

Unterstützung von Gruppendynamiken in Collaborative Virtual Environments

Jonas Ehrhardt, Konrad Ukens, Tamara Voigt, Andreas Ingerl, Regina Frieß

Abstract Wie kann der Einsatz von Collaborative Virtual Environments in der Hochschullehre kollaborative Gruppenarbeiten verbessern? Wir entwickeln an der HTW Berlin eine Virtual-Reality-Anwendung, die dies prototypisch untersucht, und haben diese in zwei Iterationen mit je 15 und 35 Studierenden getestet. Das Feedback zeigt, dass die Gestaltung des virtuellen Raumes den Gruppenprozess positiv beeinflussen kann, die konkreten Elemente von verschiedenen Personen jedoch unterschiedlich wahrgenommen werden. Die Verwendung einer 3D-Mindmap zeigt, dass die Technologie neue Wege für Gruppenarbeiten bereitstellen kann. Unsere Tests haben eine Reihe Hürden aufgezeigt, die dem breiten Einsatz von Virtual Reality in der Hochschullehre im Weg stehen. Trotzdem erlaubt es die Technik, Gruppenarbeiten vor allem in Remote-Szenarien neu zu denken und zu gestalten.

How can the use of collaborative virtual environments in university teaching improve collaborative group work? At HTW Berlin, we are developing a virtual reality application to investigate this and have tested it in two iterations with 15 and 35 students respectively. The feedback shows that the design of the virtual space can have a positive influence on the group process, but that the specific elements are perceived differently by different people. The use of a 3D mind map shows that the technology can provide new approaches to group work. Our tests have revealed a number of hurdles that stand in the way of the widespread use of virtual reality in university education. Nevertheless, the technology allows group work to be rethought and redesigned, especially in remote scenarios.

1. Lern- statt Lehrformate durch Collaborative Virtual Environments

An Hochschulen für angewandte Wissenschaften wie der HTW Berlin stellen Gruppen- und Projektarbeiten ein immer häufiger verwendetes Lernformat dar. Der gemeinsame Kreativprozess für die Erarbeitung, Diskussion und Umsetzung von Studieninhalten, der zunehmend remote durchgeführt wird, nimmt eine wichtige Rolle im Studierendenleben ein. Virtual Reality bietet neue Möglichkeiten, Curricula durch ein spannendes und neuartiges Medium zu erweitern. Im Rahmen des Projekts »Mixed Reality und Co-Creation« haben wir eine themen- und fachunabhängige Collaborative Virtual Environment entwickelt, deren Design eine positive Gruppendynamik in Kreativ- und Diskussionsprozessen in Remote Teams fördern soll. Wir haben zwei Iterationen von Usability-Tests der Anwendung mit Studierenden aus verschiedenen Studiengängen durchgeführt, um zu prüfen, ob sie sich durch die Anwendung in der gemeinsamen kreativen Arbeit unterstützt gefühlt haben.

2. Chancen und Probleme von kollaborativen Gruppenarbeiten

Selbstgesteuerte Arbeit in Gruppen nimmt eine immer bedeutendere Rolle im Studierendenalltag ein. Basierend auf Piagets Theorie des Konstruktivismus (Qureshi et al., 2023) verbreiten sich neue Methoden in der Hochschullandschaft, wie beispielsweise aktives Lernen, kollaboratives Lernen und problembasiertes Lernen (Prince, 2004). Im Konstruktivismus wird eine Umgebung geschaffen, die Lernende dazu anregen soll, durch die Interaktion mit ihrer Umgebung, anderen Personen oder der intensiven Beschäftigung mit einem Thema selbstständig Wissen zu erzeugen.

