

## Applying Mixed Reality to Support Motor Learning

Maximilian Dürr, Ulrike Pfeil, Harald Reiterer

**Abstract:** In this paper we introduce four possible applications of Mixed Reality (MR) for the support of motor learning. We participated in Kinaesthetics courses in the context of nursing care and conducted interviews with Kinaesthetics teachers and students. The gathered data was analysed with a focus on the learning procedure, as well as on existing problems. Based on the contextual analysis we identified requirements for technical systems which are supposed to support motor learning. In regard to the acquired requirements and existing literature, we introduce four possibilities to use MR for the support of motor learning.

## Einsatzmöglichkeiten von Mixed Reality zur Unterstützung von motorischem Lernen

Maximilian Dürr,<sup>1</sup> Ulrike Pfeil,<sup>2</sup> Harald Reiterer<sup>3</sup>

**Abstract:** In diesem Beitrag stellen wir vier Einsatzmöglichkeiten von Mixed Reality (MR) zur Unterstützung von motorischem Lernen vor. Wir haben Kinaesthetics-Kurse im Kontext Pflege hospitiert und Interviews mit Kinaesthetics-DozentInnen und -Auszubildenden durchgeführt. Die erhobenen Daten wurden mit Fokus auf den Ablauf des Lernprozesses und bestehende Probleme analysiert. Auf Basis der kontextuellen Analyse wurden Anforderungen an technische Systeme, welche motorisches Lernen unterstützen sollen, identifiziert. In Bezug zu den erarbeiteten Anforderungen und bestehender Literatur werden von uns vier Möglichkeiten vorgestellt, um MR für die Unterstützung von motorischem Lernen einzusetzen.

**Keywords:** Mixed Reality; Motorisches Lernen; Kinaesthetics

### 1 Einleitung

Lernen wird im Bildungskontext in Relation zu unterschiedlichen Themengebieten gefördert. In diesem Beitrag adressieren wir motorisches Lernen, welches im Kontext vieler menschlicher Aktivitäten, z.B. Skifahren, Kampfsport, Physiotherapie und Kinaesthetics von Relevanz ist. Exemplarisch konzentrieren wir uns auf das Erlernen von ergonomischen Handlungen innerhalb der Pflege-Ausbildung (z.B. Patiententransfer).

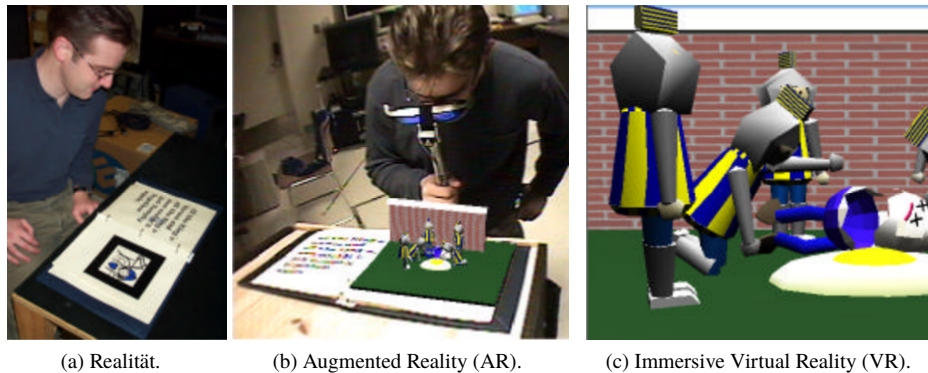
Mixed Reality (MR) Interfaces, welche die “Zusammenführung von realen und virtuellen Welten” [MK94] ermöglichen, können zur Unterstützung von motorischem Lernen eingesetzt werden. Interfaces diesen Typs bewegen sich im Spektrum zwischen Realität, ohne die Anfügung digitaler Inhalte, und der vollständigen Immersion in einer virtuellen Welt. Mark Billingham et al. [BKP01] präsentierten mit dem MagicBook ein Interface, welches einen fließenden Wechsel zwischen unterschiedlichen Graden an virtuellem Einfluss erlaubt. Nutzer können das MagicBook wie ein gewöhnliches Buch ohne zusätzliche digitale Informationen lesen (siehe Abb. 1a). Durch Augmented Reality (AR) können virtuelle Inhalte als Erweiterung der Realität auf den Buchseiten dargestellt werden (siehe Abb. 1b). Schlussendlich können Nutzer durch Virtual Reality (VR) vollständig in

---

<sup>1</sup> Universität Konstanz, Mensch-Computer Interaktion, Universitätsstraße 10, 78464 Konstanz, Deutschland  
maximilian.duerr@uni.kn

<sup>2</sup> Universität Konstanz, Mensch-Computer Interaktion, Universitätsstraße 10, 78464 Konstanz, Deutschland  
ulrike.pfeil@uni.kn

<sup>3</sup> Universität Konstanz, Mensch-Computer Interaktion, Universitätsstraße 10, 78464 Konstanz, Deutschland  
harald.reiterer@uni.kn



(a) Realität.

(b) Augmented Reality (AR).

(c) Immersive Virtual Reality (VR).

