

TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
CHEMNITZ

1836-2011

*175 Jahre*

**Antrag für ein DFG-Graduiertenkolleg**

---

**Kopplung virtueller und realer sozialer  
Welten**

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Allgemeine Angaben.....</b>	<b>2</b>
1.1	Titel in deutscher und englischer Sprache .....	2
1.2	Antrag stellende Hochschule .....	2
1.3	Beteiligte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler.....	2
1.4	Zusammenfassung in deutscher und englischer Sprache .....	3
1.4.1	Zusammenfassung in deutscher Sprache .....	3
1.4.2	Zusammenfassung in englischer Sprache.....	4
<b>3</b>	<b>Forschungsprogramm.....</b>	<b>8</b>
3.1	Herleitung der zentralen Forschungs idee .....	8
3.1.1	Ausgangslage: Virtualisierung und Mixed Realities .....	8
3.1.2	Problembefund .....	8
3.1.3	Lösungsvorschlag: thematische Leitfragen und zentrale Forschungs idee .....	9
3.1.4	Begriffliche Klärung.....	9
3.1.5	Forschungsteilbereiche.....	10
3.1.6	Forschungsteilbereiche und Profil der Forscher .....	11
3.1.7	Anwendungsszenario .....	12
3.2	Forschungsprogramm und Darstellung der Forschungsteilbereiche .....	12
3.2.1	Kommunikation und Interaktion zwischen realen Personen und virtuellen Charakteren als Mittler zwischen realen und virtuellen sozialen Welten .....	12
3.2.2	Forschungsteilbereich Emotion: Emotionale Sensitivität bei virtuellen Charakteren in gekoppelten virtuellen und realen sozialen Welten .....	17
3.2.3	Forschungsteilbereich Sensomotorik: Sensomotorik in gekoppelten virtuellen und realen sozialen Welten am Beispiel immersiver VR-Umgebungen mit mehrbenutzerfähiger Stereoprojektion.....	21
3.2.4	Forschungsteilbereich Lernen: Förderung des selbstgesteuerten Lernens in gekoppelten virtuellen und realen sozialen Welten mit virtuellen Charakteren.....	24

## **Anhang I: Publikationen und Literaturverweise zum Forschungsprogramm ... 51**

# 1 Allgemeine Angaben

## 1.1 Titel in deutscher und englischer Sprache

Der Titel des beantragten DFG-Graduiertenkollegs lautet „Kopplung virtueller und realer sozialer Welten“ in deutscher Sprache bzw. „Connecting Virtual and Real Social Worlds“ in englischer Sprache.

## 1.2 Antrag stellende Hochschule

Technische Universität Chemnitz  
 Straße der Nationen 62  
 09111 Chemnitz

## 1.3 Beteiligte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler

Das Graduiertenkolleg (GK) wird von den folgenden Wissenschaftlern beantragt (in alphabetischer Reihenfolge):

Name, Vorname, akad. Titel	Lehrstuhl / Institut, Dienstanschrift	Telefonnummer, Telefaxnummer, E-Mail-Anschrift, Internet-Adresse	Fachgebiet
Prof. Dr. Maria Bannert	Pädagogische Psychologie und E-Learning Institut für Medienforschung, Philosophische Fakultät	0371 / 531 - 34922 0371 / 531 - 27529 maria.bannert@phil.tu-chemnitz.de <a href="http://www.tu-chemnitz.de/phil/ipp/elearning/bannert/pro-bannert.html">http://www.tu-chemnitz.de/phil/ipp/elearning/bannert/pro-bannert.html</a>	Lehr-Lern-Forschung, E-Learning, Instruktionsdesign
Prof. Dr. Guido Brunnett	Graphische Datenverarbeitung, Fakultät für Informatik	0371 / 531 - 31533 0371 / 531 - 25719 guido.brunnett@informatik.tu-chemnitz.de <a href="http://www.tu-chemnitz.de/informatik/GDV/prof/prof.php">http://www.tu-chemnitz.de/informatik/GDV/prof/prof.php</a>	Erweiterte und Virtuelle Realität, Geometrische Modellierung, Bewegungssynthese
Prof. Dr. Maximilian Eibl	Medieninformatik, Fakultät für Informatik	0371 / 531 - 25780 0371 / 531 - 25719 maximilian.eibl@informatik.tu-chemnitz.de <a href="http://www.tu-chemnitz.de/informatik/Medieninformatik/prof/prof.php">http://www.tu-chemnitz.de/informatik/Medieninformatik/prof/prof.php</a>	Mensch-Maschine-Interaktion, Information Retrieval, Digitales Fernsehen
Prof. Dr. Claudia Fraas	Medienkommunikation Institut für Medienforschung Philosophische Fakultät	0371 / 531 - 32924 0371 / 531 - 27269 claudia.fraas@phil.tu-chemnitz.de <a href="http://www.medkom.tu-chemnitz.de/mk/personen_fraas.php">http://www.medkom.tu-chemnitz.de/mk/personen_fraas.php</a>	Online-Kommunikation, Methoden der Online-Forschung, Online-Diskurs-Analyse, Frame-Analyse
Prof. Dr. Fred Hamker	Künstliche Intelligenz, Fakultät für Informatik	0371 / 531 - 37875 0371 / 531 - 25739 fred.hamker@informatik.tu-chemnitz.de <a href="http://www.tu-chemnitz.de/informatik/KI/fhamker.php">http://www.tu-chemnitz.de/informatik/KI/fhamker.php</a>	Computational Cognitive Neuroscience, Modelle von künstlicher und natürlicher Intelligenz
Prof. Dr. Wolfram Hardt	Technische Informatik, Fakultät für Informatik	0371 / 531 - 25550 0371 / 531 - 25559 hardt@cs.tu-chemnitz.de <a href="http://www.ce.informatik.tu-chemnitz.de/die_professur/mitarbeiter/wolfram_hardt/">http://www.ce.informatik.tu-chemnitz.de/die_professur/mitarbeiter/wolfram_hardt/</a>	Entwurfsmethodik für eingebettete Systeme mit dem Schwerpunkt interaktiver Schnittstellen
Prof. Dr. Peter Ohler	Mediennutzung (Medienpsychologie / Mediensoziologie),	0371 / 531 - 34592 0371 / 531 - 27269 peter.ohler@phil.tu-chemnitz.de	Kognitive Medienpsychologie, kognitive und emotionale Medienwirkungen, Labor-

	Institut für Medienforschung Philosophische Fakultät	<a href="http://www.medkom.tu-chemnitz.de/mn/">http://www.medkom.tu-chemnitz.de/mn/</a>	experimentelle Methoden, Computer Games Studies, Kinder und Medien
Prof. Dr. Klaus Sachs- Hombach	Philosophie mit Schwerpunkt Kognitionswissenschaften,  Institut für Medienforschung, Philosophische Fakultät	0371 / 531 - 36924 0371 / 531 - 3627909 klaus.sachs-hombach@phil.tu-chemnitz.de <a href="http://www.tu-chemnitz.de/~ksh/">http://www.tu-chemnitz.de/~ksh/</a>	Philosophische Aspekte der Bild-, Zeichen- und Kommu- nikationstheorien, Philoso- phie des Geistes und der Kognitionswissenschaft

Vier Nachwuchswissenschaftler mit selbständigen Arbeitsfeldern werden intensiv einbezogen:

Name, Vorname, akad. Titel	Lehrstuhl / Institut, Dienstanschrift	Telefonnummer, Telefaxnummer, E-Mail-Anschrift, Internet-Adresse	Fachgebiet
Dr. Stefan Meier	Medienkommunikation Institut für Medienforschung Philosophische Fakultät	0371 / 531 - 32916 0371 / 531 - 27269 stefan.meier@phil.tu-chemnitz.de <a href="http://www.konnotation.de">http://www.konnotation.de</a>	Visuelle und Internet-Kommunikation, Mediensemiotik, Kommunikationsdesign, qualitative Medienforschung, Jugendmedienkulturen
Jun.-Prof. Dr. Paul Rosenthal	Inhaber der Juniorprofessur Visual Computing Fakultät für Informatik	0371 / 531 - 39227 0371 / 531 - 25729 paul.rosenthal@informatik.tu-chemnitz.de <a href="http://www.tu-chemnitz.de/informatik/vcl/prof.php">http://www.tu-chemnitz.de/informatik/vcl/prof.php</a>	Fotorealistisches Rendern von massiven Datensätzen, GPU-basiertes Scientific Computing, Visualisierung von volumetrischen und unstrukturierten Daten
Dr. Julien Vitay	Künstliche Intelligenz Fakultät für Informatik (ab März 2011)	jvita_01@uni-muenster.de <a href="http://julien.vitay.free.fr/">http://julien.vitay.free.fr/</a>	Neurokognition
Dr. Matthias Vodel	Technische Informatik Fakultät für Informatik	0371 / 531 - 36499 0371 / 531 - 836499 vodel@informatik.tu-chemnitz.de <a href="http://www.ce.informatik.tu-chemnitz.de/die_professur/mitarbeiter/matthias_vodel/">http://www.ce.informatik.tu-chemnitz.de/die_professur/mitarbeiter/matthias_vodel/</a>	Verteilte Sensor-Aktor-Systeme; Drahtlose Kommunikationstechnologien; Selbstorganisierende und eingebettete Systeme

## 1.4 Zusammenfassung in deutscher und englischer Sprache

### 1.4.1 Zusammenfassung in deutscher Sprache

Das Graduiertenkolleg „Kopplung virtueller und realer sozialer Welten“ thematisiert die zunehmende Digitalisierung und damit einhergehende Virtualisierung von Prozessen, Kommunikationsformen, Umgebungen und letztendlich vom menschlichen Gegenüber. Dabei können Art und Grad der Virtualisierung stark variieren und sind beträchtlich vom Anwendungskontext abhängig. Zu dieser Variabilität kommt hinzu, dass medial vermittelte Kommunikation per se immer mit Einschränkungen im Vergleich zu rein realweltlicher Kommunikation einhergeht.

Ziel des Graduiertenkollegs ist es, dieses Problemfeld durch eine Untersuchung der Kopplungsmöglichkeiten virtueller und realer sozialer Welten aufzuarbeiten. Damit soll geklärt werden, welche bisherigen Einschränkungen der medial vermittelten Kommunikation durch gekoppelte virtuell-reale Welten überwunden werden können und welche Interaktions- und Erlebnismöglichkeiten sich auf diese Weise gegenüber unmittelbarer realer Interaktion und Kommunikation eröffnen.

Im Forschungsprogramm des Kollegs sind die Verbindungen zwischen virtuellen und realen sozialen Erlebnisräumen in die Teilbereiche *Kommunikation*, *Emotionen*, *Sensomotorik* und *Lernen* unterteilt. Die Teilbereiche werden in interdisziplinär zusammengesetzten Tandems auf Doktoranden-, Postdoktoranden- und auch auf der Betreuungsebene durch Informatiker und Sozialwissenschaftler gemeinsam bearbeitet.

Das Qualifikationsprogramm orientiert sich an der Zielsetzung des Graduiertenkollegs, das explizit Schnittstellen-Kompetenzen zwischen technikorientierter und sozialwissenschaftlicher Medienforschung fokussiert. Es werden Vorlesungen angeboten, um die Kollegiaten aus den unterschiedlichen Fachbereichen und Studiengängen auf eine gemeinsame inhaltliche Basis zu stellen. Zusätzlich beschäftigen sich die Kollegiaten in Seminaren und in zum Teil selbst zu organisierenden Workshops intensiv mit ihrer Forschungsarbeit. Ferner qualifizieren Tutorien die Kollegiaten, um sich im nationalen und internationalen wissenschaftlichen Betrieb zu behaupten. Abgerundet wird das Qualifikationsprogramm durch den Besuch von namhaften Gastwissenschaftlern.

#### **1.4.2 Zusammenfassung in englischer Sprache**

The Research Training Group "Connecting Virtual and Real Social Worlds" addresses the increase in digitization and its resulting virtualization of processes, communication, environments, and finally of the human counterparts. The nature and the degree of virtualization vary significantly, and they depend considerably on the context of application. In addition, media-mediated communication is always restricted in comparison with real-world communication.

Our goal is to overcome the current constraints of media-mediated communication. In doing so, we will study which new ways of interaction and communication are offered by the connection of virtual and real social worlds in comparison with the experience of immediate real interaction and communication.

The research program subdivides the connection between virtual and real social environments into the fields of: *communication*, *emotions*, *sensomotorics*, and *learning*. Research in these areas is performed within interdisciplinary research tandems consisting of computer scientists and social scientists on a doctoral, postdoctoral, and on the supervisory level.

The qualification program is based on the objective of the Research Training Group, which is explicitly focused on joint technology-oriented and social-scientific-oriented media research. Lectures ensure that the fellows, originating from various departments and programs, develop a common understanding. In addition, seminars and workshops, some of them to be organized by the fellows, are focused on the research topics of the fellows. Furthermore, tutorials prepare the fellows for the challenges of the national and international scientific community. The qualification program is completed by visits of designated guest scholars.



## 3 Forschungsprogramm

### 3.1 Herleitung der zentralen Forschungsidee

#### 3.1.1 Ausgangslage: Virtualisierung und Mixed Realities

Einhergehend mit der zunehmenden Digitalisierung aller gesellschaftlichen Bereiche sehen wir uns einer Virtualisierung von Prozessen, Kommunikationsformen, Umgebungen und auch unserem menschlichen Gegenüber ausgesetzt (Heim, 1998; Riegler, 2001). Noch zur Jahrtausendwende wurde eine radikale Zukunftsperspektive formuliert, in der Probleme der Mensch-Maschine-Interaktion durch fortgeschrittene Bedienkonzepte innerhalb von virtuellen 3D-Welten gelöst werden sollten (z.B. Encarnacao & Felger, 1997f). Diese Position ist inzwischen differenzierteren Überlegungen gewichen, welche fließende Übergänge von Realität und Virtualität berücksichtigen und von einem *virtuality-reality continuum* sprechen (Milgram et al., 1994). Die Pole dieses Kontinuums sind einerseits die reale Welt (*real world*), in der wir leben, und andererseits die virtuelle Welt (*virtual reality*), die vollständig künstlich erzeugt wurde. Zwischen diesen Polen sind unterschiedliche Mischformen (*mixed reality*) entstanden, zu denen zum Beispiel die *augmented reality* gehört, welche unseren Blick auf die Welt durch graphische Einblendungen erweitert, oder die *augmented virtuality*, welche realweltliche Einblendungen in virtuelle Welten ermöglicht. Prinzipiell sind den Mischformen keine Grenzen gesetzt, so dass den Koppelungen innerhalb des Kontinuums von realer und virtueller Welt zahllose Varianten von Virtualisierungen zukünftig an Bedeutung gewinnen werden.

Mit einer solchen Kopplung virtueller und realer Welten, bzw. einzelner Elemente dieser Welten, beschreiben wir eine zunehmend flexiblere Durchdringung realer und virtueller Weltausschnitte in der modernen Lebenswelt. Beispiele dafür sind etwa *eCommerce*: ein Nutzer bewegt sich mittels seines Avatars durch einen virtuellen Supermarkt und erwirbt Produkte, die ihm real geliefert werden; *eScience*: Bei Versuchsaufbauten werden gegenständliche Systeme mit virtuellen Modellen gekoppelt, um mit diesem Aufbau gleichzeitig experimentieren und simulieren zu können (Hyper-Bonds); *Blended Museum*: Ein Museumsbesucher vermittelt anhand einer Kamera einem Bekannten in dessen heimischer Umgebung seine realen Erfahrungen in einem virtuellen Raum des Museums und wird dabei von einem Roboter unterstützt, der ihm adaptiv auf seine Bedürfnisse abgestimmtes Wissen vermittelt. Dabei hat auch der Roboter eine virtuelle Entsprechung in Form eines Interface-Agenten im virtuellen Museum, das der Bekannte zeitgleich nutzt; *Media Spaces*: Medienunterstützte Umgebungen integrieren Video, Audio und Computergraphik für die räumlich entkoppelte Kooperation und Kollaboration. Sie haben Bedeutung insbesondere in der informellen Kommunikation. Ausgangspunkt für diese Kooperationssysteme waren Kunstinstallationen (z.B.: „hole in space“ von Kit Galloway und Sherry Rabinowitz, New York 1980).

#### 3.1.2 Problembefund

Dem beschriebenen Kontinuum von realen und virtuellen Welten ist eine Reihe von Implikationen inhärent: Zunächst kann der Grad der Virtualisierung auf den jeweiligen Anwendungsbereich zugeschnitten werden. Während im Bereich der Computerspiele eine weitgehend vollständige Virtualisierung sinnvoll sein kann, stehen in Museen die realen Exponate im Vordergrund, so dass eine zurückhaltende Virtualisierung angemessener erscheint. Bei Verkehrssimulationen wird derzeit noch erforscht, welches Ausmaß an Virtualisierung für Lern- und Prüfungssituationen adäquat ist. Obschon die Möglichkeit, das Maß der Virtualisierung anwendungsspezifisch zu variieren, prinzipiell positiv zu bewerten ist, erschwert diese Möglichkeit doch auch die Gestaltung benutzerfreundlicher Bedienkonzepte, weil es keine standardisierte Reihe von Interaktionswegen und -elementen gibt, auf die zurückgegriffen werden kann. Zudem gibt es nach wie vor kaum belastbare Anwendungsstudien.

Eine weitere zentrale Implikation ergibt sich aus dem Umstand, dass medial vermittelte Kommunikationssituationen prinzipiell beschränkt sind, da sie die in Realsituationen gleichzeitig zur Verfügung stehenden visuellen, akustischen und kinästhetischen Kanäle – Gestik, Mimik, Körperhaltung, Bewegung – nicht vollständig und nicht in der gleichen Qualität bereit stellen können. Akteure entwickeln in medial vermittelten Kommunikationssituationen daher alternative Strategien zur Herstellung und Absicherung effektiver Verständigung und zum Beziehungsaufbau (Döring, 2003; Höflich, 2003). Obschon sie hierbei größeres Gewicht auf die vorhandenen Optionen legen und hieraus Alternativen entwickeln, um sich selbst darzustellen, andere wahrzunehmen und die in einer Situation notwendigen und beabsichtigten Botschaften zu übermitteln, kann es dabei stärker als in realen sozialen Welten zu Missverständnissen und Fehlinterpretationen kommen (Beck, 2006). Moderne Virtuelle Welten unternehmen deshalb den Versuch einer Überwindung medialer Einschränkungen.

