jedoch nur wenige.

Während man unter *Virtual Reality* die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung der Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer in Echtzeit computergenerierten, interaktiven, virtuellen Umgebung versteht und die reale Umwelt demzufolge ausgeschaltet wird, zielt *Augmented Reality* auf eine Anreicherung der bestehenden realen Welt um computergenerierte Zusatzobjekte. Im Gegensatz zu *Virtual Reality* werden keine gänzlich neuen Welten erschaffen, sondern die vorhandene Realität mit einer virtuellen Realität ergänzt. (Klein, 2009, S. 1)

Eine einheitliche Definition zu Augmented Reality gibt es in der Literatur nicht (Milgram, Takemura, Utsumi, & Kishino, 1994, S. 283); meistens wird auf das von Milgram et al. entwickelte „*reality-virtuality continuum*“ Bezug genommen. Dieses postuliert einen stetigen Übergang zwischen realer und virtueller Umgebung. (Milgram, Takemura, Utsumi, & Kishino, 1994, S. 283)

Der linke Bereich des Kontinuums (vgl. Abb. 2-1) definiert Umgebungen, die sich nur aus realen Objekten zusammensetzen, und beinhaltet alle Aspekte, die bei Betrachtung einer realen Szene durch eine Person oder durch ein beliebiges Medium wie z. B. Fenster, Fotoapparat etc. beobachtet werden. (Milgram, Takemura, Utsumi, & Kishino, 1994, S. 283) Der rechte Bereich hingegen definiert Umgebungen, die nur aus virtuellen Objekten bestehen, wie z. B. entsprechende Computerspiel-Simulationen. (Milgram, Takemura, Utsumi, & Kishino, 1994, S. 283)

Innerhalb dieses Frameworks wird *Mixed Reality* als eine Umgebung definiert, in der reale und virtuelle Objekte in beliebiger Weise in einer Darstellung, d. h. zwischen den beiden Extrempunkten des Kontinuums liegend, kombiniert werden. (Milgram & Kishino, 1994, S. 1) Bei Augmented Reality überwiegt der reale Anteil, bei Augmented Virtuality hingegen der virtuelle Anteil (vgl. Abb. 2-1).



Quelle: In Anlehnung an (Milgram, Takemura, Utsumi, & Kishino, 1994, S. 283)

Abb. 2-1 Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum.

Während der Begriff Augmented Virtuality kaum von der Fachwelt benutzt wird, werden die Termini *Augmented Reality* und *Mixed Reality* – selten auch *Enhanced Reality* – meist synonym verwendet. Die Abstufungen im Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum sind unter Nutzung der üblichen Termini in Abb. 2-2 visualisiert.

Die Literatur verwendet meist die Definition zu Augmented Reality von Azuma:

Augmented Reality ist durch folgende Charakteristika definiert (Azuma, 1997, S. 1f):

- Kombination von virtueller Realität und realer Umwelt mit teilweiser Überlagerung
- Interaktion in Echtzeit
- Dreidimensionaler Bezug virtueller und realer Objekte

Die Möglichkeit der Interaktion mit den computergenerierten Zusatzobjekten wird als wesentlicher Aspekt von Augmented Reality gesehen; teils wird sogar weitergehender von der Möglichkeit der Manipulation der Informationselemente gesprochen. (Fraunhofer IGD, 2003)

Der dreidimensionale Bezug virtueller und realer Objekte ist oftmals gerade im mobilen Bereich nicht gegeben (vgl. Abb. 6-40).

Ein Überlagern eines Objekts mit Textinformationen liefert in der Regel nur einen zweidimensionalen Bezug. In solchen Fällen sprechen wir von *AR im weiteren Sinne*; sind hingegen alle drei Charakteristika von Augmented Reality gegeben, von *AR im engeren Sinne*.



Quelle: In Anlehnung an (Gutmann, 2009)

Abb. 2-2 Abstufungen im Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum.

Problematisch an der Definition von Azuma ist jedoch, dass sie sich im Wesentlichen auf technische Merkmale konzentriert und Anwendungssaspekte vernachlässigt. Andere Arbeiten definieren Augmented Reality als eine Erweiterung der Sinneswahrnehmung des Menschen durch Sensoren von Umgebungseigenschaften, die der Mensch selbst nicht wahrnehmen kann: Radar, Infrarot, Distanzbilder zählen unter anderem hierzu. (HDM, 2009)

Alternativ zur Anreicherung der Realität um virtuelle Objekte kann man sich auch vorstellen, dass reale Objekte durch Überlagerung von künstlichen Objekten teilweise oder ganz verdeckt werden. In der Literatur wird dies auch als *Mediated* oder *Dimished Reality* bezeichnet. (Azuma, 1997)

Im Bereich Augmented Reality werden die Termini *Tracking* und *Rendering* sehr häufig verwendet.

Unter *Tracking* versteht man die Erkennung und Verfolgung von Objekten; auch Bewegungsgeschwindigkeit sowie Beschleunigung oder Verzögerung der Objekte lassen sich berechnen.

Art und Weise des Tracking werden in Abschnitt 3.1 näher erläutert.

Rendering ist die Technik der visuellen Ausgabe, d. h. der Kombination realer und virtueller Objekte zu einer neuen Szene.



Quelle: In Anlehnung an (Haller, Landerl, & Billinghurst, 2005)

Abb. 2-3 Beispiel zu Mediated oder Dimished Reality.

Das Zusammenspiel von Tracking und Rendering ist in Abb. 2-4 erläutert.



Abb. 2-4 Augmented Reality – ein generisches System.

2.2 Historie

Der Beginn der Entwicklung von Augmented Reality wird in der Literatur unterschiedlich datiert (Bimber & Raskar, 2005, S. 3); einigen Quellen zufolge – wie z. B. (Blasi, 2004) – begann sie bereits in den 1950er Jahren, andere Quellen – wie z. B. (Unix, 1994) – beziehen sich auf die 1960er Jahre.

Zwischen 1957 – 1962 entwickelte und patentierte Morton Heilig einen Simulator namens Sensorama, der mit visuellen Effekten, Sound, Vibration und Geruch arbeitete. (Bimber & Raskar, 2005, S. 3) Das *Head-Mounted-Display* wurde 1966 von Ivan Sutherland erfunden; diese Anzeige ist ein auf dem Kopf getragenes visuelles Ausgabegerät, das am Rechner erzeugte Bilder auf einem augennahen Bildschirm darstellt oder direkt auf die Netzhaut projiziert und damit quasi ein Fenster in eine virtuelle Welt suggeriert. Jedoch war dieses Display so schwer, dass es zusätzlich von der Raumdecke getragen werden musste. (Mears, 2010)

Videoplace, das Myron Krueger 1975 kreierte, erlaubte es Anwendern erstmalig, mit virtuellen Objekten zu interagieren. 1989 prägt Jaron Lanier den Begriff Virtual Reality; Virtual Reality wird für erste kommerzielle Anwendungen genutzt. (Enderlein, 2003, S. 5)

Tom Caudell entwickelt bei Kabelverlegungsarbeiten in Flugzeugen bei Boeing Anfang der 1990er Jahre erstmalig den Begriff Augmented Reality. (Schwanck, Kuhn, & Blohm, 2007) Im selben Jahr baut L.B. Rosenberg in den U.S. Air Force Armstrong Labs eines der ersten funktionsfähigen Augmented Reality Systeme, das er Virtual Fixtures nennt, und zeigt seinen Nutzen für die menschliche Leistungsfähigkeit. (Rosenberg, 1992) (Rosenberg, 1993) Ebenfalls 1992 präsentieren Steven Feiner, Blair MacIntyre und Doree Seligmann KARMA, einen Prototypen eines Augmented Reality Systems. (Feiner, MacIntyre, & Seligmann, 1992)

1999 entwickelt Hirokazu Kato das AR Toolkit. Bruce H. Thomas erfindet mit ARQuake das erste mobile Outdoor AR Spiel, das er auf dem International Symposium on Wearable Computers präsentiert. (Mears, 2010)

Wikitude bringt 2008 den AR Travel Guide für das G1 Android Mobiltelefon heraus; 2009 folgt das Drive-AR Navigation System für die Android Plattform. (Wikitude, 2008)

Das AR Toolkit wird 2009 in Adobe Flash (FLARToolkit) durch Saqoosha portiert; dies erlaubt die Darstellung von AR im Webbrowser. 2010 ermöglicht acrosair erstmalig Augmented Reality auf dem iPhone 3Gs. (Welt, 2009)

2.3 Einsatzbereiche und Anwendungsbeispiele

Augmented Reality kann in nahezu allen Bereichen des Alltags zum Einsatz kommen und zu Verbesserungen z. B. in der Kommunikation oder Interaktion führen.

Ein typisches Beispiel für Augmented Reality zeigt Abb. 2-5; in das Bild einer realen Hand mit einer realen Baseball-Karte erfolgt eine Augmentierung, d. h. Anreicherung um Zusatzobjekte, indem ein virtueller Baseball-Spieler integriert wird.

Während diese Anwendung vor allem spielerischen Charakter hat, kann die Nutzung von Augmented Reality in vielen Bereichen wie z. B. in der Medizin, Produktion oder Konstruktion zu deutlichen Vorteilen führen. Typische Beispiele sind minimalinvasive Operationen mittels „Röntgenblick“, Assistenzsysteme bei komplizierten Operationen oder das Training mit Patientendaten an Dummies. Designer könnten mit real und virtuell anwesenden Kollegen an demselben dreidimensionalen Modell kollaborieren.

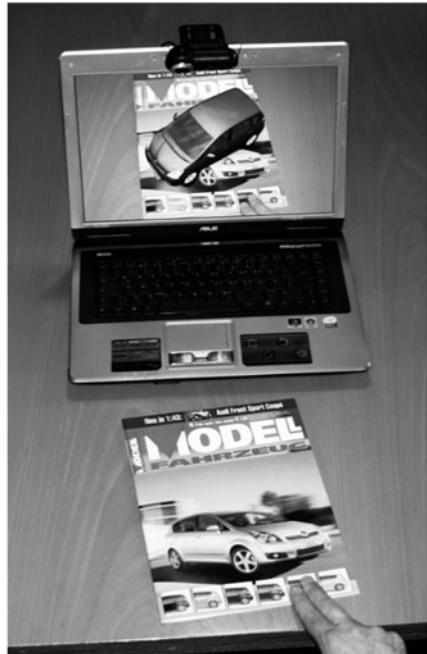


Quelle: (New York Times, 2009), (Total Immersion, 2010)

Abb. 2-5 Augmented Reality erweckt Baseball zum Leben.

Auch im Unternehmensumfeld sind viele Anwendungen wie z. B. in der Kommunikation mit Kunden möglich. Herkömmliche Anzeigen erfahren durch die Einbindung von Augmented Reality eine interaktive Komponente, die einen Zusatznutzen bietet, wie z. B. das Videobeispiel mit entsprechenden Applikationen unter Esquire zeigt (vgl. Abb. 6-8). (Esquire, 2010b)

Produktkataloge lassen sich entsprechend anreichern und bieten dem Kunden einen Mehrwert, wie das Beispiel von Citroën Picasso verdeutlicht (vgl. Abb. 2-6).



Quelle: (Aurea, 2010)

Abb. 2-6 Citroën Picasso (Prospekt) ergänzt um Augmented Reality.

Wesentlich aufwendigere Lösungen sind Virtuelle Studios, wie sie z. B. das ZDF einsetzt (vgl. Abb. 2-7). Hierbei handelt es sich um virtuelle Sets, in denen reale Darsteller in Echtzeit mit einer virtuellen Realität kombiniert werden. (Azuma, 1997, S. 7f)



Quelle: (T-Online, 2009)

Abb. 2-7 Virtuelles Studio des ZDF *heute journals*.



Abb. 2-8 Augmented Reality in der Wartung.

Je weiter sich die Technologie entwickelt, desto komplexere und interessantere Anwendungsszenarien sind denkbar. Dazu gehören insbesondere elektronische Geräte, die nur virtuell existieren, aber auf reale Berührungen reagieren und künstliche Sinneserweiterungen wie „Röntgenblick“ und Computerspiele in freiem Gelände ermöglichen. (Zeit, 2010), (Singularity Hub, 2010)

Augmented Reality bietet Hilfestellung bei komplexen und diffizilen Aufgaben; dazu zählen insbesondere Anwendungen in der Medizin, in der Konstruktion oder bei der Wartung von Maschinen (vgl. z. B. auch (Kipper & Rampolla, 2013, S. 14-20)):

- **Wartungsbereich**
Durch Anzeigen von wichtigen Zusatzinformationen auf Bedarf hin können schwierige Aufgaben leichter, sicherer und qualitativ hochwertiger erfüllt werden.
Beispielsweise kann sich ein Wartungstechniker auf Basis einer Explosionszeichnung das zu reparierende Gerät in 3D anzeigen lassen, kann dieses beliebig bewegen und drehen, sodass er einen wesentlich besseren Eindruck gewinnen und die Reparatur schneller durchführen kann.
Eine andere Möglichkeit besteht darin, dem Mechaniker Beschriftungen für einzelne Teile des Gerätes sowie entsprechende Arbeitsanweisungen anzuzeigen. (Fraunhofer IGD, 2007)
- **Medizin**
Durch Darstellung nicht sichtbarer Elemente lassen sich schwierige Operationen leichter durchführen. Basierend auf vorheriger Tomographie oder aktuellen Bilddaten von Ultraschallgeräten oder offenen Kernspintomografen kann für den Operateur ein „Röntgenblick“ simuliert werden, der durch Überblendung virtueller Objekte die Operation deutlich einfacher gestalten kann. (TU München, 2010) (Suthau, Vetter, Hassenpflug,

Meinzer, & Hellwich, 2002)

Ein *Virtual Mirror* kann medizinische Untersuchungen oder Operationen deutlich vereinfachen oder zu ihrem Gelingen entscheidend beitragen. (Tönnis, 2010, S. 138-140)



Quelle: (TU München, 2010), (Blümchen, 2002, S. 10)

Abb. 2-9 Augmented Reality in der Medizin.

- Konstruktion

Digitale Planungsdaten lassen sich effizient mit vorhandenen realen Geometrien abgleichen. Dies ermöglicht darüber hinaus den breiten Einsatz von digitalen Absicherungsmethoden bei der Kombination von digitalen Daten mit realen Prototypen bzw. Konstruktionen. (Startblatt, 2010)



Quelle: (Metaio, 2010a)

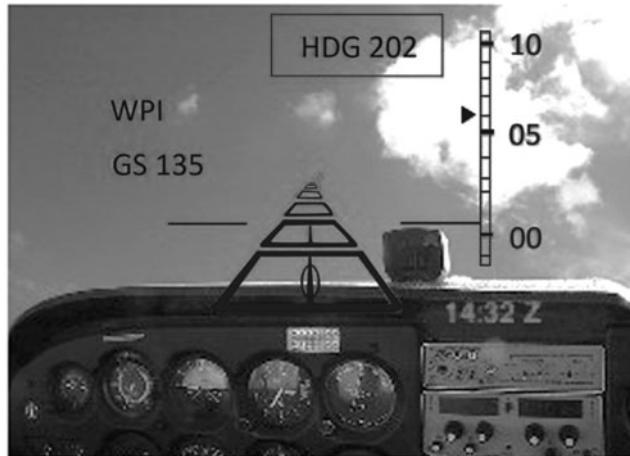
Abb. 2-10 Augmented Reality in der Konstruktion.

Weitere industrielle Anwendungsmöglichkeiten mit komplexen Aufgabenfeldern sind denkbar bzw. teilweise bereits realisiert:

- Navigation

Navigation ergänzt um Augmented Reality ist in vielerlei Einsatzszenarien denkbar:

- Bei der Wartung komplexer Industrieanlagen (TU Clausthal, 2010)
- Für Einsätze im Bereich Katastrophenmanagement (Werder & Bähr, 2007)
- Im Auto, wobei Navigationshinweise in Abhängigkeit von der Verkehrslage z. B. in die Windschutzscheibe projiziert werden (Lange, 2010)
- Im Flugzeug
Der Einsatz von Augmented Reality in Verbindung mit Head-Mounted- oder Head-Up-Displays in Kampfflugzeugen ist eine der frühesten Anwendungen für Augmented Reality. (Netzwelt, 2009)



Quelle: (Friedrich, 2004)

Abb. 2-11 Augmented Reality bei der Flugzeug-Navigation.

- Visualisierung

Obwohl Augmented Reality sehr häufig der Darstellung dient, gibt es dennoch einige Anwendungsbereiche, deren Hauptziel darin besteht, bestimmte Aspekte besser zu visualisieren.

- Darstellung und interaktive Analyse von Karten und Geländemarkmalen, z. B. zur Ausbeutung von Bodenschätzen, im Bereich der Geoinformatik (Friedrich, 2004)
- Darstellung zerstörter historischer Gebäude oder zukünftiger Architekturprojekte (Friedrich, 2004)
- Anreicherung von Museen und Ausstellungen durch Darstellung virtueller Objekte (Friedrich, 2004)



Quelle: (C-Lab, 2010)

Abb. 2-12 Augmented Reality zur Visualisierung.

- Simulation,
z. B. Anreicherung bereits bestehender Flug- und Fahrsimulatoren um Augmented Reality Elemente (Pratsch, 2005)
- Kollaboration,
z. B. Unterstützung virtueller Teams bei ihrer Zusammenarbeit an simulierten 3D-Modellen oder Konferenzen mit realen und virtuellen Teilnehmern (Boystscheff, 2007) (Friedrich, 2004)
- Spiele
z. B. ARQuake und EyePet für PS3 (Friedrich, 2004)

Ein aktuelles Beispiel eines Einsatzbereichs für Augmented Reality ist Education in der Ausprägung Edutainment. Lernende lassen sich durch eine WebCam am Rechner Lernmaterial digitalisieren und erhalten dabei über die eigentlichen Inhalte hinausgehende Informationselemente am Rechner angezeigt, die weiterführende Erklärungen und Hinweise zur betrachteten Thematik bieten. Auch weiterführende Konsequenzen sind im Rahmen der Animation möglich. Diese Vorgehensweise vermittelt den Lernenden das Gefühl der greifbaren Nähe sowie einer individuell und interaktiv gestalteten Hilfe. Dies hilft, mögliche Lernbarrieren zu verringern oder zu eliminieren. Ziel der Einbindung von 3D-Animationen auf Augmented Reality Basis ist unter anderem, für die Lernenden eine haptische Wahrnehmung zu simulieren und ihr Interesse zu stärken.

Die bereits realisierten Anwendungsbeispiele zeigen deutlich, dass der Aspekt Kommunikation in der Ausprägung Visualisierung im Vordergrund steht. Komplexe Sachverhalte sollen vereinfacht werden, indem sie visualisiert werden.

Mit wachsender Rechenleistung in Echtzeit sind Anwendungsszenarien in vielfältiger Weise – vor allem im Bereich Bedienerunterstützung und Unterhaltung – denkbar. Betriebssystemoberflächen vor allem für den Consumer-Bereich können um Augmented Reality-Elemente angereichert werden. Programmfenster und Icons lassen sich als virtuelle Elemente im realen Raum darstellen und durch Mimik oder Gestik bedienen. Weiter gedacht lassen sich herkömmliche Bildschirme oder Gerätebedienfelder durch neue Gerätetypen und entsprechende multimediale Anwendungen, die Augmented Reality nutzen, ersetzen. Hierzu zählen z. B. pseudoholographische virtuelle Bildschirme, virtuelle „Holodecks“ oder virtuelles Surround-Kino, wie sie aus verschiedenen Science-Fiction-Serien bereits bekannt sind. (Schwanck, Kuhn, & Blohm, 2007) In weiteren Schritten ist der Ersatz von Mobiltelefon- und Navigatorbildschirmen denkbar; Informationen werden direkt in die Umwelt wie z. B. Leitlinien direkt auf die Fahrbahn eingeblendet. Mittels Augmented Reality Erweiterungen wie z. B. „Röntgenblick“ ist auch die Darstellung verdeckter Ziele möglich. (TU München, 2010)

Während bislang eingesetzte Tracking-Software meist einige wenige zugrundeliegende statische Objekte erkennt und diese mit virtuellen Objekten kombiniert, gewinnen *Natural Feature Recognition* und *Face Tracking* immer mehr an Bedeutung:

- *Natural Feature Recognition* erlaubt ein Tracking ohne Verwendung künstlicher Marker, (vgl. Abschnitt 3.1.3) ermöglicht das Erkennen völlig unbekannter Umgebungen und dadurch völlig neue Anwendungsmöglichkeiten. Gerade mobile Endgeräte wird die weitere Entwicklung dieser Technik immer mehr in die Lage versetzen, natürliche Umgebungen zu erkennen und mit virtuellen Objekten anzureichern.
- *Face Tracking* eröffnet z. B. neue Formen in der Kommunikation mit Betrachtern. Der Betrachter wird – im Wesentlichen reduziert auf das Gesicht – erfasst, alters- und geschlechtsspezifische Merkmale werden erkannt, ausgewertet sowie interpretiert und es erfolgt eine entsprechende individuelle Reaktion. Mögliche Einsatzszenarien ergeben sich in der Werbung. Während Plakate derzeit statische Informationen widerspiegeln, kann man auf Basis von Augmented Reality interaktive Plakate entwickeln, die entsprechend „intelligent“ auf ihr Gegenüber reagieren. Bezogen auf alters- und geschlechtsspezifische Merkmale reagiert das Plakat individuell und bietet passende Werbebotschaften an.

Ein weiterer Schritt im Bereich Augmented Reality ist die zunehmende Einbindung des Mobiltelefons. Bereits in den letzten Jahren wurden verschiedene Augmented Reality Applikationen für den mobilen Bereich entwickelt. Mit der steigenden Beliebtheit von Touchscreen-Telefonen und Tablet-PCs wird dieser Bereich in den kommenden Jahren boomen.

Die Möglichkeit der Gestensteuerung wird weitere faszinierende Möglichkeiten im Bereich AR hervorbringen, da diese eine einfache und intuitive Handhabung von AR Applikationen unterstützt. Schon heute ist dies z. B. mit der Microsoft Kinect einfach realisierbar; zahlreiche kreative Anwendungen dieses Werkzeugs zeigen ihre hohe Praxistauglichkeit. (Hemmerling, 2011, S. 23)

2.4 Nutzen von Augmented Reality

Wesentliche Nutzeffekte von Augmented Reality sind anhand der zuvor gezeigten Einsatzbereiche und Anwendungsbeispiele folgende:

- Rechnergestützte Erweiterung der menschlichen Wahrnehmung
Die computergenerierten Zusatzobjekte erlauben die Darstellung zusätzlicher, wahrnehmungserweiternder Aspekte.
- Visualisierung von Informationen
Umfangreiche und komplexe Informationen lassen sich visualisieren und intuitiv vermitteln.
- Unterstützung bei der Bewältigung komplexer oder diffiziler Aufgaben
Wahrnehmungserweiterung vor allem durch entsprechende Visualisierung unterstützt Anwender bei diffizilen oder komplexen Aufgaben z. B. in der Medizin, Konstruktion oder Produktion bei deren Bewältigung.
- Minimierung der Zeit zur Informationsbeschaffung (Time-to-Content)
Unter Time-to-Content versteht man die Zeitspanne, die benötigt wird, bis ein Anwender über von ihm gewünschte Informationen verfügt. Mittels AR lässt sich der gewünschte Content innerhalb kürzester Zeit aufbereiten und dem Benutzer zur Verfügung stellen. Dabei hat der Anwender die Möglichkeit, interaktiv auf die Gestaltung und Ausprägung des Contents Einfluss zu nehmen; der Content passt sich den Wünschen des Benutzers kontextabhängig an.
- Kombination von haptischem und digitalem Erlebnis (hap.dig)
Bei vielen Augmented Reality Anwendungen verschmilzt haptisches und digitales Erleben; der Anwender hält z. B. eine Broschüre unter die Kamera und die Anwendung reagiert entsprechend der Bewegungen des Benutzers. Dabei werden verschiedene Sinne des Betrachters angesprochen, was zu einem besonders nachhaltigen Kommunikationserlebnis führt.

2.5 Verfügbarkeit von Augmented Reality Anwendungen

Die Verfügbarkeit von Augmented Reality Anwendungen lässt sich wie folgt klassifizieren:

- Stationäre Anwendung
Die für die Augmented Reality Anwendung notwendige Software ist auf einem Rechner installiert. Dies liegt z. B. vor, wenn eine AR Anwendung am Point of Sale (POS) aufgerufen wird.
Alternativ können die Anwendungen auch webbasiert gestaltet sein. Über das Internet kann eine Augmented Reality Anwendung aufgerufen und genutzt werden. Ein typischer Anwendungsfall ist die Nutzung von AR in webbasierten Werbekampagnen wie im Fall von BMW Mini (Mini, 2010), als das neue Modell eingeführt wurde.
Die Kamera ist bei der stationären Anwendung fest installiert.

- Mobile Anwendung

Ein mobiles Endgerät wird eingesetzt, um eine Augmented Reality Anwendung zu nutzen. Diese Form der Verfügbarkeit gewinnt zunehmend an Relevanz. Ein typisches Beispiel ist die Nutzung augmentierter Informationen zu Sehenswürdigkeiten oder U-Bahn-Plänen.

Die Kamera ist bei der mobilen Anwendung mobil.

Abhängig davon, wie eine Augmented Reality Anwendung zur Verfügung gestellt wird und genutzt werden kann, lassen sich entsprechende Anwendungsszenarien entwickeln und darauf basierend geeignete Geschäftsmodelle konzipieren.

Gerade mobile Augmented Reality Anwendungen besitzen ein großes Potenzial; durch die Verfügbarkeit von Kameras in beide Richtungen sind unterschiedlichste Anwendungen möglich. Auch die zunehmende Rechnerleistung gerade bei Tablet-PCs erlaubt komplexere Lösungen.

2.6 AR Typen und Anwendungsszenarien

Hayes (Hayes, 2009, S. 4) unterscheidet fünf Arten von Augmented Reality Anwendungen:

- Oberfläche (surface)

Dies ist die intuitivste Form der Anwendung von Augmented Reality. Beliebige Flächen wie Bildschirme, Wände oder Plakate interagieren bei Berührung und stellen in Echtzeit Zusatzinformationen bereit.

- Muster (pattern)

Das Augmented Reality System führt bezogen auf ein Objekt einfache Muster-Anerkennungen durch und ergänzt bzw. ersetzt es durch statische oder Bewegtelemente. Audio- und Videoelemente sind ebenso möglich. Der Benutzer sieht die verschiedenen Elemente integriert in eine Szene – eventuell an sich selbst.

- Umriss (outline)

Bei dieser Anwendungsart werden Objekte des Nutzers wie z. B. Hand, Auge oder Körper nahtlos mit virtuellen Elementen „verschmolzen“ (vgl. Abb. 2-5).

- Position

Diese Anwendungsart setzt auf GPS- oder Triangulationspositionierung auf; Augmented Reality kann Informationen exakt über z. B. Gebäude oder Personen überlagern – entsprechend der Bewegung der Objekte.

- Hologramm

Virtuelle oder reale Objekte werden wie Hologramme in den physischen Raum eingebettet, in dem sich der Nutzer befindet. Über Kamera und entsprechende Software wird Interaktion simuliert. Gesten und Audiosignale können der Steuerung der Interaktion dienen.

Diese Kategorisierung scheint auf den ersten Blick intuitiv und umfassend; sie weist aber einige Schwächen auf, da sie nicht disjunkt, d. h. überschneidungsfrei ist und Anwendungsszenarien nicht offensichtlich sind.

Die in Kapitel 6 gewählte Kategorisierung von Augmented Reality fokussiert Anwendungsszenarien und damit verbundene Einsatzfelder sowie Medien. Die Trennung in die verschiedenen Anwendungsszenarien wird gewählt, weil es im Allgemeinen schwer fällt, von einer Technologie zu abstrahieren und diese auf ein konkretes Anwendungsbeispiel zu beziehen.

Um den Aspekt der Verschmelzung zwischen Realität und Virtualität sowie der Interaktion Rechnung zu tragen, wird von uns den verschiedenen Anwendungsszenarien der Begriff *living* vorangestellt. Dieser Ausdruck assoziiert wesentlich besser als der Begriff *augmented*, dass eine Erweiterung stattfindet, die dem Benutzer das Gefühl vermittelt, dass Gegenstände oder Medien „zum Leben erweckt werden“.

Unterschieden werden folgende Anwendungsszenarien (vgl. Kapitel 6):

- *Living Mirror*
Beim *Living Mirror* erkennt eine Kamera das Gesicht des Betrachters und platziert lagegerecht dreidimensionale Objekte auf dem Gesicht bzw. Kopf. Die Projektion erfolgt üblicherweise über einen großen Bildschirm oder einen Beamer, sodass ein Spiegeleffekt hervorgerufen wird.
- *Living Print*
Dieses Szenario basiert auf dem Erkennen eines Printmediums und entsprechender Augmentierung. Dabei wird zwischen verschieden Printmedien unterschieden, seien es Sammel- bzw. Grußkarten (*Living Card*), Prospekte bzw. Broschüren (*Living Brochure*) oder Verpackungsmaterialien (*Living Object*). Weitere Möglichkeiten bestehen in der Augmentierung von Büchern (*Living Book*) oder Spielen (*Living Game print-basiert*).
- *Living Game mobile*
Mobile Endgeräte bilden die Basis von *Living Game mobile*; dabei werden augmentierte Spiele z. B. auf dem Smartphone zur Anwendung gebracht.
- *Living Architecture*
Eine typische Anwendung im Architekturbereich ergibt sich, wenn ein Betrachter einen Eindruck eines Raumes oder eines ganzen Gebäudes „erfahren“ möchte, indem er durch Bewegungen wie z. B. Drehen des Kopfes oder Gehen durch einen realen Raum und weitere Aktionen wie z. B. Sprache oder Gestik dessen Darstellung selbst bestimmt.
- *Living Poster*
Unter einem *Living Poster* wird eine Werbebotschaft im öffentlichen Raum verstanden, die mit Augmented Reality um manipulative Informationselemente erweitert wird.
- *Living Presentation*
Messestände und Präsentationen müssen immer spektakulärer und interessanter werden, damit sie in Zeiten der Informationsüberflutung überhaupt noch wahrgenommen werden. Mittels AR Technologie lässt sich dieses Ziel erreichen. Darüber hinaus ist es möglich, reale Objekte, die durch ihre reine Größe oder Komplexität nicht live „präsentierbar“ sind, darzustellen und sogar mit diesen zu interagieren.
- *Living Meeting*
Durch die zunehmende Globalisierung finden immer mehr Meetings als Tele- oder Videokonferenzen statt. Mittels Augmented Reality kann man Tele- und Videokonferenzen anreichern, sodass sie fast wie reale Zusammentreffen wirken.

- *Living Environment*

Alle AR Anwendungen, die mit mobilen Systemen reale Umgebungen oder Einrichtungen mit Zusatzinformationen jeglicher Art wie Text, 2D-Objekten, 3D-Objekten, Video- und Audiosequenzen erweitern, bezeichnen wir als *Living Environment*.

Ziel ist zeitnahe Informationsgewinnung (Time-to-Content) durch den Benutzer allein dadurch, dass durch die Kamera ein Objekt oder eine Kombination von Objekten erfasst wird und entsprechende Zusatzinformationen bereitgestellt werden; dabei ist die Kombination mehrerer Sensoren möglich und oftmals gewünscht. Derzeit ist aber nur ein geringer Teil der verfügbaren Applikationen tatsächlich Augmented Reality im engeren Sinne.

Die Liste der Anwendungsszenarien ist nicht notwendigerweise vollständig, da sich durch technische Entwicklungen weitere Anwendungsmöglichkeiten ergeben können. Teils gibt es bereits weitere Szenarien, die aber rein prototypischen Charakter besitzen und von einer Marktreife noch weit entfernt sind. Ein Beispiel hierfür ist eine *Living Wall*, die in Abschnitt 6.6 kurz angesprochen wird.

3

Technische Grundlagen

 Dieses Kapitel legt die technischen Grundlagen von Augmented Reality. Nach Lesen dieses Kapitels wissen Sie, wie das Tracking für Augmented Reality Anwendungen funktioniert, welche Interfaces genutzt werden können und welche Softwarelösungen derzeit existieren.

3.1 Tracking für Augmented Reality Anwendungen

Dieses Kapitel zielt auf die Darstellung verschiedener Tracking-Verfahren ab. Wichtig hierbei ist die Differenzierung verschiedener Markerarten mit der Benennung ihrer Vor- und Nachteile.

3.1.1 Trackingverfahren

3.1.1.1 Grundlagen

Um Augmented Reality Anwendungen zu ermöglichen, ist es notwendig, zunächst die reale Umgebung zu erfassen, um anschließend diese reale Umgebung um virtuelle Objekte zu ergänzen. Die Software, die diese Aufgabe erfüllt, wird als *Tracking Software* oder *Tracker* bezeichnet.

Eine perfekte Illusion wird dann erzielt, wenn die Integration der virtuellen Objekte in die reale Umgebung so genau wie möglich erfolgt. Diese Genauigkeit hängt stets vom Anwendungsbereich ab. Während beim Einsatz in der Chirurgie eine sehr hohe Genauigkeit unbedingt erforderlich ist, ist sie beim Einsatz der AR Technologie bei einer Spielkonsole oder einem mobilen Endgerät meist nicht von entscheidender Bedeutung. (Klein, 2009)

Der Tracker soll die reale Umgebung und gegebenenfalls darin befindliche Objekte erfassen und den Blickwinkel des Betrachters und/oder die Lage eines Markers (vgl. 3.1.2) im Raum möglichst genau und in Echtzeit erkennen und verfolgen.

Man unterscheidet zwischen zwei Prinzipien (Müllner, 2013, S. 29-30):

- Inside-Out-Tracking

Beim Inside-Out-Tracking ermittelt das bewegte Objekt die Trackinginformationen selbst. Durch die Umgebung werden die Daten z. B. von Markern selbst bereitgestellt.

- Outside-In-Tracking

Besitzt das zu trackende Objekt kein Wissen bezüglich der eigenen Position und Orientierung hat, spricht man vom Outside-In-Tracking.

Die beim Inside-Out-Prinzip verwendeten Tracker sind passiv und damit deutlich kostengünstiger und werden zunehmend favorisiert.

Um ein Tracking zu ermöglichen, werden spezifische Sensoren oder eine Kombination verschiedener Sensoren eingesetzt.

Grundsätzlich können zwei verschiedene Verfahren unterschieden werden:

Nichtvisuelles und *visuelles* Tracking.

3.1.1.2 Nichtvisuelles Tracking

Zu den nichtvisuellen Tracking-Verfahren zählen z. B. (Rolland, Baillot, & Goon, 2001)

- Kompass

Über das magnetische Feld der Erde wird die Ausrichtung relativ zu den Erdachsen bestimmt.

- GPS

Durch ein satellitenbasiertes Ortungssystem wird die Position des Empfangsgerätes (z. B. Mobiltelefon) errechnet.

- Ultraschallsensoren

Hier wird durch die Messung der Laufzeit von Ultraschallwellen zwischen mehreren Sendern und Empfängern der Abstand und somit die Position zueinander ermittelt.

- Optoelektronische Sensoren

Die Messung des Abstands zwischen mehreren Sendern und Empfängern erfolgt über optoelektronische Sensoren; dies ist eine Sensorik im nichtsichtbaren Licht, z. B. per Infrarot.

- Trägheitssensoren

Über verschiedene Arten trägeitsempfindlicher Sensoren wird sowohl die Neigung (Gyroskop) als auch die Bewegung entlang einer geraden Achse (Beschleunigungssensor) gemessen.

3.1.1.3 Visuelles Tracking

Visuelles Tracking wird in der Regel mit einer Videokamera realisiert und in zwei Schritten erreicht:

- Initialisierung

Das zu trackende Muster wird im Kamerabild gesucht und in der Orientierung berechnet. Der Marker muss nicht orthogonal zur Kamera ausgerichtet sein.

- Verfolgung bzw. Antizipation der möglichen Bewegung

In diesem Schritt wird das durch die Orientierung verzerrte Bild über die nächsten Bilder des Videos verfolgt und der zu untersuchende Bereich eingeschränkt.

Beim visuellen Tracking existieren zwei Varianten:

- Die Kamera ist am Kopf des Betrachters montiert (head-mounted) und der Tracker berechnet die Kopfposition des Betrachters. Im Hinblick einer genauen Visualisierung spielt der konstante Blickwinkel zur genauen Überlagerung noch eine wichtige Rolle.
- Alternativ kann die Kamera auch fest montiert sein wie z. B. die Webcam am Rechner und der Tracker berechnet mithilfe von Bildverarbeitungsroutinen die Position der realen Objekte. So lassen sich sowohl die Position der Kamera relativ zur Szene als auch die Position und Ausrichtung darin platzierte Objekte berechnen. (Klein, 2009, S. 3f)

Um Vor- und Nachteile der einzelnen Sensoren auszugleichen, können verschiedene Sensoren miteinander kombiniert werden (*Hybrid Tracking-System*). Um beispielsweise bei Augmented Reality Anwendungen im Außenbereich ein zuverlässiges Tracking auch unter Berücksichtigung des Aufenthaltsorts zu gewährleisten, bietet sich die Kombination visueller Tracking-Verfahren mit GPS-Sensoren und Bewegungssensoren an. (Azuma, 1997, S. 1f)

Die visuellen Tracking-Systeme lassen sich in zwei Kategorien einteilen: (Zhao, 2003, S. 3)

- *Merkmalsbasierende Systeme*
Der Tracker erkennt innerhalb des Videobildes zweidimensionale Punkte und errechnet daraus die Kameraposition.
- *Modellbasierende Systeme*
Dem Tracker ist ein Referenzmodell bekannt; durch einen Abgleich mit dem Videobild wird die Position errechnet.

Zum heutigen Stand werden in der Regel merkmalsbasierende Systeme eingesetzt, da die Rechenleistung der eingesetzten Endgeräte (z. B. Mobiltelefon) noch sehr begrenzt ist. Es werden sogenannte *Marker* benutzt. Diese Marker haben geometrische oder farbliche Eigenschaften und sind leicht in einem Videostream zu identifizieren. (Klein, 2009, S. 5f)

Bei modellbasierenden Trackingverfahren ist die Anzahl der in einem akzeptablen Zeitraum identifizierbaren *Texturen* (Bilder) häufig noch limitiert. Ein weiteres Problem ist oftmals die Robustheit dieser Systeme, d. h. die Vermeidung vor allem von Fehlerkennungen. Neuer Softwarelösungen setzen heute optimierte Bilderkennungsverfahren ein, sodass beide Probleme zukünftig von geringer Bedeutung sind (vgl. Abschnitt 3.3.2).

Der Tracking Prozess setzt sich in beiden Verfahren aus zwei Schritten zusammen:

1. Bearbeitung des Bilds mit dem Ziel, die wichtigen Informationen aus dem Bild zu extrahieren.
2. Bestimmung der Position anhand eines Teilausschnitts des bearbeiteten Bildes und seine Interpretation der räumlichen Lage eines immer zweidimensionalen Kamerabilds.

Starken Einfluss auf die Qualität und Genauigkeit des Trackers haben neben den Algorithmen auch die Eigenschaften der Kamera und des Bildsensors; dazu zählen Bildgröße, Farbtiefe, Bildrate oder auch mögliche Verzerrungen.

3.1.2 Visuelles Tracking künstlicher Marker

3.1.2.1 Grundlagen

Künstliche Marker sind in Augmented Reality Systemen ein weitverbreitetes Mittel um Objekte zu markieren. Ein künstlicher Marker ist optisch optimiert, um perfekt von einem Tracker erkannt werden zu können. Zusätzlich beinhalten künstliche Marker Codes, die die an der Position des Markers anzugebenden Informationen festlegen (Owen, 2002).

Unter einem *Marker* versteht man ein zwei- oder dreidimensionales Objekt, das durch seine Art und Form leicht durch eine Kamera identifiziert (getrackt) werden kann.

Der Einsatz von Markern hilft, Initialisierung und Tracking zu optimieren. Die Performanz des Gesamtsystems wird vor allem durch die Erkennungsgeschwindigkeit des Trackers bestimmt. Künstliche Marker erleichtern der Tracking Engine, d. h. der entsprechenden Bildverarbeitungssoftware die Ermittlung der Position und durch ihre klare Geometrie die Ausrichtung zur Kamera.

Eine *Tracking Engine* ist eine Bildverarbeitungssoftware speziell zur Erkennung und Verfolgung von Trackern.

Darüber hinaus bieten künstliche Marker die Möglichkeit, Informationen zu transportieren, indem sie eindeutig voneinander unterschieden werden können. Dies geschieht entweder anhand unterschiedlicher Bilder, Symbole oder zweidimensionaler Barcodes. Abhängig von der Anwendung ist es wichtig, die Kameraposition genau zu ermitteln, wenn beispielsweise dreidimensionale Objekte in die Umgebung integriert werden sollen (Zhang, 2002).

Ein Marker entspricht im Idealfall allen der folgenden Kriterien (Owen, 2002):

- Der Marker unterstützt den Tracker bei der Bestimmung der Position und der Ausrichtung der Kamera.
- Der Marker ist unabhängig von seiner Ausrichtung optimal erkennbar.
- Der Marker ist Teil einer Reihe leicht unterscheidbarer Marker, um eine große Anzahl von Objekten markieren zu können.
- Der Marker lässt sich einfach und ohne großen Rechenaufwand erkennen und identifizieren.
- Der Marker wird auch über eine größere Entfernung von der Kamera erfasst.

Ein Marker wird durch die folgenden Eigenschaften bestimmt (Owen, 2002):

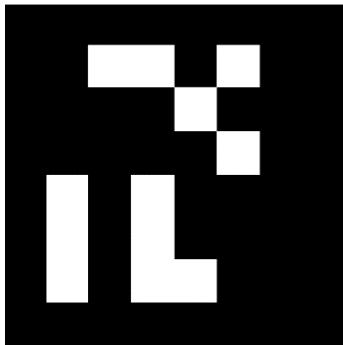
- Form

Um die Position eines Objekts im dreidimensionalen Raum eindeutig bestimmen zu können, werden mindestens vier nicht lineare Punkte benötigt. Diese Punkte sind idealerweise die Eckpunkte eines Quadrates, um bei jeder Ausrichtung gleich gut erkannt werden zu können. Dies bedeutet nicht, dass der gesamte Marker eine quadratische Form aufweisen muss. Da künstliche Marker jedoch in vielen Fällen einen Rahmen haben, ist es ideal, wenn dieser die Form eines Quadrates hat.

- Farben
Auch wenn farbige Marker eine größere Vielfalt als monochrome Marker erlauben, ergeben sich technische Gründe, die dagegen sprechen. Viele digitale Kamerasysteme bilden das menschliche Sehen nach, das sensibler auf Luminanz (Helligkeit) als auf Chrominanz (Farbigkeit) reagiert. Es liegen daher pro Bild mehr Helligkeits- als Farbinformationen vor. Ein monochromer Marker ermöglicht es zudem, reine Graustufenbilder zu analysieren, was zum einen den Speicherverbrauch reduziert und zum anderen die Verwendung effizienterer Algorithmen ermöglicht.
- Position
Ausgehend von einem schwarzen Rahmen, der den Marker begrenzt, ist es ideal, wenn sich dieser auf einem weißen Hintergrund befindet. Der erzielte Kontrast ist so am höchsten und die Erkennung der Kanten des Markers wird vereinfacht. Dieser Kontrast von Schwarz und Weiß lässt sich leicht durch den Ausdruck des Markers auf weißem Untergrund erzielen.
- Identifizierung
Um die Marker differenzieren zu können, müssen sich im Inneren des Rahmens leicht unterscheidbare Bilder befinden. Um sowohl eine große Anzahl verschiedener Marker zur Verfügung zu haben als auch die Korrelation zwischen den einzelnen Bildern so gering wie möglich zu halten, ist die Verwendung eines zweidimensionalen Barcodes die beste Lösung.

Abb. 3-1 zeigt einen ID Marker, wie er in ARToolkitPlus Verwendung findet. Der Marker ist quadratisch und besteht aus 8x8 Pixeln. Die innere Matrix setzt sich aus 6x6 Pixeln zusammen und enthält die codierte ID des Markers. Umgeben wird der Marker von einem 1 Pixel breiten Rahmen (Wagner, 2007).

