

Themenheft Nr. 47:

Immersives Lehren und Lernen mit Augmented und Virtual Reality – Teil 1.

Herausgegeben von Josef Buchner, Miriam Mulders, Andreas Dengel und Raphael Zender

Welche Merkmale zeigt eine vollimmersive Mehrpersonen-VR-Simulation im Vergleich zum Einsatz von Videokonferenzsoftware in Gruppenarbeitsprozessen?

Urszula Hejna¹ , Carolin Hainke² , Stefanie Seeling¹  und Thies Pfeiffer² 

¹ Hochschule Osnabrück

² Hochschule Emden/Leer

Zusammenfassung

Der Einsatz von vollimmersiven VR-Lernumgebungen fördert bei Lernenden die individuellen Fähigkeiten und ihr Vorwissen. Konkrete Lerneffekte und Integrationskonzepte sind jedoch noch nicht ausreichend untersucht. Im Rahmen eines vom BMBF geförderten Forschungsprojektes soll mit diesem Beitrag deshalb der Frage nachgegangen werden: Welche didaktisch-gestalterischen sowie kommunikativ-interaktiven Unterschiede zeigen vollimmersive virtuelle Lernumgebungen gegenüber dem Einsatz von Videokonferenzsoftware im Kontext der Gruppenarbeit? Das Ziel ist es, den Einsatz von Multiplayer-VR-Szenarien der Nutzung von Videokonferenztools für Gruppenarbeitsprozesse im Rahmen der Fallarbeit gegenüberzustellen und deren Vor- und Nachteile aufzuzeigen. Die Ergebnisse zeigen, dass sich für Gruppenarbeitsprozesse in beiden Formaten Vor- und Nachteile finden lassen. Die Umsetzung des Konzeptes der Fallarbeit fällt jedoch in beiden Formaten positiv aus. Folglich ist der Erfolg einer Gruppenarbeit von der konzeptionellen Einbindung der Methode in den Lehrkontext abhängig, sodass die Form der Umsetzung vorwiegend Einfluss auf die Performanz nimmt. Zukünftig gilt es, konkrete Implementierungskonzepte für den Einsatz von VR-Anwendungen in der Lehre zu entwickeln und zu erproben.

What Characteristics does a Full-Immersive Multiplayer-VR-Simulation have in Comparison to the Application of Software for Video Conferences in the Processes of Group Work?

Abstract

The use of full-immersive VR learning environments promotes the individual skills and prior knowledge of students. However, more specific effects on learning and concepts for integration are not sufficiently studied yet. As part of a BMBF-funded research project,



this article pursues the following question: What are the design and didactical as well as communicative-interactive differences between full-immersive virtual learning environments and the usage of tools for video conferences in the context of group work? The goal is to compare the use of multiplayer VR scenarios with tools for video conferences for working in groups within the framework of casework and to point out their advantages and disadvantages. Results show that both formats render advantages and disadvantages for working in groups, though the implementation of the concept of casework turns out to be positive in both formats. Consequently, the success of working in groups depends on the conceptual inclusion of one of the methods in the learning context, so that its performance is mainly influenced by the way of how it is implemented. Prospectively, specific concepts for the implementation of VR applications in teaching processes need to be developed and evaluated.

1. Einleitung

Um Lehrinhalte handlungsorientierter und lebensweltbezogener zu vermitteln, wurden exemplarische Unterrichtseinheiten eingeführt, die sich an realen Fallbeispielen orientieren. Die Falllösung erfordert dabei einen fachübergreifenden Einsatz von Wissensstrukturen. Das übergeordnete Ziel ist die Förderung von beruflichen Handlungskompetenzen der Lernenden. In der fallorientierten Didaktik wird die Intention verfolgt, die Entwicklung von Fähigkeiten zur Problemlösung und Entscheidungsfindung zu fördern (Dieterich und Reiber 2014). Diese Art des Lernens kommt insbesondere dann zur Anwendung, wenn der Umgang mit komplexen Problemen erlernt werden soll, für die es keine standardisierten Lösungen gibt (Zumbach und Mandl 2008).

In der Pflege besteht der Anspruch auf eine ganzheitliche Betrachtungsweise von pflegebedürftigen Menschen. Daraus resultiert eine hohe Komplexität der Pflegesituationen, die umfassendes Fachwissen, Erfahrungswissen und Problemlösungsfähigkeit im Individualfall von professionell Pflegenden erfordern (Schrems 2013). Folglich ist die fallorientierte Didaktik besonders gut im Bildungsbereich der Pflege und weiterer Gesundheitsberufe geeignet (Dieterich und Reiber 2014). In der Pflege wird das Konzept der Fallarbeit wie folgt definiert:

1.1 Das Konzept der Fallarbeit

Unter dem Konzept der Fallarbeit findet die Verknüpfung zwischen wissenschaftlichen Erkenntnissen, organisatorischen Anforderungen und individuellen Bedürfnissen von Betroffenen statt. Das Konzept bietet einen methodischen Zugang zu Lösungen von konkreten Pflegesituationen (welche aus Patientenfällen hervorgehen) unter der Berücksichtigung theoretischer Erkenntnisse und organisatorischer Bedingungen. Dabei wird auf den Wissenstransfer und insbesondere auf die Förderung der

Problemlösungsfähigkeiten von Lernenden gezielt. Mit der Fallarbeit wird ein Situationsbewusstsein geschaffen, welches die situativen beruflichen Kernkompetenzen stärkt (Schrems 2019). Die Fallarbeit wird folglich «als Erkenntnisgewinn, der aus der Auslegung von konkreten Situationen oder Ereignissen folgt [...]» (Schrems 2019, 9) definiert.

In der Fallarbeit im Bereich der Pflegepraxis ist ein kooperatives und kollaboratives¹ Arbeiten erforderlich. In der Praxis interpretieren bei der Fallarbeit Pflegepersonen, Patient:innen und Angehörige anderer Disziplinen komplexe Situationen. Dies erfolgt beispielsweise in Form von Fallbesprechungen oder Peer Reviews im Rahmen von «Advanced Nursing Practice» (Schrems 2013). Ähnlich ist es in der Lehre, wo Lernende aus verschiedenen Perspektiven (beispielsweise des Patienten / der Patientin oder einer Pflegefachperson) einen Fall bearbeiten und gemeinsam reflektieren. Die Form der Gruppenarbeit dient hier der interaktiven Erschließung von Unterrichtsinhalten. Auch im problemorientierten Lernen in der Fallarbeit werden Gruppenarbeiten durchgeführt (Dieterich und Reiber 2014). Darüber hinaus werden zur Vorbereitung auf interprofessionelle Zusammenarbeit von Gesundheitsberufen in der Praxis schon während der Ausbildung Gruppenarbeiten mit Lernenden aus verschiedenen Gesundheitsbereichen empfohlen (Diefenbach und Höhle 2018).

«[Aufgrund der im Jahr 2020 begonnen Corona-Pandemie] mussten alle Lehrenden für alle Studierenden in allen Studiengängen ihre Veranstaltungen in elektronischen Lehrformen anbieten.» (Dittler und Kreidl 2021, 6).

So nutzen 2020 beispielsweise laut den Studienergebnissen von Kienle und Appel (2021) 73,8% der Lehrenden an der FH Dortmund Videokonferenzsoftware zur vollständigen und 26,2% zur teilweisen Umsetzung ihrer Lehre (ebd.). Besonders für die Arbeitsform der Gruppenarbeit ergaben sich aufgrund der veränderten Interaktionsmöglichkeiten Umsetzungsschwierigkeiten. So spielen für Gruppenarbeiten mittels Videokonferenzsoftware sowohl technische als auch individuelle Faktoren eine wichtige Rolle. Darunter zählen u.a. die Aufmerksamkeitsspanne und die Kontaktfreudigkeit der Studierenden (Greimel-Fuhrmann et al. 2021). Folglich musste auch das Lernen in Form der Fallarbeit aufgrund der Isolation während der Corona-Pandemie in den digitalen Raum überführt werden.

1 Aufgrund des hier zugrundeliegenden interdisziplinären Ansatzes wird die Gruppenarbeit sowohl in kooperativer (überwiegend im interdisziplinären Kontext) als auch kollaborativer (überwiegend im intradisziplinären Kontext) Form durchgeführt. Da in der Literatur im Zusammenhang mit der Gruppenarbeit ebenfalls beide Lernformen benannt werden und keine eindeutige Trennschärfe zwischen den Begriffen vorliegt, werden folglich beide Begriffe je nach Literaturquelle im Zusammenhang mit der Gruppenarbeit verwendet.

Im Rahmen des hier zugrundeliegenden Forschungsprojektes² und aufgrund der einleitend geschilderten Notwendigkeit zur Digitalisierung der Lehre wird in diesem Beitrag der Frage nachgegangen: Welche didaktisch-gestalterischen sowie kommunikativ-interaktiven Unterschiede zeigen vollimmersive virtuelle Lernumgebungen gegenüber dem Einsatz von Videokonferenzsoftware im Kontext der Gruppenarbeit? Ziel dieses Beitrags ist es, den Einsatz vollimmersiver Mehrpersonen-Virtual Reality (VR)-Szenarien der Nutzung von Videokonferenzsoftware für Gruppenarbeitsprozesse gegenüberzustellen und die Vorteile wie auch Herausforderungen der Umsetzung von Gruppenarbeiten im Rahmen der Fallarbeit in einer VR-Umgebung aufzuzeigen.

