

Kooperativ Lernen mit multimedialen Objekten und körper- und raumbezogenen Schnittstellen

Kommunikation und Interaktion zwischen Menschen sowie zwischen Menschen und Computersystemen erfolgen zunehmend in hybrider Form mit hochkomplexen informationsverarbeitenden Systemen, sowohl in postgeografischen Räumen (Fassler, 2009) wie auch mittels neuartiger „be-greifbarer“ Schnittstellen, die den klassischen Desktop-Computer verdrängen und ergänzen (Weiser, 1995), im physischen Raum. Medien, die schon immer als Teil unseres Leibes, also der Einheit von Körper und Geist im Sinne von Merleau-Ponty (Merleau-Ponty, 1966) diesen erweitern, werden in einem rasanten Tempo derart weiterentwickelt, dass diese nicht nur unser Verhältnis zu Raum und Zeit, vielmehr auch das, was Subjektivität und Intelligenz für uns heute bedeuten (Fassler, 1999), in radikaler Art und Weise verändern. Durch die neuartigen, so noch nie dagewesenen, technisch-medial vermittelten Verarbeitungsmodi von Wirklichkeit ergeben sich auch neuartige Modi der Konstruktion von Wissen. Es zeichnen sich neue mögliche Formen von Lernprozessen ab.

Einleitung

In diesem Beitrag möchten wir unsere Forschung und Entwicklungen zu neuartigen Lernumgebungen vorstellen, die zum Einen das Vernetzen von Systemen und zum Zweiten körper- und raumbezogene Schnittstellen derart miteinander Verschränken, das nachhaltige Lernen in besonderer Weise unterstützt wird. Wir beschreiben, wie diese vernetzten ambienten und mobilen Lernumgebungen entworfen, gestaltet und implementiert werden.

Dabei orientieren wir uns an aktuellen pädagogischen Ansätzen, bei denen sich die Lernprozesse durch zunehmende Multimodalität und Körperlichkeit der jeweiligen Akteure, wie auch zunehmender Multikodalität, in Anbindung an geschichtlich-gesellschaftliche und postgeographisch-gesellschaftliche Deutungsmuster (Fassler, 2009), sowohl in physischen als auch postgeographischen Räumen zugleich ereignen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit über aktuelle Konzepte von Lernen unterstützt durch die neuen Möglichkeiten digitaler Medien auch im Hinblick auf zugrunde liegende Systemmodelle zu reflektieren.

Desweiteren möchten wir hier prototypische digitale, interaktive Systeme vorstellen, die in jüngster Zeit entstanden sind bzw. sich momentan in der Entwicklung befinden. Insbesondere sich teilweise überlappende Mensch-Computer-Modelle wie *Mixed Reality*, *Ubiquitous Computing*, *Wearables*, *Tangible Media*, *Ambient Computing* sowie *Mobile Media* dienen dabei als strukturelle und technologische Grundlage.

Dieser Betrag gliedert sich im Weiteren wie folgt. Zuerst werden einerseits Modelle körper- und raumbezogener Medien eingeführt und andererseits Teile unserer technologischen Plattform beschrieben. Internationale Arbeiten, die sich diesem Forschungsbereich widmen werden danach in den Abschnitten zu kooperativem Lernen und zu hybriden Lernräumen angeführt und hinsichtlich dessen betrachtet, wie diese für ein Lernen mittels komplexer interaktiver Medien in interdisziplinären Projekten erfolgreich eingesetzt werden, indem die Lernenden selber diese Medien mit modellieren, konstruieren, implementieren und anwenden. Auf diese Bezug nehmend und erweiternd fokussieren wir uns allerdings darauf, das ähnliche Anwendungen nicht wie in den zitierten Beispielen rein technologische oder nur fachbezogene Insellösungen darstellen. So werden von uns schließlich Anwendungsszenarien mit den entsprechenden Applikationen vorgestellt, die ein plattformunabhängiges Verwenden digitaler Information für ein Lernen mit körper- und raumbezogenen Medien ermöglichen.

Zwei Modelle körper- und raumbezogener Medien

Grundlage für das hier geschilderte Modell eines medial unterstützten Lernens bildet ein in Auseinandersetzung mit diversen internationalen Ansätzen, u.a. Hiroshi Ishii (Ishii, 2000) am IMIS entwickelte Modell körper- und raumbezogener Medien (siehe Abb. 1).

Ambient Learning Spaces

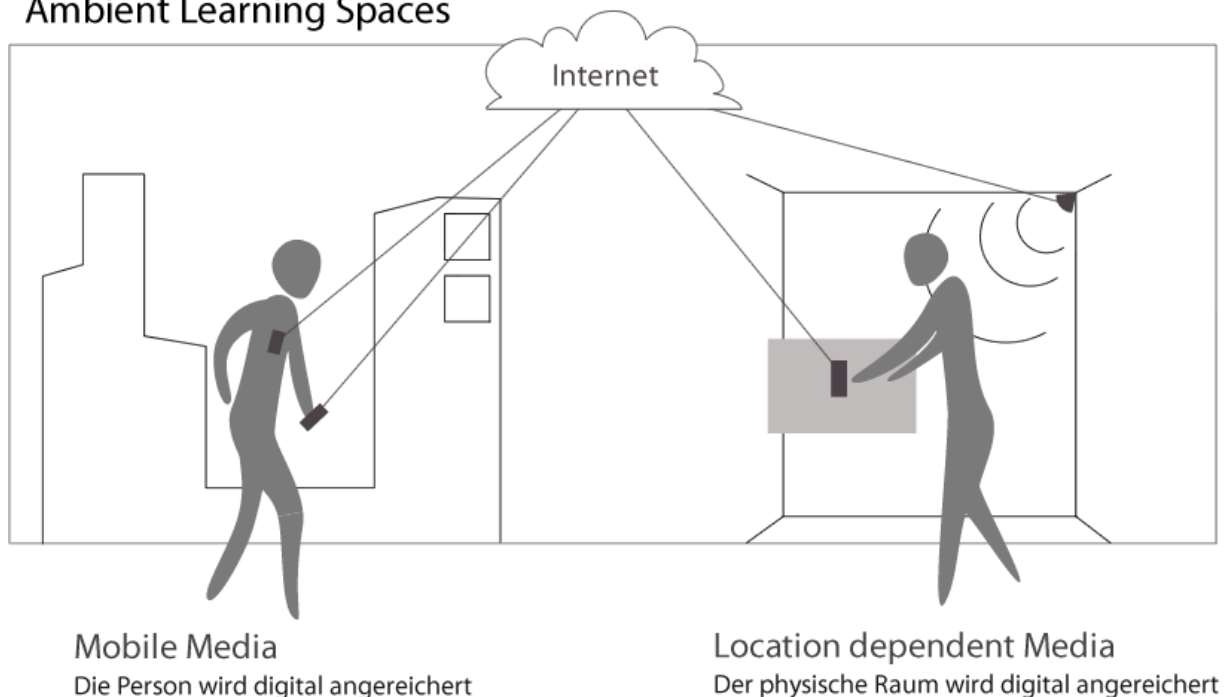


Abb. 1: Den mobilen Körper erweiternde (links) und einen lokalen Ort erweiternde (rechts) körper- und raumbezogene Medien. Die Verbindungslinien zur Cloud visualisieren die Konnektivität zum Internet (und dem weiter unten beschriebenen Network Environment for Multimedia Objects).