Die ID Marker wurden ursprünglich als Teil des ARTag-Projekts entwickelt. ARTag wiederum ist ein auf ARToolkit basierender Tracker. Jedes Pixel der inneren 6x6 Matrix entspricht einer digitalen Eins oder Null. So lässt sich daraus eine 36-Bit Binärsequenz auslesen. Wird der Marker erkannt, werden vier 36-Bit Sequenzen errechnet, eine für jede mögliche Ausrichtung. Es wird jedoch nur eine Sequenz durch einen Validierungsprozess als gültig erkannt. Um Erkennungsfehler zu minimieren und die Ausrichtung des Markers eindeutig bestimmen zu können, enthält die Sequenz eine nur 10 Bit lange Identifikationsnummer. Die übrigen 26 Bit bestehen aus redundanten Informationen und werden zur CRC Überprüfung und zur Fehlerkorrektur verwendet (Fiala, 2004).



Quelle: (ARToolKitPlus, 2010)

Abb. 3-1 ID Marker mit der ID 11.

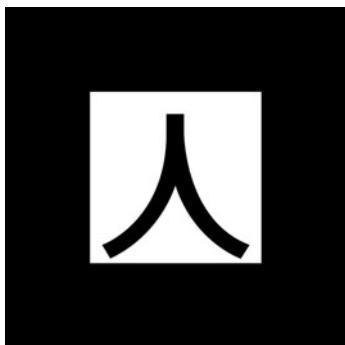
Folgende Marker wurden für den Einsatz mit Augmented Reality Systemen entwickelt: (Zhang, 2002), (Wagner, 2007)

- ARToolkit Marker
- HOM Marker
- IGD Marker
- SCR Marker
- Frame Marker
- Split Marker
- DOT Marker

Diese werden im Folgenden vorgestellt, erläutert und graphisch visualisiert.

3.1.2.2 ARToolkit Marker

Die *Marker des ARToolkits* bestehen aus einem schwarzen Rahmen, in dessen Inneren sich ein Muster befindet. Der Marker wird durch das Muster im Inneren des Markers identifiziert. Der Source-Code für Windows- und Unix-Systeme ist frei verfügbar. Deshalb sind diese Marker weit verbreitet.



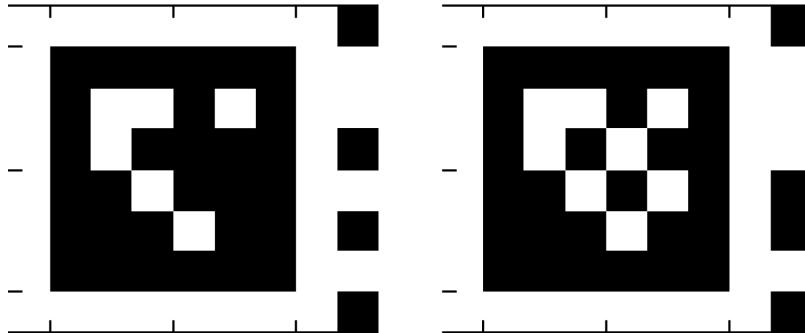
Quelle: (Zhang, 2002)

Abb. 3-2 AR Toolkit Marker.

3.1.2.3 HOM Marker

Die *HOM Marker* wurden 1994 von C. Hoffmann bei der Siemens AG entwickelt.

Ursprünglich für die Fotogrammetrie¹ entwickelt, wurden die Marker später bei industriellen Dokumentations- und Wartungssystemen eingesetzt. Zusätzlich zu dem zentralen Quadrat befinden sich am Rand des Markers sechs Bits, wodurch die Zuverlässigkeit der Markererkennung verbessert wird.



Quelle: (Zhang, 2002)

Abb. 3-3 HOM Marker.

3.1.2.4 IGD Marker

Die *IGD Marker* wurden vom Fraunhofer Institut für graphische Datenverarbeitung im Rahmen des ARVIKA-Projekts² entwickelt. In vielen Anwendungen, die aus dem ARVIKA-Projekt hervorgegangen sind, wird dieser Marker eingesetzt. Er besteht aus einer 6x6 Matrix, wovon die äußeren Pixel den Rahmen bilden und die innere 4x4-Matrix die Marker-ID bestimmt. IGD Marker sind für Teilnehmer des ARVIKA-Projektes verfügbar.

¹ Fotogrammetrie steht für eine Gruppe von Messmethoden, die aus der Photographie eines Objektes seine dreidimensionale Form oder räumliche Lage bestimmen.

² Im Leitprojekt ARVIKA werden Augmented Reality Technologien zur Unterstützung von Arbeitsprozessen in Entwicklung, Produktion und Service für komplexe technische Produkte und Anlagen benutzerorientiert und anwendungsgesetzten erforscht und realisiert. (www.arvika.de)



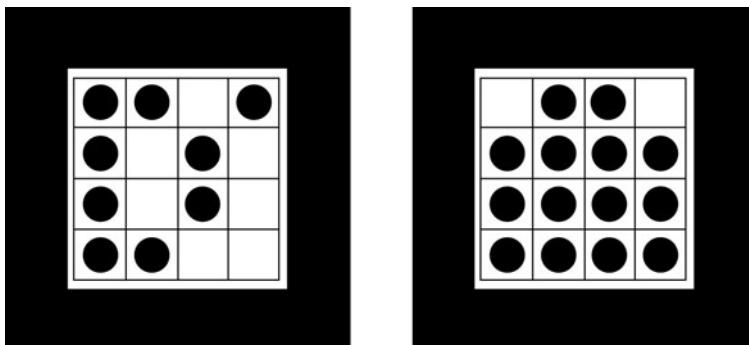
Quelle: (Zhang, 2002)

Abb. 3-4 IGD Marker.

3.1.2.5 SCR Marker

Der *SCR Marker* wurde von Siemens Corporate Research (SCR) entwickelt und besteht ebenfalls aus einem schwarzen Rahmen und einer inneren Matrix. Die innere Matrix besteht hier jedoch aus kreisförmigen Punkten statt aus quadratischen Pixeln. Wie beim IGD Marker ist die Bibliothek für Mitglieder des ARVIKA-Projektes verfügbar.

Die dargestellten Marker zeichnen sich durch einen dicken schwarzen Rahmen aus, wodurch der Marker selbst optisch in den Vordergrund tritt. Die Robustheit des Markers wird durch den schwarzen Rahmen erhöht und dieser Rahmen stört in vielen Anwendungen auch nicht. Es gibt aber auch Marker, welche optisch dezenter gestaltet sind und auch in der Benutzung vielfältigere Möglichkeiten bieten.

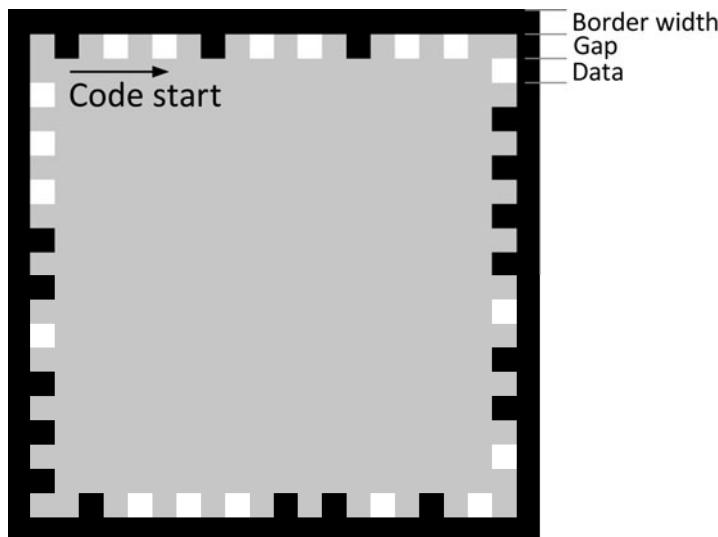


Quelle: (Zhang, 2002)

Abb. 3-5 SCR Marker.

3.1.2.6 Frame Marker

Der *Frame Marker* ist wie der *Split Marker* und der *DOT Marker* eine Komponente des Trackers der Studierstube³. (Wagner, 2007) Er besitzt zwar auch einen schwarzen Rahmen, jedoch ist in die Innenseite des Rahmens bereits eine digitale ID codiert. Der innere Bereich des Markers ist daher frei in der Gestaltung. Zusätzlich ist es auch möglich die Marker als Rahmen um ein existierendes flaches Objekt, wie zum Beispiel ein Wandbild, anzubringen. Ein 36-Bit-Code mit 27-Bit Redundanz wird entlang der vier Seiten des Quadrates im Uhrzeigersinn angeordnet. Mit diesem System können 512 verschiedene Marker codiert werden. (Wagner, Langlotz, & Schmalstieg, 2008)



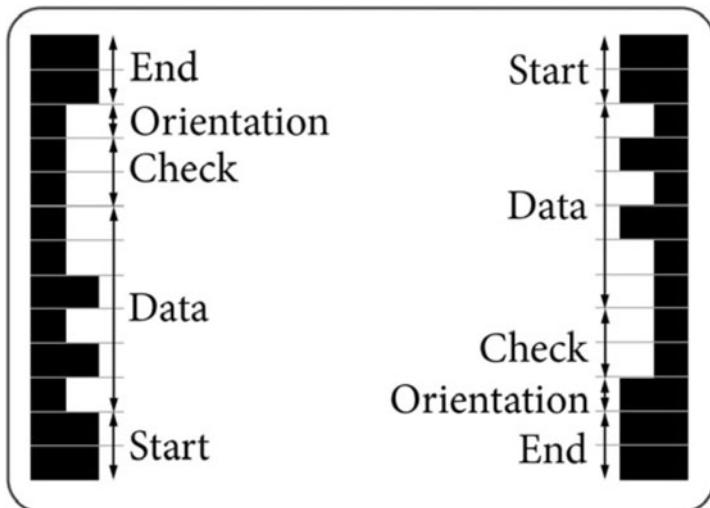
Quelle: (Wagner, Langlotz, & Schmalstieg, 2008)

Abb. 3-6 Frame Marker.

3.1.2.7 Split Marker

Der *Split Marker* kommt ohne durchgehenden Rahmen aus und besteht aus zwei sich gegenüberliegenden Barcodes, in welche die ID des Markers codiert ist.

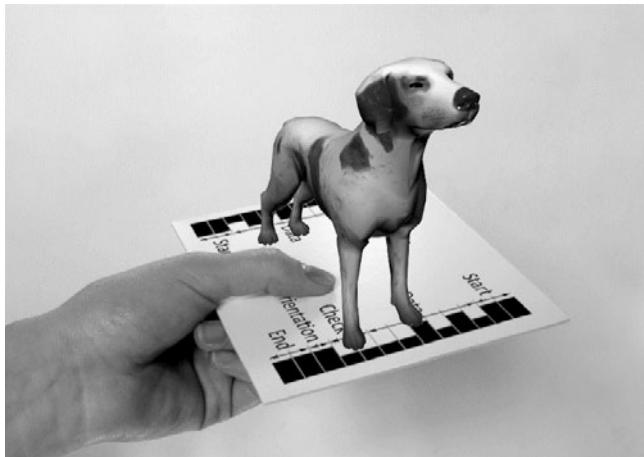
³ Studierstube ist sowohl ein Augmented Reality-Projekt als auch ein Augmented Reality Framework der Technischen Universität Graz (<http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at>), das von Qualcomm übernommen wurde.



Quelle: (Wagner, Langlotz, & Schmalstieg, 2008)

Abb. 3-7 Split Marker.

Auch hier ist die Fläche zwischen den Barcodes frei in der Gestaltung. Das Fehlen des durchgängigen Rahmens macht es möglich, den Marker beispielsweise in der Hand zu halten und dabei die Innenfläche mit dem Daumen zu bedecken. Während Frame Marker einen geschlossenen Rahmen benötigen, setzt sich der Split Marker aus zwei Barcodes zusammen, die die untersuchte Fläche begrenzen. (Wagner, Langlotz, & Schmalstieg, 2008)



Quelle: In Anlehnung an (Wagner, Langlotz, & Schmalstieg, 2008)

Abb. 3-8 Split Marker in Verbindung mit einem 3D-Objekt.

3.1.2.8 DOT Marker

Bei einem DOT Marker werden auf der Marker-Fläche Punkte aufgetragen. Es wird keine ID kodiert, sondern mithilfe der Punkte die Fläche in Teilflächen aufgeteilt, welche dann mit einem Bildvergleichsverfahren erkannt werden. Dies hat den Vorteil, dass bei teilweiser Abdeckung des Markers dieser doch erkannt werden kann. (Wagner, 2008)

Die Wahl eines Markers hängt immer von der intendierten Anwendung ab; den *idealen* Marker gibt es nicht.

Die beschriebenen Verfahren haben das Ziel, eine eindeutige Erkennung des Markers auch unter ungünstigen Verhältnissen wie z. B. bei optischen Störungen und teilweisen Verdeckungen zu gewährleisten.

Das Erkennen von natürlichen Umgebungen ohne vorheriges Training ist zurzeit nur eingeschränkt möglich. Ein Ansatz ist z. B. das *Incremental Tracking*. Hierbei wird versucht, durch stufenweises Tracking auch natürliche Umgebungen zu erkennen. (Wagner, 2008)



Quelle: In Anlehnung an (Wagner, Langlotz, & Schmalstieg, 2008)

Abb. 3-9 DOT Marker.

3.1.3 Visuelles Tracking ohne Marker

Die Verwendung künstlicher Marker ist nicht immer von Vorteil oder bei bestimmten Anwendungen auch aus ästhetischen Gründen schlicht unerwünscht. Bei umfangreichen Umgebungen müssen so beispielsweise große Mengen künstlicher Marker platziert werden. (Klein, 2009)

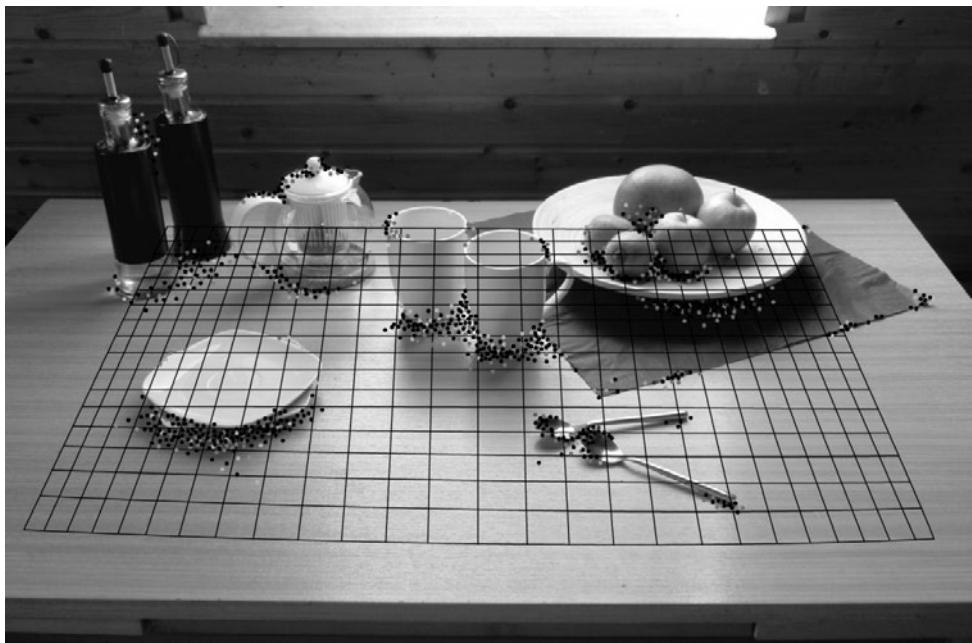
Um diesem Problem entgegen zu treten, werden mehr und mehr sogenannte marker-less Trackingverfahren erarbeitet, d. h. Trackingverfahren, die auf künstliche Marker verzichten. Als

Anhaltspunkte werden hierbei in der Szene auftretende, natürliche Formen verwendet. (Tönnis, 2010, S. 51) Hierzu zählen beispielsweise Linien, Punkte und Kreise.

Eine weitere Entwicklung visueller Tracking Systeme sind modellbasierte Verfahren. Im einfachsten Falle liegt hierbei ein zweidimensionales Template eines zu erfassenden Objekts vor, d. h. ein zweidimensionales Abbild der Oberfläche des zu erfassenden Objektes. Anhand von bekannten Features auf der Oberfläche wird das Objekt erkannt und das Tracking initialisiert. (Uenohara, 1995) Diese Art von Marker bezeichnet man als *2D Marker*, *Bildmarker* oder *Texturmarker*.

Der Tracker erkennt hierbei die Kanten der bekannten Objekte und ordnet sie den Objekten innerhalb des CAD-Modells zu. Das Wissen über Aufbau und Anordnung der Szene erhöht die Zuverlässigkeit und Performanz des Trackers. Dieser Ansatz ermöglicht es zudem, auch die Bewegung verdeckter Objekte besser vorhersagen zu können. (Zhou, 2008)

Statt jedoch eine komplette Umgebung in Form eines CAD-Modells erstellen zu müssen, kann das Tracking auch anhand eines CAD-Modells initialisiert werden. Dazu befindet sich in der Umgebung ein Objekt, dessen CAD-Modell vorliegt. Mithilfe dieses Modells wird nun die Position und Richtung der Kamera bestimmt. Anschließend sucht sich das System Features in der Umgebung, mit denen das Tracking fortgeführt wird. Dieser Ansatz funktioniert auch in sich dynamisch ändernden bzw. weitgehend unbekannten Umgebungen. (Bleser, 2006)



Quelle: In Anlehnung an (Klein & Murray, 2010)

Abb. 3-10 Natural Feature Recognition – Ergebnis des Trackings.

Eine Weiterentwicklung ist das sogenannte *SLAM-Verfahren* (Simultaneous Localization and Mapping). Bei diesem – in der Roboterforschung entwickelten – Verfahren wird gänzlich auf Marker verzichtet. Dieses jedoch sehr rechenaufwendige Verfahren – oft auch als *Natural Feature Recognition* (NFR) bezeichnet – ermöglicht das Erkennen völlig unbekannter Umgebungen. (Wagner, 2009)

Das *PTAM-Verfahren* (Parallel Tracking and Mapping) benötigt ebenfalls weder künstliche Marker noch spezielle Sensoren. Durch das Aufnehmen einer natürlichen Umgebung aus verschiedenen Perspektiven ist auch mit einer Kamera in mobilen Geräten die Berechnung des Umgebungszustands möglich. (Klein, 2010)

Die Vorgehensweise ist dabei wie folgt: (Gordon & Lowe, 2006)

- Die Kamera erfasst die Umgebung aus mehreren räumlichen Positionen.
- Aus diesen 2D-Bildern wird ein Objekt identifiziert.
- In iterativen Rechenprozessen werden die Umgebung rekonstruiert und Veränderungen erkannt.
- Aufgrund dieser Daten und der Kamera-Parameter lässt sich die genaue Lage berechnen.
- In dieses Modell werden die virtuellen Objekte platziert.



Quelle: (Skrypnyk & Lowe, 2004)

Abb. 3-11 Natural Feature Recognition – die Kombination mit dem virtuellen Objekt.

3.1.4 Face Tracking

Eine besondere Form der Erkennung ist das Erkennen und gegebenenfalls Identifizieren von Gesichtern, das sogenannte *Face Tracking*.

Als *Face Tracking* bezeichnet man das automatisierte Erkennen von Gesichtern in visuellen Medien.

Gesichtserkennung per Computer wird schon seit mehr als 30 Jahren erforscht und hat bereits zu guten Ergebnissen geführt. Die Technologie findet in den unterschiedlichsten Bereichen Anwendung. (Zhao, 2003)

- Entertainment (Video-Spiele, AR Anwendungen, Trainingsprogramme)
- Identifikation (Pässe, Führerscheine, ID Cards)
- Informationszugang (Rechner-Authentifizierung, Intranet-Zugang)
- Sicherheitsanwendungen (Eingangskontrollen, Gewaltprävention)

Die Trefferquote der Gesichtserkennung ist im Wesentlichen davon abhängig, ob das Gesicht in einer standardisierten Form und Größe übergeben wird oder ob es aus einer alltäglichen Situation erst extrahiert werden muss.

Grundsätzlich unterscheidet man zwei Verfahren für das Face Tracking:

- Musterbasierte Ansätze

Bei den musterbasierten Ansätzen (Feature-based Approaches) wird von bestimmten allgemeinen Merkmalen des Gesichts wie dem Verhältnis von Breite zu Höhe, der Position der Augen, des Abstands einzelner Gesichtsmerkmale zueinander ausgegangen.

- Bildbasierende Verfahren

Bildbasierende Verfahren setzen Verfahren der Mustererkennung (Principal Components Analysis) basierend auf neuronalen Netzen oder statischen Informationen ein. (Baur, 2006)

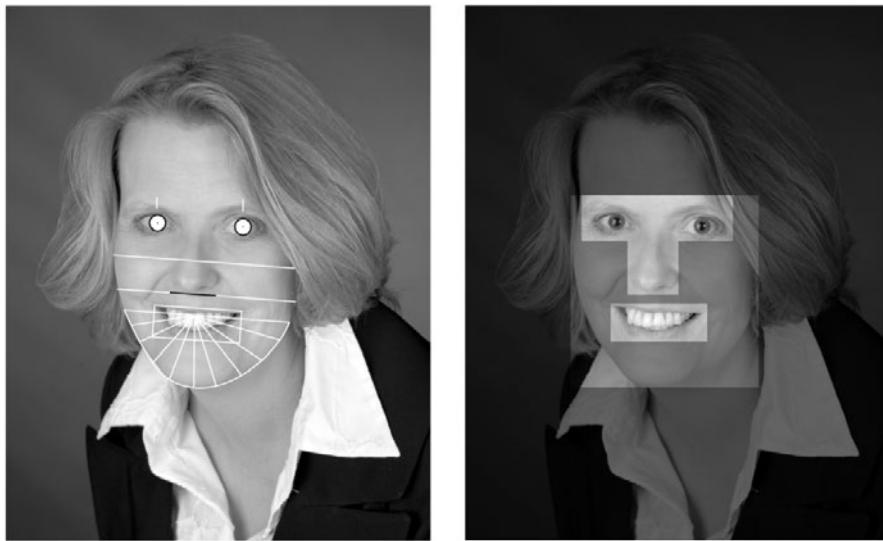
Nach dem Erkennen des Gesichts können unterschiedlichste Transaktionen und Manipulationen des Gesichtes im Rechner erfolgen. Dreht der Betrachter aber den Kopf, geht die Erkennung des Gesichtes in der Regel verloren, d. h. der Betrachter muss frontal in die Kamera sehen.

Für viele Anwendungen im AR Bereich wie z. B. Living Mirror ist *Face Detection* völlig ausreichend.

Die Begriffe *Face Detection*, *Facial Feature Extraction* sowie *Face Recognition* lassen sich wie folgt voneinander abgrenzen:

- Unter *Face Detection* versteht man die Lokalisierung eines Gesichts in einem gegebenen Bild.
- *Facial Feature Extraction* beschreibt das Extrahieren von Merkmalen eines Gesichts.
- *Face Recognition* ist die Ermittlung der Identität einer Person anhand ihrer Gesichtsmerkmale.

Face Recognition gewinnt zunehmend an Bedeutung. So sollte Windows 8 ursprünglich z. B. zur An- und Abmeldung von Benutzern am Rechner Face Recognition einsetzen (PC Magazin, 2010, S. 22), was letztlich doch nicht umgesetzt wurde.

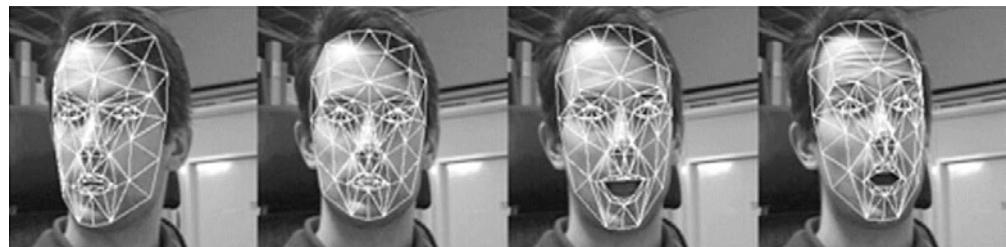


Quelle: In Anlehnung an (Brunelli & Poggio, 1993)

Abb. 3-12 Muster- vs. Bild-basierter Ansatz.

Eine höhere Trefferquote und vor allem eine bessere Erkennung auch bei Bewegungen und Veränderungen der Lichtverhältnisse wird durch das sogenannte *Elastic Bunch Graph Matching* erreicht. (Wiskott, Fellous, Krueger, & von der Malsburg, 1999) Bei diesem Verfahren wird auf ein Gesicht ein Raster aus Knoten und Kanten gelegt. Dieser musterbasierte Ansatz erzielt hohe Erkennungsraten. Da nicht nur ein zweidimensionales, sondern ein dreidimensionales Bild erzeugt wird, ist ein Hinzufügen weiterer 3D-Objekte relativ einfach möglich. (siehe Kapitel 6.2)

Diese Verfahren werden stetig optimiert. Es ist möglich, die exakte Position, die Größe und die Orientierung eines Gesichtes zu erkennen.



Quelle: (Edwards, 2001)

Abb. 3-13 Verfahren zur Gesichtserkennung.

Zum jetzigen Stand der Entwicklung ist es auch möglich, Gruppen von Personen geschlechts- und altersspezifisch zu erkennen. (DeCarlo & Metaxas, 2000) Aufgrund dieser Informationen können Informationsangebote, z. B. im öffentlichen Raum, zielgruppengenau initiiert werden (siehe Kapitel 6.6).

Der nächste Schritt in dieser Entwicklung ist die Fähigkeit der Systeme, Gesichter einer bekannten Person zuzuordnen. Dazu wird das ermittelte Gesicht mit einer Gesichtsdatenbank verglichen. Abhängig von der erkannten Person können unterschiedlichste Aktionen ausgelöst werden.

Abb. 3-14 veranschaulicht die drei Stufen der Gesichtserkennung.

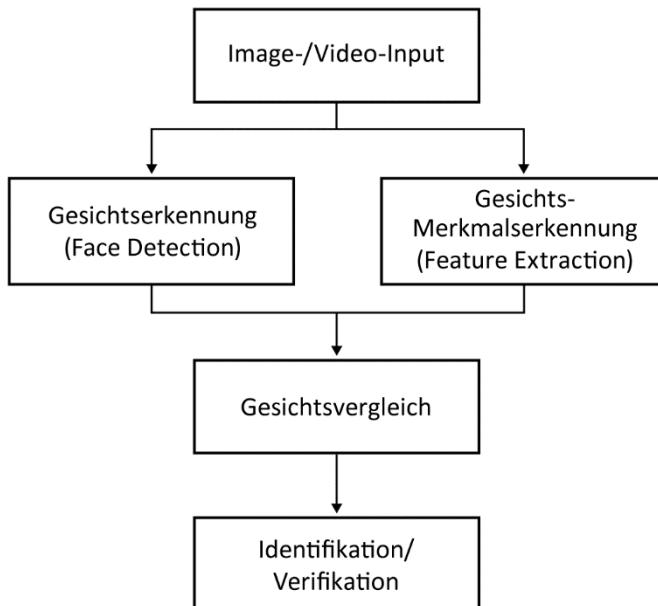


Abb. 3-14 Aufbau eines generischen Face Tracking Systems.

Mit *SHORETM* vom Fraunhofer IIS (Institut für Integrierte Schaltungen Erlangen) steht eine Software-Bibliothek zur Gesichtserkennung und Objektdetektion zur Verfügung. Bei dieser Lösung ist es möglich, auch bei in der Ebene bis zu 60° gedrehten Gesichtern diese zu erkennen. Die Erkennung des Geschlechts und des Alters des detektierten (getrackten) Gesichts ist ebenfalls gewährleistet. Darüber hinaus können Merkmale der Mimik wie Lachen, Mund/Augen geschlossen oder offen erkannt und ausgewertet werden. Diese Informationen lassen sich anschließend statistisch analysieren oder als Content bei elektronischen Anzeigesystemen steuern (siehe Abschnitt 6.6). Eine Wiedererkennung von Gesichtern ist mit *SHORETM* ebenfalls möglich.

Die Einzelhandelskette Tesco in Großbritannien plant, dies einzusetzen. „An 450 Tankstellen der britischen Einzelhandelskette Tesco sollen bald Kameras Kunden nicht nur filmen, sondern auch deren Augen digital erfassen. Auf dieser Grundlage entscheidet das Programm Optimeyes, welche kurzen Werbespots ihnen auf einem Bildschirm gezeigt werden.“ (Brühl, 2013)

ADIDAS setzt Face-Tracking-Software ein, um Geschlecht und Alter seiner Kunden zu erkennen. Abhängig vom Ergebnis werden auf einem Display entsprechende Sportschuhe präsentiert. (Wadhwa, 2012). In Japan erkennt ein System Passanten und bietet passende Getränke an (Ryall, 2010) (vgl. Abb. 3-15).



Quelle: (Ryall, 2010)

Abb. 3-15 Japanischer Getränkeautomat mit Gesichtserkennung.

3.2 Interfaces

3.2.1 Definition

Zur Nutzung der AR Technologie wurden unterschiedlichste User-Interfaces entwickelt. Abhängig vom Anwendungsfall werden unterschiedliche Projektionsverfahren der virtuellen Objekte in die reale Umgebung eingesetzt. (Klein, 2009)

Unter einem Interface versteht man allgemein die Schnittstelle zwischen einem Softwareprodukt und dem Endbenutzer, d. h. die von Seiten des Softwareprodukts vorgegebene Art und Weise der Interaktion (z. B. Führung des Benutzers, Möglichkeiten des Benutzers, selbst initiativ zu werden, Menütechnik, Maske). (Siepermann & Lackes, 2014)

3.2.2 Bildschirmdarstellung

Der einfachste Ansatz ist die *Bildschirmdarstellung*; bei dieser Methode der Darstellung wird das virtuelle Objekt, nachdem ein Marker von einer Kamera erfasst wurde, auf den Bildschirm projiziert (vgl. Abb. 3-16). Der Tracker ist in der Lage, bei einer Bewegung des Markers diese nachzuvollziehen und das virtuelle Objekt weiterhin lagegerecht darzustellen. Die Projektion erfolgt dann auf einem normalen Display eines Rechners.

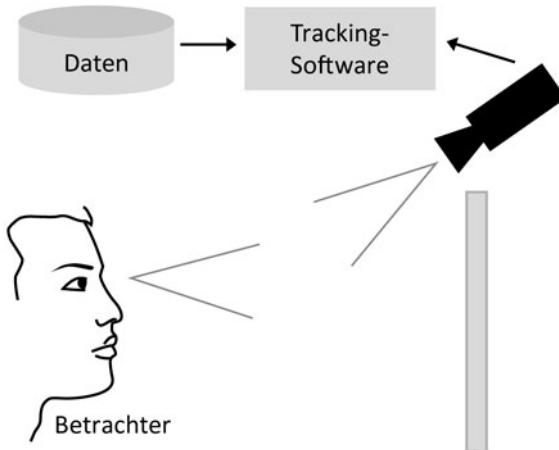


Abb. 3-16 Funktionsweise Bildschirmprojektion.

Da die Ausgabe über eine handelsübliche Graphikkarte erfolgt, ist der Anschluss von Projektoren oder größeren Displays unproblematisch.

Die Tracking-Software scannt in kurzen Intervallen die Umgebung und sucht einen oder mehrere vordefinierte Marker. Dies können künstliche Marker oder Bildmarker sein. Die Komposition aus Marker, restlicher natürlicher Umgebung und virtuellem Objekt wird projiziert. Durch Manipulation des Markers wie z. B. Drehen oder Verdecken bestimmter Bereiche durch den Benutzer können unterschiedliche Aktionen ausgelöst werden. Beispielsweise ändert sich die Farbe des Objekts (vgl. Abb. 3-17).



Quelle: (Aurea, 2010)

Abb. 3-17 Beispiele zur Bildschirmdarstellung.

Vor- und Nachteile dieses Verfahrens sind:

- Vorteile:
 - Es werden handelsübliche Webcams sowie Rechner verwendet.
 - Im Vergleich zu anderen Verfahren ist nur eine geringe Rechenleistung nötig.
 - Durch das Agieren des Benutzers mit dem Tracker (Printmedium) erfährt dieser ein haptisches Erlebnis (hap.dig).
 - Der Benutzer benötigt keine Lernphase.

- Nachteile:
 - Die Interaktion des Benutzers ist auf den Marker begrenzt.
 - Die Anzahl der Marker ist – vor allem bei der Verwendung von Bild-/Texturmarkern – begrenzt.
 - Die Sicht des Benutzers auf ein feststehendes Medium (Bildschirm, Projektionsfläche) muss gegeben sein.

3.2.3 Head-Mounted-Display (HDM)

Beim *Head-Mounted-Display*-Prinzip (HDM-Prinzip) ist die Kamera am Kopf des Betrachters montiert. Dadurch kann diese bei Kopfbewegungen die reale Umgebung erfassen und entweder nach Markern oder nach natürlichen Formen (*marker- oder markerless-tracking*) suchen. Die Projektion erfolgt auf ein Display, das direkt vor den Augen des Betrachters montiert ist. Das Rendering aus realen und virtuellen Bildern wird in seiner Gesamtheit auf das Display projiziert (siehe Abb. 3-18).

Alternativ kann der Betrachter durch ein sogenanntes *See-Through-Display* die reale Umgebung erkennen; lediglich die virtuellen Objekte werden zusätzlich in das Display projiziert (siehe Abb. 3-19).

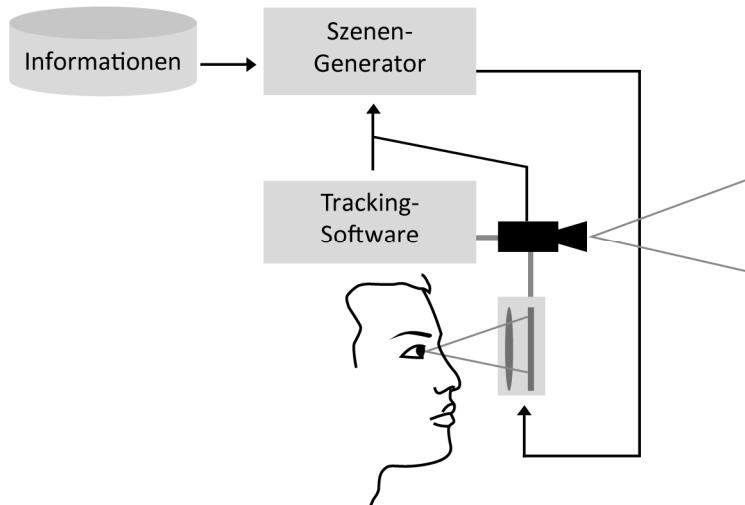


Abb. 3-18 Head-Mounted-Display ohne See-through-Funktionalität.

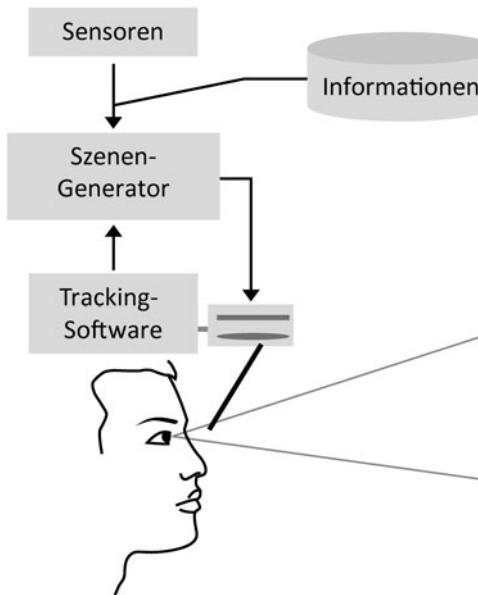


Abb. 3-19 Head-Mounted-Display mit See-through-Funktionalität.

Der Benutzer kann sich im Raum frei bewegen und durch Kopfbewegungen bestimmte Zonen im Raum fokussieren. Wegen der Ähnlichkeit zu einer Brille laufen Head-Mounted-Displays mit See-through Funktionalität heute auch häufig unter dem Begriff *Data-See-Through Glasses* oder *Datenbrille*.



Quelle: (Vuuzix, 2014)

Abb. 3-20 Datenbrille (Modell Vuuzix 920AV).

Vor- und Nachteile des Head-Mounted-Displays sind:

- Vorteile:
 - Die freie Bewegung des Benutzers im Raum wird ermöglicht.
 - Ein Marker ist nicht notwendig.
 - Der Benutzer kann beliebige reale Objekte bearbeiten und erhält dadurch gegebenenfalls neue (virtuelle) Informationen.
- Nachteile:
 - Der Benutzer muss sämtliches Equipment (Kamera, Display und Rechner) am Körper tragen.
 - Der Rechenaufwand ist hoch.
 - Durch die zeitliche Verschiebung der realen Bewegung und der Darstellung auf dem Display können Orientierungsschwierigkeiten des Benutzers im Raum und eventuelles Schwindelgefühl auftreten. Dies wird bei der See-through-Projektion vermieden.
 - Das projizierte Bild auf das Display ist immer schlechter als die Realität; dies gilt auch für die See-through-Projektion. Durch den „Brilleneffekt“ wird die Sicht etwas eingeschränkt.
 - Ohne See-through-Funktionalität kommt es zu Parallaxenfehlern, d. h. durch den unterschiedlichen Blickwinkel von Head-Mounted-Display und Betrachter entspricht der ersichtliche Bildausschnitt nicht dem tatsächlichen, augmentierten Bild.
 - Der Kontrast ist relativ schlecht.

3.2.4 Head-Up-Display

Die Technologie des *Head-Up-Displays* wurde ursprünglich für den militärischen Einsatz in der Luftfahrt entwickelt; zusätzliche Informationen werden dem Piloten in die Frontscheibe projiziert.

Der Benutzer sieht die gespiegelte Information der bildgebenden Einheit und gleichzeitig die reale Welt (vgl. Abb. 3-21). Um eine zusätzliche Lichtquelle überflüssig zu machen, werden teilweise kleine Bildröhren eingesetzt. Diese Technologie benötigt grundsätzlich keine Marker und es wird in der Regel auch kein Tracking eingesetzt. Seit dem Einsatz dieser Systeme im Automobilbereich (z. B. das Head-Up-Display von BMW) wird die Darstellung durch Informationen aus der Umwelt (z. B. Verkehrsschildererkennung) gesteuert. (BMW, 2014)

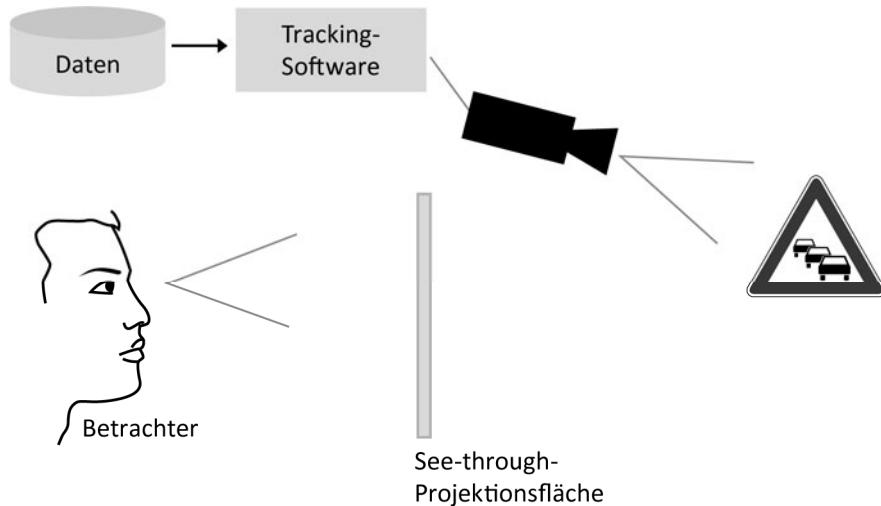


Abb. 3-21 Funktionsweise Head-Up-Display.

Vor- und Nachteile des Head-Up-Displays sind:

- Vorteile:
 - Zusatzinformationen werden ohne Aktivität seitens des Benutzers erzeugt.
 - Der Benutzer muss seinen Blick nicht abwenden.
- Nachteile:
 - Der Benutzer wird durch zu viele Zusatzinformationen abgelenkt und ist gegebenenfalls überfordert.
 - Das Verfahren ist technisch sehr aufwendig.
 - Rechtliche Fragen wie z. B. die Frage der Haftung bei Fehlinformationen durch fehlerhafte Einblendungen sind nicht geklärt.

3.2.5 Kontaktlinse

Eine neue Entwicklung, um virtuelle Objekte in die reale Umgebung zu integrieren, ist der Einsatz spezieller *Kontaktlinsen*. (Parviz, 2009) Zur Projektion werden LEDs eingesetzt; die Datenübertragung erfolgt drahtlos. Obwohl sich die Entwicklung erst im Anfangsstadium befindet, wird es aber bereits bald möglich sein, die Anzahl der LEDs soweit zu erhöhen, dass z. B. eine Textdarstellung möglich ist.

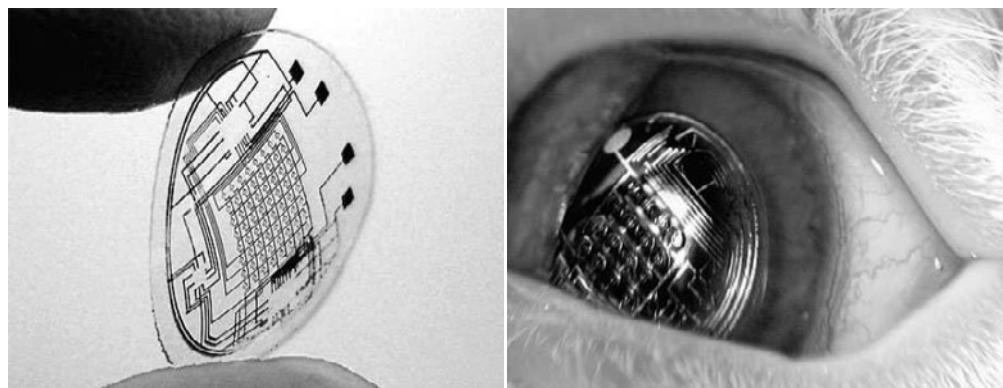
Die Herausforderung ist das Aufbringen der technischen Komponenten auf ein dünnes und flexibles Polymer, ohne dass das Auge beeinträchtigt wird. Außerdem muss die Konstruktion semitransparent sein, um die Wahrnehmung der natürlichen Umgebung durch das Auge nicht

zu beeinträchtigen. Darüber hinaus kann das Auge keine Objekte fokussieren, die näher als 10 cm vor dem Auge sind.

Mit LEDs ist es gelungen, ein (primitives) Bild so zu projizieren, das dem Betrachter so erscheint, als wäre das Objekt in einem Augenabstand von ca. einem halben Meter. Eine andere Möglichkeit ist, das Bild mithilfe von Mikrolasern direkt auf der Netzhaut zu erzeugen. Ein weiteres Problem ist die notwendige Energieversorgung. Der Strombedarf ist aber recht gering. (Lingley, Ali, & Liao, 2010)

Die technische Herausforderung für die Entwicklung einer flexiblen, quasitransparenten Kontaktlinse ist zwar hoch, aber in absehbarer Zeit lösbar.

Die Funktionsweise der Kontaktlinsen entspricht der in Abb. 3-21 dargestellten; einziger Unterschied ist, dass alle Komponenten direkt in die Kontaktlinse integriert sind.



Quelle: (Parviz, 2009)

Abb. 3-22 Kontaktlinse mit LED – entwickelt an der Universität Washington.

