

die hochschullehre – Jahrgang 8 – 2022 (50)

Herausgebende des Journals: Svenja Bedenlier, Ivo van den Berk, Jonas Leschke, Peter Salden, Antonia Scholkmann, Angelika Thielsch

Dieser Beitrag ist Teil des Themenheftes „Paderborner Beiträge 2022“ (herausgegeben von Diana Bücken und Nerea Vöing).

Beitrag in der Rubrik Praxisforschung

DOI: 10.3278/HSL2250W

ISSN: 2199-8825 wbv.de/die-hochschullehre



Einsatz und Evaluation von Virtual Reality-Technologie in einem Informatik-Seminar

ENES YIGITBAS

Zusammenfassung

Aufgrund der Corona-Pandemie wurden zahlreiche Lehrveranstaltungen über digitale Lösungen abgewickelt. Hierbei kamen insbesondere herkömmliche Kollaborationstools (Zoom, Big Blue Button etc.) zum Einsatz, um eine synchrone Sitzung für Lehr- und Lernzwecke digital abzubilden. Während diese eine solide Basis für die Kommunikation zwischen Lernenden und Lehrenden anbieten, kommen Aspekte wie Präsenz oder eine realistische Art der Interaktion zu kurz. Als eine alternative Lösung wurde daher in einem Informatik-Seminar Virtual Reality (VR)-Technologie als primäres Medium für die Lehrveranstaltung verwendet. Dabei wurde anhand von Fragebögen und Interviews mit den Teilnehmenden der Nutzen von VR im Vergleich zu herkömmlichen Kollaborationstools untersucht. Die Ergebnisse zeigen das hohe Potenzial von VR, Anschaulichkeit und Erlebbarkeit von Lerninhalten zu steigern sowie durch soziale Präsenz die Zusammenarbeit zu fördern.

Schlüsselwörter: Virtual Reality; Kollaboration; Lernen; Informatik; Usability

Use and evaluation of virtual reality technology in a computer science seminar

Abstract

Due to the Corona pandemic, numerous courses were handled via digital solutions. In particular, traditional collaboration tools (Zoom, Big Blue Button, etc.) were used to digitally map a synchronous session for teaching and learning purposes. While these traditional collaboration tools offer a solid basis for communication between learners and instructors, aspects such as presence or a realistic type of interaction fall short. Therefore, as an alternative solution, virtual reality (VR) technology was used as the primary medium for the course in a computer science seminar. Questionnaires and interviews with the participants were used to investigate the benefits of VR in comparison to conventional collaboration tools. The results show the high potential of VR to increase the vividness and tangibility of learning content and to promote collaboration through social presence.

Keywords: Virtual Reality; Collaboration; Learning; Informatics; Usability

1 Motivation

Digitale Geräte und Medien werden heutzutage für Lern- und Bildungszwecke zunehmend eingesetzt. Dies war bereits im Zeitraum 1997 bis 2006 zu beobachten, als vernetzte Computer für kollaboratives Lernen intensiv genutzt wurden, sowie im Zeitraum 2007 bis 2016, als sich das sogenannte digitale Online-Lernen verbreitete (Radianti, Majchrzak Fromm und Wohlgenannt 2020). In den letzten Jahren wird Virtual Reality (VR)-Technologie aktiv in Bildung, Lehre und Ausbildung in verschiedenen Anwendungsdomänen integriert (Dörner, Broll, Grimm und Jung 2019). Obwohl VR nicht neu ist und bereits 1992 von Steuer (Steuer 1995) als „eine reale oder simulierte Umgebung, in der ein Wahrnehmender Telepräsenz erlebt“ definiert wurde, haben die jüngsten Entwicklungen in der Displaytechnologie und Computergrafik VR erschwinglicher und für ein breiteres Spektrum von Menschen zugänglich gemacht. Die neuesten VR-Head-Mounted-Displays (HMDs) wie Valve Index oder Oculus Quest 2 ermöglichen den Nutzenden das Eintauchen in eine realitätsnahe virtuelle Welt. Das Potenzial der VR-Technologie für die Bildung ist laut Fachleuten überzeugend, und nach Ansicht einiger Experten wie Sol Rogers (Rogers 2019) ist VR die Lernhilfe des 21. Jahrhunderts. Dies liegt vor allem daran, dass Lernaktivitäten und praktische Experimente, die im real-physischen Lernraum oft zu teuer, zu gefährlich oder einfach zu zeitaufwendig sind, durch virtuelle Erlebnisse ersetzt werden können. Basierend auf Pirker et al. (Pirker, Dengel, Holly und Safikhani 2020) kann die Übertragung dieser Erfahrungen in immersive virtuelle Realitäten für die Lernenden von großem Nutzen sein, da das Gefühl, in der virtuellen Umgebung physisch, sozial und persönlich anwesend zu sein, zum Lernprozess beiträgt.