Ein wichtiger Faktor für den Erfolg solcher kollaborativen Lernansätze ist ein hohes Maß an Beteiligung aller Lernenden. Unausgeglichene Beteiligung wie beispielsweise »free-riding« (Albanese & van Fleet, 1985) und »social loafing« (Kamada et al., 2023) sind Probleme, die Gruppenarbeiten beeinträchtigen. »Free-riding« passiert, wenn ein Gruppenmitglied von den Anstrengungen anderer Gruppenmitglieder profitiert, ohne einen eigenen angemessenen Beitrag zu leisten, während »social loafing« die Tendenz von Einzelpersonen ist, weniger als die anderen beizutragen, da sie davon ausgehen, dass eigene Beiträge weniger sichtbar sind. Beide Faktoren behindern Gruppenarbeiten und sind in Remote-Szenarien besonders stark ausgeprägt. Eine unausgegli-

chene Verteilung der Arbeitslast führt innerhalb einer Gruppe zu Frustration bei denen, die die fehlenden Beiträge der anderen kompensieren müssen.

Wenn mehrere Personen an physisch getrennten Orten zusammenarbeiten müssen, bringen die verwendeten Kommunikationstechnologien (z.B. Videokonferenztools) zusätzliche Herausforderungen mit sich. Während Remote-Gruppenarbeiten viele Vorteile wie örtliche Unabhängigkeit bieten, führen sie zur stärkeren Isolation der einzelnen Beteiligten (van Zoonen & Sivunen, 2022). Soziale Elemente wie Blickrichtungen, nonverbale Signale und Gestik gehen in Videokonferenzen häufig verloren oder sind schwieriger wahrzunehmen.

Das Gefühl, mit anderen Personen in einer Umgebung interagieren zu können und sich mit ihnen verbunden zu fühlen, wird als soziale Präsenz bezeichnet (Nesher Shoshan & Wehrt, 2022). Klassische Videokonferenztools schränken soziale Präsenz durch technische Barrieren und reduzierte nonverbale Kommunikation unvermeidlich ein. Das Fehlen von sozialer Verbundenheit ist ein wichtiger Faktor für ein erhöhtes Aufkommen von unausgeglichene Gruppenarbeiten in Remote-Teams (Haines et al., 2011). Virtual Reality bietet die Möglichkeit, bestimmte Interaktionsformen und nonverbale Kommunikationselemente zu simulieren. So können diese Unannehmlichkeiten zumindest teilweise kompensiert werden und sich virtuelle Gruppenarbeiten so an die aus der physischen Welt annähern.

3. Social Virtual Reality

Virtual Reality erlaubt es Nutzer*innen, in virtuelle Welten einzutauchen. In diesen Welten können sie mit virtuellen Objekten interagieren. Das Tracking der Hände und des Kopfs ermöglicht eine realitätsnahe und intuitive Interaktion. Nicht nur virtuelle Objekte, sondern auch andere Personen können in Virtual Reality dargestellt werden. Diese werden durch Avatare dargestellt, die deren Bewegung nachahmen. Neben der Darstellung der Person und einem bidirektionalen Sprachkanal erlauben diese Avatare das Wahrnehmen von nonverbalen Signalen wie der Blickrichtung und anderen Gesten sowie räumlicher Nähe. Diese sind in Virtual Reality viel stärker ausgeprägt als in Videokonferenztools.

Befinden sich mehrere Nutzende gemeinsam in einer virtuellen Welt, spricht man von Social Virtual Reality (McVeigh-Schultz et al., 2019). Durch die intuitive Weise, mit anderen Personen in der virtuellen Welt zu interagie-

ren, bietet Social Virtual Reality einen hohen Immersionsgrad, ein erhöhtes Präsenzerleben und die Möglichkeit nonverbal zu kommunizieren sowie realitätsnahe Erfahrungen zu simulieren (Freeman et al., 2022). Teilnehmende berichten, dass solche gemeinsamen interaktiven Erfahrungen mehr Verbundenheit und Vergnügen bereiten (Winkler et al., 2020).

