

# MR-Lernwerkzeuge

Ergebnisse einer Online-Umfrage des Arbeitskreises VR/AR-Learning

Heinrich Söbke, Matthias Weise, Rolf Kruse, Anja Richert und Raphael Zender

heinrich.suebke@uni-weimar.de | matthias.weise@uni-potsdam.de | rolf.kruse@fh-erfurt.de | anja.richert@th-koeln.de | raphael.zender@uni-potsdam.de

Die Online-Umfrage wurde im Juni und Juli 2020 mit dem Ziel einer Erhebung des aktuellen Status von Mixed Reality (MR)-Lernwerkzeugen durchgeführt. Zur Beteiligung wurde über die Mailingliste des Arbeitskreises VR/AR-Learning sowie über die Social Media-Kanäle des Hochschulforum Digitalisierung (HFD) aufgerufen. Insgesamt nahmen 35 Personen an der Umfrage teil.

## 1 Demographie

In einer geschlossenen Frage wurde der Bildungssektor, in dem die Teilnehmenden tätig sind, erhoben. Hochschule war der hier mehrheitlich vertretene Bildungssektor mit über 75 % der Nennungen. Es folgte Ausbildung mit 14 %, Schule mit 6 % und Weiterbildung mit nur 3 % (Abbildung 1).

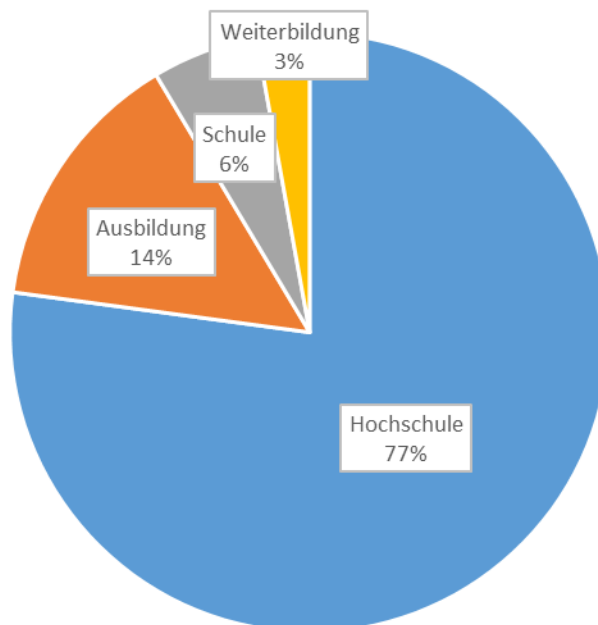


Abbildung 1 Teilnehmende nach Bildungssektor (N=35)

Die Funktion, in der die Teilnehmenden tätig sind, wurde gleichfalls in einer geschlossenen Frage erhoben. Entsprechend des hohen Anteils des Bildungssektors Hochschule bezeichnete sich knapp die Hälfte der Teilnehmenden als Wissenschaftliche\*r Mitarbeiter\*innen. Nächstfolgende Gruppe waren die Professor\*innen (14 %). Mitarbeiter\*in einer Bildungseinrichtung und sowie Mitarbeiter\*in einer hochschuldidaktischen Einrichtung wurde jeweils in 9 % der Fälle genannt, gefolgt von Lehrer\*in (8 %) sowie Dozent\*in und Sonstige mit jeweils 6 %.

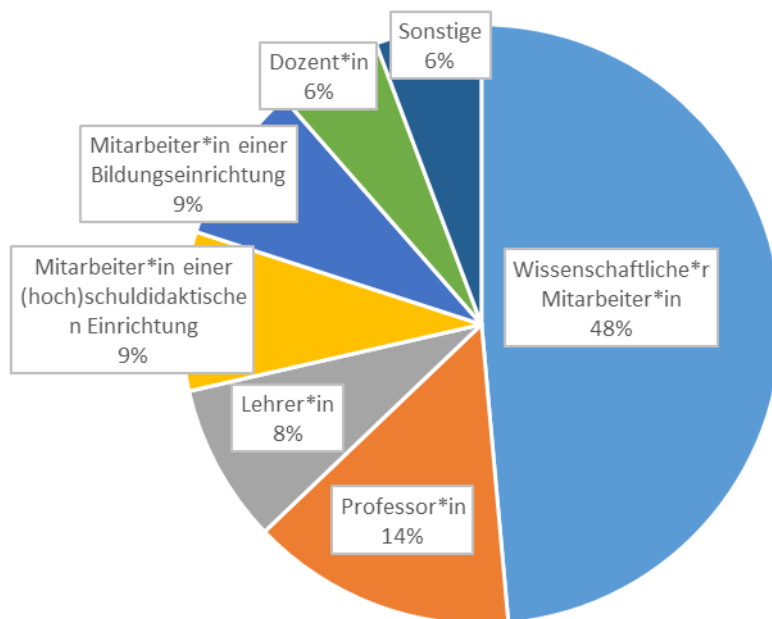


Abbildung 2 Teilnehmende nach Funktion (N=35)

Die Fachdisziplin der Teilnehmenden wurde in einer offenen Frage erhoben und anschließend kategorisiert (Abbildung 3). Die Mehrzahl der Teilnehmenden stammte aus dem Ingenieurwesen (32 %), der Informatik (20 %) und den Bildungswissenschaften (18 %). Gesundheitswesen (9 %), Geisteswissenschaften (9 %), Handwerk (6 %) und Gesellschaftswissenschaften (6 %) waren eher gering vertreten.