Zwei Perspektiven prägen dieses Modell körper- und raumbezogener Schnittstellen: Zum einen ist es die digitale Anreicherung von spezifischen physischen Orten um ambiente und tangible Medien. Zum zweiten sind es Medien, die wir an und mit unserem sich durch Welt bewegenden Körper mitführen, wie mobile oder am Körper tragbare (oder auch im Körper implantierte) Medien.

Der körper- und raumbezug von mobilen und ortsbezogenen Medien stellt sich anhand eines Schalenmodells in folgender Weise dar (siehe Abb. 2):

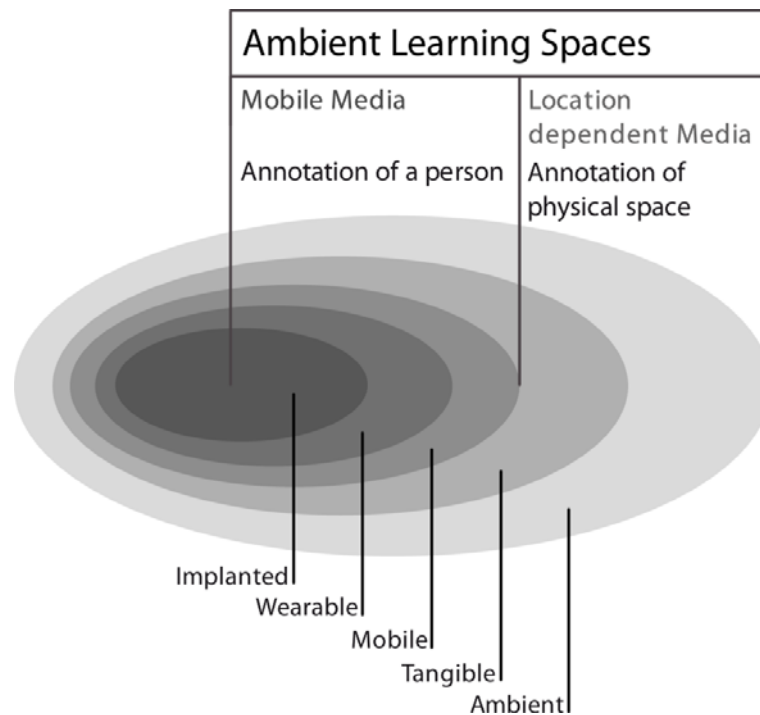


Abb. 2: Die fünf Abstufungen visualisieren die Nähe bzw. Entfernung von modernen digitalen Medien zum Körper bzw. den dem ihn umgebenden Raum.

Das folgende Modell (siehe Abb. 3) verortet das Ineinandergreifen der physisch-räumlichen mit der digital-informationellen Ausprägung von Welt an den Applikationen, auf die hier im Folgenden beispielhaft in einem komplexen Lernszenario Bezug genommen wird. Die unmittelbar physische Welt mit ihren physischen Schnittstellen wird mit der Konnektivität in postgeographischen Räumen in Beziehung gesetzt.

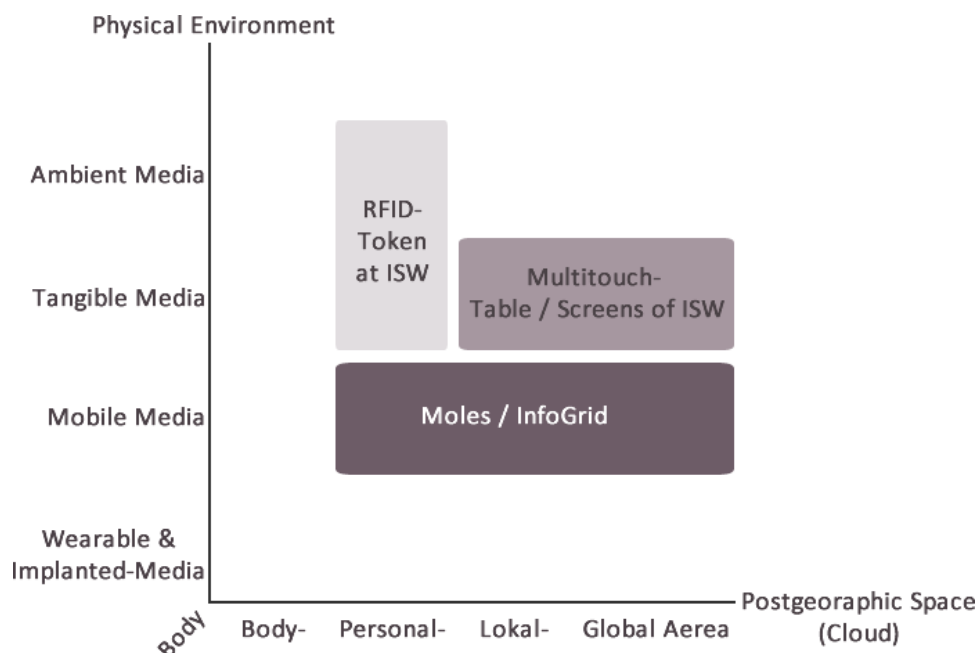


Abb. 3: Verschränkung von physisch-räumlicher und digital-informationeller Welt

So ist ein Benutzer in unterschiedlicher Nähe mit seiner physischen Umwelt ausgehend von seinem Körper medial verbunden (senkrechte Achse). Zusätzlich ist der Benutzer durch die benutzten, vernetzten Artefakte mit dem postgeographischen Raum verbunden. Dieser Raum hat aber selber wiederum Verschränkungen mit dem physischen Raum. Die waagerechte Achse beschreibt die Konnektivität mit den multimedialen Objekten, von miteinander vernetzten Artefakten am (oder im Körper) bis hin zu entfernten Objekten in der *Cloud*.

