

Dieter Müller, Willi Bruns
Universität Bremen, Forschungszentrum artecLab

Arbeitsprozessorientiertes Lernen in *Mixed Reality* Umgebungen

1 Einführung

Der folgende Beitrag befasst sich mit arbeitsprozessorientiertem Lernen auf der Basis von *Mixed Reality* Umgebungen. Konkretisiert wird die Idee des *Mixed Reality* als technisches und organisatorisches Konzept zur Vernetzung realer und virtueller Lernobjekte. Im Zentrum steht dabei die Frage, wie sowohl die Anreicherung realer Arbeitsumgebungen durch virtuelle Lernwelten als auch die Nutzung von realen Systemen in virtuellen Lernumgebungen unterstützt werden kann. Beide Aspekte sind für arbeitsprozessorientiertes Lernen bedeutsam. Im Rahmen des EU-Projektes MARVEL (*Virtual Laboratory in Mechatronics: Access to Remote and Virtual e-Learning*) wird diese Problematik aufgegriffen und ein Konzept für das Lerngebiet Mechatronik entwickelt.

2 Das MARVEL Projekt

Das Projekt MARVEL wird mit Mitteln aus dem europäischen Berufsbildungsprogramm LEONARDO DA VINCI finanziell gefördert und in Kooperation mit insgesamt zehn europäischen Partnern aus Berufsbildung, Hochschule, Industrie und anderen Organisationen durchgeführt. Zielgruppe des Projektes MARVEL sind Auszubildende und Lehrkräfte in der beruflichen Erstausbildung, darüber hinaus Bildungseinrichtungen, die Trainingskurse für Facharbeiter, Techniker und Ingenieure mit einem Schwerpunkt auf Elektronik, Mechanik und/oder Informationstechnologie anbieten.

Den Schwerpunkt des Projektes bildet der Aufbau eines transnationalen Netzwerkes zur webbasierten Nutzung von verteilten Anlagen, Laboreinrichtungen und Werkstätten, die in den unterschiedlichen Partnereinrichtungen verfügbar sind. Das MARVEL-Konzept ist für verteiltes Lernen ausgelegt und soll Lernortkooperationen unterstützen, bei denen die beteiligten Akteure (z.B. Berufsschulen, Ausbildungsbetriebe) kostspielige Realanlagen und Laboreinrichtungen gemeinsam über das Internet nutzen. Darüber hinaus sollen Auszubildende und Schüler durch die Arbeit mit netzbasierten Anlagen lernen, Steuerungsprogramme und Systeme aus der Ferne zu entwickeln, zu warten und zu überwachen.

Um den flexiblen Online-Zugriff auf Realsysteme von verschiedenen Lernorten aus zu ermöglichen, werden in MARVEL internetgestützte Applikationen zur Fernbeobachtung, -steuerung und -wartung eingesetzt und über ein e-Learning Portal vernetzt. Zur Zeit besteht dieses Netzwerk aus acht unterschiedlichen Mitgliedern, die eine recht breite Palette von Lernumgebungen für die Lerngebiete Mechatronik, Automatisierungs- und Prozesstechnik zur Verfügung stellen (siehe Tabelle).

<i>Learning Environment</i>		<i>Institution</i>
Solar Heating Plant and Laboratory at Delmenhorst Colleges	Remote accessible full-scale solar plant	Technical College II Delmenhorst - Germany
HTI Solar energy e-Learning Laboratory	Remote accessible pilot solar lab	Higher Technical Institute Nicosia - Cyprus
Robot Training Lab at ZENON	Robot training with facilities for remote tutoring	Zenon S.A. Robotics & Informatics, Athens - Greece
Remote Workshop at West Lothian College	Suite of remote experiments	West Lothian College Livingston/West Lothian - Scotland
FEUP's Remote Lab for Electronics	Electronic workbench and remote lab	University of Porto, Faculdade de Engenharia, Porto - Portugal
deriveServer at artecLab	Mixed reality web service für Mechatronics	University of Bremen, Research Centre artecLab, Bremen - Germany
Remote Mechatronics at Haute Ecole Valaisanne	Course modules in remote engineering	Haute Ecole Valaisanne Sion - Switzerland

Tabelle: Partner des MARVEL-Netzwerks (aus Müller 2004)

Die Tragfähigkeit des MARVEL-Ansatzes wird anhand von Unterrichtsversuchen nicht nur unter technischen, sondern auch lernorganisatorischen Aspekten evaluiert. Das *Mixed Reality*-Konzept dient dabei als Orientierungsrahmen, um den Stellenwert von virtuellen und realen Lehr-/Lernmedien für kooperatives und arbeitsprozessorientiertes Lernen abschätzen zu können.