Das US-Unternehmen Innovega stellte auf der Consumer Electronics Show (CES) in Las Vegas 2014 einen neuen Prototyp seines iOptik-Systems vor. Das aus zwei Komponenten bestehende System – Datenbrille, vergleichbar Google Glass, und Kontaktlinsen – ermöglicht es dem Nutzer, die Umgebung zu beobachten und gleichzeitig virtuelle Objekte zu sehen. In beide Brillengläser sind Projektoren oder Bildschirme integriert, auf denen Medieninhalte dargestellt werden. Hinzu kommen spezielle Kontaktlinsen, die es dem Träger ermöglichen, auch Gegenstände direkt vor dem Auge scharf zu sehen. (Zeit, 2014)

3.2.6 Mobile Geräte (Handhelds)

Mobile Endgeräte, oft auch Handhelds genannt, werden in drei Kategorien eingeteilt: (Klein, 2009)

- Tablet-PCs
- PDAs
- Mobiltelefone

Diese unterscheiden sich vor allem in ihrer Speicherkapazität und Rechnerleistung. Da in der Regel die Kamera als Input für den Tracker dient, bietet sich vor allem das Mobiltelefon für AR Anwendungen an. Die eingebaute Kamera liegt auf der einen Seite und die Projektionsfläche auf der anderen. Damit ist ein Ausrichten der Kamera auf die zu trackende Umgebung und das gleichzeitige Betrachten der Projektion sehr einfach.

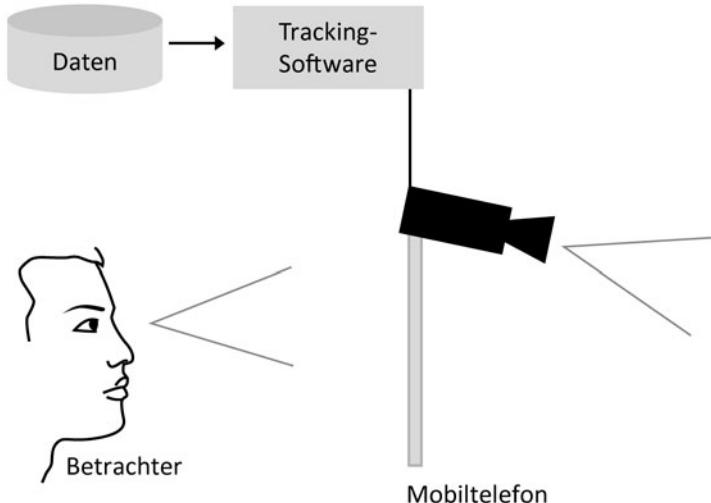


Abb. 3-23 Funktionsweise Mobiltelefon und Augmented Reality.

Heutige Tablet-PCs verfügen in der Regel über zwei Kameras, sodass nicht nur die Umgebung, sondern auch der Betrachter selbst getrackt werden kann. Damit kann man z. B. das Gesicht des Betrachters scannen und dann in (reales) Werbeplakat integrieren; gegebenenfalls kann die Augmentierung sogar abhängig vom Alter und Geschlecht des Betrachters erfolgen (vgl. Abb. 3-23).

Vor- und Nachteile der Funktionsweise von mobilen Endgeräten und AR sind:

- Vorteile
 - Kamera und Display sind in richtiger Position.
 - Mobile Endgeräte sind leicht transportierbar.
 - Mobile Endgeräte sind weit verbreitet.
 - Oftmals sind mobile Endgeräte serienmäßig bereits mit GPS-Funktionalität, Bewegungssensoren und/oder Kompass ausgestattet. (FAZ, 2010)
- Nachteile:
 - Mobile Endgeräte verfügen in der Regel nur über ein kleines Display.
 - Die Prozessorleistung mobiler Endgeräte ist begrenzt.

3.3 Software

3.3.1 Software Suites

Zur Realisierung von Augmented Reality Anwendungen gibt es am Markt unterschiedliche Anbieter. Teilweise entstehen Softwarebausteine an Universitäten und Forschungseinrichtungen wie z. B. das ARToolkit der Universität von Washington. Daneben haben sich eine Reihe von Unternehmen auf die Entwicklung von AR Software spezialisiert. Das französische Unternehmen Total Immersion (Total Immersion, 2010) gilt dabei als Marktführer. In Deutschland hat das Unternehmen Metaio (Metaio, 2010a) eine eigene AR Suite entwickelt.

Es ist relativ schwierig, die angebotenen Softwarekomponenten in ihrer Leistungsfähigkeit zu überblicken bzw. zu vergleichen, da der Einsatz von AR Applikationen stark von der Art des Trackings, der benutzten Hardware (PC, Mobiltelefon etc.) und der Steuerung der Anwendung abhängt.

Die Entwicklung einer AR Anwendung läuft im Wesentlichen in drei Schritten ab:

1. Schritt

Definition und Registrierung des Zielobjektes.

Das Zielobjekt (vordefiniertes Objekt) kann ein zweidimensionales Objekt – z. B. ein Bild oder Logo – oder ein dreidimensionales Objekt – z. B. eine Verpackung – sein, das mit AR Elementen zu augmentieren ist.

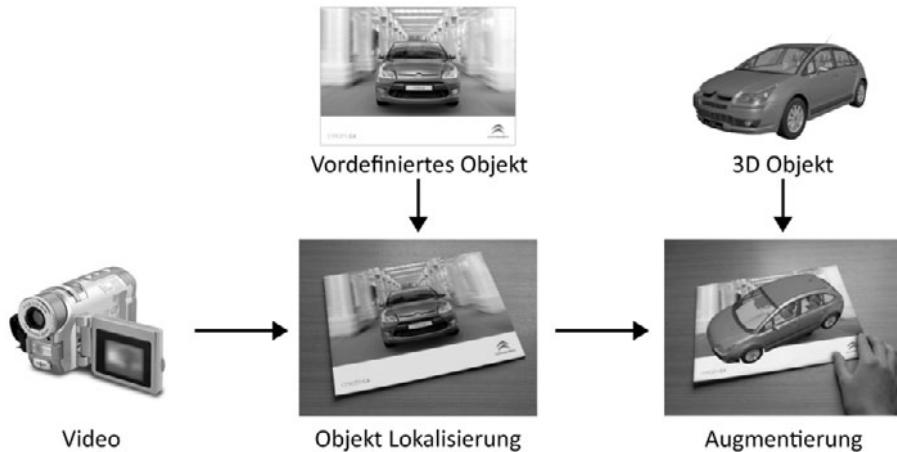
2. Schritt

Erkennung des Objektes und Ermittlung der korrekten Position im Raum mit oder ohne Marker (Tracking/Objektlokalisierung).

3. Schritt

Überlagerung des Zielobjektes mit den virtuellen Objekten wie z. B. mit dreidimensionalen Objekten, Audio- oder Videosequenzen, Bildern etc. (Rendering/Augmentierung).

Die Zielobjekte – in Abb. 3-24 ein Autoprospekt – können in gängigen Graphiksuiten erstellt werden. In vielen Fällen liegen diese bereits als Bild- oder CAD-Datei vor. Dies hat den Vorteil, dass Produktionskosten gespart oder ein im Rahmen einer AR Applikation entwickeltes Modell für weitere Anwendungen im Unternehmen benutzt werden können.



Quelle: In Anlehnung an (Total Immersion, 2010)

Abb. 3-24 Grundsätzliche Vorgehensweise einer AR Anwendung.

Die Art und Weise der Augmentierung der Objekte wird in Authoring-Komponenten definiert – z. B. in der Workflow-Engine von Metaio. Dabei werden zum Teil auch Script-Sprachen wie z. B. LUA eingesetzt.

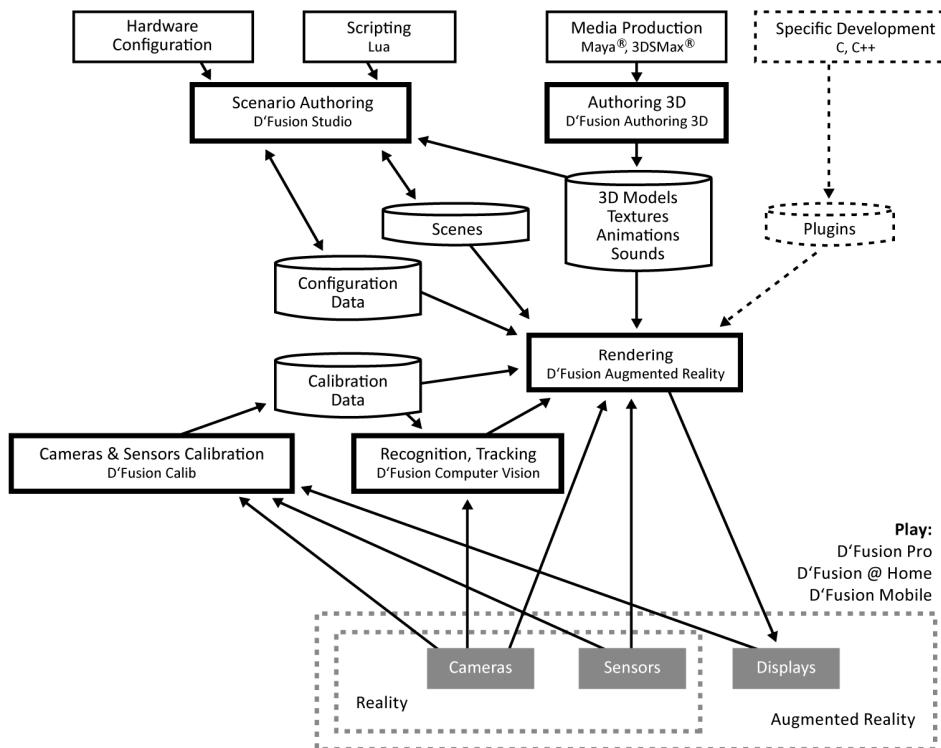
Damit der Benutzer die erweiterte Realität sehen kann, sind entsprechende „Player“ notwendig. Diese Komponenten laufen dann auf der entsprechenden Hardware (PC, Mobiltelefon etc.) ab.

Gerade der Player ist stark vom gewünschten Anwendungsszenario abhängig:

- Bei festinstallierten Anwendungen ist der Player im angeschlossenen Rechner installiert (und lizenziert).
- Bei verteilten Anwendungen, d. h. auch bei @Home-Anwendungen wird der Player in eine ausführbare Datei eingebunden, die auch die Objekte und Szenarien enthält.
- Bei Webanwendungen wiederum wird der Player als Plug-In geliefert.
- Bei Anwendungen im Mobiltelefonbereich werden die gängigen Technologien (z. B. GoogleApps) eingesetzt. Layar ist beispielsweise ein AR Browser, der entsprechende Anwendungen auf dem iPhone oder dem Android-System unterstützt. (Layar, 2010)

In Abb. 3-25 ist beispielhaft die Architektur des AR Systems D'Fusion Studio von Total Immersion dargestellt, um das Zusammenspiel der einzelnen Softwarekomponenten aufzuzeigen.

Content Production: D'Fusion Studio



Quelle: (Total Immersion, 2010)

Abb. 3-25 Architektur von D'Fusion.

Tabelle 3-1 zeigt eine Übersicht über vier Software-Suiten für die Entwicklung von AR Anwendungen:

- Die Software-Suite D'Fusion von Total Immersion (Total Immersion, 2010) bietet die umfangreichsten Funktionen.
- Das Münchener Unternehmen Metaio (Metaio, 2010a) bietet die Software-Suite Unifeye an.
- Das Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD) der Fraunhofer-Gesellschaft in Darmstadt (Fraunhofer IGD, 2010a) hat das Framework instantreality (Fraunhofer IGD, 2010b) sowohl für die klassische virtuelle Anwendung als auch AR Anwendungen entwickelt.
- ARToolKit des Unternehmens ARTToolworks in Seattle (ARToolworks, 2014) bietet eine vergleichbare Entwicklerumgebung an.

Die Entwicklungen im Bereich AR Software sind sehr dynamisch. Deshalb ist Tabelle 3-1 nur als Versuch zu sehen, die wichtigsten Anbieter und Kriterien aufzuzeigen.

		Beschreibung	Total Immersion	metaio	GD	ARTool Works
Erkennung	Realtime Bilderkennung S+W-Marker Erkennung	Benutzung vorhandener Vorlagen zum Tracken Dezidierte Marker müssen vorhanden sein	x	x	x	x
Tracking	Hand-Tracking Interfaces (Motion Capturing, etc.) Pointing Detection Face Tracking Mimik Tracking Markerbased Tracking Markerless Tracking	Die Handbewegung wird als Marker erkannt Übertragung humanoider Bewegungen Durch Verdecken bestimmter Flächen werden Aktionen ausgelöst Gesichter werden als Marker erkannt Mimiken, Geschlecht und Alter werden erkannt Für Low Budget Anwendungen Für High Budget Anwendungen	x x x x x	x x x x x	x 2D x x x	x x x
3D-Rendering	High Quality Rendering Physics Engine für nat. Interaktionen	Qualitativ hochwertige Darstellung der virtuellen Objekte Simulation natürlicher Reaktionen der Objekte untereinander	x	x	x	x
Internet Features	Sicherer Inhalt durch Encrypting Video- und Audioaufzeichnung	Für sichere Kontenbehandlung Zur Verbreitung des Erlebten über Social Networks	x	x	x	x
Betriebssysteme	Win Mac Linux Symbian Android Iphone		x x x x x	x x x x x	x x x x x	x x x x x
Flash-Anbindung	Markerless Tracking Face Tracking Sicherer Inhalt durch Encrypting		x	x		
Preisstruktur	Entwickler Tool Runtime Lizenz Nutzerlizenz pro Anwendung		x x x	x x x	x x x	x

Tabelle 3-1 Augmented Reality Software.

3.3.2 Augmented Reality in der Cloud

Bei den bisher aufgezeigten Lösungen war die Anzahl der Bildmarker begrenzt. In der Vergangenheit war einer Augmented Reality Anwendung in der Regel ein definierter Bildmarker zugeordnet; in manchen Fällen konnte dies auf bis zu zehn Marker ausgeweitet werden. Durch die Verbesserung der Bilderkennung können z. B. in der Qualcomm-Lösung Vuforia bis zu 100 Bildmarker bei einer App eingesetzt werden. (Qualcomm, 2014)

Um einerseits die Anzahl der Bildmarker zu erhöhen und andererseits vor allem eine leichte Verfügbarkeit sicherzustellen, wurde ein Ansatz entwickelt, Bildmarker und gegebenenfalls die Anwendung selbst in der Cloud verfügbar zu machen. „Mit der so genannten Snapshot Augmented Reality werden technisch deshalb Server-Client-Architekturen verwendet, die rechenintensive Prozesse in die Cloud auslagern“ (Fraunhofer IGD, 2014a).

Bei üblichen Kampagnen ist eine verfügbare Datenbasis von bis zu 100 Bildmarkern (sogenannte Targets) ausreichend. Aber vor allem wenn es sich um schnell wechselnde und umfangreiche Bildmarker handelt, wie z. B. bei einem Produktkatalog oder einem aktuellen Printmedium wie einer Tageszeitung, dann sind Anzahl der Marker wie auch ihre leichte Austauschbarkeit stark limitierende Kriterien.

Qualcomm bietet ab Vuforia Version 2.0 das neue Feature *Cloud Recognition and User-defined Targets* in der SDK an (Qualcomm, 2014). Diese neue cloud-basierte Lösung ist sehr leistungsfähig und verspricht bei entsprechender Internet-Verbindung Erkennungsraten innerhalb von maximal 3 Sekunden Response-Zeit bei einer Grundgesamtheit von ca. 1 Million Texturmarkern, die nach Aussage des Herstellers einer App zugeordnet werden können. Solche Größenordnungen waren noch vor wenigen Jahren unvorstellbar.

Durch dieses Verfahren können z. B. komplette Produktkataloge mit augmentierten Inhalten versehen werden; Verbrauchern und potenziellen Käufern können Zusatzinformationen zu entsprechenden, im Katalog abgebildeten Produkten zur Verfügung gestellt werden. Diese Zusatzinformationen können beliebiger Art sein: 3D-Objekte, Videos, Slideshows, veränderbare Produktmerkmale wie Größe und Farbe und gegebenenfalls auch ein direkter Kaufprozess. Dabei muss von Fall zu Fall geprüft werden, ob es notwendig ist, Augmented Reality im engeren Sinne, sprich mit lagegerechter Überlagerung, zu verwenden.

Ausgelöst wird die Applikation typischerweise durch die Frontkamera des mobilen Endgeräts. Welche Aktion durch das Erkennen eines Markers, sprich Targets, initiiert wird, liegt in der Hand des Entwicklers. Dazu sind nicht zwangsläufig Programmierkenntnisse notwendig. In der Regel sind diese neuen Lösungen mit Autoren- und Content-Management-Systemen gekoppelt, sodass sich einfache AR Applikationen schnell und unkompliziert zusammenstellen lassen – vom Schwierigkeitsgrad vergleichbar der Erstellung animierter Powerpoint-Präsentationen.

Die Erstellung einer Anwendung erfolgt im Wesentlichen in drei Schritten (Qualcomm, 2014):

1. Definition des Zielobjekts (Target)

Dies erfolgt z. B. durch einfaches Abfotografieren eines Bildes in einer Publikation wie

- z. B. einer Prospektseite; das Target ist also ein klassischer Bildmarker. Es ist aber auch der Einsatz von Frame-Markern möglich (vgl. Kapitel 3.1.2).
- 2. Entwicklung des Event-Objekts (Experience)
Dies können z. B. Videos, 2D- oder 3D-Objekte, Slideshows sein. Dazu bieten einige Hersteller auch entsprechende Tools an. In Vuforia ist auch eine (englische) Texterkennung integriert, die eine Datenbasis von ca. 100.000 Wörtern umfasst.

- 3. Entwicklung der App
Entweder wird eine spezielle App mit entsprechenden Tools entwickelt – so unterstützt Vuforia z. B. Xcode, Eclipse und Unity – oder es gibt nur eine universelle „Präsentations-App“, die in der Lage ist, verschiedene Events zu unterstützen. Dabei sind die Möglichkeiten zwar begrenzt, aber es ist kein Programmieraufwand nötig.

Showrooming-Effekte spielen dadurch vermutlich mittelfristig eine größere Rolle als bisher, weil die Anwendungen leistungsfähiger und damit einfacher in der Anwendung werden. Konsumenten können ihr Smartphone über ein Produkt bewegen und erhalten unmittelbaren Zugriff auf Produktinformationen und Beurteilungen. Qualcomm hat dazu mit American Apparel kooperiert, einem US Hersteller und Retailer von Designer-Kleidung. (etailment, 2012)

In Deutschland bietet z. B. be!Columbus die Lösung *ar-kiosk* an, die im Wesentlichen auf der Lösung von Qualcomm basiert. (be!Columbus, 2014) Nach einer – kostenpflichtigen – Registrierung können beliebige Bilder, die als Tracker dienen, hochgeladen und mit anderen, ebenfalls hochgeladenen Bildern oder Videos verknüpft werden. Dadurch ist es auch für den Laien recht einfach, zur Kundenkommunikation Bildmarker mit multimedialen Inhalten zu verknüpfen. Der Preis hängt von der Anzahl der Objekte ab. Der Benutzer muss für die Markererkennung lediglich eine einzige App installieren, da diese alle Marker erkennt, die in der Qualcomm-Cloud verfügbar sind.

Metaio bietet eine ganze Produktpalette zur Erstellung und Präsentation von AR Applikationen. Neben dem *Junaio-Browser*, umfangreichen Entwicklertools wie *Metaio Creator* und *Metaio Engineer* wird auch die Cloud-Lösung *Metaio Cloud* angeboten. Mit dem Metaio-SDK können Anwendungen inklusive 3D-Tracking für iPhone, Android und Windows entwickelt werden. (Metaio, 2014)

Ähnlich wie die bereits aufgeführten Anbieter haben Entwickler vom Fraunhofer IGD ein Cloud-basiertes Tool für Augmented Reality entwickelt (Fraunhofer IGD, 2014b). Mit Hilfe eines einfachen webbasierten Editorsystems lassen sich einfach ganze Szenarien entwickeln.

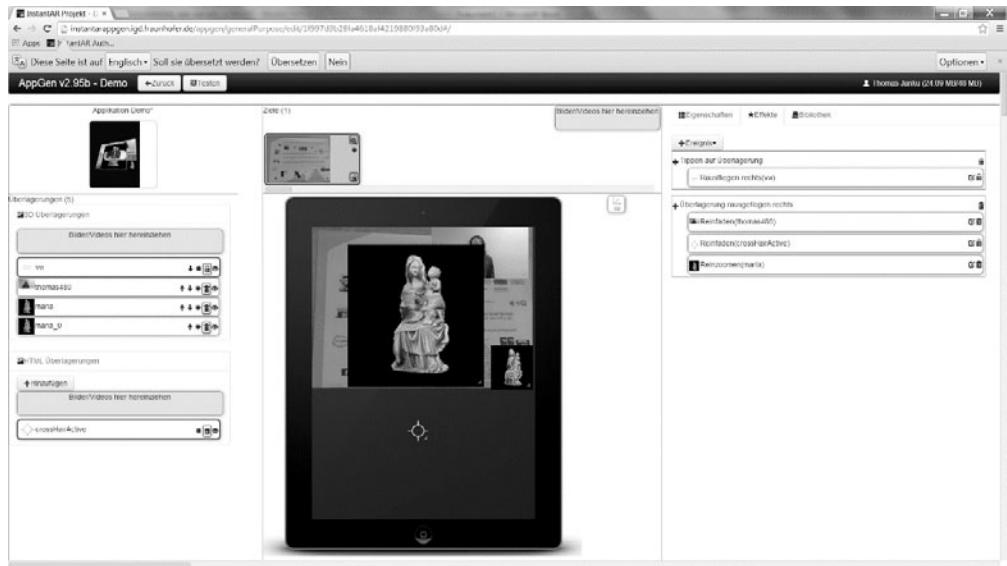


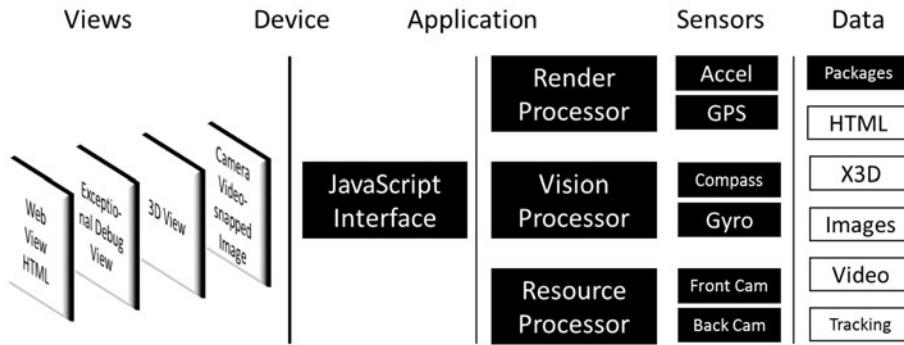
Abb. 3-26 InstantAR – Definition einer Szene.

Eine Szene im entsprechenden Autoren- und Content Managementsystem ist in Abb. 3-26 dargestellt, das Ergebnis hierzu in Abb. 3-27. Programmierkenntnisse sind hierzu nicht erforderlich. Ähnlich wie bei einer Powerpoint-Präsentation können – durch bestimmte Events auf dem Tracker gesteuert – Video, 2-D oder 3D-Objekte augmentiert werden.



Abb. 3-27 InstantAR – Darstellung der realisierten Szene.

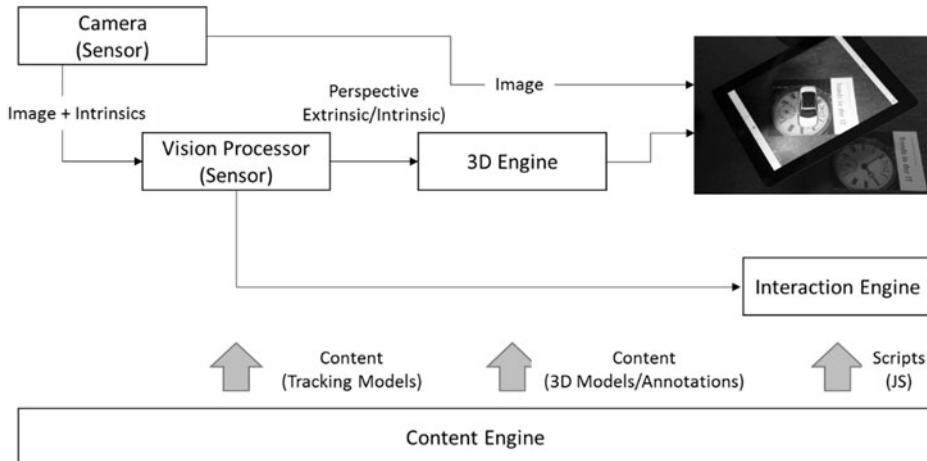
InstantAR basiert auf HTML und JavaScript-Technologie (vgl. Abb. 3-28).



Quelle: (InstantAR, 2014)

Abb. 3-28 Instant AR – Komponenten.

Die Darstellung erfolgt in einem speziellen Browser. Basierend auf dem InstantVision-Framework stehen alle Trackingmethoden zur Verfügung, um reale Objekte zu erkennen; durch das Kamerabild werden die Objekte erkannt und ihre Position im Raum errechnet. Diese Werte sind im Zugriff des Entwicklers und lassen sich direkt über JavaScript manipulieren. Dies ist aber nur dann notwendig, wenn die bereits vorhandenen Methoden des Application Generators nicht ausreichen und eigene Entwicklungen umzusetzen sind (vgl. Abb. 3-29).



Quelle: angelehnt an (InstantAR, 2014)

Abb. 3-29 Instant AR – Interaktion der Komponenten..

Weitere Features sind ein Online-App-Generator-Tool, eine OCR-Texterkennung, eine Web-Schnittstelle sowie eine Realtime-3D Graphics-Engine.

4 Kommunikation

 Dieses Kapitel zielt darauf ab, Ihnen die wichtigsten Grundlagen zur Kommunikation zu vermitteln, da Augmented Reality stets in Zusammenhang mit Kommunikation steht. Sie wissen danach, welche Phasen und Prozesse in der Kommunikation von Bedeutung sind, welche Aufgaben, Funktionen und Instrumente innerhalb einer Phase zum Einsatz kommen und welchen Nutzen diese haben. Der Fokus liegt einerseits auf der Kommunikation mit Kunden und andererseits auf dem Kundenverhalten.

4.1 Grundlagen der Kommunikation

Kommunikation ist allgegenwärtig und beschreibt in ihrer ursprünglichen Bedeutung eine Sozialhandlung, in die mehrere Teilnehmer einbezogen sind. Kommunikation als Sozialhandlung ist immer situationsbezogen sowie kontextabhängig. (Ungeheuer, 1983, S. 1-12)

Kommunikation bedeutet die Übermittlung von Informationen und Bedeutungsinhalten zum Zweck der Steuerung von Einstellungen, Meinungen, Erwartungen und Verhaltensweisen gemäß spezifischer Zielsetzungen. (Bruhn, 2009b)

Oftmals wird Kommunikation dahingehend erweitert betrachtet, dass Kommunikation nicht nur zwischen lebenden Adressaten, sondern auch zwischen Mensch und Maschine möglich ist.

Bezüglich der Beschreibung von Kommunikation lassen sich verschiedene Zugangsweisen differenzieren, die durch spezifische Grundannahmen charakterisiert sind. Unterschiede bestehen hauptsächlich darin, (Ungeheuer, 1983, S. 1-12)

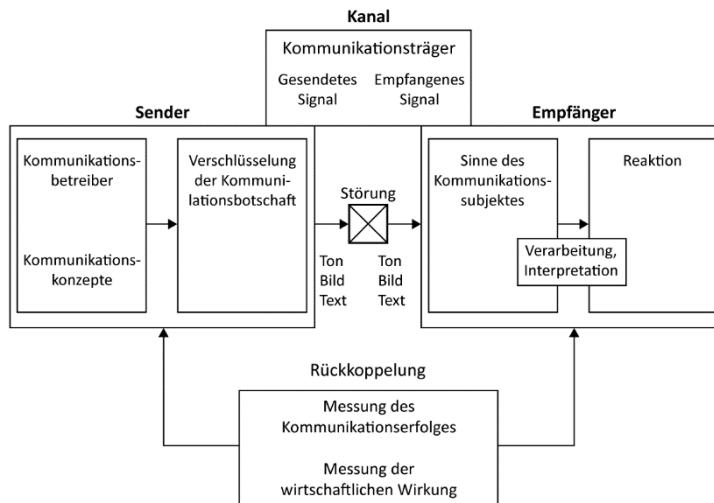
- wer kommuniziert – Individuen, Maschinen, Systeme etc.,
- ob Kommunikation als etwas grundsätzlich Soziales oder als Summe von Einzelereignissen und Individualhandlungen verstanden wird und
- welche Seite besonders hervorgehoben wird – die Seite der Produktion (Sender) oder der Rezeption (Empfänger)

Die unterschiedlichen Zugangsweisen führen zu unterschiedlichen Kommunikationsbegriffen, Kommunikationsmodellen und Kommunikationstheorien.

Weite Verbreitung als Kommunikationsmodell gefunden hat das einstufige Kommunikationssystem, oft auch Sender-Empfänger-Modell genannt, in dem Kommunikation mit den Begriffen aus der Signalübertragung beschrieben wird. Sender, Empfänger und Botschaft stellen die

Minimalelemente eines Kommunikationssystems dar; ihr Vorhandensein ist notwendige Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit eines Kommunikationssystems. (Bruhn, 2009b, S. 38)

Das einstufige Kommunikationssystem definiert Kommunikation als Übertragung einer Nachricht von einem Sender zu einem Empfänger; dazu wird die Nachricht kodiert und als Signal über einen Übertragungskanal übermittelt. Durch Störungen kann die Nachricht dabei verfälscht werden. Voraussetzung für eine erfolgreiche Kommunikation ist, dass Sender und Empfänger die gleiche Kodierung für die Nachricht verwenden. (Bruhn, 2009b, S. 39)



Quelle: In Anlehnung an (Meffert, 1986, S. 447)

Abb. 4-1 Originäres einstufiges Kommunikationssystem (Sender-Empfänger-Modell).

In der Marketing-Branche wird der Begriff visuelle Kommunikation als Oberbegriff für alle mit dem Auge wahrgenommenen, visuell kommunizierten Informationen genutzt; Beispiele hierfür sind Werbeplakate. (WDR, 2010) Wendet man das einstufige Kommunikationssystem auf die visuelle Kommunikation mit Werbeplakaten an, so stellt man fest, dass es sich hierbei um eine unidirektionale Kommunikation handelt, bei der der Empfänger passiv verbleibt.

Aufgrund der technologischen Entwicklungen in den letzten Jahrzehnten gewinnt die Mensch-Maschine-Kommunikation an Bedeutung. (Marketing-Börse, 2009) Die dafür notwendige Benutzerschnittstelle wird dabei als ein Untersystem in einem Mensch-Maschine-System definiert, das der Interaktion zwischen Mensch und Maschine dient. Um eine Benutzerschnittstelle für den Menschen nutzbar zu gestalten, muss sie an die Bedürfnisse des Menschen angepasst sein. (Richter, 2007, S. 2)

Eine Benutzerschnittstelle erlaubt dem Nutzer das Steuern einer Maschine oder eines Systems, das Beobachten der Maschinen- oder Systemzustände und – falls erforderlich – das Eingreifen in den Prozess. Die Bereitstellung der Informationen erfolgt entweder hardwaretechnisch oder softwaretechnisch über ein Visualisierungssystem.

Erfolg sowie Beliebtheit eines technischen Produkts wie z. B. einer Maschine, Anlage oder Systems hängen nicht nur von den Parametern Preis, Zuverlässigkeit und Lebensdauer ab, sondern werden zunehmend auch durch die Faktoren Handhabbarkeit oder Bedienungsfreundlichkeit bestimmt. Idealerweise ist eine Benutzerschnittstelle intuitiv, d. h. ohne Schulungsaufwand nutzbar. Je nach Anwendung ergeben sich spezifische Fokussierungen, was Handhabbarkeit oder Bedienungsfreundlichkeit angeht.

Rechnergestützte Benutzerschnittstellen, in der Regel *Benutzeroberflächen* genannt, umfassen alle Bestandteile eines interaktiven Systems wie Software oder Hardware, die Informationen und Steuerelemente zur Verfügung stellen. Diese sind für den Benutzer notwendig, um eine bestimmte Arbeitsaufgabe mit dem interaktiven System zu erledigen. (DA Tech, 2009) Sie gewinnen durch die zunehmende Verbreitung von Rechnern vor allem auch im mobilen Bereich stetig an Relevanz.

Es gibt eine Vielzahl rechnergestützter Benutzerschnittstellen: (Richter, 2007, S. 30ff)

- Kommandozeilen
- Zeichenorientierte Benutzerschnittstellen
- Graphische Benutzeroberflächen
- Sprachbasierte Benutzerschnittstellen
- Haptische Benutzerschnittstellen (z. B. Mobiltelefon oder Touchscreen)
- Wahrnehmungsgesteuerte Benutzerschnittstellen, d. h. Steuerung durch Gesten-Erkennung

Die Auflistung der Arten von Benutzerschnittstellen zeigt deutlich, dass man zunehmend versucht, Sinne des Menschen zu integrieren, sei es z. B. über sprachgesteuerte Benutzerschnittstellen oder aber Interfaces, die dem Nutzer haptische Interaktion ermöglichen.

Ein Kriterium der Wahl der Benutzerschnittstelle ist neben der Handhabbarkeit und Bedienefreundlichkeit Time-to-Content; Ziel ist, dass der Anwender so schnell wie möglich die von ihm gewünschten Informationen erhalten bzw. die notwendigen Aktionen initiieren kann.

4.2 Kommunikation mit Kunden

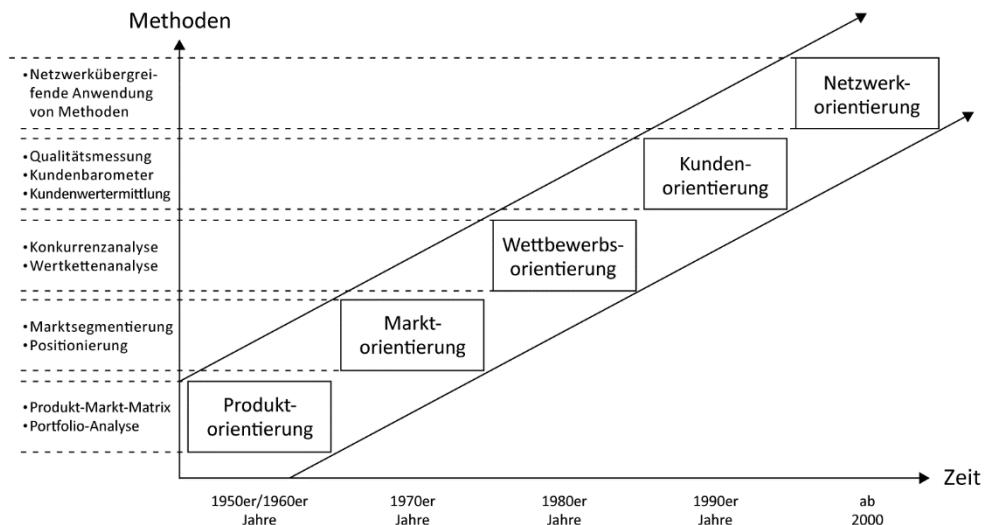
Kommunikation mit den Kunden eines Unternehmens, oft auch Customer Relationship Management oder Relationship Marketing genannt, hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen und sich in der Praxis etabliert. (Hippner & Wilde, 2006, S. 17f) Im Vordergrund steht dabei die Beziehung zu (potenziellen) Kunden des Unternehmens. Customer Relationship Management ist damit ein zentraler Erfolgsfaktor für das Bestehen eines Unternehmens am Markt. (Hippner & Wilde, 2006, S. 18ff)

Customer Relationship Management bezeichnet die konsequente Ausrichtung eines Unternehmens auf seine Kunden und die systematische Gestaltung der Kundenbeziehungsprozesse. Es umfasst sämtliche Maßnahmen der Analyse, Planung, Durchführung und Kontrolle, die der Initiierung, Stabilisierung, Intensivierung und Wiederaufnahme zu den Anspruchsgruppen –

insbesondere zu den Kunden – des Unternehmens mit dem Ziel des gegenseitigen Nutzens dienen. (Bruhn, 2007, S. 7)

Die zum Customer Relationship Management gehörende Dokumentation und Verwaltung von Kundenbeziehungen ist ein wichtiger Baustein und ermöglicht ein vertieftes Beziehungsmarketing. In vielen Branchen sind Beziehungen zwischen Unternehmen und Kunden langfristig ausgerichtet. Mittels Customer Relationship Management werden diese Kundenbeziehungen gepflegt, was sich maßgeblich auf den Unternehmenserfolg auswirken kann.

Abb. 4-2 zeigt – stark vereinfacht – die verschiedenen Entwicklungsphasen der Unternehmensführung; derzeit befinden wir uns in der Phase der Netzwerkorientierung. Nach der Phase der Kundenorientierung in den 1990er Jahren, in der kundenbezogenen Faktoren vermehrt an Relevanz gewonnen haben, sind seit einigen Jahren weitere Einflüsse am Markt zu beobachten, die den Wettbewerb nachhaltig verändern. (Bruhn, 2007, S. 6) Dazu zählen Faktoren wie z. B. Globalisierung oder neue Informations- und Kommunikationstechnologien, die zu einem zunehmend aggressiverem Marktverhalten führen werden. (Bruhn, 2007, S. 6)



Quelle: (Bruhn, 2009a, S. 2)

Abb. 4-2 Entwicklungsphasen der Unternehmensführung.

Community Building z. B. ist in den letzten Jahren in der Kommunikation zum Kunden ein wesentliches Element geworden. Die Existenz vielfältigster internetbasierter Sozialer Netzwerke und der enorme Ansturm auf sie zeigen diesen Trend sehr deutlich; neue Möglichkeiten in der Kommunikation mit den Kunden eröffnen sich. Virales Marketing ist nur eine dieser neuen Formen des Marketings, das die Netzwerkorientierung mit sich bringt und durch die neuen Technologien ermöglicht wird.

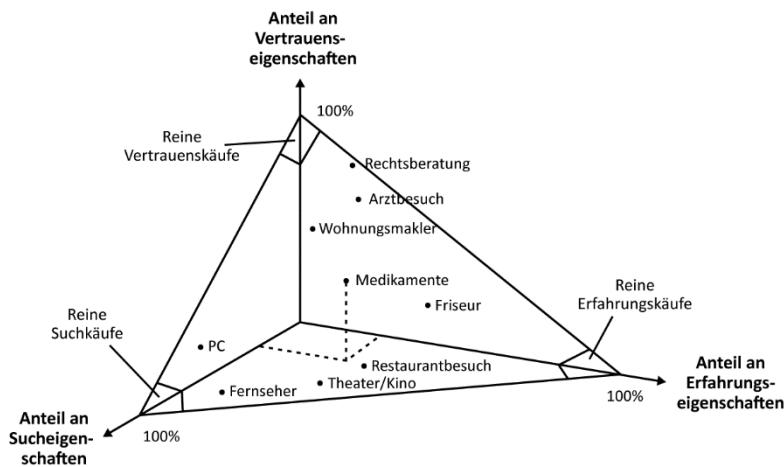
Augmented Reality ist aufgrund ihrer Vielseitigkeit ebenfalls eine Technologie, die den Wettbewerb nachhaltig beeinflussen wird. Eine Studie der Bain & Company (Reichheld, 2003)

zeigte, dass die tatsächliche Kundenorientierung sehr stark mit der Fähigkeit, Kunden zu begeistern, korreliert. (Bruhn, 2007, S. 1) Ein aktuelles Beispiel für die Relevanz der Begeisterungsfähigkeit ist Apple mit seinen verschiedensten Produkten, von denen jedes bei seiner Neuerscheinung eine Begeisterungswelle auslöst und deren Nachfrage in den letzten Jahren nahezu ungebrochen ist. D. h. je stärker ein Unternehmen Kunden für ein Produkt oder eine Dienstleistung begeistern und gewinnen kann, desto marktorientierter arbeitet es und kann den Kunden längerfristig binden.

Kundenansprache und Kundenbindung nehmen einen immer höheren Stellenwert ein, da die Gewinnung von Neukunden bis zu fünf Mal teurer sein kann als die Kundenbindung. Ebenso wichtig ist die Kundenzufriedenheit; je zufriedener ein Kunde ist, desto höher sind seine Wiederkaufsabsichten. (Bruhn, 2009a, S. 78) Daher werden in vielen Unternehmen sämtliche Kundendaten und alle mit ihnen verbundenen Transaktionen gespeichert, um den Kunden in jeder Phase seines Lebenszyklus geeignet ansprechen zu können. Diese Daten lassen sich integrieren und aufbereiten, um im Unternehmen an jeder Stelle in der passenden Zusammenstellung zur Verfügung zu stehen. Daten und Transaktionen werden dabei immer im Kontext zu den Prozessen eines Unternehmens gesehen.

Je nach Produkt oder Dienstleistung trifft der potenzielle Kunde seine Entscheidung hinsichtlich Kauf eines Produkts oder Inanspruchnahme einer Dienstleistung unter einer gewissen Unsicherheit; es liegt auf Kundenseite ein Informationsdefizit vor, dem zum Zeitpunkt des Kaufs oder der Inanspruchnahme nicht begegnet werden kann. Die Höhe des Informationsdefizits bzw. der Unsicherheit hängt dabei stets vom Produkt oder der Dienstleistung ab. Man unterscheidet drei Eigenschaftstypen, die den Grad der Unsicherheit prinzipiell beschreiben: (Bruhn, 2009a, S. 22f)

- *Sucheigenschaften* sind durch den Kunden bereits vor dem Kauf oder der Inanspruchnahme beurteilbar. Typische Sucheigenschaften sind z. B. Preis oder technische Daten eines Produkts.
- *Erfahrungseigenschaften* können erst während des Kaufs oder nach dem Kauf bzw. der Inanspruchnahme beurteilt werden. Eine Urlaubsreise beispielsweise zeichnet sich durch einen hohen Anteil an Erfahrungseigenschaften aus, da erst während oder nach der Reise eine Beurteilung der in Anspruch genommenen Leistung möglich ist.
- *Vertrauenseigenschaften* lassen sich durch den Kunden auch nach dem Kauf eines Produkts oder der Inanspruchnahme einer Dienstleistung nicht oder nur zu unverhältnismäßig hohen Kosten beurteilen. Ärztliche Behandlungen sind hierfür ein Beispiel. Aufgrund mangelnder Fachkenntnisse ist ein Patient in der Regel nicht in der Lage zu beurteilen, ob eine medizinische Therapie qualitativ hochwertig ist.



Quelle: (Bruhn, 2009a, S. 23), (Weiber & Adler, 1995)

Abb. 4-3 Einteilung in Such-, Erfahrungs- und Vertrauenseigenschaften.

Steigt der Anteil an Erfahrungs- oder Vertrauenseigenschaften eines Produkts oder einer Dienstleistung an, nimmt der Grad an Informationsdefizit und damit auch der Unsicherheit für den Kunden entsprechend zu. Für den Kauf eines Produkts oder die Inanspruchnahme einer Dienstleistung sind nicht nur Sucheigenschaften von Relevanz, sondern vor allem auch Erfahrungs- und Vertrauenseigenschaften. (Bruhn, 2009a, S. 23)

Dem Konstrukt Vertrauen bzw. entsprechenden Maßnahmen zur Vertrauensbildung auf Unternehmensseite kommt eine sehr wesentliche Rolle bei der Kaufentscheidung oder der Inanspruchnahme einer Dienstleistung zu. (Ahlert, Kenning, & Petermann, 2001) Wie wichtig Erfahrungs- und Vertrauenseigenschaften für den Kunden inzwischen geworden sind, zeigt sich an den verschiedensten Bewertungsportalen, die im Internet zu finden sind und die sich stark steigender Beliebtheit erfreuen. Gerade im Beispiel einer Urlaubsreise vertrauen Interessenten oft mehr den Empfehlungen anderer Kunden und weniger den Beschreibungen der Reiseveranstalter.

4.3 Kundenverhalten

Neben der Perspektive der Kommunikation aus Unternehmenssicht und ihrer Beeinflussungsmöglichkeiten ist der Aspekt Kundenverhalten genauer zu betrachten.