Ein *RFID-Token* wird vom *RFID-Reader* in der ISW erkannt. Das macht ihre personale Konnektivität aus. Die ISW mit dem *RFID-Reader* ist aber auch *ambient*, weil sie feststellen kann wo sich ein Benutzer vor ihr befindet, sie also eine *Awareness* des Raumes besitzt. Gleichzeitig erlaubt die ISW den Zugriff auf nicht lokal vorliegende multimediale Objekte, die auf den Touchscreens der ISW angezeigt werden. Dadurch wird eine *globale* Konnektivität erreicht. Darüber hinaus erlaubt sie den Zugriff auf *lokale*, schulinterne multimediale Objekte wie z.B. den Speiseplan der Mensa. Auf der senkrechte Achse ist die ISW *tangible* da sie be-greifbare Interaktion mit den vorliegenden multimedialen Objekten erlaubt.

Der InfoGrid ist *personal*, weil sich die Benutzerinnen und Benutzer mit Hilfe von *QR-Codes* bei ihm anmelden. Gleichzeitig ist ihre Konnektivität *lokal* weil diese *QR-Codes* Objekte im physischen Raum anreichern, sie also auf diese Objekte direkt bezogen ist. *Globale* Konnektivität wird erreicht, weil der Zugriff auf entfernt vorgehaltene multimediale Objekte erlaubt wird. InfoGrid ist *mobile* weil der Zugriff auf die Informationen über die *Smartphones* der Benutzerinnen und Benutzer erfolgt.

Im Moles-System melden sich die Benutzerinnen und Benutzer an. Dies ist eine Handlung der Benutzerin oder des Benutzers deren unmittelbarer Zweck nicht die Interaktion mit dem multimedialen Objekt ist, sondern die Konfiguration des Artefaktes. Andererseits geht es bei der Verwendung von Moles immer um subjektive Erlebnisse und die Chat-Funktion bindet subjektive Auseinandersetzung mit physischen Artefakten in interpersonale Kommunikation ein. Daher stellt Moles *personale* Konnektivität dar. Lokale Konnektivität kann mit Hilfe der GPS-Ortung erreicht werden, d.h. bei Aufenthalt an einem bestimmten Ort können bestimmte multimediale Objekt durch Moles bereitgestellt werden. Moles ist weiterhin *global* weil die ungefähren Positionen anderer Benutzerinnen und Benutzer von Moles angezeigt werden können. Weiterhin ist der Zugriff auf Objekte in der *Cloud* möglich. Auf der vertikalen Achse ist das Moles System durch den Zugriff über ein *Smartphone* als mobil aufzufassen.

Der *Multitouch Table* ist durch die be-greifbare Oberfläche *tangible*. Gleichzeitig ist der primäre Nutzen in unserem Anwendungskontext durch den Zugriff auf multimediale Objekte in der *Cloud* bestimmt, d.h. die Konnektivität ist *global*.

Das Network Environment for Multimedia Objects (NEMO)

Im Zentrum unseres Beitrages steht das Konzept der Unabhängigkeit digitaler Daten und Informationen von spezifischen physischen Devices. Am IMIS befindet sich dazu das NEMO-System in Entwicklung. Das Network Environment for Multimedia Objects (NEMO) ist eine Umgebung für den kontextualisierten, personalisierten, semantisch reichhaltigen und gerätespezifischen Zugriff auf Multimediaobjekte und die Interaktion mit diesen. Die Abb. 3

gibt einen Überblick auf die NEMO-Funktionen in Bezug auf den Gegenstand des vorliegenden Artikels.

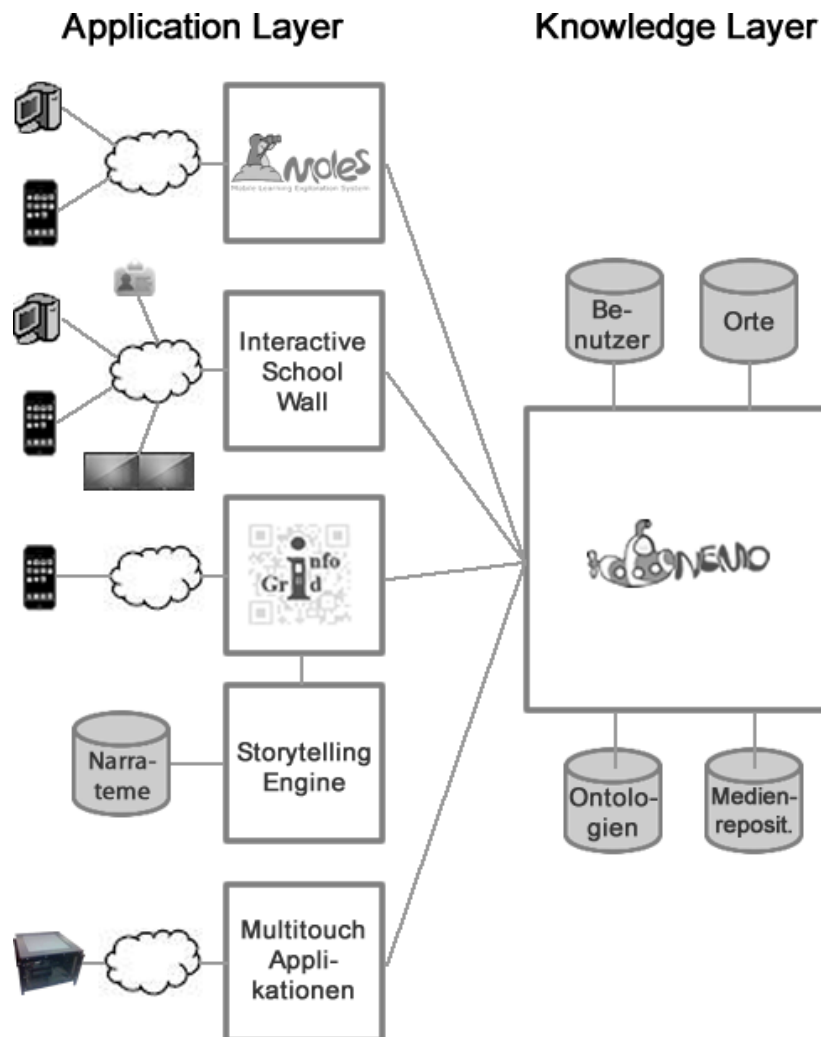


Abb. 3: Übersicht über die Elemente des NEMO-Frameworks, die in den in diesem Beitrag angesprochenen Anwendungskontexten relevant sind.