3 Lernen in Mixed Reality Umgebungen

Der Begriff *Mixed Reality* ist im Umfeld der HCI-Forschung (Forschung zur Mensch-Computer-Interaktion) entstanden und bezeichnet verschiedene Mischformen computergenerierter Realität (*Virtual Reality*) und ‚realer‘ Welt (Milgram and Kishino 1994). *Mixed Reality* eröffnet interessante Perspektiven für die Gestaltung von Lernumgebungen, die sowohl die Anreicherung realer Arbeitsumgebungen durch virtuelle Welten als auch die Nutzung von realen Systemen in virtuellen Lernumgebungen ermöglichen.

Ein zentrales Element von *Mixed Reality* (MR) ist die Entwicklung von neuartigen Interaktionsformen, bei dem virtuelle, d.h. rechnergenerierte Objekte, mit realen Systemen oder Umgebungen gemischt werden. Milgram and Kishino (1994) haben in diesem Zusammenhang das Konzept des „reality-virtuality continuums“ eingeführt, um die verschiedenen Abstufungen zwischen *Virtual Reality* und der Realität einordnen und analysieren zu können. Die ersten Arbeiten über MR waren stark von der Visualisierungstechnik und Computergraphik geprägt. Später stellten Milgram and Colquhoun (1999) ein erweitertes Konzept auf der Basis einer Taxonomie vor, in der auch Aspekte der Nutzer-Interaktion einbezogen sind. Weitere Taxonomien zu Einordnung von MR-basierten Interaktionstechniken finden sich auch bei Bendford et al. (1998). Grundsätzlich erfassen die erwähnten Taxonomien im wesentlichen technische Kriterien bezüglich der Repräsentation von digitalen (virtuellen) Objekten im physikalischen („realen“) Raum. In MARVEL hingegen versuchen wir das MR-Konzept mediendidaktisch zu erweitern, indem der Frage nachgegangen wird, in welcher Weise virtuelle und reale Räume für verteiltes Lernen arrangiert und organisiert werden können. Ausgehend von dem Konzept des *reality-virtuality continuums* haben wir ei-

nen sog. *Mixed Reality Learning Space* (Müller 2004) entwickelt, der folgende Dimensionen umfasst:

- Lernmedium (*Dimension of reality and virtuality*)
- Lernort (*Dimension of presence*)
- Lernstrategie (*Dimension of learning modes*)

Die Taxonomie ist Grundlage für die didaktische Bewertung und Evaluation von vernetzten virtuellen und realen Lernumgebungen, wie sie im Rahmen des Modellversuchs MARVEL zum Einsatz kommen.

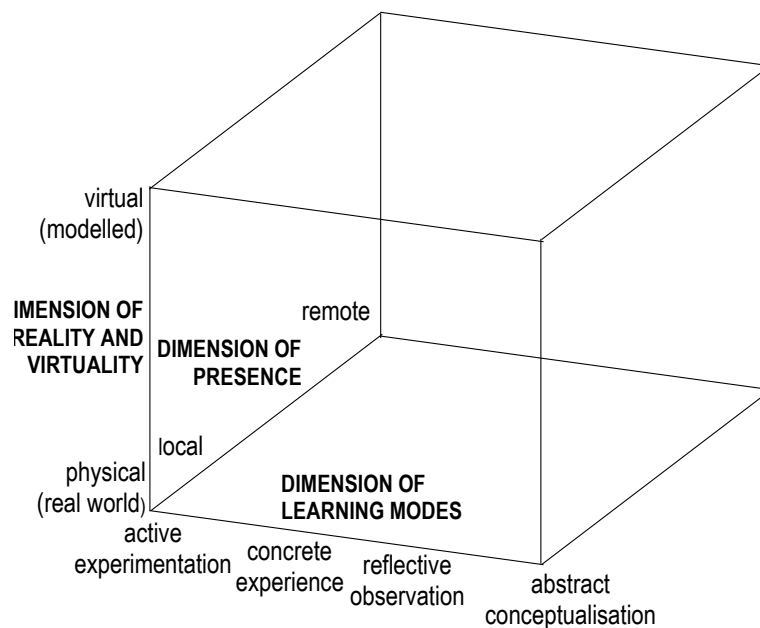


Abbildung 1: Taxonomy - *Mixed Reality Learning Space* (Müller 2004)