Abb. 1: Unterschiedliche Stufen innerhalb des Spektrums zwischen Realität und immersiver Virtual Reality (VR) am Beispiel des MagicBook [BKP01].

eine virtuelle Welt eintauchen (siehe Abb. 1c). Aktuell verfügbare MR-Geräte treten in unterschiedlichen Formfaktoren auf. Klassische 2D Displays werden eingesetzt um ein in Echtzeit aufgenommenes Kamerabild mit virtuellen Inhalten zu überlagern. Neben 2D Bildschirmen finden ebenfalls Head-Mounted Displays (HMDs), bzw. Tablet- und Smartphone-basierende Technologien wie Googles Projekt Tango [Go17] Verwendung. Gegebene Forschung aus dem Bereich der HCI demonstriert, dass MR-Interfaces Potential für die Unterstützung von motorischem Lernen haben. Mehrere ForscherInnen befassen sich mit dem Einsatz von 2D MR-Interfaces um Anleitung oder Rückmeldung für motorisches Lernen zu kommunizieren [An13, Ch11, Da12]. Andere AutorInnen verfolgen Ansätze auf Basis von HMDs, welche Lernende durch die Augmentierung der realen Welt mit digitalen 3D Informationen [Ya15, Ha16, Ha17] oder der vollständigen Immersion in virtuelle 3D 'Lernwelten' [Ch03, Wa15] unterstützen.

Bestehende Arbeiten fokussieren sich häufig auf motorisches Lernen durch Anleitung und Rückmeldung von einem virtuellen Trainer. In diesem Beitrag stellen wir weitere Möglichkeiten für den Einsatz von MR zur Unterstützung von motorischem Lernen vor. Unsere Vorschläge stehen in Bezug zu Daten, welche im Kontext der Lehre von Kinaesthetics erhoben wurden. Wir haben Interviews und Hospitationen an Pflegeschulen und Hochschulen durchgeführt. In diesen Einrichtungen werden ergonomische Handlungsabläufe (z.B. Aufsetzen eines/r liegenden PatientIn) innerhalb so genannter Kinaesthetics-Kurse gelehrt. Die Kurse bestehen in der Regel aus drei Ganztagesveranstaltungen. Auszubildende werden durch theoretische Wissensvermittlung und das Üben von Handlungsabläufen in die Materie eingeführt.

Im Folgenden erläutern wir unser Vorgehen bei der Erhebung und Analyse der gesammelten Daten. Anschließend präsentieren wir unsere Resultate als Anforderungen. In Bezug zu den

identifizierten Anforderungen und existierender Literatur stellen wir Möglichkeiten für die Verwendung von MR zur Unterstützung von motorischem Lernen vor.

## 2 Datenerhebung und kontextuelle Analyse

Die Datenerhebung basiert auf vier Hospitationen in Kinaesthetics-Kursen und der Durchführung von Interviews mit Auszubildenden und DozentInnen (siehe auch [Re17]). Eine Hospitation beinhaltete die Beobachtung und Teilnahme am Unterricht an einem Kinaesthetics-Kurstag. Im Rahmen der Interviews wurden fünf DozentInnen (drei weiblich, zwei männlich) und 27 Auszubildende (21 weiblich, sechs männlich) zu der Kinaesthetics-Lehre innerhalb der Ausbildung sowie dem Einsatz der gelernten Konzepte in der Praxis befragt. Ein Interview dauerte pro DozentIn ca. 90 min und pro Auszubildendem ca. 45 min. Die DozentInnen waren zwischen 33 und 63 Jahre alt ( $M = 51$ ,  $SD = 11.9$ ). Sie hatten zwischen vier und 25 Jahre ( $M = 15.2$ ,  $SD = 8.3$ ) Arbeitserfahrung als DozentIn im Bereich Kinaesthetics gesammelt. Drei der Auszubildenden machten keine Angaben zum Alter. Die anderen 24 waren zwischen 18 und 47 Jahre alt ( $M = 25$ ,  $SD = 7.6$ ). Die Auszubildenden setzten sich aus vier StudentInnen der Pflegepädagogik, 12 StudentInnen des Fachs Pflege und 11 SchülerInnen der Gesundheits- und Krankenpflege zusammen. Zum Zeitpunkt der Befragung befanden sich 13 Auszubildende im dritten, 11 im vierten und drei im siebten Semester ( $M = 3.9$ ,  $SD = 1.2$ ).

Die erhobenen Daten wurden hinsichtlich Anforderungen für technische Systeme zur Unterstützung von motorischem Lernen kontextuell analysiert. Während der Durchführung der Interviews wurden Audioaufzeichnungen angefertigt. Im Rahmen der Hospitationen wurden Beobachtungen und Erfahrungen schriftlich und in Form von Videoaufnahmen festgehalten. Nach Abschluss der Datenerhebung wurde durch Affinity Diagramming [HP12] die Analyse der gesammelten Informationen durchgeführt. Der Fokus der kontextuellen Analyse lag darauf (1) essentielle Elemente des Lehrprozesses zu extrahieren und (2) bestehende Probleme zu identifizieren.

## 3 Resultate: Anforderungen

Basierend auf unserer kontextuellen Analyse haben wir vier Anforderungen (A) an zukünftige, technische Systeme, welche motorisches Lernen unterstützen sollen, identifiziert:

**A1: Steigerung des Realismus von Lernszenarien.**

**A2: Unterstützung von kollaborativem Arbeiten und Gruppendiskussionen.**

**A3: Unterstützung einer intensiven Betreuung von Lernern.**

**A4: Unterstützung intensiver Reflexion inner- und außerhalb des Übungskontextes.**

Die Anforderungen werden im Folgenden kurz beschrieben.