Kooperatives Lernen

Lernen als Grundkonstante menschlicher Existenz bezeichnet den absichtlichen oder beiläufigen, individuellen oder kollektiven Erwerb von sinnlich und symbolisch vermittelten kognitiven und sozialen Fertigkeiten und Kenntnissen. Während wir lernen, differenziert sich unser Fühlen und Denken aus. Dies gilt unabhängig von den Lerninhalten. Durch neu gewonnene Einsichten werden unsere Verhaltensoptionen erweitert. Die komplexe, menschliche Fähigkeit zu lernen ist die Voraussetzung für Bildungsprozesse, d.h. für ein reflektiertes Verhältnis zu sich selbst, zu den anderen und zur Welt. Die Wissenschaft vom Lernen wird bereits von Platon (Peter, 1998) und Comenius (Schaller, 2004), vor allem aber in Anlehnung an Hartmut von Hentig (von Hentig, 1985) und Seymour Papert (Papert, 1994) als Mathetik bezeichnet. In dieser Auslegung bezieht sich Lehr- und Lernforschung auf jedwede Formen des Lernens: auf solche, an denen Lehrende beteiligt sind und auch auf solche Lernprozesse, die stattfinden, ohne dass Lehrende sie intendiert bzw. angestoßen haben.

Lernen mit webbasierten oder sonst wie vernetzten *Multimedialen Systemen* ist in erster Linie als eine Dekontextualisierung von Wissen durch eine mehrperspektivische Betrachtungsweise von Kontexten zu verstehen (Röll, 2003). Eine solche mehrperspektivische Betrachtungsweise erschließt sich den Lernenden sowohl in einer *eigenaktiven* und *selbstständig* organisierten Art und Weise als auch durch kooperative Lernformen.

Dass insbesondere die Tatsache *kollektiver Formen des Lernens* eine wesentliche Konstante des Mensch-Seins ist beschrieben bereits Lew Semjonowitsch Wygotski (Wygotski, 1977) und die Sozialkonstruktivisten Peter L. Berger und Thomas Luckmann (Berger, 1970). Die tätigkeitstheoretischen Ansätze wurden aufgegriffen und erweitert unter anderem von Yrjö Engeström (Engeström, 1987). Aktuelle wissenschaftliche Studien und Experimente des Anthropologen Michael Tomasello (Tomasello, 2009) bestätigen die Annahmen der Rolle kollektiver Komponenten des Lernens. Tomasello entwickelte das Konzept einer *Wir-Intentionalität (shared intentionality)* des Menschen. Dies meint die Fähigkeit, Aktivitäten mit anderen zu teilen, indem man die Ziele und Absichten in kooperativer Weise miteinander koordiniert. Nach diesem Konzept wird dem Vorhandensein und der Ausdifferenzierung sozialer Kompetenz als einem Bestreben und als die Fähigkeit, sich in andere bzw. in das jeweilige konkrete Gegenüber hineinzudenken (*joint attention*), mit ihm zu kommunizieren, zu kooperieren und gemeinsam handelnd mit Freude zu lernen und dies auch zu wollen, eine zentrale Funktion zugesprochen. In Tomasellos Konzept kooperativen Lernens ist nicht nur eine gelenkte Ausgestaltung der Möglichkeiten zwischenmenschlicher Kommunikation intendiert. Es versteht sich auch als eine wissenschaftlich fundierte Weiterentwicklung des Bestands an Konzepten zum Lernen, die an einem möglichst breiten Spektrum möglicher und zeitgemäßer Sozialitäts- und Kooperationsformen orientiert sind.

Fruchtbar für die jüngste pädagogische Forschung bezüglich der körper- und raumbezogenen Nutzung digitaler Medien sind ebenfalls zunehmend interdisziplinär ausgerichtete Veröffentlichungen: So bekräftigen interdisziplinäre Forschungen im Übergang zwischen den Bereichen Pädagogik, Lernpsychologie, Neurowissenschaften und selbstlernender Systeme die Bedeutung, die das *Soziale Lernen* beim Lernen mit digitaler Technologie spielt. Zunehmende Konvergenzen in der Forschung in den angesprochenen Forschungsgebieten führen zu Veränderungen in der Mathematik und insgesamt in der Pädagogik. Das Entwerfen von digital unterstützten Lernumgebungen unterläuft einem raschen Wandel und führt zu neuen experimentellen Lösungen, bei denen das soziale Lernen im Zentrum steht, wie es etwa Andrew W. Meltzoff und seine Forscherkollegen zeigen (Meltzoff, 2009).

Lernen in hybriden Lernräumen mit körper- und raumbezogenen Schnittstellen

Computersysteme die ein Lernen in gemischten Realitäten ermöglichen sind nicht nur mit der realen Welt vernetzt, sie vernetzen auch uns mit der Welt, insofern sie uns Optionen für eine Objekt-Identifizierung bieten und/oder solche, die einer Lokalisierung von Gegenständen im Raum dienen. *Mixed Reality*-Systeme verbinden sich mit uns multimodal und multikodal. Sie erlauben es uns nicht nur, mit Menschen an anderen Orten zu kommunizieren. Sie ermöglichen es uns auch, wie in diesem Beitrag gezeigt werden soll, zu lernen, ohne dass wir, wie es in klassischen Lernsystemen häufig der Fall ist, unsere physische Existenz negieren müssen, d.h. ohne, dass wir uns von der Fülle unserer physischen Erfahrungen im Kontext der heutigen Lebensrealitäten abtrennen. Die Basis eines solchen Lernens ist nicht die bloße technologische Anreicherung von möglichen Szenarien des Lernens, sondern das sinnliche

Erleben, das beim Entwerfen von Lernszenarien mit neuen Medien im Sinne des *Experience Design* (Aarts, 2003) bedacht werden sollte.

Als Beispiele für bereits bestehende Konzepte eines Medieneinsatzes, bei denen unterschiedliche, gerade auch in besonderer Weise körper- und raumbezogene sowie postgeografische Räume nutzende Medien durch eine Vielzahl von Personen an unterschiedlichen Orten gemeinsam verwendet werden, können hier mobile Lernspiele, die unter die Kategorie der *Pervasive Games* einzuordnen sind, angeführt werden. So zeigten etwa Sönke Bullerdiek (Bullerdiek, 2008) sowohl am konkreten Beispiel *White Spot History Hunt* und Peter Bøgh Andersen und Martin Brynskov (Andersen, 2007) am Beispiel *Digital Habitats*, theoretische Konzepte und methodische Rahmenbedingungen zur Gestaltung mobiler, kooperativer Lernspiele.