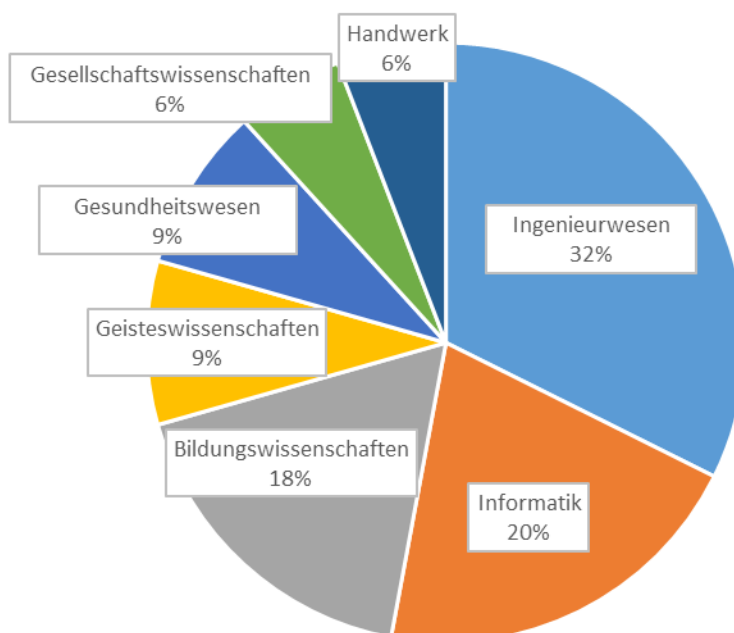


Abbildung 3 Teilnehmende nach Fachdisziplin (N=34)

## 2 Einschätzung des Potentials von MR-Lernwerkzeugen

Das abstrakte Potential, dass die Teilnehmenden MR-Lernwerkzeuge bescheinigen, wurde in verschiedenen Items jeweils auf einer 7-Punkte Likert-Skala (1: kein Potential – 7: sehr hohes Potential) abgefragt (Tabelle 1). Mit durchschnittlich 5,4 Punkten wurde MR-Lernwerkzeugen in der jeweils

eigenen Disziplin der Teilnehmenden ein hohes Potential zugesprochen, das aber erst in eher geringem Umfang ausgenutzt wird (3,0 Punkte im Durchschnitt). Entsprechend wird mit einer Verstärkung des Einsatzes in der Zukunft gerechnet (5,4 Punkte im Durchschnitt).

Tabelle 1 Potential von MR-Lernwerkzeugen – 7-Punkte Likert-Skala (N=35)

	M	SD
Potential in der Lehre der eigenen Disziplin	5,4	1,21
Ausnutzung des Potentials an der eigenen Institution	3,0	1,36
Verstärkung des Einsatzes in der Zukunft	5,4	1,34

### 3 Aktueller Einsatz von MR-Lernwerkzeugen

Mit einem weiteren Fragenblock wurden Charakteristiken des aktuellen Einsatzes von MR-Lernwerkzeugen, wie Einsatzart, Herkunft und Reifegrad, untersucht. Dabei wurde offene Mehrfachauswahlfragen mit in der Regel nicht disjunkten Antwortoptionen genutzt, die in ihrer Gesamtheit auch mehrere Aspekte beschreiben.

#### 3.1 Einsatzart

In einer Mehrfachauswahlfrage wurde nach der Einsatzart von MR-Lernwerkzeugen gefragt (Abbildung 4). Bei mehr als der Hälfte der Teilnehmenden werden MR-Lernwerkzeuge optional eingesetzt. Nur bei 11 % der Teilnehmenden werden MR-Lernwerkzeuge als verpflichtender Bestandteil der Lehre genutzt, während aber von 20 % der Teilnehmenden MR-Lernwerkzeuge schon als regulärer Bestandteil der Lehre bezeichnet werden. Gleichfalls gibt ca. die Hälfte der Teilnehmenden an, dass es Erfahrungen mit dem Einsatz von MR-Lernwerkzeugen an der Institution gibt. Weitere Merkmale des Einsatzes von MR-Lernwerkzeugen werden weniger häufig genannt: 23 % der Teilnehmenden geben an, dass bereits mit Prototypen experimentiert wurden. Weitere 17 % weisen darauf hin, dass an ihrer Institution derzeit keine Lehrwerkzeuge im Einsatz sind. Unter den sonstigen Einsatzarten (9 %) wurde mehrmals die Gestaltung von MR-Applikationen genannt, also generatives Lernen am Beispiel von MR-Technologie.