### **3.1.3 Lösungsvorschlag: thematische Leitfragen und zentrale Forschungsfrage**

Von diesem Problembefund ausgehend sehen wir die Aufgabe des mit dem beantragten Graduiertenkolleg verbundenen Forschungsprogramms darin, die relevanten Aspekte bei der Koppelung von virtuellen und realen sozialen Welten zu bestimmen und empirisch zu untersuchen. Damit soll geklärt werden, welche bisherigen Einschränkungen der medial vermittelten Kommunikation durch gekoppelte virtuell-reale Welten überwunden werden können und welche Interaktions- und Erlebnismöglichkeiten sich auf diese Weise im Vergleich zu unmittelbarer realer Interaktion eröffnen. Wie lassen sich Virtuelle Welten zu leistungsfähigeren sozialen Interaktionsplattformen weiterentwickeln? Inwiefern ist hierbei die Intensivierung von sozialen Präsenz-Erlebnissen wichtig? Sind diese für Lehr-Lern-Systeme von besonderer Bedeutung? Kann die Leistungsfähigkeit durch die Integration von intelligenten Agenten verbessert werden, die mit Hilfe von Emotionssystemen auch die emotionalen Aspekte menschlicher Kommunikation zu simulieren imstande sind? Welcher Grad an Virtualisierung ist für beispielhafte Einsatzzwecke ideal? In welchem Maße und hinsichtlich welcher Aspekte verbessert der Einsatz neuartiger 3D-Präsentationstechniken die Leistungsfähigkeit mehrbenutzerfähiger immersiver VR-Systeme?

Obwohl virtuelle Welten zunehmend als ein integraler Bestandteil moderner Informationsgesellschaften anerkannt werden, hat die wissenschaftliche Betrachtung der Funktionsweisen von virtuellen Welten insbesondere den Aspekt des Sozialen bisher nur ungenügend berücksichtigt. Dies betrifft sowohl die Formen des Sozialen innerhalb der virtuellen Welten (die Interaktionen von Avataren in virtuellen sozialen Welten) als auch die Formen des lebensweltlich, im Medium virtueller Welten vermittelten Sozialen (die Interaktion individueller Personen mit Hilfe von virtuellen Charakteren). Das Forschungsprogramm des geplanten Graduiertenkollegs fokussiert auf beide Aspekte, indem es die Analyse und Entwicklung Avataren, welche Nutzer in ihren interaktiven und kommunikativen Bedürfnissen und Handlungen unterstützen, ins Zentrum des Forschungsprogramms stellt. Hieraus lassen sich Vorschläge für anwendungsspezifische Virtualisierungen entwickeln und entsprechende Anwendungsstudien erarbeiten. Innovativ ist das geplante Graduiertenkolleg in diesem Zusammenhang nicht nur thematisch über die Fragestellung nach der Kopplung von virtuellen und realen sozialen Welten, sondern auch hinsichtlich des Ausbildungsprofils, das in multiperspektivische Herangehensweise Tandems von sozialwissenschaftlichen Medienforschern und Informatikern in gemeinsamen Forschungsprojekten vorsieht.

### **3.1.4 Begriffliche Klärung**

Ausgangspunkt der intendierten empirischen Untersuchungen ist immer der Mensch. Er wächst in der Realwelt auf und bewegt sich zunächst in ihr, bevor er Teile seines Handelns in virtuelle Welten oder in Mischformen von Virtualität und Realität verlagert. Auch in der virtuellen Welt bleibt er selbst immer Teil der Realwelt, hat in der virtuellen Welt aber die Möglichkeit einer Repräsentation seiner selbst etwa durch einen Avatar (Schroeder & Axelsson, 2006). Entsprechend ist auch sein Gegenüber in der virtuellen Welt die Repräsentation eines anderen Menschen, ein Agent oder ein computergesteuerter Charakter. Interessant ist hierbei nicht nur diese Virtualisierung, sondern auch der Schritt von der *virtual reality* in die

Realwelt zurück, beispielsweise als ferngesteuerter Roboter, der in einer realen Umgebung agiert und mit anderen kommuniziert.

Im Folgenden sprechen wir jeweils von *Virtuellen Charakteren*, wenn damit sowohl natürliche Akteure, die durch *Avatare* vertreten sind, als auch zum Beispiel vollständig autonome oder systemgesteuerte Interface-Agenten subsumiert sein sollen. Die folgende Abbildung 1 verdeutlicht unser taxonomisches Verständnis.

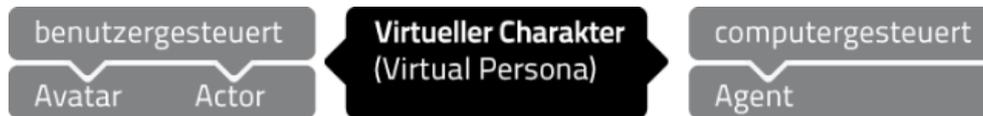


Abbildung 1: Übersicht der unterschiedlichen Formen Virtueller Charaktere

*Avatare* sind vom Benutzer selbst erstellt und in jeder Situation vollständig von ihm kontrolliert (Kolko, 1999; Taylor, 2002). Ein *Avatar* ist praktisch eine leere Hülle, die der Benutzer ausfüllt und die seine Verkörperung in der virtuellen Welt darstellt. *Actoren* sind vom System vorgegebene Figuren, die größtenteils vom Benutzer gesteuert werden. Ein *Actor* verfügt aber auch über vorgefertigte Verhaltensmuster (z.B. Skripte), um einfache Aktionen automatisch oder halbautomatisch auszuführen. *Agenten* sind autonom bzw. vom System gesteuerte Figuren. Je nach Anwendung und Situation kann es sich dabei um reaktive Agenten bis hin zu weit entwickelten Persönlichkeiten mit eigenen Zielen und Motivationen innerhalb der virtuellen Umgebung handeln.

Neben dem Schwerpunkt auf die virtuellen Charaktere zur Optimierung kommunikativer Prozesse in und mittels virtueller Realitäten soll auch die Betonung sozialer Welten im Antragstitel hervorheben, dass bei dem thematischen Schwerpunkt des Graduiertenkollegs immer die Kommunikation zwischen Menschen im Vordergrund steht, auch wenn dabei zukünftig zunehmend artifizielle Entitäten beteiligt sein werden (Bente et al., 2008; Lin & Atkin, 2007). Virtualität wird also nicht verstanden als ein der Realität entgegengesetzter Raum, der evtl. sogar in Konkurrenz zur Realität treten kann, sondern als die „natürliche“ Extension von Körper und Geist (Bente & Krämer, in press; Steuer, 1992). Virtualität ist in diesem Verständnis ein anthropologischer Grundbestand des homo sapiens, der sich als animal symbolicum wesentlich durch externalisierte Symbolsysteme auszeichnet. Jede symbolische Vermittlung enthält hierbei als elementare Leistung eine situationsunabhängige, virtuelle Vergegenwärtigung situativ nicht verfügbarer Sachverhalte. Bereits die frühen Höhlenmalereien stellen in dieser Weise Abwesendes dar und schaffen so einen imaginären, virtuellen Raum. Im Gegensatz zu den älteren Medien werden gegenwärtig zunehmend technische Werkzeuge in den Kommunikationsprozess integriert. Zugleich wird dieser technische Aspekt aber durch die Angleichung der Interaktion zwischen Nutzern und virtuellen Charakteren an die Bedingungen der face-to-face Kommunikation neutralisiert.

### 3.1.5 Forschungsteilbereiche

In dem geplanten Graduiertenkolleg sollen die unterschiedlichen Weisen der Weiterentwicklung sozialer Aspekte in gekoppelten virtuellen und realen sozialen Welten an vier sich systematisch ergänzenden Perspektiven mit ihren speziellen Problemfeldern untersucht werden. In der nachstehenden Abbildung 2 sind diese vier Perspektiven verdeutlicht. Sie bilden die Teilbereiche des Forschungsprogramms.

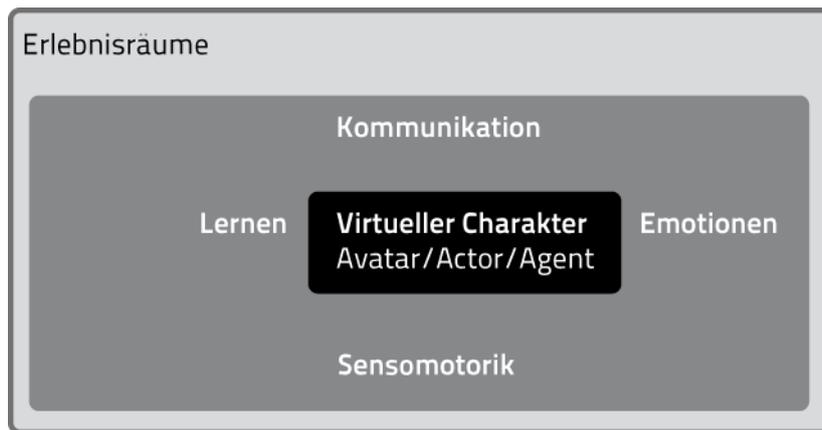


Abbildung 2: Übersicht der geplanten Forschungsteilbereiche

Die vier Perspektiven der Forschungsteilbereiche liefern nach Ansicht der Antragsteller die wesentlichen Aspekte, die den Kernbereich der Analyse und Entwicklung virtueller Charaktere ausmachen und die Koppelung von virtuellen und realen sozialen Erlebnisräumen auszeichnen: Kommunikation, Emotion, Sensomotorik und Lernen. Diese vier Perspektiven sind also systematisch aufeinander bezogen und liefern gemeinsam einen weitgehend vollständigen Blick auf das Phänomen gekoppelter sozialer Welten. Der Bereich Kommunikation thematisiert die für eine erfolgreiche Orientierung im sozialen Raum erforderlichen kommunikativen Kompetenzen, der Bereich Sensomotorik deckt die perzeptuellen Aspekte ab, die den Zugang zu virtuellen Welten und den differenzierten Umgang mit ihnen erheblich beeinflussen und die Bereiche Lernen und Emotion haben die hierbei unterstellten kognitiven und emotionalen Voraussetzungen zum Gegenstand.

Im Einzelnen betrifft der Aspekt der Kommunikation die sozialen Praxen realer Personen in Bezug auf das Agieren virtueller Charaktere (und umgekehrt) und referiert dabei auf interdisziplinäre Wissensbestände zu Kommunikations- und Interaktionsprozessen. Hierzu zählen vor allem auch aktuelle Forschungen zur multimedial vermittelten Kommunikation. Der Aspekt der Emotion versucht bei virtuellen Charakteren erhöhte emotionale Sensitivität bei Rezeptions- und Produktionsprozessen zu erreichen, um Adaptivität, Kommunikation und soziale Immersion in den gekoppelten virtuellen Welten zu steigern. Der Aspekt der Sensomotorik nutzt Erkenntnisse der Sensomotorik, um in möglichst authentischen immersiven 3D-Welten die Wahrnehmungen und Handlungen der Nutzer besser aufeinander abzustimmen. Der Aspekt des Lernens fokussiert schließlich auf das selbstgesteuerte menschliche und maschinelle Lernen, um die Adaptivität virtueller Charaktere als Ergebnis solcher Lernprozesse zu modellieren und damit technologiebasierte Lernsettings zu verbessern.

### 3.1.6 Forschungsteilbereiche und Profil der Forscher

Die vorgeschlagenen Forschungsperspektiven auf gekoppelte virtuell-reale Umgebungen bedürfen einer interdisziplinären Bearbeitung. Der Chemnitzer Standort des geplanten Graduiertenkollegs kann hierzu Erkenntnisse aus der Kommunikations-, Medien- und Bildwissenschaft, aus der Philosophie, aus der (Neuro-)Kognitionswissenschaft, der Emotions- und Sozialpsychologie, der Medien- und Pädagogischen Psychologie, aus der Künstlichen Intelligenz, der Medieninformatik, der Technischen Informatik und der Grafischen Datenverarbeitung zusammenführen. Im geplanten Graduiertenkolleg soll die Integration der interdisziplinären Perspektiven insbesondere im Zuge einer paritätischen Kooperation von Informatik und empirisch-sozialwissenschaftlich arbeitender Medien- und Kommunikationswissenschaft inklusive der daran beteiligten Reflexionsdisziplin geleistet werden. Wir gehen davon aus, dass moderne Berufsfelder, wie z.B. Arbeitsfelder der Computerspielindustrie, des Human-Interface-Design (insbesondere Usability und Edutainment Interaction) oder der Konzeption und Umsetzung zukünftiger Social-Web-Applikationen, Expertise mit einer hohen interdisziplinären Kompetenz in Führungspositionen benötigen. Diese soll im Rahmen des geplanten Graduiertenkollegs auf Promotionsebene in einem engen Zusammenspiel von Informatik und

empirisch arbeitender Medien- und Kommunikationswissenschaft erworben werden. Die angestrebte Qualifikation soll Absolventen hervorbringen, die dazu in der Lage sind, in einer sich zunehmend schneller entwickelnden digitalen Medienlandschaft adaptiv der erhöhten Dynamik von Konzeption, Produktion und Evaluation gekoppelter virtuell-realer Welten gerecht zu werden.

### **3.1.7 Anwendungsszenario**

Nimmt man wie hier vorgeschlagen den Menschen als Ausgangspunkt der Betrachtung, so ergibt sich immer die Notwendigkeit, das Zusammenspiel zwischen der wirklichen Welt, aus der jeder Anwender letztlich stammt, und den oben beschriebenen *mixed realities* – und zwar über das gesamte Kontinuum hinweg – genauer zu beachten. Die zentrale Annahme ist dabei, dass Interaktion immer auch Realweltereignisse in eine wie auch immer virtualisierte Umgebung einschließt. Diese Integration kann bedeuten, dass Nutzereingaben zur Steuerung der Perspektive verwendet werden, wie es in Spielen der Fall ist. Sie kann aber auch bedeuten, dass ein hohes Maß an komplexer Kommunikation mit anderen Teilnehmern aus der Realwelt innerhalb der virtualisierten Umgebung stattfindet. Ein gutes Beispiel für solche komplexe Szenarien ist das Konzept des Blended Museum: „Im Ansatz des Blended Museums wird, dem Konzept des Blended Learning folgend, versucht, durch Kombination verschiedener Medien und Methoden eine didaktisch sinnvolle Verknüpfung zwischen dem realen und virtuellen Museum zu erstellen. Ziel dieser Vermischung ist es vielfältige Besuchererfahrungen (Visitor Experience) zu ermöglichen, welche durch innovative Interaktionstechniken, holistisches Informationsdesign und neuartige Vermittlungsstrategien erzielt werden sollen“ (Klinkhammer & Reiterer, 2008:4).

Das Phänomen des Blended Museum soll im beantragten Graduiertenkolleg als exemplarisches Anwendungsfeld dienen. Etliche der vorgesehenen Graduiertenprojekte zu gekoppelten realen und virtuellen sozialen Erlebnisräumen werden sich entsprechend auf den musealen Kontext beziehen. Als praktisches Experimentierfeld dienen dabei Kooperationen mit dem Sächsischen Industriemuseum sowie dem Archäologiemuseum „Haus der Archäologie“, beide in Chemnitz ansässig. Mit beiden Museen bestehen bereits Kooperationen. Die TU Chemnitz schuf die Grundlagen für die Technologie der Inhaus-Präsentationen und dem Webauftritt des Industriemuseums. Während hier im Zuge des Kollegs in die bestehende Konzeption eines existierenden Museums eingegriffen wird, ist der Freiheitsgrad bei der Kooperation mit dem Archäologiemuseum größer. Dieses wird gerade aufgebaut; die finale Konzeption wird gegenwärtig unter Beteiligung der TU Chemnitz in einer Beratungsfunktion zu den Möglichkeiten der Virtualisierung entwickelt. Auch die inhaltliche Ausgangslage ist eine andere: Im Industriemuseum sind zahlreiche Exponate der Industrialisierung (z.B. Dampfmaschinen, Webautomaten, Strickmaschinen, Automobile, Lokomotiven, etc.) greifbar und werden mit großem Aufwand funktionstüchtig gehalten. Die Exponate des Hauses der Archäologie dagegen können den Besuchern nicht direkt in die Hand gegeben werden. Begreifen ist hier nicht wörtlich möglich und muss durch den Einsatz moderner Medien unterstützt werden. Die aktuelle Planung enthält deshalb eine Reihe innovativer medialer Installationen, etwa eine „virtuelle Ankleidekammer“, in der die Besucher historische Kleider virtuell anprobieren können, und Computerspiele, mit denen archäologische Fakten und Methoden spielerisch vermittelt werden sollen. So stellen beide Museen ganz unterschiedliche Anforderungen an die Virtualisierungstechniken und ermöglichen eine im Kontinuum Realität-Virtualität breit angelegte Beschäftigung.

## **3.2 Forschungsprogramm und Darstellung der Forschungsteilbereiche**

### **3.2.1 Kommunikation und Interaktion zwischen realen Personen und virtuellen Charakteren als Mittler zwischen realen und virtuellen sozialen Welten**

#### **Zielsetzung, Fragestellung und Relevanz**

Die Orientierungsgröße von Kommunikation zwischen realen Personen und virtuellen Charakteren als Mittler zwischen realen und virtuellen sozialen Welten ist die face-to-face-Kommunikation, die als natürliche Grundform zwischenmenschlicher Kommunikation gilt. Sie

ist durch körperliche Kopräsenz der Kommunikationspartner gekennzeichnet, die verbale, paraverbale und nonverbale Botschaften austauschen, diese wechselseitig interpretieren und dabei interaktiv soziale Wirklichkeit herstellen. Sie vollziehen dies gemäß ihrer individuellen Relevanzsetzungen und Aktualisierungen bestimmter sozial konstituierter Wissensbestände. Diese kommunikativen Wirklichkeitsvollzüge sind durch soziokulturell geprägte Werte- und Normkonzepte (Angemessenheitsvorstellungen) bestimmt, die im reziproken Interaktionsprozess (inter-)subjektiven Brechungen unterliegen und situative Modifikationen erfahren können. Hinzu treten Rollenzuschreibungen der Kommunikationsbeteiligten, die z.B. hinsichtlich sozialer Hierarchien eine eher symmetrische oder asymmetrische Kommunikation initiieren. Nicht zuletzt wirken die örtlich-räumlichen, medialen und situativen Kontexte bzw. Rahmungen in die Produktion und Rezeption kommunikativer Praxis hinein. Konkret orientieren und artikulieren sich die (Inter)Aktanten bei dieser Praxis mittels sinnlich (visuell, akustisch etc.) wahrnehmbarer Phänomene, denen sie erfahrungs-, sozialisierungs- und konventionsgestützt Zeichen-, Repräsentations- bzw. Symbolfunktion zuschreiben.