Ein weiteres Beispiel sind große Multitouch-Bildschirme, die ein gemeinsames Arbeiten ermöglichen, wie etwa die aus der Forschung von Jeff Han (Han, 2005) entstandene *Multi-Touch Collaboration Wall* (Perceptive Pixel, 2010) oder die *Multitouch Wall for Co-creation* (Ludden, 2009). In der Arbeit von Michael Morgan und Matthew Butler (Morgan, 2009) und Matthew Buttler u.a. (Butler, 2010) finden sich erste Forschungen zum miteinander Lernen vor großen *Multitouch* Displays im schulischen Kontext.

Dieser Ansatz schulischen Lernens mit neuen mobilen und/oder ambienten/be-greifbaren Medien wird zurzeit am Institut für Multimediale und Interaktive Systeme (IMIS¹) mittels des bereits beschriebenen NEMO-Frameworks deutlich ausgeweitet und hin zu plattformübergreifenden Lernapplikationen weiterentwickelt. Es werden komplexe Lernsettings in diversen Projekten im Rahmen eines von der DFG geförderten Forschungsvorhabens und mehrerer Transferprojekten erforscht und entwickelt. NEMO erlaubt es mittels unterschiedlicher Geräte und an unterschiedlichen Orten auf multimediale Lerninhalte zuzugreifen und diese zu ergänzen. Daher fügt es sich in unseren Ansatz eines ganzheitlichen Lernens ein. Eine weitere wichtige Komponente des zu entwickelnden Systems stellt die Identifikation und Authentifizierung der Benutzer dar. Diese soll auch unter Zuhilfenahme von physischen Tokens erfolgen können die am Körper mitgeführt werden. Dies hilft bei der Überbrückung der Kluft zwischen postgeographischen und physischen Lernwelten, indem die unterstützenden Lernobjekte automatisch oder durch die Nutzerinnen und Nutzer angestoßen an verschiedenen physischen Orten zugreifbar sind.

Ein Lernszenario mit einem vernetzten System mit körper- und raumbezogenen Schnittstellen

Im Folgenden schildern wir ein Lernszenario, welches in seinen einzelnen Bausteinen zurzeit am Institut für Multimediale Systeme der Universität zu Lübeck gemeinsam mit dem Carl-Jacob-Burckhard-Gymnasium und dem Museum für Natur und Umwelt in der Hansestadt Lübeck gestaltet, erprobt und evaluiert wird:

SchülerInnen einer siebten Klassenstufe einer Gesamtschule setzen sich im fächerverbindenden Unterricht mit dem zentralen Unterrichtsthema „Ostsee“ auseinander. Sie setzen sich bezüglich der Fachlichen Konkretionen (Fächern) Weltkunde und Biologie mit den natürlichen Lebensgrundlagen und deren Erhalt sowie mögliche Veränderungen im

¹ <http://www.imis.uni-luebeck.de/>

eigenen Handeln, angesichts der anthropogenen Einflüsse auf den Meeresraum und ihre Rückwirkungen auf den Menschen auseinander.

Nach Recherchen im WWW (etwa der Darstellung von Daten der Messstation Fehmarn Belt des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie) erarbeiten die SchülerInnen für diverse Exkursionen zu außerschulischen Lernorten (Fischereibetrieb, Büro für Tourismusförderung, Amt für Umweltschutz, Betreiber von Häfen oder eine Mole am Ostseestrand) gemeinsam Multimediale Interaktive Arbeitsbögen (MIA) mit dem webbasierten mobilen Lernsystem „Mobile Learning Exploration System“ (Moles), einer Freeware des IMIS². Die MIA, die im Browser ihrer Mobiltelefone angezeigt und bearbeitet werden können, strukturieren das Arbeiten an den außerschulischen Lernorten. So nehmen die Schülerinnen und Schüler etwa vor Ort an einer Seebrücke mit einem kleinen mobilen Labor Proben und schreiben gewonnene Messdaten mit ihren Handys in eine Datenbank. Oder aber zeichnen sie mit der Handykamera im Büro des Amtes für Umweltschutz ein Interview auf, das ebenfalls gleich webbasiert gespeichert wird. Währenddessen bleiben sie mittels Chat mit allen ihren Mitschülerinnen und Mitschülern oder den sie betreuenden Lehrkräften in Kontakt.

Die vorbereiteten MIA sowie die neu erstellten multimedialen Objekte (Texte, Videos, Tondateien, Fotos, etc.) werden im NEMO-System gespeichert. Die Schülerinnen und Schüler identifizieren sich am NEMO-System über unterschiedliche Techniken, denkbar sind eine einfache, einmalige Eingabe von Benutzername und Passwort oder die Benutzung von Tokens, welche von den Mobiltelefonen der Schüler gelesen werden können.

An einem weiteren Schultag versammeln sich die Schülerinnen und Schüler vor der „Interactive School Wall“ (ISW) der Schule. Die ISW befindet sich im geräumigen Foyer und besteht aus einer Vielzahl von Multitouch-Bildschirmen, die auf ein webbasiertes System zugreifen. In kleineren Gruppen treten die Schülerinnen und Schüler vor die Multitouch-Bildschirme, identifizieren sich an einem der eingebauten RFID-Reader und rufen ihre am Vortage gesammelten Daten auf. Im gemeinsamen Gespräch mit ihren Mitschülerinnen und Mitschülern strukturieren sie diese Daten.

Das personalisierte RFID-Token der Schülerinnen und Schüler ist innerhalb des NEMO-Systems jeweils einem NEMO-Benutzer zugeordnet. Die zentralisierte Benutzerverwaltung und die Datenhaltung in der Cloud durch den NEMO-Server erlaubt es Nutzerinnen und Nutzern sich an unterschiedlichen Geräten einzuloggen und Zugriff auf selbst angelegte Multimediaobjekte zu bekommen. Weiterhin können sie mit Objekten arbeiten, die Gruppen in denen sie selbst Mitglied sind, zugänglich gemacht sind oder die an sie persönlich gesendet worden sind. Es ist auch möglich die semantische Suche des NEMO-Systems zu nutzen um weitere, frei zugängliche NEMO-Objekte einzubinden.