Unter Kundenverhalten – auch Konsumentenverhalten genannt – verstehen wir – in Anlehnung an Kroeber-Riehl/Weinberg – das Verhalten der Menschen beim Kauf und Konsum von wirtschaftlichen Gütern oder Dienstleistungen. (Kroeber-Riehl & Weinberg, 2003, S. 3)

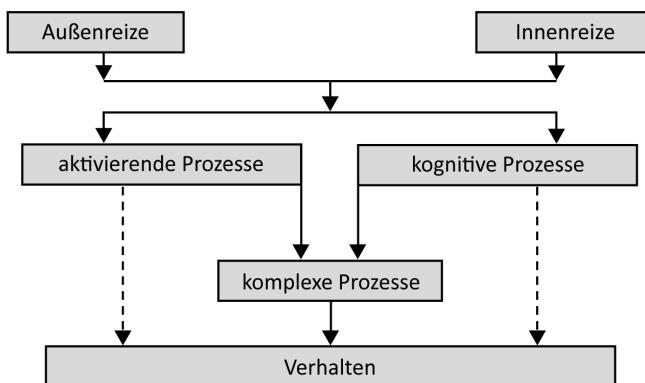
Die Prozesse, die das Kundenverhalten prägen, gliedern sich gemäß (Kroeber-Riehl & Weinberg, 2003, S. 49) in:

- *Aktivierende Prozesse*

Als aktivierend werden solche Vorgänge bezeichnet, die mit inneren Erregungen und Spannungen verbunden sind und das Verhalten antreiben.

- *Kognitive Prozesse*

Kognitiv sind solche Vorgänge, durch die das Individuum die Informationen aufnimmt, verarbeitet und speichert. Es sind Prozesse der gedanklichen Informationsverarbeitung im weiteren Sinne.



Quelle: (Kroeber-Riehl & Weinberg, 2003, S. 50)

Abb. 4-4 Gesamtsystem Verhalten.

Die inneren – aktivierenden oder kognitiven – Vorgänge werden von Innen- oder von Außenreizen ausgelöst.

- Das Anbieten von zwei Produkten durch einen Verkäufer löst einen Beurteilungsprozess aus (Außenreiz).
- Dagegen kann ein auftretender spontaner Einfall wie z. B. ins Kino zu gehen nicht von außen, sondern auch von innen her angeregt werden.

Aktivierung ist eine Grunddimension aller Antriebsprozesse; durch die Aktivierung wird der Organismus mit Energie versorgt und in einen Zustand der Leistungsbereitschaft und Leistungsfähigkeit versetzt. (Kroeber-Riehl & Weinberg, 2003, S. 60)

Ist jemand vielen Außenreizen gleichzeitig wie z. B. verschiedenen Werbeanzeigen ausgesetzt, so wird er seine Aufmerksamkeit nur einigen dieser Reize zuwenden und nur diese ausgewählten aufnehmen sowie verarbeiten. Aufmerksamkeit führt also zur Reizauswahl. Ein solcher Auswahlvorgang ist notwendig, um bei vorhandener Reizüberflutung sicherzustellen, dass nur „relevante“ Reize beachtet werden. (Birbaumer, 1975, S. 63)

Aufmerksamkeit ist also eine vorübergehende Erhöhung der Aktivierung, die zur Sensibilisierung des Individuums gegenüber bestimmten Reizen führt. (Kroeber-Riehl & Weinberg, 2003, S. 61) Die selektive Reizaufnahme und -verarbeitung wird durch ein Zusammenspiel von Aktivierungsvorgängen erreicht, das zu „selektiver Aktivitätserhöhung bei wichtigen (wenig redundanten) Signalen und zu einer Aktivitätshemmung bei unwichtigen (redundanten) Signalen“ führt. (Birbaumer, 1975, S. 63) (Kroeber-Riehl & Weinberg, 2003, S. 61f)

Für die gezielte Auslösung der Aktivierung durch äußere Reize steht ein reichhaltiges Spektrum an Reizen zur Verfügung; sie können nach ihren Wirkungen differenziert werden: (Kroeber-Riehl & Weinberg, 2003, S. 71)

- *Emotionale Reizwirkungen*

Die Wirkung emotionaler Reize ist stets mit einer mehr oder weniger starken inneren Erregung verknüpft, die die Intensität des emotionalen Erlebens bestimmt.

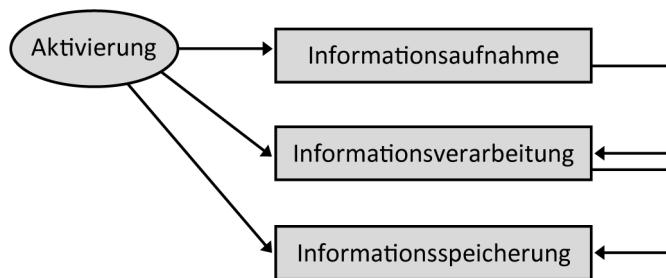
- *Kognitive Reizwirkungen*

Auch Reize, die zu kognitiven Inkonsistenzen führen, d. h. vor allem neuartige und überraschende Reize aktivieren das Individuum.

- *Physische Reizwirkungen*

Die Wirkung von starken physischen Reizen wie z. B. Farben, Gerüchen oder Tönen, die innere Erregungen auslösen, fällt hierunter.

Die Kommunikation zum Kunden, insbesondere das Marketing macht sich alle drei Wirkungskategorien zunutze, um die Konsumenten gezielt zu aktivieren. (Kroeber-Riehl & Weinberg, 2003, S. 71)



Quelle: In Anlehnung an (Kroeber-Riehl & Weinberg, 2003, S. 86)

Abb. 4-5 Beziehungen zwischen Aktivierung und kognitiver Leistung.

Kunden bzw. Konsumenten spielen in der Kommunikation meistens eine passive Rolle und bringen den dargebotenen Informationen wenig Interesse entgegen. Das gilt vor allem für gesättigte Märkte, auf denen sachliche Produktunterschiede gering sind und Kunden wenig Informationsbedürfnisse haben. (Kroeber-Riehl, 1984) (Weinberg, 1992) Zur Erreichung der passiven Kunden ist man auf Aktivierungstechniken angewiesen, die Kunden für die angebotenen Informationen aufzuschließen. (Kroeber-Riehl & Weinberg, 2003, S. 90)

Geringes Informationsinteresse der Kunden, starke Informationsüberflutung, gesättigte Märkte mit zunehmend austauschbaren Angeboten – das sind die Rahmenbedingungen, die heute die Kommunikation mit Kunden definieren und die das Involvement der Kunden gering halten.

Unter Involvement versteht man die innere Beteiligung oder das Engagement, mit dem sich die Kunden der Kommunikation zuwenden. (Kroeber-Riehl, 1993, S. 98)

Bei geringem Involvement nehmen sie die dargebotenen Informationen nur flüchtig und mit geringer Aufmerksamkeit auf. (Kroeber-Riehl, 1993, S. 98ff) Gerade der Informationsüberschuss bildet eine limitierende Komponente: In Deutschland werden weniger als 2 Prozent der durch Massenmedien angebotenen Informationen aufgenommen, d. h. in der Werbung rechnet man mit einem Informationsüberschuss von mindestens 95 Prozent. (Kroeber-Riehl, 1987) (Kroeber-Riehl & Weinberg, 2003)

Informationen sind aktivierend zu verpacken, um in der zunehmenden Informationskonkurrenz sowie in der steigenden Informationsflut aufzufallen und die Aufmerksamkeit der Empfänger auf die eigene Nachricht zu lenken. (Kroeber-Riehl & Weinberg, 2003, S. 90) Dabei sind auch Art und Weise der benutzten Aktivierungstechniken entscheidend. (Kroeber-Riehl, 1993, S. 93) Obwohl Aktivierungstechniken die Aufmerksamkeitsspanne beim Kunden verstärken können, vermögen sie aber in der Regel nicht, Kunden aus ihrer Passivität aufzuwecken und so zu stimulieren, dass sie die dargebotenen Informationen involviert aufnehmen und verarbeiten. Da eine mittlere Aktivierung die Kognitionen der Menschen über ihre Emotionen erreicht, ist dies aber auch nicht notwendig.

Das Involvement der Kunden wird durch persönliche, situative und reizabhängige Einflüsse bestimmt. Das Aktivierungspotenzial der in der Kommunikation verwendeten Reize wirkt lediglich auf das Reaktionsinvolvement der Kunden ein, d. h. nur auf das von der Reizdarbietung abhängige Involvement. Dieses reizabhängige Involvement spielt für das Verhalten jedoch eine wesentlich geringere Rolle als das von persönlichen Interessen und von der Situation bedingte Involvement. Das von der Situation, insbesondere von der Entscheidungssituation bestimmte Involvement schlägt wesentlich stärker auf das Betrachtungsverhalten durch. (Jeck-Schlottmann, 1988)

Das Involvement lässt sich auf verschiedene Ursachen zurückführen: (Deimel, 1989)

- *Personenspezifische Faktoren* charakterisieren den Einfluss persönlicher Prädispositionen eines Individuums, die von den subjektiven Bedürfnissen, Werten und Zielen abhängen. Unklar ist, inwieweit sich dieses emotional steuern lässt.
- *Situationsspezifische Faktoren* charakterisieren den Einfluss der Realisationsbedingungen auf die Entscheidung. Hier können emotionale Reize kommunikationsunterstützend eingesetzt werden.
- *Stimuluspezifische Faktoren* charakterisieren den Einfluss eines Produkts und der Kommunikationsform und erzielen sowohl emotionale als auch kognitive Wirkungen.

Löst die Kommunikation eine starke Aufmerksamkeit aus, so führt gemäß Aktivierungskonzept die emotionale Reaktion zu gedanklichen Vorgängen, die den Entscheidungsprozess vorantreiben.

Ein Ziel in der Kommunikation mit dem Kunden ist daher, durch neue Informations- und Kommunikationstechnologien neue Reize zu setzen und das Involvement zu erhöhen. Augmented Reality kann in Kombination mit klassischen Werbemitteln wie z. B. bei Anzeigen im Printbereich, bei Büchern, aber auch in den digitalen Medien neue Akzente setzen und das Involvement soweit erhöhen, dass der Kunde indirekt durch Emotionen stärker aktiviert wird. Eine stärkere Aktivierung äußert sich z. B. in einer längeren Verweildauer bei einer Printanzeige.

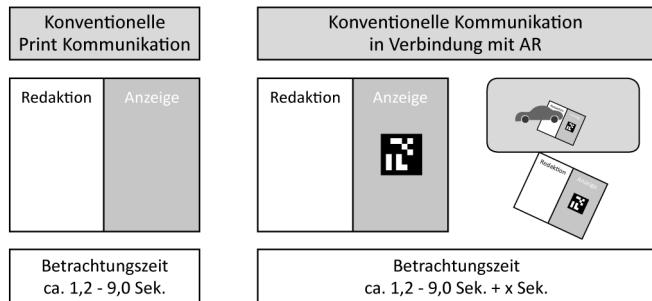


Abb. 4-6 Verweildauer bei Printanzeigen ohne und mit Augmented Reality Erweiterung.

Ohne Erweiterung mit Augmented Reality liegt die durchschnittliche Verweildauer in Abhängigkeit vom Produktbereich zwischen einer und neun Sekunden. Durch aktivierende Anzeigengestaltung wird die Betrachtungszeit relativ gesehen wesentlich gesteigert; bei starker Aktivierung um nahezu 100 Prozent. (Kroeber-Riehl, 1993, S. 136) Mit Augmented Reality, der aufgrund ihrer – temporär noch gegebenen – Neuartigkeit ein starker Aktivierungseffekt anhaftet, kann sich also vermutlich eine deutlich höhere Verweildauer erzielen lassen.

Insbesondere in der Kombination passiver Kommunikationsmittel mit Augmented Reality kann eine starke zusätzliche Aktivierung erzielt werden, da das passive Kommunikationsmittel mit Augmented Reality „zum Leben erweckt wird“. Diesen Effekt bezeichnen wir mit *Living*. Zwei Beispiele sollen dies verdeutlichen.

- **Printanzeige**
Bei einer augmentierten, d. h. einer mit Augmented Reality kombinierten Printanzeige hat der Interessent die Möglichkeit, mit der Anzeige zu kommunizieren – entweder am Rechner oder über ein mobiles Endgerät. Die Möglichkeit, interaktive Gewinnspiele zu koppeln, ist gegeben. Es entsteht eine „Erlebnisanzeige“.
- **Plakat**
Passanten stehen vor einem Plakat, das Werbung für ein Automodell zeigt. Per Kamera des Mobiltelefons wird das Plakatmotiv erkannt und die Augmented Reality Applikation aktiviert. Das neue Modell erscheint auf dem Display des Mobiltelefons und ist interaktiv nutzbar: Man kann Rennen fahren oder Gepäck einladen etc.

In beiden Fällen werden Emotionen beim Betrachter geweckt. Gerade die emotionale Erlebnisvermittlung in der Kommunikation kann bei Produkten und Dienstleistungen auf gesättigte

ten Märkten eine entscheidende Rolle spielen. (Konert, 1986) Das Ziel der emotionalen Produktdifferenzierung besteht darin, die Produkte durch emotionale Erlebnisse unterscheidbar zu machen und in der Kommunikation entsprechend hervorzuheben, sodass Aufmerksamkeit geweckt wird. (Kroeber-Riehl & Weinberg, 2003, S. 125)

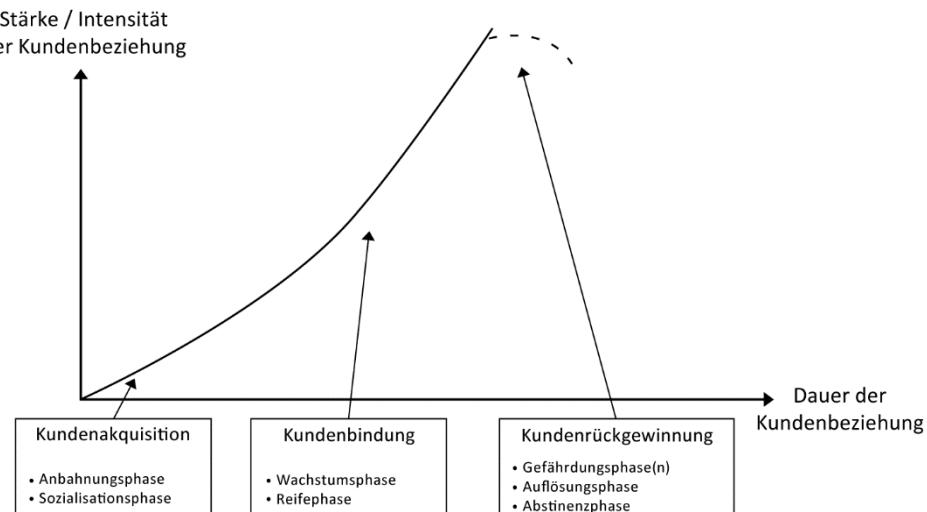
Speziell zum Grad der Aktivierung von augmentierten Anzeigen oder anderen Werbemitteln liegen aus der Forschung noch keine Ergebnisse vor. Doch lässt sich vermuten, dass diese Art der Kommunikation hohe Wirkungen erzielt. Laut Untersuchung des VDZ (VDZ, 2009) ziehen schon konventionelle, nicht augmentierte Beihefter die Aufmerksamkeit auf sich; der VDZ nimmt an, dass sich die durchweg positiven Bewertungen von Beiheftern als Werbeform durch eine überraschende, spannungsreiche Gestaltung weiter steigern lassen. (VDZ, 2009)

4.4 Phasen und Prozesse in der Kommunikation zum Kunden

Die Kommunikation zum Kunden, d. h. insbesondere das Customer Relationship Management wird vor allem durch zwei zentrale Denkkonzepte geprägt (Bruhn, 2007, S. 9):

- Denken im Customer Lifecycle
- Denken in der Erfolgskette

Aufgrund des dynamischen Charakters von Kundenbeziehungen stellt der sogenannte Customer Lifecycle (Kundenbeziehungslebenszyklus) den Rahmen für die Ableitung spezifischer Marketingaktivitäten dar (vgl. Abb. 4-7).



Quelle: (Bruhn, 2007, S. 10)

Abb. 4-7 Phasen des Customer Lifecycle.

Oftmals erfolgt eine Differenzierung der Kundenakquisition in zwei separate Phasen: Kundenanbahnung und Kundenakquisition (vgl. Abb. 4-8).

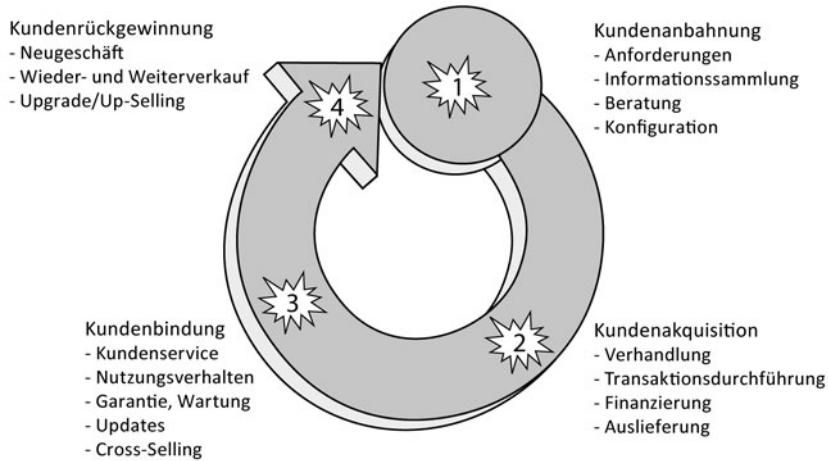
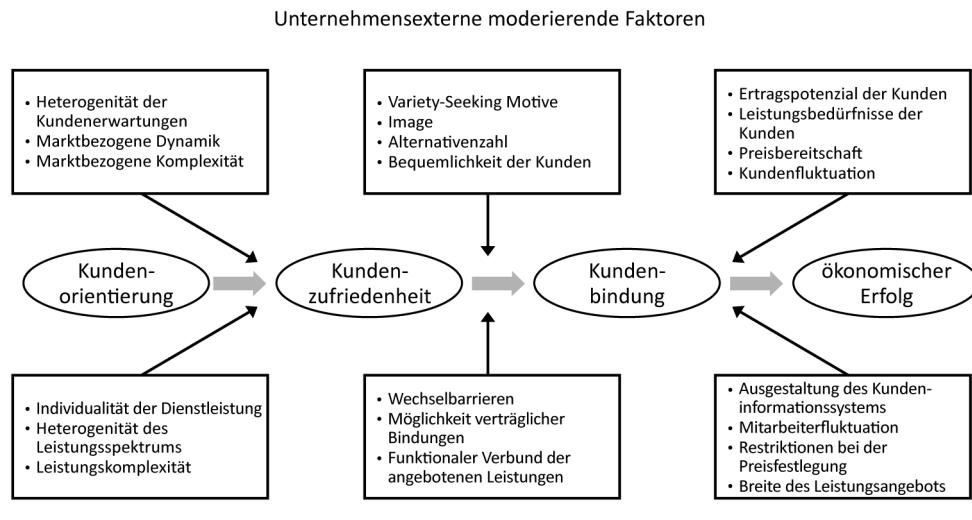


Abb. 4-8 Differenzierte Phasen des Customer Lifecycle.

Bei weiteren Betrachtungen werden die in Abb. 4-8 genannten vier Phasen des Customer Lifecycle aufgegriffen. In jeder Phase sind geeignete Aktivitäten zu definieren, um Kundenbeziehungen optimal aufzubauen, zu pflegen und wieder zu erneuern (vgl. Abb. 4-9).



Quelle: (Bruhn, 2007, S. 11)

Abb. 4-9 Erfolgskette der Kundenorientierung.

Sowohl unternehmensinterne als -externe Faktoren beeinflussen das Customer Relationship Management und seine Phasen. Zwecks Kundenansprache sind geeignete Instrumente zu definieren, um z. B. ein Produkt adäquat zu positionieren. Auch hier kann eine Technologie wie Augmented Reality ausgesprochen hilfreich sein.

Da das Customer Relationship Management einen Teilbereich des Marketings darstellt, sind konkrete Ziele aus den Marketingzielen abzuleiten. Im Allgemeinen geht es um folgende Aspekte (Hippner & Wilde, 2006):

- Steigerung der Kundenzufriedenheit und der Kauffrequenz durch die Analyse des Kaufverhaltens und entsprechenden Einsatz der Instrumente des Marketing-Mix,
- Langfristige Bindung der Bestandskunden durch maßgeschneiderte Aktionen,
- Gewinnung von Neukunden aus Interessenten,
- Bessere Ausschöpfung des Kundenpotenzials u.a. durch Up- und Cross-Selling,
- Senkung der Kosten durch zentrale Datenerfassung,
- Steigerung der Reaktions- und Liefergeschwindigkeit,
- Verbesserung der Kundenorientierung, um dem Kunden individualisierte, seinen Bedürfnissen entsprechende Leistungen anbieten zu können und
- Erhalt wichtiger Signale für die Früherkennung von Chancen und Risiken.

Durch die einfache Auswertbarkeit von Datenbanken innerhalb des Customer Relationship Management kann z. B. ein verändertes Kundenverhalten im großen Stil für geänderte Bedürfnisse oder neue Wettbewerber sprechen. Gerade eine neue Informations- und Kommunikationstechnologie kann zu einer Veränderung im Kommunikationsverhalten führen, was sich in dem gewonnenen Datenmaterial widerspiegelt und wiederum zu einer Anpassung der CRM-Aktivitäten durch das Unternehmen führt.

Von besonderer Bedeutung bei der weiteren Betrachtung ist das kommunikative Customer Relationship Management; dieses spricht die direkte Schnittstelle zum Kunden an. Relevante Kanäle der Kommunikation sind:

- Telefon
- Web
- Messaging wie z. B. E-Mail, Voicemail, SMS, Micro-Blogs
- Klassische Medien wie z. B. Face-to-Face, Prospekt, Brief oder Fax

Hinsichtlich der Nutzung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien wie z. B. Augmented Reality ergeben sich bezogen auf die Kommunikationskanäle unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten. Klassische Medien sind nicht ausgeschlossen, erschließen sich in der Regel aber nur in Kombination mit anderen Kommunikationsmedien. Ein typisches Beispiel für eine Kombination mit anderen Kommunikationsmedien ist in Abb. 2-6 dargestellt: Ein klassisches Printmedium wird augmentiert sowie durch eine Webapplikation ergänzt und erfährt dadurch eine Aufwertung.

4.5 Ziele in der Kommunikation zum Kunden

Betrachtet man die Zielpyramide (vgl. Abb. 4-10) bezogen auf Customer Relationship Management im Unternehmen, so sind folgende Ziele sehr wesentlich:

- Positionierung am Markt
- Innovativität
- Kundenzufriedenheit/-vertrauen und
- Kundenbindung.

Dies sind die relevanten unternehmensbezogenen, aber auch kundenbezogenen strategischen Ziele.



Quelle: (Bruhn, 2009a, S. 101)

Abb. 4-10 Zielhierarchie im Customer Relationship Management.

Darüber hinaus sehen wir eine Reihe weiterer Ziele, die aus Sicht der Unternehmen in der Kommunikation mit dem Kunden sehr wesentlich sind und gerade im Rahmen der Netzwerkorientierung (vgl. Abb. 4-2) stetig an Relevanz gewinnen:

- Neukundenansprache
Unternehmen müssen zunehmend in einem oftmals gesättigten Markt potenzielle Neukunden ansprechen und für sich gewinnen. Dabei muss sich das Unternehmen vom Wettbewerb abheben und für den Kunden attraktiv sein.
- Erhöhung des Markenbekanntheitsgrads
Erhöhung des Markenbekanntheitsgrads sowie Neukundenansprache korrelieren stark.

Eine Erhöhung des Markenbekanntheitsgrads führt in der Regel dazu, dass die Neukundenansprache erleichtert wird bzw. vice versa.

- **Imageverbesserung**
Ein Unternehmen tritt immer mit einem gewissen Image nach außen hin auf: Je besser dieses Image ist, desto attraktiver ist das Unternehmen bzw. sind seine Produkte oder Dienstleistungen für den Kunden.
- **Serviceorientierung**
Häufig ist aus Kundensicht für die Kaufentscheidung die Serviceleistung des Unternehmens sehr entscheidend; das Unternehmen muss geeignete Instrumente nutzen, um die Serviceleistung zu verbessern und kontinuierlich qualitativ hochwertig anzubieten. Kundenbeziehungen, die durch Vertrauen und Zufriedenheit geprägt sind, werden aufgebaut. Ein Beispiel ist Amazon, das seit 2009 das serviceorientierteste Unternehmen weltweit werden möchte und große Anstrengungen in die Serviceverbesserung investiert.
- **Community Building**
In der Phase der Netzwerkorientierung ist es von größter Relevanz, Kunden zu einem Netzwerk zu verflechten bzw. Kunden das Gefühl zu geben, sie gehören einer besonderen Community an. Ein Beispiel hierfür ist Apple, das mit seinen verschiedenen Produkten wie iPhone, iPad oder iPod ein derartiges Community-Gefühl generiert.

Neue Informations- und Kommunikationstechnologien eignen sich hervorragend, um diese Ziele zu realisieren bzw. bei ihrer Erreichung zu unterstützen; dies gilt insbesondere für Augmented Reality.

5 Augmented Reality und Kommunikation

 In diesem Kapitel wird aufgezeigt, wie sich Augmented Reality in der Kommunikation nutzen lässt. Ausgerichtet an den Phasen und Prozessen der Kommunikation wird aufgezeigt, wo sich Augmented Reality sinnvoll integrieren lässt bzw. zu Vorteilen in der Kommunikation führt.

5.1 Augmented Reality im Kontext der Kommunikation

Die in Kapitel 2 aufgezeigten Anwendungsbeispiele für Augmented Reality und die in Kapitel 1 genannten Aspekte der Kommunikation zeigen bereits, dass sich Augmented Reality in den Trend der Entwicklung der Kommunikationsbeziehung zum Kunden einpasst. Ziele wie Innovativität oder Community Building lassen sich z. B. mit Augmented Reality leicht verfolgen.

Setzt man Phasen und Prozesse im Customer Relationship Management den Zielen einander gegenüber, so zeigen sich verschiedene Anwendungs- und Unterstützungsmöglichkeiten.

Tabelle 5-1 zeigt deutlich, dass Augmented Reality in nahezu jeder Phase des Kundenlebenszyklus eine unterstützende Funktion aufweist.

Durch die Interaktion zwischen Nutzer und Applikation, d. h. das Reagieren der Anwendung auf Aktivitäten des Nutzers fühlt der Nutzer sich eingebunden und ist fasziniert – ein wesentlicher Aspekt für eine Kundenbeziehung. Teils bieten die in Kapitel 1 vorgestellten Anwendungsszenarien die Möglichkeit, Daten für den Anwender zu erheben; dies kann entsprechend für CRM genutzt werden, um zukünftig kundenspezifischer zu agieren.

Im Folgenden beschäftigt uns die Frage, ob Augmented Reality „nur“ eine Technologie ist, die im Rahmen der Kommunikation lediglich als „Gimmick“, also als Spielerei, eingesetzt werden kann oder ob sich damit tiefergehende Wirkungen erzielen lassen.

Bei der Klärung der möglichen Wirkung von Augmented Reality in der Kommunikation ergeben sich zwei wesentliche Fragestellungen:

	Anbahnung	Akquisition	Bindung	Rückgewinnung
Positionierung am Markt	✓	✓	✓	✓
Innovativität	✓	✓	✓	✓
Kundenbindung			✓	✓
Erhöhung des Markenbekanntheitsgrades	✓	✓		✓
Imageverbesserung	✓	✓	✓	✓
Serviceorientierung			✓	✓
Neukundenansprache	✓	✓		✓
Community Building	✓	✓	✓	✓

Tabelle 5-1 Augmented Reality in der Kommunikation zum Kunden

1. Kann Augmented Reality die Wirkung von Kommunikation verstärken?
2. Kann Augmented Reality Inhalte schneller und nachhaltiger vermitteln sowie begreifbar machen?

Über die Wirkung von Augmented Reality in der Kommunikation bzw. im Kundenverhalten liegen keine aussagekräftigen Untersuchungsergebnisse vor. Dass Augmented Reality aber eine Wirkung in der Kommunikation erzielt, lässt sich an dem Aspekt der häufig auftretenden Kombination von haptischen und digitalen Elementen, die zu einer Einheit verschmelzen, erkennen. Dieser Sachverhalt, den wir *hap.dig* nennen, macht aus unserer Sicht einen besonderen Reiz von Augmented Reality in der Kommunikation mit Kunden aus.

Hap.dig bezeichnet eine Kombination aus *haptischen* und *digitalen* Elementen, die zu einer Einheit verschmelzen.

Kommunikationsaktivitäten, die mehrere Sinne gleichzeitig ansprechen und damit zu einem Zusammenwirken mehrerer Reizmodalitäten führen, sind besonders erfolgreich. (Kroeberriehl & Weinberg, 2003, S. 122) Dies entspricht auch dem Ansatz des multisensorischen Lernens. Durch den gleichzeitigen Einsatz mehrerer Reizmodalitäten wird es möglich, das gleiche Erlebnis mehrfach und damit wirksamer zu vermitteln; es ist auch möglich, mehrere modal-spezifische ausgelöste Einzelerlebnisse zu einem Gesamterlebnis zu kombinieren. D. h. durch die Verbindung eines haptischen Gegenstands wie z. B. Buch oder Prospekt mit einem digitalen Gerät wie z. B. Rechner oder Mobiltelefon erfolgt die gleichzeitige Ansprache mehrerer Sinne. Mehrere Reizmodalitäten wirken zusammen und das Erlebte wird wirksamer vermittelt; modalspezifische ausgelöste Einzelerlebnisse werden zu einem Gesamterlebnis kombiniert. Dies führt zu einer intensiveren Speicherung der übermittelten Informationen beim Betrachter, was wiederum bewirkt, dass sich der Betrachter an Informationen schneller und besser erinnert. (Kroeberriehl & Weinberg, 2003, S. 123)

Wie in Kapitel 4.2 und 4.3 bereits dargestellt, zielt Kommunikation mit Kunden in der Regel auf folgende Aspekte ab:

- Schnelle Vermittlung von Inhalten (Time-to-Content)
- Stärkere Aktivierung der Kommunikationsteilnehmer durch
 - Verlängerung der Verweildauer bei der Kommunikation
 - Weckung von Neugier auch bei wenig involvierten Kommunikationsteilnehmern
 - Steigerung der Emotionalität z. B. durch Bewegt-Bilder, Musik oder spielerisches Lernen
 - Gleichzeitige Ansprache verschiedener Sinne
- Erhöhung der Erfahrungs- und Vertrauenseigenschaften

Mit Augmented Reality lassen sich diese Zielsetzungen erreichen bzw. unterstützen, wie bereits verschiedene Beispiele verdeutlicht haben. In Abschnitt 2.3 wurde aufgezeigt, dass Augmented Reality schon in „ernsthaften“ Bereichen wie z. B. Medizin, Wartung und Konstruktion eingesetzt wird, um Inhalte besser begreifbar und Ergebnisse sicherer zu machen. Diese Anwendungen machen deutlich, dass Augmented Reality einen deutlichen Mehrwert in der Kommunikation bewirkt. Gerade Time-to-Content wird in den kommenden Jahren der Indikator für eine erfolgreiche Kommunikation sein. Ein Verzicht auf Augmented Reality wird in den kommenden Jahren für Unternehmen zu einem deutlichen Nachteil in der Marktorientierung führen.

Kommunikation zum Kunden ist sowohl in der Push- als auch Pull-Variante möglich; dies ist eine klassische Systematisierung absatzmittlergerichteter Strategien. Liegt eine Push-Strategie vor, ist das aktive Einwirken vom Hersteller auf den Handel wie z. B. durch Schaltung von Handelsanzeigen gemeint, damit die Produkte gelistet und optimal unterstützt werden. Bei der Pull-Strategie setzt der Hersteller hingegen auf konsumgerichtete Maßnahmen wie z. B. ein Produktsampling oder die Werbung in klassischen Medien, die darauf abzielen, dass der Endkonsument das entsprechende Produkt im Handel nachfragt. (Bruhn, 2010, S. 80) Der Einsatz von Augmented Reality eignet sich für Pull- wie auch für Push-Strategien; im Fall mobiler AR Anwendungen wird insbesondere die Pull-Strategie stärker zum Tragen kommen, da der Kunde aktiv werden muss und individuelle Zusatzinformationen abrufen kann.

Im nächsten Schritt ist zu klären, welche Eigenschaften eine Augmented Reality Applikation mit sich bringen muss, damit insbesondere den Zielsetzungen in der Kommunikation bestmöglich entsprochen werden kann.

5.2 Charakteristika einer Augmented Reality Anwendung

In der Literatur finden sich derzeit noch keine Festlegungen hinsichtlich spezifischer Eigenschaften von AR Applikationen; fokussiert auf mobile Augmented Reality postuliert Wagner einige wesentliche Charakteristika: (Wagner, 2007) (Tantius, 2008, S. 15)

- Low cost
Geräte zur Realisierung einer Anwendung müssen kostengünstig verfügbar sein; idealerweise verfügt der Nutzer bereits über ein adäquates Gerät.
- Robust and fool-proof
Nutzer, die über keine Erfahrung mit dem System verfügen, sollten es dennoch intuitiv bedienen können. Bei Fehlern sollte das System robust reagieren.
- Self-contained operation and networking support
Eine Verwendung der Geräte sollte sowohl „stand-alone“ als auch mit anderen Geräten in Netzwerken gemeinsam möglich sein.
- Tracking support
Das Tracking muss in Echtzeit ablaufen.
- Rapid Prototyping
Neue Applikationen sind ohne übermäßigen Aufwand zu erstellen.
- Content creation
Inhalte für Applikationen sind auf standardisiertem und handhabbarem Weg generierbar.

Die hier genannten Eigenschaften, die Augmented Reality erfüllen muss, sind stark technisch geprägt; nur die beiden ersten Eigenschaften nehmen auch Bezug auf den Anwender.

Augmented Reality ist stark von der Interaktion mit dem Anwender geprägt, wie die verschiedenen Anwendungsbeispiele zeigen; die Anwendung reagiert auf die Aktion des Anwenders.

Wesentliche Aspekte einer AR Anwendung lassen sich mit *What you do is what you get* (WYDIWYG) beschreiben.

What you do is what you get (WYDIWYG) ist jedoch nur dann realisierbar, wenn eine AR Anwendung folgenden grundlegenden Eigenschaften genügt:

- Funktionalität
Eine AR Anwendung muss dem Sachverhalt angemessen sein und die Funktionen bieten, die in der gewünschten Situation erforderlich sind.
- Intuitive Handhabung
Eine Anforderung an die Gestaltung einer AR Anwendung ist, dass der Benutzer intuitiv weiß, wie er sie anwenden muss, bzw. die Applikation so arbeitet, dass der Benutzer das Gefühl hat, alles geschieht intuitiv.
- Direkte Manipulierbarkeit
Aktionen, d. h. Bewegungen des Nutzers z. B. führen zu entsprechenden Veränderungen der computergenerierten Objekte, d. h. in der Regel des Bildschirminhalts.
- Echtzeitanwendung
Überlagerungen müssen in Echtzeit exakt berechnet und umgesetzt werden, damit eine perfekte Illusion entsteht.
- Spezifität
Marker, Tracking-Verfahren sowie Software einer AR Anwendung müssen genau auf den jeweiligen Anwendungsbereich zugeschnitten sein.

- Anwendbarkeit

Zur Verringerung möglicher Nutzungshindernisse müssen AR Applikationen und entsprechende Endgeräte zur ihrer Anwendung kostengünstig verfügbar sein; idealerweise verfügt der Nutzer bereits über ein adäquates Device.

5.3 Einsatzfelder für Augmented Reality

Bei dem Einsatz einer neuen Technologie wie Augmented Reality stellt sich auch die Frage, ob daraus neue Geschäftsfelder bzw. neue Produkte entstehen können, mit denen sich – langfristig gesehen – Geld verdienen lässt. Eine weitere Fragestellung stellt sich hinsichtlich einer möglichen Kostensparnis durch die Anwendung der Technologie.

Ohne Zweifel entsteht durch den Einsatz von Augmented Reality beispielsweise ein neues Geschäftsfeld für Werbeagenturen, die diese Technologie für ihre Kunden in den unterschiedlichen Bereichen der Kommunikation insbesondere imagebildend einsetzen können.

Die Relevanz derartiger imagebildender Werbekampagnen verdeutlichen folgende Zahlen (Gruner + Jahr Medien, 2009): Krisenbedingt wurden 2009 mehr verkaufsorientierte Werbekampagnen geschaltet als imagebildende. In der Folge gingen insbesondere bei den Publikumszeitschriften die Umsätze zurück. Relevante Wirtschaftsbereiche wie beispielsweise Finanzen und Kraftfahrzeugmarkt reduzierten zudem die Werbeinvestitionen deutlich. Dies hatte unmittelbare Auswirkungen auf thematisch verwandte Titelsegmente der Publikumszeitschriften. So musste die Wirtschaftspresse mit 156 Mio. Euro einen Umsatzrückgang gegenüber dem Vorjahr um fast ein Drittel verschmerzen und die Motorpresse verlor mit 261 Mio. Euro 12,6 Prozent Umsatz. In nahezu allen anderen Bereichen traten ähnlich hohe Verluste auf.

Um der Entwicklung zumindest teilweise entgegen zu wirken, könnte der Einsatz von Augmented Reality dienlich sein. Hier ließe sich ein neues Anzeigenformat entwickeln, das in den Mediadaten unter *Living Print* als eigenständiges Produkt ausgewiesen wird. Die bisher „passiven“ Anzeigen werden augmentiert, sodass das Produkt für den Konsumenten erlebbar ist. Insbesondere lässt sich damit die Verbindung zur Webseite des Werbenden harmonisch herstellen, die Kommunikation findet in einer zusätzlichen Dimension statt. Für die Verlage bedeutet dies eine Aufwertung ihrer klassischen Printprodukte, die dem Kunden einen wesentlichen Zusatznutzen bietet. Auch die Entwicklung in Richtung digitaler Verlagsinhalte, die über das iPad oder andere mobile Ausgabegeräte verbreitet werden, lassen sich berücksichtigen.

Anzeigenumsätze Publikumszeitschriften-Gattungen

(Brutto-Anzeigenumsätze in Mio Euro; ab 2009 inkl. Stadtillustrierte)

PZ-GATTUNG	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Veränd. abs.	Vorj. rel.
Frauenzeitschriften	784	783	794	860	856	863	796	-67	-7,8%
Aktuelle Zeitschriften/Magazine	854	883	858	916	913	841	704	-137	-16,3%
Programmpresse	520	532	529	549	526	474	448	-26	-5,5%
Zeitschr. für Kultur, Natur, Wissensch.	363	385	380	400	402	381	301	-80	-21,1%
Motorpresse	268	289	285	321	315	298	261	-38	-12,6%
Zeitschr. f. Wohnen und Leben	207	223	223	243	242	229	206	-23	-10,2%
Sportzeitschriften	137	164	155	175	168	176	156	-20	-11,2%
Wirtschaftspresse	203	209	210	240	253	225	156	-69	-30,6%
Lifestyle-Zeitschriften	111	121	117	116	121	102	85	-17	-17,0%
Kundenzeitschriften	67	73	77	89	86	94	82	-12	-13,2%
Jugendzeitschriften	83	71	65	63	73	68	63	-6	-8,6%
Familienzeitschriften	57	52	58	64	63	58	56	-3	-4,6%
Zeitung-Magazine	7	8	9	10	21	27	26	-2	-6,6%
Stadtillustrierte	(Daten vor 2008 nicht verfügbar)					-	98	k. Vergl. mgl.	
Erotik-Zeitschriften	18	19	13	11	4	4	4	-1	-20,9%
PZ-GESAMT	3.677	3.813	3.774	4.058	4.040	3.843	3.439	-404	-10,5%

Quelle: (Gruner + Jahr Medien, 2009)

Tabelle 5-2 G+J Werbetrend Januar - Dezember 2009.

Dieser Trend hat sich fortgesetzt (vgl. Tabelle 5-3); die Printmedien verlieren deutlich an Relevanz und Anzeigenkunden.

	Bruttowerbeumsatz Januar bis Juli 2013 in Millionen Euro	Veränderung zum Vorjahreszeitraum in Prozent
Aktuelle Zeitschriften/ Zeitschriften zum Zeitgeschehen	373,7	-3,2
Monatliche Frauenzeitschriften	197,6	6,3
Programmzeitschriften	165,6	-0,2
Motorpresse	164,3	-1,2
Wöchentliche Frauenzeitschriften	129,8	-4,8
Publikumszeitschriften gesamt*	1.879,9	-2,1

Quelle: (Statista, 2013)

Tabelle 5-3 Anzeigenumsätze Publikumszeitschriften in 2013.

Dieses Beispiel dient nur der Illustration eines Einsatzfelds. In (Ludwig & Reimann, 2005) erfolgt eine Differenzierung der Einsatzfelder in drei primäre Bereiche:

- Präsentation & Visualisierung

Informationen innovativ und ansprechend zu vermitteln ist insbesondere in der Kommunikation mit (potenziellen) Kunden von hoher Bedeutung, z. B. bei der Präsentation eines neuen Produktes. Mit Augmented Reality lassen sich nicht nur schwer vermittelbare Produktinformationen wie z. B. das Prinzip eines Motors darstellen, sondern das Unternehmen erhält darüber hinaus die Chance, sich innovativ darzustellen: Oft führt dies beim Kunden zu einer Übertragung dieser Wahrnehmung auf das beworbene Produkt.

- Augmented Reality zeigt auch im industriellen Einsatz ein erhebliches Potenzial. Hier lassen sich nicht nur Kosten einsparen und Stillstandszeiten durch eine zeiteffizientere Wartung reduzieren, sondern auch Risiken wie z. B. bei Ausbildung und Training mindern.

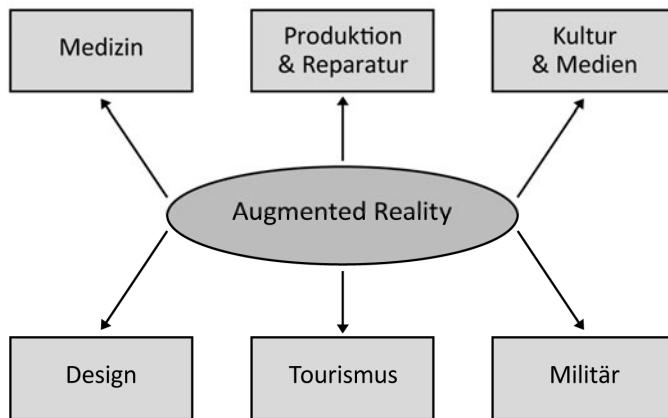
Einsatzmöglichkeiten von AR in der Industrie sind vor allem (Metaio, 2013):

- Optimierung und Beschleunigung industrieller Prozessen
- Planungsstand unmittelbar darstellen und absichern
- Kollisionskontrolle
- Beurteilung des Designs neuer Bauteile am bestehenden Produkt
- Virtuelle Anleitung unmittelbar am realen Produkt
- Höheres Verständnis von komplexen Produkten oder Prozessen
- Vereinfachter Soll-Ist Vergleich
- Verbesserung der teaminternen Kommunikation

- Edutainment

Der Anspruch an eine unterhaltsame Vermittlung von Wissen wird in der Zukunft kontinuierlich zunehmen. Einerseits ist dies durch den Trend nach einem „Life-long Learning“ begründet, dass es selbst für die Generation ab 50 sowohl notwendig als auch wünschenswert macht, sich auch über die eigentliche Berufslaufbahn hinaus fortzubilden. Andererseits nimmt die Anzahl mehr oder weniger spektakulärer Unterhaltungsangebote permanent zu und der Konsument ist ständig auf der Suche nach neuen und unverwechselbaren Erlebnissen. Durch eine natürlichere Interaktion mit dem Rechner, die Augmented Reality ermöglicht, können digitale Erlebniswelten geschaffen werden, die den Lernenden intensiver als gewöhnlich mit einbeziehen und so die Identifikation mit dem Erlebten verstärken.