2. Die Arbeitsform der Gruppenarbeit

«Es liegt [...] die Annahme vor, dass Individuen in Gruppen ihre Kompetenzen und Qualifikationen besser internalisieren, reflektieren und adaptieren können, als sie es als einzelne Personen jeweils für sich tun könnten.» (Nikodemus 2017, 55)

Die Methode der Gruppenarbeit ist in der Hochschuldidaktik eine etablierte Form des kooperativen Lernens, welche die berufliche Handlungskompetenz fördert. So stärken Gruppenarbeiten die Sozialkompetenz einschliesslich der Kooperationsfähigkeit und Solidarität der Studierenden. Zudem lernen sie, Position zu beziehen und diese zu vertreten, sich zu reflektieren und zu hinterfragen. Folglich wird mit dieser Methode ebenfalls ihre Personal- wie auch Methodenkompetenz gestärkt (Kostorz und van den Berg 2013).

2.1 Gruppenarbeit in Videokonferenzen

Auch im digitalen Raum gelten «[d]ie [...] in der Präsenzlehre bewährten didaktischen Gestaltungsprinzipien [...]» (Entner, Fleischmann, und Strasser 2021, 35) wie beispielsweise die Anregung zum aktiven Nachdenken, der Einsatz von Feedback oder die Gliederung von Lerninhalten (ebd.). Die Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden sowie unter den Lernenden ist ein relevantes Merkmal von Pädagogik. Aufgrund der häufig notwendigen Isolation in der Corona-Pandemie wurde

2 «DiViFaG – Digitale und Virtuell unterstützte Fallarbeit in den Gesundheitsberufen» ist ein vom BMBF gefördertes Kooperationsprojekt, in dem unter Einsatz digitaler Medien und vollimmersiver Virtual Reality (VR)-Szenarien Lehr-Lernmodule für Studierende der gesundheitsbildenden Berufe entwickelt werden. Ein hier fokussierter Schwerpunkt liegt auf der Förderung des kooperativen und interdisziplinären Arbeitens zwischen den Berufs- und Studierendengruppen. Dabei soll den Studierenden ebenfalls ein ortsunabhängiges Lernen ermöglicht werden. Das Projekt bewegt sich thematisch im Bildungsbereich der Gesundheitsberufe mit dem speziellen Fokus auf das Konzept der Fallarbeit, in deren Rahmen die Gruppenarbeit zur Anwendung kommt.

deren Realisierung zunächst zu einer wesentlichen Herausforderung. Als eine mögliche Lösung wird der Einsatz von Videokonferenzsoftware betrachtet, das im Jahr 2020 das am häufigsten genutzte Veranstaltungsformat in der Hochschullehre gewesen ist (Marczuk, Multrus, und Lörz 2021). «[...] [Dabei kann] über Breakout-Rooms [...] synchrone Kleingruppenarbeit gestaltet werden [...]» (Entner, Fleischmann, und Strasser 2021, 30), welche die soziale Eingebundenheit der Studierendengruppe auch im digitalen Raum stärkt. Dieser Aspekt ist in der Präsenzlehre zwar automatisch enthalten, muss jedoch in der Onlinelehre bewusst mitgestaltet werden, um Studierende darin einzubeziehen und sie zum Lernen zu motivieren. Die Gestaltung der Lernatmosphäre hat neben den Inhalten einen hohen Einfluss auf das Lernen (ebd.), z. B. über die bewusste Einbindung von Interaktionsmöglichkeiten der Teilnehmenden zur Steigerung von Aufmerksamkeit und Motivation (Hey und Bodenstein-Dresler 2021). Hier ist eine wesentliche Gelingensbedingung die eingeschaltete Kamera aller Teilnehmenden, um Aufmerksamkeit und Beteiligung zu fördern (Holtermann 2020). Allerdings zeigen Greimel-Fuhrmann et al. (2021) in ihrer Studie auf, dass vielen Studierenden der Kontakt über eine Kamera fremd ist und sie, anders als in physischer Anwesenheit, ihre Komfortzone zur Interaktion verlassen müssen. Zudem erfolgt durch Videokonferenzsoftware wie Zoom eine gewisse Anonymisierung der Teilnehmenden, was zu einer emotionalen Belastung durch die fehlenden sozialen Kontakte und die persönliche Betreuung durch Dozierende führt (Brunner 2021).

Hey und Bodenstein-Dresler (2021) beschreiben, dass Austausch und Zusammenarbeit der Teilnehmenden wichtige Bestandteile längerer Präsenzveranstaltungen sind. Hierzu zählen sowohl Gruppenarbeitsphasen als auch Pausengespräche. Um auch im virtuellen Raum auf diese interaktiven Prozesse nicht verzichten zu müssen, werden sogenannte Breakout-Sessions angewendet. Diese bieten einen Rückzugsort für ausgewählte Kleingruppen. Wie in Präsenzveranstaltungen ist auch hier für den Austausch sowohl die verbale als auch die nonverbale Kommunikation relevant. In Videokonferenzen lässt sich die im digitalen Raum häufig fehlende Körpersprache in Teilen kompensieren. Dieses ist beispielsweise durch das Schauen in die Kamera, um einen Blickkontakt zum Gegenüber zu simulieren, durch den Einbezug der eigenen Mimik und Gestik beim Sprechen vor der Kamera oder durch das Artikulieren von unsichtbaren Tätigkeiten möglich (ebd.). Kollaboratives Lernen ist zudem dann förderlich, wenn Interaktionen zwischen den Lernenden stattfinden. Allerdings ist das kollaborative Lernen sowohl für Lehrende als auch für Lernende eine Herausforderung (Strauß und Rummel 2020). So verleiten Videokonferenzen oft Teilnehmende dazu, parallel weitere Aktivitäten durchzuführen (ebd.; Rumpf, Bühringer, und Mühlig 2021). In einer Studie zum Fatigue-Empfinden durch Videokonferenzen gaben ca. 60% der Befragten (n=422) an, eine solche Müdigkeit zu verspüren, wobei 64,1% von ihnen eine starke oder sehr starke Intensität angaben. Hauptmerkmal ist die Reduktion der Konzentration. Bei der Hälfte der Befragten kommen Ungeduld und

das «Genervt-Sein» zu den am häufigsten genannten Merkmalen hinzu (Rump und Brandt 2020). «Die stärksten Belastungen entstehen durch mangelnden sozialen und informellen Austausch (keine non-verbale Kommunikation, kein Smalltalk)» (ebd., 10). Auch Rumpf, Bühringer und Mühlig (2021) weisen auf ein Gefühl der Erschöpfung im Zusammenhang mit Videokonferenzen hin. Dabei verweisen sie auf die Studie von Bailenson (2021). Dieser benennt hierfür die folgenden Gründe:

- Kognitive Überlastung durch zu geringe soziale Distanz, aufgrund unausweichlicher direkter Blicke ins Gesicht
- Zwanghafte Bewegungseinschränkung durch das Gebunden-Sein vor der Kamera
- Kognitive Belastung durch konstantes Monitoring nonverbaler Signale (ebd.)
- «permanente Selbstkontrolle und Ausdruckskorrektur» (Rumpf, Bühringer, und Mühlig 2021, 118).

In einer Studie von Strauß und Rummel (2020) werden als die fünf häufigsten frustrierenden Situationen bei der Interaktion in online-Kleingruppen unterschiedliche Beitragsmengen der Gruppenmitglieder, die Kurzfristigkeit der Erledigung von Aufgabenstellungen vor dem Abgabetermin, ineffektive Kommunikation unter den Gruppenmitgliedern, unterschiedliche Mitarbeit und fehlende Terminfindung benannt. Ausserdem neigen Studierende in vielen Gruppenarbeits-Formaten zur voneinander unabhängigen Arbeitsteilung mit anschliessender Zusammenführung der Ergebnisse. Der Gruppenprozess beinhaltet folglich eine reine Arbeitsorganisation, jedoch keine gemeinsame Auseinandersetzung mit dem Material, sodass lernförderliche Interaktionen ausbleiben (ebd.). Wird allerdings das Konzept der Fallarbeit im Gruppenprozess eingesetzt (wie in der Einleitung dieses Beitrags beschrieben), lernen Studierende in selbstgesteuerten Kleingruppen mithilfe von Instruktionen des Lehrenden Sachverhalte in Fallbeispielen entlang des Problemlösungsprozesses multiperspektivisch zu deuten bzw. zu diagnostizieren (Goeze und Hartz 2008). Die Zusammenarbeit der Gruppenmitglieder wird unter digitaler Einbindung des Konzeptes der Fallarbeit als erfolgreich beschrieben. Bei der Fallarbeit in Videokonferenzen ist jedoch zu bedenken, dass auch hier die Koordination von Sprecherwechseln eine grössere Herausforderung darstellt als in Präsenz. Folglich werden Gruppengrößen von drei Personen empfohlen (Dähling und Standop 2021).