Durch die immersive Erfahrung, die Virtual Reality bietet, kann sie eine Alternative zu klassischen Kommunikationstools in Remote-Szenarien sein. Virtual Reality bietet dabei einzigartige Chancen, virtuelle Kommunikation neu zu denken. Die Entwicklung und der Einsatz dieser Technik stellen uns aber gleichzeitig vor eine Reihe neuer Herausforderungen.

4. Konzeption und Umsetzung von Brainwalking in Virtual Reality

Es gibt bereits zahlreiche etablierte Collaborative Virtual Environments (Mozilla Hubs, Meta Horizon Worlds, VRChat etc.), die für den Einsatz in der Lehre in Betracht gezogen und bewertet wurden. Aufgrund von Datenschutzbedenken, geringer Nutzerfreundlichkeit und fehlender Individualisierungsmöglichkeit wurde im Rahmen unseres Teilprojekts die Entscheidung getroffen, eine eigene Anwendung zu entwickeln. Dabei haben wir uns von bestehenden Lösungen inspirieren lassen. Wir haben einen Anwendungsprototyp konzipiert und entwickelt, in dem wir Diskussions- und Kreativmethoden einsetzen, da diese von Natur aus simple Interaktionen bedingen. Solche Methoden werden bereits in Workshops und verschiedenen Unterrichtsszenarien eingesetzt und sind somit etabliert und erprobt. Außerdem sind Nutzer*innen mit einer solchen Anwendung nicht an konkrete Fächer oder Themengebiete gebunden.

Wir haben von Anfang an die Anwendung so konzipiert, dass es kein festes Limit für die Anzahl der teilnehmenden Personen gibt. Erste Versuche haben gezeigt, dass eine Gruppengröße von drei bis acht Personen optimal ist, dass aber größere Gruppen möglich sind, sofern genügend Hardware verfügbar ist. Außerdem können eigene Virtual-Reality-Brillen genutzt werden; nur so ist eine breite Anwendung in der Hochschule möglich. In unserer virtuellen Umgebung übernimmt eine Person die Moderationsrolle; sie hat unter anderem die Aufgabe, die richtige Kreativ- oder Diskussionsmethode auszuwählen. Diese Rolle kann von der Lehrperson oder in selbstgesteuerten Gruppenformaten von einem oder einer Studierenden eingenommen werden. Alle anderen Personen sind normale Teilnehmer*innen.

In der ersten Iteration haben wir die Methode des Brainwalkings implementiert. Brainwalking ist eine Abwandlung des klassischen Brainstormings, erweitert dieses aber durch die räumliche Trennung der verschiedenen Teilaspekte der untersuchten Fragestellung. Dies zwingt Teilnehmer*innen dazu, sich zwischen einzelnen Stationen zu bewegen. Diese Bewegung fördert zum einen die inhaltliche Trennung der Aspekte und lockert die Atmosphäre auf. Wir haben Brainwalking gewählt, weil für die Umsetzung der Methode selbst nur virtuelle Whiteboards mit beschreibbaren Notizzetteln benötigt werden und wir uns so vorerst auf die technische Seite des Programms – mit besonderem Augenmerk auf Stabilität und Benutzerfreundlichkeit – fokussieren konnten.

Da die Aspekte des virtuellen Raumes wie Größe, Einrichtung oder Licht nicht zwingend mit der des physischen Raumes übereinstimmen müssen, bieten sich mehr Möglichkeiten, die virtuelle Raumgestaltung selbst zu bestimmen. Als Orientierung dienten uns hierbei Gestaltungsempfehlungen für reale Räume. Es gibt bestimmte Raummerkmale, die die Kreativität einer Gruppe fördern können (McCoy & Evans, 2002). Dazu gehören eine gute und natürliche Beleuchtung, die Raumgröße und -struktur sowie große Fenster. Wir haben zwei sich ähnelnde Räume designt, die je positive und negative Aspekte einer vorher gewählten Fragestellung unterstützen sollen (siehe Abb. 1). Der Raum für positive Aspekte eignet sich, um Vorteile, Chancen und Erfolge einer Fragestellung zu sammeln und zu diskutieren. Die Raumgestaltung zeichnet sich durch Elemente aus, die anregend und positiv wirken, wie warmes Licht, zahlreiche Pflanzen, hellblaue Wände und hölzerne Bodenstrukturen. Im Gegensatz dient der zweite Raum eher dazu, Kritiken, Nachteile und potenzielle Probleme eben dieser Frage zu besprechen. Hier haben wir neutralere Gestaltungselemente wie kälteres Licht, wenige Pflanzen, Steinböden und graue Wände gewählt, um die Atmosphäre an den diskutierten Aspekt der Fragestellung anzupassen.