### **A1: Steigerung des Realismus von Lernszenarien.**

Fehlende Praxisnähe und mangelnder Realismus in Übungsszenarien im Rahmen der Kinaesthetics-Kurse wurden von Auszubildenden und DozentInnen als Themenpunkte mit großem Verbesserungspotential angesehen. Während DozentInnen die Schwierigkeit erwähnten realistische Lernszenarien in den Kurs einzubinden, gaben Auszubildende an dass realitätsnähere Szenarien den Transfer des Gelernten in die Praxis besser unterstützen würden. Sieben Auszubildende sagten, dass sie gerne verstärkt praxisnahe Situationen üben würden. Sie gaben an sich dadurch besser mit den in Verbindung stehenden Problematiken identifizieren und Bewegungsabläufe leichter in die Praxis transferieren zu können.

Es fiel den Auszubildenden, welche während der Hospitationen beobachtet wurden, meist leicht ihre gesunden KommilitonInnen zu mobilisieren. In Kontrast dazu merkten Auszubildende auf Nachfrage an, dass reale PatientInnen deutlich unbeweglicher sind bzw. sich anders als Auszubildende beim Üben verhalten (n = 7). Zudem weisen sie individuelle Körpereigenschaften, Krankheitsbilder und Kommunikationsmöglichkeiten auf (n = 10). Hatte ein/e PatientIn z.B. eine Operation an der Schulter, muss dies bei einer Mobilisation berücksichtigt werden. Dadurch bedingt ist der Transfer der gelernten Bewegungsabläufe in den praktischen Arbeitsalltag oft stark erschwert. Dies ist vor allem der Fall, wenn eine Pflegekraft selbst klein und leicht ist. Ein/e DozentIn hob hervor, dass sowohl die Körpermerkmale der Pflegekraft, als auch die des/der PatientIn berücksichtigt werden sollten. Weiterhin machten 15 Auszubildende die Angabe, dass im Kurs nicht abgebildete Faktoren wie Zeitmangel, Zeitdruck und Stress ihr Handeln in der Praxis beeinflussen.

### **A2: Unterstützung von kollaborativem Arbeiten und Gruppendiskussionen.**

Sowohl von DozentInnen als auch von Auszubildenden wurden die Vorzüge von kollaborativem Arbeiten und Gruppendiskussionen genannt. Diese Aspekte sollten daher in zukünftigen technik-gestützten Lernszenarien mit aufgegriffen werden.

Unter kollaborativem Arbeiten verstehen DozentInnen und Auszubildende hauptsächlich das Üben der Handlungsabläufe in kleinen Gruppen mit meist zwei bis drei, in Ausnahmefällen bis zu fünf Personen. Auszubildende nehmen dabei im Wechsel eine der drei Rollen (1) PflegerIn, (2) PatientIn und (3) BeobachterIn ein. Dieses Gefüge aus den drei genannten Rollen führt dazu, dass Auszubildende die Handlungsabläufe aus unterschiedlichen Perspektiven wahrnehmen. Der/die PflegerIn spiegelt die Rolle von Auszubildenden aus ihrem alltäglichen Berufsleben wider. Die Möglichkeit den/die PatientIn zu spielen bietet hingegen Potential für eine, nach Meinung der Auszubildenden wichtige Selbsterfahrung (n = 5). Auszubildende können Bewegungsabläufe aus einem anderen egozentrischen Blickwinkel erfahren und dem Gruppenmitglied welches gerade den/die PflegerIn spielt, Rückmeldung geben (n = 1). Die Rolle BeobachterIn, als dritte Perspektive erlaubt einen exozentrischen Blick auf den Bewegungsablauf. Dies kann laut einem Auszubildenden den Vorteil haben, 'Fehler' bei anderen zu beobachten um diese zukünftig zu vermeiden.

Im Rahmen der Hospitationen wurden Diskussionen und der Austausch von gemachten Erfahrungen, innerhalb von Übungsgruppen und zwischen allen Kursteilnehmern am Kursende beobachtet. Weiterhin ist aufgefallen, dass DozentInnen teilweise Abfolgen, welche sie bei einer Auszubildendengruppe observiert haben, exemplarisch vor dem ganzen Kurs vormachen bzw. von Auszubildenden vormachen lassen, um sie in der 'großen Gruppe' zu diskutieren.

### **A3: Unterstützung einer intensiven Betreuung von Lernern.**

DozentInnen und Auszubildende gaben an, dass sie sich sowohl innerhalb des Kurses, als auch im Klinikalltag eine intensivere und engere Kommunikation bei der Vermittlung von Handlungsabläufen wünschen würden.

Im Rahmen des Kurses werden Handlungsabläufe oft durch Vormachen vermittelt. Auszubildende stehen dabei meist um den/die vormachende/n DozentIn und erfahren die Übung aus ihrer jeweiligen, festgesetzten Perspektive. Die Hospitationen zeigten, dass Auszubildende manchmal in ihrer Sicht auf den/die DozentIn eingeschränkt waren. Nach dem Vormachen haben Auszubildende die Möglichkeit, die Handlungsabläufe in kleinen Gruppen zu üben. Dabei erhalten sie - je nach Verfügbarkeit des/der DozentIn - Anleitung und Rückmeldung in unterschiedlichen Formen. Es ist schwer für DozentInnen auf einzelne Gruppen und Personen individuell einzugehen. Da sie 10-20 Auszubildende parallel betreuen, bleibt DozentInnen meist nur eine kurze Zeit bei einer Gruppe. Dieses Problem zeigte sich während der Hospitationen und kann durch die Aussagen befragter Auszubildender bestätigt werden.