Angesichts dieser komplexen Zeichenprozesse, die in jedem (interpersonalen) Kommunikationsvollzug realisiert werden, fragt der Forschungsteilbereich Kommunikation, welche konkreten Kommunikations- und Interaktionsprozesse zwischen realen Personen und virtuellen Charakteren bzw. Artefakten hergestellt und wie diese konkret gestaltet werden können. Durch diese allgemeine grundlagenzentrierte Fragestellung ist der Teilbereich Kommunikation mit allen weiteren Teilbereichen in hohem Maße anschlussfähig und kann diesen wichtige zeichen-, informations- und kommunikationswissenschaftliche Impulse geben. Er integriert somit folgende Wissenschaftsperspektiven: Ein sozial- bzw. kommunikationswissenschaftlicher Fokus liefert differenzierte Erkenntnisse über die konkreten interaktiven und kommunikativen Praktiken und sozialen Zeichenhandlungen, die bei der Kommunikation zwischen realen und virtuellen sozialen Welten bzw. zwischen Mensch und Maschine relevant werden. Von Seiten der Informatik werden technische Lösungen entwickelt, die unter Berücksichtigung dieser komplexen sozialen Zeichenprozesse im Museumskontext einen erlebnis- und sinnenorientierten Mehrwert für die Besucher schaffen. Hierdurch bringt der Teilbereich Kommunikation die sozialen Praktiken und Bedürfnisse von Nutzern in optimale Anschlussfähigkeit zu den Möglichkeiten der Virtualisierung von Umgebungen, Charakteren und Information. Die Untersuchung kann somit nutzerzentriert unterschiedliche mediale Manifestationsformen von Virtualisierung entwickeln. Die dabei entstehenden Erkenntnisse unterstützen die Konzeption technischer Systeme als Erlebnis- und Sozialräume, und zwar realisiert als Mischung realer und virtueller Elemente.

### **Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung**

Die Kommunikation zwischen Menschen ist ein sozialer Interaktionsprozess, der wechselseitige Interpretationsprozesse einschließt und über kybernetische Rückkopplungs- und Steuerungsprozesse weit hinausgeht. Demnach muss sich die Konzeption, Modellierung und Prototypenerstellung von virtuellen Sozialräumen an den realen sozialen Praxen und Bedürfnissen der künftigen Nutzer orientieren und darf insofern soziale Kontexte nicht ausblenden. Dies macht eine zeichen- und praxistheoretische Reflexion mit Blick auf individuelle Orientierungen und kommunikative Formen situativer Vergemeinschaftung nötig. Insbesondere die empirischen Untersuchungen hinsichtlich der alltäglichen Nutzung gekoppelter real-virtuell realisierter Angebote (wie zum Beispiel im Erlebnisraum des *blended museum*) erforschen die soziale Einbettung technologischer Systeme in ihrem sozialen Verwendungszusammenhang.

Soziale Verwendungszusammenhänge werden im Forschungsteilbereich Kommunikation aus sozialwissenschaftlicher Sicht zum ersten praxistheoretisch konzeptualisiert. Damit wird ein Verständnis zugrundegelegt, das alles Soziale als durch Praktiken im Sinne eines „site of the social“ (Schatzki, 2002) hervorgebracht ansieht. Praktiken sind demnach routinisierte körperliche Performanzen des Agierens und Kommunizierens zwischen Individuen sowie mit real-materialen und virtuell-immateriellen Objekten und Räumen (Reckwitz, 2008; Schatzki, Knorr-Cetina & von Savigny, 2001).

Damit körperliche Aktivitäten als kommunikative Praktiken sinnhaft gedeutet werden können, müssen sie als Zeichenhandeln interpretiert werden, was im Forschungsbereich Kommunikation zum zweiten mit zeichentheoretischen Ansätzen der Multimodalität konzeptualisiert wird. Zeichen sind demnach alle Signale, die beim situativen Hervorbringen von und verstehenden Umgang mit Praktiken Bedeutungszuschreibungen erfahren. Der soziosemiotische Begriff der Multimodalität legt im Anschluss an Kress & van Leeuwen (1996; 2001; Bateman, 2008) darüber hinaus nahe, dass kommunikative Praktiken generell als ein sinnstiftendes Zusammenspiel unterschiedlicher Zeichenressourcen (wie Sound, Farbe, Form etc.) bzw. Zeichensystemen (wie Sprache, Bilder, Musik, Architektur etc.) zu verstehen ist. Somit wird auch die Untersuchung von Kommunikation nicht auf das Sprachliche reduziert, sondern auf alle kommunikativ-funktionalen Zeichenphänomene ausgeweitet und in ihrer konkreten bedeutungskonstituierenden Korrespondenz mit räumlichen und situativen Kontexten betrachtet.

Da die für den vorliegenden Forschungsschwerpunkt relevanten kommunikativen Praktiken in materiale (räumliche, mediale) Kontexte eingebunden sind, muss der Fokus um diesen Bereich erweitert werden. Kommunikative Praktiken wären dann praktisch-materiale Arrangements von Akteuren und anderen Entitäten, die durch ihre interaktive Einbeziehung zeichenhafte Bedeutung erhalten (Schatzki, 2002). In diesem Sinne schließt das Konzept an Höflichs (2003) Rahmenmodell der computervermittelten Kommunikation an, der damit zum einen die medienspezifische Umgebung meint, in die kommunikative Aktivitäten eingebunden sind, und zum anderen die durch spezifische Medien etablierte soziale Situation der Kommunikationspartner. Medienrahmen sind somit als „Organisationsprinzipien für Ereignisse“ (1998: 47) zu definieren, die bestimmte technikspezifische und soziale ‚Handhabungserfordernisse‘ bzw. ‚Nutzungsofferten‘, so genannte *affordances* (Hutchby, 2001; Bloomfield, Latham & Vurdubakis, 2010) bereitstellen. Diese durch *affordances* bedingte Handhabung von medialer Materialität ist für die fokussierte Mensch-Maschine-Interaktion im Museumskontext zu erheben und in der technischen Umsetzung im Besonderen zu berücksichtigen.

Soziologische und linguistische bzw. konversationsanalytischer Studien zur Mensch-Maschine-Kommunikation (Boehnke, Holly & Voß, 2000; Habscheid et al., 2009) weisen darauf hin, dass gemäß unterschiedlicher Kommunikationsanlässe unterschiedliche Möglichkeiten einer maschinellen Kommunikation zum kommunikativen Erfolg beitragen können. So werden ritualisierte Routineabläufe mit Hilfe von Sprachcomputern und virtuellen Agenten kundenorientiert und zeiteffizient abgewickelt. Sind die Apparaturen jedoch mit individuellen Problem- und/oder Stimmungslagen der Kunden konfrontiert, so kann es nicht selten zu Missverständnissen und Verärgerungen kommen (Habscheid, Holly, Kleemann, Matuschek & Voß, 2006 (interdisziplinäre Chemnitzer DFG-Forscherguppe „Neuen Medien im Alltag“). Das Teilprojekt Kommunikation schließt neben diesen Befunden an die ingenieurwissenschaftlichen und konversationsanalytischen Forschungen des Bielefelder Research Institute for Cognition and Robotics an, das mit einem multimodalen Ansatz den Zusammenhang von Kommunikationsanlass, medialer Kommunikationsform und sozioemotionaler Beziehungsorganisation zwischen maschinellen und humanen Akten untersucht. Dabei geht es insbesondere darum, Modelle zu entwickeln, mit deren Hilfe Motivationsstrategien als dynamische kontingente Interaktion realisiert werden können (vgl. Pitsch, Vollmer & Fritsch et al., 2009; Lohse, Hanheide & Pitsch et al., 2009). Eine solche Perspektive fokussiert den parasozialen Charakter der Interaktion zwischen Menschen und virtuellen Agenten (so genannten Embodied Conversational Agents ECA) (vgl. zur parasozialen Interaktion Hartmann, 2008; Schramm, 2008; auch Krummheuer, 2010). Erste Ergebnisse weisen darauf hin, dass virtuelle Agenten durchaus als Interaktanten agieren können, dies ist jedoch auf enge kommunikative Settings beschränkt. Die entscheidende Frage für den Teilbereich Kommunikation ist also nicht, ob Agenten als Kommunikationspartner akzeptiert, sondern wann, wie und wo sie akzeptiert werden.

Diese Perspektiven sind mit museumswissenschaftlichen Forschungen zu verbinden, die bisher relativ unabhängig von der technischen Realisierbarkeit den inszenierenden Einsatz

von Virtualität (vgl. Vieregg, 2006; Detering, 2006) reflektieren. Virtuelle Museen sind nach museumswissenschaftlicher Vorstellung nicht als Museen im eigentlichen Sinne zu verstehen, da sie nicht für das Sammeln, Bewahren, Forschen, Präsentieren und Vermitteln von Artefakten und Naturphänomen eingesetzt werden. Sie dienen vielmehr der kontextbezogenen Präsentation und Vermittlung nicht-originaler Ausstellungsstücke, sind didaktisch in reale Museen über Multimedia-Anwendungen integriert und im Spannungsfeld der wissenschaftlichen Information und des unterhaltenden Info- bzw. Edutainments zu verorten. Dies hat der Teilbereich Kommunikation eng mit der Frage nach der technischen Modellierbarkeit zu verknüpfen. Dabei ist die Problematik der technischen wie konzeptuellen Modellierbarkeit bereits bei der Frage des Modellierungsgegenstandes nicht trivial. Eibl (2003) beschreibt dazu für den Bereich des *blended learning* die umfangreichen Überlegungen, die für die Visualisierung des Wahlmodells der Sozialwissenschaften notwendig sind. Die entstandene Visualisierung wird im Rahmen von Lehrveranstaltungen an der Universität Köln eingesetzt.

Im Museumsbereich stellen Böse et al. (2008) ein Konzept vor, um das Kloster Georgental in Thüringen wieder aufleben zu lassen. Von dem Kloster ist heute kaum mehr als ein Fundament geblieben. Mit Hilfe stereoskopischer 3D-Animationen, eingeblendeten Filmsequenzen und Surround-Sound wurde eine erlebbare Szenerie im Sinne des Storytelling geschaffen. Interessant dabei ist, dass die Autoren sehr viel Energie in die Visualisierung und die Filmsequenzen steckten, aber offensichtlich der Ton der entscheidende Faktor für das Erlebnis war. Nicht immer ist eine derart aufwändige Installation notwendig um den gewünschten Effekt zu erreichen. Klinkhammer & Reiterer (2000) beispielsweise erhöhen die Benutzererfahrung durch vergleichsweise einfache Mittel. Im Zentrum stehen nicht komplexe immersive Welten, sondern ein Multitouch-Tisch, auf dessen Oberfläche in einem hypermedialen Informationsnetzwerk eine historische Telefonsammlung beschrieben wird. Die Interaktion erfolgt über Gesten und Gegenstände, sogenannte *tangible interfaces*. Durch diese Technologie werden Museumsbesucher im Grunde mit einem klassischen Informationssystem konfrontiert, das aber aufgrund der Interaktionsmöglichkeiten die Besucher wie eine immersive Umgebung in Bann zieht.

Beide Beispiele bilden Extrempunkt in der Realisierung einer Erlebniswelt Museum. Der eine Extrempunkt nutzt einen hohen technischen Aufwand, um eine Geschichte erlebbar zu machen: Die Museumsbesucher fühlen sich in das Kloster Georgental in der Zeit der Religionskriege versetzt. An Interaktion ist hier allerdings nicht gedacht. Der andere Extrempunkt hat einen deutlich geringeren technologischen Aufwand (notabene: Der Aufwand ist immer noch deutlich höher als in klassischen Systemen), um ein klassisches Informationssystem erlebnisgerecht aufzubereiten. Reiterer selbst spricht vom *blended museum* als Anwendungsfall von Information- und Kommunikationstechnologien. Immersion wird hier durch eine dreidimensionale Umgebung sondern durch eine innovative Interaktionsstrategie erreicht.

Allein diese beiden Beispiele zeigen, dass eine Erlebniswelt durch verschiedene technologische Strategien erzeugt werden kann. Im Rahmen des Teilprojekts Kommunikation werden diese Strategien näher untersucht.

### **Aufgaben und methodisches Vorgehen**

Der Teilbereich Kommunikation wendet seine Fragestellung auf die Entwicklung innovativer Informations- und Kommunikationstechnologien im Bereich des *blended museums* an. Der Ansatz des *blended museums* versucht – dem Konzept des *blended learnings* folgend – durch die Kombination verschiedener Medien und Methoden eine didaktisch sinnvolle Verknüpfung zwischen dem realen und virtuellen Museum zu erzielen. Ziel ist es dabei, dem Besucher durch kommunikationstechnologisch gestützte Interaktionen eine intensivere, didaktisch mehrwertige und erlebnisorientierte Erfahrung mit den musealen Exponaten zu verschaffen. Durch den beispielhaften Forschungsgegenstand *blended museum* stellt das Teilprojekt eine sehr passfähige Ergänzung zum Teilprojekt E-Learning dar: „Während Blended Learning jedoch einen formalen Bildungsanspruch erhebt, der meist extrinsisch motiviert wird, verfolgt das Blended Museum einen informalen Bildungsanspruch, da es sich bei einem

Museum um eine Lernumgebung handelt, die sich außerhalb des formalen Bildungswesens befindet.“ (Klinkhammer & Reiterer, 2009)

Dabei sollen technologische Lösungen gefunden werden, die als interaktive Mittler bzw. Kommunikationspartner auftreten und die Ausstellungsstücke, die im Museum aus ihren ursprünglichen historischen Verwendungskontexten genommen sind, wahrnehmungsnah rekontextualisieren. Historische Artefakte können so in ihrer geschichtlichen Funktionalität nahegebracht werden und ließen sich individuell oder gruppenspezifisch im interaktiven Austausch zwischen Nutzern und Technologie erschließen. Folgende konkreten Forschungsfragen bieten sich aus kommunikationswissenschaftlicher Perspektive an:

- Welchen Phänomenen wird bei der Mensch-Maschine-Kommunikation Zeichenhaftigkeit zugeschrieben? Wie sind diese verbalen, nonverbalen und paraverbalen Symbolhandlungen gestaltet und strukturiert?
- Welche besonderen Implikationen, Präsuppositionen und Kommunikationspraktiken kennzeichnet die Mensch-Maschine-Kommunikation im Gegensatz zur Mensch-Mensch-Kommunikation? Welche Praktiken lassen sich hierbei aus der interaktiven Internet-Kommunikation auf die Museumskommunikation übertragen?
- Welche Kommunikationsbedürfnisse, -situationen und -anlässe sind für eine authentische und mehrwertige Mensch-Maschine-Kommunikation im Museum denkbar? Welche räumlichen und zeitlichen Settings und Zeichenmodalitäten (Ton, (Bewegt-)Bild, statische und/oder selbstbewegende Medien, Mediendesigns) sind dafür in Abstimmung mit den Informations- und Stilpräferenzen der Nutzer nötig?

Aus Sicht der Informatik stellen sich Fragen zunächst einmal im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion:

- Welche Technologien können wie eingesetzt den Erlebnisfaktor des *blended museum* begünstigen? Diese Frage ist in der Museumpraxis essentiell. So werden beispielsweise im Industriemuseum Chemnitz eine Reihe von verschiedensten Maschinen lauffähig gehalten und bewusst nicht als Film vorgeführt, um eben das ganzheitliche Erleben der Maschine mit Krach und Gestank zu ermöglichen. Was es bedeutete, mit diesen Maschinen tatsächlich auch arbeiten zu müssen, welchen Belastungen Arbeiter ausgesetzt waren, kann ein Film zunächst nicht ersetzen. Eine geeignete Virtualisierung aber kann die lärmende Dampfmaschine wesentlich verdeutlichen bzw. erklären.
- Wie lässt sich der Erlebnisfaktor simulieren, das heißt: welche Codierungsformen können die benötigte Information transportieren, die ein Erleben auch tatsächlich möglich macht - ein Erleben der Artefakte zum einen, zum anderen ein Erleben der Kommunikation mit virtuellen und realen Museumsbesuchern?

Technologische Grundlage der Untersuchungen bildet eine reiche Metadatenbeschreibung, welche den flexiblen Einsatz von multimedialen Kommunikationsformen ermöglicht. Im Zuge der Katalogisierung der Bestände verfügen Museen hier bereits über sehr gut intellektuell dokumentierte Bestände. Wie in Wilhelm et al. (2008) gezeigt, ist in großen Datenbeständen der zusätzliche Einsatz automatischer Verfahren zur Beschreibung besonders dann sinnvoll, wenn Ähnlichkeitsbeziehungen und Rechercheergebnisse optimal verarbeitet werden sollen. Im Kontext des *blended museum* gilt es schließlich zu untersuchen, inwieweit die vorhandenen Beschreibungen und automatisch generierten Metadaten ausreichen. Die in Eibl (2008) dargestellten Ansätze gehen ausschließlich ganzheitlich vor und erstellen die notwendigen Beschreibungsdaten mit großem Aufwand explizit für die Verwendung im *blended museum*. Ob existierende Beschreibungen den Anforderungen dieses Kontextes genügen, ist bislang nicht untersucht worden.

Für die Ideenfindung von technischen Anwendungen zur Stiftung kommunikativen Mehrwerts im Museum werden zunächst kommunikationswissenschaftliche Parameter geliefert, aus denen sich hypothetische Szenarien der Mensch-Maschine-Kommunikation im Museums-

kontext konstruieren lassen. Dabei fließen sowohl Erkenntnisse zum Bereich der Online-Kommunikation (Fraas & Pentzold, 2008) als auch Erfahrungen einer soziosemiotisch ausgerichteten Internet-Forschung zur Multimodalität (Meier, 2008) ein. Im Kontext der Entwicklung von technischen Prototypen können diese in unterschiedlichen Entwicklungsstadien durch Nutzungsstudien im konkreten Einsatz mit Methoden der qualitativen und quantitativen Sozialforschung evaluiert werden., wobei den sozialen Kontexten, in die virtuelle Umgebungen und Personen eingebettet sind, eine wesentliche Rolle zukommt. Insbesondere mit Hilfe von Interviews, teilnehmende Beobachtungen, Feld- und Laborexperimenten und Methoden der Ethnographie und der Konversationsanalyse werden die konkreten Praktiken und Bedürfnisse unterschiedlicher Typen von Museumsnutzern erhoben, um zu ermitteln, welche Angebote sich auf welche Weise auswirken und welche Anforderungen in den jeweiligen sozialen Nutzergruppen bestehen. Diese Erkenntnisse werden anschließend zur technischen Optimierung der Systeme genutzt und einer weiteren qualitativen und quantitativen Evaluierung unterzogen.

### **3.2.2 Forschungsteilbereich Emotion: Emotionale Sensitivität bei virtuellen Charakteren in gekoppelten virtuellen und realen sozialen Welten**

#### **Zielsetzung, Fragestellung und Relevanz**

Digitale Medien, insbesondere virtuelle Welten, stellen zunehmend personalisierte Formen der Interaktion bereit. Das Bemühen, die Interaktion stärker auf die Bedürfnisse des Nutzers abzustimmen, führt zu einer zunehmenden Integration virtueller Charaktere in Form von autonomen Agenten. Trotz einer generell guten Akzeptanz dieser Agenten wirken sie derzeit oft noch unnatürlich, vor allem aufgrund ihres begrenzten und artifiziellen Verhaltensrepertoires (z. B. Nowak & Biocca, 2003). Die Modellierung kontextsensitiver Emotionen für virtuelle Charaktere eröffnet die Möglichkeit, die Kommunikation zwischen Nutzer und autonomem Agenten authentischer zu gestalten.