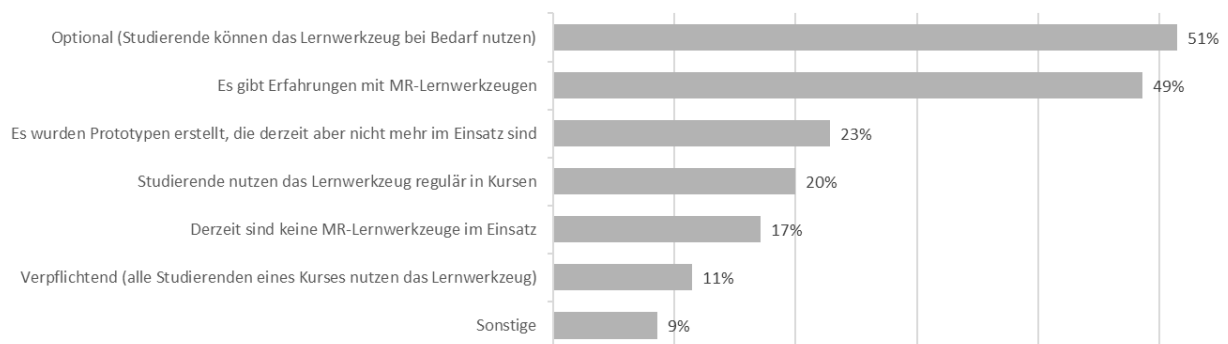


Abbildung 4 Wie werden derzeit MR-Lernwerkzeuge bei Ihnen eingesetzt? (Mehrfachauswahl, N=35)

#### 3.2 Herkunft der MR-Lernwerkzeuge

Mit einer offenen Mehrfachauswahlfrage nach der Herkunft der MR-Lernwerkzeuge sollte erarbeitet werden, aus welchen Quellen die MR-Lernwerkzeuge stammen. Von den nicht disjunkten Antwortoptionen wurde am häufigsten *Ergebnis von Forschungsprojekten* gewählt (57 %), gefolgt von *Eigenentwicklung* (54 %). Die Dominanz dieser Antwortoptionen lässt auf einen noch geringen Reifegrad von MR-Lernwerkzeugen schließen, so setzen nur 37 % der Teilnehmenden auch kommerzielle Anwendungen ein. Entsprechend sind als Open Educational Resources deklarierte Anwendungen eher selten (14 %), genauso wie Freeware-Anwendungen (17 %). Die Nutzung von eigener Hardware der Lernenden (Bring Your Own Device (BYOD)) ist ebenfalls vergleichsweise gering.

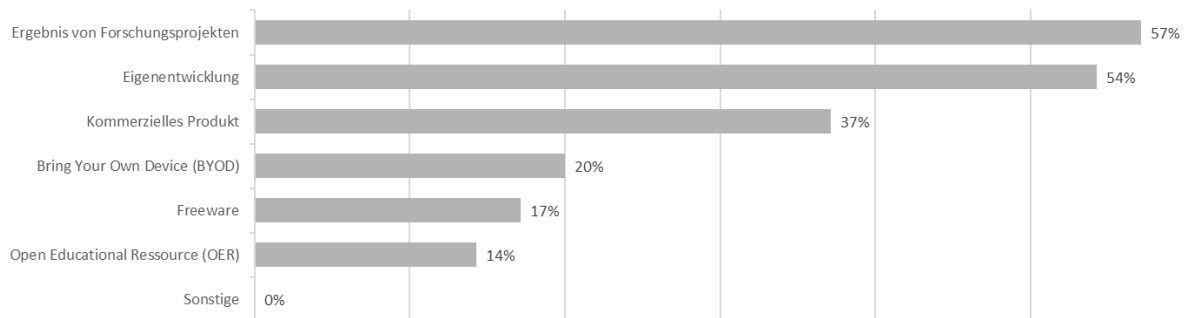


Abbildung 5 Woher stammen die von Ihnen eingesetzten MR-Lernwerkzeuge? (Mehrfachauswahl, N=35)

### 3.3 Reifegrad

Explizit nach dem Reifegrad wurde in einer weiteren offenen Mehrfachauswahl-Frage gefragt. Als häufigste Option wurden Prototypen genannt, die unter Nutzung eines didaktischen Konzepts erstellt wurden (69 %). Eher technisch orientierte Prototypen wurden hingegen mit 43 % weniger häufig genannt, was als Hinweis gewertet werden könnte, dass derzeit der Schritt von technologiegetriebenen Prototypen zu Didaktik-orientierten Lernwerkzeugen stattfindet. Die Optionen *Kommerziell verfügbares Lernwerkzeug* und *Kommerzielle Produkte aus der Fachdisziplin* (nicht als Lernwerkzeug konzipiert) wurden jeweils von ca. einem Viertel der Teilnehmenden genannt. Sonstige Reifegrade spielen eine untergeordnete Rolle (6 %).