Vier DozentInnen hielten es für wichtig, dass es TrainerInnen gibt welche als PraxisanleiterInnen in die Kliniken kommen, um Kinaesthetics besser in den Arbeitsalltag zu integrieren. Sieben Auszubildende und alle DozentInnen merkten an, dass Auszubildende im Kurs erlernte Bewegungen häufig schnell wieder vergessen bzw. Probleme bei der praktischen Anwendung zeigen. Laut fünf Auszubildenden fehlen zudem aktuell Möglichkeiten dafür die gelernten Bewegungen aufzufrischen. Sieben Auszubildende gaben an, dass nach aktuellem Stand in der Praxis entweder keine, oder nur schwer kontaktierbare TrainerInnen gegeben sind. Ebenso gibt es, laut Auszubildenden, meist keine (n = 3) oder nur eingeschränkte Möglichkeiten (n = 5) selbstständig zu üben. Die Auszubildenden bemängelten, dass sie sich bei der praktischen Arbeit teilweise nicht sicher sind, ob sie die Konzepte von Kinaesthetics richtig anwenden. Ohne eine Möglichkeit dafür während der Anwendung Anleitung und Rückmeldung zu erhalten, können die gelernten Abläufe nur schwer selbstständig trainiert werden (n = 5). In Relation zu den gegebenen Aussagen wünschten sich 15 Auszubildende in Zukunft eine direktere Kontaktmöglichkeit zu einem/r TrainerIn.

### **A4: Unterstützung intensiver Reflexion inner- und außerhalb des Übungskontextes.**

Die Ergebnisse unserer Hospitationen und Interviews haben gezeigt, dass die Unterstützung von Reflexion wichtig ist um gelernte Bewegungsabläufe zu verinnerlichen. Bereits John Dewey [De98] sah Reflexion als *"das Herz der intellektuellen Organisation und des disziplinierten Geistes"* welche dabei hilft die Grundbedeutung aus Getanem zu extrahieren.

DozentInnen setzen hauptsächlich die vier unterschiedlichen Methoden (1) schriftliche Reflexion, (2) verbale Reflexion durch Aussprache des Getanem (3) Reflexion durch zum Nachdenken anregende Fragen und (4) gemeinsame Reflexion in 'Groß-Gruppen' ein. Neun Auszubildende gaben an, dass sie ein Übungsheft oder -buch nutzten um das von ihnen Durchgeführte nach dem Üben niederzuschreiben. Ein/e DozentIn beschrieb das Vorgehen folgendermaßen: *"Wenn ich es aufschreiben kann, kann ich es analysieren, wenn ich es analysieren kann, kann ich es verändern"*. Auszubildende in der Rolle PflegerIn (siehe **A2**) wurden während der hospitierten Übungen teilweise von den DozentInnen dazu angehalten mit dem/der PatientIn zu kommunizieren. Sie sollten Ihm/Ihr die durchgeführten Schritte im Vorfeld ankündigen. Der Sinn hinter diesem Vorgehen besteht nicht nur darin, dass Auszubildende in der Rolle des/der PflegerIn über geplante Schritte vor der Durchführung reflektieren, sondern auch darin PatientInnen zur aktiven Mithilfe zu animieren (sie zu 'aktivieren'). Drei DozentInnen gaben an, dass sie während der Übungsdurchführung teilweise Rückmeldung in Form von zum Nachdenken anregenden Fragen geben (z.B. *"Wie hat sich das für dich angefühlt?"*). Auszubildende sollen laut DozentInnen, durch das Erspüren von Unterschieden lernen ob eine Aktivität gut für sie war (n = 3). Das geschilderte Verhalten konnte durch die Hospitationen und Aussagen von Auszubildenden (n = 2) bestätigt werden. Wie bereits in **A2** erwähnt, wurden ebenfalls gemeinsame Reflexionsrunden welche alle Mitglieder einer Übungsgruppe bzw. sämtliche Kursteilnehmer umfassen beobachtet. Fünf Auszubildende erwähnten im Rahmen der Interviews, dass sie während des Kurses gemeinsame Reflexionen durchgeführt haben. Laut [EKMT10] erlauben gemeinsame Reflexionen innerhalb von Übungsgruppen die *"eigene Perspektive mit der Perspektive anderer zu vergleichen und zu erweitern"*.

Wie bereits in **A3** erwähnt wurde auch in Bezug zur Unterstützung von Reflexion während des Unterrichts die Problematik beobachtet, dass ein/e DozentIn sich parallel um eine hohe Anzahl Auszubildender kümmern muss. Er/sie kann dadurch nur eingeschränkt für die individuelle Anregung zur Reflexion von einzelnen Personen oder Gruppen verfügbar sein.