Der Forschungsteilbereich Emotion verfolgt entsprechend das Ziel, emotionssensitive virtuelle Charaktere zu entwickeln und ihre Funktionalität empirisch zu überprüfen. Ein innovativer Aspekt der Modellierung besteht darin, virtuelle Charaktere zudem die Fähigkeit zur Emotionserkennung und -produktion in der Kommunikationssituation selbst erlernen zu lassen. Dabei soll der Agent unter Verwendung neuer psychologischer und neurowissenschaftlicher Forschungsansätze (z.B. Marsella et al., in press; Adolphs, 2009) eine hohe Anpassungsfähigkeit an verschiedene Probleme und unvorhersehbare Ereignisse entwickeln, die in einer Kommunikationssituation auftreten können. Ein mit diesen Fähigkeiten ausgestatteter Agent sollte z.B. lernen können, die Unzufriedenheit des Nutzers über den eigenen emotionalen Zustand zu erkennen, um situationsspezifisch auf den Nutzer zu reagieren. Die Modellierung solcher kontextsensitiver Emotionen ist derzeit noch mit einer Reihe von begrifflichen und empirischen Problemen verbunden, so dass eine enge Zusammenarbeit mit psychologisch-experimentellen und philosophisch-begrifflichen Untersuchungen aussichtsreich erscheint. Zu den psychologisch-experimentellen Aspekten gehören etwa die Fragen nach den Bedingungen einer angemessenen Interpretation des Emotionsausdrucks, die philosophisch-begriffliche Aspekte betreffen vor allem die Fragen zur Typologie bzw. zur gegenseitigen Abgrenzung unterschiedlicher Emotionen und ihrer jeweiligen epistemischen Eigenheiten.

Die Entwicklung von virtuellen Charakteren mit kontextsensitiven Emotionen erlaubt, aktuelle psychologische und neurowissenschaftliche Erkenntnisse und Befunde systematisch in ein Computer-Modell zu integrieren sowie zu evaluieren. Gleichzeitig leistet es damit einen Beitrag zur neurowissenschaftlichen Grundlagenforschung. Die Graduierten erwerben interdisziplinäre Kompetenzen zur Konstruktion und Evaluation solcher zukunftssträchtiger Systeme.

#### **Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung**

Die Personalisierung von Medienangeboten durch die Verwendung virtueller Charaktere wird bisher kaum als authentisch empfunden, weil wichtige Aspekte der Kommunikation, z.B. im Bereich adäquater emotionaler Reaktionen und kontextsensitiver Kommunikationsakte, nicht in hinreichendem Maße erfüllt sind. Insofern zielen aktuelle Forschungen auf die Entwicklung

sozialer Agenten und Roboter hin, die proaktiv mit Menschen interagieren. Dies setzt voraus, dass die Agenten und Roboter, die menschliche Charakteristiken (Gesicht, Hände und Körper) selbst aufweisen, in der Lage sind, Sprache und emotionale Ausdrücke zu interpretieren, aus der Interaktion mit Menschen zu lernen und so ihr Verhalten an den Nutzer anzupassen (Breazeal, 2003; Ramos da Silva et al., 2008; Becker-Asano & Wachsmuth, 2010).

Die Modellierung einer emotionalen Dimension für virtuelle Charaktere sieht sich mit den gleichen grundlegenden Problemen konfrontiert, mit denen die emotionspsychologische Grundlagenforschung generell konfrontiert ist. Zum Ersten konnte bisher kein allgemein akzeptiertes Verständnis des Phänomens Emotion etabliert werden und damit zusammenhängend auch keine eindeutige Definition. Es gilt vor allem die Frage zu beantworten, welche inneren Variablen (v.a. Kognition, Motivation, Gefühlszustand, resultierende Verhaltenstendenz) und externen Zustände (v.a. vorauslaufende Bedingungen) als konstituierende Elemente von Emotionen zu berücksichtigen sind. Dies spiegelt sich in unterschiedlichen Emotionskonzeptionen wider: Emotionen können mentalistisch (anhand des bewusst erlebten Gefühlszustands), verhaltensorientiert (i.S. des Behaviorismus als Funktion von Input zu Output) oder als Syndrom (von vorauslaufenden Bedingungen, inneren Abläufen sowie erlebter Verhaltenstendenz) aufgefasst werden (Meyer et al., 2001). Zweitens sind auch die an der situativen Emotionsentstehung (Aktualgenese) beteiligten Mechanismen bisher nicht eindeutig bestimmt: Verschiedene Ansätze erklären bestimmte Gruppen von Emotionen besonders gut, andere Emotionstypen hingegen nur unzureichend. Demnach konnte bisher keine umfassende Modellierung aller möglichen Emotionen vorgenommen werden. Vielmehr tendiert die wissenschaftliche Diskussion dazu, spezifische (Gruppen von) Emotionen separiert hinsichtlich ihrer Phylogenese, Ontogenese und Aktualgenese zu analysieren.

Während die behavioristische Perspektive von Emotionen vor allem in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts in zahlreichen Arbeiten dominierte, widmete sich die darauf folgende Forschung vorrangig der Bedeutung von peripher-physiologischen Reaktionen (z.B. Schachter, 1964) sowie von Kognitionen (z.B. Weiner, 1986). Hinsichtlich der emotionstheoretischen Klassifikation von Emotionen hat sich z.B. das Ortony-Clore-Collins-Modell (Ortony et al., 1990) bewährt, das auf der Grundlage verschiedener Urteilkriterien (z.B. Lokation, subjektive Wahrscheinlichkeit, Bezugsobjekt) eine Klassifikation von emotionsauslösenden Bedingungen vornimmt und diesen jeweils positive bzw. negative Emotionen zuordnet. Das Verständnis der Aktualgenese von Emotionen lässt sich in der psychologischen Forschung auf einem Kontinuum zwischen kognitiven und peripher-physiologischen Ursachen einordnen. In der modernen wissenschaftlichen Emotionsdiskussion wird meist eine kognitivistische Sicht favorisiert (Adolphs, 2009): Ein in der Regel mehrstufiger Urteilsprozess löst positive oder negative Emotionen über reale oder zumindest vermutete bzw. vorgestellte Sachverhalte aus.

Die bestehenden Modelle von Emotionssystemen sind in mehrerlei Hinsicht eingeschränkt. Sie müssen sowohl von einer geeigneten Auswahl an Motiven ausgehen wie auch von vereinfachten kognitiven Vorgaben etwa der Objektrepräsentation, auf welche die Emotionen bezogen sind. Zudem basieren vor allem kognitiv entstandene Emotionen teilweise auf moralischen bzw. normativen Urteilen, die ein virtueller Charakter entsprechend intern repräsentieren müsste. Demzufolge ist die Bandbreite der modellierbaren Emotionen begrenzt. Im Rahmen der weiteren Forschung werden diese Beschränkungen zu beurteilen sein.

Auch in der Informatik wurden entsprechend den Anforderungen, die gegenüber emotionssensitiven Agenten bestehen, verschiedene Emotionsmodelle entwickelt, die sich hinsichtlich des Abstraktionsgrades der neuronalen Prozesse, der Interpretation des Begriffs „Emotion“ und der Rolle, die diese für das Gesamtsystem einnimmt, unterscheiden. Bei den im Bereich der Informatik im Rahmen der *Artificial Emotion* entwickelten Paradigmen wurden in der Regel technikkwissenschaftliche Aspekte der Emotionsmodellierung betont. Dabei ging es etwa um eine Verbesserung der Klassifikationsleistungen menschlicher Emotionsäußerungen oder um die Verbesserung der Steuerung virtueller Agenten im kommunikativen Kontext. Die

informatischen Modelle orientieren sich hauptsächlich an kognitivistisch geprägten Einschätzungstheorien (appraisal theory) (Becker-Asano & Wachsmuth, 2010; Jun et al., 2008). In diesem Zusammenhang gelten Emotionen als interne Zustände (Marsella et al., in press). Allerdings ist die feste Verknüpfung von Emotion und unmittelbar daran geknüpfter Darstellung einer Reaktion des Agenten in Form von Gesichtsausdrücken problematisch, da in diesem Fall Emotionen vom System nur vorgetäuscht und nicht im eigentlichen Sinne empfunden werden (Becker, 2006). Mit dem Ziel der emotionalen Sensitivität von virtuellen Charakteren müssen folglich Modelle entworfen und getestet werden, die dem virtuellen Charakter eine Simulation emotionalen Erlebens erlauben. Erst wenn er eigene Emotionen in hinreichendem Maße interpretieren kann, kann ihm die wesentlich komplexere Fähigkeit ermöglicht werden, auch Nutzern einen emotionalen Zustand zu attribuieren. Zusammenfassend ist es also von zentraler Bedeutung, dass ein solches „Emotionssystem“ den Anforderungen dynamischer und individueller Konversationsverläufe gerecht wird, indem es lernt, die Emotionen des Nutzers zu interpretieren.

Ein für den Forschungsteilbereich Emotion wichtiger Forschungsansatz setzt auf bewährte neurologische Forschungsergebnisse (LeDoux, 1996; Damasio, 1994). Unter dem Titel "Computational Neuroscience" wurden entsprechend Modelle konzipiert, die sich sowohl in der Struktur als auch in der Prozessmodellierung an der Verarbeitung und Entstehung der Emotionen im Gehirn orientieren (Armony et al., 1997; Velásquez, 1998; Levine, 2007). Aufgrund von neuroanatomischen und -physiologischen Befunden unterscheidet man hier zwei Arten emotionaler Reaktionen: einerseits eine schnelle, automatische und undifferenzierte Reaktion über die Amygdala, andererseits eine langsame und differenzierte Reaktion über die Einbeziehung des präfrontalen Kortex. Emotionen sind in diesen Modellen das Ergebnis komplexer interner Bewertungen, die nach neurophysiologischen Mustern erfolgen (Gadano & Hallam, 2001). Zudem haben Emotionen Auswirkungen auf das komplette System und beeinflussen so auch die Reaktionen auf spätere Ereignisse. Dies wurde beispielsweise in einer umfassenden Implementierung der PSI-Theorie gezeigt (Bach 2009), die aus neurowissenschaftlicher Sicht aber zu abstrakt verfährt und entsprechend den empirischen Daten zu wenig Rechnung trägt. Um diesen Mangel auszugleichen, soll die Modellierung von Emotionen eine Regulierung von Aufmerksamkeit einschließen, da diese einen Einfluss auf höhere kognitive und perzeptuelle Prozesse (Picard, 1997) sowie auf das Abspeichern interner Zustände als Erfahrungsspeicher (Ogino et al., 2007) besitzt. Dranias et al. (2008) entwickelten auf der skizzierten neurowissenschaftlichen Basis das MOTIVATOR-Modell, das verschiedene psychologische Basisversuche simulieren kann. Zudem enthält es eine Konzeption zur Interaktion von Kognition, Motivation und Emotion, in der sich ein emotionaler Zustand in Abhängigkeit von den inneren kognitiven und motivationalen Zielvorgaben und einer entsprechenden Interpretation eines äußeren Reizes einstellt.

### **Aufgaben und methodisches Vorgehen**

Das größte Potenzial zur Personalisierung der Interaktion zwischen Medium und Nutzer bietet die Realisierung eines Mediums unter Zuhilfenahme anthropomorpher Agenten mit Sprach-Kommunikation, da diese eine natürliche personenbezogene Form der Kommunikation erlauben, vom Nutzer nur ein geringe technische Kompetenz erfordern und zugleich die Etablierung eines authentischen Dialogs zwischen Nutzer und System ermöglichen. Im skizzierten Forschungsteilbereich „Emotion“ sollen Agenten entwickelt werden, die mit dem Nutzer in angemessener Weise kommunizieren können. Eine mögliche basale Motivation wäre hierbei, die Zufriedenheit des Nutzers herzustellen bzw. aufrechtzuerhalten. Zudem soll der Agent die Fähigkeit zur Sprachausgabe besitzen und seine emotionalen Zustände auch über Mimik ausdrücken können. Gestik soll zunächst nicht integriert werden, das System sollte aber erweiterbar bleiben und in überarbeiteten Versionen die Möglichkeit bieten, emotionale Zustände auch über Gestik zu vermitteln. Auch das Dialogsystem wird nicht Teil der eigenen Forschungen sein, sondern mit Hilfe einer Dialog-Engine realisiert werden. Hierbei wären die auditiven Aspekte der Sprachdimension (paraverbale Eigenschaften) zu ergänzen. Aus technischer Sicht existiert derzeit ein interessantes System an der Professur von Ipke Wachsmuth in Bielefeld mit denen wir eine Kooperation vereinbart haben. Allerdings verfol-

gen wir hier einen anderen Forschungsansatz, der näher an den Vorgängen des Gehirns orientiert ist. Der zentrale Forschungsgegenstand des Teilbereichs Emotion wird entsprechend die Modellierung eines emotionalen Systems des Agenten sein. Hierbei wird die Mimik des Menschen nicht vorab kategorisiert und auf starre Klassen abgebildet werden. Vielmehr soll der Agent in der Lage sein, visuelle Merkmale im Gesichtsausdruck des Menschen selbstständig mit seinen eigenen internen Zuständen zu assoziieren lernen und im Dialogverlauf entsprechend zu reagieren. Gelangt das System auf dieser Basis nicht zu adäquaten emotionalen Zuständen, können in das System auf der Basis kognitiver und neuropsychologischer Emotionsmodelle Einschränkungen formuliert werden. Die Emotionen des zu entwickelnden Systems werden also als Reaktionen auf das Verhalten des Nutzers verstanden, die über die Assoziation mit internen Zuständen eingefärbt sind. Im jeweils aktuellen Kontext bestimmen die Interpretationen des Nutzerverhaltens den motivationalen Wert des Handlungsziels, welches wiederum die konkrete Handlung (hier die Steuerung des Dialogs) determiniert.

Ein wichtiger Aspekt der Probleme zur Modellierung von selbst wahrgenommenen Emotionen des virtuellen Charakters ergibt sich aus der angemessenen Interpretation des Emotionsausdrucks der Nutzer. Die anvisierten emotionssensitiven virtuellen Charaktere sollen auf der Grundlage der verfügbaren Quellen, primär des mimischen Ausdrucks, zu einer angemessenen Einschätzung der bestehenden Emotionen kommen. Da neben diesen visuellen Informationen jedoch auch auditive sowie situative Informationen die Attribution der Emotionen anderer beeinflussen, müssen zusätzlich geeignete Modelle zur Interpretation dieser Informationen entwickelt und getestet werden. Gleichzeitig muss der virtuelle Charakter selbst über authentische Formen des Emotionsausdrucks (z.B. vokale Affekt-Äußerungen, Scherer, 1986) verfügen, um so eine natürliche Kommunikationssituation etablieren zu können. Aufgrund begrenzter Ressourcen wird unter Umständen eine anfängliche Fokussierung auf die visuelle Komponente vorgenommen werden müssen.

Methodisch orientiert sich der Forschungsteilbereich Emotion an der Konzeption von Modellen und deren empirischer Überprüfung in der kognitiven Psychologie, der Emotionspsychologie und der Neurowissenschaft (Neurokognition/Computational Neuroscience). Im Hintergrund sind dabei auch begriffsanalytische Aspekte der Emotionsphilosophie von Relevanz. Wichtig sind etwa die Fragen nach Kriterien zur Bestimmung der unterschiedlichen Arten von Emotionen (z.B. die Unterscheidung von sozialen oder moralischen gegenüber anderen Emotionen) oder die Fragen nach Inhalt und Intentionalität bzw. Objektgerichtetheit der speziellen Emotionen.

Graduierten-Tandems aus der Informatik und der empirischen Kommunikations- und Medienwissenschaft entwickeln gemeinsam Konzepte und implementieren diese. Danach erfolgen unter Umständen mit kleinen Nutzerstichproben Evaluationen der erzeugten Prototypen. Wenn in der Entwicklung des emotionssensitiven Systems geplante Meilensteine erreicht sind, erfolgt jeweils eine umfangreichere Evaluation auf der Basis experimenteller Bedingungsvariation und unter Einsatz unterschiedlicher abhängiger Variablen als Messung der Wirkungen der Agenten auf Nutzer (Physiologie, Blickbewegung, Rating, Fragebogen, etc.). Weitere innovative methodische Vorgehensweisen bestehen im Vergleich menschlicher emotionaler Reaktionen mit denen des Agenten. Diese sollen eine Antwort auf die Frage liefern, ob als Ergebnis des Lernprozesses eine Konvergenz auf gleiche bedingungsvarierte emotionsauslösende Situationen stattfinden.

Mit dem Forschungsteilbereich Emotion wird zusammenfassend intendiert, in Verbindung mit den jüngsten Ergebnissen philosophischer, psychologischer und neurowissenschaftlicher Befunde zu Emotionen Modelle zu konstruieren und Systeme zu entwickeln, die Aspekte der menschlichen Emotionsverarbeitung nachbilden. Auf dieser Grundlage soll es dem virtuellen Charakter ermöglicht werden, die emotional relevanten Informationen des Nutzers zu interpretieren, um so sensitiv auf dessen emotionalen Zustand reagieren zu können.

### **3.2.3 Forschungsteilbereich Sensomotorik: Sensomotorik in gekoppelten virtuellen und realen sozialen Welten am Beispiel immersiver VR-Umgebungen mit mehrbenutzerfähiger Stereoprojektion**

#### **Zielsetzung, Fragestellung und Relevanz**

Die Ausstattung immersiver Virtual Reality (VR) Umgebungen mit multiplen Perspektiven für mehrere gleichzeitige Nutzer, einer Kombination mehrerer Sinneskanäle und authentischen Eingabemöglichkeiten steckt noch in den Anfängen. Einerseits sind immer noch viele technische Probleme ungelöst (Fröhlich et al., 2005; Fröhlich et al., 2004; Blom et al., 2002), andererseits sind noch konzeptuelle und empirische Arbeiten im Bereich einer effizienten, nutzer-gerechten sensomotorischen Steuerung zu leisten (Law et al., 2009; Tullis & Albert, 2008). Die Ausarbeitung und technische Umsetzung dieser Konzepte wird der Gestaltung von Arbeitsumgebungen und Erlebnisräumen mittels immersiver VR-Technik eine neue Qualität verleihen.

Die Zielsetzung im Bereich der visuellen Wahrnehmung besteht zunächst in der Entwicklung einer technischen Plattform, die es Benutzerdyaden erlaubt, sich unter Beibehaltung einer individuellen visuellen Perspektive gemeinsam in virtuellen Umgebungen zu bewegen. Die dazu notwendige Technik basiert auf Forschungen zur stereoskopischen Projektion mit multiplen Perspektiven (mehrbenutzerfähige Stereoprojektionen auf der Basis aktiver Stereoskopie). Unter Einbezug wahrnehmungspsychologischer Erkenntnisse und der geplanten eigenen Experimente mit der entwickelten Plattform wird selbige erweitert und an Nutzerbedürfnisse adaptiert. In den meisten geplanten Anwendungsfällen kommt der auditiven Wahrnehmung neben dem Sehen die größte Bedeutung zu. Aktuelle Forschungen im Bereich von Mehrbenutzersystemen befassen sich mit der Generierung von räumlich korrekt platzierten akustischen Signalen (Springer et al., 2006). Die so genannte Wellenfeldsynthese gilt dabei als Stand der Technik. Damit lassen sich akustische Signale generieren, die scheinbar von klar differenzierbaren Positionen im Raum ausgehen.