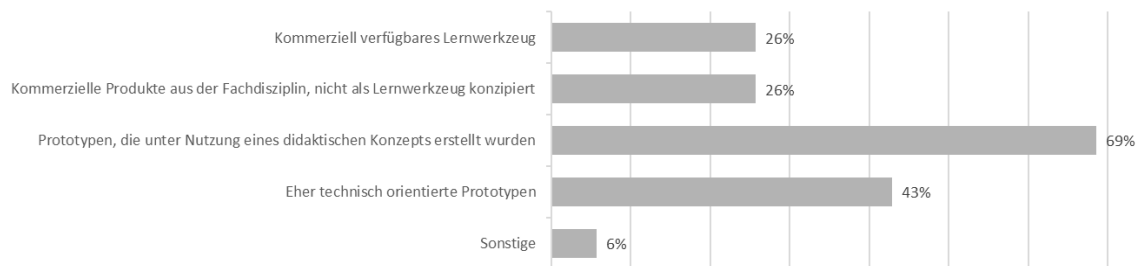


Abbildung 6 Welchen Reifegrad haben die bei Ihnen eingesetzten MR-Lernwerkzeuge? (Mehrfachauswahl, N=35)

### 3.4 Anwendungskontexte

In einer offenen Frage konnten die Teilnehmenden stichpunktartig konkrete Merkmale der MR-Lernwerkzeuge und ihrer Anwendungsszenarien beschreiben. Die genannten Merkmale wurden zusammengefasst und kategorisiert (Tabelle 2). Unter Eigenentwicklungen (1) sind insbesondere die Anwendungen zusammengefasst, die in studentischen Projekten erstellt wurden und dann Eingang in die Lehre fanden. 360°-Artefakte lassen sich ebenfalls mit geringem technischem Aufwand erstellen. Des Weiteren gibt es die Kategorie der Anwendungen aus Forschungsprojekten (2). In Kategorie 3 werden die namentlich genannten Anwendungen zusammengefasst und geben einen guten Überblick über die derzeit in der Lehre eingesetzten VR-Anwendungen. Kategorie 4 nennt kommerzielle Social VR-Produkte, d.h. VR-Umgebungen, in denen sich die Teilnehmenden in virtuellen Räumen treffen. Die Social VR-Umgebungen werden zur Unterstützung von Lern- und Lehraktivitäten genutzt, beispielsweise für Seminare. Ebenfalls genannt wurden didaktische Ansätze (Kategorie 5), wie zum Beispiel generierendes Lernen (d.h. die Studierenden erstellen MR-Anwendungen). Kategorie 6 beinhaltet die Autorenwerkzeuge, die zur Erstellung der VR-Anwendungen genutzt werden, während in Kategorie 7 die Autorenwerkzeuge für AR-Anwendungen zusammengefasst werden, zu denen auch ortsbezogene Anwendungen zählen. Kategorie 8 zeigt die genutzte Hardware.

Tabelle 2 Merkmale von MR-Lernwerkzeugen und Anwendungsszenarien

Kategorie	Merkmale (Anzahl der Nennungen)
1 Eigenentwicklungen	- 360°-Artefakte (3) - Ergebnisse generierenden Lernens (2)

2	Anwendungen aus Forschungsprojekten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Social Augmented Learning</li> <li>- Social Virtual Learning</li> </ul>
3	VR-Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anatomieunterricht</li> <li>- Anwendungen zum dreidimensionalen Zeichnen</li> <li>- Gesundheitsunterricht zur Expositionstherapie</li> <li>- Lernumgebung für die Förderung von medienpädagogischen Kompetenzen</li> <li>- Schulbezogene Anwendungen.</li> <li>- Simulationstraining zur Patientensicherheit</li> <li>- Virtueller Präsentationstrainer</li> <li>- Virtueller Simulator zur Berechnung von Flugbahnen</li> <li>- Virtueller Vorlesungssaal</li> <li>- Virtuelles Chemielabor</li> <li>- VR-Anwendung für Laborsicherheit</li> <li>- VR-Anwendungen zur Verdeutlichung numerischer Zusammenhänge</li> <li>- VR-Chemie-Anwendung</li> <li>- VR-Klassenzimmer (3)</li> <li>- VR-Verhandlungstraining</li> </ul>
4	Social VR	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AltspaceVR</li> <li>- CyberCinity</li> </ul>
5	Didaktischer Ansatz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Präsentation von Einzelanwendungen durch Lehrende</li> <li>- Unity für generierendes Lernen</li> </ul>
6	VR-Autorenwerkzeuge/Umgebungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CoSpacesEdu</li> <li>- Engage</li> <li>- Pano2VR (360°)</li> <li>- Rumii</li> <li>- Uptale</li> </ul>
7	AR- Autorenwerkzeuge/Umgebungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AR-Arbeitsblätter (z.B. HP Reveal)</li> <li>- PlayVisit (Digitale Schnitzeljagd)</li> </ul>
8	Hardware	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Google Cardboard</li> <li>- HTC Vive (2)</li> <li>- Microsoft Hololens</li> <li>- Oculus Quest</li> <li>- Oculus Rift S</li> </ul>

## 4 Herausforderungen und Arbeitsfelder

Nachdem im letzten Fragenblock der Status des Einsatzes von MR-Lernwerkzeugen erhoben wurde, diente ein weiterer Fragenblock der Prognose der weiteren Entwicklung. Die Teilnehmenden konnten ihre Einschätzung zu Items mit einer 7-Punkte Likert-Skala (1: nichtzutreffend – 7: sehr zutreffend) abgeben.