Auch wenn während des Kurses ein großes Augenmerk auf Reflexion gelegt wird, so sind die Möglichkeiten zur Reflexion für Auszubildende außerhalb des Übungskontextes stark eingeschränkt. Im Fall dass Auszubildende während des Kurses Notizen angefertigt haben können sie diese später wieder einsehen. Jedoch reicht diese Informationsquelle häufig nicht aus, um bei einem in der Praxis auftretenden Problem über einen durchgeführten Ablauf zu reflektieren, bzw. diesen mit dem im Kurs Gelernten abzugleichen. Auszubildende gaben an, dass weitere Materialien, z.B. Videos, Bilder, etc. zur späteren Behebung von unklaren Situationen von Nutzen sein könnten (n = 8). Auch DozentInnen gaben an, dass sie Potential für die Aufnahme von bewegten Inhalten innerhalb eines Kurses sehen (n = 3). Sie würden Aufzeichnungen gerne im Anschluss gemeinsam mit den Auszubildenden durchsprechen.

## 4 Einsatzmöglichkeiten

In Bezug zu den identifizierten Anforderungen stellen wir vier unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten (E) für MR zur Unterstützung von motorischem Lernen vor:

**E1: Verbesserung des Theorie-Praxis Transfers durch Variation der Präsenz virtueller Inhalte.**

**E2: Standortunabhängiges Kommunizieren und Teilen von Erfahrungen durch Fernkollaboration.**

**E3: Individuelle Unterstützung von Reflexion innerhalb des Übungskontexts durch komplementäre Einbindung von MR und DozentInnen.**

**E4: Unterstützung von Reflexion außerhalb des Übungskontexts durch Mitnehmen und Teilen von Erfahrung.**

Im Folgenden beschreiben wir die vorgeschlagenen Einsatzmöglichkeiten in Relation zu den Anforderungen und bestehender Literatur, geben Beispiele und zeigen offene Fragen auf.

#### **E1: Verbesserung des Theorie-Praxis Transfers durch Variation der Präsenz virtueller Inhalte**

Ein identifiziertes Problem in Bezug zu motorischem Lernen ist der Transfer gelernter Abläufe von einem Übungskontext in ein praktisches Anwendungsszenario (**A1**). Der Einsatz von MR könnte es ermöglichen, das Übungsszenario näher an das praktische Anwendungsszenario heranzuführen. Beispielsweise könnte die Vermittlung virtueller Inhalte dynamisch angepasst werden um Lernende schrittweise von einem artifiziiellen Szenario an die Umstände im praktischen Arbeitsalltag überzuleiten. So könnten Anfangs einfache Hinweise gegeben werden. Später könnte man z.B. Körpermerkmale, wie Körperumfang, Größe bzw., im medizinischen Kontext, Krankheitsbildern virtuell simulieren (**A1**). Im Endstadium könnten Lernende sich in einer möglichst 'perfekten Virtuellen Realität' befinden. Laut Dörner et al. [Dö14] sollte diese auch weitere Sinne des menschlichen Körpers abseits der visuellen Wahrnehmung miteinbeziehen.

Eine beispielhafte Umsetzung der beschriebenen Einsatzmöglichkeit im Kontext Kinaesthetics könnte wie folgt aussehen: Auszubildende erhalten zu Beginn des Lernprozesses nur ein geringes Maß an digitalen Hinweisen welche in den Übungskontext augmentiert werden. Sie können sich voll auf das Lernen des Grundbewegungsablaufs konzentrieren. Anschließend wird der Grad der Immersion in Abhängigkeit zum Lernfortschritt verstärkt. Damit einhergehend wird der Realismus der 'Lernwelt' erhöht. Das Lernszenario wird z.B. mit unterschiedlichen, simulierten Patiententypen (Gewicht, Größe, Beweglichkeit, etc.) durchgeführt. In der finalen Ausbaustufe der Immersion werden auch äußeren Faktoren wie Zeitdruck und Stress miteinbezogen.

Es wird angenommen, dass eine Variation der Präsenz virtueller Inhalte potentielle Vorteile für motorisches Lernen mit sich bringen kann. Allerdings ist ohne wissenschaftliche Untersuchung unklar, inwiefern eine Umsetzung der vorgeschlagenen Einsatzmöglichkeit zu einer wirklichen Verbesserung des Theorie-Praxis Transfers führen würde. Beispielsweise wäre es denkbar, unterschiedliche Arten der Beeinflussung des Realismusgrades zu betrachten (z.B.



automatische, schrittweise Anpassung der Immersion vs. manuelles, direktes Umschalten). Weiterhin könnte die Anwendung einer starken Immersion in Form von VR zu einer umfangreichen Manipulation des menschlichen Empfindens führen. Es ist fraglich inwiefern ein derartiges Vorgehen aus ethischer Sicht bedenklich ist [Dö14].