Mehrbenutzerfähige virtuelle Umgebungen stellen neue Anforderungen an die Möglichkeiten der Nutzerinteraktion, die durch neue sowie geeignete Kombinationen bestehender Eingabegeräte zu erfüllen sind. Anhand konkreter Anwendungsfälle sollen deshalb experimentelle Studien durchgeführt werden, um effiziente und benutzerfreundliche Eingabemethoden für spezifische Klassen von Problemen zu entwickeln. In einem zweiten Schritt dienen andere Anwendungsfälle aus derselben Klasse der Evaluation der gefundenen Ergebnisse. Insbesondere soll die Frage beantwortet werden, welcher Zusammenhang zwischen den unter Umständen entgegengesetzten Anforderungen an Authentizität (Eingabe erfolgt wie in realen Handlungs- und Kommunikationssituationen) und Effizienz der Eingabe bestehen. Es kann erwartet werden, dass mit steigender Realitätsnähe der virtuellen Umgebung auch die Erwartung des Nutzers steigt, authentisch interagieren zu können. Andererseits sind oftmals „magische“ oder abstrakte Interaktionsparadigmen, die keine Entsprechung in der Realität haben (z.B. „Schweben lassen“, Navigation mittels Grundriss), besonders effizient in dem Sinne, dass sie die Benutzerabsicht mit geringem Eingabeaufwand vermitteln.

Von den zu erwartenden Erkenntnissen und Entwicklungen würden Interaktion und Kommunikation in virtuellen 3D-Welten profitieren. Zudem soll es möglich werden, nicht nur die Realität in ihren visuellen, akustischen oder kinästhetischen Aspekten hinreichend genau abzubilden, sondern auch Szenarien umzusetzen, die in der Wirklichkeit nicht existieren. Auf dieser Basis sind Anwendungen im Bereich von Ausbildung und Lehre verbesserbar, bei denen kooperatives Problemlösen, z.B. in risikobehafteten Tätigkeitsfeldern, erfolgt oder 3D-Simulationen aus Kostengründen die bessere Wahl darstellen. In Arbeitskontexten können Benutzer beispielsweise bei Entwurfs- und Konstruktionsaufgaben in immersiven VR-Umgebungen unterstützt, als auch die soziale Immersion in virtuellen Erlebnisräumen gesteigert werden.

## Theoretischer Hintergrund

Für die dreidimensionale Präsentation von virtuellen Objekten haben sich unterschiedliche technische Wirkprinzipien herausgebildet, unter anderem Stereoskopie, Autostereoskopie, Holografie, Projektionen auf holografische Scheiben, Laserprojektionen auf rotierende transparente Bildflächen in Helixform usw. (Agocs et al., 2006; Endo et al., 2000; Balogh et al., 2006). Die Stereoskopie zeichnet sich dadurch aus, dass mit vertretbarem hard- und softwaretechnischem Aufwand für die meisten Anwendungsfelder realistische Bildfolgen in den erforderlichen Bildgrößen und Auflösungen dreidimensional dargestellt werden können. Aus diesem Grund stellt die Stereoskopie bei VR-Systemen den aktuellen Standard dar. Zudem kann beobachtet werden, dass neue Entwicklungen von Hardwareplattformen und Softwarestandards (aktive und passive Filtertechniken, stereofähige DLP-Projektoren, stereofähige Großbild-Displays und TVs, Kodierungsstandards) auf dem Prinzip der Stereoskopie basieren.

Das stereoskopische Wirkprinzip beruht darauf, dass jedem Auge des Betrachters das zugehörige, perspektivisch korrekte, stereoskopische Halbbild präsentiert wird. Die Kombination dieser Bilder im menschlichen Wahrnehmungsapparat führt dann zu einer räumlichen Bildwahrnehmung. Allerdings hat die Stereoskopie einen erheblichen Nachteil: Wie bei jeder bildbasierten Technik wirken abgebildete Proportionen verzerrt, wenn das Bild aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet wird. Daher nimmt der Betrachter nur dann eine 3D-Perspektive korrekt wahr, wenn er sich an der zur Bildaufnahme verwendeten (realen oder virtuellen) Kameraposition befindet. Weicht er davon ab, so führt dies zu einer verfälschten Wahrnehmung der räumlichen Verhältnisse, die sich im Anwendungsfall einer virtuellen Umgebung besonders negativ auf die Interaktion mit den präsentierten Objekten auswirkt. Herkömmliche stereoskopische Systeme eignen sich dementsprechend weder für das kollaborative, d.h. gemeinsame und gleichzeitige Bearbeiten von Aufgabenstellungen noch für die Erfahrung von Erlebnisräumen durch mehrere Benutzer. Diese Unzulänglichkeit resultierte in der aktuellen Forschung zu Verfahren für die stereoskopische Projektion mit multiplen Perspektiven (mehrbenutzerfähige Stereoprojektionen). Die Entwicklung mehrbenutzerfähiger Stereoprojektionen begann mit Systemen, bei denen die unterschiedlichen Perspektiven auf disjunkte Bildflächen projiziert wurden. Dabei sorgen die Anordnung der Bildflächen bzw. eine so genannte Parallaxenbarriere (Kitamura et al., 2001) dafür, dass jeder Betrachter nur den zu seiner Perspektive zugeordneten Bereich der Bildfläche sieht. Erweiterungen dieses Wirkprinzips finden auch bei autostereoskopischen Displays Anwendung. Der offensichtliche Nachteil besteht darin, dass sich Positionen und Blickrichtungen der Benutzer innerhalb fest definierter Bereiche befinden müssen. Die freie Bewegung vor der Bildfläche ist nicht möglich, weshalb die Akzeptanz dieser Systeme eher gering ist.

Systeme mit einer gemeinsamen Bildfläche überwinden diesen Nachteil. Sie basieren auf der Erweiterung des aktiv stereoskopischen Wirkprinzips oder auf der Kombination der aktiven und der passiven Stereoskopie (Blom et al, 2001; Fröhlich et al, 2005). Da sich bei den bislang experimentell erforschten Verfahren insbesondere die erreichbare Bildhelligkeit mit jeder weiteren Perspektive drastisch reduziert, lassen sich damit betriebene großflächige Projektionssysteme (Powerwalls, Caves) zumeist nur in völlig abgedunkelten Räumen einsetzen, was vielen Anwendungen entgegensteht. Es ist jedoch absehbar, dass neue Geräteklassen (schmalbandige Laser- bzw. LED Projektoren) in Verbindung mit der Infitec-Technologie ([www.infitec.de](http://www.infitec.de)) die Lichtleistung deutlich erhöhen werden. An der Professur GDV wurde beispielsweise ein Verfahren experimentell untersucht, bei dem das Infitec-Verfahren in Kombination mit der Polarisationsfiltertechnik zur Darstellung von zwei individuelle Perspektiven verwendet wurde. Im Gegensatz zur Entwicklung von Fröhlich et al. sind dabei keine aktiv-stereoskopischen Filterbrillen erforderlich, so dass sich für die Benutzer flimmerfreie Stereobilder präsentieren lassen. Derartige Forschungen befinden sich jedoch noch im Anfangsstadium.

Vor allem die Technologie der immersiven VR-Systeme erlaubt dem Nutzer die Illusion des Eintauchens in eine virtuelle Welt und des Teilhabens an den Vorgängen in dieser Welt. Der

Begriff Immersion wird in verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen thematisiert und entstammt der Metapher des Eintauchens in Wasser. Allgemein versteht man darunter einen psychischen Zustand, der durch das Empfinden gekennzeichnet ist, komplett von einer (anderen) Realität umgeben zu sein, die die gesamte Aufmerksamkeit eines Individuums auf sich zieht (Murray, 1997; Pietschmann, 2009). Die Sinne sind komplett in die virtuelle Umgebung getaucht, sodass die Wahrnehmung der Realität verdeckt bzw. überlagert wird. Somit entsteht theoretisch die Illusion, die medialen Sinneseindrücke seien real.

Unterschiedliche Konzeptualisierungen von Immersion sind sich dahingehend einig, dass verschiedene Subformen von Immersion existieren, die zum Gesamtkonstrukt der Immersion beitragen. Unter anderem finden sich Differenzierungen zwischen Anteilen der Wahrnehmung durch die Sinnesorgane und kognitiven Prozessen (Lombard & Ditton, 1997) sowie eine weitere Unterscheidung in detailliertere Teilbereiche wie emotionale, räumliche, sensorische, sensomotorische, soziale und kognitive Immersion (Björk & Holopainen, 2004; Aylett, 2000).

Bei der sensomotorischen Immersion stehen die Sinneswahrnehmung und die daraus resultierenden motorischen Reaktionen des Körpers im Vordergrund. Da sowohl sensomotorische als auch visuelle Immersion auf den Sinneswahrnehmungen des Nutzers basieren, existieren konzeptionelle Überschneidungen beider Immersionsformen. Diesbezüglich gibt es verschiedene Auffassungen, jedoch wird im Folgenden davon ausgegangen, dass die visuelle, sensomotorische und räumliche Immersion eng miteinander verknüpft sind und eine hohe Schnittmenge aufweisen. Sie besitzen jedoch einzelne Charakteristika, die eine entsprechende Trennung rechtfertigen. Gegen eine Subsumierung der visuellen Immersion als Spezialfall der sensomotorischen Immersion spricht das in der klassischen VR-Literatur (Steuer, 1992; Heers, 2005) vertretene Verständnis sensomotorischer Techniken als multisensorisches Zusammenwirken und Ergänzen unterschiedlicher Sinne des Menschen zu einem authentischen Gesamtbild. Dagegen bezieht sich visuelle Immersion auf Techniken, bei denen mithilfe von dreidimensionalem Design und (narrativen) Darstellungsperspektiven ein erfahrbarer Interaktionsraum entsteht. Traditionell ist die sensomotorische Immersion das Hauptziel von VR-Anlagen (Held & Durlach, 1992). Zur sensomotorischen Immersion gehört die multisensorische Kombination sämtlicher Sinnesreize (z.B. auditive, taktile, vestibuläre oder olfaktorische Reize). Voraussetzung für ein hohes Maß an sensomotorischer Immersion ist die Konsistenz der eingehenden Informationen über verschiedene Sinnesmodalitäten hinweg bei gleichzeitiger Unterdrückung potenziell ablenkender Stimuli (etwa die Wahrnehmung von Bildschirmrändern oder die Druck ausübende Befestigung eines Head Mounted Display am Kopf, Held & Durlach, 1992).

Der Anteil der motorischen Faktoren der sensomotorischen Immersion umfasst die direkten Bewegungen der sensorischen Organe und die damit verbundenen Bewegungen der virtuellen, kontrollierbaren Objekte. Für die Immersion ist es daher förderlich, die Bewegung und das Verhalten einer virtuellen Figur und virtueller Objekte den erwarteten Bewegungen und dem gewohnten Objektverhalten anzupassen (z.B. physikalische Eigenschaften wie Schwerkraft und Trägheit). Der dadurch entstehende Eindruck von Authentizität spielt bei sensomotorischer Immersion eine besondere Rolle, da Nutzer davon ausgehen, dass Handlungen erwartungskonform ablaufen und sich virtuelle Objekte wie ihre Pendanten in der Realität verhalten. Die sensorischen und motorischen Komponenten der gemeinsamen Nutzung solcher dynamischer VR-Umgebungen sind noch nicht hinreichend geklärt. Es bedarf weiterer empirischer Forschung, um die Bedingungen für die Maximierung des Erlebens einzelner und die Kombination unterschiedlicher Immersionsformen zu bestimmen. Die wesentliche technische Grundlage bilden die Erfassung und Aufzeichnung von Bewegungen der Akteure mit Trackingsystemen sowie die Erkennung von Gesten aus den gewonnenen Daten (Benko et al., 2005; Mitra & Acharya, 2007; Peng et al., 2008).

## **Aufgaben und methodisches Vorgehen**

Im Rahmen des Kollegs sollen unterschiedliche Anwendungsszenarien untersucht werden, aus denen sich grundlegende Erkenntnisse über die Interaktion in immersiven VR-Umgebungen ableiten lassen. Die erste Aufgabe besteht deshalb in der Auswahl und Spezifikation der zu betrachtenden Szenarien. Im nächsten Schritt sind die VR-Umgebungen zu entwerfen, die zur Durchführung der geplanten Versuche benötigt werden. Beispielsweise wird die kollaborative Arbeit an virtuellen Fahrzeugen eine Großbildprojektion erfordern, während sich kleinere Modelle sehr gut an einer L-Bench bearbeiten lassen.

Für die Evaluierung muss frühzeitig eine Testumgebung zur Verfügung stehen. Da abgedunkelte Räume einer Interaktion der Benutzer entgegenwirken, ist vorgesehen, zunächst eine L-Workbench mit zwei stereoskopischen Perspektiven zu realisieren. Die relativ kleinen Bildflächen ermöglichen eine ausreichende Helligkeit und die L-Anordnung erlaubt die räumliche Darstellung von kleineren Objekten in Originalgröße. Damit erfüllt die Workbench die Voraussetzungen für erste empirische Untersuchungen zum Benutzerverhalten bei der kollaborativen Bearbeitung von virtuellen Objekten. Weitere Installationen werden für die zu untersuchenden Fragestellungen, die als mögliche Dissertations- oder Habilitationsthemen innerhalb des Graduiertenkollegs bearbeitet werden können, maßgeschneidert entwickelt.

Bei der Realisierung sämtlicher vorgesehener VR-Umgebungen stellt die Entwicklung des technischen Wirkprinzips für die Mehrbenutzerfähigkeit des VR-Systems (Video und Audio) die größte Herausforderung dar. Die Spezifikation der VR-Systeme umfasst neben der bildgebenden Hardware auch die Spezifikation der VR Betriebssoftware sowie der zu untersuchenden Interaktionsgeräte und -methoden. Das aus einer Zusammenfassung der Anforderungen entstehende technische Profil soll in ein Baukastensystem münden, das die vorhandene Infrastruktur bestmöglich integriert. So können die Kosten für Neuanschaffungen auf ein Mindestmaß reduziert werden, das überwiegend durch die Realisierung der Mehrbenutzerfähigkeit bestimmt wird.

Die Erforschung der Sensomotorik basiert wesentlich auf der kontinuierlichen Aufzeichnung der Benutzerbewegungen. Die bekannten technischen Verfahren, z.B. markerbasiertes Motion Tracking oder Videoaufzeichnung, sind unter den Gesichtspunkten ihrer Eignung für die zu untersuchenden Szenarien zu bewerten. Dabei sind Aspekte wie technischer Aufwand, Geschwindigkeit, Genauigkeit und Robustheit, aber auch Akzeptanz und Aufwand zur Auswertung der gemessenen Rohdaten zu berücksichtigen. Auf der Grundlage dieser Bewertung sind mögliche Aufzeichnungsverfahren auszuwählen und zu realisieren.

Die sozialwissenschaftliche Aufgabenanalyse mündet in eine Spezifikation der Funktionalität eines verallgemeinerten Systems zum Einsatz in unterschiedlichen Arbeitsfeldern und Erlebnisräumen. Sie basiert auf der Entwicklung neuer bzw. Adaption vorhandener Software zur Untersuchung relevanter Fragestellungen. Beispielhaft soll zur Beantwortung der sozialwissenschaftlichen Fragestellungen ein Interaktionstool zur Perspektiven-Übernahme bzw. zum Wechsel zwischen eigenem und fremdem Bild umgesetzt werden. Darüber hinaus sollen ebenfalls die Möglichkeiten authentischer Eingabemethoden zur Navigation und Manipulation in der VR konzipiert und untersucht werden. Konkret werden spezifische Anwendungsfälle im Rahmen von Pilotstudien simuliert, für die dann die optimale Kombination von Eingabemethoden ermittelt und evaluiert wird. Für die Analyse der aufgezeichneten Bewegungsdaten ist eine konzeptuelle Analyse von Bewegungsmustern, Gesten und kommunikativen Akten notwendig, um die für die Interaktion (mit den Objekten und zwischen den Nutzern) relevanten Bewegungsmuster angemessen zu kategorisieren und beschreiben.

### **3.2.4 Forschungsteilbereich Lernen: Förderung des selbstgesteuerten Lernens in gekoppelten virtuellen und realen sozialen Welten mit virtuellen Charakteren**

#### **Zielsetzung, Fragestellung und Relevanz**

In dem Forschungsteilbereich Lernen soll anhand aktueller sozialwissenschaftlicher Methoden empirisch untersucht werden, welche selbstgesteuerten Lernprozesse Nutzer in gekop-

pelten virtuellen und realen sozialen Welten ausführen. Das Hauptaugenmerk wird auf der Beantwortung der beiden zentralen Fragen liegen, inwiefern diese selbstgesteuerten Lernprozesse die Erreichung der von den Nutzern anvisierten Lernziele tatsächlich ermöglichen und wie diese lernförderlichen Lernprozesse durch virtuelle Charaktere unterstützt werden können. Aus informationstechnischer Sicht sind in diesem Zusammenhang intelligente Schnittstellen zur effizienten Nutzung von Potentialen gekoppelter virtueller und realer Welten unter Einbeziehung sozialer Kompetenzen zu entwickeln. Aufbauend auf Ansätzen für Mensch-Maschine-Schnittstellen sind dabei vor allem Aspekte der Mobilität, der Informationskompression sowie der soziospezifischen Limitierung etwa durch sprachliche, optische oder akustische Begrenzungen des Lernenden zu betrachten.

Die vorliegende Forschung in diesem Teilbereich konzentriert sich auf das Lernen in virtuellen Welten und erforscht vornehmlich die kognitiven, emotionalen, motivationalen und sozialen Voraussetzungen für ein erfolgreiches Lernen mit pädagogischen Agenten. Darauf aufbauend soll in diesem Forschungsteilbereich untersucht werden, welche Anforderungen speziell die Kopplung virtueller und realer sozialer Welten an die Nutzergruppe *Lernende* stellen und wie diese durch systematische Instruktionsmaßnahmen in Form von virtuellen Charakteren unterstützt werden können. Damit sollen neue Lernzugänge zu komplexen Lerninhalten in dedizierten Gruppen von Lernenden erschlossen werden, die zur Bewältigung demographischer Entwicklungen adaptiert werden können. So können lernschwächere Lernende Zugang zu komplexen Inhalten finden sowie fachfremde Lernende zu neuen Fachgebieten. Diese Zugänge gewinnen bei steigendem Fachkräftemangel immense Bedeutung.