### 4.1 Herausforderungen

Zunächst wurde nach der Schwierigkeit der Herausforderungen gefragt, die bei einem Einsatz von MR-Lernwerkzeugen zu überwinden sind (Abbildung 7). Als größte Herausforderung wurde der notwendige Aufwand zur Erstellung der Inhalte genannt (5,8), gefolgt vom Aufwand für die didaktischen Konzepte (5,1). Reifegrad der Technik (4,7) sowie die notwendigen Kosten (4,6) werden gleichfalls als herausfordernd gesehen, ebenso wie der Aufwand für die *Einarbeitung in Funktionsweise und Bedienung* (4,4) sowie die *Abhängigkeit von technischen und organisatorischen*

Rahmenbedingungen (4,3). Eher undifferenziert ist die Einstellung gegenüber einer *Fehlende Akzeptanz bei den Lehrenden* (3,7) und der *Einhaltung des Datenschutzes* (3,6). Kein Problem ist die möglicherweise fehlende Akzeptanz bei den Lernenden (2,3).

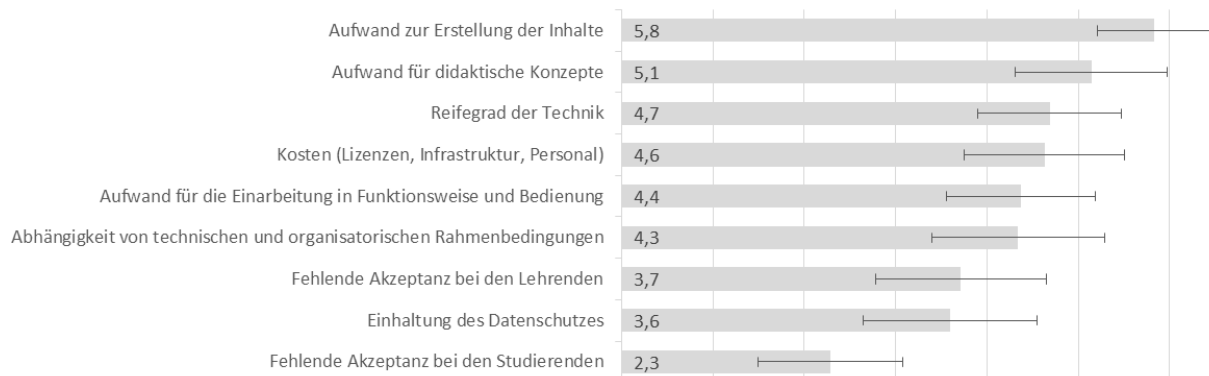


Abbildung 7 Was sind für Sie die größten Herausforderungen beim Einsatz von MR-Lernwerkzeugen? (7-Punkte Likert-Skala, N=35)

Eine offene Frage forderte die Teilnehmenden auf, weitere Herausforderungen zu nennen. Auch diese Antworten wurden wieder zusammengefasst und kategorisiert, hier in die drei Kategorien (1) MR-Anwendungen und -Lernszenarien, (2) Lehrende und (3) Lernende. Oft genannte Herausforderung in der Kategorie 1 war die fehlende Verfügbarkeit von VR/AR-Technik, wie beispielsweise Headsets. Als Gründe für die fehlende Verfügbarkeit wurden die hohen Kosten über den gesamten Lebenszyklus, organisatorische Rahmenbedingungen wie Netzwerksicherheit und auch die schnelle technische Entwicklung genannt, die dafür sorgt, dass am Ende eines Entscheidungsprozesses die getroffene Entscheidung für eine technische Ausstattung schon wieder überholt ist. Als weitere wesentliche Herausforderung wurde die hohe Komplexität der in starkem Maße interdisziplinären Entwicklungsprozesse von VR-Anwendungen gesehen. In der Kategorie *Lehrende* wird die fehlende Akzeptanz der Lehrenden, bzw. die fehlende Bereitschaft zur Nutzung von MR-Anwendungen sehr häufig mit unterschiedlichen Begründungen genannt. Interessant ist hier die Nennung der geringen Wertschätzung für Lehrinnovationen, die auch als kulturell-begründete Herausforderung gesehen werden kann. Aber ebenfalls wird mangelnde Vermittlung von Wissen an die Lehrenden als Grund für fehlende Akzeptanz genannt. Als Herausforderungen auf Seiten der Lernenden wurden inhomogene Kohorten, auch bezüglich der Vorbildung der Mediennutzung bezeichnet. Zudem ist durch das Phänomen der Motion Sickness eine kleine Gruppe der Lernenden von der Nutzung VR-basierter Lernszenarien von vornherein ausgeschlossen.