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass die Hauptproblematik der Umsetzung von Gruppenarbeitsprozessen in Form von Videokonferenzen darin liegt, dass ein grosser Teil der Lernenden an starker Müdigkeit und Erschöpfung leidet. Zudem erfahren sie durch die veränderte Kommunikations- und Interaktionsform eine kognitive Be- und Überlastung, wobei ihnen der persönliche und informelle Austausch untereinander und mit Dozierenden fehlt. Durch die Einbindung von Interaktionsmöglichkeiten zwischen Teilnehmenden kann deren Aufmerksamkeit und Motivation verbessert werden. Eine mögliche Lösung bietet der Einsatz von vollimmersiven

Virtual-Reality-Anwendungen. VR ist eine weit verbreitete Technologie, die Zusammenarbeit als Interaktionsmedium verwendet, um mehreren Benutzenden eine gemeinsame Bearbeitung von Aufgaben zu ermöglichen (Affendy und Wanis 2019).

3. Virtual Reality-Anwendungen im Lehr-Lernkontext

Einleitend wird zunächst der Begriff VR definiert und ein kurzer Überblick über den aktuellen technischen Stand von VR gegeben. Im Anschluss wird auf das Lernen und Lehren in und mit VR eingegangen.

3.1 *Virtual Reality*

VR beschreibt eine Umgebung aus virtuellen Objekten, in welcher Nutzende mit diesen Objekten interagieren können und sich in der Umgebung präsent fühlen (Mirgram und Kishino 1994). Diese virtuelle Welt kann beispielsweise auf einem Desktop-Bildschirm oder einem Head-Mounted-Display (HMD) dargestellt werden. Nach Gutierrez, Vexo, und Thalmann (2008) hat das System, mit welchem Nutzende in die virtuelle Welt eintauchen, Einfluss auf die von ihnen wahrgenommene Immersion. Während Darstellungen auf einer VR-Brille (=HMD) als vollimmersiv beschrieben werden, gelten die Darstellungen auf einem Desktop als wenig bis nicht-immersiv. Der dabei verwendete Begriff «Immersion» beschreibt ein Mass, mit welchem das System den Nutzenden das Gefühl von Realität vermitteln kann (Slater und Wilbur 1997). Eine hohe Immersion bedeutet also, dass sich die Nutzenden in der virtuellen Welt stärker präsent fühlen können (Nichols, Haldane, und Wilson 2000), und hat somit fundamentalen Einfluss auf die Nutzererfahrung: Weniger immersive Systeme rufen ein Gefühl von «etwas anschauen» hervor, während vollimmersive Systeme ein Gefühl von «dort sein» auslösen (Shneiderman 1998).

Übersicht der Hardware

Ende 2021 gibt es verschiedene technische Umsetzungen von VR-Brillen. VR-Brillen, die an einen Computer angeschlossen werden (Abb. 1), fungieren als weiterer Bildschirm, auf dem der Computer die virtuelle Szene darstellt. Die Berechnungen der Szenenbilder finden auf dem Computer selbst, nicht auf der Brille statt. Dadurch können die leistungsstarken Grafikkarten und -prozessoren des Computers für die Darstellung der VR-Anwendung verwendet werden. Meist werden diese Brillen per Kabel mit dem Rechner verbunden (Beispiel HTC Vive³ und Valve Index⁴), allerdings gibt es auch die Möglichkeit, auf das Kabel zu verzichten und so weniger in der Bewegung

3 <https://www.vive.com/us/product/vive-pro2-full-kit/overview/>.

4 <https://store.steampowered.com/valveindex>.

eingeschränkt zu sein (Beispiel HTC Vive Wireless Adapter⁵, Oculus Air Link⁶). Ein Computer in der Nähe ist in diesem Fall jedoch trotzdem erforderlich.



Abb. 1: HTC Vive Pro Eye inklusive Controller als Beispiel für eine PC-gebundene VR-Brille.

VR-Brillen, welche die virtuelle Welt ohne einen Anschluss an den Computer (Abb. 2) darstellen, verwenden für die Berechnung der Szenendarstellung interne Prozessoren. Diese sind in der Regel weniger leistungsstark als solche, die in die Computer eingebaut werden, weshalb VR-Anwendungen für solche Brillen oft auf weniger rechenintensive Welten beschränkt sind. Dies wirkt sich auf die Darstellung und die Komplexität der Interaktion aus. Da für diese Brillen allerdings kein Computer nötig ist, muss nur die Brille selbst angeschafft werden und kann portabel an unterschiedlichen Orten eingesetzt werden. Somit skalieren solche Lösungen besser mit hohen Nutzerzahlen.

5 <https://www.vive.com/us/accessory/wireless-adapter/>.

6 <https://support.oculus.com/airlink/>.



Abb. 2: Oculus Quest 2 inklusive Controller als Beispiel für eine nicht PC-gebundene VR-Brille.

Zusätzlich zu den VR-Brillen kann durch die Verwendung weiterer Hardwarekomponenten die Immersion der virtuellen Welt erhöht werden. Systeme, welche die Hände des Nutzers (Beispiel LeapMotion⁷) oder sogar den gesamten Körper (Beispiel MotionCapturing⁸) tracken, ermöglichen eine genauere Abbildung der Bewegungen des Nutzenden in der virtuellen Welt. Andere Trackinghardware, welche beispielsweise das Gesicht oder die Augenbewegungen des Nutzenden verfolgt (Beispiel Eye⁹- und Facetracking¹⁰ von HTC Vive), erlaubt unter anderem die genauere Darstellung von Mimik. In diesem Beitrag fokussieren wir uns auf VR-Anwendungen, die ohne zusätzliche Hardware auskommen.

3.2 VR im Lehr-Lernkontext

In diesem Beitrag sind eben diese vollimmersiven Systeme gemeint, welche die virtuelle Welt auf einer VR-Brille darstellen, wenn von VR gesprochen wird. Studien aus den letzten Jahren zeigen, dass der Einfluss von Immersion auf Lernergebnisse positiv sein kann. Jensen und Konradsen (2018) führen Studien an, die einen positiven Effekt beim Lernen mit vollimmersiven Systemen auf das Lernergebnis beobachten

7 <https://www.ultraleap.com/product/leap-motion-controller/>.

8 <https://optitrack.com/>.

9 <https://www.vive.com/us/product/vive-pro-eye/overview/>.

10 <https://www.vive.com/us/accessory/facial-tracker/>.

konnten. So wurde beispielsweise die vollimmersive Lernumgebung von den Lernenden ernster genommen oder sie haben freiwillig mehr Zeit mit der Lernaufgabe in der vollimmersiven Lernumgebung verbracht. Jensen und Konradsen (2018) konnten aber auch negative Effekte finden, beispielsweise Lernende, welche durch die vollimmersive Anwendung mehr von der Lernaufgabe abgelenkt waren. Da der Einsatz von VR in der Lehre also nicht immer nur positive Effekte erzielen kann, sollte individuell abgewogen werden, wann und welche VR-Lernanwendung in der Lehre zum Einsatz kommt.

Seit VR-Brillen zu für den Endnutzer erschwinglichen Preisen angeboten werden können, wächst das Interesse an dieser Technologie für den Einsatz als Lernmedium (Freina und Ott 2015). Laut Concannon, Esmail, und Roberts (2019) können VR-Brillen bei Lernenden die Motivation und das Engagement erhöhen und bieten zudem Vorteile für Bildungseinrichtungen gegenüber herkömmlichen Methoden (ebd.) wie Textarbeit oder Frontalunterricht.

Zudem werden beispielsweise weniger Materialien verbraucht (Concannon, Esmail, und Roberts 2019) und weniger Kosten verursacht (Buehler und Kohne 2019), wenn das Einüben bestimmter aufwendiger, praxisbezogener Prozesse zunächst in VR stattfinden kann. Nach einer Studie von Haerling (2018) haben Pflegestudierende die Versorgung eines Patienten entweder in VR oder anhand einer Simulationspuppe gelernt. Der Transfer des Gelernten in die Realität war in beiden Gruppen gleich gut, allerdings war das Training in VR signifikant günstiger (ebd.). Auch das Risiko, Schaden an einer Patientin oder einem Patienten zu verursachen, fällt in einer VR-Simulation geringer aus als beispielsweise beim Training im Operationsaal, da patientenbezogene Fälle in VR simuliert und beliebig oft und ohne Risiko vor dem eigentlichen Eingriff eingeübt werden können (Mazur et al. 2018). Zudem können weit entfernte Personen ortsunabhängig miteinander und mit der virtuellen Welt interagieren, ohne dass Reisekosten entstehen (Freina und Ott 2015). Die Lehrenden haben die Möglichkeit, mit den Lernenden wiederholt Situationen zu erproben, die in der Realität gefährlich sind und ein hohes Risiko für Teilnehmende darstellen oder so selten vorkommen, dass ein routiniertes Einüben erschwert wird (ebd.). Da die virtuellen Lernumgebungen immer an den Lernkontext angepasst werden können (Concannon, Esmail, und Roberts 2019), kann die konkrete Situation von den Lehrenden oder Lernenden an die persönlichen Bedürfnisse angepasst werden. Beispielsweise können die Fähigkeiten von den Lernenden in Pretests ermittelt werden, sodass die Anwendung hierauf abgestimmt werden kann (Lang et al. 2018). Aber auch während der Durchführung des Trainings können Informationen über Nutzerverhalten genutzt werden, um den dargestellten Inhalt entsprechend anzupassen und Feedback anzuzeigen (Fricoteaux, Thouvenin, und Mestre 2014).