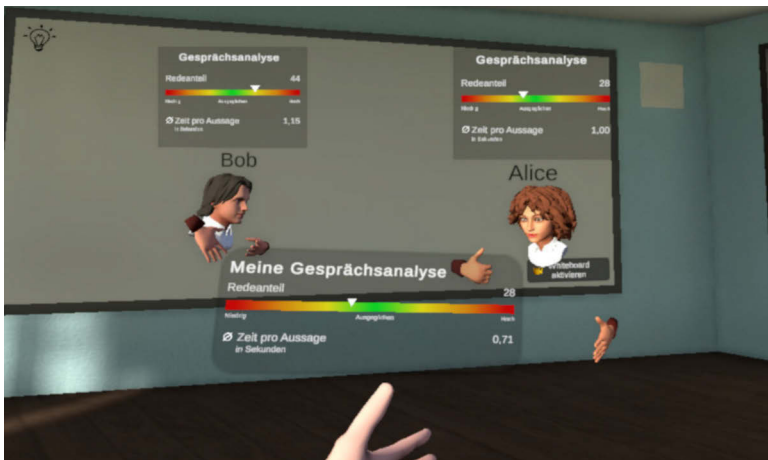
Abbildung 1: Brainwalking-Raum positiv (oben) und negativ (unten)



Die Virtual-Reality-Anwendung soll nicht nur Gruppenprozesse technologisch ermöglichen, sondern diese auch möglichst gut anregen und unterstützen. Aus diesem Grund wurde eine Funktion entwickelt, die die Gesprächsdauer in Echtzeit misst und den Nutzenden den eigenen Redeanteil grafisch veranschaulicht (siehe Abb. 2). Für die Funktion spielt der Inhalt keine Rolle, sondern sie richtet sich ausschließlich nach der Dauer des Gesagten. Es

gibt verschiedene Anzeigemodi, die von dem oder der Moderatorin ausgewählt werden können: 1. Anzeigen nur sichtbar für den oder die Moderatorin, 2. Jede Person sieht die eigene Anzeige und 3. Alle sehen alle Anzeigen. Die Anzeige soll Personen helfen, ihre eigenen Beiträge in Bezug auf die Beteiligung am Gespräch und damit der Interaktion in der Gruppe besser einzuschätzen und bei Bedarf anzupassen. Dies ist besonders interessant, da »free-riding« und »social loafing« meist unterbewusst stattfinden und oft erst am Ende einer Gruppenarbeit festgestellt werden.

Abbildung 2: Anzeige der Redeanteile



In ersten Tests wurden verschiedene Aspekte der Nutzerfreundlichkeit, der Umgebungsgestaltung und der Diskussionsbeteiligung in kleinen studentischen Gruppen von vier bis sechs Personen untersucht. Insgesamt nahmen 15 Student*innen teil, die fast alle keine Vorerfahrungen mit Virtual Reality hatten. Einige der Studierenden kamen aus Designstudiengängen, andere aus eher technischen und Informatikstudiengängen. Die Moderation wurde von einem der Mitarbeitenden übernommen und eine weitere Person war über einen Laptop dazugeschaltet und für die schnellere Texteingabe verantwortlich. Anschließend wurde durch Interviews und Fragebögen Feedback der Teilnehmenden zu ihrer Erfahrung in der virtuellen Welt erhoben. Dabei lag ein besonderer Fokus auf dem Empfinden der virtuellen Umgebung, dem subjektiven Einfluss, den diese auf ihre Kreativität hatte, sowie auf der An-