Angesichts dieser Versprechen der VR-Technologie stellt sich insbesondere die Frage, was die Vor- und Nachteile des Einsatzes von VR im Vergleich zu klassischen Kollaborationstools wie Zoom oder Big Blue Button sind. Aufgrund der Corona-Pandemie und der damit verbundenen Einschränkungen wurden zahlreiche Lehrveranstaltungen über digitale Lösungen durchgeführt, um die Herausforderungen für die Präsenzlehre zu überwinden und alternative Möglichkeiten anzubieten, um den Lehrbetrieb aufrechterhalten zu können. Hierbei kamen insbesondere die genannten klassischen Kollaborationstools vermehrt zum Einsatz, um eine synchrone Sitzung für Lehr- und Lernzwecke digital abzubilden. Während diese eine solide Basis für die Kommunikation und Interaktion zwischen Lernenden und Lehrenden anbieten, kommen Aspekte wie Präsenz (also das Gefühl des „Da- und Dabeiseins“) oder eine realistische Art der Interaktion (z. B. durch natürliche Bewegung, Mimik, Gestik etc.) zu kurz. Zur Exploration einer alternativen Lösung für dieses Problem wurde daher in einem Informatik-Master-Seminar „Mixed Reality Software and Technology (XRST)“ (SS 2021) an der Universität Paderborn ein neues Lehrkonzept entwickelt, bei dem VR-Technologie als primäres Medium für die Lehrveranstaltung und die damit verbundenen Gruppenarbeiten verwendet wurde. Im Verlaufe des Seminars wurden diverse Sitzungen im Plenum (Workshops, Präsentationen, Diskussionen etc.) sowie Gruppenarbeiten über einen VR-Lernraum durchgeführt. Dabei wurden anhand von Fragebögen und Interviews mit den Teilnehmenden die Interaktion, Kollaboration und Lernunterstützung von VR im Vergleich zu herkömmlichen Kollaborationstools untersucht. In diesem Artikel werden die Vor- und Nachteile des Einsatzes von VR in der Hochschullehre am Beispiel eines Informatik-Seminars analysiert und diskutiert. Dabei steht die Förderung der Kollaboration, Interaktion und Lernunterstützung von VR im Vergleich zu herkömmlichen Kollaborationstools im Vordergrund. In diesem Zusammenhang werden Evaluationsergebnisse basierend auf den Fragebögen und Interviews vorgestellt und kritisch reflektiert.

Dieser Artikel ist wie folgt strukturiert: Kapitel 2 beschreibt die grundlegenden Konzepte zum Thema Virtual Reality, auf denen diese Arbeit aufbaut. Kapitel 3 geht auf verwandte Arbeiten im Kontext von VR in der Hochschullehre ein. Anschließend werden in Kapitel 4 die Forschungsfragen vorgestellt, die im Lehrforschungsprojekt beantwortet werden sollen. Kapitel 5 erläutert das neuartige Lehrkonzept und den Ablauf der Veranstaltung, die primär auf VR basierend durchgeführt wurde. Die Evaluation der Veranstaltung mit Bezug auf die Forschungsfragen wird im Kapitel 6 the-

matisiert. Eine Diskussion und kritische Reflexion der Evaluationsergebnisse und Erkenntnisse ist im Kapitel 7 zu finden. Abgeschlossen wird der Artikel mit einer Zusammenfassung und Schlussfolgerung in Kapitel 8.

2 Grundlagen

Dieses Kapitel erläutert die für diesen Artikel notwendigen Grundlagen. Zunächst wird eine kurze Einführung in die Virtual Reality-Technologie gegeben. Daraufhin werden VR-basierte Kollaborationstools vorgestellt, wo insbesondere auf die im Rahmen des betrachteten Seminars genutzte VR-Kollaborationsplattform „Spatial“ eingegangen wird.

2.1 Einführung in Virtual Reality-Technologie

Als virtuelle Realität bzw. Virtual Reality (VR) wird die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung der Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer in Echtzeit computergenerierten interaktiven virtuellen Umgebung bezeichnet. Laut Biocca und Delaney (1995) kann VR definiert werden als „die Summe der Hardware- und Softwaresysteme, die versuchen, eine allumfassende, sensorische Illusion der Präsenz in einer anderen Umgebung zu perfektionieren“. Immersion, Präsenz und Interaktivität gelten als Kernmerkmale von VR-Technologie (Ryan 2015, Walsh und Pawlowski 2002). Der Begriff Immersion wird laut Slater und Wilbur (1997) definiert als „eine Wahrnehmung, in einer nicht-physischen Welt physisch anwesend zu sein, indem Nutzende einer VR Umgebung mit Bildern, Ton oder Stimuli umgeben werden“, sodass sie das Gefühl haben, tatsächlich „da“ zu sein. Immersion beschreibt somit die Einbettung der Nutzenden in die virtuelle Welt. Die Wahrnehmung der eigenen Person in der realen Welt wird vermindert und der/die Nutzende fühlt sich mehr als Person in der virtuellen Welt. Je immersiver eine VR-Erfahrung ist, desto realistischer fühlt sie sich für die Nutzenden an. Präsenz wird definiert als „die subjektive Erfahrung, an einem Ort oder in einer Umgebung zu sein, auch wenn man sich physisch an einem anderen befindet“ (Witmer und Singer 1998). Der Begriff Interaktivität kann schließlich als das Ausmaß beschrieben werden, in dem Nutzende die VR-Umgebung in Echtzeit verändern können (Steuer 1995).