Weiterhin ist es in der VR möglich, realistisch gestaltete Lernumgebungen zu erstellen, in denen man quasi natürlich und intuitiv interagieren kann. Nach der situativen Lerntheorie und dem erfahrungsbasierten Lernen kann diese Realitätsnähe und Interaktion mit dem Lernmaterial helfen, das Gelernte besser in die Realität zu übertragen (Lindwedel-Reime et al. 2019). Nach Schwan und Buder (2006) muss die Lernumgebung optisch jedoch nicht möglichst realistisch gestaltet sein. Sie beziehen Realismus auf die Verräumlichung des Lerninhalts, also bildliche Analogien, beispielsweise «die Darstellung der Verwandtschaft psychologischer Theorien als räumliche Anordnung von Objekten in virtuellen Umgebungen» (Schwan und Buder 2006, 5) und das damit verbundene Ansprechen mehrerer Sinneskanäle (ebd.), wie es auch beim Lernen in realen Umgebungen der Fall ist. Ähnlich wie in der realen Welt kann den Lernenden auch in VR während des Lernprozesses Feedback gegeben werden. Die hohe Kontrollierbarkeit der VR-Lernumgebung ermöglicht ausserdem, das Feedback für die Lernenden an Interaktionen in VR zu knüpfen (Buehler und Kohne 2019), sodass dieses angepasst auf die Lernenden und deren Lernfortschritt situationsbedingt und direkt erfolgt.

Um die Frage zu beantworten, ob nicht auch mit dem Einsatz von VR-Brillen, wie bereits in den Videokonferenzen, eine soziale Isolation von Lernenden stattfindet, wird im Folgenden auf die Umsetzung von Gruppenarbeiten in VR und ihre Herausforderungen eingegangen.

3.3 Gruppenarbeit in VR

In einer Mehrpersonen-VR-Anwendung können sich mehrere Nutzende in einer virtuellen Welt treffen. Die VR-Brille überträgt die Kopfposition und -rotation in die Anwendung und kann so den Nutzenden ermöglichen, sich ähnlich wie in der echten Welt fortzubewegen. Durch die Controller, welche die Handinteraktionen in die virtuelle Welt übertragen, können die Nutzenden dort miteinander sowie mit der Umgebung interagieren. Dies bezieht das gemeinsame Interagieren mit Objekten wie auch die Kommunikation und, abhängig von der Darstellung der Nutzenden in der VR, unter Umständen auch die Gestik mit ein. Nach Affendy und Wanis (2019) hilft diese Gestik, das Gefühl von menschlicher Gesellschaft in VR zu verstärken.

Mehrpersonen-VR-Anwendungen simulieren einen virtuellen Arbeitsplatz, den sich die Nutzenden teilen (Affendy und Wanis 2019). Trotzdem haben alle Nutzenden ihre individuellen Positionen in der VR und können unabhängig voneinander mit der Umgebung interagieren, ohne die Aktionen der anderen zu beeinflussen oder zu unterbrechen (ebd.). So entsteht auch ein Gefühl von Nähe und Distanz zu anderen (Dzardanova et al. 2021).

Gemeinsam können sie dort nach einer Lösung suchen oder versuchen, ein bestimmtes Problem zu verstehen (ebd.). Gelingt das Problemlösen der Gruppe nicht, kann dies als Information verwendet werden, um durch Modifikation der virtuellen Umgebung den Schwierigkeitsgrad anzupassen und die Aufgabenstellung zwischen Herausforderung und Unterstützung zu balancieren. So kann durch das Einbeziehen von Erfolg und Misserfolg ein passender Schwierigkeitsgrad für die Gruppe gefunden werden (Wang et al. 2019). Die Teamarbeit, die bei diesem kollaborativen Problemlösen angewandt wird, erfordert «higher order thinking skills» (Sancho et al. 2009, 3): Strategien entwickeln, Hypothesen aufstellen und Entscheidungen treffen, statt lediglich Fakten zu merken und wiederzugeben. Dadurch wird, neben dem Lerninhalt als solchem, auch die Art des Denkens und des Problemlösens geschult (ebd.).

Garneli, Patiniotis, und Chorianopoulos (2021) haben eine Methode zum kollaborativen Lernen in Mehrpersonen-VR-Anwendungen unter der «Multiplayer Serious Game Methodology» (MSGM) zusammengefasst. Nach MSGM werden zunächst Personae erstellt, um die Bedürfnisse der unterschiedlichen Perspektiven der Nutzenden zu ermitteln. Anschliessend wird das zu lösende Problem eingeführt und die Lernenden werden motiviert, sich auf die Lernanwendung einzulassen. Dies ist beispielsweise mittels eines Patientenfalls im Rahmen der Umsetzung des Konzeptes der Fallarbeit möglich. Das Problem kann in zusammenhängende Teilaufgaben zerlegt werden, welche die Lernenden auf dem Weg zur Lösung des Gesamtproblems bearbeiten (ebd.). Diese Teilaufgaben können durch Erfolge oder Belohnungen dazu beitragen, das Interesse der Lernenden an der Anwendung aufrechtzuerhalten und ihre Motivation zu erhöhen, sich wiederholt mit dem Lerninhalt auseinanderzusetzen (Sancho et al. 2009). Nach MSGM hat dann jede und jeder Lernende eine eigene Rolle, die zur Lösung des Problems beiträgt (Garneli, Patiniotis, und Chorianopoulos 2021). Diese Rollen können aufgrund der Fähigkeiten der Lernenden ermittelt oder nach persönlichem Interesse gewählt bzw. getauscht werden. Unterschiedliche Perspektiven, die durch den Rollenwechsel entstehen, können beispielsweise durch das Arbeiten an einem Patientenfall motiviert werden. Durch das Arbeiten an einem Fall können Aspekte auch ohne konkreten Handlungsdruck diskutiert und gedeutet werden (Goeze und Hartz 2008). Die multiperspektivische Betrachtung eines Patient:innenfalls ist ein wesentliches Merkmal des Konzeptes der Fallarbeit (Schrems 2013).

Mehrpersonen-VR-Anwendungen müssen jedoch nicht zwangsläufig eine komplexe Geschichte unterstützen oder kollaborative Zusammenarbeit beinhalten. Auch für weniger komplexe Anwendungen ist das Konzept denkbar. In AltspaceVR¹¹ ist es beispielsweise möglich, vorher eigens erstellte virtuelle Welten und Objekte in einer Mehrpersonen-VR-Anwendung zur Verfügung zu stellen, in welcher die Nutzenden sich frei bewegen und Objekte betrachten sowie mit ihnen interagieren können. In einer Studie von Bangay et al. (2020) wurde unter anderem AltspaceVR als mögliche

11 <https://altvr.com/>.

Lernumgebung untersucht. Zwar äusserten die Proband:innen, dass das Zusammenfinden in einem Raum noch Schwierigkeiten beinhalte, betrachteten aber generell das Konzept der Lehre in einem anpassbaren virtuellen Raum als vielversprechend.

Selbst wenn nur eine Lernende oder ein Lernender das Problem aktiv löst und weitere Lernende in der Anwendung dabei zuschauen können, kann das VR-Training genauso gute Lernergebnisse erzielen, wie das Training mit echten Geräten (Berg und Steinsbekk 2021). So steht zwar die kollaborative Zusammenarbeit nicht mehr im Vordergrund, wohl aber könnte ein Training an echten Geräten durch ein Training in VR unterstützt werden.

Mit dem aktuellen Stand der Technik sind in VR oft keine Übertragungen von Augenbewegungen oder Mimik möglich (hier wäre zusätzliche Hardware nötig, siehe 3.1) (Schild et al. 2018), was aber nach Buehler und Kohne (2019) wichtig für einen guten Austausch unter den Lernenden sowie zwischen Lernenden und Lehrenden ist. Trotzdem konnten beispielsweise Berg und Steinsbekk (2021) in ihrer Studie zeigen, dass beim Erlernen der ABCDE-Methode die verwendete Mehrpersonen-VR-Anwendung genauso gute Lernergebnisse erzielt hat wie das Lernen mit physischen Geräten.

4. Vergleich zwischen dem Einsatz von Videokonferenzsoftware und VR

Abbildung 3 visualisiert wesentliche Umsetzungsunterschiede von vollimmersiven Mehrpersonen-VR-Anwendungen und Videokonferenzen für dieselben Personen und die von diesen betrachteten Inhalte. Es wird deutlich, dass (hier am Beispiel der Häuser) in Videokonferenzen eine zweidimensionale und mittels VR-Brille eine dreidimensionale Betrachtungsweise möglich ist. Im Weiteren befindet sich die Betrachterin/der Betrachter bei Videokonferenzen allein vor einem Bildschirm, auf dem weitere Teilnehmende und das zu betrachtende Objekt zu sehen sind. Bei dem Einsatz von VR-Brillen befindet sich die Betrachterin/der Betrachter gemeinsam mit anderen Teilnehmenden in einem virtuellen Raum, in dem sie sich das Objekt gemeinsam anschauen und mittels Controller mit dem Objekt interagieren können. Die Interaktion mit Objekten in einer Videokonferenz ist wie abgebildet lediglich mit dem Cursor der Computermaus möglich, durch das Teilen des Bildschirms werden den anderen Teilnehmenden Objekt und Interaktion gezeigt. In Videokonferenzen sind die Teilnehmenden in Form eines Ausschnittes ihrer Oberkörper als rechteckige Video-Kacheln zu sehen, während in der virtuellen Umgebung die Teilnehmenden als Avatare dargestellt werden. In beiden Formen sind die Teilnehmenden durch ein Netzwerk miteinander verbunden.