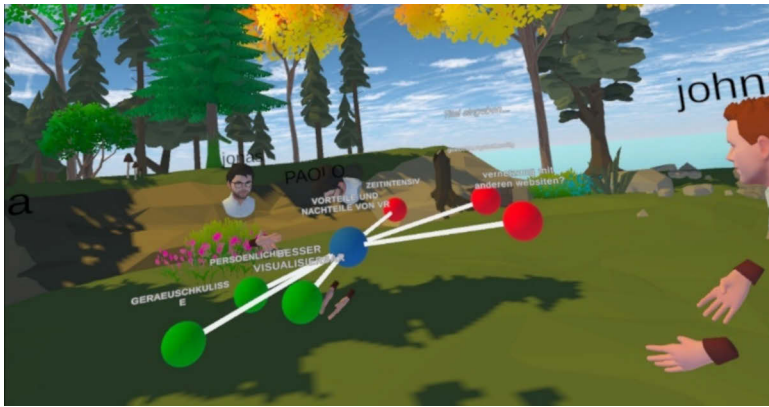
zeige mit den jeweiligen Redeanteilen und deren Auswirkung auf die eigene Beteiligung am Gruppenprozess.

Die Umgebungen wurden generell als unterstützend für die Kreativmethode eingeschätzt und die Gesprächsbeteiligung in den Gruppen wurde durchweg als ausbalanciert empfunden. Dabei beurteilten die Studierenden der Designfächer die virtuelle Umgebung eher als langweilig, während diejenigen mit technischem Hintergrund diese als hilfreich und wenig ablenkend empfanden. Ein wiederholter Kritikpunkt war, dass die Umgebungen und die Methode ›zu realistisch‹ und langweilig waren und nicht die wahren Möglichkeiten von Virtual Reality ausreizten. Obwohl die Teilnehmer*innen sowohl ihre eigenen als auch die Gesprächsanteile ihrer Kommiliton*innen sehen konnten, schien dies bei den meisten Personen wenig Einfluss auf die Beteiligung an der Diskussion gehabt zu haben. Insgesamt wurde die Erfahrung und der Einsatz der Kreativmethoden in der virtuellen Umgebung positiv aufgenommen und als vielversprechend empfunden.

5. Entwicklung einer 3D-Mindmap

Basierend auf dem Feedback aus der ersten Iterationsstufe der Anwendung wurde in einer zweiten Entwicklungsphase eine neue virtuelle Landschaft für eine neue Kreativmethode gestaltet. Dabei wurde die Landschaft gestalterisch noch weiter von typischen Unterrichtsumfeldern entfernt: Dargestellt wird eine Insel mit einem großen offenen Arbeitsbereich mit ein paar dekorierenden Naturelementen. Durch diese neue Umgebung soll der Vorteil von Virtual Reality, den virtuellen Raum selbst gestalten zu können, stärker genutzt werden. Aus einem ähnlichen Grund haben wir uns in dieser zweiten Iteration für die Umsetzung einer 3D-Mindmap entschieden (Abb. 3). Mindmaps sind eine verbreitete Methode, die typischerweise auf Papier oder Whiteboards gezeichnet wird und damit auf zwei Dimensionen begrenzt ist. Virtual Reality gibt uns die Möglichkeit, die Knotenpunkte im virtuellen Raum zu platzieren und so dreidimensional zu arbeiten. Damit können wir nicht nur erforschen, wie die Teilnehmer*innen auf diese neuen Möglichkeiten in einer ungewohnten Umgebung reagieren, sondern zusätzlich den Proband*innen einen Einblick in die Möglichkeiten geben, die diese Technologie bietet.