## **E2: Standortunabhängiges Kommunizieren und Teilen von Erfahrungen durch Fernkollaboration**

Befinden sich Lernende außerhalb des Übungskontextes, so ist die individuelle Betreuung oftmals nur eingeschränkt möglich bzw. entfällt vollständig (A3). Gegebene technische Systeme versuchen diese Problematik durch virtuelle Trainer (z.B. in Form eines digitalen Avatar [Ya15, Ha17]), welche 'immer' verfügbar sind zu kompensieren. Es kann allerdings zu Situationen kommen, in welchen virtuelle Lernsysteme an ihre Grenzen geraten und eine entstandene Problemsituation durch eine/n menschliche/n DozentIn aufgelöst werden muss. MR kann in Kombination mit Fernkollaboration dabei helfen eine standortunabhängige Kommunikation zwischen einem/r menschliche/n DozentIn und Lernenden, im Kontext von motorischem Lernen aufzubauen [Ya06, A116]. Es sind unterschiedliche Szenarien denkbar. So könnten Lernende problematische Abläufe z.B. in Form eines 3D Bewegungsmodells aufzeichnen und anschließend mit einem/r DozentIn über Fernkollaboration durchsprechen. Alternativ könnten Lernende dem/der DozentIn den problematischen Ablauf auch 'live' vormachen. DozentInnen könnten auf unterschiedliche Arten Anleitung und Rückmeldung geben. Sie könnten z.B. die Steuerung eines virtuellen Avatars übernehmen, selbst als virtuelles Abbild in das Sichtfeld Lernender augmentiert werden, oder Lernende in Echtzeit über digital eingeblendete egozentrische Hinweise, z.B. [Ha16, SBW12], direkt anleiten. Weiterhin könnten DozentInnen Werkzeuge zur Verfügung stehen um Teile eines Ablaufs hervorzuheben oder auszublenden und dadurch den Fokus von Lernenden zu lenken bzw. gezielt bestehende Probleme zu adressieren. Durch MR geförderte Fernkollaboration könnte ebenfalls dafür eingesetzt werden um Lerngruppen motorisches Lernen aus der Distanz zu ermöglichen. Sie könnten Lernerfahrungen teilen und kollaborativ aus unterschiedlichen Perspektiven in Echtzeit diskutieren (A2).

Ein beispielhaftes Szenario im Kontext Kinaesthetics wäre wie folgt denkbar: Zwei Auszubildende üben mit einem virtuellen Trainer der sie im Raum trackt, anleitet und Rückmeldung gibt. Sie üben den Ablauf 'Mobilisation eines Patienten vom Bett in den Rollstuhl'. Die Auszubildenden finden in einem Buch eine alternative, vom virtuellen Trainer nicht vollständig unterstützte, Bewegungsabfolge für den Ablauf. Sie beschließen diese auszuprobieren. Nach 30 Minuten empfindet einer der Auszubildende Rückenschmerzen. Da sie die Schmerzen nicht zuordnen können, senden die Auszubildenden aus dem Interface ihrer MR-HMDs, eine Kommunikationsanfrage an einen Dozenten. Die Auszubildenden machen dem Dozenten den geübten Ablauf 'live' über Fernkollaboration vor. Der Dozent verwendet anschließend die vom System im Hintergrund angefertigte 3D Aufzeichnung, um den Ablauf schrittweise mit den Auszubildenden durchzusprechen. Er hebt die Teile des Ablaufs, welche mutmaßlich für die Schmerzen verantwortlich sind, visuell hervor und zeigt den Auszubildenden wichtige Schritte aus verschiedenen Perspektiven. Die Auszubildenden fühlen sich immer noch etwas

unsicher. Deshalb beschließt der Dozent sie jeweils einmal, während sie den Pfleger spielen, aus der egozentrischen Perspektive durch den korrigierten Bewegungsablauf zu leiten.

Wie von Dieter Schmalstieg und Tobias Höllerer [SH17] angemerkt, kann es vorkommen dass sich die physische Situation und die technischen Möglichkeiten von Nutzern einer Fernkollaboration unterscheiden. Es wäre interessant zu untersuchen inwiefern es sinnvoll ist, unterschiedliche MR-Geräte bei über Fernkollaboration kommunizierenden Partnern einzusetzen, inwiefern sich dadurch Tradeoffs ergeben und wie sich diese auf kollaboratives Lernen auswirken. Eine Beispielkonfiguration könnte so aussehen, dass Lernende zum aktiven Üben von Bewegungsabläufen mit MR-HMDs ausgestattet werden. DozentInnen könnten zur schnellen Bereitstellung von Anleitung und Rückmeldung ein AR fähiges Google Tango Tablet [Go17] nutzen. Weiterhin könnte man betrachten, welche Art von MR-Visualisierungen und Tools sich besonders gut für Fernkollaboration im Kontext von motorischem Lernen eignen. In Bezug zu Visualisierungsmöglichkeiten könnte zwischen abstrakten [Al16], Avatar basierenden [Ya06] und realistischen Abbildungen des/der DozentIn unterschieden werden.

### **E3: Individuelle Unterstützung von Reflexion innerhalb des Übungskontexts durch komplementäre Einbindung von MR und DozentInnen.**