Auf die einzelnen Dimensionen bezogen verfolgen wir mit dieser Systematik ein dreifaches Ziel: Erstens wollen wir ein Instrument zu Verfügung stellen, um die didaktische Reichweite von virtuellen und realen Lernmedien/-umgebungen einzuschätzen. Zweitens soll die Rolle des Lernortes (Präsenz-, Fernlernen, verteiltes Lernen usw.) bezüglich der anderen Dimensionen bewertet werden können. Und Drittens soll ein Orientierungsrahmen zur Verfügung gestellt werden, mit dem unterschiedliche Lernstrategien (praktisches, abstraktes Lernhandeln usw.¹) in Relation zu verschiedenen Lernorten und -medien analysiert können. Wichtig ist, das Modell des *Mixed Reality Learning Space* nicht als reines Vorgehensmodell anzusehen, sondern vielmehr als ein heuristisches Modell für eine arbeits- und lernerorientierte Forschung und Entwicklung.

4 Lernszenarien

Im MARVEL Projekt werden verschiedene Lernarrangements u.a. aus folgenden Themenbereichen erprobt:

- Prozesssteuerung und -überwachung einer Solaranlage über das Internet,
- Tele-Konfiguration und -Programmierung eines Industrieroboters,

¹ Wir beziehen uns hier auf die Theorie des *Experiential Learning* nach Kolb (1984).

- Internetbasierter Support für die Installation und Inbetriebnahme einer elektro-pneumatischen Steuerung,
- Teliagnose und -service (eMaintenance) eines modularen Produktionssystems.

Dabei sollen Lerner sich von zu Hause, vom Arbeitsplatz oder von der Schule aus in das MARVEL-eLearning-Netzwerk einwählen, an ihrem aktuellen Projekt arbeiten und sich dabei mit anderen Teamteilnehmern koordinieren. Geplant ist, das Lernen mit der MARVEL-Umgebung mit verschiedenen anderen Medien (z.B. Simulationen, Präsentationen) und Unterrichtsformen (Theoriekurse, Laborunterricht, Werkstattlernen usw.) zu kombinieren.

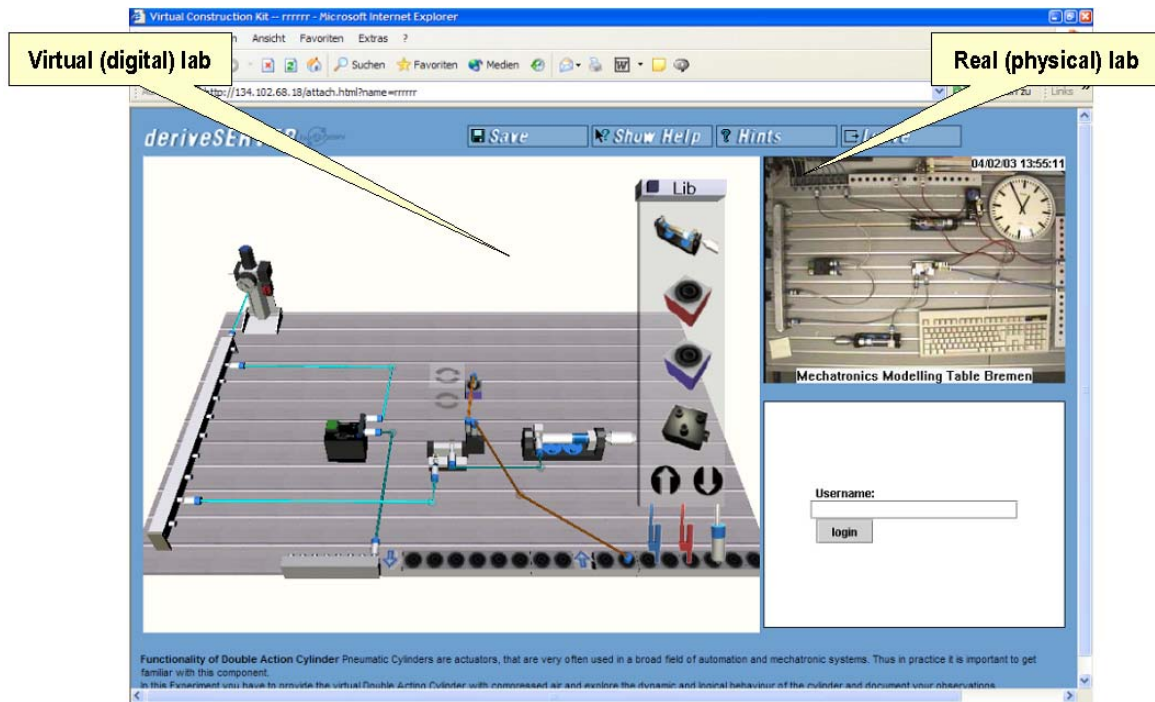


Abbildung 2: *Mixed Reality* Lernumgebung für Mechatronik (*deriveServer*)