Den Schülerinnen und Schülern steht somit eine Fülle von unterschiedlichen multimedialen Daten zur Verfügung: zu Informationen aus einer Vielzahl frei zugänglicher Quellen und den von den Lehrkräften zur Verfügung gestellten Materialien kommen die Inhalte aus den MIA, sowie die im Rahmen der individuellen und kollektiven Recherche gesammelten Texte, Bilder, Fotos, Videos, und dergleichen mehr.

Die ISW ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern in diesem komplexen Informationsraum zu navigieren, ihn zu strukturieren und die von ihnen benutzten Daten zu sortieren und zu annotieren. Dazu werden diejenigen NEMO-Objekte zugänglich gemacht an

² <http://moles.mesh.de>

denen sie derzeit arbeiten möchten. Diese können auf den großen *Multitouch-Displays* der ISW verschoben und gruppiert werden. Ein sehr wichtiger, durch die Größe der ISW begünstigter Aspekt ist, dass eine große Gruppe von Schülerinnen und Schülern gemeinsam diese strukturierende Arbeit ausführen kann: Die einzelnen Objekte können auch zwischen den Displays verschoben und somit Mitschülerinnen und Mitschülern zugänglich gemacht werden. Außerdem ist die Anzeige groß genug, so dass die Diskussion in Gruppen gefördert wird.

Am folgenden Tag besucht die SchülerInnengruppe das Museum für Natur und Umwelt. Im Zentrum des Besuchs steht die Dauerausstellung „Im Reich des Wassermanns“. Hier ermöglicht eine Vielzahl von Exponaten ein anschauliches Erleben von Artefakten im Kontext Ostsee.

Mittels QR-Codes, die an vielen Stellen im Museum angebracht sind, loggen sie sich durch fotografieren derselben mittels ihrer Smartphones in ein vorbereitetes Lernspiel ein, das mittels der webbasierten Applikation InfoGrid realisiert wurde. Im Lernspiel nehmen sie die Rolle einer Forscherin oder eines Forschers ein. Von InfoGrid erhalten sie personenbezogene, altersgerechte Informationen, die die Exponate im Museum ergänzen. Dies erfolgt in der Weise, dass die Schülerinnen und Schüler mit individuellen narrativen Pfaden zu unterschiedlichen Artefakten geführt werden, damit sie vor den diversen Artefakten im Museum gleichmäßig verteilt arbeiten können. Durch Eingaben der Lernenden in das System werden sowohl die Zeit vor als auch die Qualität der Auseinandersetzung mit bestimmten Artefakten im Museum vom System registriert.

NEMO spielt hierbei wieder die Rolle einer zentralen Instanz zur Identifikation und Authentifizierung einerseits und des Lieferanten multimedialer Objekte andererseits, wie sie oben erläutert worden ist.

InfoGrid ermöglicht es physische Objekte mit multimedialen Objekten anzureichern. Dazu werden an den verschiedenen Objekten oder Orten *QR-Codes* angebracht. Diese *QR-Codes* können mit den in den Smartphones der Benutzerinnen und Benutzer integrierten Kameras fotografiert werden. Daraufhin stellt InfoGrid lokalisierte Informationen zur Verfügung.

Gleichzeitig sind diese Informationen kontextualisiert da die Identität der Schülerinnen und Schüler über das benutzte *Smartphone* festgestellt werden kann. Das Narrationssystem von InfoGrid erlaubt es daher den verschiedenen Schülerinnen und Schülern Informationen zukommen zu lassen, die auf ihre unterschiedlichen Rollen und individuelle Varietäten in bezug z.B. auf Vorwissen und *Gender* zugeschnitten sind.

Gleichzeitig kann sichergestellt werden, dass die Schülerinnen und Schüler sich gleichmäßig auf die im Museum vorhandenen Artefakte verteilen. Im Gegensatz zu Moles, wo sich die Benutzerinnen und Benutzer ihre eigenen Pfade durch die physische Welt und die postgeographischen Räume suchen, gibt ihnen das Narrationssystem des InfoGrid vor, in welcher Reihenfolge die einzelnen Stationen besucht und damit in welcher Reihenfolge multimediale Informationen rezipiert und physische Artefakte wahrgenommen werden.

Dadurch, dass die Schülerinnen und Schüler sich an den einzelnen Stationen in das System einloggen (durch das Fotografieren der *QR-Codes*) ist es möglich die Zeitdauer der Interaktion an den jeweiligen Orten festzuhalten. Über die Intensität der Arbeit mit den jeweils zur Verfügung gestellten multimedialen Objekten können weiterhin über die durchgeführten Interaktionsschritte Hypothesen aufgestellt werden, wenngleich dieses mit

einem erheblichen Unsicherheitsfaktor belegt ist (die Intensität der Auseinandersetzung und auftretende Störungen können ohne weitergehende Sensoren und Interpretationsmechanismen nicht mit einbezogen werden).

Im Museum erwartet die Schülerinnen und Schüler an diesem Tag noch eine weitere Attraktion. In Kleingruppen von mindestens vier und maximal acht Schülerinnen und Schülern können die erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten in einem Simulationsmodell praktisch angewandt werden.

An einem Multitouch-Table können viermal zwei Schülerinnen und Schüler eine komplexe Simulation spielen, die die einzelnen Exponate zur Ostsee in einen neuen Zusammenhang stellt. Das Planspiel formuliert eine Problematik, die gemeinsam von den Spielenden gelöst wird: inhaltlich geht es um komplexe Zusammenhänge zwischen dem Wirtschaftsraum (Fischerei, mit der Problematik des Einsatzes von Stellnetzen etc. und Tourismus, mit der Problematik der Organisation von Events wie Powerbootrennen, etc.), globalen Umweltfaktoren (Klima, Wassertemperaturen, Wasserqualitätsveränderung, etc.) und den Auswirkungen auf die Flora und Fauna (Mikroorganismen, Wasserpflanzen, Fischen, Vögel und Meeressäugern) werden zur Diskussion gestellt und unterschiedliche Strategien des Umgangs mit den Problemen können erprobt werden. Die einzelnen Schülerinnen und Schüler vertreten im Spiel jeweils die unterschiedlichen Interessensgruppen, z.B. die Position der Fischerei oder der Umweltbehörde.