### **Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung**

Das Lernen in gekoppelten virtuellen und realen sozialen Welten stellt hohe Anforderungen an die Nutzer. Mit Blick auf Forschungen zum technologieunterstützten Lernen werden vor allem die Navigation sowie die Orientierung und das Zurechtfinden in den verschiedenen Welten den Lernenden stark fordern. Zudem ist das Erlernen der multimedial präsentierten Inhalte sowie die Kommunikation und Interaktion mit virtuellen Charakteren sowie mit real präsenten Mitlernenden und Lehrenden äußerst anspruchsvoll. Lernförderliche, selbstgesteuerte Prozesse, die Lern- und Erlebniswelten verknüpfen, können einerseits von Lernenden mit hoher Selbstlernkompetenz und andererseits von einer benutzerfreundlichen und lernförderlichen Schnittstellengestaltung profitieren. Dabei können Schnittstellen als eigenständige Charaktere aufgefasst werden, welche die Informationsflüsse regulieren und idealerweise an bestimmte Zielgruppenprofile adaptieren. Soziospezifische Lernhemmnisse und Kommunikationsbarrieren sollen so eliminiert und eine neue Generation adaptiver Lerntechniken für das Lernen in gekoppelten Welten entwickelt werden.

In der pädagogisch-psychologischen Forschung wird gegenwärtig die Rolle Pädagogischer Agenten für das selbstregulierte Lernen in technologiebasierten Lernumgebungen untersucht. Die allgemeine Zielsetzung besteht darin, anhand virtueller Charaktere (zumeist in Form von Agenten) den Lernprozess wirksam zu unterstützen. Einen Überblick zum aktuellen Forschungsstand findet sich in den Arbeiten von Baylor (2001), Clarebout et al. (2002), Moreno (2004) und Heidig & Clarebout (2010). Pädagogische Agenten werden oft nach der Erscheinungsform unterschieden, bspw. in den Dimensionen Realitätsnähe, Darstellungsform (3D, 2D), Grad der Anthropomorphisierung oder Geschlecht. Darüber hinaus wird häufig nach der Realitätsnähe ihres Einsatzfeldes unterschieden (Virtual Reality, Mixed Reality, usw.), ihrem Animationsgrad sowie nach dem Online oder Offline Einsatz (Domagk, 2008). Die Forschung zu sozialen Agenten in pädagogischen Situationen verwendet häufig den Begriff des „Pedagogical Agents as Learning Companions“ (PALs). In Form eines virtuellen Lernpartners oder eines virtuellen Tutors sollen sie das Lernen am Computer „persönlicher“ gestalten und somit die Motivation der Lernenden sowie den Lernerfolg fördern. Dabei werden die eben erwähnten Unterscheidungsdimensionen von pädagogischen Agenten variiert, um Auswirkungen auf Motivation, Emotion, kognitive und metakognitive Lernprozesse und Lernleistung festzustellen. Untersuchungsfelder wie Kommunikation, Motivation, den „sozialen“ Eigenschaften des Agenten wie der Stimme o.ä. sind Untersuchungsgegenstand aber

auch das Zusammenspiel mit verschiedenen Instruktionsdesigns und in verschiedenen pädagogischen Einsatzgebieten (Heidig & Clarebout, 2010).

Nicht allein wegen der hohen Produktionskosten stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage, ob virtuelle Charaktere tatsächlich die Lernenden zum Lernen motivieren und damit den Lernerfolg erhöhen können. Die vorhandene Forschung lässt sich dahingehend zusammenfassen, dass positive Effekte vor allem in Bezug auf die subjektiven Lernerfahrungen in computerbasierten Lernumgebungen erreicht werden, aber weniger in Bezug auf die erzielten Lernleistungen. Einige Studien legen nahe, dass die positiven Effekte eher auf die Vocalizations des Agenten anstatt auf seine visuelle Präsenz zurückzuführen sind (Moreno, 2004). Krämer und Bente (2010) plädieren in diesem Zusammenhang in weiteren Studien den bislang vernachlässigten Aspekt des non-verbalen Kommunikationsverhaltens des Agenten unbedingt zu berücksichtigen bzw. dieses auf Basis kommunikationswissenschaftlicher Theorien explizit zu verbessern, um deutlichere Lerneffekte zu erzielen.

Ungeklärt bleibt bislang die Frage, inwieweit die aufgedeckten positiven Lerneffekte auf motivationale Faktoren (etwa durch eine erhöhte Anstrengungsbereitschaft) oder aber durch den Agenten induzierte kognitive und metakognitive Prozesse zurückzuführen sind. Dies ist aufgrund des bislang verwendeten methodischen Vorgehens mit dem Focus auf outcome-Variablen auch nicht zu beantworten, sondern kann erst mit Hilfe dezidierter Prozessanalysen erfolgen (Bannert, 2007, 2009; Bente & Breuer, 2009).

Aus einer instruktionspsychologischen Perspektive stellt sich vor diesem Hintergrund die Frage, inwieweit pädagogische Agenten das selbstgesteuerte Lernen in technologiebasierten Lernumgebungen im allgemeinen und gekoppelten Welten im speziellen tatsächlich fördern können. Dabei wird *Lernen* als aktive, zielgerichtete und konstruktive Aktivität beim Erwerb neuen Wissens aufgefasst. Mit Blick auf zahlreiche Forschungsbefunde zum Wissenserwerb mit Texten und Bildern wird angenommen, dass dabei der Lernende mentale Repräsentationen auf verschiedenen Ebenen aufbaut, die den betreffenden Sachverhalt idealerweise konsistent und kohärent abbilden und zu einer dauerhaften Veränderung des kognitiven Systems führen (Schnotz & Bannert, 2003). Strategische Lernaktivitäten sind dabei essentielle Komponenten der informationsbasierten Handlungssteuerung, die dafür sorgen, dass beim Lernen die Informationen effektiv aufgenommen, verarbeitet und langfristig gespeichert werden sowie leicht abzurufen sind. Sie zielen prinzipiell darauf ab, den Informationsverarbeitungsprozess bzw. das Lernen zu optimieren. Lernen wird also nicht allein durch die vorhandenen Gedächtnisfähigkeiten oder allgemeiner durch die habituellen und dispositionellen Charakteristika einer Person bestimmt, sondern vor allem durch die spezifischen prozessualen Lernaktivitäten in der jeweiligen Aufgabensituation.

In der aktuellen Forschung wird angenommen, dass virtuelle Charaktere diese unterschiedlichen Lernaktivitäten induzieren, stabilisieren oder gar vermitteln können. Aus Sicht der Lehr-Lern-Forschung erfüllen sie demgemäß unterschiedliche didaktische Funktionen (Motivation, Information, Informationsverarbeitung, Speichern und Abruf, Übung und Anwendung, Monitoring und Regulation, siehe Klauer & Leutner, 2007), die beim selbstgesteuertem Lernen weitgehend vom Lernenden selbst übernommen und spontan ausgeführt werden müssen. Die Forschung zum hypermedialen Lernen hat jedoch wiederholt aufgezeigt, dass Lernende damit häufig überfordert sind und ein erfolgreiches selbstgesteuertes Lernen deshalb selten gelingt (Bannert, 2007). Vor diesem Hintergrund scheinen intelligente virtuelle Charaktere besonders vielversprechend. In weiteren Forschungen ist jedoch zu klären, welche Lernaktivitäten bzw. welche didaktische Funktionen virtuelle Charaktere in welcher Art und Weise unterstützen sollen. Zudem ist zu klären, inwieweit damit eine höhere mentale Belastung der Lernenden einhergeht, die im Sinne eines „extremeous cognitive load“ positiven Lernergebnissen entgegen steht (Sweller, van Merriënboer & Paas, 1998).

Zusammenfassend ist in weiteren Forschungsansätzen nach den pädagogisch-psychologischen Voraussetzungen zu fragen, die einen effektiven und effizienten Einsatz virtueller Charaktere in gekoppelten realen und virtuellen Lernwelten gewährleisten. Dabei

müssen sowohl die Spezifika der Zielgruppe als auch die spezifischen Gestaltungsmerkmale der virtuellen Charaktere weitergehend untersucht werden. Genau an diesen beiden Punkten setzen die unten aufgeführten Forschungsthemen des geplanten Graduiertenkollegs an.

Aus informationstechnologischer Perspektive können derartige pädagogische Agenten oder Agentensysteme auch durch komplexe Roboterplattformen repräsentiert werden. Diese interagieren als direkte, bidirektionale Schnittstelle zwischen realer und virtueller sozialer Welt. Aufgrund der umfangreichen technologischen Weiterentwicklung bieten Roboterplattformen ideale Möglichkeiten zur Umsetzung neuer, adaptiver Lerntechniken. Aufgrund ihrer Mobilität stellen sie, speziell im Anwendungsbereich *Blended Museum*, ideale Interaktionsobjekte dar und können auf spielerische Weise Wissen aktiv vermitteln sowie Neugier bei den Nutzern wecken. Müller et al. (2009) zeigen dabei die vielseitigen und innovativen Möglichkeiten speziell im Kontext von Mixed Reality Konzepten.

Die nutzerseitige Akzeptanz eines mobilen Roboters als pädagogisches Agentensystem ist ebenso entscheidend wie die Qualität der internen Informationsaufbereitung und Verarbeitungsprozesse (SERA Projekt – Social Engagement with Robots and Agents – Hudlicka et al., 2009). Dies beinhaltet zunächst die direkt wahrgenommene, äußere Form des Systems. Hierbei müssen sozial geprägte Ängste und Vorurteile frühzeitig analysiert und möglichst umgangen werden. Die physikalische Gestalt sollte gesellschaftlichen Normen unterliegen und allgemein als freundlich empfunden werden. Dazu sind Größe, Formgebung sowie die audiovisuelle Mensch-Maschine-Schnittstelle oder evtl. Komponenten für haptische Wahrnehmungen von zentraler Bedeutung. Diese Faktoren beeinflussen wiederum die Leistungsfähigkeit der Technologieplattform, die ein ressourcenbeschränktes, eingebettetes System darstellt. Bevor jedoch eine geeignete Plattform für die Umsetzung innovativer Lernkonzepte zur Verfügung gestellt werden kann, müssen zunächst grundlegende Fragestellungen technischer und sozialer Natur betrachtet werden.

### **Aufgaben und methodisches Vorgehen**

Um im Kontext adaptiver, pädagogischer Agenten eine intelligente Mensch-Maschine-Schnittstelle zu realisieren, bedarf es auf technologischer Seite multisensorischer und präziser Messsysteme. Die zentralen Sensorikkomponenten umfassen zunächst optische Systeme, die in der Lage sind, während einer Mensch-Maschine-Konversation Feinheiten in Mimik und Gestik verzögerungsfrei zu detektieren und dabei die vorverarbeiteten Daten dem zentralen Agentensystem zur Verfügung zu stellen. Hierbei sind komplexe, eingebettete Systeme (*System on Chip - SoC*) zur Bildverarbeitung und Analyse erforderlich, da sonst die nötige Rechenleistung innerhalb einer mobilen Roboterplattform nicht realisiert werden kann. Neben der optischen Erfassung müssen im Zuge einer authentischen Kommunikation auch akustische Information wie Intonation, Tonhöhe, Lautstärke sowie Geschwindigkeit der Sprache in Echtzeit ausgewertet werden. Sowohl die Sprachanalyse als auch erweiterte Konzepte für die Datenfusion aller Sensorinformationen in eine gemeinsame, umfassende Wissensbasis stellen weitere Problemstellungen dar. Zur Lösung bieten sich energieeffiziente, intelligente Sensoriksysteme an (Vodel et al., 2010).

Neben den einzelnen Sensorikkomponenten repräsentieren die Anzeige- und Aktuator-komponenten einer Roboterplattform die aktiven Schnittstellen zwischen den virtuellen und realen Welten. Die reine Informationsrepräsentation erfolgt dabei meist audiovisuell und wird optional durch generierte Gesten unterstützt. Im Zuge dieser Wissensvermittlung muss zunächst aus einem breiten Pool zur Verfügung stehender Informationen gezielt eine gefilterte Menge relevanter Daten bereitgestellt werden. Anschließend werden diese Informationen über multimediale Ausgabesysteme dem Nutzer vermittelt. Hierbei kann auf umfassendes Wissen aus dem Forschungsbereich „Interactive Digital Signage“ (Vodel & Hardt, 2010) zurückgegriffen werden, welches innovative Konzepte für die individuelle, situationsabhängige Visualisierung multimedialer Daten zur Verfügung stellt. In mehreren Forschungsprojekten (Heller et al., 2009) konnten zusätzlich multimediale E-Learning Ansätze entwickelt und integriert werden.

Neben der Wissensvermittlung übernimmt das digitale Abbild des pädagogischen Agenten zusätzliche Aufgabenbereiche. Mit Hilfe geeigneter Avatare, Aktuatoren oder Agenten können z.B. alle mittels Sensoren aufgenommen Nutzerinformationen visuell dargestellt werden. Eine weitere Stärke solcher auf Basis von Robotern agierender Agentensysteme besteht darin, dass innerhalb des virtuellen Raumes sowohl der Blickwinkel als auch die Art der Wissensvermittlung jederzeit verändert werden kann. Baylor (2009) beschreibt hierzu Motivationsaspekte in Zusammenhang mit dem Einsatz virtueller Agenten oder Avataren. Dabei werden grundlegende Fragestellungen über die Relevanz virtueller Tutoren und deren visuelle Erscheinung diskutiert. Auf dieser Basis sollen im Rahmen des Graduiertenkollegs weiterführende Analysen mit einer geeigneten Roboterplattform und unter Realbedingungen in einem Blended Museum Anwendungsszenario durchgeführt werden.

Um ein adaptives, pädagogisches Agentensystem zu realisieren, welches sich dem jeweiligen Nutzer dynamisch anpasst und dabei aktuelle kognitive, motivationale und emotionale Zustände des Lernenden einbezieht, muss dazu das System selbst eigenständig aus bereits erlebten Situationen lernen. Die Menge integrierter Funktionalitäten und Aktionen wird dementsprechend kontinuierlich verbessert. Dies erfordert dynamische, selbstorganisierende Lösungskonzepte für alle internen Verarbeitungsprozesse, um so eine Lernfähigkeit der Roboterplattform zu gewährleisten. Hierbei müssen viele Forschungsschwerpunkte aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz betrachtet und anschließend auf technische Systeme abgebildet werden. Neben den bereits aufgeführten Themengebieten wie Sprach- und Mustererkennung umfasst dies auch heuristik-basierte Verfahren im Bereich neuronaler Netze und effiziente Approximationsmethoden. Die Algorithmen müssen dabei so effizient umgesetzt werden, dass die Nutzung innerhalb einer mobilen Roboterplattform mit beschränkter Rechenkapazität und limitierten Energieressourcen sichergestellt werden kann.

Im Rahmen einer prototypischen Umsetzung soll ein pädagogischer Agent in Form einer Roboterplattform entstehen, welcher die konzipierten Fördermaßnahmen sowie die adaptierende Visualisierungs- und Interaktionsmethoden praktisch umsetzt.

Während hierbei die Medieninformatik geeignete Bedienkonzepte entwickelt und die Graphische Datenverarbeitung sich mit der dreidimensionalen und realitätsnahen Visualisierung der Avatare sowie der Wissensrepräsentation innerhalb der virtuellen Welten befasst, realisiert die Technische Informatik die gesamte technologische Plattform und integriert die erforderlichen Sensor- bzw. Aktorkomponenten. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf den graphischen Ausgabensystemen sowie auf den zu konzipierenden Schnittstellen zwischen virtueller und realer Welt sowohl auf Software- als auch auf Hardwareebene (Hardt & Ihmor, 2006).

In von dem Lehrstuhl Pädagogik des E-Learning und Neue Medien konzipierten typischen Lernszenarien werden Informationsflüsse auf Komplexität, Kontinuität sowie Visualität analysiert und in ein Klassensystem kategorisiert. Adaptierende Visualisierungs- und Interaktionsmethoden für virtuelle Welten und mobile Frontends werden prototypisch implementiert und anschließend für die entwickelte Prototypplattform angepasst. Im Umfeld des Industriemuseums Chemnitz sind auf dieser Basis Studien hinsichtlich der Anwendbarkeit im Kontext eines *Blended Museum*-Ansatzes realisierbar. Hierbei kann von zwei unterschiedlichen Strategien ausgegangen werden. Im klassischen Fall interagiert der Nutzer dabei in seiner realen Welt über die Roboterschnittstelle mit dem zur Verfügung stehenden Wissen in der virtuellen Welt. Alternativ ist es auch möglich, dass Nutzer über ihren Avatar in der virtuellen Welt eine reale, mobile Roboterplattform steuern und auf diese Weise mit anderen Nutzern in Kontakt treten.

Das Lernverhalten und vor allem die Interaktion mit den virtuellen Charakteren in gekoppelten realen und virtuellen Welten werden anhand sozialwissenschaftlicher Methoden analysiert, wobei insbesondere Prozessanalysen (Methode des lauten Denkens, Logfileanalyse, Blickbewegungsanalyse, physiologische Messungen) neben Interviews und standardisierten Befragungen einbezogen werden. Die konzipierten prototypischen Fördermaßnahmen werden experimentell unter Heranziehung von Kontrollgruppen zunächst im Labor, im weiteren Ver-

lauf auch quasi-experimentell im Feld (etwa im Industriemuseum Chemnitz) hinsichtlich ihrer Wirkung überprüft. Dabei kommen neben systematischen Verfahren der Lernerfolgskontrolle und der Bestimmung der kognitiven Belastung beim Lernen (workload) auch qualitative Methoden, wie etwa Interviews, zum Einsatz. Zudem werden motivationale und emotionale Aspekte im Lerngeschehen erfasst.



## Anhang I: Publikationen und Literaturverweise zum Forschungsprogramm

### 1. Verzeichnis der publizierten Vorarbeiten zum Forschungsprogramm:

#### **Bannert, Maria**

##### **a) Begutachtete Arbeiten**

- Bannert, M. & Hildebrand, M. & Mengelkamp, C. (2009). Effects of metacognitive support device in learning environments. *Computers in Human Behavior*, 25, 829-835.
- Bannert, M. & Reimann, P. (2009). Metakognitive Förderung des Lernens mit digitalen Medien durch Prompting-Maßnahmen. In R. Plötzner, T. Leuders & A. Wichert (Hrsg.). *Lernchance Computer - Strategien für das Lernen mit digitalen Medienverbänden* (S. 67-87). Münster: Waxmann.
- Bannert, M. & Schoor, C. (2007). Motivationale Lernstrategien. In J. Zumbach & H. Mandl (Hrsg.). *Pädagogische Psychologie in Theorie und Praxis. Ein fallbasiertes Lehrbuch* (S. 221-228). Göttingen: Hogrefe.
- Bannert, M. (2005). Designing metacognitive support for hypermedia learning. In T. Okamoto, D. Albert, T. Honda & F.W. Hesse (eds.). *The 2nd Joint Workshop of Cognition and Learning through Media-Communication for Advanced e-Learning* (pp. 11-16). Sophia University, Tokyo, Japan.
- Bannert, M. (2005). Explorationsstudie zum spontanen metakognitiven Strategie-Einsatz in hypermedialen Lernumgebungen. In C. Artelt & B. Moschner (Hrsg.). *Lernstrategien und Metakognition: Implikationen für Forschung und Praxis* (S. 127-151). Münster: Waxmann.
- Bannert, M. (2006). Effects of reflection prompts when learning with hypermedia. *Journal of Educational Computing Research*, 4, 359-375.
- Bannert, M. (2009). Promoting self-regulated learning through prompts: A discussion. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*. 23(2), 139-145.
- Schoor, C., & Bannert, M. (in press). Motivation in a computer-supported collaborative learning scenario and its impact on learning activities and knowledge acquisition. *Learning and Instruction*. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2010.11.002
- Weinel, M., Bannert, M., Zumbach, J. Hoppe, H. U. & Mahlzahl, N. (2011). A closer look on the reciprocal nature of social presence in computer-mediated collaboration. *Computers in Human Behavior*, 27, 513-521.