Abb. 3: Gemeinsames Arbeiten am Aufbau eines Hauses in einer Mehrpersonen-VR-Anwendung (rechts) vs. in einer Videokonferenz (links).

In Situationen, in denen Lehre online stattfindet, werden vermehrt Videokonferenzsoftware für die Zusammenarbeit von Lehrenden und Lernenden verwendet (Lecon 2020). Diese Software ermöglicht den direkten Austausch zwischen Lehrenden und Lernenden sowie die Zusammenarbeit der Lernenden untereinander. Um die Zusammenarbeit der Studierenden über die Videokonferenz hinaus zu ermöglichen, können zusätzlich weitere Tools wie beispielsweise Blogs, Wikis oder 3D-Welten verwendet werden (Gregory und Bannister-Tyrrell 2017). Blogs ermöglichen den asynchronen Austausch von Lehrenden und Lernenden, während Wikis einen Ort bieten, um Wissen zu sammeln.

Die «Embodiment Theory of Learning» besagt, dass Wissen über Events, Objekte oder theoretische Zusammenhänge besser verinnerlicht werden kann, wenn Lernerevents mit sensorisch-motorischen Informationen kombiniert werden (Kiefer und Trumpp 2012). Mit VR-Lernanwendungen können Lernumgebungen geschaffen werden, die diese Interaktionen mit virtuellen Umgebungen und Objekten simulieren und dadurch motorische Informationen zum Gelernten hinzufügen. So könnte über den gezielten Einsatz von VR-Lernanwendungen eine Interaktionsmöglichkeit mit Gruppenteilnehmenden sowie der Umwelt geschaffen werden, was einen Nachteil der Videokonferenzsoftware in Bezug auf Gruppenarbeiten in körperlicher Präsenz ausgleichen könnte (Pottle 2019). Die Lernenden werden zudem zu aktiven Mitarbeitenden, während sie im klassischen Lernkontext oder in Videokonferenzen häufig die passive Rolle eines Hörers bzw. einer Hörerin einnehmen (Sancho et al. 2009).

Weiterhin kann die Nutzung von VR-Brillen für die Darstellung virtueller Welten die Immersion und das Gefühl von Präsenz der Nutzenden in der virtuellen Welt stark erhöhen, da die Nutzerin oder der Nutzer durch das Tragen der VR-Brille visuell von der realen Welt getrennt ist (Rebelo et al. 2012). Dies gelingt aufgrund der technischen Begebenheit besser in Anwendungen, die mit VR-Brillen genutzt werden, als beispielsweise bei desktopbasierten VR-Szenarien (Lerner, Wichmann, und Wegner 2019). Hinter der VR-Brille entsteht weniger Ablenkung durch die reale Welt; die Lernenden können sich auf die Lernumgebung fokussieren und konzentrieren. Denn beim Lernen mit Videokonferenztools von zu Hause, wird häufig die Gefahr der Ablenkung als ein grosser Nachteil dieser Methodik gesehen (Aguilera-Hermida 2020; Strauß und Rummel 2020). Für Lernende ist ihr zu Hause eher ein Ort der Freizeit und Entspannung. Soll nun dort gelernt werden, fällt das Konzentrieren schwer. Hinzu kommen weitere Faktoren wie Lärm oder Ablenkungen durch andere Familienmitglieder (Aguilera-Hermida 2020).

Studierende können allerdings auch abgeneigt sein, VR-Lernanwendungen zu nutzen. Ein Phänomen, welches bei der Durchführung von VR-Anwendungen auftreten kann, ist die *Cybersickness* – ein Gefühl von Unwohlsein während der Nutzung von VR oder virtuellen Desktopanwendungen (Burhenne, Kerling, und Gordon 2018). Porcino, Trevisan, und Clua (2021) beschreiben in ihrem Review mehrere Ansätze, wie Cybersickness vorgebeugt werden kann. Beispielsweise sollte, wenn die VR-Brille diese Funktion bietet, immer der Augenabstand (Interpupillary Distance, IPD) an den Nutzer angepasst werden. Auch Eingewöhnungszeiten und Pausen während der Nutzung tragen positiv zum Wohlbefinden bei (ebd.).

Weiterhin kann die Nutzung einer VR-Lernanwendung für die Studierenden bedeuten, dass sie sich während des Studiums mit einer weiteren digitalen Technologie befassen müssen. Dies kann besonders für weniger technikaffine Studierende eher wie eine zusätzliche Last denn als Unterstützung bedeuten. Abhängig ist dies meist davon, wie intuitiv und verlässlich die Technologie an sich funktioniert und in den Lernkontext eingebunden ist. Häufige Ausfälle und Fehlfunktionen können sowohl bei den Studierenden als auch bei den Lehrenden für Frustration sorgen. Lehrende müssen (oft zeitaufwendig) VR-Anwendungen in bereits existierende Kurse und Module einbinden. Werden die Anwendungen falsch integriert, entwickeln sie sich schnell von einem unterstützenden Tool zu einer Ablenkung. Weiterhin muss die Technik langfristig genutzt und gewartet werden können, sodass sich der Aufwand der Integration lohnt (Burhenne, Kerling, und Gordon 2018).

Zur besseren Übersicht über die Unterschiede zwischen dem Einsatz von Virtual Reality und Videokonferenzen in der Lehre folgt eine tabellarische Zusammenfassung benannter kommunikativ-interaktiver (Tab. 1), technischer (Tab. 2) und didaktisch-gestalterischer (Tab. 3) Unterschiede zwischen den beiden Methoden.

Kommunikativ-interaktive Unterschiede:		
Merkmale	Videokonferenz	VR
Sprache	<ul style="list-style-type: none"> - Belastung durch fehlenden «Smalltalk» (Rump und Brandt 2020) - Koordination der Sprechendenwechsel notwendig (Dähling und Standop 2021) 	<ul style="list-style-type: none"> - Lautstärke der Stimme kann je nach Entfernung des Sprechenden angepasst werden (Du et al. 2018) - Sprachübertragung ermöglicht Austausch in Gruppendiskussionen oder Einzelgesprächen (Gregory und Bannister-Tyrrell 2017)
Körperliche Anwesenheit	<ul style="list-style-type: none"> - Kleiner Ausschnitt von Teilnehmenden sichtbar (Gojowsky et al. 2014, zit. n. Hey und Bodenstein-Dresler 2021) - Eingeschränkte körperliche Mobilität, starke körperliche Nähe (Bailenson 2021) 	<ul style="list-style-type: none"> - Kann das Gefühl von körperlicher Präsenz erhöhen (Rebelo et al. 2012) - Gestik hilft, das Gefühl von menschlicher Gesellschaft in VR zu verstärken (Affendy und Wanis 2019)
Nonverbale Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> - Schwer zu erkennen; Erkennen mit erheblichem Aufwand verbunden; übliches Verhalten in engen Beziehungen muss gegenüber Fremden und Kollegen genutzt werden (z.B. langer Blickkontakt); erzwungene Beobachtung des nonverbalen Verhaltens und übertriebene Nutzung (z.B. starkes Nicken als Zustimmung) (Bailenson 2021) - In Teilen umsetzbar (Hey und Bodenstein-Dresler 2021) (siehe Kap. 2) 	Bis auf Mimik kann nonverbale Kommunikation (wie Zeigen, Winken oder das Gefühl von Nähe) in VR dargestellt werden (Dzardanova et al. 2021)
Mimik	<ul style="list-style-type: none"> - Bei ausgeschalteter Kamera nicht zu sehen (Gojowsky et al. 2014, zit. n. Hey und Bodenstein-Dresler 2021) - Belastung durch das Fehlen nonverbaler Hinweise wie Mimik (Rump und Brandt 2020) 	<ul style="list-style-type: none"> - Zur Erkennung wird zusätzliche Hardware benötigt (siehe 3.1) - Unterstützung von Mimik in VR ist noch in der Entwicklung (Dzardanova et al. 2021)
Gestik	<ul style="list-style-type: none"> - Bei ausgeschalteter Kamera nicht zu sehen (Gojowsky et al. 2014, zit. n. Hey und Bodenstein-Dresler 2021) - Belastung durch das Fehlen nonverbaler Hinweise wie Gestik (Rump und Brandt 2020) 	<ul style="list-style-type: none"> - Wird die Handposition dargestellt, können Gesten (wie beispielsweise Zeigen, Winken) dargestellt werden - Gestik hilft, das Gefühl von menschlicher Gesellschaft in VR zu verstärken (Affendy und Wanis 2019)

Tab. 1: Kommunikativ-interaktive Unterschiede zwischen Videokonferenzen und VR.