Die Anmeldung zu dieser Simulation erfolgt wieder über die zentrale Benutzerdatenbank des NEMO-Systems. NEMO hat im Zusammenspiel mit den anderen Systemen wie Moles und InfoGrid bereits Informationen über die vorhergehenden Aktivitäten der einzelnen Schülerinnen und Schüler. So ist z.B. bekannt, welche Aspekte in den jeweiligen Exkursionen betrachtet worden sind, oder welche Rollen die einzelnen Schülerinnen und Schüler in dem im letzten Teilszenario beschriebenen Lernspiel als Forscherinnen und Forscher gespielt haben.

Auf dieser Grundlage erfolgt die Zuordnung zu den einzelnen Rollen im Simulationsspiel: diejenigen Schülerinnen und Schüler welche die Fischereibetriebe besucht haben können die Interessen der Fischerei vertreten, diejenigen die in ihrer Exkursion beim Amt für Umweltschutz waren diejenigen der Umweltbehörden, usw. Gleichzeitig werden die von den einzelnen Nutzerinnen und Nutzern selbst erstellten oder erweiterten multimedialen Objekte benutzt um das Spiel an die Spielenden anzupassen, so kann statt eines generischen Bildes von Fischerinnen und Fischern das selbst aufgenommene Foto einer Schülerin oder eines Schülers die oder der am Spiel teilnimmt benutzt werden.

Zurück in der Schule arbeiten die Schülerinnen auch mit den aufgezeichneten Ergebnissen des Planspiels, die ihnen webbasiert zu Verfügung stehen, im Kontext ihres gesamten Unterrichtsprojekts weiter.

Die im Laufe der Lerneinheit erstellten, erweiterten, annotierten multimedialen Objekte werden in Beziehung gesetzt zu den in der Schule vorhandenen Lehrmaterialien. Eine Dokumentation des Prozesses kann von den Schülerinnen und Schülern in Zusammenarbeit mit den Lehrenden selbst erstellt werden. Dabei kann der Zugriff nicht nur auf generische multimediale Objekte erfolgen, sondern die eigenen Objekte erlauben eine stärkere Identifikation mit den Inhalten. Ganz im Sinne der beschriebenen Theorien selbständigen, kollektiven Lernens und der vorgestellten Modelle körper- und raumbezogenen Lernens wird eine tätige Auseinandersetzung mit dem Gelernten befördert.

Das von uns beschriebene Szenario wird wie oben beschrieben in Zusammenarbeit mit Museen und Schulen weiter entwickelt und stellt eine realistische Lernsituation dar. Die einzelnen technischen Komponenten sind teilweise bereits realisiert (wie Moles, InfoGrid) oder in der Entwicklung befindlich (NEMO, Narrationssystem). Wichtig ist uns die Einbettung der technischen Lösungen in verschiedene solche reale Lernsituation, daher legen wir besonderen Wert auf ihre ständige Evaluation im pädagogischen Kontext.

Evaluationskonzept

Der Grund für die Entwicklung und Gestaltung der hier an einem konkreten Lernszenario vorgestellten digital erweiterten Lernräume, in denen webbasierte Systeme mit körper- und raumbezogenen Schnittstellen zum Einsatz kommen, besteht darin, Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufen 1 und 2 dabei zu unterstützen, im schulischen Kontext nachhaltig zu lernen. Konkret gilt es zu Evaluieren, inwieweit die Lernszenarien und spezifischen Schnittstellen, die in einem gemeinsamen Designprozess von Lernenden und Lehrenden an Schule, Museumsmitarbeiterinnen und Mitarbeitern und dem interdisziplinären Forschungs- und Entwicklungsteam der Universität erfolgreich verlief und weiterhin verläuft. Ob die entstanden Lernräume mit ihren spezifischen Applikationen, basierend auf Lernszenarien die ortsbezogenes und mobiles Lernen miteinander verschränken, zum angestrebten Ziel führten bzw. weiterhin führen.

Neben der grundsätzlichen Fundierung der Entwicklungen, u.a. durch die Sichtung entsprechender Fachliteratur oder dem Führen von Gesprächen mit Fachkolleginnen und -kollegen im interdisziplinären Forschungs- und Entwicklungsteam am IMIS, bestand und besteht die zentrale Aufgabe darin, die Designpartner an den diversen Schritten des Entwicklungsprozesses derart zu beteiligen, dass diese während der anfänglichen Erkundung und Problemdefinition, die der Herauskristallisierung der Probleme als auch der Fokussierung auf Lösungsideen dient, partizipieren. Eine weitere zentrale Aufgabe besteht darin, dass die Entwicklungspartner während des Entwicklungsprozesses helfen, die beabsichtigten Lösungen zu evaluieren.

Die Evaluation fokussiert einerseits auf Fragen zur Mathematik wie auch zur Didaktik, ob und inwieweit eine emotionale Involviertheit der Lernenden durch die Besonderheit der medialen Lernumgebung authentische Erfahrung ermöglicht, die zu einem besseren Verständnis komplexer Sachverhalte bei den Lernenden führt. Ob die be-greifbare und kooperative Manipulierbarkeit von Lernobjekten während des Lernprozesses zu einem deutlichen Zuwachs an lebensweltbezogener Handlungskompetenz führt.

Die Messzeitpunkte erstrecken sich dabei von den frühen, gemeinsamen Entwicklungsphasen der einzelnen Lernszenarien in den einzelnen Lernabschnitten, über die Entwicklung und das Design der entsprechenden Teilapplikationen bis hin zum sichtbaren Ineinandergreifen unterschiedlicher Teilapplikationen im regulären Unterrichtsprozess, par excellence vor der ISW.

Unsere Methoden und Kriterien für die Evaluation zielen dabei auf das Gewinnen sowohl subjektiver als auch objektiver Daten. „Lautes Denken“, halbstrukturierten Befragungen, Labortestung und der Einsatz von Fragebögen mit einer sechsstelligen Likert-Skala dienen der Gewinnung primär subjektiver Daten: Meinungen, Einschätzungen, etc. Durch Videobeobachtung, zunächst in Laborsituation und später im Schulalltag, wurden und werden

primär objektive Daten gewonnen. Dabei liegt der Focus auf dem Verhalten beim gemeinsamen Lernen mit den diversen Applikationen mit ihren körper- und raumbezogenen Schnittstellen: dem miteinander Lernen, durch Beobachtung des Verwendens von Gesten und Sprechakten, und Beobachtungen im Verhalten, das etwa auch Aufschlüsse über genderspezifisches Verhalten gibt.