Tabelle 3 Weitere Herausforderungen der Nutzung von MR-Lernwerkzeugen

Kategorie	Herausforderung (Anzahl der Nennungen)
<b>1 MR-Anwendungen und -Lernszenarien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine breite Verfügbarkeit von VR/AR-Technik (7)</li> <li>- Hohe Kosten der Anschaffung und auch des Betriebs</li> <li>- Organisatorische Rahmenbedingungen wie Netzwerksicherheit, Zugang über VPN</li> <li>- Schnelle technische Entwicklung unterminiert Entscheidungsprozesse zur Anschaffung</li> <li>- Hohe Komplexität der interdisziplinären Entwicklung (3)</li> <li>- Fehlendes methodisches Wissen für zielgerichtete Entwicklung</li> <li>- Hohe Anforderungen des Datenschutzes</li> <li>- Kaum frei verfügbare Software</li> </ul>
<b>2 Lehrende</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehlende Akzeptanz bei den Lehrenden (7)</li> <li>- hoher Aufwand</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- fehlende Autorensysteme</li> <li>- geringe Wertschätzung von Lehrinnovationen</li> <li>- teilweise geringer Nutzen</li> <li>- technische Anfälligkeit</li> <li>- fehlendes Wissen um die Vorteile (Aufbereitung der Forschungsergebnisse für Anwender)</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Lernende</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Heterogene Zielgruppen</li> <li>- Motion Sickness bei einer Teilgruppe</li> <li>- Medien-bezogene Vorbildung</li> </ul>

## 4.2 Arbeitsfelder

Weiter wurden die Teilnehmenden um ihre Einschätzung gebeten, inwieweit bestimmte Arbeitsfelder für den weiteren Ausbau des Einsatzes von MR-Lernwerkzeugen wichtig sind (Abbildung 8). Die vorgegebenen Arbeitsfelder wurden alle als relevant bestätigt. Die höchste Bewertung erhielt die Stärkung der didaktischen Konzepte (6,1), während die Erarbeitung der Technologien / Anwendungen (5,5), Stärkung der Kompetenzen der Lehrpersonen (5,4) sowie Bereitstellung der technischen Infrastruktur (5,3) mit ein wenig Abstand folgten.

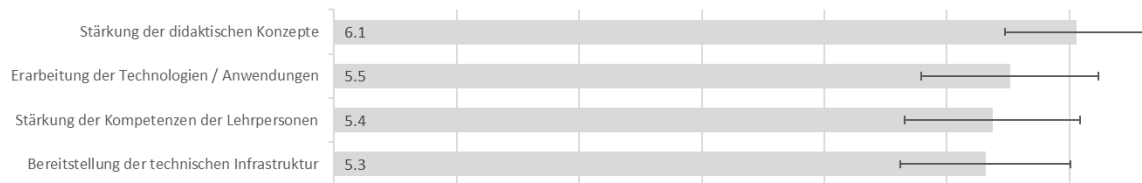


Abbildung 8 Was sind die größten Arbeitsfelder beim Ausbau des Einsatzes von MR-Lernwerkzeugen? (7-Punkte Likert-Skala, N=35)

Auch diese Einschätzung wurde um eine offene Frage nach weiteren Arbeitsfeldern ergänzt. Die Antworten wurden wieder gruppiert. Als eine wichtige Kategorie wurden die (1) Einsatzvoraussetzungen identifiziert. Vor Entwicklung und Einsatz von MR-Anwendungen sollte geklärt werden, dass die Lernziele mit dieser Technologie erreichbar sind. Als Vorteil von VR-Anwendungen wurde der ressourcensparende Einsatz bei personalintensiven Lernaktivitäten mit großen Kohorten genannt, für die ansonsten nicht ausreichend Lernende zur Verfügung stehen. Auch wurde der Aufbau einer Supportinfrastruktur genauso wie die Verbesserung der Aufwand-Nutzen-Verhältnisses als wichtiges Arbeitsfeld gefordert. Wie auch andere Arbeitsfelder, wurde die Verbesserung der Verfügbarkeit der technischen Ausstattung schon als Herausforderung bezeichnet und ist entsprechend auch ein relevantes Arbeitsfeld. Neu hingegen wurde Öffentlichkeitsarbeit eingeführt, die Verbesserung des Rufes von VR wurde als notwendig erachtet.

Zu den Arbeitsfeldern in der Kategorie (2) MR-Anwendungen gehört die Verbesserung der Nachhaltigkeit von MR-Anwendungen, beispielsweise die Verlängerung der Nutzungszeiten auf mehrere Jahre sowie die Reduktion der Wartungsaufwände. Gleichfalls sollte stärker an einer Rückkopplung der Einsatzerfahrungen auf die Weiterentwicklung gearbeitet werden, um die Qualität der Anwendungen zu erhöhen. Entsprechend beschreibt das Arbeitsfeld Bereitstellung der Anwendungen einen funktionierenden Wartungsprozess, in dem auch Anpassungen an neue technische Rahmenbedingungen gemacht werden. Geworben wurde des Weiteren für die stärkere Nutzung von Social VR-Anwendungen in der Lehre.