Diese Differenzierung ist naheliegend, erlaubt aber nur geringe Unterscheidungsmöglichkeiten. Eine andere Einteilung findet sich in (Suthau, 2006). Hier erfolgt zwar eine stärkere Differenzierung der Anwendungsfelder, aber auch diese Anwendungsfelder sind stark miteinander verwoben und wenig trennscharf gewählt.



Quelle: (Suthau, 2006)

Abb. 5-1 Einsatzfelder für AR.

Eine stärkere bzw. genauere Differenzierung ist aus unserer Sicht notwendig: Einerseits gibt es deutlich mehr Einsatzfelder, andererseits finden sich einige grundlegende Anwendungsszenarien, wie sie in Kapitel 1 beschrieben werden, in mehreren Einsatzfeldern wieder.

Die in (Ludwig & Reimann, 2005) und (Suthau, 2006) genannten Einsatzfelder haben – in unterschiedlicher Form und Ausprägung – etwas mit Kommunikation zu tun. Mal steht die direkte Kommunikation mit verschiedenen Zielsetzungen im Vordergrund; mal wird Kommunikation eher indirekt unterstützt. Daraus lassen sich wesentliche Einsatzfelder für Augmented Reality – in alphabetischer Reihenfolge gelistet – ableiten; die Liste ist aber nicht notwendigerweise erschöpfend, sondern lässt sich bei Bedarf erweitern.

- Education
Augmented Reality kann die Anforderung, Wissen unterhaltsam zu vermitteln, unterstützen: Dem Nutzer wird nicht nur eine sehr innovative und Spaß bereitende Form der Informationsdarstellung geboten (Edutainment), sondern es besteht auch die Möglichkeit, Wissen zu vermitteln, das mit den herkömmlichen Methoden der Wissensvermittlung nicht erlebbar ist.
- Kollaboration
Durch den Globalisierungstrend kommt es zu einer Zunahme virtueller Meetings, die in der Regel aber weder die Effektivität noch die Effizienz von Face-to-Face Meetings besitzen. Augmented Reality vermag hier durch die visuelle Einbindung aller Personen virtuelle Meetings sehr viel realitätsnäher gestalten.
- Konfiguration/Simulation
Bereits in vielen Webapplikationen sind Konfiguratoren eingebunden – allen voran im Automobilbereich. Augmented Reality erlaubt eine intensive Vermittlung des Konfigurationsprozesses und seiner Details vor allem durch die Interaktionsmöglichkeiten für den Benutzer; zugleich lassen sich auch Simulationssequenzen zur weiteren Veranschaulichung integrieren.

- Orientierung/Navigation
Die Erfassung von Objekten mit der Mobiltelefon-Kamera und ihre genaue Positionsbestimmung via GPS in Kombination mit rechnergenerierten Zusatzinformationen erlauben eine innovative Form der Orientierungs- und Navigationshilfe.
- Präsentation/Visualisierung
Die innovative und ansprechende Vermittlung von Informationen gewinnt insbesondere auf gesättigten Märkten immer mehr an Relevanz. Visualisierung umfasst aber auch die Darstellung komplexer Zusammenhänge insbesondere bei technischen Anwendungen. Augmented Reality bietet in beiden Einsatzgebieten ein wirkungsvolles Instrumentarium.

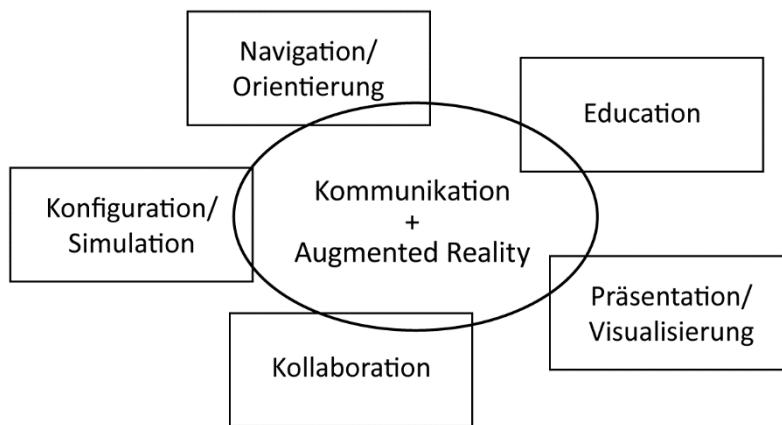


Abb. 5-2 Einsatzfelder für AR in der Kommunikation.

Der in (Ludwig & Reimann, 2005) genannte Bereich Industrie verteilt sich auf verschiedene hier genannte Einsatzfelder; industrielle AR Anwendungen sind vor allem im Bereich Konfiguration/Simulation, aber auch Navigation/Orientierung zu finden.

Abhängig vom Einsatzfeld gestaltet sich die Anwendung bzw. das zugrunde liegende Anwendungsszenario. Ein Prospekt, bei dem quasi ein Auto zum Leben erweckt wird, kann zur Präsentation wie auch zur Simulation genutzt werden.

Da sich in der Regel ein Anwendungsszenario nicht nur genau einem Einsatzfeld zuordnen lässt, ist eine Betrachtung ausgehend von den Anwendungsszenarien sinnvoller. Im Folgenden werden daher Anwendungsszenarien aufgezeigt und exemplarisch verdeutlicht.

6 AR Anwendungsszenarien

 In diesem Kapitel werden konkrete und bereits realisierte oder realisierbare Anwendungsszenarien von Augmented Reality in der Kommunikation aufgezeigt. Hierbei werden die bereits aufgeführten Aspekte Kommunikation (zum Kunden) und Technologie (Augmented Reality) miteinander verknüpft.

6.1 Anwendungsszenarien

Die von Hayes (Hayes, 2009) vorgenommene Einteilung in fünf Augmented Reality Typen (vgl. Abschnitt 2.6) scheint auf den ersten Blick intuitiv und umfassend; sie weist aber einige Schwächen auf, da sie weder disjunkt ist noch Anwendungsszenarien offensichtlich sind. Die von uns gewählte Kategorisierung von Augmented Reality fokussiert Anwendungsszenarien und damit verbundene Einsatzfelder sowie Medien.

Die Trennung in die verschiedenen Anwendungsszenarien wird gewählt, weil es im Allgemeinen schwer fällt, von einer Technologie zu abstrahieren und diese auf ein konkretes Anwendungsbeispiel zu beziehen.

Diese Liste erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit; es gibt durchaus weitere Anwendungsszenarien, die sich aber in der Regel durch einen sehr prototypischen Charakter wie z. B. *Living Wall* auszeichnen, weswegen von einer detaillierten Vorstellung Abstand genommen wurde.

Allen Szenarien gemeinsam ist die verwendete Begrifflichkeit *Living*; mit Living wird deutlich gemacht, dass für den Betrachter oder Nutzer etwas quasi „zum Leben erweckt wird“ und er in Interaktion mit virtuellen Objekten treten kann. Häufig nutzen Anwendungsszenarien Avatare.

Unter einem *Avatar* versteht man einen künstlichen, d. h. virtuellen Charakter. (Answers, 2014)

Zur besseren Vergleichbarkeit der verschiedenen auf Augmented Reality basierenden Anwendungsszenarien, die im Folgenden vorgestellt werden, wird nach der Darstellung eines Szenarios abschließend ein Schema zur Klassifikation genutzt. Dieses Schema ist untergliedert in die Bereiche Technik und Kommunikation.

6.2 Living Mirror

Das Anwendungsszenario *Living Mirror* basiert auf der Face Tracking Technologie; die grundsätzliche Vorgehensweise sieht wie folgt aus:

- Eine Kamera erkennt das Gesicht des Betrachters und platziert lagegerecht dreidimensionale Objekte auf das Gesicht, den Kopf oder den Körper.
- Die Projektion erfolgt über einen großen Bildschirm oder einen Beamer, sodass der Benutzer den Eindruck hat, vor einem Spiegel zu stehen (vgl. Abb. 6-1).
- Es sind auch @home Anwendungen unter Nutzung des Monitors möglich.



Quelle: (Aurea, 2010)

Abb. 6-1 Living Mirror.

In Kombination mit dem aus Film und Fernsehen bekannten Bluescreen-Verfahren können die Benutzer zudem in attraktive virtuelle Umgebungen, wie z. B. einen Festsaal, eine virtuelle Stadt oder ein Schloss versetzt werden. Alternativ bieten sich z. B. Sportereignisse wie WM oder Olympiade an (vgl. Abb. 6-2)

Die Systeme lassen sich mit einer Druckstation verbinden. Die Druckerzeugnisse können um Logos oder andere Objekte ergänzt werden. Dies bietet sich z. B. bei Messen und Ausstellungen an. Zusätzlich lassen sich auch Videos erzeugen, die in einem Web-Portal zur Verfügung gestellt werden.



Quelle: (Aurea, 2010)

Abb. 6-2 Living Mirror.

Die Anwendung ist im Einzelhandel sowohl „indoor“ als auch „out of the window“ einsetzbar. Beispielsweise könnte ein Brillengeschäft das gesamte Equipment im Schaufenster installieren; nur die Kamera erfasst die Passanten. Bei der Erkennung eines Gesichts wird auf dieses eine Brille platziert. Die Anprobe kann auch als Webanwendung zuhause erfolgen. (Mister Spex, 2014).



Quelle: (Mister Spex, 2014)

Abb. 6-3 Living Mirror: Virtuelle Brillenprobe.

Eine andere Anwendungsmöglichkeit stellen sogenannte *virtual fitting rooms* dar, die die Möglichkeit einer virtuellen Kleiderprobe bieten. (AR Door, 2011) Die Steuerung des Brillen- oder Bekleidungswechsel kann zeit- oder gestengesteuert erfolgen.



Quelle: (AR Door, 2011)

Abb. 6-4 Living Mirror: Virtuelle Kleiderprobe.

Die Einordnung des Living Mirror in das Klassifikationsschema ist in Tabelle 6-1 dargestellt; grau schraffierte Flächen treffen zu.

Anwendungs-szenario	Living Mirror		
Technik			
Hardware	Rechner, Display oder Beamer, Webcam, gegebenenfalls Foto-Drucker		
Verfügbarkeit	Stationär Internet Mobil Eventuell Bereitstellung der Videodateien über das Internet		
	Tracking-verfahren	nicht-visuell	visuell
		marker-basiert marker-less	
Gesichtserkennung und Augmentierung um 3D Objekte			
Kommunikation			
Einsatzbereich	B2B		B2C
	Anbahnung	Akquisition	Bindung
Einsatzfeld	Education		Kollaboration
	Navigation/Orientierung		Präsentation/Visualisierung
Einsatzgebiet/ Einsatzzweck	Messen, POS, öffentlicher Raum, Events Stopperkonzept für Besucher-/Passantenströme Incentive für Kunden/Mitarbeiter Community Building		
Haptischer Eindruck	keiner		

Tabelle 6-1 Klassifikationsschema für Living Mirror.

6.3 Living Print

Für das Anwendungsszenario *Living Print* existieren alternative Varianten – gegliedert in *Living Card*, *Living Brochure*, *Living Object*, *Living Book* und *Living Game print-basiert*.

6.3.1 Living Card

Die Anwendungstechnologie *Living Card* basiert auf der Erkennung eines Printmediums mit Hilfe von Markern oder Texturen; die Vorgehensweise sieht wie folgt aus:

- Der Benutzer hält das Printmedium, d. h. die Sammel- oder Grußkarte in den Erfassungsbereich der Kamera.
- Auf diese Karten werden dann lagegerecht dreidimensionale Objekte platziert.
- Die Einbindung von Audio- und Videosequenzen ist möglich.

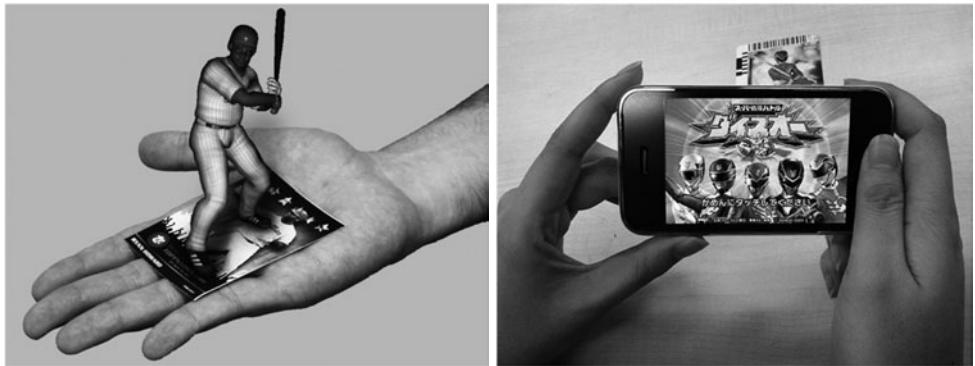
Beim Einsatz von mehreren Karten ist auch eine Interaktion der dreidimensionalen Objekte miteinander möglich. Durch Verschieben und Neuanordnen der Karten können dadurch neue Szenen entstehen. Bei der Texturerkennung – z. B. das Bild eines Dinosauriers auf einer Karte – ist die Anzahl der Objekte, die sich gleichzeitig erkennen lassen, noch durch die Rechnerleistung begrenzt. Die Karten können sowohl mit der Kamera eines PC als auch mit der Mobiltelefonkamera erkannt werden.

Diese Anwendung ist vor allem im Bereich der Sammelkarten wie z. B. Fußball- oder Baseballsammelkarten und bei Grußkarten wie z. B. Weihnachtskarten oder Einladungskarten anwendbar. Um die Technologie zu nutzen, ist entweder ein Download und eine stationäre Installation eines Programms erforderlich oder die Anwendung wird im Web-Browser realisiert.



Quelle: (Aurea, 2010), (ARTag, 2009)

Abb. 6-5 Living Card: Fußballkarten und marker-based Beispiel.



Quelle: (Total Immersion, 2010), (Metaio, 2010a)

Abb. 6-6 Living Card: Beispiele mit Sammelkarten.

Einige Anbieter kombinieren die AR Technologie mit Computerspielen. So bietet z. B. ein Hersteller von Baseball-Sammelkarten (Toppstown, 2010) Karten an, die mithilfe eines Web-Players erkannt werden. Die Karten lassen sich beliebig drehen und bewegen, sodass das typische haptische Erlebnis entsteht. Durch einen Tastendruck lässt sich die Animation entkoppeln, d. h. der Baseball-Spieler kann – ebenfalls über Tastensteuerung – bewegt werden; entsprechende Aktionen – wie z. B. das Schlagen des Balls – lassen sich auslösen. Dieses Loslösen stellt den Übergang von Augmented Reality zu Virtual Reality dar.

Durch Augmented Reality wird die Sammelkarte und damit der Spieler „zum Leben erweckt“. Interaktion ist möglich; durch die Integration von Audio-Sequenzen wird dieser Effekt noch verstärkt.



Quelle: (Aurea, 2010), in Anlehnung an (Engram, 2010)

Abb. 6-7 Living Card: Weihnachts-Karte mit Texturmarker und marker-based Karte.

Community-Building lässt sich über Community-Sites realisieren; registrierte Nutzer können auf entsprechende AR Web-Applikationen zugreifen. Die Käufer der Karten werden dadurch animiert, sich auf der Community-Site zu registrieren. Dieser Ansatz ist für beliebige Sammelkarten nutzbar. "These cards put fans in the huddle with their favorite NFL quarterback, and demonstrate yet again how augmented reality gets the consumer into the action like nothing else. That's the kind of engagement that AR delivers consistently." (Businesswire, 2009)

Bei Glückwunsch- und Grußkarten, die nach dem gleichen Prinzip funktionieren, steht – anders als bei Sammelkarten – ein eher temporärer Aufmerksamkeits- und Überraschungseffekt im Vordergrund. Ausbaustufen im Bereich Sammelkarten ergeben sich durch die Definition von Storyboards; die Interaktion verschiedener Sammelkarten erlaubt das Erzählen von Geschichten. Je nach Kartenkombination sind kontextabhängige alternative Storyboards möglich. Die Einordnung der Living Card in das Klassifikationsschema ist in Tabelle 6-2 dargestellt; grau schraffierte Flächen treffen zu.

Anwendungs-szenario	Living Card				
Technik					
Hardware	Rechner, Webcam, Handy				
Verfügbarkeit	Stationär	Internet	Mobil		
Tracking-verfahren	nicht-visuell	visuell	Face		
		marker-basiert			
Marker-/Texturerkennung und Augmentierung mit 3D-Objekten					
Kommunikation					
Einsatzbereich	B2B		B2C		
	Anbahnung	Akquisition	Bindung	Rückgewinnung	
Einsatzfeld	Education		Kollaboration	Konfiguration/Simulation	
	Navigation/Orientierung		Präsentation/Visualisierung		
Einsatzgebiet/ Einsatzzweck	Sammelkarten, Glückwunschkarten, Einladungen Zusatznutzen für Sammelkarten Incentive für Kunden/Mitarbeiter Community Building				
Haptischer Eindruck	Ja, durch Karten-Interaktion				

Tabelle 6-2 Klassifikationsschema für Living Card.

6.3.2 Living Brochure

Als *Living Brochure* bezeichnen wir den Einsatz der AR Technologie im Bereich Print wie z. B. Zeitschriften oder Prospekten.

Wie bei der Living Card wird bei der Living Brochure ein marker- oder texturbasiertes Tracking eingesetzt. Das Tracking von Markern ist wesentlich einfacher zu lösen als das textur-basierte Tracking, d. h. das Erkennen von Bildern. Welche Variante beim Einsatz favorisiert wird, ist abhängig von der eingesetzten Tracking-Software und den dadurch entstehenden Lizenzkosten.

Esquire, ein amerikanisches Männermagazin, löst z. B. mit dem Tracking Videosequenzen aus; hierbei ist eine Installation über die Web-Site von Esquire notwendig. Es erfolgt keine lagegerechte Platzierung dreidimensionaler Objekte; das Tracking ist quasi lediglich der Zugang zu den Videosequenzen. Augmented Reality im engeren Sinne ist hier nicht gegeben.



Quelle: (Esquire, 2010b), (Aurea, 2010).

Abb. 6-8 Living Brochure: Esquire (aufgedruckter Marker), Autoprospekt (Texturmarker).

In anderen Ausgaben des Magazins waren AR Sequenzen integriert, die interaktive Modestrecken, Witze erzählende Schauspielerinnen oder Autowerbung auf dem Rechnerbildschirm generierten. Bewegte man das Heft, änderte sich das Bild. Dieser „Wow-Faktor“ ist besonders für Anzeigekunden interessant, die bei ihrer Zielgruppe einen nachhaltigen Eindruck hinterlassen möchten. Auch das US-Modemagazin „Instyle“ brachte eine AR Ausgabe heraus und steigerte seine Werbeerlöse damit um 3,6 Prozent. (VDZ, 2010)

Das rechte Bild zeigt ein Beispiel einer Living Brochure-Anwendung in der Automobil-Industrie. Gerade in diesem Marktsegment findet man inzwischen recht oft diese Technologie; BMW, Toyota oder Citroën haben hier bereits Werbekampagnen realisiert.

Durch Verdecken bestimmter Bereiche der Druckvorlage kann die AR Anwendung gesteuert werden. So ist es z. B. möglich, die Farbe des Fahrzeugs zu wechseln. Der Betrachter kann das Fahrzeug in unterschiedlichen Perspektiven dynamisch betrachten. Darüber hinaus sind Animationen wie z. B. das Umlegen der Sitze oder der Blick durch ein Glasdach – wie bei der AR Applikation von Citroën – möglich. Das Fahrzeug wird erlebbar und individualisierbar in seiner Gestaltung bzgl. Farbe, Modelltyp etc. Der potentielle Kunde kann das Produkt quasi ausprobieren. Anders als bei den üblichen im Web zur Verfügung stehenden Konfigurationen hat der Kunde ein direktes Interaktionserlebnis, das durch den haptischen Charakter – der Kunde hält den Prospekt und bewegt bzw. verdeckt Teile des Prospekts – verstärkt wird.

Auch Tageszeitungen wenden sich Augmented Reality zu; so möchte z. B. die WELT ihre redaktionelle Berichterstattung mit AR-Inhalten ergänzen (Meedia, 2013). Artikel werden mit entsprechenden Symbolen gekennzeichnet und die Print-Vorlage um Videos oder 3D-Grafiken ergänzt.

In der Diskussion um Augmented Reality findet man deshalb auch immer öfter den Begriff *Tryvertizing*. (AugmentedPlanet, 2010).

Unter *Tryvertizing* versteht man in der klassischen Werbung die Möglichkeit, Produkte vor dem Kauf zu testen. *Tryvertizing [...] ,is all about consumers becoming familiar with new products by actually trying them out.”* (Trendwatching, 2005)

Im stationären Einsatz wie z. B. am POS kommen Monitor-Stelen zum Einsatz, die mit einer Kamera ausgestattet sind und AR Anwendungen ermöglichen. @home-Anwendungen wie bei Living Cards lassen sich durch Download eines Programms und gegebenenfalls des Prospekts als Träger der Marker oder durch eine Web-Applikation realisieren.



Quelle: (Mini, 2010), (Metaio, 2010a)

Abb. 6-9 Living Brochure Anwendungen.

Bei dem Toyota Auris (Toyota, 2010) wird Augmented Reality noch in einer anderen Weise eingesetzt. Marker dienen als Markierungen und es ist möglich – z. B. auf dem Schreibtisch – einen Parcours aufzubauen, der mit dem virtuellen Fahrzeug durchfahren werden kann.

Auris Hybrid 3D-Erlebniswelt / Übersicht

Der Auris Hybrid – live in 3D bei Ihnen zu Hause! Webcam anschließen, Erlebniswelt gestalten und den Auris Hybrid in Aktion erleben.

Sehen Sie hier die 20 besten Videos aus unserem Gewinnspiel.
Zur Video-Galerie >

1 Anleitung anschauen

In unserer Anleitung zeigen wir Ihnen, wie's geht
[Zur Anleitung >](#)

2 Marker drucken

Bevor Sie starten: Laden Sie hier Ihre Objektmarker herunter!
[Zu den Markern >](#)

3 3D-Erlebniswelt gestalten

Anleitung gesehen? Marker ausgedruckt?
Dann legen Sie hier los!
[Zur Erlebniswelt >](#)

Quelle: (Toyota, 2010)

Abb. 6-10 Living Brochure: Auris-Kampagne.

In Abb. 6-11 wird ein Produktkatalog vor die Webcam gehalten; es erscheint beispielsweise ein animierter Schulranzen in 3D. Dieser kann von allen Seiten betrachtet werden; ebenso werden die wesentlichen Produktfeatures visualisiert. Durch ein spezielles Plug-in für den Internet Explorer erkennt die AR Software automatisch die Katalogseite und startet die entsprechende Animation.



Quelle: (Metaio, 2009)

Abb. 6-11 Living Brochure: Verkaufsprospekt.

Der ausgedruckte Texturmarker kann auch als Bedienelement für ein Computerspiel dienen. Bei der Mini-Kampagne von BMW wurde z. B. ein ausgedrucktes Bild eines Lenkrades von der Kamera erfasst und das – heruntergeladene und installierte – Fahrsimulationsprogramm gestartet. Die Richtungssteuerung des virtuellen Fahrzeugs auf dem Bildschirm erfolgte durch das Drehen des Bildes; die Geschwindigkeit wurde über Verdeckungen bestimmter Teilbereiche geregelt.

Die Kombination aus mobilem Endgerät und Printmedium zeigen AR Applikationen der Süddeutschen Zeitung (vgl. Abb. 6-12).



Quelle: (Metaio, 2010a), (Heise, 2010b)

Abb. 6-12 Living Brochure: Süddeutsche Zeitung.

Das Problem bei Printmedien ist oftmals die Stabilität des Dokuments. Ist das Dokument zu flexibel, d. h. das Papier zu dünn, kann häufig kein geeignetes Tracking erfolgen. Ist der Aufdruck auf einer Zeitschrift, so lässt sich dieser einfach in eine Kamera halten, da diese eine gewisse Stabilität besitzt. Ein einzelnes Blatt Papier hingegen, das als Marker dient, muss mit zwei Händen gehalten werden, um die notwendige Stabilität zu erzielen. Alternativ kann man die Konfiguration so wählen, dass das Papier auf eine Ablage platziert wird und die Kamera von oben auf dieses ausgerichtet ist. Bei einer @home Anwendung kann sich dies als schwierig erweisen, da zum einen die Kamera in der Regel am Rechnerbildschirm befestigt ist und zum anderen der Benutzer auf die geeignete Positionierung des Dokuments hingewiesen werden muss.

Durch den Einsatz von Augmented Reality lassen sich Print-Medien mit einem Zusatznutzen ausstatten. Bereits vorhandene Materialien wie z. B. Prospekte werden um Zusatzinformationen angereichert. Mithilfe dieser Technologie kann z. B. der klassische Werbeträger-Prospekt für den Kunden an Attraktivität gewinnen.

Beispielsweise kann man eine Zusatzinformation wie ein Sonderangebot nur durch Augmentierung sichtbar werden lassen. Dies kann zuhause beim Kunden erfolgen – in Verbindung mit einer Webcam und einer Webanwendung, die sich im Portal des Anbieters finden lässt. Alternativ lässt sich die Technologie durch Stelen, in die die entsprechende Technologie integriert ist, am POS verfügbar machen.

Parallel dazu kann man dieses Vorgehen mit Gewinnspielen kombinieren, d. h. die Kunden halten am POS den Prospekt unter die Kamera der Stele im Verkaufsraum. Bei jeder x-ten Erkennung wird ein Incentive angezeigt und gegebenenfalls direkt als Bonus-Bon ausgedruckt.

IKEA bietet eine App an, um bestimmte Produkte nicht nur um 3D-Objekte anzurichern, sondern es ist auch möglich, diese 3D-Objekte wie z. B. einen Sessel in die reale Wohnung des Kaufinteressenten lagegerecht zu platzieren (IKEA, 2014) (siehe Kapitel 6.9) (vgl. Abb. 6-13).



Quelle: (IKEA, 2014)

Abb. 6-13 Living Brochure: IKEA Katalog App.

Tabelle 6-3 fasst die Klassifikationsergebnisse zu Living Brochure zusammen; grau schraffierte Flächen treffen zu:

Anwendungs-szenario	Living Brochure				
Technik					
Hardware	Rechner, Webcam, Handy				
Verfügbarkeit	Stationär	Internet	Mobil		
Tracking-verfahren	nicht-visuell	visuell	Face		
		marker-basiert			
Marker-/Texturerkennung und Augmentierung mit 3D-Objekten					
Kommunikation					
Einsatzbereich	B2B		B2C		
	Anbahnung	Akquisition	Bindung	Rückgewinnung	
Einsatzfeld	Education		Kollaboration	Konfiguration/Simulation	
	Navigation/Orientierung		Präsentation/Visualisierung		
Einsatzgebiet/ Einsatzzweck	POS, @home, Messen, Ausstellungen Zusatznutzen für Printmedien (Prospekte, Zeitschriften) Incentive für Kunden/Mitarbeiter Community Building				
Haptischer Eindruck	Ja, durch Marker-Interaktion				

Tabelle 6-3 Klassifikationsschema für Living Brochure.

6.3.3 Living Object

Das *Living Object* unterscheidet sich von der *Living Brochure* dadurch, dass auf einem Objekt – z. B. einer Verkaufsverpackung – Bilder und/oder Marker aufgebracht sind. Bei einer Verpackung ist der haptische Aspekt (hap.dig) meistens ungleich größer, da die Verpackung gedreht, von mehreren Seiten betrachtet und gegebenenfalls augmentiert werden kann.

Living Brochure und Living Object sind von der technologischen Ausprägung identisch, unterscheiden sich jedoch in der Handhabung und ihren Möglichkeiten, sodass eine getrennte Betrachtung erfolgt.

Anders als bei Living Brochure stehen bei einem Living Object wie z. B. einer Verkaufsverpackung mindestens zwei Flächen für die Aufbringung von Markern zur Verfügung – Vorder- und Rückseite. Bei entsprechender Verpackungsgröße können auch die Seitenteile einbezogen werden. So setzt z. B. Lego (Lego, 2010) ein sogenanntes Kiosk-System (vgl. Abb. 6-14) ein, um den Inhalt von Teile-Schachteln mithilfe von Augmented Reality detaillierter zu erklären und vor allem zu visualisieren. Anstelle von Explosionszeichnungen, die einen Eindruck vom späteren Modell vermitteln sollen, kann man jetzt das Modell greifbar visualisiert gestalten und dem Betrachter präsentieren.



Quelle: (Lego, 2010), (Metaio, 2010a)

Abb. 6-14 Living Object: Lego Verpackung.

Das von Lego gewählte System ist verkaufsfördernd: empirische Untersuchungen in Geschäften, in denen ein derartiges POS installiert war, weisen seit 2008 deutliche Umsatzsteigerungen. Aus diesem Grunde investiert man in den internationalen Ausbau der Technik. (Digitallife, 2010)

Ein weiteres Beispiel für eine Living Object-Anwendung ist die Adidas-Kampagne für einen speziellen Schuh. (Adidas, 2010) Seit Februar 2010 sind fünf Adidas Sneaker mit Code in der Schuhspitze in die Läden verfügbar; bei dieser Webanwendung dient ein aufgedruckter Code auf der Schuhspitze als Marker.



Quelle: (Engadget, 2009)

Abb. 6-15 Living Object: Adidas Schuh.

Ein anderes Beispiel für Living Objects sind augmentierte Tee-Verpackungen (vgl. Abb. 6-16).



Quelle: (Metaio, 2010a)

Abb. 6-16 Living Object: Tee-Verpackung.

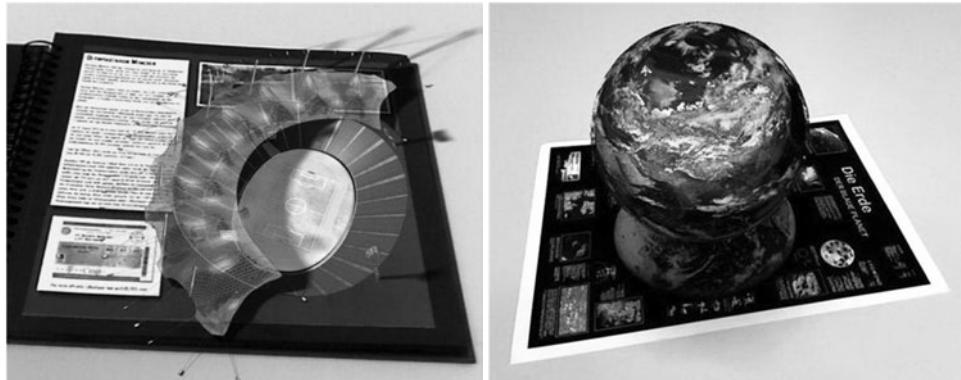
Tabelle 6-4 fasst die Klassifikationsergebnisse zu Living Objects zusammen; grau schraffierte Flächen treffen zu:

Anwendungs-szenario	Living Object			
Technik				
Hardware	Rechner, Webcam, Handy			
Verfügbarkeit	Stationär	Internet	Mobil	
Tracking-verfahren	nicht-visuell	visuell	Face	
		marker-basiert	marker-less	
Marker-/Texturerkennung und Augmentierung mit 3D-Objekten				
Kommunikation				
Einsatzbereich	B2B		B2C	
	Anbahnung	Akquisition	Bindung	Rückgewinnung
Einsatzfeld	Education		Kollaboration	Konfiguration/Simulation
	Navigation/Orientierung		Präsentation/Visualisierung	
Einsatzgebiet/ Einsatzzweck	POS, @home, Messen, Ausstellungen Inhaltserklärungen bei Verkaufsverpackungen Incentive für Kunden/Mitarbeiter Community Building			
Haptischer Eindruck	Ja, durch Interaktion mit Objekt (z.B. Verpackung)			

Tabelle 6-4 Klassifikationsschema für Living Object.

6.3.4 Living Book

Technologisch gesehen ist das *Living Book* identisch mit der *Living Card* bzw. *Living Brochure*. Ziel dieser Anwendung ist es, dem Leser eines klassischen Buchs mit AR Elementen einen plastischen Eindruck einer Abbildung zu vermitteln. Dies kann marker-based oder marker-less erfolgen. Eine Manipulation der Objekte erfolgt durch Drehen des Markers und/oder durch Tastatureingaben. Mobiltelefon-basierte Lösungen sind ebenfalls realisierbar.



Quelle: (Deicedaily, 2008)

Abb. 6-17 Living Book: Visualisierung von Buchinhalten.

An der südkoreanischen Gwangju Institute of Science and Technology wurde das Projekt *Digilog Book* durchgeführt. Bei dieser Anwendung erfolgt die Darstellung mithilfe einer speziellen Brille und dazugehöriger Software. Die Figuren wirken nicht nur plastisch, sondern bewegen sich auch. Sie schweben durch den „Raum“ und interagieren miteinander – natürlich nur so lange, bis der Leser auf die nächste Seite schlägt. Entsprechender Sound verstärkt den räumlichen Effekt. (Kölner Stadtanzeiger, 2010)

Einsatzbereich dieser Technologie ist der Freizeit- und Edutainment-Bereich wie z. B. das 2010 erschienene Buch *Dinosaurier* des arsEdition-Verlags. (ArsEdition, 2010) Ob sich der Aufwand für eine derartige Anwendung für das klassische Buch rechnet, wird die Zukunft zeigen. Geht es nur um eine verbesserte Visualisierung von Bildern, sind auch andere Lösungen wie z. B. 3D-Brillen möglich – auch wenn hier die Interaktion fehlt. Ob und inwieweit der Einsatz von AR in Büchern die Lesebereitschaft tatsächlich erhöht, wurde empirisch noch nicht untersucht.

Wissenschaftlich noch nicht untersucht ist die Wirkung von augmentierter Literatur auf das Leseverhalten vor allem Jugendlicher. Da diese heutzutage recht viel Zeit am Rechner verbringen und die Lesebereitschaft gemäß PISA-Studie insgesamt sinkt (OECD, 2000), ist die Frage, ob AR die Akzeptanz eines gedruckten Buches für diese Zielgruppe erhöhen kann. Wenn der Handlungsstrang nur in der Interaktion des Buches und der AR Anwendung immer wieder

dazu führt, wie z. B. durch Fragen, welche sich nur durch diese Interaktion beantworten lassen, dass Textpassagen im Buch gelesen werden müssen, um den Handlungsablauf insgesamt zu verstehen, dann kann dies die Lesebereitschaft womöglich erheblich steigern.

2012 stellte Sony das *Wonderbook* für die Playstation3 vor. „Die PlayStation®Eye-Kamera erkennt das Buch und dessen Position, Entfernung und Winkel zur Kamera und kann dabei sogar die Umgebung ausblenden“. (Sony, 2012) Bei diesem „Buch der Zaubersprüche“ erfolgt klassisches „Living Print“ in Verbindung mit einem 3D-Sensor, um Interaktion per Hand zu ermöglichen.



Quelle: (Sony, 2012)

Abb. 6-18 Living Book: Wonderbook.

Mit dem zunehmenden Aufkommen von e-Books sind weitere Anwendungen möglich; diese sind dann technologisch gesehen identisch mit dem *Living Game mobile* (vgl. Abschnitt 6.4).

Tabelle 6-5 fasst die Klassifikationsergebnisse zu Living Books zusammen; grau schraffierte Flächen treffen zu:

Anwendungsszenario	Living Book		
Technik			
Hardware	Rechner, Webcam, Handy, gegebenenfalls Spezialbrille		
Verfügbarkeit	Stationär	Internet	Mobil
Tracking-verfahren	nicht-visuell	visuell marker-basiert	marker-less Face
	Marker-/Texturerkennung		
Kommunikation			
Einsatzbereich	B2B		B2C
	Anbahnung	Akquisition	Bindung Rückgewinnung
Einsatzfeld	Education	Kollaboration	Konfiguration/Simulation
	Navigation/Orientierung		Präsentation/Visualisierung
Einsatzgebiet/ Einsatzzweck	@home Visualisierung von Buchinhalten gegebenenfalls erweitert um Video- und Audiosequenzen		
Haptischer Eindruck	Ja		

Tabelle 6-5 Klassifikationsschema für Living Book.

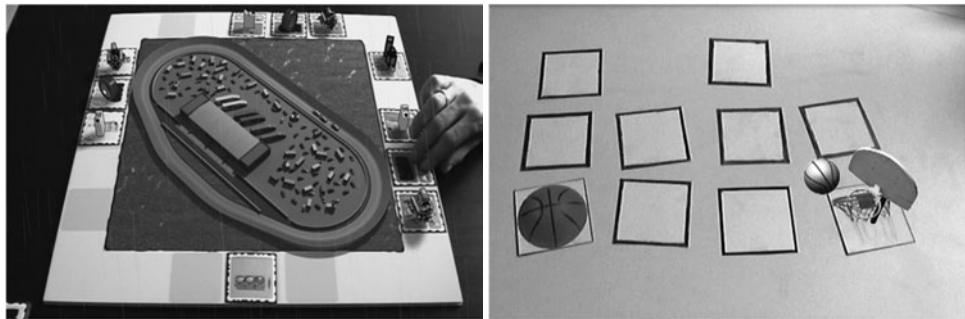
6.3.5 Living Game print-basiert

Unter *Living Game* verstehen wir alle Anwendungen, die der spielerischen Unterhaltung dienen. Dabei kann es sich – ähnlich wie bei *Living Book* – um die Anreicherung eines klassischen Brett-Spiels mit 3D-Objekten bzw. Video- und/oder Audiosequenzen (*Living Game print-basiert*) oder mobiltelefonbasierte Spiele (*Living Game mobile*) (vgl. 6.4) handeln.

Beim *Living Game print-basiert* werden Print-Vorlagen – marker-based oder marker-less – als Marker benutzt. Die Vorlage kann beispielsweise das gesamte Spielbrett oder auch nur Teile davon umfassen.

Auch Spielkarten, die zufällig gezogen werden, können als Marker dienen. In diesem Fall ist die Anwendung identisch mit dem Anwendungsszenario *Living Card*. Karten mit augmentierten 3D-Objekten können miteinander interagieren und dadurch sehr viele unterschiedliche

Szenarien bewirken. Darüber hinaus lassen sich die Objekte vom Tracker lösen und über Maus oder Joystick steuern. Deshalb wird diese Art der Living Games auch als „missing link between boardgames and videogames“ bezeichnet. (Augmented Reality Games, 2014)



Quelle: (Augmented Reality Games, 2014)

Abb. 6-19 Living Game print-basiert: Brett-/Kartenspiele.

Da die WebCam das Spielbrett immer im Fokus haben muss, ist es notwendig, diese entweder auf einem speziellen Stativ zu montieren oder sie per Hand permanent zu justieren. Zudem muss der Monitor so platziert sein, dass alle Spielteilnehmer diesen im richtigen Winkel einsehen können. Spezielle Brillen könnten diesen Nachteil kompensieren.



Quelle: (IGN, 2008)

Abb. 6-20 Living Game print-basiert: levelHead

Ein weiteres Beispiel für Augmented Reality Games ist das räumliche Memory-Spiel „level-Head“ (vgl. Abb. 6-20). Die Spieloberfläche bildet hier ein Würfel, den die SpielerInnen in der Hand halten. Eine Kamera überträgt das Bild des Würfels auf einen Bildschirm. Dort werden auf jede Seite des Würfels unterschiedliche Räume projiziert, die durch Türen und Treppen

miteinander verbunden sind. In einem dieser Räume befindet sich die Spielfigur, die auf der Suche nach dem Ausgang durch Drehen und Kippen des Würfels von Raum zu Raum bewegt wird. Die Schwierigkeit liegt darin, dass einige Türen nirgendwo hinführen bzw. in einen Raum, in dem man zu einem früheren Zeitpunkt schon war. Insgesamt gibt es drei Würfel, die jeweils durch eine Tür miteinander verbunden sind. Schafft man es, seine Spielfigur durch alle drei Würfel zu führen, ist das Spiel gewonnen. Die besondere Herausforderung bei dem Spiel ist das räumliche Gedächtnis, das durch AR entsprechend angeregt wird. (Spieleratgeber NRW, 2010)

Tabelle 6-6 fasst die Ergebnisse zu Living Game print-basiert zusammen; grau schraffierte Flächen treffen zu:

Anwendungs-szenario	Living Game print-basiert		
Technik			
Hardware	Rechner, Webcam, Handy, Spielbrett oder - karten, gegebenenfalls Spezialbrille, Handy und andere mobile Einheiten		
Verfügbarkeit	Stationär	Internet	Mobil
Tracking-verfahren	nicht-visuell	visuell marker-basiert	marker-less Face
	Marker-/Texturerkennung, Natural Feature Recognition		
Kommunikation			
Einsatzbereich	B2B		B2C
	Anbahnung	Akquisition	Bindung
	Education		Kollaboration
Einsatzfeld	Konfiguration/Simulation		
	Navigation/Orientierung		
Einsatzgebiet/ Einsatzzweck	@home Entertainment		
Haptischer Eindruck	Ja, wenn die Steuerung über reale Objekte erfolgt		

Tabelle 6-6 Klassifikationsschema für Living Game print-basiert.

6.4 Living Game mobile

Spiele auf dem Mobiltelefon gibt es schon, seitdem diese mit einem entsprechenden Display ausgeliefert wurden. Seit einigen Jahren spielt bei diesen Applikationen auch AR eine Rolle; *Living Game mobile* werden zunehmend entwickelt. Tablet-PCs haben diesen Trend deutlich verstärkt. Beispielsweise können dreidimensionale (virtuelle) Objekte und die reale Umgebung – erfasst durch die Mobiltelefonkamera – miteinander kombiniert werden. Weiterhin ist es durch Trägheitssensoren möglich, diese Objekte durch Bewegen des Mobiltelefons zu steuern. Dadurch entsteht wiederum ein haptisches Erlebnis.

Abb. 6-21 und Abb. 6-22 zeigen jeweils Realisierungen für ein Living Game mobile.



Quelle: (Metaio, 2010a)

Abb. 6-21 Living Game mobile



Quelle: (PocketGame, 2010)

Abb. 6-22 Living Game mobile

Ein anderes Beispiel für ein Living Game mobile ist AR Tennis (HITLabNZ, 2006):



Quelle: (HITLabNZ, 2006)

Abb. 6-23 Living Game – mobile Anwendung

Die Realisierung derartiger Spiele ist jedoch durch die Rechenleistung der mobilen Geräte und die Genauigkeit der Kameras und die Kalibrierung der realen Umgebung limitiert. Für Entwicklungen in diesem Bereich gibt es bis heute noch kein spezialisiertes Entwickler-Toolkit.

In zunehmendem Maße wird als Tracking-Technologie *Natural Feature Recognition* eingesetzt. Vorreiter war die Playstation von Sony mit dem Spiele-Produkt EyePet, bei dem ein virtuelles Haustier, mit dem man per Gestensteuerung interagiert, in die reale Umgebung platziert wird (Eyepet, 2014) (vgl. Abb. 6-24).



Quelle: (Shinyshiny, 2009)

Abb. 6-24 Living Game – mobile: EyePet.

Nach dem Merger mit Imagination Computer Services baute der Mobiltelefon-Chip-Hersteller Qualcomm seine Investitionen im Bereich AR aus: Das Unternehmen unterstützte Forschungsarbeiten am Game-Studio des Georgia Instituts of Technology (Georgia Tech) in Atlanta. Ziel der Zusammenarbeit war die Entwicklung eines Software Developer Kit (SDK) ab, das zunächst auf Android aufsetzte. Seit Oktober 2010 bietet Qualcomm ein AR SDK an. (Basic Thinking, 2010) Einer der ersten Pilotanwender dieses SDKs war der Spiele-Hersteller Mattel, der neue Spiel-Konzepte testet. (Heise, 2010a) Mit Vuforia steht den Entwicklern heute ein Software Development Kit (SDK) zur Verfügung, das die Möglichkeit der Entwicklung AR basierter Apps bietet (siehe Kapitel 3.2.6).

Diese Entwicklung verhilft insbesondere AR Anwendungen auf Mobiltelefonen zu einem Durchbruch. Bei einer Integration der Tracking-Software direkt in den Prozessor wie z. B. bei Qualcomm entstehen völlig neue Anwendungen.