Technische Unterschiede		
Merkmale	Videokonferenzen	VR
Notwendige Technik	- PC mit Videokamera und Mikrofon, stabiles Internet	- VR-Brille und ggf. Rechner (siehe Unterkapitel 3.1)
Technische Möglichkeiten	- Nutzung/Einbindung von: Breakout-Rooms, Videokonferenztool wie GatherTown, Chat, Forum, Wiki, Quests für Lerngruppen, Challenges und Gamification Elemente (Entner, Fleischmann, und Strasser 2021)	- Anpassbare Räume, in denen teilweise dokumentiert werden kann (über Whiteboard o. Ä.); teilweise ist die Einbindung von YouTube möglich oder ein Desktop-Sharing (Bangay et al. 2020) - In den anpassbaren Räumen in VR können Dinge oder Situationen dargestellt werden, die so in der Realität nicht oder nur schwer abzubilden wären (Affendy und Wanis 2019)
Technische Herausforderungen	- Nicht ausreichende Tonqualität, Zeitverlust durch Latenzen, instabile Internetverbindung, schlechte Bildqualität (Rump und Brandt 2020)	- Zusammenfindung aller in demselben virtuellen Raum; unterschiedliche Applikationen haben unterschiedliche Knopfbedlegungen und erschweren damit den Einstieg in die Nutzung der Technik; Privatsphäre-Einstellungen müssen so gewählt werden, dass Fremde nicht den Unterricht stören können (Bangay et al. 2020)

Tab. 2: Technische Unterschiede zwischen Videokonferenzen und VR.

Didaktisch-gestalterische Unterschiede		
Merkmale	Videokonferenz	VR
Umsetzungsmöglichkeiten der Gruppenarbeit	- Geringe Interaktion zwischen Studierenden in Gruppenarbeiten (Holtermann 2020) - Stärkt soziale Eingebundenheit in Kleingruppen; systematische Kollaboration, systematisches Peer-Feedback möglich; Schaffen von gemeinsamen Erlebnissen (Entner, Fleischmann, und Strasser 2021) - Neigung zur voneinander unabhängigen Arbeitsteilung (Strauß und Rummel 2020)	- Kleingruppendiskussion möglich durch die Nutzung von privaten Räumen (Bangay et al. 2020) - Arbeiten mit virtuellen Objekten (beispielsweise Maschinen oder Geräten): eine Person arbeitet und die anderen schauen zu (Berg und Steinsbekk 2021)

Didaktisch-gestalterische Unterschiede		
Merkmale	Videokonferenz	VR
Positive Auswirkungen	<ul style="list-style-type: none"> - Stärkung des Kontaktes zwischen Lehrenden und Studierenden durch synchrone Elemente, z. T. verstärkt durch informelle, humorvolle, persönliche, abwechslungsreiche Anteile und Kleingruppenformate (Berendt et al. 2021) - Studierende wünschen sich, Zoom auch in Zukunft beizubehalten (Brunner 2021) 	<ul style="list-style-type: none"> - Nutzer arbeiten oft kollaborativ daran, die Lösung eines Problems zu erarbeiten (Affendy und Wanis 2019) - Gestik hilft, das Gefühl von menschlicher Gesellschaft in VR zu verstärken (ebd.) - VR kann Motivation und Engagement beim Lernenden erhöhen (Concannon, Esmail, und Roberts 2019)
Nebenwirkungen/negative Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> - Niedrige Aufmerksamkeit, gehemmte Beteiligung, fehlende persönliche Kontakte (Holtermann 2020) - Zoom-Müdigkeit/Fatigue (Rump und Brandt 2020; Bailenson 2021): Reduktion der Konzentration, Fahrigkeit, Ungeduld, erhöhte Reizbarkeit, fehlende Balance, unwirkliches Agieren gegenüber Mitmenschen, Generiert Sein, Kopfschmerzen, - Magenschmerzen, Schlafstörungen, Sehstörungen; verleitet zu Nebentätigkeiten (Rump und Brandt 2020) - Physiologische Erregung durch angestartt Werden; kognitive Belastung durch Videonutzung (Bailenson 2021) - Emotionale Belastung durch das Fehlen sozialer Kontakte und persönlicher Betreuung durch Dozierende (Brunner 2021) 	<ul style="list-style-type: none"> - Soziale Interaktionen bisher oft nur bedingt möglich, Mimik ist aber beispielsweise wichtig für einen guten Austausch unter Lernenden sowie mit der Lehrkraft (Buehler und Kohne 2019) - Nutzer können sich mit dem VR-Headset unwohl fühlen, insbesondere, wenn zusätzlich eine Brille getragen wird (Krajčovič et al. 2021) oder aufgrund von Cybersickness (Burhenne, Kerling, und Gordon 2018)

Tab. 3: Didaktisch-gestalterische Unterschiede zwischen Videokonferenzen und VR.

Zusammengefasst lässt sich die Frage «Welche didaktisch-gestalterischen sowie kommunikativ-interaktiven Unterschiede zeigen vollimmersive virtuelle Lernumgebungen gegenüber dem Einsatz von Videokonferenzsoftware im Kontext der Gruppenarbeit?» wie folgt beantworten: Die Methode der Gruppenarbeit ist in der Hochschuldidaktik und das Konzept der Fallarbeit ist in der Pflegedidaktik etabliert. Die voranschreitende Digitalisierung und die durch die Corona-Pandemie bedingte Notwendigkeit der sozialen Isolation erfordern neue Formen der methodischen Umsetzung von Gruppenarbeiten.

Die Rechercheergebnisse zeigen, dass derzeit vielerorts Videokonferenzsoftware (Rumpf, Bühringer, und Mühlig 2021) zur Kompensation der Corona-bedingten Einschränkungen der Interaktion zwischen Lehrenden und Studierenden sowie Studierenden untereinander und zum ortsunabhängigen Lernen genutzt wird. Weiter findet darin eine Teilkompensation nonverbaler Sprache und eine Stärkung der sozialen Eingebundenheit in der Gruppe statt. Zudem erlaubt die Nutzung von Videokonferenzsoftware den Einbezug von ergänzenden digitalen Tools wie Blogs, Chats oder Wikis. Der Einsatz von VR im Lernsetting erhöht wiederum die Motivation und das Engagement der Lernenden, reduziert den Verbrauch von Ressourcen, ermöglicht ortsunabhängiges Lernen und multiple Wiederholungsmöglichkeiten von seltenen oder gefährlichen Situationen. Ausserdem werden darin Lerninhalte verräumlicht, die Übertragbarkeit des Gelernten durch die physikalische Interaktion auf die Realität wird verbessert. Auch in der VR ist eine Interaktion mit anderen Studierenden, aber auch mit Objekten möglich. Die Motivation und die Lernerfolge können zudem mittels Storytelling und eingebundener individueller Problemlösungsprozesse, beispielsweise im Rahmen der Fallarbeit, gefördert werden.

Beide Formate haben jedoch auch Nachteile. Teilnehmende von Videokonferenzen sind anfällig für Ablenkungen durch ihr Umfeld, können sich nur bedingt untereinander informell austauschen und leiden häufig unter dem Fatigue-Syndrom sowie dem daraus folgenden Rückgang der Konzentration durch kognitive Be- und Überlastung, Bewegungseinschränkung sowie permanente Selbstkontrolle. Zudem kann eine Frustration bei der Interaktion in Kleingruppen durch Gruppenmitglieder mit geringem Beitragsanteil, sowie organisatorische und kommunikative Schwierigkeiten entstehen. Im Weiteren neigen solche Gruppen zur Arbeitsteilung, in der die lernförderliche Interaktion fehlt. Bei der Anwendung von VR muss wiederum insbesondere die Technik funktionsfähig sein, um nicht ihrerseits zur Ablenkung zu werden. Dieses gilt allerdings auch für den Einsatz von Videokonferenzsoftware. Im Gegensatz zur Videokonferenz ist jedoch keine visuelle Ablenkung durch die Umwelt gegeben, wobei alle Teilnehmenden gleichermassen darin eingebunden sind und sich der Interaktion untereinander nur schwer entziehen können. In der VR-Anwendung kann jedoch ein unerwünschter Effekt der Cybersickness bei Nutzenden hervorgerufen werden. Zudem ist zum aktuellen Stand der Technik nur unter Einbezug zusätzlicher Technik in Teilen die Mimik der Teilnehmenden darin übertragbar, was sowohl die dauerhafte Konzentration auf nonverbale Signale des Gegenübers reduziert als auch die für den Lernprozess förderlichen Aspekte der nonverbalen Kommunikation ausschliesst. Ebenso ist der Einsatz ergänzender digitaler Tools hier nur bedingt möglich. Die Ortsunabhängigkeit ist allerdings in beiden Formaten gegeben, wenn die Studierenden über die entsprechende Hardware verfügen.

Während die Fallarbeit in Videokonferenzen in Breakout-Sessions durchgeführt werden kann (wie es beispielsweise Dähling und Standop (2021) sehr detailliert beschreiben), zeigt das folgende Persona-Beispiel eine Möglichkeit der Umsetzung des Konzeptes der Fallarbeit als Gruppenarbeitsprozess im vollimmersiven virtuellen Raum.

5. Ausblick: Umsetzung des Konzeptes der Fallarbeit mittels VR in einem Gruppenarbeitsprozess

Im Folgenden wird die Erstellung von Personae (vgl. Garneli, Patiniotis, und Chorianopoulos 2021) am Beispiel einer Mehrpersonen-VR-Anwendung für eine Fallbesprechung zur Versorgung eines Menschen mit einem Kolostoma (künstlicher Darmausgang) skizziert. Wie eine konkrete Umsetzung des Mehrpersonen-VR-Szenarios in Verbindung mit der multiperspektivischen Fallbesprechung aussehen kann, soll im Rahmen des zuvor benannten Forschungsprojektes erprobt und evaluiert werden. Die detaillierte Beschreibung des methodischen Vorgehens und der Evaluationsergebnisse der Erprobung werden voraussichtlich im zweiten Teil der Beitragsreihe zum immersiven Lernen veröffentlicht.