Zu der Kategorie (3) Lehrende zählt die Forderung nach Ausbildung und Leitfäden, die den Einsatz der Anwendungen unterstützen. Schon als Herausforderung beschrieben, stellt die Arbeit an der Akzeptanz bei den Lehrenden ebenfalls ein großes Arbeitsfeld dar. In der Kategorie (4) Lernende werden gleichfalls wieder Herausforderungen aufgegriffen und die Verbesserung der

Medienkompetenz genannt. Hier sollte Unterstützung durch die Bereitstellung von weiteren Lernenden-geeigneten Autorenwerkzeugen geleistet werden.

Tabelle 4 Weitere Arbeitsfelder beim Ausbau des Einsatzes von MR-Lernwerkzeugen

Kategorie	Arbeitsfeld (Anzahl der Nennungen)
<b>1 Einsatzvoraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau von Supportinfrastruktur</li> <li>- Auswahl geeigneter Lernziele und Lernszenarien               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Große Kohorten</li> <li>o Soziale Lernziele</li> </ul> </li> <li>- Öffentlichkeitsarbeit zur Imagepflege (2)</li> <li>- Verbesserung des Aufwand Nutzen-Verhältnisse</li> <li>- Verfügbarkeit von Endgeräten / Technische Ausstattung (2)</li> </ul>
<b>2 MR-Anwendungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bereitstellung von Anwendungen</li> <li>- Evaluation von Anwendungen / Iterativer Verbesserungsprozess</li> <li>- Nachhaltigkeit der MR-Lernwerkzeuge</li> <li>- Social VR in der Lehre</li> </ul>
<b>3 Lehrende</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Akzeptanz bei den Lehrenden</li> <li>- Leitfäden / Weiterbildung für Lehrende (2)</li> </ul>
<b>4 Lernende</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autorenwerkzeuge für Lernende</li> <li>- Stärkung der Medienkompetenz von Auszubildenden</li> </ul>

### 4.3 Technologieintegration

Eine weitere Frage ging von der Prämisse aus, dass ein Lernwerkzeug neben MR-Technologien zur Optimierung der Lernwirksamkeit möglicherweise in Synthese mit anderen Technologien zu Mehrwerten führt. Die Teilnehmenden sollten einschätzen, welche weiteren Technologien sinnvoll mit MR-Technologien integriert werden können. Auch hier erhielten alle vorgegebenen Optionen Bewertungen oberhalb des Durchschnitts. Am wichtigsten wurde Kollaborationsunterstützung eingestuft (5,7), vor Anbindung an Lernmanagementsysteme (5,2), Adaptivität (4,9) und Learning Analytics (4,8). Die Nutzung künstlicher Intelligenz wird am wenigsten relevant eingeschätzt (4,4).

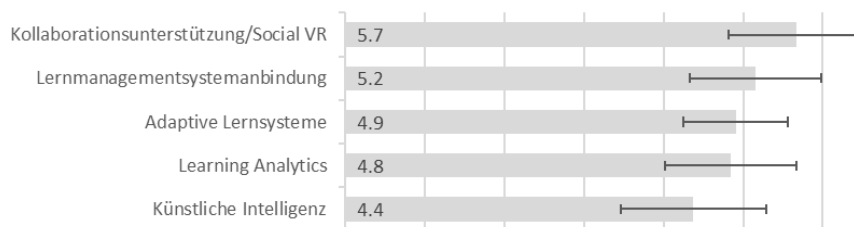


Abbildung 9 Die Integration welcher weiteren Technologien in MR-Lernwerkzeuge ist aus Ihrer Sicht sinnvoll? (7-Punkte Likert-Skala, N=35)

In einer offenen Frage wurde ermittelt, von der Integration welcher weiteren Technologien MR-Lernwerkzeuge profitieren könnten. Die Antworten wurden gleichfalls zusammengefasst und kategorisiert (Tabelle 5). In der Kategorie (1) Technologien wurden beispielsweise auch Sensoren genannt. In der Kategorie (2) Technologievarianten wurden insbesondere niedrigschwellig nutzbare MR-Technologien, beispielsweise 360°-Modelle gefordert, die ohne hohen technischen Aufwand sowohl produziert als auch genutzt werden können. In der dritten Kategorie, Designprinzipien, wurde Ansätzen wie Adaptivität und Learning Analytics zugetraut, zu einer Verbesserung von MR-Lernwerkzeugen beitragen zu können.