Videospielhersteller setzen als Benutzerschnittstelle spezielle Handhelds wie z. B. PlayStation Portable ein, die über einen größeren Bildschirm als handelsübliche Mobiltelefone verfügen. Auch hier ist der Einsatz von Tablet-PCs durch die größeren Displays von Vorteil. 3D-Objekte lassen sich gut sichtbar in die reale Umgebung integrieren, um z. B. Dinosaurier oder Zombies zu jagen (vgl. Abb. 6-25).



Quelle: (Useless Creations, 2014)

Abb. 6-25 Living Game – mobile: Zombies Everywhere!

Auch Google bietet mit *Ingress* ein Augmented Reality Game an, das von Niantic entwickelt wurde. Dieses verbindet die Idee des Geo-Caching mit AR Komponenten: Die Spieler agieren hierbei weltweit in zwei verschiedenen Teams, sogenannten Fraktionen. Die Darstellung basiert dabei auf Google Maps-ähnlichen Darstellungen; bei bestimmten Punkten, sprich Portalen, werden Objekte in die reale Umgebung eingefügt. Mit diesen interagiert der Spieler (vgl. Abb. 6-26).



Quelle: (Ingress, 2014)

Abb. 6-26 Living Game – mobile: Ingress.

Tabelle 6-7 fasst die Ergebnisse zu Living Game mobile zusammen; grau schraffierte Flächen treffen zu:

Anwendungs-szenario	Living Game mobile		
Technik			
Hardware	Handy und/oder andere mobile Endgeräte		
Verfügbarkeit	Stationär	Internet	Mobil
Tracking-verfahren	nicht-visuell	visuell marker-basiert	marker-less Face
	Marker-/Texturerkennung, Natural Feature Recognition		
Kommunikation			
Einsatzbereich	B2B		B2C
	Anbahnung	Akquisition	Bindung
Einsatzfeld	Education		Kollaboration
	Konfiguration/Simulation		
Einsatzgebiet/ Einsatzzweck	@home Entertainment Infotainment Community Building		
Haptischer Eindruck	Ja, da die Steuerung über mobile Endgeräte erfolgt		

Tabelle 6-7 Klassifikationsschema für Living Game mobile.

6.5 Living Architecture

Stand der Technik in der Architektur ist die Entwicklung und Visualisierung von Konstruktionen im Rechner. Häufig tritt hier das Problem auf, dass dem Kunden z. B. bei einem Wettbewerb ein optischer Eindruck zu vermitteln ist. Dies geschieht i.d.R. dadurch, dass die vorhandenen 3D-Bilder präsentiert werden.

Dabei ist der Kunde aber ein passiver Betrachter, d. h. der Präsentator bedient eine entsprechende 3D-Software, um das Objekt z. B. in verschiedenen Perspektiven oder Beleuchtungssituationen zu simulieren. Augmented Reality ermöglicht hingegen die aktive Einbindung des Kunden.

Für ein *Living Architecture* sind alternative Szenarien denkbar:

1. Szenario

Mit der in Abschnitt 6.3 beschriebenen Technologie Living Print kann der Betrachter mithilfe eines Texturmarkers ein Modell bewegen und aus verschiedenen, aktiv gewählten Blickwinkeln betrachten.

Der haptische Eindruck und die Möglichkeit, selbst einzugreifen und zu bestimmen, was wie dargestellt wird, unterstützen die Wirkung auf den Kunden.

Sensitive Bereiche auf dem Marker erlauben weitere Steuerungsmöglichkeiten der Animation. Dadurch ist es z. B. möglich, das Objekt zu zoomen, d. h. zu vergrößern oder zu verkleinern, Gebäudeteile auszublenden oder bestimmte Räume zu „betreten“. Beispielsweise kann das Dach ausgeblendet werden, um in das Innere zu sehen. Außerdem lassen sich spezifische Aspekte wie z. B. konstruktive Details hervorheben.



Quelle: (Aurea, 2010)

Abb. 6-27 Living Architecture: Worms Kongresszentrum und Simona

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass diese Applikation auch beim Kunden verbleiben kann. So können z. B. Personen, die nicht an der offiziellen Präsentation teilnehmen konnten, auch später einen hervorragenden optischen Eindruck gewinnen.

Das gleiche Verfahren lässt sich auch bei bereits bestehenden Gebäuden einsetzen. Dies kann dazu dienen, einem Besucher eines Gebäudes wie z. B. eines Museums oder auch eines Kreuzfahrtschiffs Orientierungshilfen zu geben oder das Objekt selbst zu erklären bzw. zu animieren.

Bei solchen Anwendungen bietet sich eine Festinstallation an, wobei der Marker idealerweise auf einem dreh- und neigbaren Tisch fest installiert ist. Der durch den Benutzer eventuell ausgelöste Wechsel des Betrachtungsobjekts wie z. B. der Wechsel durch Knopfdruck in ein anderes Deck eines Schiffs erfordert dabei keine Veränderung des Texturmarkers.

2. Szenario

Ein Betrachter möchte einen Raum oder ein ganzes Gebäude „erfahren“: Durch Bewegungen wie z. B. Drehen des Kopfes oder Gehen durch einen realen Raum und weitere Aktionen – Sprache oder Gestik – bestimmt er die Darstellung selbst.

Dieses Verfahren wird im Architekturbereich und in der industriellen Anwendung bereits seit einigen Jahren erfolgreich eingesetzt. Solche Lösungen sind in der Regel aber aufwendig, kostenintensiv und auf wenige Einsatzszenarien begrenzt.

Handelt es um große Projekte wie z. B. die Entwicklung eines neuen Flugzeuges oder die Konzeption einer Produktionshalle, hilft dieses Verfahren bereits in frühen Stadien, einerseits dem Kunden größtmögliche Visualisierung zu bieten, aber auch andererseits Fehler zu vermeiden und Verbesserungsaspekte aufzudecken.

Auch im B2C-Bereich sind derartige Anwendungen sinnvoll einsetzbar. Während der HAI Show, einer Luftfahrtmesse in Houston/Texas, wurde bereits 2008 ein realer Hubschrauber (Eurocopter) in der Messehalle installiert. Da es diesen aber in den verschiedensten Ausstattungsvarianten gibt, wurde der reale Helikopter ohne Innenausstattung geliefert. Potenzielle Kunden konnten auf der Ausstellung – mithilfe eines Head-Up-Displays – einen Eindruck der verschiedenen Ausstattungsmöglichkeiten gewinnen. (Eurocopter, 2008) Dadurch wurden erhebliche Kosten gespart und überhaupt erst die Möglichkeit gegeben, Interessenten eine Vielzahl von Varianten zu präsentieren.

Ähnliche Lösungen sind z. B. in der Automobilindustrie beim Vertrieb von Wohnmobilen denkbar.

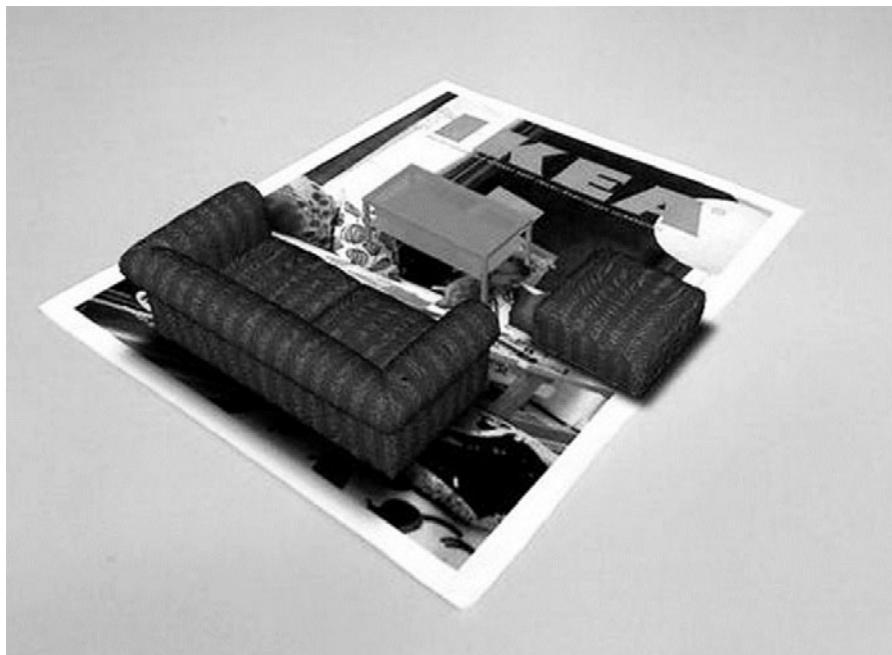
Bei beiden Szenarien sind die vorhandenen räumlichen Gegebenheiten bekannt, d. h. die Ausmaße des Helikopters, die weiteren räumlichen Spezifika wie z. B. Rundungen im Innenraum, Fenster, Türen, etc. und weitere Details liegen vor.

Schwieriger wird es, wenn virtuelle Objekte in einem vorher nicht bekannten Raum zu platzieren sind. Besteht z. B. zukünftig die Möglichkeiten, einen Rundgang in einer neuen Wohnung mit einem Head-Up-Display durchzuführen und sich gleichzeitig die gewünschten Möbel einblenden zu lassen? Derartige Applikationen bergen ein großes Potenzial.

Das Hauptproblem hier liegt aber darin, dass die Software mithilfe einer einzigen Kamera in der Lage sein muss, den Raum in seinen Dimensionen zu erfassen und darüber hinaus auch zu erkennen, wo und in welchen Ausmaßen z. B. Türen und Fenster existieren. Erst dann ist es möglich, lage- und gruppengerecht virtuelle Objekte einzublenden. Trotz dieser Schwierigkeit gibt es hierzu schon einige sehr gute Ansätze; Marktreife besitzen diese prototypischen Anwendungen jedoch noch nicht.

Üblicherweise reicht bereits ein einziges Foto für das virtuelle „Möbelrücken“ aus. Das System rekonstruiert aus dem digitalisierten Bildmaterial eine dreidimensionale Szene mit unterschiedlichen Kameraeinstellungen. Dadurch lassen sich die ausgesuchten Möbel realistisch in dieser Szene anordnen und von allen Seiten betrachten. Dabei spielt der Standort keine Rolle. Ein Kleiderschrank kann problemlos auch hinter einem anderen Gegenstand wie etwa einem Bett aufgebaut werden. Die Technik dafür entwickelten Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Graphische Datenverarbeitung IGD in Darmstadt im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes ARIS (Augmented Reality Image Synthesis) gemeinsam mit Forschungs- und Industriepartnern wie IKEA.

Die Simulationstechnik wurde bereits in einer Demoversion umgesetzt. Die gescannten Fotos der Räume werden an einen Webserver gesendet. Das System erstellt automatisch einen dreidimensionalen Raum und berechnet die Lichtverhältnisse. Per Mausklick können die verschiedenen Möbelstücke dann eingefügt werden. Zusammen mit IKEA Griechenland (House Market) wird das System zurzeit getestet. 2003 wurde sehr optimistisch geschätzt, dass die Anwendung in zwei Jahren, also 2005, auf dem Markt verfügbar sein würde (Handelsblatt, 2003). Die Entwicklung der Anwendung bis zur Marktreife verzögerte sich jedoch bis 2009.



Quelle: (Metaio, 2010b)

Abb. 6-28 Living Architecture: IKEA.

Um die von Metaio realisierte Lösung (Metaio, 2010b) einsetzen zu können, sind folgende Benutzeraktionen notwendig:

- Der Benutzer muss ein Browser-Plug-in installieren.
- Der Marker, der als PDF-Datei angeboten wird, ist auszudrucken.
- Der Marker ist in der vom Betrachter gewünschten Umgebung zu platzieren und ein Foto mit einer handelsüblichen Digitalkamera zu erstellen. Voraussetzung ist dabei, dass der Marker immer komplett im Bild zu sehen sein muss.
- Der Benutzer muss das Foto über die Benutzeroberfläche in die Webseite laden.
- Jetzt kann er ein Produkt über die Benutzeroberfläche wählen.



Quelle: (Areamobile, 2009)

Abb. 6-29 Living Architecture: IKEA.

Die weitere Vorgehensweise entspricht der klassischen Vorgehensweise bei Living Print, d. h. auf der ausgedruckten Vorlage werden dreidimensionale Objekte platziert – in diesem Fall entsprechende Möbel.

Bei diesem Beispiel zeigt sich der wesentliche Nachteil einer derartigen @home-Anwendung: Der Aufwand für den Benutzer ist recht hoch und erfordert einen geübten Rechnernutzer.



Quelle: (Spiegel, 2010)

Abb. 6-30 Living Architecture: Berliner Mauer.

Die ursprüngliche IKEA-Anwendung wurde weiter entwickelt und auf das Mobiltelefon portiert. IKEA Kunden konnten 2009 in einem Testversuch direkt erfahren, wie sich AR auch für Einrichtungsfragen praktisch nutzen lässt. Über eine Bluetooth-Verteilstation in einem IKEA-Markt und über Download-Links konnten Nutzer die Software "IKEA PS Einrichtungskamera" auf ihrem Mobiltelefon installieren. Nach Start der Software wird die Kameravorschau aktiviert. In das Vorschaubild lassen sich acht verschiedene Möbelstücke einblenden, die das Motiv überlagern. Rückt man sie mittels Tastensteuerung an die richtige Stelle, dann kann man ausprobieren, ob die Möbel gut in die eigene Wohnung passen. (Areamobile, 2009)

Ein anderes Beispiel für ein Living Architecture ist die Rekonstruktion der Mauer (Spiegel, 2010), die Deutschland teilte, um Geschichte anschaulich zu verdeutlichen, als Applikation auf dem Mobiltelefon.

Tabelle 6-8 fasst die Klassifikationsergebnisse zu Living Architecture zusammen; grau schraffierte Flächen treffen zu:

Anwendungs-szenario	Living Architecture			
Technik				
Hardware	Rechner, Webcam			
Verfügbarkeit	Stationär	Internet	Mobil	
Tracking-verfahren	nicht-visuell	visuell	Face	
		marker-basiert marker-less		
Marker-/Texturerkennung, Natural Feature Recognition				
Kommunikation				
Einsatzbereich	B2B		B2C	
	Anbahnung	Akquisition	Bindung Rückgewinnung	
Einsatzfeld	Education		Kollaboration Konfiguration/Simulation	
	Navigation/Orientierung		Präsentation/Visualisierung	
Einsatzgebiet/ Einsatzzweck	@home, Messen, Ausstellungen, Architektur Gebäudevisualisierung Wegweiser-System Augmentierung von Innenräumen			
Haptischer Eindruck	Ja, durch Interaktion mit Objekt (z.B. Foto eines Gebäudes)			

Tabelle 6-8 Klassifikationsschema für Living Architecture.

6.6 Living Poster

In Abschnitt 6.2 wurde bereits die Funktionsweise eines *Living Mirror* aufgezeigt. In Abgrenzung dazu versteht man unter einem *Living Poster* eine Werbebotschaft im öffentlichen Raum, die mit Augmented Reality um Zusatznutzen erweitert wird. Dabei kann es sich um das klassische gedruckte – passive – Plakat oder um ein elektronisches – aktives – Plakat (*Digital Signage*) handeln.

Beim gedruckten Plakat beschränkt sich die Anwendung auf mobile Devices des Anwenders, d. h. in der Regel wird es sich um ein Mobiltelefon handeln. Da die Rechnergeschwindigkeit von Mobiltelefonen noch eingeschränkt ist, werden bei solchen Lösungen Marker auf das Plakat aufgebracht.

Dabei gibt es natürlich einen direkten Zusammenhang zwischen der Markergröße und dem gewünschten Mindestabstand des Anwenders. Bei einer Markergröße von ca. 15 x 15 cm kann man – abhängig von Mobiltelefon- und Beleuchtungsqualität – von einem Maximalabstand von 4 Metern ausgehen, für den ein Tracking im Normalfall erfolgreich funktioniert. Für diese Vorgehensweise hat sich der Begriff *Mobile Tagging* etabliert. Bildmarker sind auch einsetzbar; dann dient in der Regel das komplette Plakat-Bild als Marker.

Mobile Tagging beschreibt den Vorgang, bei dem mithilfe einer Kamera eines mobilen Endgeräts ein 1D- bzw. 2D-Barcode ausgelesen wird. (Mobile Tagging, 2007)

Digital Signages, d. h. aktive Plakate haben den Vorteil, dass sich Werbebotschaften zeitgesteuert einsetzen lassen. Nach einer genaueren Untersuchung der Adressaten-Ströme wie z. B. Passanten, Autofahrer können Werbebotschaften sehr gezielt eingesetzt werden. Darüber hinaus erlauben derartige Systeme, mit dem Betrachter in Verbindung treten. Dies geschieht beispielsweise über die Infrarot-Schnittstelle des Mobiltelefons. Ströer bietet z. B. ein derartiges System unter dem Namen *Wireless Poster Control* an. (Ströer, 2010)



Quelle: (Ströer, 2010)

Abb. 6-31 Wireless Poster.

Bei einer derartigen Anwendung besteht die Möglichkeit, direkt mit dem Werbetreibenden in Verbindung zu treten. Weiterhin ist natürlich auch eine Augmentierung mit 3D-Objekten, Video oder Audio auf dem Mobiltelefon möglich.

Der Nachteil einer derartigen Anwendung liegt darin, dass der Anwender selbst aktiv werden muss. Dies wird er jedoch normalerweise nur, wenn er zunächst über ein entsprechendes Gerät verfügt und neugierig ist oder wenn er das Gefühl verspürt, einen direkten Nutzen zu haben.

Digital Signage-Systeme sind in der Regel mit einer eigenen Rechnereinheit ausgestattet. Mit dem Einbau einer Kamera sind darüber hinausgehende Anwendungen möglich. Wie beim *Living Mirror* in Abschnitt 6.2 besteht auch hier die Möglichkeit, den Betrachter selbst mit weiteren Objekten zu versehen. Dies lässt sich auch auf spezifische Zielgruppen oder Lokationen übertragen. In dieser Form liegt eine Kombination aus dem klassischen Plakat und dem *Living Mirror* vor. Solange kein Betrachter vom System erkannt wird, läuft die Standard-Werbebotschaft ab.

Neue Verfahren der Gesichtserkennung ermöglichen eine Analyse und Zuordnung des Betrachters zu einer Altersgruppe und zu einem Geschlecht. D. h. die Kamera erkennt einen Betrachter, analysiert Alter und Geschlecht, ordnet zu und spielt den entsprechenden Content ab. Der Betrachter wird in eine entsprechende Umgebung integriert; eine Anreicherung um weitere virtuelle 3D-Objekte ist möglich.

Dies lässt sich sogar für eine Gruppe von Personen realisieren: In diesem Fall ermittelt das System einen Durchschnittswert der Erkennung.

- Altersdurchschnitt – mehr Frauen – weiblicher Content für entsprechende Altersgruppe
- Altersdurchschnitt – mehr Männer – männlicher Content für entsprechende Altersgruppe
- Sollte es keine eindeutige Mehrheit geben, wird ein neutraler Content gezeigt.

Derartige Systeme sind sowohl im öffentlichen Raum als auch am POS einsetzbar.



Quelle: (MEP, 2010)

Abb. 6-32 Geschlechts- und altersabhängige Werbebotschaften.

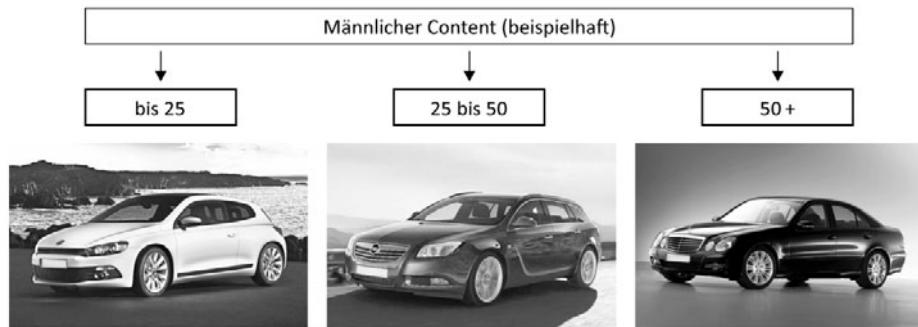
Abhängig vom Ergebnis ist es möglich, die Werbebotschaft oder Animation sehr zielgerichtet einzusetzen. Die Vorgehensweise könnte wie folgt aussehen:

- Mithilfe einer Matrix wird die aktuelle Situation beurteilt; in diesem Fall wird eine 9x9 Matrix zugrunde gelegt (vgl. Abb. 6-33).

Geschlecht			
	männlich	weiblich	neutral
Alter	bis 25	bis 25	bis 25
	25 bis 50	25 bis 50	25 bis 50
	50 +	50 +	50 +

Abb. 6-33 Living Poster: Exemplarische 9x9 Merkmalsmatrix

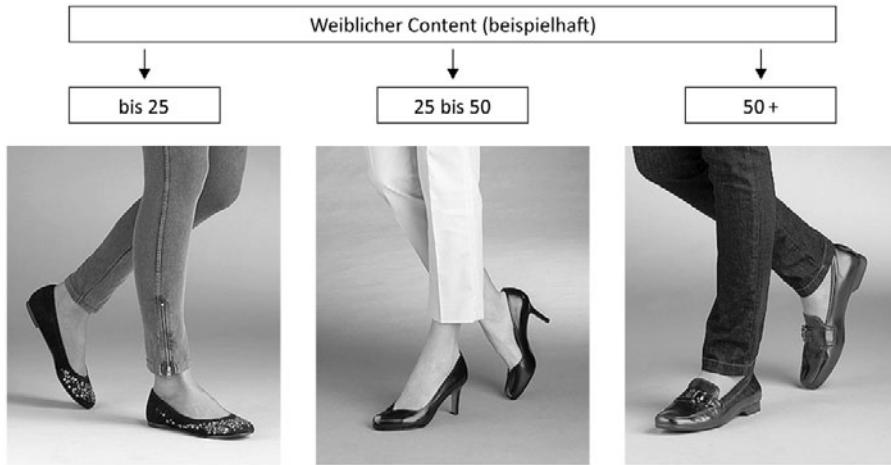
- Die Reaktion des Systems auf „Betrachter vorwiegend männlich“ ist beispielhaft in Abb. 6-34 dargestellt:



Quelle: (MEP, 2010)

Abb. 6-34 Living Poster: Männlicher Content.

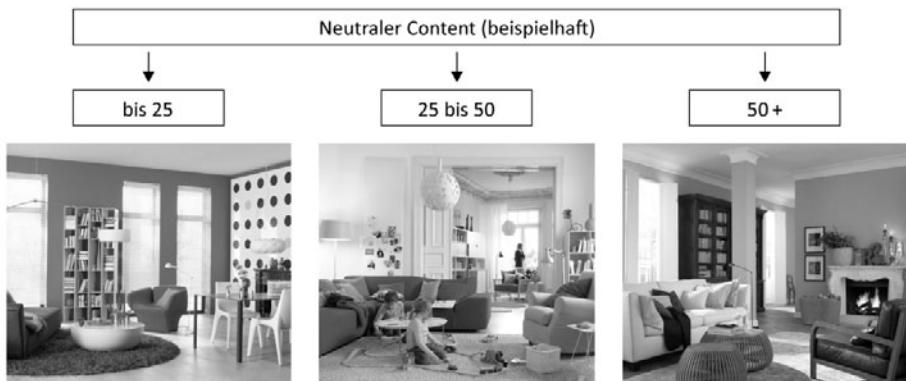
- Die Reaktion des Systems auf „Betrachter vorwiegend weiblich“ könnte hingegen wie in Abb. 6-35 visualisiert aussehen:



Quelle: (MEP, 2010)

Abb. 6-35 Living Poster: Weiblicher Content.

- Die mögliche Reaktion des Systems auf „Geschlechtsneutral“ ist in Abb. 6-36 veranschaulicht.



Quelle: (MEP, 2010)

Abb. 6-36 Living Poster: Neutraler Content.

In einer ersten Ausbaustufe derartiger Szenarien (vgl. Abb. 6-34, Abb. 6-35 sowie Abb. 6-36) liegt kein Augmented Reality im engeren Sinne vor; erst wenn zwischen realem Objekt und virtuellen Objekten ein dreidimensionaler Bezug hergestellt wird, liegt Augmented Reality im engeren Sinne vor.

Als *Nebeneffekt* einer derartigen Installation kann das System zusätzlich Daten über die Beobachter sammeln. So lassen sich Konsumentenströme und Betrachtungsdauer sehr genau messen und in entsprechenden CRM Anwendungen auswerten. Abhängig davon lassen sich Werbebotschaften deutlich zielgruppenadäquater einsetzen. Die Daten können direkt an die Werbetreibenden übermittelt werden. (Visapix, 2014)

Living Walls stellen eine Sonderform für Living Poster dar; spezielle Projektionswände können großflächig transparent gestaltet und um entsprechende Werbebotschaften angereichert werden. Da dieses Verfahren aufgrund seiner hardware-technischen Anforderungen sehr kostenintensiv ist, existiert es nur in prototypischen Ansätzen.

Tabelle 6-9 fasst die Klassifikationsergebnisse zu Living Poster zusammen; grau schraffierte Flächen treffen zu:

Anwendungs-szenario	Living Poster		
Technik			
Hardware	Rechner, Webcam, Plakat (aktiv oder passiv)		
Verfügbarkeit	Stationär	Internet	Mobil
Tracking-verfahren	nicht-visuell	visuell	Face
		marker-basiert marker-less	
Marker-/Texturerkennung, gegebenenfalls Gesichtserkennung			
Kommunikation			
Einsatzbereich	B2B		B2C
	Anbahnung	Akquisition	Bindung
Einsatzfeld	Education		Kollaboration
	Navigation/Orientierung		Präsentation/Visualisierung
Einsatzgebiet/ Einsatzzweck	Öffentlicher Raum Vermittlung interaktiver Werbebotschaften		
Haptischer Eindruck	Nein		

Tabelle 6-9 Klassifikationsschema für Living Poster.

6.7 Living Presentation

Messestände und Präsentationen müssen immer spektakulärer und interessanter werden, damit sie in Zeiten der Informationsüberflutung überhaupt noch wahrgenommen werden. Mittels AR Technologie lässt sich dieses Ziel in Form von *Living Presentation* erreichen. Darüber hinaus ist es möglich, reale Objekte, die durch ihre reine Größe oder Komplexität nicht live präsentierbar sind, darzustellen und sogar mit diesen zu interagieren.

1. Szenario:

Bei einer Unternehmenspräsentation sind große Objekte wie z. B. Industrieanlagen, Lokomotiven oder Windkrafträder in die Präsentation einzubeziehen; dies ist ohne AR nur mit klassischen Bildern oder Videosequenzen möglich. Mit der heutigen Technologie können die realen Vortragenden mit virtuellen 3D-Objekten interagieren. Durch Sprach- oder Gesten-Steuerung ist dies in Echtzeit möglich. Der Vortragende wird durch ein Kamerasystem erfasst und mit den virtuellen Objekten augmentiert. Das dadurch entstehende Gesamtbild wird in der Regel auf eine Leinwand oder LCD-Wand projiziert. Diese Technik wird teilweise auch in Fernsehstudios wie z. B. ZDF Nachrichtensendungen eingesetzt.

2. Szenario

Bei einem Vortrag wird der Akteur mithilfe von AR mit Zusatzinformationen wie z. B. Sprechblasen, Produktbildern etc. dargestellt. Gesteuert wird die Platzierung der virtuellen Objekte durch Gesten, die vorher zu trainieren sind. In Kombination dazu können auch Living Print-Elemente eingesetzt werden.



Quelle: (Aurea, 2010), (Total Immersion, 2010)

Abb. 6-37 Living Presentation: Alstom und Schneider.

3. Szenario

Ein Vortragender diskutiert mit einem Avatar, d. h. mit einem künstlichen Charakter. Mithilfe von Markern lässt sich der Avatar z. B. auf einem Stuhl platzieren (vgl. Abb. 1-1). Der Vortragende kann diesen Stuhl bewegen, sich aber auch räumlich frei bewegen. Dadurch entstehende Verdeckungen werden in Echtzeit errechnet und in das produzierte Gesamtbild einbezogen.

Tabelle 6-10 fasst die Klassifikationsergebnisse zu Living Presentation zusammen; grau schraffierte Flächen treffen zu:

Anwendungs-szenario	Living Presentation					
Technik						
Hardware	Rechner, Webcam, eventuell Greenbox					
Verfügbarkeit	Stationär		Internet			
Tracking-verfahren	nicht-visuell		visuell marker-basiert marker-less			
	Marker-/Texturerkennung					
Kommunikation						
Einsatzbereich	B2B		B2C			
	Anbahnung	Akquisition	Bindung	Rückgewinnung		
Einsatzfeld	Education		Kollaboration	Konfiguration/Simulation		
	Navigation/Orientierung		Präsentation/Visualisierung			
Einsatzgebiet/ Einsatzzweck	Vorträge, Messen Infotainment					
Haptischer Eindruck	Nein					

Tabelle 6-10 Klassifikationsschema für Living Presentation.

6.8 Living Meeting

Durch die zunehmende Globalisierung finden immer mehr Meetings nicht mehr face-to-face statt, sondern über entsprechende Kommunikationstools als Tele- oder Videokonferenzen. Mittels Augmented Reality kann man Tele- und Videokonferenzen anreichern, sodass sie fast wie reale Zusammentreffen wirken. Für das *Living Meeting* sind verschiedene Ausprägungen denkbar.

Ein Szenario wird in (Penn, et al., 2004) vorgestellt; dieses realisiert kein Meeting im eigentlichen Sinne, sondern fokussiert insbesondere kollaboratives Arbeiten unter Zuhilfenahme augmentierter Objekte im Architekturbereich. Technische Voraussetzungen dieser Anwendung sind ein speziell entwickeltes Head-Mounted-Display (HMD), in das Stereo-Kameras integriert sind, sowie geeignete Software.



Quelle: (Penn, et al., 2004)

Abb. 6-38 Living Meeting: Augmentierter Besprechungstisch.

Eine andere Möglichkeit, ein Living Meeting zu realisieren, ist in (ZHDK, 2006) als augmnetierte Lehrveranstaltung beschrieben. Living Agents ist ein Werkzeug (oder Tool), das es Studierenden des Fachbereichs Design der Zürcher Fachhochschule ermöglicht, über elektronisch gestützte, interaktive Medien eine Ausstellung oder Messe zu besuchen. Der Dozent wird mit einer mobilen Kamera bzw. einem mobilen Kommunikationssystem ausgestattet und kann damit – live verbunden – mit den Studierenden zusammen im Rahmen eines Seminars die virtuelle und zugleich (für ihn) reale Tour unternehmen. Neueste Technologien in der Digitalübertragung, sowohl in der Hardware wie auch im Live Streaming ermöglichen dabei diesen ortsunabhängigen Einsatz. Eine dislozierte, d. h. ortsunabhängige Live-Anwendung bietet über eine traditionelle Präsenzveranstaltung hinaus eine Vielfalt an Möglichkeiten an, Materialien in die Lehre einzubringen.

Die Möglichkeit der Integration von Second Life eröffnet die Realisierung von Living Meetings im eigentlichen Sinne; in (Kantinen, Woodward, & Katz, 2010) wird ein derartiges Szenario beschrieben. In dem vorgestellten System werden Second Life Avatare mit realen Personen kombiniert, d. h. einige Besprechungsteilnehmer nutzen einen Raum in Second Life,

andere sitzen gemeinsam an einem realen Besprechungstisch. Der physisch vorhandene Besprechungstisch wird in Second Life repliziert, um die Interaktion virtueller Objekte und das Auftreten der Avatare zu ermöglichen. Dabei sehen die realen Personen den realen Besprechungstisch augmentiert um die Avatare; dargestellt wird es durch eine spezielle Datenbrille (Data-See-Through-Glasses), Wände, die ein Eintauchen in 3D ermöglichen, oder in einem Videokonferenz-Bildschirm. Sowohl reale Personen als auch Avatare können mit virtuellen Objekten interagieren, dies ist auf dem realen Besprechungstisch ebenso möglich wie auf der Second Life-Replikation (vgl. Abb. 6-39).



Quelle: (Kantonen, Woodward, & Katz, 2010, S. 179)

Abb. 6-39 Living Meeting: AR Telekonferenz in Kombination mit Second Life.

Tabelle 6-11 fasst die Klassifikationsergebnisse zu Living Meeting zusammen; grau schraffierte Flächen treffen zu:

Anwendungs-szenario	Living Meeting		
Technik			
Hardware	Rechner, Webcam, Head-mounted Display		
Verfügbarkeit	Stationär	Internet	Mobil
Tracking-verfahren	nicht-visuell	visuell	Face
		marker-basiert marker-less	
Marker-/Texturerkennung, gegebenenfalls Gesichtserkennung			
Kommunikation			
Einsatzbereich	B2B		B2C
	Anbahnung	Akquisition	Bindung Rückgewinnung
Einsatzfeld	Education		Kollaboration Konfiguration/Simulation
	Navigation/Orientierung		Präsentation/Visualisierung
Einsatzgebiet/ Einsatzzweck	Beprechungen, Konferenzen Erweiterung virtueller Zusammenkünfte um realitätsnahe Aspekte (Darstellung realer Personen)		
Haptischer Eindruck	Nur bei der Interaktion mit virtuellen Zusatzobjekten, die zu Diskussionszwecken simuliert werden		

Tabelle 6-11 Klassifikationsschema für Living Meeting.

6.9 Living Environment

Als *Living Environment* bezeichnen wir alle AR Anwendungen, die mit mobilen Systemen reale Umgebungen oder Einrichtungen mit Zusatzinformationen jeglicher Art wie Text, 2D- oder 3D-Objekten, Video- und Audiosequenzen erweitern.

Nur die Ergänzung um Zusatzinformationen, die einen räumlichen Bezug schaffen, entspricht Augmented Reality im engeren Sinne; werden zu einem Objekt nur textuelle Zusatzinformationen eingeblendet, liegt in der Regel kein räumlicher Bezug vor. Diese Anwendungen werden als AR im weiteren Sinne verstanden. Aufgrund der bislang geringeren Rechenleistung von mobilen Endgeräten werden vielfach solche Applikationen angeboten, die erst mit wachsender Rechnerleistung echte Augmented Reality Elemente beinhalten werden.

Ziel dieser Anwendungen ist Informationsgewinnung durch den Benutzer allein dadurch, dass durch die Kamera ein Objekt oder eine Kombination von Objekten erfasst wird. Dabei ist die Kombination von mehreren Sensoren wie z. B. Videoinformation zusammen mit GPS-Informationen und Trägheitsinformationen möglich und oftmals gewünscht.

Das Tracking erfolgt in der Regel durch *Natural Feature Recognition* (siehe Kapitel 3.1.2). Diese Technik ist in fast jeder natürlichen Umgebung anwendbar. Viele Analysten gehen davon aus, dass diese Anwendung – neben den AR Games – der AR Technologie insgesamt zum – auch wirtschaftlichen – Durchbruch verhelfen werden.

Verschiedene Szenarien sollen Anwendungsmöglichkeiten verdeutlichen:

1. Szenario

In einer natürlichen, sprich realen Umgebung (Stadt, Gebirge etc.) dient das mobile Gerät als Orientierungshilfe. Die Umgebung wird erkannt und zusätzliche Informationen wie z. B. Straßennamen oder Namen der Berggipfel eingeblendet. Auch für Sehbehinderte können solche Systeme eingesetzt werden; audiovisuelle Informationen lassen sich entsprechend einbinden.

2. Szenario

Beim Lesen von Twitter-Nachrichten auf dem Mobiltelefon wird angezeigt, wo und in welcher Entfernung diese abgesetzt wurden.

3. Szenario

Mithilfe eines mit der Kamera erfassten Gesichts lassen sich Zusatzinformationen aus dem Internet einblenden.

4. Szenario

In einem Supermarkt erfasst das mobile Gerät Waren oder Strichcodes und übermittelt Daten über Inhaltsstoffe, Preise und Konkurrenzangebote.

5. Szenario

Bei der Wohnungssuche werden – abhängig von der aktuellen Position – Informationen über Mietangebote angezeigt und die entsprechenden Häuser auf dem Bildschirm des mobilen Gerätes markiert.

6. Szenario

In einem Museum wird ein Gemälde durch die Mobiltelefonkamera erkannt und danach dargestellt, in welchen Arbeitsphasen dieses entstanden ist. Ein Skelett eines Dinosauriers in einem Ausstellungsräum wird identifiziert und durch Überlagerung „zum Leben erweckt“.

7. Szenario

Bei einer Operation wird das reale Bild des Patienten mit den 3D-Daten des Computertomographen kombiniert.

8. Szenario

Bei Wartungsarbeiten an einer Maschine werden 3D-Objekte wie z. B. Ersatzteile lagegerecht eingeblendet.

Die Szenarien lassen sich beliebig erweitern. In vielen dieser Anwendungen ist ein Internet-Zugriff auf eine Datenbank wie z. B. aus GoogleMaps notwendig. Dies limitiert die Systeme in ihrer Geschwindigkeit. Durch die Nutzung derartiger Dienste entstehen zusätzliche Kosten

für den Anwender; *Pay per use*, d. h. Bezahlung pro Nutzung wird die Basis für unterschiedlichste Anwendungen und daraus resultierende Geschäftsmodelle sein.



Abb. 6-40 Living Environment Beispiele.

Hält man sich streng an die Definition von Augmented Reality, nämlich die Überlagerung mit 3D-Objekten, so ist der rechte Teil von Abb. 6-40 kein Augmented Reality im engeren Sinne. Würde man z. B. die Information durch einen entsprechend positionierten Pfeil ergänzen, der den Eingang des Gebäudes signalisiert und ein räumlicher Bezug entsteht, dann läge eine AR Anwendung im engeren Sinne vor.

In Abb. 6-41 zeigen der linke Teil Erklärungen eines Kunstwerkes im Museum und der rechte Teil die Einblendung von Benutzerdaten aus internetbasierten Sozialen Netzwerken in die reale Umgebung.



Quelle: (Metaio, 2010a)

Abb. 6-41 Living Environment Beispiele.

Abb. 6-42 verdeutlicht den Einsatz bei der Flugzeugwartung. „Der Servicetechniker läuft um das Fahrwerk und nimmt es mit der Tablet-Kamera auf. Das Objekt wird erfasst und auf einem Server (Cloud) mit 3D-Animationen, Videos oder CAD-Daten verknüpft. Die virtuellen Zusatzinformationen werden in Echtzeit auf das Gerät des Technikers zurückgespielt und lage-richtig in sein Kamerabild eingeblendet. Störanfällige Teile und die zur Reparatur benötigten Arbeitsmittel und Ersatzteile werden sofort angezeigt. Bei Bedarf kann der Servicetechniker über eine integrierte Webkonferenzsoftware räumlich entfernte Spezialisten zur Unterstützung hinzuziehen und ihnen durch die Kamera seines Geräts einen Blick auf die zu erledigende Aufgabe gewähren. Die AR Lösung unterstützt nicht nur eine positionsgetreue und schrittweise Erklärung des Arbeitsprozesses, sondern sie steigert auch die Wartungsgeschwindigkeit und senkt gleichzeitig die Gefahr von Fehlern.“ (Fraunhofer IGD, 2013)



Quelle: (Fraunhofer IGD, 2013)

Abb. 6-42 Living Environment für die Flugzeugwartung

Tabelle 6-12 fasst die Klassifikationsergebnisse zu Living Environment zusammen; grau schraffierte Flächen treffen zu:

Anwendungs-szenario	Living Environment				
Technik					
Hardware	Mobile Geräte (Mobiltelefon etc.)				
Verfügbarkeit	Stationär	Internet	Mobil		
Tracking-verfahren	nicht-visuell	Visuell durch NFR	Face		
		marker-basiert marker-less			
Natural Feature Recognition, gegebenenfalls Gesichtserkennung					
Kommunikation					
Einsatzbereich	B2B		B2C		
	Anbahnung	Akquisition	Bindung Rückgewinnung		
Einsatzfeld	Education		Kollaboration Konfiguration/Simulation		
	Navigation/Orientierung		Präsentation/Visualisierung		
Einsatzgebiet/ Einsatzzweck	Öffentlicher Raum Erweiterung der realen Umgebung mit weiteren Informationen				
Haptischer Eindruck	Ja, da die Steuerung für mobile Endgeräte erfolgt				

Tabelle 6-12 Klassifikationsschema für Living Environment.

6.10 AR Anwendungsszenarien im Überblick

In den verschiedenen Abschnitten dieses Kapitels wurden unterschiedliche Anwendungsszenarien für Augmented Reality aufgezeigt und die entsprechenden Einsatzfelder diskutiert.

Eine Gegenüberstellung von Anwendungsszenarien und Einsatzfeldern zeigt auf, welches Anwendungsszenario sich für welches Einsatzfeld besonders eignet; grau schraffierte Flächen treffen zu (vgl. Tabelle 6-13).

Anwendungs-szenario	Living Mirror	Living Card/ Living Brochure	Living Object	Living Architecture	Living Poster	Living Book/ Living Game print -basiert	Living Game -mobil	Living Presen-tation	Living Meeting	Living Environment
Einsatzfeld										
Education										
Konfiguration/ Simulation										
Kollaboration										
Navigation/ Orientierung										
Präsentation/ Visualisierung										

Tabelle 6-13 Anwendungsszenarien und Einsatzfelder für Augmented Reality

Der Fokus von Augmented Reality bzw. Einsatzfeldern liegt auf Präsentation/Visualisierung. Durch die zunehmende mobile Verwendbarkeit von Augmented Reality in Richtung Living Environments werden die anderen Einsatzfelder aber an Relevanz zunehmend gewinnen. Die aufgezeigten Anwendungsszenarien besitzen unterschiedliche Relevanz hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten sowie ihres Nutzens; in Abb. 6-43 sind die verschiedenen Szenarien entsprechend eingeordnet. Die Größe der Kreise deutet den geschätzten Marktanteil an.

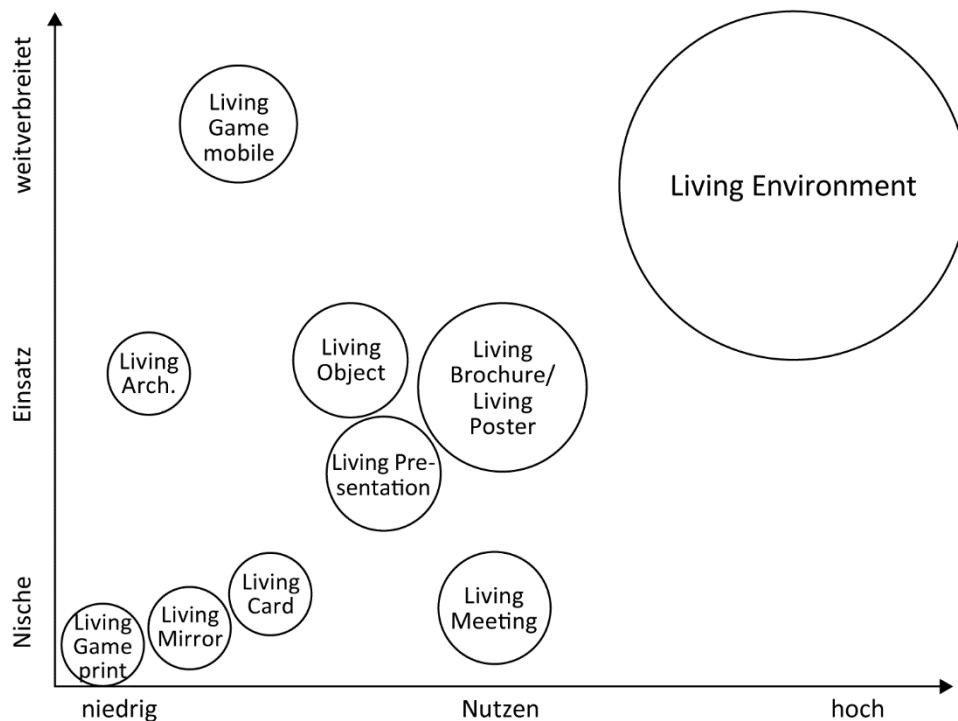


Abb. 6-43 Einsatzmöglichkeiten und Nutzen der Anwendungsszenarien

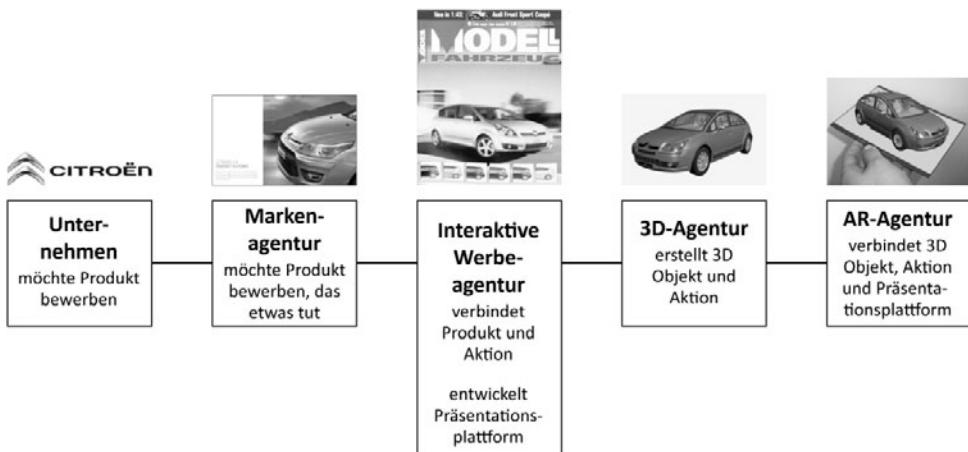
Augmented Reality vor allem in der Ausprägung Living Environment wird in den kommenden Jahren verstärkt Eingang in das tägliche Leben finden. Mit wachsender Rechenleistung mobiler Endgeräte werden auch hier computergenerierte Zusatzobjekte so raffiniert darstellbar sein, dass dem Nutzer nicht mehr bewusst sein wird, dass zum Teil ein Eintauchen in eine virtuelle Realität stattfindet.