Abbildung 3: 3D-Mindmap



Getestet wurde diese zweite Umgebung mit insgesamt 35 Teilnehmer*innen in sechs Gruppen von jeweils vier bis sechs Personen. In diesen Tests gab es keine Moderator*innen – die zu bearbeitende Aufgabe wurde vorher mündlich mitgeteilt. Im Anschluss wurden Interviews durchgeführt und Fragebögen ausgefüllt.

Viele der Testpersonen berichteten, dass sie die neue stilisierte Umgebung als positiv und inspirierend empfanden und dabei die reale Welt größtenteils ausblenden konnten. Des Weiteren war die Mehrheit der Teilnehmer*innen mit dem gemeinsamen Ergebnis der Gruppenarbeit zufrieden und empfand die Funktionalität der 3D-Mindmap als förderlich für die Bearbeitung der gestellten Aufgabe. Während die Mehrheit der Teilnehmer*innen Spaß an der Aufgabe hatte und mit den entstandenen Ergebnissen zufrieden war, wurde die Texteingabe, die nun mithilfe der Controller auf einer rein virtuellen Tastatur stattfand, als dem Prozess hinderlich beschrieben.

6. Learnings und offene Fragen

Auch wenn das Feedback für die entwickelte Anwendung größtenteils positiv war, gibt es eine Reihe offener Fragen, die einem hochschulweiten Einsatz derzeit noch im Weg stehen. Die Nutzertests mit der 3D-Mindmap haben gezeigt, dass die Texteingabe in Virtual Reality ein großes Hindernis darstellt.

Hier sollen in weiteren Iterationen Alternativen integriert werden, die Texteingabe durch Sprache und Künstliche Intelligenz unterstützen.

Darüber hinaus sollen im weiteren Verlauf des Projekts weitere Diskussions- und Kreativmethoden in der Collaborative Virtual Environment implementiert werden. Viele Komponenten dieser Methoden überschneiden sich und können so modularisiert werden. So sind beispielsweise Timer, Breakout-Räume oder virtuelle Whiteboards unabhängig von der verwendeten Methode wiederverwendbar. Auf ähnliche Art können weitere Umgebungen implementiert und die Möglichkeit zur individuellen Gestaltung geschaffen werden.

Unsere Tests haben gezeigt, dass der Einsatz von Virtual Reality in der Lehre Potenzial vor allem für Remote-Szenarien bietet, aber Lehrende, Lernende und die Hochschulorganisation auch vor ganz neue Herausforderungen stellt. Gleichzeitig entwickeln sich die Soft- und Hardware immer weiter und eröffnen so neue Möglichkeiten; außerdem werden bestimmte Probleme der Technologie immer weiter behoben. Daher ist nicht nur davon auszugehen, dass sich Virtual Reality in der Lehre immer weiter durchsetzen wird, sondern dies erscheint aus unserer Sicht auch wünschenswert.

Unabhängig davon, ob man eine speziell für ein Unterrichtsthema erstellte Anwendung oder eine kommerziell erhältliche Anwendung verwenden möchte, steht der Einsatz von Virtual Reality in der Lehre wie erwähnt bestimmten Herausforderungen gegenüber. Die Verwaltung von Hard- und Software ist momentan ein großes Hindernis für die flächendeckende Nutzung von Virtual Reality. Die Geräte müssen gelagert, gewartet und vor jeder Nutzung geladen werden; sollten die Brillen an Studierende für Remote-Anwendungen verliehen werden, muss ein robustes System für die Ausleihe etabliert werden. Zum aktuellen Zeitpunkt ist auch noch schwer abschätzbar, wie lang der Lebenszyklus der Technik sein wird. Die aktuelle Gerätegeneration ist deutlich ausgereifter als noch vor wenigen Jahren. Trotzdem entstehen durch Abnutzung und Veralterung regelmäßig zusätzliche Kosten.