Tabelle 5 Technologien und Ansätze, die einen Mehrwert für MR-Lernwerkzeuge bieten

Kategorie	Technologie / Ansatz (Anzahl der Nennungen)
<b>1 Technologien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3D-Printing</li> <li>- Body-Sensoren (Biofeedback)</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Internet of Things (IoT)</li> <li>- Robotics</li> </ul>
2	VR-Technologievarianten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niedrigschwellig nutzbare MR-Technologien (2)</li> <li>- Virtual Learning Environments (z.B. virtuelle physikalische Versuche)</li> </ul>
3	Designprinzipien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptive Learning</li> <li>- Multimodale Anwendungen</li> <li>- Learning Analytics (2)</li> <li>- Kollaboration</li> </ul>

#### 4.4 Allgemeine Bemerkungen

Zum Abschluss der Umfrage hatten die Teilnehmenden die Gelegenheit, sich frei zu MR-Lernwerkzeugen zu äußern. Neben Lob für die Aufbau und Durchführung der Umfrage, für das wir uns sehr bedanken, wurden auch die folgenden Themen kommentiert.

Es wurde noch einmal die Wichtigkeit eines zielgerichteten didaktischen Designs betont, das derzeit zumeist fehlt. Dazu ist insbesondere die Auswahl geeigneter Lernziele wichtig. Gleichzeitig wurde auch Skepsis geäußert, ob MR-Anwendungen in der Lage sind, chaotische und individuelle Lernprozesse zu begleiten. Diese Skepsis mag teilweise berechtigt sein, jedoch gibt es durchaus Beispiele von MR-Anwendungen, wie AR-Trainingssysteme für Schweißfertigkeiten, die zum einen die Vorteile von MR zielgerichtet zu einer Verbesserung des Trainings nutzen und zum anderen ihre Wirksamkeit in der Praxis schon gezeigt haben. In einem anderen Kommentar wurde darauf hingewiesen, dass derzeitige Aktivitäten der Etablierung von MR-Lernwerkzeugen zugunsten von Maßnahmen zur Aufrechterhaltung des Lehrbetriebs in Corona-Zeiten unterbrochen wurden. Des Weiteren wurden außerhochschulische Kooperationen vorgeschlagen, bei denen Studierende mit ihren Abschlussarbeiten im Praxisumfeld als Brückenbildner für MR-Technologien fungieren.

## 5 Limitationen

Durch die einschlägigen Verteilungswege des Aufrufs zur Teilnahme an dieser Fragebogenstudie ist mit einem hohen Auswahleffekt (selection bias) zu rechnen, da insbesondere schon mit MR-Lernwerkzeugen oder an der Digitalisierung der Lehre arbeitende Akteure angesprochen wurden. Die Ergebnisse können keineswegs als repräsentativ gelten und überschätzen vermutlich das Bild des aktuellen Status von MR-Lernwerkzeugen. Des Weiteren haben wir aufgrund der geringen Teilnehmerzahl von einer Differenzierung nach Bildungssektor abgesehen. Dennoch ist zu vermuten, dass die Ergebnisse zwischen unterschiedlichen Bildungssektoren abweichen. Beispielsweise ist in Aus- und Weiterbildung zu handwerklichen Berufen ein höherer Reifegrad zu erwarten, da insbesondere in handwerklichen Berufen mit motorischen Lernzielen ein erkennbar hoher Mehrwert gegeben ist und entsprechend auch mehr kommerzielle Produkte verfügbar sind. Obschon die freien, textuellen Anmerkungen der Teilnehmenden zu einer Fortentwicklung des Fragebogens führen werden, hätte eine größere Teilnehmerzahl sicherlich zu einer Konsolidierung des qualitativen Feedbacks beigetragen.

## 6 Schlussfolgerungen

Diese Fragebogenstudie zu MR-Lernwerkzeugen konnte eine sehr engagierte und wachsende Community erreichen, die von wachsendem Reifegrad von MR-Hard- und Software bei gleichzeitig günstigeren Preisen profitiert. MR-Lernwerkzeuge haben inzwischen einen Status erreicht, in der ihre Entwicklung nicht mehr primär von den technischen Möglichkeiten geleitet wird, sondern in der Regel ein zuvor aufgestelltes didaktisches Konzept umgesetzt wird. Herausforderungen sind dennoch der Entwurf und die Umsetzung derartiger Konzepte, die Verfügbarkeit von Hard- und Software sowie die Ausbildung der Lehrenden. Als ein Ausweg werden niedrigschwellige Angebote, wie 360°-Modelle,

gesehen, die allein von den Lehrenden erstellbar sind. Mit fortschreitender Reife von Autorensysteme sollten weitere MR-Anwendungen an Niedrigschwelligkeit gewinnen. Vorteile und Erfolge haben MR-Lernwerkzeuge schon jetzt, wenn sie mit einem klaren Lernziel ausgestattet zu einem definierbaren Lernergebnis führen und daher einen festen Platz im Lehrplan haben, wie dieses beispielsweise bei AR-basierten Schweißsimulatoren der Fall ist.

## 7 Danksagung

Wir danken allen Teilnehmenden der Studie für ihre ehrlichen, ausführlichen, umsichtigen und konstruktiven Antworten. Ebenfalls bedanken wir uns beim Stifterverband für die Bewerbung der Teilnahme an dieser Studie.