Fazit und Ausblick

In einem kooperativem Designprozess von Schülerinnen und Schülern, Lehrkräften, Museumsmitarbeitern, studentischen und wissenschaftlichen universitären Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern wurden und werden weiterhin Lernszenarien und spezifisch digital angereicherte Lernumgebungen realisiert. Die miteinander verschränkten mobilen und ortsbezogenen Lernräume ermöglichen kooperatives Lernen mit plattformunabhängigen, annotierbaren Multimediaobjekten.

Erste Ergebnisse der die Forschung begleitenden Evaluationen zeugen von einer für Schule außergewöhnlichen Lernmotivation, insbesondere bei der gemeinsamen Konstruktion von Wissen bei den Lernenden. Dies ist vor allem auf den lebensweltbezogenen, multimedialen und multimodalen, Einsatz von vernetzten, körper- und raumbezogenen Lernmedien zurückzuführen.

Im Kontext der Interactive School Wall werden zurzeit eine Vielzahl weiterer Applikationen erprobt und weitere neue Applikationen entwickelt, die den oben geschilderten Modellen des Körper- und Raumbezugs sowie dem aktuellen Stand technischer Entwicklung und pädagogischer Forschung entsprechen.

Literaturverzeichnis

- Aarts, E. M. (2003). *The New Everyday: Views on Ambient Intelligence*. Rotterdam, Niederlande: 010 Publishers.
- Andersen, P. B. (2007). The Semiotics of Smart Appliances and Pervasive Computing. In R. Q. Gudwin, *Semiotics and Intelligent Systems Development* (pp. 211-255). Hershey, PA: Idea Group.
- Berger, L. L. (1970). *Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit. Eine Theorie der Wissenssoziologie*. Frankfurt am Main: Fischer.
- Bullerdiek, S. (2008). *Design und Evaluation von Pervasive Games - Wenn Spiele den Computer verlassen*. Saarbrücken: VDM Verlag.
- Butler, M. M. (2010). Multi-touch Display Technology and Collaborative Learning Tasks. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2010*, 1441-1448. Chesapeake, VA, USA.
- Comenius, J. (1657). *Didactica magna in Opera didactica omnia*.
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-Konsultit Oy.
- Fassler, M. (1999). *Cyber-Moderne. Medienevolution, globale Netzwerke und die Künste, zu kommunizieren*. Wien: Springer.
- Fassler, M. (2009). *Nach der Gesellschaft. Infogene Zukünfte - Anthropogogische Ausblicke*.
- Fassler, M. (2009). *Nach der Gesellschaft. Infogene Zukünfte - Anthropologische Ausblicke*. Paderborn: Wilhelm Fink Verlag.

- Han, J. (2005). Multi-Touch Interaction Wall. *Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology, Symposium on User Interface Software and Technology* , 115 - 118. (ACM, Ed.) New York, NY, USA.
- Ishii, H. a. (2000). *Tangible Bits: Towards Seamless Interface between People, Bits, and Atoms*. Tokyo, Japan: TT Publishing Co., Ltd.
- Ludden, G. B. (2009). *A Multi-touch Tool for Co-creation*. Berlin / Heidelberg: Springer.
- Meltzoff, A. K. (2009, Juli 17). Foundations for a New Science of Learning. *Science* , 325 (5938), pp. 284-288.
- Merleau-Ponty, M. (1966). *Phänomenologie der Wahrnehmung*. Berlin: de Gruyter.
- Morgan, M. B. (2009). Considering Multi-touch Display Technology for Collaboration in the Classroom. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2009* , 674-683. (G. F. Siemens, Ed.) Chesapeake, VA, USA.
- Papert, S. (1994). *Revolution des Lernens. Kinder, Computer, Schule in einer digitalen Welt*. Hannover: Heise.
- Perceptive Pixel, I. (2010). *perceptivepixel*. Retrieved 07 14, 2010, from [perceptivepixel: http://www.perceptivepixel.com/](http://www.perceptivepixel.com/)
- Peter, O. (1998). Die Entwicklung des Mathetik-Begriffs und seine Bedeutung für den Unterricht der (Grund-)Schule. *PÄDForum H4* , pp. 390-396.
- Röll, F. (2003). *Pädagogik der Navigation*. (J. R. Ertelt, Ed.) München: Kopaed.
- Schaller, K. (2004). *Jan Amos Comenius. Ein pädagogisches Porträt*. Weinheim: Beltz.
- Tomasello, M. (2009). *Die Ursprünge der menschlichen Kommunikation*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- von Hentig, H. (1985). *Wie frei sind freie Schulen?* Stuttgart: Gutachten für das Verwaltungsgericht Stuttgart.
- Weiser, M. (1995). The computer for the 21st century. In R. Baecker, *Readings in Human-computer interaction: toward the year 2000* (pp. 933 - 940). San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Wygotski, L. (1977). *Denken bei Schizophrenie*. (J. Helm, Ed.) Frankfurt am Main: Fischer.

Autorenbeschreibung

Dr. Thomas Winkler
 Institut für Multimediale und Interaktive Systeme
 Universität zu Lübeck
 Ratzeburger Allee 160
 23538 Lübeck
winkler@imis.uni-luebeck.de

Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter am Institut für Multimediale und Interaktive Systeme der Universität zu Lübeck. Die Hauptarbeitsgebiete sind Computerunterstütztes Lehren und Lernen, Interaktionsdesign, Design von Systemen mit körper- und raumbezogenen Schnittstellen, Schul- und Erwachsenenpädagogik, Medienpädagogik, Medien-, Design- und Kunsttheorie, Mediensemiotik, Ästhetik sowie neuere Kunst- und Kulturgeschichte.

Dr. Jörg Cassens
 Institut für Multimediale und Interaktive Systeme

Universität zu Lübeck
Ratzeburger Allee 160
23538 Lübeck
cassens@imis.uni-luebeck.de

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Multimediale und Interaktive Systeme an der Universität zu Lübeck. Sein Fokus liegt auf ambient-intelligenten, semantisch reichhaltigen Systemen und deren Wirkung und Gestaltung als soziale Technologien in den Bereichen Arbeit und Lernen.

Prof. Dr. Michael Herczeg
Institut für Multimediale und Interaktive Systeme
Universität zu Lübeck
Ratzeburger Allee 160
23538 Lübeck
herczeg@imis.uni-luebeck.de

Universitätsprofessor für Praktische Informatik und Direktor des Instituts für Multimediale und Interaktive Systeme an der Universität zu Lübeck. Die Hauptarbeitsgebiete sind Mensch-Computer-Kommunikation, Software-Ergonomie, Interaktionsdesign, Interaktive und Multimediale Systeme, e-Learning sowie sicherheitskritische Mensch-Maschine-Systeme.