7 AR basierte Geschäftsmodelle

☞ Dieses Kapitel zeigt auf, wie sich AR auf die Wertschöpfung auswirkt und welche Geschäftsmodelle mit Augmented Reality möglich sind. Dabei erfolgt eine Verknüpfung mit den Anwendungsszenarien, um aufzuzeigen, welche Geschäftsmodelle auf welchen Anwendungsszenarien aufzusetzen.

7.1 Augmented Reality und Wertschöpfung

Insbesondere im Bereich Kommunikation hat Augmented Reality Auswirkungen auf die Wertschöpfung; neue Player treten in den Bereich ein und verändern Wege und Instrumente der Kommunikation nachhaltig. Exemplarisch ist Augmented Reality im Kontext des Wertschöpfungsnetzwerks Marketing in Abb. 7-1 dargestellt.

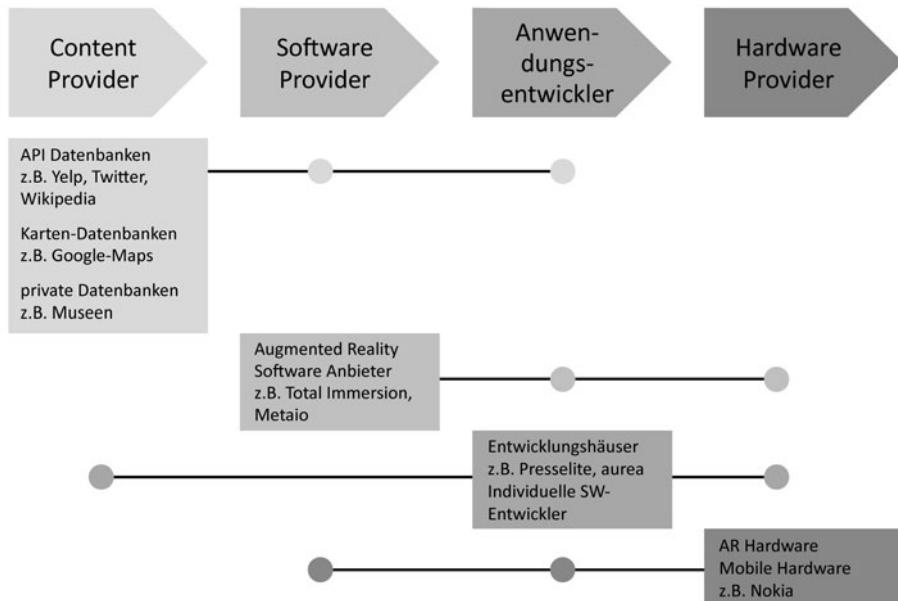


Quelle: In Anlehnung an (Santana, 2010, S. 14)

Abb. 7-1 Augmented Reality im Wertschöpfungsnetzwerk Marketing.

Am Beispiel einer mobilen AR Applikation wird ihre Entwicklung und die entsprechende Wertschöpfungskette aufgezeigt (vgl. Abb. 7-2). Die Akteure sind nicht einfach einzuordnen, sondern erzeugen Wertschöpfung auf verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette. Dies ist

bedingt durch den neu entstehenden Markt rund um AR und den Mangel an Anbietern vieler dieser Dienste. (Santana, 2010, S. 14)



Quelle: In Anlehnung an (Santana, 2010)

Abb. 7-2 Augmented Reality Wertschöpfungskette.

7.2 Potenzielle AR Geschäftsmodelle

Mithilfe einer neuen Technologie kann sich ein bestehendes Unternehmen weiterentwickeln und gegebenenfalls neue Kompetenzen aufbauen; eine Technologie kann aber auch dazu führen, dass sich Geschäftsmodelle entwickeln.

Ein *Geschäftsmodell* wird nach Stähler einerseits durch den Nutzen für den Kunden und die Architektur der Wertschöpfung beschrieben. Andererseits ist das Ertragsmodell für ein Geschäftsmodell entscheidend, d. h. die Beantwortung der Frage, welche Einnahmen aus welchen Quellen generiert werden. (Stähler, 2002, S. 38)

Augmented Reality wird die Medienwelt nachhaltig verändern und Paid Content Geschäftsmodelle möglich machen, die noch vor wenigen Jahren undenkbar waren. Für die meisten Medieninhalte besteht seitens der Nutzer nur eine geringe Zahlungsbereitschaft; denn durch das Internet sind die meisten Inhalte ubiquitär und oft durch kostenfreie Inhalte substituierbar. Aber gerade durch die Verbindung mit dem Mobiltelefon, bei dem Nutzer erfahrungsgemäß eine deutlich höhere Zahlungsbereitschaft für konkrete Mehrwerte zeigen als bei traditionellen Internet-Applikationen, ergeben sich insbesondere für viele Medienunternehmen in den B2B-

als auch B2C-Märkten Potenziale zur Schaffung neuer Geschäftsmodelle und zur Umsatzgenerierung. (Caspari, 2009)

Durch konkrete „just in time“ Anwendungen in Verbindung mit Augmented Reality können spezifische Medieninhalte jedoch an erheblichen Mehrwert für Anwender gewinnen. Mehrwert ist kontextsensitiv definiert, d. h. Menschen zahlen für ein und das gleiche Produkt in unterschiedlichen Situationen sehr unterschiedliche Preise. So ist man im Restaurant bereit, für ein Getränk deutlich mehr zu zahlen als das Äquivalent im Supermarkt kosten würde. Diesen Sachverhalt können Unternehmen nutzen, um mittels AR Applikationen bestehende und künftige Inhalte mit einem Mehrwert zu versehen, der zu einer höheren Monetarisierung führt. (Caspari, 2009)

Bezüglich der Generierung von Einnahmen gibt es verschiedene Vorschläge; weitere Modelle oder Kombinationen sind durchaus denkbar bzw. werden sich durch neue Anwendungsszenarien ergeben: (Inoue & Sato, 2010) (Perey, 2010)

- *Pay per download/Pay per Use*
Es wird eine Download-Gebühr für Kunden für den Download des AR Browsers und/oder den Zugang zu verschiedenen Inhalten und Dienstleistungen erhoben.
- *Kostenpflichtige Abonnements für Inhalte*
Der Kunde registriert sich und greift dann gegen z. B. monatliche Gebühr auf verschiedene Funktionen, Inhalte und Dienstleistungen zu.
Möglich ist auch ein *Freemium-Preismodell* für spezifische Leistungsmerkmale, d. h. Basisinhalte und -leistungen sind kostenlos verfügbar; weitergehende Inhalte und Leistungen sind nur für Premiumkunden nutzbar.
- *AR Content Stores*
AR Inhalte werden in webbasierten Shops zur Verfügung gestellt und können dort kostenpflichtig bezogen werden.
- *Werbung/Affiliation-Programme*
Einnahmen durch Affiliate-Programme oder Werbung sind möglich.
- *API Lizenzierung für Content-Provider*
Gebühren für die Bereitstellung einer Plattform und der Basistechnologien werden erhoben; Inhalte sind dann kostenfrei aufrufbar und nutzbar.
- *Lizenz- und Nutzungsgebühren von Infotainment-Ausstattungen*
Es werden Lizenz- und Nutzungsgebühren für komplexe Applikationen, die Museen, Themenpark, Messen und andere Einrichtungen nutzen, für die Bereitstellung maßgeschneideter AR Dienstleistungen berechnet.
- *Lizenzgebühren für Hardware-Hersteller*
Hardware-Hersteller insbesondere mobiler Endgeräte installieren AR Software vor und müssen diese entsprechend lizenziieren.

Unabhängig von der Art und Weise, wie Einnahmen generiert werden, hat Hayes sechzehn Geschäftsmodelle für Augmented Reality entwickelt (Hayes, 2009) (vgl. Abb. 7-3). Die Aufstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit; weitere Geschäftsmodelle sind vor allem mit der technologischen Weiterentwicklung im mobilen Bereich denkbar.

1. Planungsvisualisierung (In Situ)

Durch Darstellung von Produkten oder Projekten vor ihrer Fertigstellung bzw. wie sie nach Fertigstellung aussehen werden, kann sich ein Kunde bereits ein genaues Bild zu einem frühen Zeitpunkt machen; dies ist in der Regel als verkaufsunterstützende Maßnahme zu sehen.

Ein Immobilienmakler kann z. B. ein leeres Haus scannen und als *Living Object* über AR Sequenzen vollmöbliert potenziellen Interessenten darstellen. Eine andere Möglichkeit ist, dass ein Architekt eine *Living Architecture* entwickelt, d. h. er zeigt einen Entwurf nicht nur anhand zweidimensionaler Zeichnungen, sondern veranschaulicht das geplante Gebäude direkt in einer 3D-Simulation.

2. Utility (Nutzen)

Augmented Reality Anwendungen werden zur Erläuterung von Sachverhalten oder zur Ermöglichung einer besseren Orientierung genutzt. Typische Formen sind sogenannte *Living Environments*, d. h. Anwendungen zur Orientierung im U-Bahn-Verkehr bzw. an Flughäfen oder die Anzeige von Verkehrsstaus. Dieses Modell kann der Unterstützung eines bereits bestehenden Geschäftsmodells dienen; eine Alternative ist, dass bei Nutzung eine Gebühr anfällt. Ebenso können *Living Brochures* oder *Living Objects* zum Einsatz kommen.

Ein Beispiel ist die AR Anwendung von UPS zur Ermittlung der korrekten Verpackungsgröße und -art für ein zu verschickendes Element. (UPS, 2010)

3. Training

Durch geeignete Augmented Reality Applikationen lässt sich das Arbeiten mit komplexen Geräten oder in anspruchsvollen Arbeitsumgebungen trainieren. Dabei bietet sich insbesondere die Anreicherung von Betriebsanleitungen mit Augmented Reality zu *Living Brochures* bzw. *Living Objects* an. Derartiger Support kann als Argument für einen Kauf entscheidend sein und ist als verkaufsunterstützende Maßnahme zu sehen.

Diese Idee wurde 1992 bei Boeing aufgegriffen, als Flugzeugmechaniker bei der Kabelverlegung mittels geeigneter Augmented Reality Anwendungen geschult wurden. (Hayes, 2009, S. 6)

4. Social Gaming

Augmented Reality Oberflächen erlauben die Konzeption neuer Spielformen. In der Realität spielend, aber um virtuelle Aspekte angereichert lassen sich neue Spiele, die auch Soziale Netzwerke integrieren, entwickeln. Hier sind insbesondere web- oder mobiltelefon-basierte Ansätze von großem Interesse. In der Regel wird bei Nutzung eine entsprechende Gebühr fällig; alternativ wären Spiel-Flatrates denkbar.

Cannonballz in Kombination mit der Playstation ist ein Beispiel hierfür. (Fast Company, 2009) Interessant ist in diesem Zusammenhang auch der Aufkauf von Slide, einem Anbieter von Spielen für Soziale Netzwerke, durch Google, was die wachsende Relevanz augmentierter Spiele zeigt.

5. Lagebeschreibungen (Location Layers)

Reiseführer oder Stadtpläne etc. bieten großes Potenzial bei der Anreicherung um Augmented Reality Sequenzen. Diese *Living Brochures* erlauben eine einfache Orientierung sowie Zusatzinformationen. In der Regel wird bei Nutzung eine entsprechende Gebühr fällig.

Falk Content & Internet Solutions – ein Reiseführer auf dem iPhone – ist ein aktuelles Beispiel für augmentierte, mobil verfügbare Reiseführer. (Pocketnavigation, 2010)

6. Virtuelle Demos

Augmented Reality Sequenzen erlauben eine virtuelle Demonstration eines Produkts z. B. direkt am Kunden.

Kunden können mittels *Living Mirror* virtuell im Schaufenster Kleidung oder Brillen probieren und quasi beim Vorbeigehen eine Auswahl treffen, bevor sie ins Geschäft zwecks Kauf oder weiterer Beratung gehen.

7. Experimentelles Lernen (Experimental Education)

Pläne für Museen, Ausstellungen oder Messen eignen sich für die Anreicherung um Augmented Reality Applikationen. *Living Architectures* erlauben eine einfache Orientierung sowie Zusatzinformationen; dabei können Ausstellungsstücke „zum Leben erwachen und ihre Geschichte erzählen“. In der Regel wird bei Nutzung eine entsprechende Gebühr fällig.

Im Projekt AMIRE wurde für das Guggenheim Museum eine völlig neue Art der Informationsvermittlung realisiert: Der Besucher erhält augmentierte Informationen zu den Ausstellungsgegenständen auf einem Tablet-PC oder PDA. (C-Lab, 2010)

8. Erweiterte Klassifikation (Enhanced Classifieds)

Dieses Geschäftsmodells setzt die Existenz eines Verzeichnisses für AR voraus, in dem Drittanbieter Produkte und Services anbieten. Interessenten können systematisch zu den von ihnen bevorzugten Produkten oder Services geleitet werden. Kauft ein Interessent ein Produkt oder nimmt einen Service in Anspruch, wird der Anbieter des AR Verzeichnisses über ein Affiliate Programm am Umsatz beteiligt.

Dieses Modell ist eine Kombination aus AR Content Stores sowie Werbung/Affiliation Programmen und ähnelt stark dem viel diskutierten Modell für die Vermarktung von Webservices. Prinzipiell alle Living Szenarien können hier auftreten.

9. 3D Virals

Für Marketing- und Promotion-Aktivitäten werden Augmented Reality Applikationen entwickelt und viral vermarktet. Eingebettete Morphing-Sequenzen eröffnen neue Möglichkeiten. (Blanz, 2006) Basierend z. B. auf Fotos lassen sich interaktive Marketing-Aktionen in Form von *Living Objects* oder *Living Brochures* entwickeln, in die Kunden oder die Produkte, an denen diese interessiert sind, direkt eingebunden werden.

Beispiele zu entsprechenden Promotion-Aktionen sind in Abb. 6-9 und Abb. 6-14 dargestellt.

10. Personalisiertes Shopping

Potenziellen Kunden lassen sich personalisierte Informationen zu Produkten oder Dienstleistungen, die mittels Augmented Reality aufgewertet werden, anbieten. Dabei versucht man zu antizipieren, welche Produkte oder Dienstleistungen für den Kunden von Interesse sein könnten.

Die Möglichkeit der Erkennung alters- und geschlechtsspezifischer Merkmale erlaubt die Prognose kundenspezifischer Erwartungshaltungen und die Darstellung einer personalisierten Werbeaktion. *Living Posters* bieten hier zahlreiche Unterstützungsmöglichkeiten.

11. Kooperation

Ziel dieses Geschäftsmodells ist es, Kooperation und Kollaboration auf Basis von *Living Meetings* zu ermöglichen. Unter Verwendung von Augmented Reality ist es möglich, dass alle Teilnehmer in einem virtuellen Raum kommen und quasi gemeinsam an einem Meeting teilnehmen.

Das Bezahlmodell sieht üblicherweise für jede augmentierte Konferenz eine entsprechende Gebühr vor.

12. Blended Branding

Gebäude, Straßenzüge oder generell Außengelände werden gescannt und um spezifische augmentierte Werbebotschaften überlagert. Typische Anwendungen, die hier zum Tragen kommen, sind *Living Objects*, *Living Posters* oder *Living Environments*.

Ein typisches Beispiel für Blended Branding hat Nike mit Nike True City vorgestellt. (Nike, 2010) (Off the record, 2010)

13. Augmentierte Events (Augmented Events)

Events werden durch AR Applikationen zu einer *Living Presentation* angereichert; dies war eines der ersten Anwendungsfelder für Augmented Reality. Ziele sind z. B. Attraktivitätsgewinn oder die Möglichkeit der visualisierten Darstellung komplexer Produkte.

Unter (Aurea, 2010) sind eine Reihe *Living Events* als Videos verfügbar; Unternehmen wie z. B. Skoda, SAP oder Sony haben diese Event-Form bereits erfolgreich genutzt.

14. Intertainment

Intertainment ist eine neue Form des interaktiven, erlebbaren Fernsehens. Individuelle Augmented Reality Applikationen versetzen den Nutzer in eine eigene Welt – ähnlich den Holodecks im Raumschiff Enterprise. Der Nutzer hat das Gefühl, selber das Geschehen beeinflussen zu können.

Diese Technik wird im Fernsehen bei Sportveranstaltungen eingesetzt, bei denen bestimmte Bewegungsabläufe als bewegte Linien in die Live-Übertragung eingeblendet werden. So lassen sich Laufwege von Fußballspielern verdeutlichen oder in anderen Sportarten werden die zu übertreffenden Bestmarken eingeblendet wie z. B. beim Weitsprung oder Skisprung. (IT Wissen, 2010) Dies könnte man auch individualisieren.

15. Systemverständnis (Understanding Systems)

AR Sequenzen werden zur Darstellung komplexer Sachverhalte genutzt, um Produkte o-

der Dienstleistungen besser verkaufen zu können; dies entspricht den Anwendungsszenarien *Living Brochure* und *Living Object*. Der Betrachter kann sich über typische Features informieren und sich diese dreidimensional anzeigen lassen.

Ein typisches Anwendungsbeispiel sind *Living Brochures*, wie das Beispiel Citroën Picasso zeigt (vgl. Abb. 2-6). Toyota plant bei der Einführung des neuen Modells Auris eine ähnlich Kampagne (vgl. Abb. 6-10). (Auto-Medienportal, 2010)

16. Zielgruppenerkennung & -ansprache (Recognition & Targeting)

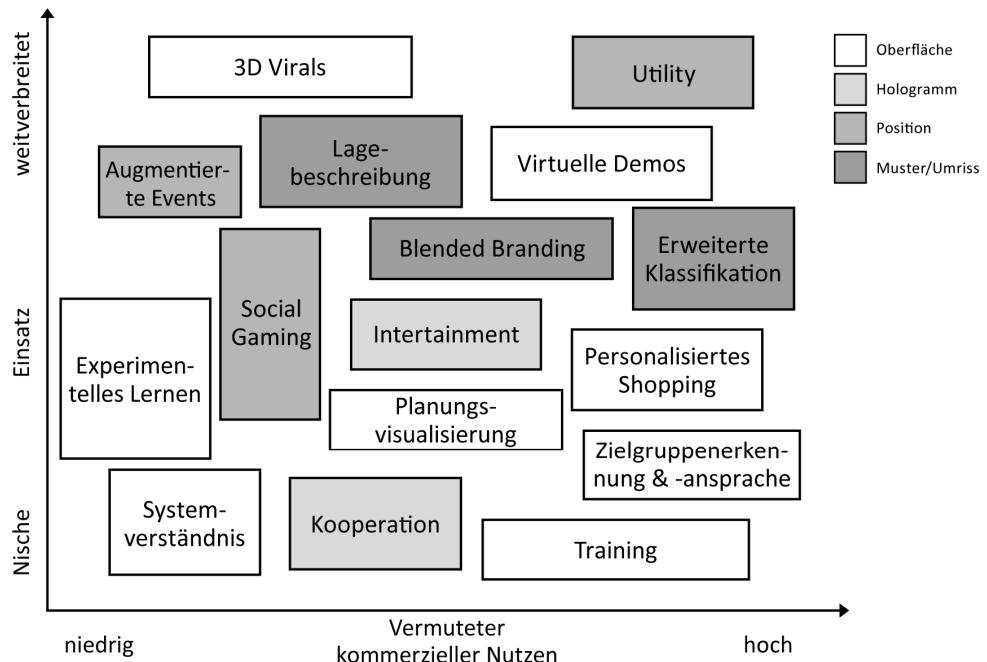
Potenzielle Kunden werden gescannt, die Daten mit internetbasierten Sozialen Netzwerken verknüpft und ausgewertet, sodass eine zielgruppenadäquate Ansprache und Werbung mit AR Sequenzen erfolgen kann. Dieses Geschäftsmodell ist durch die Integration Sozialer Netzwerke eine Weiterentwicklung des *Living Mirror* bzw. *Living Poster* in Form interaktiver Plakate. Kundenspezifische Daten lassen sich erfassen und mittels geeigneter CRM Auswertungen für die Definition weiterer Aktionen nutzen. Realisierbar ist dieses Geschäftsmodell auch über *Living Environment*.

Technisch möglich – und bereits für das kommende Google-Telefon Nexus angekündigt – ist eine Applikation, mit der man Fotos unbekannter Personen online über das Mobiltelefon mit der Google-Bildersuche abgleichen kann. Wird dort ein Treffer gefunden und ist diese Person online namentlich – über Soziale Netzwerke – identifizierbar, erhält man unbemerkt Informationen über beliebige Personen. Diese zurzeit noch prototypische Applikation existiert auch für das iPhone. (Medien-Sicher, 2010)

Hayes klassifiziert die Modelle hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeit sowie des vermuteten kommerziellen Nutzens (vgl. Abb. 7-3). Durch unterschiedliche Farbgebung ordnet er die Modelle den vom ihm definierten AR Typen zu (vgl. Abschnitt 2.6):

- Personalisiertes Shopping, Blended Branding sowie Lagebeschreibungen ordnet er dem Typ *Oberfläche* zu.
- Unter *Position* fallen Social Gaming, Augmentierte Events sowie Utility.
- Kooperation, Intertainment und Erweiterte Klassifikation zählt er zum Typ *Hologramm*.
- Die restlichen Modelle fasst er – ohne weitere Differenzierung – gemeinsam unter *Muster* und *Umriss* zusammen.

Im Bereich Mobile werden einige dieser Geschäftsmodelle eher untergeordnete Relevanz besitzen; eine Verdichtung der von Hayes entwickelten sechzehn Geschäftsmodelle auf elf relevante Geschäftsmodelle für den mobilen Bereich ist möglich. Die Modelle Kooperation, Planungsvisualisierung, Experimentelles Lernen, Personalisiertes Shopping sowie Augmentierte Events entfallen, da sie aus derzeitiger Sicht weniger Potenzial für mobile Anwendungen beinhalten. (Empea, 2010)



Quelle: In Anlehnung an (Hayes, 2009)

Abb. 7-3 Geschäftsmodelle für AR.

Bei der Auflistung der verschiedenen Geschäftsmodelle – ob Hayes oder Empea – wird deutlich, dass diese immer wieder auf gleichen Anwendungsszenarien aufsetzen. Oftmals wie z. B. im Fall Planungsvisualisierung oder Training beschreibt Hayes keine Geschäftsmodelle im eigentlichen Sinne, sondern eher Anwendungsszenarien.

Die Zuordnung der Geschäftsmodelle nach Hayes und der verschiedenen Anwendungsszenarien ist in Tabelle 7-1 dargestellt; grau schraffierte Flächen treffen zu.

Kritisch an der graphischen Einordnung von Hayes (vgl. Abb. 7-3) ist der erwartete kommerzielle Nutzen: Wie die Anwendungsszenarien in Kapitel 6 zeigen, hat Augmented Reality sehr häufig keinen eigenständig messbaren Nutzen, sondern bietet einen Zusatznutzen aufgrund von Synergie-Effekten vor allem in der Kommunikation, der sich aber nur schwerlich monetär quantifizieren lässt.

Anwendungsszenario	Geschäftsmodell	Living Mirror	Living Card	Living Brochure	Living Object	Living Book	Living Game print-basiert	Living Game mobile	Living Architecture	Living Poster	Living Presen-tation	Living Meeting	Living Environment
Social Gaming													
Lagebeschreibungen													
Virtuelle Demos													
Experimentelles Lernen													
Erweiterte Klassifikation													
3D Virals													
Personalisiertes Shopping													
Kooperation													
Blended Branding													
Augmentierte Events													
Entertainment einordnen													
Zielgruppen-erkenntnis & -ansprache													

Tabelle 7-1 Anwendungsszenarien und Geschäftsmodelle für Augmented Reality.

8 Potenziale, Risiken und Grenzen

 *Nach der Darstellung der Anwendungsszenarien und möglicher Geschäftsmodelle soll in diesem Kapitel ein kritisches Fazit bzgl. der Potenziale, Risiken und Grenzen von Augmented Reality gezogen werden.*

8.1 Potenziale

Die verschiedenen Marktforschungsinstitute prognostizieren Augmented Reality ein großes Marktpotenzial. AR ist ein wichtiges unterstützendes Medium und führt zu einer Verbesserung der Kommunikationsprozesse und -strukturen z. B. durch Visualisierung; dieser Trend wird sich in den kommenden Jahren deutlich verstärken. Die Kombination moderner Rechnersysteme mit der Flexibilität, dem Problemlösungspotenzial und der Kreativität des Menschen ist ein ganz wesentlicher Aspekt. (Reif, 2007)

Die verschiedenen Anwendungsszenarien zeigen deutlich die Potenziale, die AR bietet:

- Schnelle Vermittlung von Inhalten (Time-to-Content)
Im Zuge der wachsenden Anzahl an Informationen wird die Suchzeit nach relevanten Informationen immer wesentlicher; mittels Augmented Reality ist eine schnelle Vermittlung von Inhalten möglich, was in der Folge zu einer Reduktion der Suchzeiten führt.
- Gleichzeitige Ansprache verschiedener Sinne
Die Steigerung der Emotionalität z. B. durch Bewegtbilder oder Musik und die daraus resultierende Ansprache verschiedener Sinne unterstützt den Kommunikationsprozess und vermittelt kommunizierte Inhalte nachhaltiger. Durch Berücksichtigung der Erkenntnisse aus dem Bereich des multisensorischen Lernens bei der Entwicklung von AR Applikationen sind Kommunikationsprozesse und -strukturen optimierbar.
- Stärkere Aktivierung der Kommunikationsteilnehmer
Augmented Reality führt zu einer Verlängerung der Verweildauer bei der Kommunikation und weckt Neugierde auch bei Personen, die weniger stark in die Kommunikation involviert sind.
- Erhöhung der Erfahrungs- und Vertrauenseigenschaften
Produkte und Dienstleistungen werden durch AR erlebbar und begreifbar; dies gilt insbesondere auch für komplexe Anwendungen im technischen Bereich.
- Parallelisierung verschiedener Tätigkeiten (Reif, 2007)
Durch Generierung und Visualisierung von Zusatzinformationen, die zur Verringerung der Komplexität verschiedener Tätigkeiten führen können, wird Multi-Tasking unterstützt; eine Parallelisierung verschiedener Tätigkeiten wird ermöglicht bzw. effizient unterstützt.

- Kollisionserkennung von realen und virtuellen Objekten (Reif, 2007)
Gerade bei technischen AR Applikationen führt die verbesserte Kommunikation zu einer Verringerung möglicher Kollisionen und/oder Unfälle.

Augmented Reality wird als Informationsmehrwert zum täglichen Leben gehören und nicht nur unser Arbeitsleben beeinflussen, sondern auch das alltägliche Verhalten verändern – ähnlich wie das Web.

Wie die Gesellschaft mehrheitlich auf Augmented Reality reagieren wird, ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht beurteilbar. In vielen Fällen überwiegt derzeit die Faszination, die diese Technologie auf Betrachter ausübt. Selten werden die gesellschaftlichen und auch individuellen Auswirkungen von Augmented Reality bislang kritisch beurteilt.

8.2 Grenzen

Schaut man sich die verschiedenen Interfaces und Anwendungsszenarien detaillierter an, so lässt sich feststellen, dass einige Szenarien wie z. B. *Living Meeting* hardware-technisch hohe Anforderungen an den Nutzer stellen. Die Vorstellung, sich zukünftig mit einer Datenbrille bewegen zu müssen, damit alle relevanten Daten ins Gesichtsfeld eingebendet werden können, mutet eher seltsam an. Die Beispiele Bluetooth Headset für das Mobiltelefon oder MP3-Player zeigen aber, dass Nutzer hier durchaus anpassungsfähig sind.

Den Einsatzmöglichkeiten von Augmented Reality sind Grenzen gesetzt:

- Fehlen alltagstauglicher Hardware (Reif, 2007)
Auch wenn die Interfaces, die man zur Nutzung von AR benötigt, in den letzten Jahren signifikante Verbesserungen erfahren haben – wirklich alltagstauglich ist die Hardware hinsichtlich Ergonomie oder Einsatzmöglichkeiten auch im industriellen Umfeld noch nicht.
- Hohe Anforderungen an das Trackingsystem (Reif, 2007)
Insbesondere das Rendering, d. h. das Kombinieren realer und virtueller Objekte im Rahmen des Trackings erfordert heute noch eine sehr hohe Rechenleistung, über die nicht jedes Endgerät verfügt.
- Limitierungen bei der Marker-Verwendung
Gerade Texturmarker können nicht in beliebiger Kombination verwendet werden, da ihre Nutzung eine sehr hohe Rechenleistung voraussetzt und bei derzeitigen üblichen Endgeräten die Performance nicht optimal ist.
- Fehlende Prozessintegration und Kopplung mit Standardsoftware (Reif, 2007)
Heutige Augmented Reality Anwendungen sind nicht in bestehende Prozesse integriert; oftmals fehlen auch Schnittstellen zu ihrer Integration in Standardsoftware.
- Akzeptanz durch Anwender
Augmented Reality erfordert oftmals, dass der Anwender anders als bisher gewohnt agieren muss; dies kann z. B. die Nutzung geeigneter Interfaces sein. Ein ständiges Tragen

einer Datenbrille, damit eine Einblendung aller relevanten Daten in das Gesichtsfeld erfolgen kann, wird von vielen Anwendern nur schwerlich akzeptiert werden – es sei denn, der Nutzen ist für den Anwender so hoch, dass er einen für sich spürbaren Vorteil erkennt.

- Schwer quantifizierbarer Nutzen und Aufwand durch AR (Reif, 2007)
Augmented Reality hat sehr häufig keinen eigenständig messbaren Nutzen, sondern bietet einen Zusatznutzen aufgrund von Synergie-Effekten, der sich aber nur schwerlich monetär quantifizieren lässt.

8.3 Risiken

Jede neue Technologie birgt Risiken, insbesondere durch ihre Anwendungsmöglichkeiten. Im Folgenden fokussieren wir einige Risiken, die wir in enger Verbindung mit Augmented Reality sehen:

- „Gläserner Mensch“
Augmented Reality in Kombination mit Sozialen Netzwerken birgt deutliche Risiken hinsichtlich des Datenschutzes. Bislang handelt es sich zwar nur um prototypische Anwendungen, bei der eine Person über eine mobile AR Anwendung erkannt und die zu ihr gehörigen Daten und Informationen in Sozialen Netzwerken ermittelt werden. Es ist aber nur eine Frage der Zeit, bis derartige Applikationen für den Massenmarkt verfügbar sind und entsprechend genutzt werden. Der Aspekt Datenschutz – auch in Kombination mit Kompass-Daten, GPS-Daten oder RFID – gewinnt immer mehr an Bedeutung; es gilt Regelungen zu treffen, die eine derartige Transparenz personenbezogener Daten verhindern.
- Verschmelzung von Realität und Virtualität
Die immer perfektere Simulation der Realität durch virtuelle Objekte macht es immer schwerer, zwischen Realität und Virtualität zu unterscheiden.
- Abhängigkeit von Technik
Nutzt man AR z. B. in der Medizin oder für technische Anwendungen zwecks Visualisierung hochkomplexer Zusammenhänge, entsteht eine starke Abhängigkeit der Technologie. Fehler in der Augmented Reality Applikation können schwere Fehler, in der Medizin gar mit tödlichem Ausgang nach sich ziehen.
- Verwässerung des Augmented Reality Begriffs
Zunehmend werden in den Medien Anwendungen, vor allem im Bereich Living Environment vorgestellt, die kein Augmented Reality im engen Sinne sind (vgl. Abb. 6-40). Dies kann dazu führen, dass der Begriff AR verwässert wird.
- Augmented Reality Spam
Ein weiteres Risiko ist AR Spam, d. h. Werbebotschaften werden augmentiert und gegebenenfalls noch akustisch, d. h. mit Geräuschen oder musikalischer Untermalung unterlegt und dem Nutzer vor allem im Living Environment jederzeit an jedem Ort unaufgefordert zugesendet. Entsprechende Spam Filter sind zu entwickeln. Wie bei E-Mail-basiertem Spam werden Filter vermutlich auch bei AR Spam nur bedingt helfen.

9 Zusammenfassung und Ausblick

 Dieses Kapitel fasst wesentliche Aspekte dieses Buchs zusammen und zeigt auf, wie sich Augmented Reality weiterentwickeln wird.

9.1 Zusammenfassung

Augmented Reality wird unser zukünftiges Leben beeinflussen; immer mehr virtuelle Inhalte werden mittels AR dargestellt werden, sodass es zu einer stärkeren Verschmelzung von Realität und Virtualität kommen wird. Das ist positiv wie auch negativ; es ergeben sich große Potenziale, die aber auch mit entsprechenden Risiken einhergehen.

Augmented Reality als Technologie ist ausgereift; die meisten technologischen Entwicklungen fanden in den 1990er Jahren statt. Mit der Entwicklung der Rechnerleistung ist AR in der Regel heute ohne spezielle Rechner anwendbar.

Die aufgezeigten Anwendungsszenarien zeigen deutlich die Potenziale, die AR bietet. Bereits heute sind einige Anwendungen praxistauglich; entscheidend sind jedoch Anwendungskontext und dauerhafter Nutzen. Momentan herrscht bzgl. AR ein Hype in den Medien; eine Vielzahl von Spielereien, die sich relativ schnell abnutzen werden, wird angeboten. Augmented Pets und Toys sind ein Nischenprodukt und für die breite Anwendung wenig interessant. Living Brochures oder Living Objects z. B. besitzen deutlich vielfältigere Einsatzmöglichkeiten und werden sich daher am Markt durchsetzen.

Gerade Living Environment Applikationen, d. h. Applikationen, die wie ein Radar unsere Umgebungsintelligenz steigern, die Navigation unterstützen oder interessenbezogene Informationen darstellen, werden in den kommenden Jahren zunehmend an Relevanz gewinnen und bald so selbstverständlich sein wie die Nutzung von Google-Maps. (Schroll, 2010) Ein typisches Beispiel ist ein augmentiertes Sichtfeld beim Autofahren; erste Apps sind verfügbar. (TUAW, 2010) Mit dem Aufkommen leistungsstarker mobiler Endgeräte, die mit entsprechenden Displays ausgestattet sind, wird sich die erweiterte Realität schnell etablieren. (Schroll, 2010)

9.2 Ausblick

Bis 2015/2020 wird sich der AR Markt signifikant verändern (Pattern Language, 2010): Die Realität, d. h. der physische Raum wird zu einem Informationsraum, in dem Daten aller Art hinterlegt und bereitgestellt werden können. (Schroll, 2010)



Quelle: (Pattern Language, 2010)

Abb. 9-1 AR Vision 2020.

Diese Datenbereitstellung kann geo-basiert, marker-basiert und immer mehr durch Objekterkennung geschehen. Realität und Web verschmelzen immer stärker. (Schroll, 2010, S. 16) Derzeit noch eine Schlüsseltechnologie wird Augmented Reality in einigen Jahren als Basis-technologie erwartet werden. Die Entwicklungszyklen insbesondere im IT Bereich werden immer kürzer, sodass schon in wenigen Jahren ein großer Durchsatz bei Augmented Reality Anwendungen zu erwarten ist.

Der starke Zuwachs an Daten mit damit einhergehender Transparenz zeigt aber auch die Risiken von Augmented Reality; Datenschutz und Wahrung der Privatsphäre sind zwei wichtige Aspekte, die zu klären und zu sichern sind.

Abschließend einige Statements zur zukünftigen Entwicklung und Relevanz von Augmented Reality:

„Der Begriff Augmented Reality wird in fünf Jahren zum Standardrepertoire des Marketing-Vokabulars gehören.“

AR wird wie z. B. Flash und andere Webtools integrierter Bestandteil in Games, in Mobile Apps, im Print und im Out of Home Bereich sein und nur von seiner Funktionalität her als spektakulär wahrgenommen werden. Zuvor wird es im Gamebereich die Killerapplikation gegeben haben, die AR zum generellen Durchbruch verholfen wird.

Eine Akzeptanz von HMD Devices beim User, damit die reale Welt komplett mit der virtuellen Welt verschmelzen kann, wird unserer Meinung nach in fünf Jahren noch nicht vorhanden sein.“

Klaus Löw & Wolfgang Steiger (aurea)

„In fünf Jahren wird Augmented Reality aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken sein. Menschen werden mit AR Browsern wie juniaio digitale, lage- und User-gerechte Informationen intuitiv in ihrer realen Umgebung entdecken können. Vielleicht sogar schon über Datenbrillen.“

Jan Schlink (Metaio)

“Enabling web-based AR has quickly opened up an enormous array of applications. That’s why in a very near future people will use AR every day whether at home or on the go. Fields of application are countless: digital marketing, retail, publishing, toys, educational tools, product design, tourism, medical and industrial maintenance ... Augmented Reality as a technology enables a constant digital connection with the consumer, feeding his growing appetite for getting informed and educated but also allowing him to become a real actor in a virtual usage mode. It’s nothing less than a new human interface, a new paradigm that encompasses anything digital or virtual that ‘crosses over’ into real environment.”

Emmanuelle Pasturel (Total Immersion)

Literatur

- Adidas. (2010). *Adidas*. Abgerufen am 31. Juli 2010 von <http://www.adidas.de>
- Ahlert, D., Kenning, P., & Petermann, F. (2001). Die Bedeutung von Vertrauen für die Interaktionsbeziehung zwischen Dienstleistungsanbietern und -nachfragern. In M. Bruhn, & B. Strauss, *Interaktionen im Dienstleistungsbereich. Dienstleistungsmanagement Jahrbuch 2001* (S. 279-298). Wiesbaden: Gabler.
- Answers. (2014). *Avatar*. Abgerufen am 10. März 2014 von <http://www.answers.com/topic/avatar-icon>
- AR Door. (2011). *Open the door to Augmented Reality*. Abgerufen am 25. Februar 2014 von www.ar-door.com
- Areamobile. (2009). *Mit Ikea in die Zukunft der eigenen vier Wände blicken*. Abgerufen am 26. August 2010 von <http://www.areamobile.de/news/13178-augmented-reality-mit-ikea-in-die-zukunft-der-eigenen-vier-waende-blicken>
- ArsEdition. (2010). *Dinosaurier - Erwecke sie zum Leben!* Abgerufen am 25. August 2010 von <http://www.arsedition.de/kinderbuch/dinosaurier-titel6470/>
- ARTag. (2009). *ARTag*. Abgerufen am 04. März 2014 von <http://www.artag.net>
- ARToolKitPlus. (2010). Abgerufen am 03. April 2010 von http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/handheld_ar/artoolkitplus.php
- ARToolworks. (2014). *Welcome to ARToolworks*. Abgerufen am 10. März 2014 von <http://www.artoolworks.com>
- Augmented Reality Games. (2014). *IN2AR*. Abgerufen am 20. März 2014 von <http://www.augmented-reality-games.com>
- AugmentedPlanet. (2010). *Augmented reality the future of interactive tryvertising*. Abgerufen am 31. März 2014 von www.augmentedplanet.com/2010/06/augmented-reality-the-future-of-interactive-tryvertising/
- Aurea. (2010). Abgerufen am 04. August 2010 von <http://www.au-rea.de>
- Aurea. (2010). *Aurea - Hapdig Solutions*. Abgerufen am 17. Juli 2010 von <http://www.au-rea.de/mep/aurea/de/gallery/>
- Auris. (2014). *Auris - Die Alternative*. Abgerufen am 13. März 2014 von <http://www.auris-hybrid.de>

- Auto-Medienportal. (2010). *Internetseite www.auris-hybrid.de ist "Site of the Day"*. Abgerufen am 16. März 2014 von <http://www.auto-medienportal.net/artikel/detail/4681/>
- Azuma, R. (1997). *A Survey of Augmented Reality*. Abgerufen am 15. März 2014 von <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>
- Azuma, R., Hoff, B., & Neely, H. (1998). *Making Augmented Reality work outdoors requires hybrid tracking*. Abgerufen am 06. März 2014 von <http://www.cs.unc.edu/~azuma/TWARpos.pdf>
- Basic Thinking. (2010). *Für Android-Entwickler Bietet Qualcomm kostenloses Augmented Reality SDK*. Abgerufen am 08. März 2014 von <http://www.basicthinking.de/blog/2010/10/04/fuer-android-entwickler-qualcomm-bietet-kostenloses-augmented-reality-sdk/#more-21233>
- Baur, D. (2006). *Automatische Gesichtserkennung: Methoden und Anwendungen (Dissertation)*. München.
- be!Columbus. (2014). *arKiosk*. Abgerufen am 14. März 2014 von <http://www.ar-kiosk.de/>
- BeyondReality. (2010). *Beyond Reality*. Abgerufen am 05. März 2014 von <http://www.beyondreality.nl>
- Bimber, O., & Raskar, R. (2005). *Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds. A Modern Approach to Augmented Reality*. Wellesley: Peters.
- Birbaumer, N. (1975). *Physiologische Psychologie - eine Einführung an ausgewählten Themen*. Berlin u.a.
- Blanz, V. (2006). *3D morphable model face animation*. Abgerufen am 18. Juli 2010 von http://www.youtube.com/watch?v=nice6NYb_WA&feature=PlayList&p=C8D244C BC76F7F41&playnext_from=PL&playnext=1&index=16
- Blasi, L. d. (2004). *Die Räume der Kybernetik*. Abgerufen am 03. August 2010 von http://www.inst.at/trans/15Nr/10_4/blasi_luca15.pdf
- Bleser, G. W. (2006). Online camera pose estimation in partially known and dynamic scenes. *Proceedings of the 5th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, (S. 56-65).
- Blümchen, K. (2002). *Augmented Reality*. Abgerufen am 07. März 2014 von http://wwwiaim.ira.uka.de/Teaching/ProseminarMedizin/Ausarbeitungen/WS0102/07_Augmented_Reality.pdf
- BMW. (2014). *BMW*. Abgerufen am 05. März 2014 von <http://www.bmw.de>
- Boytscheff, C. (2007). *Der virtuelle Klassenraum als virtuelles Besprechungszimmer für Architekten*. Abgerufen am 03. März 2014 von http://www.terner-badduerrheim.de/Semester%207/vr/Virtual%20Reality_Semesterarbeit.pdf

- Brühl, J. (2013). *Schau mir in die Augen*. Abgerufen am 10. Februar 2014 von <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/gesichtserkennung-beim-einkaufen-schau-mir-in-die-augen-kunde-1.1810293>
- Bruhn, M. (2007). *Kundenorientierung*. München: DTV.
- Bruhn, M. (2009a). *Relationship Marketing: Das Management von Kommunikationsbeziehungen, 2. Auflage*. München: Vahlen.
- Bruhn, M. (2009b). *Kommunikationspolitik: Systematischer Einsatz der Kommunikation für Unternehmen, 5. Auflage*. München: Vahlen.
- Bruhn, M. (2010). *Marketing, Grundlagen für Studium und Praxis, 10. Auflage*. Wiesbaden: Gabler.
- Brunelli, R., & Poggio, T. (1993). Face Recognition: Features versus Templates. *IEEE Transactions on PAMI*, 15 (10), S. 1042-1052.
- Businesswire. (2009). *Topps and Total Immersion Huddle Up, Unveil '3D Live' Football Cards: NFL Quarterbacks on Virtual Gridiron Come to Life Via Augmented Reality*. Abgerufen am 01. März 2014 von http://www.businesswire.com/portal/site/home/permalink/?ndmViewId=news_view&newsId=20090923005353&newsLang=en
- Caspari, M. (2009). *Augmented Reality: Enormes Potential für Paid Content Geschäftsmodelle*. Abgerufen am 15. März 2014 von <http://digitalstrategyblog.com/>
- Christensen, C. M. (2003). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fall, Reprint*. Harvard Business Press.
- Citroën. (2014). *Citroën*. Abgerufen am 01. März 2014 von <http://www.citroen.de>
- C-Lab. (2010). *Virtual and Augmented Reality*. Abgerufen am 14. März 2014 von <http://www.c-lab.de/de/arbeitsgebiete/communication/virtual-and-augmented-reality/edutainment/index.html>
- DA Tech. (2009). *Leitfaden Usability (DIN EN ISO 9241-110)*. Abgerufen am 07. März 2014 von <http://www.fit-fuer-usability.de/downloads/Leitfaden-Usability.pdf>
- DeCarlo, D., & Metaxas, D. (2000). Optical Flow Constraints on Deformable Models with Applications to Face Tracking. *International Journal of Computer Vision*, 38(2), S. 99 - 127.
- Deimel, K. (1989). Grundlagen des Involvement und Anwendung im Marketing. *Marketing - Zeitschrift für Forschung und Praxis*, 11, 8, S. 153-161.
- Devicedaily. (2008). *3D Books - Reading has a future thanks to AR Technology*. Abgerufen am 09. März 2014 von <http://www.devicedaily.com/misc/3d-books-reading-has-a-future-thanks-to-ar-technology.html>

- Digitallife. (2010). *Gadgets: Lego Digital Box ermöglicht animierte Verkaufsverpackungen.* Abgerufen am 01. März 2014 von <http://digitallife.germanblogs.de/archive/2010/04/20/lego-digital-box-ermöglicht-animierte-verkaufsverpackungen.htm>
- Edwards, G. (2001). *Using the Active Appearance Algorithm for 3D Face and Facial Feature Tracking.* Abgerufen am 21. Juni 2010 von <http://www.lysator.liu.se/~eru/research>
- Empea. (2010). *AR executive summary.* Abgerufen am 12. August 2010 von <http://www.empea.de>
- Enderlein, U. (2003). *Wahrnehmung im Virtuellen (Dissertation).* Abgerufen am 03. August 2010 von <http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/300/2/textdiss-ue.pdf>
- Engadget. (2009). *Adidas bringt Augmented Reality Sneaker raus nur für Männer.* Abgerufen am 31. Juli 2010 von <http://www.de.engadget.com/2009/12/27/adidas-bringt-augmented-reality-sneaker-raus-nur-für-männer/>
- Engram. (2010). Abgerufen am 04. August 2010 von <http://www.engram.de>
- Esquire. (2010a). Abgerufen am 01. März 2014 von <http://www.esquire.de>
- Esquire. (2010b). *Augmented Reality.* Abgerufen am 15. März 2014 von <http://www.esquire.com/the-side/augmented-reality>
- etailment. (2012). *M-Commerce mit Augmented Reality und Bilderkennung in der Cloud.* Abgerufen am 14. März 2014 von <http://etailment.de/thema/tools/m-commerce-mit-augmented-reality-und-bilderkennung-in-der-cloud-545>
- Eurocopter. (2008). Abgerufen am 05. August 2010 von <http://www.t-immersion.com/en/video-gallery,36.html>
- EyePet. (2014). Abgerufen am 20. Februar 2014 von <http://www.eyepet.com>
- Fast Company. (2009). *Augmented Reality Game Plus Facebook Equals Gaming for the Future?* Abgerufen am 14. August 2010 von <http://www.fastcompany.com/blog/kit-eaton/technomix/augmented-reality-game-plus-facebook>equals-gaming-future>
- FAZ. (2010). *Augmented Reality: Das ganze Internet in der Handy-Kamera.* Abgerufen am 17. März 2014 von <http://faz-community.faz.net/blogs/netzkonom/archive/2010/01/18/augmented-reality-das-ganze-internet-in-der-handy-kamera.aspx>
- Feiner, S., MacIntyre, B., & Seligmann, D. (1992). Annotating the real world with knowledge-based graphics on a see-through head-mounted display. *Proceedings of the Conference on Graphics Interface '92* (S. 78 - 85). San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Fiala, M. (2004). AR Tag: An Improved Marker System Based on AR Toolkit. National Research Council Canada, Publication Number: NRC: 47166.