Die Problematik, dass ein/e DozentIn jedem Lernenden nur ein limitiertes Maß an Aufmerksamkeit schenken kann (A3), wurde auch in Bezug zur Reflexion von Bewegungsabläufen im Kontext der Kinaesthetics-Kurse beobachtet (A4). Bereits 1986 sahen Allan Collins und John S. Brown [CB86] Wiederholung, abstrakte Wiederholung und räumliche Reifikation als Möglichkeiten, um Reflexion im Kontext von motorischem Lernen durch digitale Systeme zu unterstützen. Der Einsatz von MR könnte dabei helfen das Potential der genannten Optionen auszuschöpfen. Es wäre denkbar, DozentInnen beim Vormachen eines neuen Bewegungsablaufes durch Tracking aufzuzeichnen. Lernende könnten bei späterem Üben aufgezeichnete 3D Abläufe, z.B. durch Einsatz von HMDs, alleine oder kollaborativ in Gruppen zur Reflexion nutzen. Sie könnten ihre eigenen Bewegungen in das Verhältnis zu den aufgezeichneten Abläufen setzen. 3D Wiederholungen ihrer eigenen Bewegungen und Bewegungen von DozentInnen könnten von ihnen aus verschiedenen Perspektiven (A2) und in unterschiedlichen Abstraktionsgraden (z.B. Abstraktion mit Fokus auf Schrittstellung) betrachtet werden. Es wäre möglich dass sie mit den Visualisierungen interagieren oder ihre Bewegungen mit denen eines/r DozentIn überlagern. Um die Reflexion stärker zu fokussieren könnte das MR-System automatisiert für die Lernenden interessante Ereignisse erkennen und hervorheben. Weiterhin könnte eine visuelle Aufbereitung der 3D Daten, welche den Faktor Zeit räumlich widerspiegelt, Lernende dabei stützen über zeitliche Zusammenhänge zu reflektieren. Bei unklaren Situation könnten Lernende eine/n DozentIn hinzurufen und diskutieren bzw. gemeinsam reflektieren. MR könnte ebenfalls während der Durchführung von Bewegungsabläufen, zur Förderung von Reflexion eingesetzt werden. Lernende könnten durch automatisierte, zum Nachdenken anregende Fragen oder das Anhalten zur lauten Verbalisierung ihrer Bewegung zur Reflexion angeregt werden (A4).

Eine zukünftige Umsetzung der beschriebenen Einsatzmöglichkeit könnte, im Kontext Kinaesthetics, wie folgt aussehen: Im Rahmen eines Kurses macht eine Dozentin die Übung 'Aufsetzen des Patienten im Bett' vor. Sie zeigt unterschiedliche Möglichkeiten für den Ablauf und wird dabei getrackt und aufgezeichnet. Anschließend üben die Auszubildenden in Gruppen von drei Personen. Sie tragen MR-HMDs und werden während der Übungen durch einen virtuellen Trainer zur Reflexion angehalten. Die Mitglieder einer Gruppe betrachten nach einer Übung gemeinsam eine virtuelle 3D Gegenüberstellung des von der Dozentin gezeigten Ablaufs und ihrer eigenen Lösung. Der virtuelle Trainer hebt Stellen, an welchen Potential für Verbesserungen gegeben ist, hervor. Die Auszubildenden diskutieren, verinnerlichen die gewonnenen Erkenntnisse und üben weiter. Die Dozentin kann zwischenzeitlich beobachten und sich gezielt bei Gruppen mit größeren Problemen einbringen. Die Dozentin trägt ebenfalls ein MR-HMD und kann dadurch die digitalen Möglichkeiten nutzen, um ihren Erläuterungen Nachdruck zu verleihen. Am Ende des Kurses führt die Dozentin mit allen Auszubildenden eine Gruppenreflexion durch.

Auch wenn MR Möglichkeiten bietet, Reflexion im Kontext von motorischem Lernen zu unterstützen, ist es fraglich inwiefern derartige Konzepte im Verhältnis zu den in **A4** beschriebenen Möglichkeiten Lernende zur Reflexion anregen bzw. einen positiven Einfluss auf den Lernerfolg haben. Es stellt sich die Frage wie man sinnvoll evaluieren kann inwiefern Lernende reflektiert haben. Eric P.S. Baumer [Ba15] diskutiert drei potentielle Ansätze zur Evaluation. Gleichzeitig stellt er fest, dass möglicherweise neuartige Evaluationsmethoden nötig sind um sich mit den *"breiteren kontextuellen Auswirkungen von Reflexion auseinanderzusetzen"*. Weiterhin haben aktuelle Technologien nicht nur Potential Reflexion zu unterstützen, sondern können den Lernablauf unter Umständen auch störend beeinflussen. Es ist nötig festzustellen wie eine sinnvolle Balance erreicht werden kann.

#### **E4: Unterstützung von Reflexion außerhalb des Übungskontexts durch Mitnehmen und Teilen von Erfahrung**

Reflexion außerhalb des Übungskontextes wird aktuell teilweise nur sehr eingeschränkt unterstützt (**A4**). Die Mitnahme von 3D Bewegungsabfolgen, welche von einem/r DozentIn im Rahmen eines Kurses vorgemacht oder selbst bei Übungen durchgeführt wurden, könnten hilfreich sein um spätere Reflexionen außerhalb des Übungskontextes durchzuführen. Wie bereits in **E3** beschrieben könnten Lernenden unterschiedliche Möglichkeiten zur durch MR gestützten Reflexion in Bezug zu motorischem Lernen angeboten werden. Fernkollaboration könnte ebenfalls die Reflexion außerhalb des Übungskontextes unterstützen (siehe **E2**).