Die Gestaltung des Unterrichts sollten auch die folgenden Punkte bedacht werden: Es gibt Personen, die bei der Nutzung von Virtual-Reality-Technologie Übelkeit und Schwindel empfinden (Fulvio et al., 2021). Zudem erschweren weitere Barrieren die Nutzung von Virtual Reality für bestimmte Personengruppen. Sehschwächen und eingeschränkte motorische Fähigkeiten sind die häufigsten Einschränkungen, die für betroffene Personen die Nutzung von Virtual Reality verkomplizieren. Diese Probleme sind unvermeidbar und es sollte von Anfang an bei der Entwicklung des Curriculums bedacht werden,

dass manche Teilnehmenden zusätzliche Betreuung brauchen. In diesen Fällen sollten alternative Zugangsmethoden durch PCs oder Mobilgeräte in Betracht gezogen werden.

Da Virtual Reality für viele Personen ein neues Konzept ist, empfiehlt es sich, bei der ersten Nutzung eine umfassende Einweisung durchzuführen und genügend Zeit einzuplanen, damit sich alle mit der Technik und der virtuellen Umgebung vertraut machen können. Beim Design einer eigenen Anwendung oder der Auswahl einer bestehenden haben wir die Erfahrung gemacht, dass die Benutzerfreundlichkeit von Interaktionen und Steuerelementen essenziell für ein angenehmes Erlebnis ist. Fehlt diese Benutzerfreundlichkeit, entsteht häufig schnell eine Abneigung gegen die Technik und den damit zusammenhängenden Einsatz in der Lehre. Die Nutzung von Virtual Reality ist sowohl physisch als auch psychisch belastend und ein zu langer Einsatz kann zu erheblichem Unwohlsein führen. Wir empfehlen daher, die Dauer einer Sitzung auf maximal 30 Minuten zu begrenzen und regelmäßige Pausen einzuplanen.

Wenn man Hard- und Software für den Unterricht aussucht, sollte man sich vorher auch über die Handhabung des Datenschutzes informieren. Bewegungen, Sprachmuster und Verhaltensweisen sind von Mensch zu Mensch unterschiedlich und damit nach Art. 4 DSGVO als personenbezogene Daten einzustufen. Die Erhebung der Daten ist allerdings für den Einsatz der Technik unverzichtbar. Wir empfehlen, die entsprechenden Datenschutzbeauftragten früh in den Prozess einzubinden und gemeinsam zu prüfen, ob z.B. die Server in Deutschland stehen, die Daten verschlüsselt übertragen werden und das Löschen von gesammelten Daten jederzeit möglich ist.

7. Fazit

Die im Rahmen des Projekts »Mixed Reality und Co-Creation« entwickelte Anwendung zeigt, dass die bewusste Gestaltung des virtuellen Raums einen positiven Einfluss auf die Kreativität von Virtual-Reality-Nutzer*innen haben kann. Vor allem in kollaborativen Gruppenprozessen bieten immersive Technologien Vorteile gegenüber klassischen Videokonferenzanwendungen. Durch realitätsnahe Interaktionen mit anderen Personen wird die Kommunikation natürlicher und die soziale Verbundenheit gesteigert.

Darüber hinaus bietet Virtual Reality neue Möglichkeiten für gemeinsames kreatives Arbeiten. Unsere 3D-Mindmap gibt nur einen kurzen Einblick, wie kollaboratives Arbeiten in Zukunft aussehen könnte.

Neben der Weiterentwicklung unserer Anwendung streben wir an, eine fachbereichsübergreifende Anlaufstelle für den Einsatz von Virtual Reality – und Mixed Reality allgemein – in der Hochschullehre zu schaffen. Dort soll nicht nur Zugang zur Hardware bereitgestellt, sondern auch die Erfahrungen mit Mixed Reality aus vergangenen Lehreinheiten gesammelt und zur Verfügung gestellt werden.