- Fraunhofer IGD. (2003). *Studie des ARToolKits für Collaborative Augmented Reality*. Abgerufen am 16. März 2014 von <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-18716.html>
- Fraunhofer IGD. (2007). *Augmented Reality für Wartung und Service*. Abgerufen am 03. März 2014 von http://www.faszination-zukunft.de/hmi/Flyer_AR_HMI2007_de.pdf
- Fraunhofer IGD. (2010a). Abgerufen am 10. September 2010 von <http://www.igd.fhg.de>
- Fraunhofer IGD. (2010b). *instantreality*. Abgerufen am 10. März 2014 von <http://www.instandreality.org>
- Fraunhofer IGD. (2013). *CeBIT 2013: Augmented Reality für die Flugzeughalle*. Abgerufen am 26. Februar 2014 von <https://www.igd.fraunhofer.de/Institut/Abteilungen/Virtuelle-und-Erweiterte-Realität/AktuellesNews/CeBIT-2013-Augmented-Reality-fü>
- Fraunhofer IGD. (2014a). *dARsein - Darmstadt mit Erweiterter Realität erleben*. Abgerufen am 14. März 2014 von www.igd.fraunhofer.de/Institut/Abteilungen/Virtuelle-und-Erweiterte-Realität/Projekte/dARsein-Darmstadt-mit-Erweiterter-Re
- Fraunhofer IGD. (2014b). *BBVA – Mobile und Snapshot Augmented Reality*. Abgerufen am 14. März 2014 von <https://www.igd.fraunhofer.de/Institut/Abteilungen/Virtuelle-und-Erweiterte-Realität%C3%A4t-A4/Projekte/BBVA-%E2%80%93-Mobile-und-Snapshot-Augmen>
- Fraunhofer IIS. (2010). *SHORETM*. Abgerufen am 02. März 2014 von <http://www.iis.fraunhofer.de/bf/bv/kognitiv/biom/dd.jsp>
- Friedrich, W. (2004). *ARVIKA: Augmented Reality für Entwicklung, Produktion und Service*. Publicis Corporate Publishing. Von abgerufen
- Gartner. (2009). *Gartner's 2009 Hype Cycle Special Report Evaluates Maturity of 1,650 Technologies*. Abgerufen am 14. März 2014 von <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1124212>
- Gartner. (2013). *Gartner's 2013 Hype Cycle for Emerging Technologies Maps Out Evolving Relationship Between Humans and Machines*. Abgerufen am 14. März 2014 von <http://www.gartner.com/newsroom/id/2575515>
- Gordon, I., & Lowe, D. G. (2006). What and Where: 3D Object Recognition with Accurate Pose. *Toward Category-Level Object Recognition 2006: Lecture Notes in Computer Science, Volume 4170*, S. 67-82.
- Gruner + Jahr Medien. (2009). *Werbetrend 2009*. Abgerufen am 04. März 2014 von http://www.gujmedia.de/_content/20/62/206297/Werbetrend%204_09.pdf
- Gutmann, T. (2009). Augmented Reality: Gestaltung ergonomischer Oberflächen (Vorlesung). München.

- Haller, M., Landerl, F., & Billinghurst, M. (2005). A loose and sketchy approach in a mediated reality environment. *Proceedings of the 3rd International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques in Australasia and South East Asia*, (S. 371-379). Dunedin, Neuseeland.
- Handelsblatt. (2003). *Ikea setzt auf Augmented Reality*. Abgerufen am 15. März 2014 von <http://www.handelsblatt.com/archiv/ikea-setzt-auf-augmented-reality;628961>
- Hayes, G. (2009). *16 Top Augmented Reality Business Models*. Abgerufen am 15. März 2014 von <http://www.personalizemdeia.com/16-top-augmented-reality-business-models/>
- HDM. (2009). *Die Erweiterung der Sinneswahrnehmung*. Abgerufen am 03. März 2014 von http://www.hdm-stuttgart.de/view_news?ident=news20091201162934
- Heise. (2010a). *Qualcomm setzt auf Augmented-Reality*. Abgerufen am 08. März 2014 von <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Qualcomm-setzt-auf-Augmented-Reality-1031868.html>
- Heise. (2010b). *Augmented Reality beim SZ-Magazin*. Abgerufen am 05. März 2014 von <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Augmented-Reality-beim-SZ-Magazin-1061498.html>
- Hemmerling, M. (2011). Erweiterung der Realität. In M. Hemmerling, *Augmented Reality: Mensch, Raum und Virtualität* (S. 13-24). München: Wilhelm Fink.
- Hippner, H., & Wilde, K. (2006). *Grundlagen des CRM: Konzepte und Gestaltung*. Wiesbaden: Gabler.
- HITLabNZ. (2006). *AR Tennis*. Abgerufen am 10. März 2014 von http://www.hitlabnz.org/wiki/AR_Tennis
- IGN. (2008). *E3 2008: levelHead Levels Up*. Abgerufen am 09. März 2014 von <http://uk.pc.ign.com/articles/890/890704p1.html>
- IKEA. (2014). *Mit der IKEA Katalog App noch mehr entdecken*. Abgerufen am 22. Februar 2014 von http://www.ikea.com/ms/de_DE/campaigns/services/kataloge_und_apps.html?icid=de|itl|fy14_service|teaser|kw3|82#Katalog_App
- Ingress. (2014). Abgerufen am 26. Februar 2014 von <http://www.ingresscom>
- Inoue, K., & Sato, R. (2010). Moible Augmented Reality Business Models. *Moible Augmented Reality Summit*, (S. 1-2). Barcelona. Von 16 abgerufen
- InstantAR. (2014). *AR with instantAR*. Abgerufen am 04. April 2014 von <http://instantar.org/development/how-it-works>
- IT Wissen. (2010). *Erweiterte Realität*. Abgerufen am 15. März 2014 von <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/augmented-reality-AR-Erweiterte-Realitaet.html>

- Jeck-Schlottmann, G. (1988). Anzeigenbetrachtung bei geringem Involvement. *Marketing - Zeitschrift für Forschung und Praxis*, 10, S. 33-44.
- Juniper Research. (2009). *Mobile Augmented Reality: Forecasts, Applications & Opportunity Appraisal 2009-2014*. Abgerufen am 12. März 2014 von http://juniperresearch.com/reports/mobile_augmented_reality
- Kantonen, T., Woodward, C., & Katz, N. (2010). Mixed Reality in Virtual World Teleconferencing. *IEEE Virtual Reality*, (S. 179-182). Waltham, Massachusetts.
- Kaufmann, H. (2010). Geometrielerlernen mit Augmented Reality (Vorlesung). Wien.
- Kipper, G., & Rampolla, J. (2013). *Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR*. Waltham: Elsevier.
- Klein, G. (2009). *Visual Tracking for Augmented Reality: Edge-based Tracking Techniques for AR Applications*. Saarbrücken.
- Klein, G. (2010). *Parallel Tracking and Mapping for Small AR Workspaces - Source Code*. Abgerufen am 12. März 2014 von <http://www.robots.ox.ac.uk/~gk/PTAM/>
- Klein, G., & Murray, D. (2010). Simulating Low-Cost Cameras for Augmented Reality Compositing. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 16, No. 3, S. 369-380.
- Kölner Stadtanzeiger. (2010). *Dritte Dimension für Bücher*. Abgerufen am 09. August 2010 von <http://www.ksta.de/html/artikel/1269852349865.shtml>
- Konert, F.-J. (1986). *Vermittlung emotionaler Erlebniswerte*. Heidelberg.
- Kroeber-Riehl, W. (1984). Emotional Product Differentiation by Classical Conditioning (with consequences for the "Low-Involvement Hierarchy"). *Advances in Consumer Research*, Vol. 11, eds. Kinnear, T.C., Provo, U.T. : Association for Consumer Research, S. 538-543.
- Kroeber-Riehl, W. (1987). Informationsüberlastung durch Massenmedien und Werbung in Deutschland. *Die Betriebswirtschaft*, 47, S. 257-261.
- Kroeber-Riehl, W. (1993). *Strategie und Technik der Werbung - verhaltenswissenschaftliche Ansätze*, 4. Auflage. Stuttgart.
- Kroeber-Riehl, W., & Weinberg, P. (2003). *Konsumentenverhalten*, 8. Auflage. München: Verlag Vahlen.
- Lange, R. (2010). *Augmented Reality im Auto: GM lässt durch den Nebel sehen*. Abgerufen am 03. März 2014 von <http://www.teczilla.de/augmented-reality-im-auto-gm-laesst-durch-den-nebel-sehen/10370>
- Layar. (2010). Abgerufen am 25. August 2010 von <http://www.layar.com>
- Lego. (2010). Abgerufen am 31. Juli 2010 von <http://www.lego.de>

- Lingley, A., Ali, M., & Liao, Y. (2010). *A Single-Pixel Wireless Contact Lens Display (Electronics Project)*. Abgerufen am 16. März 2014 von <http://projectabstracts.com/4259/a-single-pixel-wireless-contact-lens-display.html>
- Ludwig, C., & Reimann, C. (2005). Augmented Reality: Information im Fokus. C-Lab Report ISSN 1619-7879, Vol. 4, No. 1.
- Marketing-Börse. (2009). *Neue 3D Avatar Entwicklungsumgebung für effiziente Mensch-Maschine-Kommunikation*. Abgerufen am 15. März 2014 von <http://www.marketing-boerse.de/News/details/Neue-3D-Avatar-Entwicklungsumgebung-fuer-effiziente-Mensch-Maschine-Kommunikation/19286>
- Mears, L. (2010). *Augmented Reality - History*. Abgerufen am 03. März 2014 von <http://pixel13.lukemears.com/#post123>
- Medien-Sicher. (2010). *Google Gesichtserkennung*. Abgerufen am 15. März 2014 von <http://www.medien-sicher.de/?p=372>
- Meedia. (2013). *Die WELT setzt auf Augmented Reality*. Abgerufen am 26. Februar 2014 von <http://meedia.de/2013/09/05/die-welt-setzt-auf-augmented-reality>
- Meffert. (1986). *Marketing - Grundlagen der Absatzpolitik, 5. Auflage*. Wiesbaden: Gabler.
- MEP. (2010). Abgerufen am 05. August 2010 von <http://media.mep-ffm.de>
- Metaio. (2009). *Umsatzzuwachs dank lebendiger Werbemittel*. Abgerufen am 05. März 2014 von http://www.metaio.com/fileadmin/homepage/Presse/Dokumente/Pressespiegel/2009_01_26_Das_Spielzeug_duo.pdf
- Metaio. (2010a). Abgerufen am 31. Juli 2010 von <http://www.metaio.com>
- Metaio. (2010b). Abgerufen am 31. Juli 2010 von <http://www.metaio.de/demo/demo/afc-moebelpplaner>
- Metaio. (2013). *Metaio Engineer*. Abgerufen am 25. Februar 2014 von <http://www.metaio.de/produkte/engineer/>
- Metaio. (2014). *Produkte*. Abgerufen am 4. März 2014 von <http://www.metaio.de/produkte>
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems, Special Issue on Network Reality, E77-D (12)*.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1994). Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, S. 282-292.
- Mini. (2010). Abgerufen am 31. Juli 2010 von <http://www.mini.de>
- Mister Spex. (2014). *Brillen-Live-Anprobe*. Abgerufen am 25. Februar 2014 von <http://misterspex.de/brillen/live-anprobe.html>

- Mobile Tagging. (2007). *What is Mobile-Tagging?* Abgerufen am 10. März 2014 von <http://mobile-tagging.blogspot.com/2007/09/what-is-mobile-tagging.html>
- Müllner, W. (2013). *Potentiale, Risiken und Grenzen von "Augmented Reality": Innovation im dreidimensionalen Raum oder "Visuelle Plage" (Masterthesis)*. Saarbrücken: AV Akademikerverlag.
- Netzwelt. (2009). *Augmented Reality: Erste App für das iPhone erschienen*. Abgerufen am 03. März 2014 von <http://www.netzwelt.de/news/80582-augmented-reality-erste-app-iphone-erschienen.html>
- New York Times. (2009). *Webcam Brings 3-D to Topps Sports Cards*. Abgerufen am 15. März 2014 von <http://nytimes.com/2009/03/09/technology/09topps.html>
- Nike. (2010). *Nike True City*. Abgerufen am 15. März 2014 von http://www.nike.com/nikeos/p/sportswear/de_DE/truecity_feature
- OECD. (2000). *PISA 2000: Zusammenfassung zentraler Befunde*. Abgerufen am 05. April 2014 von www.mpib-berlin.mpg.de/pisa/ergebnisse.pdf
- Off the record. (2010). *Augmented Reality: 8 Beispiele mit Wow-Moment*. Abgerufen am 14. März 2014 von <http://off-the-record.de/2010/03/10/augmented-reality-8-beispiele-mit-wow-moment/>
- Owen, C. X. (2002). What is the best fiducial? *Proceedings of First IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop*, (S. 98-105).
- Parviz, B. (2009). *Augmented Reality in a Contact Lens*. Abgerufen am 02. März 2014 von <http://spectrum.ieee.org/biomedical/bionics/augmented-reality-in-a-contact-lens/0>
- Pattern Language. (2010). *Envisioning Your Future in 2020*. Abgerufen am 17. März 2014 von <http://designmind.frogdesign.com/blog/envisioning-your-future-in-2020.html>
- PC Magazin. (2010). Windows 8: streng geheim, Nr. 9. S. 20-23.
- Penn, A., Mottram, C., Schieck, F., Wittkämper, M., Störring, M., & Romell, O. (2004). Augmented Reality meeting table: a novel multi-user interface for architectural design. *DDSS 2004*, (S. 1-19).
- Perey. (2010). *Augmented Reality Business Models*. Abgerufen am 12. März 2014 von <http://www.perey.com/ARDevCampZurichMarch1/ARBusinessModelsSession.pdf>
- PocketGame. (2010). Abgerufen am 17. März 2014 von <http://www.pocket-lint.com/news/34062/augmented-reality-gaming-hands-on>
- Pocketnavigation. (2010). *mTrip Reiseführer fürs iPhone mit Augmented Reality*. Abgerufen am 15. März 2014 von http://www.pocketnavigation.de/news/view_2197__mtrip-reisefuehrer-fuers-iphone-mit-augmented-reality/1.1.88.html

- Pratsch, D. (2005). *Auswirkungen einer Aero-Cave-Umgebung auf die Orientierung innerhalb einer virtuellen 3D-Umgebung*. Abgerufen am 03. März 2014 von <http://www.arteclab.uni-bremen.de/alp/paper9.pdf>
- Qualcomm. (2010). *Augmented Reality*. Abgerufen am 08. März 2014 von <http://developer.qualcomm.com/ar>
- Qualcomm. (2014). *Augmented Reality (Vuforia)*. Abgerufen am 14. März 2014 von <https://developer.qualcomm.com/mobile-development/add-advanced-features/augmented-reality-vuforia>
- Reichheld, F. (2003). The One Number You Need to Grow. *Harvard Business Review, Vol. 81, No. 12*, S. 47 - 54.
- Reif, R. (2007). *Augmented Reality - Vision oder Wirklichkeit, Vortrag beim 14. Flaschenkellerseminar der TU München*. Abgerufen am 15. März 2014 von http://www.fml.mw.tum.de/PDF/20071204_Flaschenkellerseminar_Reif.pdf
- Richter, K. (2007). *Methoden bei der Entwicklung plattformübergreifender Benutzerschnittstellen (Dissertation)*. Abgerufen am 05. März 2014 von http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/epda/000841/kai_richter.pdf
- Rolland, J., Baillot, Y., & Goon, A. (2001). *A Survey of Tracking Technologies for Virtual Environments*. Abgerufen am 15. März 2014 von <http://odalab.ucf.edu/Publications/2001/Book Chapter/Tracking Tech for Virtual Enviroments.pdf>
- Rosenberg, L. (1992). The Use of Virtual Fixtures As Perceptual Overlays to Enhance Operator Performance in Remote Environments. *Technical Report AL-TR-0089. USAF Armstrong Laboratory, Wright-Patterson AFB OH*.
- Rosenberg, L. (1993). The Use of Virtual Fixtures to Enhance Operator Performance in Telepresence Environments. *SPIE Telemomanipulator Technology*.
- Ryall, J. (2010). *Japanese vending machine tells you what you should drink*. (T. Telegraph, Herausgeber) Abgerufen am 10. Februar 2014 von <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/asia/japan/8136743/Japanese-vending-machine-tells-you-what-you-should-drink.html>
- Santana, J. (2010). *Finding the Nexus of Business, Technical and User Needs in Building a Commercially Viable Mobile Augmented Reality Application (Thesis)*. Abgerufen am 11. März 2014 von <http://www.ischool.berkeley.edu/programs/masters/projects/2010/augmentingreality>
- Schroll, W. (2010). *Augmented Reality - Ein Urknall steht bevor*. Abgerufen am 20. August 2010 von http://www.drei.at/portal/media/contentpdf/MXP06_screen.pdf
- Schwanck, S., Kuhn, M., & Blohm, F. (2007). *Augmented Reality*. Abgerufen am 03. März 2014 von http://www.f4.fhtw-berlin.de/~tj/vr/VR_Augmented-Reality.pdf

- Shinyshiny. (2009). *The Top Ten Terrible games revealed at E3: Save your pennies for Halo Reach - Sony Eye Pet.* Abgerufen am 14. März 2014 von http://www.shinyshiny.tv/2009/06/galleries/the_top_ten_gam.php?pic=8
- Siepermann, M., & Lackes, R. (2014). *Benutzerschnittstelle.* Abgerufen am 17. März 2014 von Gabler Wirtschaftslexikon: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/benutzerschnittstelle.html>
- Singularity Hub. (2010). *Augmented Reality makes Walls Transparent.* Abgerufen am 10. März 2014 von <http://singularityhub.com/tag/transparent-walls/>
- Skrypnyk, I., & Lowe, D. (2004). Scene Modelling, Recognition and Tracking with Invariant Image Features. *Proceedings of the 3rd IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, (S. 110-119). Abgerufen am 12. März 2014 von <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.62.3575&rep=rep1&type=pdf>
- Sony. (2012). *Wonderbook.* Abgerufen am 21. Februar 2014 von <http://www.playstation-wonderbook.com>
- Spiegel. (2010). *Rebuilding the Berlin Wall with Augmented Reality.* Abgerufen am 16. März 2014 von <http://www.spiegel.de/international/spiegel/0,1518,704970,00.html>
- Spieleratgeber NRW. (2010). *Augmented Reality Games: Ich sehe was, was du nicht siehst.* Abgerufen am 09. August 2010 von <http://www.spieleratgeber-nrw.de/?siteid=2599>
- Stähler, P. (2002). *Geschäftsmodelle in der digitalen Ökonomie*, 2. Auflage. Lohmar.
- Startblatt. (2010). *Augmented Reality: Orientierung beim Aufbau komplexer Bauteile.* Abgerufen am 03. März 2014 von <http://www.startblatt.net/blogs/de.391-magdeburg/augmented-reality-orientierung-beim-aufbau-komplexer-bauteile>
- Statista. (2013). *Anzeigenumsätze Publikumszeitschriften.* Abgerufen am 25. Februar 2014 von <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/37671/umfrage/anzeigenumsaetze-von-zeitschriften-im-jahr-2008/>.
- Ströer. (2010). *Wireless Poster.* Abgerufen am 31. Juli 2010 von <http://www.stroeer.de/index.php?id=1838>
- Suthau, T. (2006). *Augmented Reality - Positionsgenaue Einblendung räumlicher Informationen in einem See Through Head Mounted Display für die Medizin am Beispiel der Leberchirurgie (Dissertation).* Abgerufen am 16. März 2014 von http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2006/1380/pdf/suthau_tim.pdf
- Suthau, T., Vetter, M., Hassenpflug, P., Meinzer, H.-P., & Hellwich, O. (2002). *Konzeption zum Einsatz von Augmented Reality in der Leberchirurgie.* Abgerufen am 03. März 2014 von http://www.cv.tu-berlin.de/fileadmin/fg140/Konzeption_zum_Einsatz.pdf

- Tantius, R. (2008). *Augmented Reality auf mobilen Endgeräten*. Abgerufen am 09. März 2014 von http://sewiki.iai.uni-bonn.de/_media/teaching/seminars/ss08/mobilechi/augmentedreality_2.0.pdf
- T-Online. (2009). *Heute-Journal-Team hat neues Zuhause*. Abgerufen am 15. März 2014 von http://unterhaltung.t-online.de/zdf-hat-ein-virtuelles-nachrichtenstudio-fuers-heute-journal-/id_19280504/index
- Tönnis, M. (2010). *Augmented Reality: Einblicke in die erweiterte Realität (Dissertation)*. Heidelberg: Springer.
- Toppstown. (2010). Abgerufen am 04. August 2010 von <http://www.toppstown.com>
- Total Immersion. (2010). Abgerufen am 04. August 2010 von <http://t-immersion.com>
- Toyota. (2010). *Toyota Auris*. Abgerufen am 10. November 2010 von <http://www.auris-hybrid.de>
- Trendwatching. (2005). *Tryvertizing*. Abgerufen am 15. März 2014 von http://trendwatching.com/trends/pdf/2005_03_tryvertizing.pdf
- TU Clausthal. (2010). *Computer Augmented Reality für Wartungsunterstützung*. Abgerufen am 03. März 2014 von <http://www.ipp.tu-clausthal.de/forschung/projekte/computer-augmented-reality-fuer-wartungsunterstuetzung/>
- TU München. (2010). *Der Blick in den Körper – Erweiterte Realität in der computergestützten Chirurgie*. Abgerufen am 03. März 2014 von <http://www.in.tum.de/forschung/forschungs-highlights/medical-augmented-reality.html>
- TUAW. (2010). *iPhone app enables augmented driving, at your own risk*. Abgerufen am 12. März 2014 von <http://www.tuaw.com/2010/08/20/iphone-app-enables-augmented-driving/>
- Uenohara, M. K. (1995). Vision-Based Object Registration for Real-Time Image Overlay. In *Proceedings of the First International Conference on Computer Vision, Virtual Reality and Robotics in Medicine*, (S. 13-22).
- Ungeheuer, G. (1983). *Einführung in die Kommunikationstheorie. Kurseinheiten 1-3*. Fernuniversität Hagen.
- Unix. (1994). *Virtual Reality*. Abgerufen am 03. August 2010 von <http://www.home.unix-ag.org/sfx/papers/virtualreality.html>
- UPS. (2010). *Priority Mail*. Abgerufen am 16. März 2014 von <https://www.prioritymail.com/simulator.asp>
- Useless Creations. (2014). *Zombies Everywhere!* Abgerufen am 26. Februar 2014 von <itunes.apple.com/us/app/id530292213>

- VDZ. (2009). *Ad Specials – Print mit allen Sinnen*. Abgerufen am 15. März 2014 von <http://www.vdz.de/anzeigen-publikationen.html>
- VDZ. (2010). *Der "Wow"-Faktor: Wie neue Technik den großen Illustrierten aus der Krise helfen soll*. Abgerufen am 10. März 2014 von <http://www.tagesspiegel.de/medien/der-wow-faktor/1714420.html>
- Visapix. (2014). Abgerufen am 11. März 2014 von <http://www.visapix.com>
- Vuzix. (2014). Abgerufen am 12. März 2014 von <http://www.vuzix.com>
- Wadhwa, T. (2012). *What Do Jell-O, Kraft, And Adidas Have In Common? They All Want To Know Your Face*. (Forbes, Herausgeber) Abgerufen am 10. Februar 2014 von <http://www.forbes.com/sites/singularity/2012/08/08/billboards-and-tvs-detect-your-face-and-juice-up-ads-tailored-just-for-you>
- Wagner, D. (2007). *Handheld Augmented Reality (Dissertation)*. Graz.
- Wagner, D., & Schmalstieg, D. (2009). History and Future of Tracking for MobilePhone Augmented Reality. *Proceedings of the 2009 International Symposium on Ubiquitous Virtual Reality*, (S. 7-10).
- Wagner, D., Langlotz, T., & Schmalstieg, D. (2008). Robust and Unobtrusive-Marker Tracking on Mobile Phones. *Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, (S. 121-124).
- WDR. (2010). *Braucht die Wirklichkeit Untertitel?* Abgerufen am 15. März 2014 von http://www.wdr.de/themen/computer/2/augmented_reality/100127.jhtml
- Weiber, R., & Adler, J. (1995). Informationsökonomisch begründete Typologisierung von Kaufprozessen. *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, 47. Jg., Nr. 1, S. 43-65.
- Weinberg, P. (1992). *Erlebnismarketing*. München.
- Welt. (2009). *Augmented Reality*. Abgerufen am 03. März 2014 von <http://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article5344860/Augmented-Reality.html>
- Werder, S., & Bähr, H.-P. (2007). *Wissensrepräsentation für Katastrophenmanagement in einem technischen Informationssystem (TIS)*. Abgerufen am 03. März 2014 von <http://www-sfb461.ipf.uni-karlsruhe.de/publications/readpdf.php?id=1003>
- Wikitude. (2008). *Wikitude: Ein Reiseführer*. Abgerufen am 03. August 2010 von <http://www.wikitude.org/de/wikitude-ein-reiseführer>
- Wiskott, L., Fellous, J., Krueger, N., & von der Malsburg, C. (1999). Face recognition by elasticbunch graph matching. *Intelligent Biometric Techniques in Fingerprint and Face Recognition*, S. 355 - 396.
- Zeit. (2010). *Handyspieler jagen Zombies*. Abgerufen am 03. März 2014 von <http://www.zeit.de/digital/games/2010-04/digitale-schnitzeljagd-games>

- Zeit. (2014). *Mit Kontaktlinsen in die Augmented Reality*. Abgerufen am 04. April 2014 von <http://www.zeit.de/digital/mobil/2014-01/augmented-reality-kontaktlinsen-ces>
- Zhang, X. F. (2002). Visual Marker Detection and Decod-ing in AR Systems: A Comparative Study. *ISMAR '02*, (S. 97-106).
- Zhao, W. (2003). Face Recognition: A Literature Survey. *ACM Computing Surveys. Vol. 34, No. 4*, S. 399 - 458.
- ZHdK. (2006). *Live Agents*. Abgerufen am 13. März 2014 von http://www.elearning.zfh.ch/projektf/projekte_view.cfm?id=4

Glossar

@Home	at home
Augmented Reality	Augmented Reality zielt auf eine Anreicherung der bestehenden realen Welt um computergenerierte Zusatzobjekte. Im Gegensatz zu Virtual Reality werden keine gänzlich neuen Welten erschaffen, sondern die vorhandene Realität mit einer virtuellen Realität ergänzt.
Avatar	Unter einem Avatar versteht man einen künstlichen, sprich virtuellen Charakter.
Benutzerschnittstelle	Siehe Interface
Digital Signage	Elektronisches, d. h. aktives Plakat
Face Detection	Unter Face Detection versteht man die Lokalisierung eines Gesichts in einem gegebenen Bild.
Face Recognition	Face Recognition ist die Ermittlung der Identität einer Person anhand ihrer Gesichtsmerkmale.
Face Tracking	Als Face Tracking bezeichnet man das automatisierte Erkennen von Gesichtern in visuellen Medien.
Facial Feature Extraction	Facial Feature Extraction beschreibt das Extrahieren von Merkmalen eines Gesichts.
Geschäftsmodell	Ein Geschäftsmodell wird einerseits durch den Nutzen für den Kunden und die Architektur der Wertschöpfung beschrieben. Andererseits ist das Ertragsmodell für ein Geschäftsmodell entscheidend, d. h. die Beantwortung der Frage, welche Einnahmen aus welchen Quellen generiert werden.
hap.dig	Kombination aus haptisch und digital
Head-Mounted-Display	Beim Head-Mounted-Display-Prinzip (HMD-Prinzip) ist die Kamera am Kopf des Betrachters montiert. Dadurch kann diese bei Kopfbewegungen die reale Umgebung erfassen und entweder nach Markern oder nach natürlichen Formen (marker- oder markerless-tracking) suchen.

Head-Up-Display	Beim Head-Up-Display sieht der Benutzer die gespiegelte Information der bildgebenden Einheit und gleichzeitig die reale Welt.
Interface	Unter einem Interface versteht man allgemein die Schnittstelle zwischen einem Softwareprodukt und dem Endbenutzer, d. h. die von Seiten des Softwareprodukts vorgegebene Art und Weise der Interaktion (z. B. Führung des Benutzers, Möglichkeiten des Benutzers, selbst initiativ zu werden, Menütechnik, Maske)
Involvement	Unter Involvement versteht man die innere Beteiligung oder das Engagement, mit dem sich die Kunden der Kommunikation zuwenden.
Kommunikation	Kommunikation bedeutet die Übermittlung von Informationen und Bedeutungsinhalten zum Zweck der Steuerung von Einstellungen, Meinungen, Erwartungen und Verhaltensweisen gemäß spezifischer Zielsetzungen.
Kundenverhalten	Unter Kundenverhalten – auch Konsumentenverhalten genannt – versteht man das Verhalten der Menschen beim Kauf und Konsum von wirtschaftlichen Gütern oder Dienstleistungen.
Living	Augmentiert, quasi „zum Leben erweckt“
Living Architecture	Unter Living Architecture verstehen wir den Einsatz der Living Print-Technologie im Bereich Architektur.
Living Brochure	Als Living Brochure bezeichnen wir den Einsatz der AR Technologie im Bereich Print wie z. B. Zeitschriften oder Prospekten.
Living Card	Unter Living Card verstehen wir den Einsatz der Living Print-Technologie im Bereich Sammel- und Grußkarten.
Living Environment	Alle AR Anwendungen, die mit mobilen Systemen reale Umgebungen oder Einrichtungen mit Zusatzinformationen jeglicher Art wie Text, 2D-Objekten, 3D-Objekten, Video- und Audiosequenzen erweitern, bezeichnen wir als Living Environment.
Living Meeting	Mittels Augmented Reality lassen sich Tele- und Videokonferenzen so anreichern, dass sie fast wie reale Zusammentreffen wirken; dies ist ein Living Meeting.
Living Mirror	Beim Living Mirror erkennt eine Kamera das Gesicht des Betrachters und platziert lagegerecht dreidimensionale Objekte auf das Gesicht, bzw. den Kopf. Die Projektion erfolgt über einen großen Bildschirm oder einen Beamer, sodass ein Spiegeleffekt hervorgerufen wird.
Living Object	Als Living Object bezeichnen wir den Einsatz der AR Technologie im Bereich Print wie z. B. Verkaufsverpackungen.

Living Poster	Unter einem Living Poster wird eine Werbebotschaft im öffentlichen Raum verstanden, die mit Augmented Reality um manipulative Informationselemente erweitert wird.
Living Presentation	Messestände und Präsentationen lassen sich mittels AR Technologie zu einer Living Presentation anreichern.
Living Print	Als Living Print bezeichnen wir den Einsatz der AR Technologie im Bereich Print.
Marker	Unter einem Marker versteht man ein zwei- oder dreidimensionales Objekt, das durch seine Art und Form leicht durch eine Kamera identifiziert (getrackt) werden kann.
Mobile Tagging	Mobile Tagging beschreibt den Vorgang, bei dem mit Hilfe einer Kamera eines mobilen Endgerätes ein 1D- bzw. 2D-Barcode ausgelesen wird.
Natural Feature Recognition	Natural Feature Recognition erlaubt ein Tracking ohne Verwendung künstlicher Marker und ermöglicht das Erkennen völlig unbekannter Umgebungen.
Rendering	Rendering ist die Technik der Kombination von realen und virtuellen Objekten zu einer neuen Szene.
Time-to-Content	Unter Time-to-Content versteht man die Zeitspanne, die benötigt wird, bis ein Anwender über von ihm gewünschte Informationen verfügt.
Tracking	Unter Tracking versteht man die Erkennung und „Verfolgung“ von Objekten; auch Bewegungsgeschwindigkeit sowie Beschleunigung oder Verzögerung der Objekte lassen sich berechnen. Grundsätzlich können zwei verschiedene Verfahren unterschieden werden: Nichtvisuelles und visuelles Tracking.
Tracking Engine	Eine Tracking Engine ist eine Bildverarbeitungssoftware speziell zur Erkennung und Verfolgung von Trackern.
Tryvertizing	Unter Tryvertizing versteht man in der klassischen Werbung die Möglichkeit, Produkte vor dem Kauf zu testen.
Virtual Reality	Unter Virtual Reality versteht man die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung der Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer in Echtzeit computergenerierten, interaktiven, virtuellen Umgebung; die reale Welt wird demzufolge ausgeschaltet.
WYDIWYG	What you do is what you get.

Stichwortverzeichnis

A

Anwendung

Art 22

Hologramm 22

Muster 22

Oberfläche 22

Position 22

Umriss 22

mobil 22

stationär 21

ARTag 29

ARToolkit 30

ARToolkitMarker 30

ARToolkitPlus 29

Augmented Reality 1, 2, 5, 9, 10, 11, 18, 19, 23, 24, 33, 49, 62, 68, 71, 75, 76, 85, 92, 104, 119, 130, 134, 141, 165, 166, 167

Charakteristika 10

Definition 10, 11

im engeren Sinne 11

im weiteren Sinne 11

Software 50, 53

Cloud-Lösungen 54

Suite 50

Augmented Virtuality 10

Augmentierung 13, 23, 51, 96, 117

Definition 13

Avatar 85, 121, 165

Definition 85

B

Bezahlmodell

API Lizenzierung für Content-Provider 135

AR Content Store 135, 137

Kostenpflichtige Abonnements für Inhalte 135

Lizenz- und Nutzungsgebühren von Infotainment-Ausstattungen 135

Lizenzgebühren für Hardware-Hersteller 135

Pay per download 135

Pay per use 127, 135

Werbung/Affiliation-Programme 135

C

Customer Lifecycle 69

Customer Relationship Management 61

Definition 61, 62

Erfolgskette 69

Lifecycle 69

Ziele 72

Community Building 73

Erhöhung des Markenbekanntheitsgrads 72

Imageverbesserung 73

Innovativität 72

Kundenbindung 72

Kundenvertrauen 72

Kundenzufriedenheit 72

Neukundenansprache 72

Positionierung am Markt 72

Serviceorientierung 73

Zielpyramide 72

D

Data-See-Through Glasses 45

Datenbrille 45, 124, 144, 145

Digital Signage 116, 117, 165

Dimished Reality 11

E

Elastic Bunch Graph Matching 39
Enhanced Reality Siehe Augmented Reality
Experience 55

F

Face Detection 38, 165
Face Recognition 38, 165
Face Tracking 20, 37, 40, 165
 SHORE™ 40
Facial Feature Extraction 38, 165

G

Gartner Hype Cycle 4, 5
Geschäftsmodell 134
 3D Virals 137
 Augmentierter Event 138
 Blended Branding 138
 Definition 134
 Erweiterte Klassifikation 137
 Experimentelles Lernen 137
 Intertainment 138
 Kooperation 138
 Lagebeschreibungen 137
 Personalisiertes Shopping 138
 Planungsvisualisierung 136
 Social Gaming 136
 Systemverständnis 138
 Training 136
 Utility 136
 Virtuelle Demos 137
 Zielgruppenerkennung & -ansprache 139
Gestensteuerung 6, 20

H

Handheld 48
hap.dig 3, 21, 43, 76, 98, 165
 Definition 3
Head-Mounted-Display 13, 18, 44, 46, 123,
 165
 mit See through Funktionalität 45
 ohne See through Funktionalität 44
Head-Up-Display 18, 46, 47, 112, 166

I

Interface 7, 42, 165, 166
Bildschirm 13, 42, 44
Bildschirmdarstellung 42
Data-See-Through Glasses 45
Datenbrille 45, 124, 144, 145
Definition 42
Handheld 48
Head-Mounted-Display 18, 44, 165
Head-Up-Display 18, 46, 166
Kontaklinse 47, 48
Involvement 67, 68, 166

K

Kommunikation 5, 7, 13, 14, 19, 20, 59, 60,
 61, 62, 64, 66, 67, 68, 69, 72, 75, 76, 77,
 79, 81, 82, 83, 85, 133, 140, 143, 144, 166
Kommunikationskanäle 71
Kontaklinse 47, 48
Kundenverhalten 59, 64, 65, 71, 76, 166

L

Living Architecture 23, 110, 111, 113, 114,
 115, 136, 137, 166
Living Book 23, 89, 101, 103
Living Brochure 23, 89, 92, 93, 94, 95, 96,
 97, 98, 101, 136, 137, 139, 166
Living Card 23, 89, 90, 91, 92, 101, 103, 166
Living Environment 24, 125, 127, 128, 129,
 131, 136, 138, 147, 166
Living Event 23
Living Game
 mobile 23, 102, 103, 106, 109, 110
 print-basiert 23, 89, 103
Living Meeting 122, 123, 124, 125, 166
Living Mirror 23, 38, 86, 87, 88, 116, 117,
 137, 139, 166
Living Object 23, 89, 98, 99, 100, 136, 137,
 138, 139, 166
Living Poster 23, 116, 118, 119, 120, 138,
 139, 167
Living Presentation 23, 121, 122, 138, 167
Living Print 23, 79, 89, 111, 114, 121, 137,
 166, 167
Living Wall 120

M

Marker 7, 20, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 42, 43, 44, 46, 50, 78, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 103, 111, 113, 116, 144, 167
2D Marker 36
Anforderungen 28
ARToolkit 30
Bildmarker 36
Charakteristika 28
DOT 30, 35
Frame 30, 33
HOM 30, 31
IGD 30, 31, 32
Kriterien 28
SCR 30, 32
Split 30, 33, 34
Texturmarker 36, *Siehe*
 Marker:Bildmarker
Mediated Reality 11
Mixed Reality Siehe Augmented Reality
Mobile Tagging 167

N

Natural Feature Recognition 20, 36, 37, 107, 126, 167

P

PTAM-Verfahren 37

R

Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum 10
Reality-Virtuality Continuum 9
Relationship Marketing
 Definition 61
Rendering 11, 12, 44, 50, 144, 167
 Definition 11

S

See-Through-Display 44

SLAM-Verfahren 37

Software 3, 7, 20, 21, 22, 25, 40, 43, 50, 52, 61, 78, 92, 95, 101, 108, 110, 112, 115, 123, 135
Software Developer Kit XIX, 108
Storyboard 91

T

Target 54
Textur 27
Time-to-Content 1, 21, 24, 61, 77, 143, 167
Tracker 3
 Definition 25
Tracking 3, 7, 11, 12, 20, 25, 26, 27, 28, 35, 36, 37, 43, 46, 50, 78, 86, 92, 96, 107, 108, 116, 126, 165, 167
 Definition 11
Face 37, 38
 bildbasierend 38
 musterbasiert 38
 SHORE™ 40
Hybrid Tracking-System 27
incremental 35
Inside-Out-Tracking 25
marker-based 28
marker-less 35
nichtvisuell 26, 167
Outside-In-Tracking 26
visuell 26, 167
 merkmalsbasiert 27
 modellbasiert 27
Tracking Engine 28, 167
Tryvertizing 93, 167

V

Virtual Reality 1, 9, 13, 90, 165, 167
 Definition 9, 167

W

WYDIWYG 78, 167