#### **Brunnett, Guido**

##### **a) Begutachtete Arbeiten**

- Brunnett, G., Rusdorf, St. & Lorenz, M. (2006) V-Pong: An Immersive Table Tennis Simulation, *IEEE Computer Graphics and Application*, Vol. 24 Nr. 4, 2006, pp. 10-13, ISSN 0272-1716
- Kühnert, T., Rusdorf, St., Brunnett, G. (2010) A 3D user interface for virtual prototyping of shoes, in press for *IEEE Computer Graphics and Applications*, ISSN 0272-1716

- Lorenz, M. & Brunnett, G. (2006). Optimized Visualization for Tiled Displays, Proc. Siggraph/Eurographics Symposium on Parallel Graphics and Visualization 2006, pp.127-136, Eurographics 2006, ISBN 3-905673-40-1
- Lorenz, M., Brunnett, G. & Heinz, M. (2007). Driving Tiled Displays with an Extended Chromium System Based on Stream Cached Multicast Communication, Journal of Parallel Computing, Vol. 33, Issue 6, pp. 438-466, ISSN 0167-8191
- Lorenz, M., Brunnett, G. & Heinz, M. (2007). Rendering on Tiled Displays using Advanced Stream Caching, Short Paper Proc. Eurographics Symposium on Virtual Environments, pp. 46-52, Eurographics 2007, ISBN 978-3-905673-64-7
- Rusdorf, St., Brunnett, G. (2004). Kontextabhängige Steuerung in immersiven VR-Umgebungen ohne Verwendung hand-blockierender Eingabe-Hardware, Tagungsband Virtuelle und Erweiterte Realität, 1. Workshop der GI-Fachgruppe VR/AR, pp. 69-77, Shaker Verlag, ISBN 3-8322-3225-7
- Rusdorf, St., Brunnett, G., Lorenz, M. & Winkler, T. (2007) Real-Time Interaction with a Humanoid Avatar in an Immersive Table Tennis Simulation, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 13, No. 1, pp. 15-25, ISSN 1077-2626
- Zhang, L., Brunnett, G. & Rusdorf, St. (2011) Real-time Human Motion Capture with Simple Marker Sets and Monocular Video, accepted for the Journal of Virtual Reality and Broadcasting.
- Zhang, L., Rusdorf, St. & Brunnett, G. (2010). Data-Driven On-Line Generation of Interactive Gait Motion, Articulated Motion and Deformable Objects, 6th International Conference, AMDO 2010, Port d'Andratx, Mallorca, Spain, July 7-9, 2010, pp. 250-259, ISBN/ISSN 978-3-642-14060-0

## **Eibl, Maximilian**

### **a) Begutachtete Arbeiten**

- Knauf, R., Berger, A. & Eibl, M. (2010). Constraints and simplification for a better mobile video annotation and content customization process. In: EuroITV 2010, Adjunct Proceedings, 9th June-11th June 2010, Tampere, Finland, p.339-342. [ISBN: 978-9-521-52355-7]
- Kürsten, J., & Eibl, M. (2010). Putting It All Together: The Xtrieval Framework at Grid@CLEF 2009. In: Multilingual Information Access Evaluation I. Text Retrieval Experiments, Lecture Notes in Computer Science, 2010, Volume 6241/2010 - Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2010, S. 570 - 577. [ISBN: 978-3-642-15754-7]
- Berger, A. & Eibl, M. (2009). Visual String of Query Reformulation. Proceedings of HCI International 2009, San Diego, CA. USA. Human Interface and the Management of Information. LNCS Springer Heidelberg. 2009.
- Kürsten, J., Kundisch, H. & Eibl, M. (2008). QA Extension for Xtrieval: Contribution to the QAst track. In: Working Notes CLEF 2008 Workshop, 17.-19. September 2008, Aarhus, Dänemark, 6 Seiten. [[http://www.clef-campaign.org/2008/working\\_notes/kuersten-qast-paperCLEF2008.pdf](http://www.clef-campaign.org/2008/working_notes/kuersten-qast-paperCLEF2008.pdf)]
- Kürsten, J., Richter, D. & Eibl, M. (2008). VideoCLEF 2008: ASR Classification based on Wikipedia Categories. In: Working Notes CLEF 2008 Workshop, 17.-19. September 2008, Aarhus, Dänemark, 7 Seiten. [[http://www.clef-campaign.org/2008/working\\_notes/kuersten-videoclef-paperCLEF2008.pdf](http://www.clef-campaign.org/2008/working_notes/kuersten-videoclef-paperCLEF2008.pdf)]

- Eibl M. (2006). Schein und Sein der Bedienbarkeit. In: Eibl, Maximilian; Reiterer, Harald; Stephan, Peter Friedrich; Thissen, Frank (Hrsg.). Knowledge Media Design. Theorie, Methodik, Praxis. [Oldenbourg Verlag; 2. Aufl.: ISBN 3-486-58014-0]
- Eibl, M. & Mandl, T. (2005). The impact of aesthetics on apparent usability. In: Proceedings HCI International 2005, 22-27 Juli 2005, Las Vegas, Volume 3 - Human-Computer Interfaces: Concepts, New Ideas, Better Usability, and Applications 7 Seiten. [Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah (NJ)&London, CD-ROM Publikation]
- Eibl M. (2005). Natural Design - Some Remarks on the Human Nature and the Design of User Interfaces. In: Eibl, Maximilian; Wolff, Christian; Womser-Hacker, Christa (Hrsg.) (2005). Designing Information Systems. Schriften zur Informationswissenschaft Band 43. Festschrift für Jürgen Krause. S. 157-170. [UVK Verlagsgesellschaft mbH, ISBN: 0938-8710; ISSN: 3-89669-564-9]
- Eibl, M. (2002). DEViD – A Media Design and Software Ergonomics Integrating Visualization for Document Retrieval. In: Information Visualization Vol.1, Nr.2, S.139-157. [ISSN 1473-8716, doi:10.1057/palgrave.ivs.9500017]

## **Fraas, Claudia**

### **a) Begutachtete Arbeiten**

- Fraas, C. & Pentzold, C. (2008). Online-Diskurse. Theoretische Prämissen, methodische Anforderungen und analytische Befunde. In: Warnke, I.H. / J. Spitzmüller (Hg.). Methoden der Diskurslinguistik. Sprachwissenschaftliche Zugänge zur transtextuellen Ebene. Berlin/New York: de Gruyter, 291-326.
- Fraas, C. , Meier, S. & Pentzold, C. (2010). Konvergenz an den Schnittstellen unterschiedlicher Kommunikationsformen: Ein Frame-basierter analytischer Zugriff. In: Bucher, Hans-Jürgen / Gloning, Thomas / Lehnen, Katrin (Hg.). Neue Medien – Neue Formate. Ausdifferenzierung und Konvergenz in der Medienkommunikation. Frankfurt a. M., New York: Campus, 227-256.
- Pentzold, C., Seidenglanz, S., Fraas, F. & Peter Ohler (2007): Wikis. Bestandsaufnahme eines Forschungsfeldes und Skizzierung eines integrativen Analyserahmens. In: Medien und Kommunikationswissenschaft. Heft 1/2007, S. 61-79.

### **b) Andere Veröffentlichungen**

- Fraas, C. & Meier-Schuegraf, S. (2004). Diskursive Konstruktion kollektiven Wissens on- und offline. In: Beißwenger, Michael/Hoffmann, Ludger/Storrer, Angelika (Hg.). Internetbasierte Kommunikation. OBST – Osnabrücker Beiträge zur Sprachtheorie. Heft 68, S. 77-102.
- Fraas, C. (2004). Vom kollektiven Wissen zum vernetzten Vergessen? Neue Medien zwischen kultureller Reproduktion und kultureller Dynamik. In: Wagner, Franc/Kleinberger-Günther, Ulla (Hg.). Neue Medien - Neue Kompetenzen. Frankfurt/Berlin/Bern/New York/Paris/Wien, S. 6-32.
- Fraas, C. (2005). Diskurse on- und offline. In: Fraas, C. / M. Klemm (Hg.). Mediendiskurse. Bestandsaufnahme und Perspektiven. Frankfurt a.M. et al.: Peter Lang, 83-103.
- Fraas, C. (2008). Online-Diskurse – Neue Impulse für die Diskursforschung. In: Stenschke, Oliver/Wichter, Sigurd (Hrsg.). Wissenstransfer und Diskurs. Frankfurt am Main: Lang (= Transferwissenschaften 7), S. 363-379.
- Fraas, C. (im Druck). Frames – ein qualitativer Zugang zur Analyse von Sinnstrukturen in der Online-Kommunikation. In: Job, Barbara / Mehler, Alexander / Sutter, Tilman (Hg.). Die Dynamik sozialer und sprachlicher Netzwerke. VS-Verlag, Wiesbaden.

## Hamker, Fred

### a) Begutachtete Arbeiten

- Hamker, F. H. (2005) The emergence of attention by population-based inference and its role in distributed processing and cognitive control of vision. *Journal for Computer Vision and Image Understanding*, 100:64-106.
- Hamker, F. H. (2006) Modeling feature-based attention as an active top-down inference process. *Biosystems*, 86:91-99.
- Hamker, F.H. (2005) The Reentry Hypothesis: The Putative Interaction of the Frontal Eye Field, Ventrolateral Prefrontal Cortex, and Areas V4, IT for Attention and Eye Movement. *Cerebral Cortex*, 15:431-447.
- Hamker, F.H., Wiltscut, J. (2007) Hebbian learning in a model with dynamic rate-coded neurons: an alternative to the generative model approach for learning receptive fields from natural scenes. *Network, Computation in Neural Systems*, 18: 249-266.
- Hamker, F.H., Zirnsak, M. (2006) V4 receptive field dynamics as predicted by a systems-level model of visual attention using feedback from the frontal eye field. *Neural Networks*, 19:1371-1382.
- Vitay, J., Fix, J., Beuth, F., Schroll, H., Hamker, F.H. (2009) Biological Models of Reinforcement Learning. *Künstliche Intelligenz*, 3:12-18.
- Vitay, J., Hamker, F.H. (2008) Sustained activities and retrieval in a computational model of perirhinal cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20:1993-2005.
- Vitay, J., Hamker, F.H. (2010) A computational model of the influence of basal ganglia on memory retrieval in rewarded visual memory tasks. *Frontiers in Computational Neuroscience*, 4:13.
- Wiltscut, J., Hamker, F.H. (2009) Efficient coding correlates with spatial frequency tuning in a model of V1 receptive field organization. *Visual Neuroscience*. 26:21-34.

## Hardt, Wolfram

### a) Begutachtete Arbeiten

- Hardt, W. & Vodel, M. (2010). *indiSign - Interactive Digital Signage. ISIS AutoID / RFID Spezial Edition 3-2010*, November 2010. ISBN: 978-3-939336-53-2.
- Hardt, W., & Ihmor, S. (2006). *Schnittstellensynthese, Volume 2 Wissenschaftliche Schriftenreihe: Eingebettete, selbstorganisierende Systeme*. TUDpress, Dresden, Germany. ISBN: 3-398863-63-3.
- Hardt, W., Vodel, M., Caspar, M. & Lippmann, M. (2010). Distributed High-Level Scheduling Concept for Synchronised, Wireless Sensor and Actuator Networks. *Journal of Communication and Computer*, ISSN: 1548-7709, Volume 11, November 2010.
- Heller, A., Karras, M. & Hardt, W. (2008). Integration der elektronischen Semesterapparate in das Learning Management System OPAL durch eine e-Flow Komponente. In *Konferenz: logOS 2008 - Lernen Organisation Gesellschaft das eCampus-Symposium der Osnabrücker Hochschulen*, page 239-245, Oktober 2008. Electronic Publishing Osnabrück. ISBN: 978-3-940255-006.

## Meier, Stefan

### a) Begutachtete Arbeiten

- Meier, S. (2008). (Bild-)Diskurs im Netz – Konzept und Methode für eine semiotische Diskursanalyse im World Wide Web, Köln: von Halem.
- Meier, S. (2008). (Bild-)Diskurs im Netz. Konzept und Methode für eine semiotische Diskursanalyse im World Wide Web Köln: von Halem
- Meier, S. (2010). Die Simulation von Fotografie. Konzeptuelle Überlegungen zum Zusammenhang von Materialität und digitaler Bildlichkeit. In: Finke, Marcel / Halawa, Mark A.: Materialität und Bildlichkeit. Visuelle Artefakte zwischen Aisthesis und Semiosis, Berlin: Kadmos (i. D.)
- Meier, S. (2010). Multimodalität im Diskurs: Konzept und Methode einer multimodalen Diskursanalyse (multimodal discourse analysis). In: Keller, Reiner / Hirsland, Andreas / Schneider, Werner (Hg.). Handbuch Sozialwissenschaftliche Diskursanalyse 1, Theorien und Methoden: Bd 1, (i.E.).
- Meier, S., Wunsch, C., Pentzold, C. & Welker, M. (2010). Auswahlverfahren für Online-Inhalte. In: Welker, Martin / Wunsch, Carsten (Hg.). Die Online-Inhaltsanalyse, Köln: von Halem, S. 103-123.

## Ohler, Peter

### a) Begutachtete Arbeiten

- Mogel, H., Ohler, P. & Urban, Chr. (2000). Psychologie und Informatik - Wie können diese beiden Disziplinen voneinander profitieren? In R. Rimane (Hrsg.), *Gedanken zur Zeit*. Festschrift anlässlich des 60. Geburtstages von Prof. Dr. Bernd Schmidt (S. 159-188). Ghent: SCS-Europe BVBA.
- Munk, C., Diergarten, K., Rey, G. D., Nieding, G., Schneider, W. & Ohler, P. (resub). *Cognitive processing of film cuts among 4- to 8-year-old children – an eye tracker experiment*. *European Psychologist*.
- Ohler, P. & Nieding, G. (2000). Kognitive Modellierung der Textverarbeitung und der Informationssuche im World Wide Web. In B. Batinic (Hrsg.), *Internet für Psychologen* (S. 219-240). Göttingen: Hogrefe. 2. vollständig überarbeitete Auflage.
- Ohler, P. (2008). Playing. In W. Donsbach (Ed.). *The International Encyclopedia of Communication*. Oxford, UK and Malden, MA: Wiley-Blackwell.
- Ohler, P. (2008). Simulation. In W. Donsbach (Ed.). *The International Encyclopedia of Communication*. Oxford, UK and Malden, MA: Wiley-Blackwell.
- Pentzold, C., Seidenglanz, S., Fraas, C. & Ohler, P. (2007). Wikis. *Bestandsaufnahme eines Forschungsfeldes und Skizzierung eines integrativen Analyserahmens*. *Medien und Kommunikationswissenschaft*, 1/2007, 61-79.
- Pietschmann, D., Valtin, G. & Ohler, P. (in print). The effect of authentic input devices on computer game immersion. In: *Handbook Computer Games / Players / Games Cultures*. Proceedings of Game Cultures Magdeburg 2010.
- Reger, K. & Ohler, P. (1999). Emotional cooperating agents and group formation. A system analysis of role-play among children. In H. Szczerbicka et al. (eds.), *Modelling and*

## **Sachs-Hombach, Klaus**

### **a) Begutachtete Arbeiten**

- Sachs-Hombach, K. (2005). Bildwissenschaft. Disziplinen, Themen, Methoden. (Hg.) Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Sachs-Hombach, K. (2006). Bild und Medium. Kunstgeschichtliche und philosophische Grundlagen der interdisziplinären Bildwissenschaft. (Hg.) Köln: Herbert von Halem Verlag.
- Sachs-Hombach, K. (2008). Digital Images in Mobile Communication as Cool Media, in: Nyíri, Kristóf (Ed.). *Integration and Ubiquity. Towards a Philosophy of Telecommunications Convergence*, Vienna: Passagen Verlag, 197-203.
- Sachs-Hombach, K. (2009). Bildtheorien. Anthropologische und kulturelle Grundlagen des Visualistic Turn. (Hg.) Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Schirra, J.R.J. & Sachs-Hombach, K. (2006). Fähigkeiten zum Bild- und Sprachgebrauch, in: *Deutsche Zeitschrift für Philosophie*, 54 (6), 2006, 887-905.

### **b) andere Veröffentlichungen**

- Sachs-Hombach, K. (2005). Die Bildwissenschaft zwischen Linguistik und Psychologie, in: Majetschak, Stefan (Hg.). *Bild-Zeichen. Perspektiven einer Wissenschaft vom Bild*, München: Fink, 157-177.
- Sachs-Hombach, K. (2006). Kommunikative Verbindlichkeit. Anmerkungen zur Differenz sprachlicher und visueller Kommunikation, in: Hofmann, Wilhelm (Hg.). *Bildpolitik – Sprachpolitik. Untersuchungen zur politischen Kommunikation in der entwickelten Demokratie*, Münster u.a.: LIT, 181-196.
- Sachs-Hombach, K. (2008). Marshall McLuhans Medientheorie aus bildwissenschaftlicher Sicht, in: Fromme, Johannes & Sesink, Werner (Hg.). *Pädagogische Medientheorie*, Wiesbaden: VS Verlag, 151-167.

## **Vodel, Matthias**

### **a) Begutachtete Arbeiten**

- Vodel, M. & Hardt, W. (2009). *Interaktives Gebäudeleit- und Infotainment-System: Ein weg(e)weisendes Beispiel*. ISIS AutoID / RFID Spezial Edition 3-2009, 160-161, October 2009. ISBN: 978-3-939336-45-7.
- Vodel, M. & Hardt, W. (2010). *indiSign - Interactive Digital Signage*. ISIS AutoID / RFID Spezial Edition 3-2010, November 2010. ISBN: 978-3-939336-53-2.
- Vodel, M. & Hardt, W. (2010). *Interaktives Gebäudeleit- und Infotainment-System: RFID geht neue Wege*. ISIS AutoID / RFID Spezial Edition 1-2010, 158-159, March 2010. ISBN: 978-3-939336-48-8.
- Vodel, M. & Hardt, W. (2010). *Interaktives Gebäudeleit- und Infotainment-System: Anwendungsgebiete und Erweiterungsmöglichkeiten*. ISIS AutoID / RFID Spezial Edition 2-2010, 147-149, June 2010. ISBN: 978-3-939336-51-8.