In der VR-Anwendung sollen sich mehrere Lernende treffen und gemeinsam den Fall einer Patientin oder eines Patienten mit einem Kolostoma diskutieren. Die Lernenden befinden sich in einem virtuellen Patientenzimmer und haben die Möglichkeit, den Fall in der Patientenakte nachzuschlagen. An der Wand hängen Abbildungen mit Stichpunkten zu den unterschiedlichen theoretischen Perspektiven. Sie können miteinander sprechen, Objekte, über die diskutiert werden soll, an eine Pinnwand heften und auf dieser Skizzen bzw. Notizen vornehmen. Zudem haben sie die Möglichkeit, von ihrem Blickfeld ein Foto (Screenshot) aufzunehmen, das anschließend auf einem Computer abgerufen werden kann. Das Szenario kann aufgezeichnet und für die Reflexion genutzt werden. Nutzende werden als Avatar dargestellt, welchen sie selbst wählen können. Mit diesem haben sie die Möglichkeit zur nonverbalen Kommunikation in Form der Gestik sowie zur verbalen Kommunikation durch den Einsatz der eigenen Sprache. Die Avatare unterscheiden sich sowohl in ihrem Aussehen voneinander als auch in der Rolle, die sie repräsentieren, was insbesondere die Verkörperung und den Rollenwechsel für die Lernenden erleichtert. So kann eine Lernende oder ein Lernender beispielsweise in die Rolle der Patientin oder des Patienten schlüpfen, während zwei andere die Rolle eines Arztes oder einer Ärztin und einer Pflegefachperson einnehmen.

In der Anwendung gibt es demnach drei Perspektiven: Die Lernenden, die durch die unterschiedlichen Rollen einen Perspektivwechsel auf den Fall erleben können, die Gruppe der Lernenden, die eine gemeinsame Individuallösung für den Patient:innenfall finden möchte und die Lehrenden, die durch den Einsatz der

Anwendung das Ziel verfolgen, interprofessionelle Kommunikation sowie multiperspektivisches Denken zu fördern. Anhand dieser Personae kann beispielhaft aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten die VR-Anwendung in der Lehre bieten kann.

6. Fazit

Abschliessend kann auf Grundlage der Literaturergebnisse kein eindeutiges Urteil darüber gefällt werden, welches Medium (Videokonferenzsoftware oder VR-Brille) sich besser für das Lernen in Gruppen eignet. Die positiven Ergebnisse bei der Mediennutzung unter dem Einbezug des Konzeptes der Fallarbeit zeigen allerdings, dass der Lernerfolg der Studierenden mit der didaktischen Aufbereitung des Lehr-Lernmaterials korreliert. Eine solche Abhängigkeit zwischen «der didaktisch-methodischen Aufarbeitung, dem Design der Lernmodule und der Qualität des Mediums wie auch der Lehre» (Hejna und Seeling 2022, 12) wird ebenfalls in einem systematischen Review zum Einsatz digitaler Medien in Verbindung mit der hermeneutischen Fallarbeit für den Bildungsbereich der Gesundheitsberufe beschrieben (ebd.). Folglich ist die Notwendigkeit von Implementierungskonzepten für den Einsatz digitaler und virtueller Medien in der Lehre sowie von Untersuchungen zur Effektivität des Einsatzes neuer Medien wie der VR-Brille nochmals zu betonen.

Literatur

- Affendy, Nor'a Muhammad Nur, und Ismail Ajune Wanis. 2019. «A Review on Collaborative Learning Environment across Virtual and Augmented Reality Technology». *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 551: 12050. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/551/1/012050>.
- Aguilera-Hermida, A. Patricia. 2020. «College students' use and acceptance of emergency online learning due to COVID-19». *International Journal of Educational Research Open* 1: 100011. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2020.100011>.
- Bailenson, Jeremy N. 2021. «Nonverbal overload: A theoretical argument for the causes of Zoom fatigue». *Technology, Mind, and Behavior* 2 (1). <https://doi.org/10.1037/tmb0000030>.
- Bangay, Shaun, Guy Wood-Bradley, Hasan Ferdous, Thuong Hoang, Sophie Mckenzie, Alexander Baldwin, und Elicia Lanham. 2020. «On Repurposing Social Virtual Reality Platforms to Support Distributed Learning». In *2020 IEEE/WIC/ACM International Joint Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT)*, 981–86: IEEE. <https://doi.org/10.1109/WIIAT50758.2020.00150>.
- Berendt, Brigitte, Andreas Fleischmann, Niclas Schaper, Birgit Szczyrba, Matthias Wiemer, und Johannes Wildt, Hrsg. 2021. *Neues Handbuch Hochschullehre*. DUZ. <https://doi.org/10.36197/DUZOPEN.029>.

- Berg, Helen, und Aslak Steinsbekk. 2021. «The Effect of Self-Practicing Systematic Clinical Observations in a Multiplayer, Immersive, Interactive Virtual Reality Application Versus Physical Equipment: A Randomized Controlled Trial». *Advances in health sciences education: theory and practice* 26 (2): 667–82. <https://doi.org/10.1007/s10459-020-10019-6>.
- Brunner, Georg. 2021. «Das Corona-Semester – die Zwangsumstellung auf Fernlehre aus Sicht der Hochschulleitung am Beispiel der Pädagogischen Hochschule Freiburg». In *Wie Corona die Hochschullehre verändert*, herausgegeben von Ullrich Dittler, und Christian Kreidl, 71–87. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-32609-8_5.
- Buehler, Kai, und Andreas Kohne. 2019. «Lernen mit Virtual Reality: Chancen und Möglichkeiten der digitalen Aus- und Fortbildung». In *Zukunftsfähige Unternehmensführung: Ideen, Konzepte und Praxisbeispiele*, herausgegeben von Matthias Groß, Matthias Müller-Wiegand, und Daniel F. Pinnow, 209–24. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-662-59527-5_11.
- Burhenne, Rebecca A., Kristin A. Kerling, und Randy M. Gordon. 2018. «Challenges and Disadvantages With Virtual Technology Integration». *Virtual Simulation in Nursing Education*. <https://doi.org/10.1891/9780826169648.0006>.
- Concannon, Brendan J., Shaniff Esmail, und Mary Roduta Roberts. 2019. «Head-Mounted Display Virtual Reality in Post-Secondary Education and Skill Training». *Front. Educ.* (4). <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00080>.
- Dähling, Christoph, und Jutta Standop. 2021. «Kollaborative Fallarbeit in Videokonferenzen». *Die Materialwerkstatt. Zeitschrift für Konzepte und Arbeitsmaterialien für Lehrer*innenbildung und Unterricht* 3 (1): 32–39. <https://doi.org/10.11576/dimawe-4458>.
- Diefenbach, Sabine, und Dörthe Höhle. 2018. «Interdisziplinarität – (k)ein Thema im Unterricht an Gesundheitsfachschulen». *PADUA* 13 (2): 99–106. <https://doi.org/10.1024/1861-6186/a000422>.
- Dieterich, Juliane, und Karin Reiber. 2014. *Fallbasierte Unterrichtsgestaltung Grundlagen und Konzepte: Didaktischer Leitfaden für Lehrende*. Pflege fallorientiert lernen und lehren. Stuttgart: Kohlhammer.
- Dittler, Ullrich, und Christian Kreidl, Hrsg. 2021. *Wie Corona die Hochschullehre verändert*. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32609-8>.
- Du, Jing, Yangming Shi, Zhengbo Zou, und Dong Zhao. 2018. «CoVR: Cloud-Based Multiuser Virtual Reality Headset System for Project Communication of Remote Users». *J. Constr. Eng. Manage.* 144 (2): 4017109. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001426](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001426).
- Dzardanova, Elena, Vlasios Kasapakis, Damianos Gavalas, und Stella Sylaiou. 2021. «Virtual Reality as a Communication Medium: A Comparative Study of Forced Compliance in Virtual Reality Versus Physical World». *Virtual Reality* 1–21. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00564-9>.