Darüber hinaus werden wir eine neuartige Lernumgebung für Mechatronik einsetzen, die im Entwicklungsprojekt DERIVE entstanden ist und auf der *Hyper-Bond* Technologie (Bruns 2003) basiert. Mit *Hyper-Bonds* ist es möglich, ein komplexes technisches System, wie beispielsweise ein komplettes Produktionssystem, im Virtuellen zu realisieren und ausgewählte Komponenten, wie z.B. eine pneumatisch gesteuerte Fertigungsstation, im Gegenständlichen als begreifbares System auszukoppeln. Dabei ergeben sich neue Perspektiven arbeitsprozessbezogenen Lernens in der Berufsschule, weil komplexe Anlagenumfelder wenn schon nicht im Realen so doch als virtuelles Modell an vorhandene reale Baugruppen und Anlagen, die z.B. in einem lernortexternen Industriebetrieb stehen, angeschlossen werden können. Die Lernumgebung ist inzwischen auch über das Internet erreichbar (<http://lab.artec.uni-bremen.de/>) und ermöglicht eine direkte Kopplung mit dem Mechatroniklabor des Forschungszentrums artecLab (vgl. Abbildung 2).

5 Zusammenfassung

Wir gehen davon aus, dass MARVEL einen wichtigen mediendidaktischen Beitrag darstellt, bei dem nicht primär auf virtuelle Lernplattformen gesetzt wird, sondern stattdessen bewusst Lösungen gesucht werden, um reale Arbeitssysteme und -prozesse mit „virtuellen Lernwelten“ im Sinne eines *Mixed Reality Learning Space* zu vernetzen. Dabei greift das Projekt neben *Mixed Reality* auch den Schwerpunkt *Mobile Kooperative Arbeit* auf, da die geplanten Lern-/Arbeitsumgebungen die räumliche Verteiltheit und Vernetzung verschiedener Lernorte unterstützen. Bedingt durch steigende Globalisierung wird räumlich verteiltes kooperatives Arbeiten eine immer wichtigere Rolle einnehmen und von Arbeitnehmern als Kompetenz in zunehmenden Maße gefordert werden. Das Projekt MARVEL kann dazu einen Beitrag im Bereich der beruflichen Bildung leisten.

6 Literaturhinweise

- Benford, S., Greenhalgh, C., Gail R., Brown, C. Koleva. B. (1998): Understanding and constructing shared spaces with mixed-reality boundaries. ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI). Volume 5 , Issue 3 (September 1998).
- Bruns, F. W. (2003): Lernen in Mixed Reality. ABWF (Ed.): Kompetenzentwicklung 2003. Berlin, S. 71-112
- Bruns, F. W., Erbe, H.-H. (2004): Mixed Reality with Hyper-Bonds - A Means for Remote Labs. IFAC INCOM Symp. Inform. Control Problems in Manufact., Salvador, Brazil.
- Kolb, D.A. (1984): Experiential Learning. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984.
- Milgram, P., Colquhoun, H. (1999): A Taxonomy of Real and Virtual World Display Integration. Mixed Reality - Merging Real and Virtual Worlds. Yuichi Ohta and Hideyuki Tamura, editors, Ohmsha (Tokyo) & Springer Verlag (Berlin), pp. 1-16.
- Milgram, P., Kishino, F. (1994): A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Trans, on Information and Systems, E77-D(12), pp.1321-1329.
- Müller, D. (2004): Mixed Reality Learning and Working Environments - The MARVEL approach. Proceedings of the 12th European Conference for Educational and Information Technology (LEARNTEC 2004), Karlsruhe 2004 (im Erscheinen).
- Müller, D., Ferreira, J. M. (2003): MARVEL: A Mixed Reality Learning Environment for Vocational Training in Mechatronics. Proceedings of the Technology Enhanced Learning International Conference (TEL'03), Milan, Italy, November 2003.

7 Weitere Informationen zum Projekt MARVEL

Dr. Dieter Müller (MARVEL-Projekt Koordinator)
Universität Bremen
Forschungszentrum artec/artecLab
Enrique-Schmidt-Straße 7 (SFG)
28359 Bremen
MARVEL Homepage: www.marvel.uni-bremen.de