- Vodel, M. & Hardt, W. (2010). Interaktives Gebäudeleit- und Infotainment-System: RFID geht neue Wege. ISIS AutoID / RFID Spezial Edition 1-2010, 158-159, March 2010. ISBN: 978-3-939336-48-8.
- Vodel, M. Hardt, W. (2010). *Interaktives Gebäudeleit- und Infotainment-System: Anwendungsgebiete und Erweiterungsmöglichkeiten*. ISIS AutoID / RFID Spezial Edition 2-2010, 147-149, June 2010. ISBN: 978-3-939336-51-8.
- Vodel, M., Caspar, M., Lippmann, M. & Hardt, W. (2010). *Distributed High-Level Scheduling Concept for Synchronised, Wireless Sensor and Actuator Networks*. Journal of Communication and Computer, ISSN: 1548-7709, Volume 11, November 2010
- Vodel, M., Hardt, W. (2010), indiSign - Interactive Digital Signage. ISIS AutoID / RFID Spezial Edition Journal 3-2010, ISBN: 978-3-939336-53-2.
- Vodel, M., Hardt, W., Bergelt R., Glockner, M. (2010), Modulares Framework für die synchronisierte Erfassung, Verarbeitung und Aufbereitung heterogener Sensornetzdaten. In Proceedings of the Dresdner Arbeitstagung Schaltungs- und Systementwurf (DASS2010), page 67-72, Dresden / Germany. Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen. ISBN: 978-3-8396-0126-6.

## 2. Weitere (Literatur-)Verweise zum Stand der Forschung (optional):

- Adolphs, R. (2009). The Social Brain: Neural Basis of Social Knowledge. *Annu Rev Psychol.*, 60: 693–716.
- Agocs, T.; Balogh, T.; Forgacs, T.; Bettio, F.; Gobbetti, E.; Zanetti, G.; Bouvier, E. (2006) A large scale interactive holographic display, In *VR '06: Proceedings of the IEEE VR 2006*, IEEE, Washington DC
- Armony JL, Servan-Schreiber D, Cohen JD, LeDoux JE. (1997) Computational modeling of emotion: Explorations through the anatomy and physiology of fear conditioning. *Trends in Cognitive Sciences*. 1(1).S.28–34.
- Aylett, R. (2000). Emergent Narrative, Social Immersion and »Storification«. In *Proceedings of International Conference Narrative Interaction for Learning Environments*. Edinburgh.
- Bach J. (2009) Principles of Synthetic Intelligence: PSI : an architecture of motivated cognition. Oxford University Press.
- Balogh, T.; Dobranyi, Z.; Forgacs, T.; Molnar, A.; Szloboda, L.; Gobbetti, E.; Marton, F.; Bettio, F.; Pintore, G.; Zanetti, G.; Bouvier, E.; Klein, R. (2006). An interactive multi-user holographic environment, In *SIGGRAPH '06: Emerging technologies*, ACM Press, New York
- Bateman, J. A. (2008). Multimodality and Genre. A Foundation for the Systematic Analysis of Multimodal Documents, Hampshire/New York: Palgrave Macmillan.
- Baylor, A. L. (2001). Permutations of control: Cognitive considerations for agent-based learning environments. *Journal of Interactive Learning Research*, 12(4), 403–425.
- Baylor, A.L. (2009), Promoting motivation with virtual agents and avatars: role of visual presence and appearance. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, Vol. 364, 3559-3565
- Beck, K. (2006). *Computervermittelte Kommunikation im Internet*. München: Oldenbourg.
- Becker, B. (2006) Social Robots - emotional agents: Some remarks on naturalizing man-machine interaction. *International Review of Information Ethics*, vol. 6, 37-45.

- Becker-Asano C, & Wachsmuth I. (2010) Affective computing with primary and secondary emotions in a virtual human. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 20(1).S.32-49.
- Bente, G. & Krämer, N.C. (in press). Virtual gestures. Embodiment and nonverbal behavior in computer-mediated communication. In A. Kappas (Ed), *Emotion in the Internet*, Cambridge University Press.
- Bente, G., & Breuer, J. (2009). Making the Implicit Explicit: Embedded Measurement in Serious Games. In U. Ritterfeld, M. J. Cody, & P. Vorderer (Hg.), *The social science of serious games: Theories and applications*. Philadelphia, PA: Routledge/LEA.
- Bente, G., Rüggenberg, S., Krämer, N. C. & Eschenburg, F. (2008). Avatar-mediated networking: Increasing social presence and interpersonal trust in net-based collaborations. *Human Communications Research*, 34(2), 278-318.
- Björk, S. & Holopainen, J. (2004). *Patterns in Game Design*. Charles River Media.
- Blom K., Lindahl G. & Cruz-Neira C. (2002). Multiple Active Viewers in Projection-Based Immersive Environments, In: *Seventh Annual Symposium on Immersive Projection Technology (IPT 2002)*
- Bloomfield, B. P., Y. Latham & T. Vurdubakis (2010). Bodies, Technologies and Action Possibilities When is an Affordance? In: *Sociology* 44(3). 415-433.
- Boehnke, K., Holly, W. & Voß, G. (Hg.) (2000). *Neue Medien im Alltag. Begriffsbestimmungen eines interdisziplinären Forschungsfeldes*. Opladen: Leske & Budrich.
- Böse, R., Spierling U. & Struck, H.-G. (2008). Virtual Cultural Heritage – eine immersive, multimediale Anwendung am Beispiel des Klosters Georgenthal. In: *Eibl 2008*, S. 18-25.
- Bourdieu, P. (1987). *Sozialer Sinn*. F. a.M: Suhrkamp.
- Breazeal C. (2003) Toward sociable robots. *Robotics and Autonomous Systems*. 2003 Mar.42(3-4).S. 167-175.
- Clarebout, G., Elen, J., Johnson, W. L., & Shaw, E. (2002). Animated pedagogical agents. An opportunity to be grasped? *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 11(3), 267-286.
- Damasio AR. *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*. New York: G.P. Putnam's Sons. 1994.
- Domagk, S. (2008). *Pädagogische Agenten in multimedialen Lernumgebungen. Empirische Studien zum Einfluss der Sympathie auf Motivation und Lernerfolg*. Berlin: Logos.
- Döring, N. (2003). *Sozialpsychologie des Internets. Die Bedeutung des Internets für Kommunikationsprozesse, Identitäten, soziale Beziehungen und Gruppen* (2. Auflage). Göttingen et al.: Hogrefe.
- Dranias MR, Grossberg S & Bullock D. (2008) Dopaminergic and non-dopaminergic value systems in conditioning and outcome-specific revaluation. *Brain research*. S.1238239-87.
- Encarnacao, J. & Felger, W. (1997). Internationale Aktivitäten und Zukunftsperspektiven der Virtuellen Realität. In: BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (Hrsg.) (1997). *Wirklichkeit versus Virtuelle Realität. Strategische Optionen, Chancen und Diffusionspotentiale* (S. 9-40). Baden-Baden.
- Endo, T., Kajiki, Y., Honda, T. & Sato, M. (2000). Cylindrical 3D video display observable from all directions, In *8th Pacific Conference on Computer Graphics and Applications*, pp. 300–306.

- Fröhlich, B., Hochstrate, J., Hoffmann, J., Klüger, K., Blach, R., Bues, M. & Stefani, O. (2005). Implementing Multi-Viewer Stereo Displays, In: *Proceedings of the WSCG 2005*, Plzen, pp. 139-146
- Gadanho SC & Hallam, J (2001) Robot Learning Driven by Emotions. *Adaptive Behavior* 9(1). 42-64.
- Garfinkel, H. (1967). *Studies in Ethnomethodology*. Cambridge: CUP.
- Giddens, A. (1979). *Central Problems in Social Theory*. Berkeley: University of California Press.
- Giddens, A. (1984). *The Constitution of Society*. Cambridge: Polity.
- Goffman, E. (1971). *Relations in Public*. New York: Harper: Collins.
- Habscheid, S., Gerwinski, J., Dyrks, T., Deneff, S. & Ramirez, L. (2009). Artikulationsarbeit und mediengestützte Ortserkundung. Multimodale und multilokale Kommunikation in Notfalleinsätzen. In: Deppermann, Arnulf/Linke, Angelika (Hg.). *Sprache intermedial: Stimme und Schrift – Bild und Ton* (= Jahrbuch des Instituts für deutsche Sprache 2009. Berlin/New York: de Gruyter, 243-270.
- Habscheid, S., Holly, W., Kleemann, F., Matuschek, I. & Voss, G. G. (2006). Über Geld spricht man ... Medienvermittelte Kommunikationsarbeit und Arbeitskommunikation im Bankgeschäft. Wiesbaden: VS.
- Hartmann, T. (2008). Parasocial Interactions and New Media Characters. In E. A. Konijn, S. Utz, M. Tanis, & S. Barnes (Hg.). *Mediated Interpersonal Communication* (pp. 177-199). Mahwah, NJ.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Heers, R. (2005). *Being There – Untersuchungen zum Wissenserwerb in virtuellen Umgebungen*. Tübingen, Dissertation an der Fakultät für Informations- und Kognitionswissenschaften: Eberhard-Karls -Universität Tübingen.
- Heidig, S. & Clarebout, G. (2010). Do pedagogical agents make a difference to student motivation and learning? A review of empirical research. *Educational Research Review*, doi:10.1016/j.edurev.2010.07.004.
- Heim, M. (1998). *Virtual Reality*. Oxford: OUP.
- Held, R. & Durlach, N. (1992). Telepresence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1 (1), pp. 109-112.
- Heller, A., Karras, M. & Hardt, W. (2009). Integration der Elektronischen Semesterapparate in das Learning Management System OPAL durch eine e-Flow Komponente, Buchbeitrag, University Partners GmbH, ISBN: 978-3-942030-01-4.
- Höflich, J. R. (2003). *Mensch, Computer und Kommunikation. Theoretische Verortungen und empirische Befunde*. Frankfurt a.M. et al.: Peter Lang.
- Hudlicka, E., Payr, S., Ventura, R., Becker-Asano, C., Fischer, K., Leite, I., Paiva, A. & von Scheve, C. (2009). Social interaction with robots and agents: Where do we stand, Where do we go? In *Proceedings of the Affective Computing and Intelligent Interaction*, pp. 698-703, ISBN: 978-1-4244-4799-2.
- Hutchby, I. (2001). Technologies, Texts and Affordances. In: *Sociology* 35(2). 441-456.
- Jun H, Yuhai C & Chun G. (2007) Emotional Agent Based on Rough Set. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)*, 20th IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems, MEMS. S.370–373.

- Kitamura Y., Konishi T., Yamamoto S. & Kishino F. (2001). Interactive stereoscopic display for three or more users, In: *Proc. of SIGGRAPH '01*, New York, ACM Press, pp. 231–240
- Klauer, K.J. & Leutner, D. (2007). *Lehren und Lernen. Einführung in die Instruktionspsychologie*. Weinheim: Beltz.
- Klinkhammer, D. & Reiterer H. (2008). Blended Museum - Perspektiven für eine vielfältige Besuchererfahrung. In: Eibl, M. (Hrsg.) *iCOM - Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien, Sonderheft Blended Museum*, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, S.4-10.
- Kolko, B. E. (1999). Representing Bodies in Virtual Space: The Rhetoric of Avatar Design. *The Information Society*, 15, 177-186.
- Krämer, N. C. & Bente, G. (2010). Personalizing e-Learning. The Social Effects of Pedagogical Agents. *Educational Psychology Review*, Vol.22 (1), 71-87.
- Kress, G. & van Leeuwen, T. (1996). *Reading Images. The Grammar of Visual Design*. London: Routledge.
- Kress, G. & van Leeuwen, T. (2001). *Multimodal Discourse. The Modes and Media of Contemporary Communication*. London: Arnold.
- Krotz, F. (2006). *Mediatisierung*. Wiesbaden: VS.
- Krummheuer, A. (2010). *Interaktion mit virtuellen Agenten? Zur Aneignung eines ungewohnten Artefaktes*, Stuttgart: Lucius
- Law, E., Roto, V., Hassenzahl, M., Vermeeren, A., & Kort, J. (2009): Understanding, scoping and defining User eXperience: A survey approach. In *Proceedings of the CHI*
- LeDoux, J. (1996). *The emotional brain*. New York: Touchstone.
- Levine, D.S. (2007) Neural network modeling of emotion. *Physics of Life Reviews* 4 :37–63.
- Lin, C. & Atkin, D. J.(2007). *Communication Technology and Social Change: Theory and Implications*. Lawrence Erlbaum Assoc Inc.
- Lohse, M., M. Hanheide, K. Pitsch, J. Rohlfing Katharina, and G. Sagerer (2009). Improving HRI design by applying Systemic Interaction Analysis (SInA)", *Robots in the Wild: Exploring HRI in naturalistic environments. Special Issue of Interaction Studies: John Benjamins Publishing Company*, pp. 25, 2009.
- Lombard, M. & Ditton, T. (1997). At the heart of it all: The concept of presence. *Journal of Computer Mediated Communication* , 3 (2).
- Marsella S, Gratch J, Petta P. (in press) Computational Models of Emotion. In: Scherer, K.R., Bänziger, T., & Roesch, E. (Eds.) *A blueprint for an affectively competent agent: Cross-fertilization between Emotion Psychology, Affective Neuroscience and AC in*, editor(s), Oxford: Oxford University Press
- Mead, G. H. ([1934] 1967). *Mind, Self, & Society*. Chicago: University of Chicago Press.
- Meyer, W.-U., Reisenzein, R., & Schützwohl, A. (2001). *Einführung in die Emotionspsychologie. Die Emotionstheorien von Watson, James und Schachter* (2nd ed. Vol. 1). Bern: Verlag Hans Huber.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. & Kishino, F. (1994). Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In: SPIE Vol. 2351, *Telem manipulator and Telepresence Technologies*. pp. 282-292.
- Mitra S. & Acharya T. (2007). Gesture recognition: A survey, In: *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews*, 37(3). 311–324
- Mock, T. (2006). Was ist ein Medium? In: *Publizistik* 51(2). 183-200.

- Moreno, R. (2004). Animated pedagogical agents in educational technology. *Educational Technology*, 44(6), 23-30.
- Müller, D., Bruns, F.W., Erbe, H.-H., Robben, B. & Yoo, Y. (2007). Mixed reality learning spaces for collaborative experimentation: A challenge for engineering education and training. In: *International Journal of Online Engineering (IJOE)*, Vol. 3, No. 4 (2007).
- Murray, J. (1997). *Hamlet on the Holodeck: The Future of Narrative in Cyberspace*. Cambridge: MIT Press.
- Nowak, K. & Biocca, F. (2003). The effect of the agency and anthropomorphism on users' sense of telepresence, copresence, and social presence in virtual environments. *Telepresence: Teleoperators and virtual environments* 12 (5), 481-494.
- Ogino M., Ooide T., Watanabe A. & Asada M. (2007) Acquiring peekaboo communication: Early communication model based on reward prediction. In: *Development and Learning. ICDL 2007. IEEE 6th International Conference on. IEEE; 2007. S.116–121.*
- Ortony, A., Clore, G. L., & Collins, A. (1990). *The cognitive structure of emotions*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Peng B., Qian G. & Rajko S. (2008). View-invariant full-body gesture recognition from video, In: *Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition 2008*, pp. 1–5.
- Picard, R. (1997) *Affective Computing*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Pietschmann, D. (2009). *Erleben in virtuellen Welten*. Boizenburg: Verlag Werner Hülsbusch.
- Pitsch, K., A. L. Vollmer, J. Fritsch, B. Wrede, K. Rohlfing & G. Sagerer (2009). On the loop of action modification and the recipient's gaze in adult-child interaction", *Gesture and Speech in Interaction*, Poznan, Poland, 24/09/2009.
- Ramos Da Silva R., Policastro CA., Zuliani G., Pizzolato E., Aparecida R. & Romero, F. *Concept Learning by Human Tutelage for Social Robots. Learning. 2008, 6(4). 44-67.*
- Reckwitz, A. (2008). *Unscharfe Grenzen*. Bielefeld: Transkript.
- Riegler, A. (2001) (eds.). *Virtual Reality. Cognitive foundations, technological issues & philosophical implications*. Frankfurt am Main u. a.: Lang.
- Ryan, M.-L. (2001). *Narrative as Virtual Reality. Immersion and Interactivity in Literature and Electronic Media*. Baltimore/London: Johns Hopkins University.
- Schachter, S. (1964). The interaction of cognitive and physiological determinants of emotional state. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (Vol. 1, pp. 49-80). New York: Academic Press.
- Schatzki, T. (2002). *The Site of the Social*. University Park: State University of Pennsylvania Press.
- Schatzki, T., Knorr-Cetina, K. & von Savigny, E. (2001)(Hg.). *The Practice Turn*. London: Routledge.
- Scherer, K. R. (1986). Vocal affect expression: A review and a model for future research. *Psychological Bulletin*, 99, 143-165.
- Schramm, H. (2008). Parasocial Interactions and Relationships. In: *The International Encyclopedia of Communication*. Donsbach, Wolfgang (ed). Blackwell Publishing, Blackwell Reference Online. 13 December 2010  
<[http://www.communicationencyclopedia.com/subscriber/tocnode?id=g9781405131995\\_chunk\\_g978140513199521\\_ss6-1](http://www.communicationencyclopedia.com/subscriber/tocnode?id=g9781405131995_chunk_g978140513199521_ss6-1)>
- Schroeder, R. & Axelsson, A.-S. (Hrsg.). (2006). *Avatars at Work and Play: Collaboration and Interaction in Shared Virtual Environments*. London: Springer.

- Springer, J. P., Sladeczek, C., Scheffler, M., Hochstate, J., Melchior, F. & Fröhlich, B. (2006). Combining Wave Field Synthesis and Multi-Viewer Stereo Displays, In: *Proc of IEEE VR2006*, pp. 237–240
- Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *Journal of Communication* , 42 (4), 73-93.
- Stöckl, H.(2004). Die Sprache im Bild – Das Bild in der Sprache. Zur Verknüpfung von Sprache und Bild im massenmedialen Text. Konzepte, Theorien, Analysemethoden, Berlin/ New York.
- Sweller, J., van Merriënboer, J., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 3, 251-296.
- Taylor, C. (1985). *Human Agency and Language*. Cambridge: CUP.
- Taylor, C.(1995). *Philosophical Arguments*. Cambridge/MA: Harvard UP.
- Taylor, T. L. (2002). *Living Digitally: Embodiment in Virtual Worlds*. In R. Schroeder (Hrsg.), *The Social Life of Avatars* (pp. 40-62). London: Springer.
- Tullis, T. & Albert, B. (2008): *Measuring The User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics (Interactive Technologies)*. Morgan Kaufmann
- Velásquez J.(1998) When robots weep: emotional memories and decision-making. *JOURNAL OF THE NATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL*.
- Vollmer, A. L., K. Lohan, K. Fischer, Y. Nagai, K. Pitsch, J. Fritsch, K. Rohlfing, & B. Wrede (2009). People Modify Their Tutoring Behavior in Robot-Directed Interaction for Action Learning, *International Conference on Development and Learning*, vol. 8, Shanghai, China, IEEE, 04/06/2009
- Weiner, B. (1986). *An attributional theory of motivation and emotion*. New York: Springer Verlag.