- Entner, Cornelia, Andreas Fleischmann, und Alexandra Strasser. 2021. «Hochschullehre im digitalen Wandel: Überlegungen zur didaktischen Gestaltung von Präsenz- und Onlinelehre». In *Neues Handbuch Hochschullehre*, herausgegeben von Brigitte Berendt, Andreas Fleischmann, Niclas Schaper, Birgit Szczyrba, Matthias Wiemer, und Wildt, Johannes, 24–42: DUZ. <https://doi.org/10.36197/DUZOPEN.029>.
- Freina, Laura, und Michela Ott. 2015. «A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives». In *The international scientific conference elearning and software for education 1*: 133–41. Bucharest. <https://doi.org/10.12753/2066-026X-21-020>.
- Fricoteaux, Loïc, Indira Thouvenin, und Daniel Mestre. 2014. «GULLIVER: A decision-making system based on user observation for an adaptive training in informed virtual environments». *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 33: 47–57. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2014.03.005>.
- Garneli, Varvara, Konstantinos Patiniotis, und Konstantinos Chorianopoulos. 2021. «Designing Multiplayer Serious Games with Science Content». *MTI* 5 (3): 8. <https://doi.org/10.3390/mti5030008>.
- Goeze, Annika, und Stefanie Hartz. 2008. «Die Arbeit an Fällen als Medium der Professionalisierung von Lehrenden». *REPORT – Zeitschrift für Weiterbildungsforschung* 03/2008: 68–78. <https://doi.org/10.3278/REP0803W068>.
- Gregory, Sue, und Michelle Bannister-Tyrrell. 2017. «Digital learner presence and online teaching tools: higher cognitive requirements of online learners for effective learning». *Research and Practice in Technology Enhanced Learning* 12 (1): 1–17. <https://doi.org/10.1186/s41039-017-0059-3>.
- Greimel-Fuhrmann, Bettina, Julia Riess, Tim Loibl, und Susanne Schuster. 2021. «Lehren aus der Distanzlehre ziehen – eine Interviewstudie zur Distanzlehre an der Wirtschaftsuniversität Wien». In *Wie Corona die Hochschullehre verändert*, herausgegeben von Ullrich Dittler, und Christian Kreidl, 89–103. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-32609-8_6.
- Gutierrez, Mario, F. Vexo, und Daniel Thalmann. 2008. *Stepping into Virtual Reality*. Wiesbaden: Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-84800-117-6>.
- Haerling, Katie A. 2018. «Cost-Utility Analysis of Virtual and Mannequin-Based Simulation». *Simulation in healthcare: journal of the Society for Simulation in Healthcare* 13 (1): 33–40. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000280>.
- Hejna, Urszula, und Stefanie Seeling. 2022. «Digitale und virtuelle Unterstützung hermeneutischer Fallarbeit in der gesundheitsberuflichen Bildung». *Pflege*, 1–13. <https://doi.org/10.1024/1012-5302/a000861>.
- Hey, Barbara, und Friederike Bodenstein-Dresler, Hrsg. 2021. *Virtuelle Veranstaltungen in Wissenschaft und Lehre*. essentials. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-33194-8>.
- Holtermann, Sebastian. 2020. «Teleteaching – Provisorium oder langfristige Ergänzung für die Lehre?». Masterarbeit, Hochschule Hannover. <https://doi.org/10.25968/opus-1779>.

- Jensen, Lasse, und Flemming Konradsen. 2018. «A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training». *Educ Inf Technol* 23 (4): 1515–29. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>.
- Kiefer, Markus, und Natalie M. Trumpp. 2012. «Embodiment theory and education: The foundations of cognition in perception and action». *Trends in Neuroscience and Education* 1 (1): 15–20. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2012.07.002>.
- Kienle, Andrea, und Tamara Appel. 2021. «In 25 Tagen in die digitale Welt: Das Online-Semester an der Fachhochschule Dortmund.». In *Wie Corona die Hochschullehre verändert*, herausgegeben von Ullrich Dittler, und Christian Kreidl, 105–18. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32609-8>.
- Kostorz, Peter, und Marco van den Berg. 2013. «Gruppenarbeit im Studium». *PADUA* 8 (1): 4–12. <https://doi.org/10.1024/1861-6186/a000097>.
- Krajčovič, Martin, Gabriela Gabajová, Beáta Furmannová, Vladimír Vavřík, Martin Gašo, und Marián Matys. 2021. «A Case Study of Educational Games in Virtual Reality as a Teaching Method of Lean Management». *Electronics* 10 (7): 838. <https://doi.org/10.3390/electronics10070838>.
- Lang, Yining, Liang Wei, Fang Xu, Yibiao Zhao, und Lap-Fai Yu. 2018. «Synthesizing Personalized Training Programs for Improving Driving Habits via Virtual Reality». In *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*: IEEE. <https://doi.org/10.1109/vr.2018.8448290>.
- Lecon, Carsten. 2020. «Corona E-Learning Cocktail: Sustainability of University Education in Times of Pandemics». In *2020 15th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*, 57–65. <https://doi.org/10.1109/ICCSE49874.2020.9201619>.
- Lerner, Dieter, Dominik Wichmann, und Konstantin Wegner. 2019. «Virtual-Reality-Simulationstraining in der Notfallsanitäterausbildung». *retten!* 8 (4): 234–7. <https://doi.org/10.1055/a-0820-8614>.
- Lindwedel-Reime, Ulrike, Christian Plotzky, Lisa Blattert, Stefan Walzer, Christophe Kunze, und Peter König. 2019. «Evaluation eines VR-gestütztes Absaugtrainings für professionell Pflegende in Ausbildung und Praxis». Unveröffentlichtes Manuskript.
- Marczuk, Anna, Frank Multrus, und Markus Lörz. 2021. *Die Studiensituation in der Corona-Pandemie. Auswirkungen der Digitalisierung auf die Lern- und Kontaktsituation von Studierenden*: Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW). Zugriff am 27. August 2021. https://www.dzhw.eu/pdf/pub_brief/dzhw_brief_01_2021.pdf.
- Mazur, Travis, Tarek R. Mansour, Luke Mugge, und Azedine Medhkour. 2018. «Virtual reality-based simulators for cranial tumor surgery: a systematic review». *World neurosurgery* 110: 414–22. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.11.132>.
- Mirgram, Paul, und Fumio Kishino. 1994. «A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays». *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems* E77-D (12): 1321–29. https://www.researchgate.net/publication/231514051_A_Taxonomy_of_Mixed_Reality_Visual_Displays.

- Nichols, Sarah, Clovissa Haldane, und John R. Wilson. 2000. «Measurement of presence and its consequences in virtual environments». *International Journal of Human-Computer Studies* 52 (3): 471–91. <https://doi.org/10.1006/ijhc.1999.0343>.
- Nikodemus, Paul. 2017. *Lernprozessorientiertes Wissensmanagement und kooperatives Lernen*. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-17681-5>.
- Porcino, Thiago, Daniela Trevisan, und Esteban Clua. 2021. «A Cybersickness Review: Causes, Strategies, and Classification Methods». *JIS* 12 (1): 269–82. <https://doi.org/10.5753/jis.2021.2058>.
- Pottle, Jack. 2019. «Virtual Reality and the Transformation of Medical Education». *Future healthcare journal* 6 (3): 181–5. <https://doi.org/10.7861/fhj.2019-0036>.
- Rebello, Francisco, Paulo Noriega, Emília Duarte, und Marcelo Soares. 2012. «Using Virtual Reality to Assess User Experience». *Human factors* 54 (6): 964–82. <https://doi.org/10.1177/0018720812465006>.
- Rump, Jutta, und Marc Brandt. 2020. «Zoom- Fatigue». <https://www.ibe-ludwigshafen.de/wp-content/uploads/2020/09/IBE-Studie-Zoom-Fatigue.pdf>.
- Rumpf, Hans-Jürgen, Gerhard Bühringer, und Stephan Mühlig. 2021. «Online-Konferenzen, Zoom-Fatigue und virtuelle Kongresse – Kommunikation in der Pandemie». *SUCHT* 67 (3): 117–20. <https://doi.org/10.1024/0939-5911/a000709>.
- Sancho, Pilar, Ruben Fuentes, Pedro Pablo Gomez-Martin, und Baltasar Fernandez-Manjon. 2009. «Applying multiplayer role based learning in engineering education: Three cases of study to analyze the impact on student’s performance». *International Journal of Engineering Education* 25 (4): 665-679.
- Schild, Jonas, Dieter Lerner, Sebastian Misztal, und Thomas Luiz. 2018. «EPICSAVE – Enhancing vocational training for paramedics with multi-user virtual reality». In *2018 IEEE 6th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2018.8401353>.
- Schrems, Berta. 2013. *Fallarbeit in der Pflege: Grundlagen, Formen und Anwendungsbereiche*. Wien: facultas.
- Schrems, Berta. 2019. *Fallarbeit in der Pflege: Grundlagen, Formen und Anwendungsbereiche*. 3., überarbeitete und ergänzte Auflage. Wien: facultas. <https://doi.org/10.24989/9783990308790>.
- Schwan, Stephan, und Jürgen Buder. 2006. «Virtuelle Realität und E-Learning». <https://www.e-teaching.org/materialien/literatur/schwan-buder-2005>.
- Shneiderman, Ben. 1998. *Designing the user interface – Strategies for effective human-computer*. 3. Aufl. o. O.: Addison-Wesley Longman. <https://www.mti-express.fr/sites/default/files/webform/pdf-designing-the-user-interface-strategies-for-effective-human-comp-ben-shneiderman-pdf-download-free-book-442e0d2.pdf>.
- Slater, Mel, und Sylvia Wilbur. 1997. «A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments». *Presence: Teleoperators & Virtual Environments* 6 (6): 603–16. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>.

Strauß, Sebastian, und Nikol Rummel. 2020. «Promoting interaction in online distance education: designing, implementing and supporting collaborative learning». *ILS* 121 (5/6): 251–60. <https://doi.org/10.1108/ILS-04-2020-0090>.

Wang, Annie, Meredith Thompson, Dan Roy, Katharine Pan, Judy Perry, Philip Tan, Rik Eberhart, und Eric Klopfer. 2019. «Iterative user and expert feedback in the design of an educational virtual reality biology game». *Interactive Learning Environments*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1678489>.

Zumbach, Jörg, und Heinz Mandl, Hrsg. 2008. *Pädagogische Psychologie in Theorie und Praxis: Ein fallbasiertes Lehrbuch*. Göttingen: Hogrefe.