Insgesamt ist der Einsatz von Mixed Reality in der Lehre noch ein weitestgehend unerforschtes Feld. An vielen Hochschulen gibt es bisher nur vereinzelte Insellösungen und die Bereitschaft, Mixed Reality in die Lehre zu integrieren, ist noch gering. Trotzdem zeigen die bisherigen Anwendungsversuche, wie viel Mehrwert diese neue Technologie bieten kann. Mit der sich immer weiter entwickelnden Technik werden auch die möglichen Anwendungsgebiete immer breiter. Immer leichtere Brillen, die eine immer längere Akkulaufzeit haben und ein besseres Tracking des Gesichts und einzelner Körperteile ermöglichen, werden die kurz- und langfristige Akzeptanz der Technologie steigern und dabei neue Einsatzmöglichkeiten eröffnen. Auch wenn Virtual-Reality-Anwendungen nie den traditionellen Unterricht ersetzen können, sind wir fest davon überzeugt, dass sie bald integraler Bestandteil in vielen Curricula sein werden.

Literaturverzeichnis

- Albanese, R. & van Fleet, D. D. (1985). Rational Behavior in Groups: The Free-Riding Tendency. *The Academy of Management Review*, 10(2), 244. <https://doi.org/10.2307/257966>
- Freeman, G., Acena, D., McNeese, N.J. & Schulenberg, K. (2022). Working Together Apart through Embodiment: Engaging in Everyday Collaborative Activities in Social Virtual Reality. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 6(GROUP). <https://doi.org/10.1145/3492836>
- Fulvio, J. M., Ji, M. & Rokers, B. (2021). Variations in visual sensitivity predict motion sickness in virtual reality. *Entertainment Computing*, 38, 100423. <http://doi.org/10.1016/j.entcom.2021.100423>
- Haines, R., Vehring, N. & Kramer, M. (2011). Activity Awareness as a Means to Promote Connectedness, Willingness to Do Additional Work, and Congeniality: An Experimental Study. *ICIS 2011 Proceedings*. <https://aisel.aisnet.org/icis2011/proceedings/hci/4/>

- Kamada, K., Watarai, R., Wang, T. Y., Takashima, K., Sumi, Y. & Yuizono, T. (2023). Explorative Study of Perceived Social Loafing in VR Group Discussion: A Comparison Between the Poster Presentation Environment and the Typical Conference Environment. In J. Abdelnour Nocera, M. Kristín Lárusdóttir, H. Petrie, A. Piccinno & M. Winckler (Hg.), *Human-Computer Interaction – INTERACT 2023*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42286-7_7
- McCoy, J. M. & Evans, G. W. (2002). The Potential Role of the Physical Environment in Fostering Creativity. *Creativity Research Journal*, 14(3–4), 409–426. https://doi.org/10.1207/S15326934CRJ1434_11
- McVeigh-Schultz, J., Kolesnichenko, A. & Isbister, K. (2019). Shaping Pro-Social Interaction in VR. In S. Brewster (Hg.), *ACM Digital Library, Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 1–12). <https://doi.org/10.1145/3290605.3300794>
- Nesher Shoshan, H. & Wehrt, W. (2022). Understanding »Zoom fatigue«: A mixed-method approach. *Applied Psychology*, 71(3), 827–852. <https://doi.org/10.1111/apps.12360>
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Qureshi, M. A., Khaskheli, A., Qureshi, J. A., Raza, S. A. & Yousufi, S. Q. (2023). Factors affecting students' learning performance through collaborative learning and engagement. *Interactive Learning Environments*, 31(4), 2371–2391. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1884886>
- van Zoonen, W. & Sivunen, A. E. (2022). The impact of remote work and mediated communication frequency on isolation and psychological distress. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 31(4), 610–621. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2021.2002299>
- Winkler, N., Roethke, K., Siegfried, N. & Benlian, A. (Hg.) (2020). *Lose Yourself in VR: Exploring the Effects of Virtual Reality on Individuals' Immersion. ScholarSpace*. <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/items/64a12394-f382-4b08-9974-b6ec18267a92>