In Bezug zu Kinaesthetics könnte ein beispielhaftes Szenario wie folgt aussehen: Zwei Monate nach Besuch eines Kinaesthetics-Kurses möchte ein Auszubildender im Klinikum einen Patienten im Bett aufsetzen. Er versucht den Vorgang so wie im Kurs gelernt durchzuführen. Nach der Durchführung hat er das Gefühl, dass seine Armbewegung nicht vollständig korrekt war. Er öffnet eine Smartphone App, welche es ihm erlaubt den 3D Bewegungsablauf, welchen die Dozentin im Kurs für die Abfolge 'Patient im Bett aufsetzen' vorgemacht hat, im Raum zu platzieren. Anschließend spielt er den Ablauf ab und bewegt

sich mit seinem Smartphone um das in der Luft schwebende 3D Modell bis er die Arme der Dozentin gut im Blick hat. Er verfolgt gezielt die Bewegung der Arme und erkennt, dass er tatsächlich einen Teil des Ablaufs nicht ergonomisch korrekt ausgeführt hat. Gedanklich korrigiert der Auszubildende sich und versucht nochmals die Umsetzung des Ablaufs.

Wie in **E3** stellen sich die Fragen, wie der Einsatz von Reflexion durch Lernende evaluiert werden kann und welche Technologien sich zur Unterstützung von Reflexion eignen.

## 5 Schlussfolgerung

In diesem Beitrag haben wir vier Einsatzmöglichkeiten von MR zur Unterstützung von motorischem Lernen vorgestellt. Wir haben Daten in Form von Interviews und Hospitationen erhoben, analysiert und Anforderungen für technische Systeme im Kontext des motorischen Lernens abgeleitet. Sowohl die gefundenen Anforderungen als auch bestehende Literatur wurden in Bezug zu den vorgeschlagenen Einsatzmöglichkeiten gesetzt. Für jede Einsatzmöglichkeit wurde ein Beispiel gegeben und offene Fragen adressiert.

## Danksagung

Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die finanzielle Unterstützung unter dem Förderkennzeichen 16SV7591 im Rahmen des Projektes ERTRAG.

## Literaturverzeichnis

- [Al16] Alizadeh, H. et.al.: HappyFeet: Embodiments for Joint Remote Dancing. In: Proceedings of the 42nd Graphics Interface Conference. Canadian Human-Computer Communications Society, S. 15, 2016.
- [An13] Anderson, F. et.al.: YouMove: enhancing movement training with an augmented reality mirror. In: Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology. ACM, S. 311–320, 2013.
- [Ba15] Baumer, E. PS: Reflective informatics: conceptual dimensions for designing technologies of reflection. In: Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, S. 585–594, 2015.
- [BKP01] Billinghurst, M.; Kato, H.; Poupyrev, I.: The MagicBook: a transitional AR interface. *Computers & Graphics*, 25(5):745–753, 2001.
- [CB86] Collins, A.; Brown, J.S.: The Computer as a Tool for Learning through Reflection. Bericht, DTIC Document, 1986.
- [Ch03] Chua, P.T. et.al.: Training for physical tasks in virtual environments: Tai Chi. In: Virtual Reality, 2003. Proceedings. IEEE. IEEE, S. 87–94, 2003.

- [Ch11] Chan, J. CP et.al.: A virtual reality dance training system using motion capture technology. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 4(2):187–195, 2011.
- [Da12] Dancu, A.: Motor learning in a mixed reality environment. In: *Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense Through Design*. ACM, S. 811–812, 2012.
- [De98] Dewey, J.: *Experience and education*. Kappa Delta Pi, 1998.
- [Dö14] Dörner, R. et.al.: *Virtual und augmented reality (VR/AR): Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität*. Springer-Verlag, 2014.
- [EKMT10] Enke, A.; Knobel, S.; Marty-Teuber, S. *Kinaesthetics: Lernen und Bewegungskompetenz*. Linz: European Kinaesthetics Association EKA, 2010.
- [Go17] Google Inc. Project Tango, <https://get.google.com/tango/>, Stand: 07.06.2017.
- [Ha16] Han, P. et.al.: AR-Arm: Augmented Visualization for Guiding Arm Movement in the First-Person Perspective. In: *Proceedings of the 7th Augmented Human International Conference 2016*. ACM, S. 31, 2016.
- [Ha17] Han, P. et.al.: My Tai-Chi coaches: an augmented-learning tool for practicing Tai-Chi Chuan. In: *Proceedings of the 8th Augmented Human International Conference*. ACM, S. 25, 2017.
- [HP12] Hartson, R.; Pyla, P.S.: *The UX Book: Process and guidelines for ensuring a quality user experience*. Elsevier, 2012.
- [MK94] Milgram, P.; Kishino, F.: A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12):1321–1329, 1994.
- [Re17] Reichold, J. et.al. (in press): *Human-Machine Interaction in Care-Education*. In: *Mensch und Computer 2017 – Workshopband*. 2017.
- [SBW12] Sodhi, R.; Benko, H.; Wilson, A.: LightGuide: projected visualizations for hand movement guidance. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, S. 179–188, 2012.
- [SH17] Schmalstieg, D.; Höllerer, T.: *Augmented reality: Principles and practice*. In: *Virtual Reality (VR), 2017 IEEE*. IEEE, S. 425–426, 2017.
- [Wa15] Waltemate, T. et.al.: Realizing a low-latency virtual reality environment for motor learning. In: *Proceedings of the 21st ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*. ACM, S. 139–147, 2015.
- [Ya06] Yang, Z. et.al.: Collaborative dancing in tele-immersive environment. In: *Proceedings of the 14th ACM international conference on Multimedia*. ACM, S. 723–726, 2006.
- [Ya15] Yan, S. et.al.: OutsideMe: Augmenting Dancer’s External Self-Image by Using A Mixed Reality System. In: *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. ACM, S. 965–970, 2015.