Wie die bereits eingeführte Definition von VR suggeriert, werden für ein immersives VR-Erlebnis spezielle Hardware und Software benötigt. Um ein Gefühl der Immersion zu erzeugen, werden zur Darstellung virtueller Welten spezielle Ein- und Ausgabegeräte namens VR Headsets benötigt. Zur Durchführung dieser Arbeit wurde die Oculus Quest 2 eingesetzt. Dieses mobile, kabellose Standalone-VR-Headset besteht aus einem Head-mounted Display (HMD) und den beiden Hand-Controllern. Bei der Nutzung des HMD werden zwei Bilder aus unterschiedlichen Perspektiven erzeugt und dargestellt, um einen räumlichen Eindruck zu vermitteln. Außerdem dient das HMD dazu, die Kopfbewegungen nachzuverfolgen. Diese Nachverfolgung dient dazu, die Bewegungen, zum Beispiel durch Änderung des Blickwinkels, in VR abzubilden. Analog dazu können über die Hand-Controller Eingaben betätigt und Hand- sowie Armbewegungen getrackt werden, die insgesamt eine natürliche Steuerung von VR-Anwendungen ermöglichen.

2.2 VR-Kollaborationstools

Ein Kollaborationstool ist ein digitales Werkzeug zur Zusammenarbeit im Team. Dabei geht es um Kommunikation, gemeinsame Projektarbeit und Themen wie die kollaborative Bearbeitung von Dokumenten. Ähnlich wie bei den herkömmlichen Kollaborationstools (Big Blue Button (BBB), Teams, Zoom etc.) gibt es zahlreiche VR-Kollaborationstools, die eine synchrone Sitzung in Virtual Reality ermöglichen. Engage VR¹, Altspace VR² und Spatial³ sind einige dieser VR-Kollaborationstools unter vielen anderen. Basierend auf einer technologischen Evaluation wurde für die Durchführung dieser

1 <https://engagevr.io/>

2 <https://altvr.com/>

3 <https://spatial.io/>

Arbeit die VR-Kollaborationsplattform „Spatial“ ausgewählt, die im Folgenden etwas genauer beschrieben wird.

Um die Kollaboration in VR so realistisch wie möglich zu unterstützen, stellt „Spatial“ eine Reihe von Features zur Verfügung. So können Nutzende basierend auf einem Selfie-Foto bzw. Profilbild einen realistischen 3D-Avatar von sich selbst erstellen lassen, der als digitaler Zwilling den/die jeweiligen Nutzende:n während einer virtuellen Sitzung charakterisiert. Dieser Avatar wird während einer VR-Sitzung zum Leben erweckt, indem die Bewegungen des/der Nutzenden auf den Avatar reflektiert werden. Außerdem können unterschiedliche vorgefertigte virtuelle Räume für eine virtuelle Sitzung ausgewählt werden (Büro, Seminarraum, Hörsaal, Lagerfeuer etc.). Ferner können im ausgewählten virtuellen Raum digitale Elemente erzeugt werden, indem 3D-Objekte, Fotos oder Bilder aus externen Quellen (Festplatte oder Web) hinzugefügt werden. Weitere Features sind zum Beispiel das freihändige Zeichnen in VR, Suchen im VR-Web-Browser oder die Integration von anderen Diensten wie Slack oder Google Drive. Darüber hinaus können die Arbeitsartefakte (Text, Bilder, 3D-Objekte etc.) gemeinsam mit anderen Teilnehmenden betrachtet und bearbeitet werden. Für die gemeinsame Zusammenarbeit stehen neben den Avataren Kommunikationsmöglichkeiten über „Spatial Audio“ zur Verfügung oder auch die Möglichkeit, sich gegenseitig über die Webcam zusätzlich zu sehen. Die Idee beim „Spatial Audio“ ist eine auditive Kommunikation wie in Präsenz zu ermöglichen, d. h. je näher man einer Person virtuell steht, desto besser kann man die Person hören. „Spatial“ zielt auf eine Kollaboration in VR über unterschiedliche Geräteklassen ab. Neben typischen VR-Headsets wie Oculus Quest oder Valve Index werden auch AR-Brillen wie Hololens, Magic Leap oder Nreal unterstützt, um auf die virtuelle Kollaborationsumgebung zuzugreifen. Darüber hinaus wird für nicht-immersive Geräteklassen wie Desktop-PCs, Laptops oder Smartphones eine Weboberfläche zur Verfügung gestellt, worüber die virtuelle Kollaborationsumgebung als 3D-Raum auf dem Bildschirm gezeigt werden kann. Diese Form des Zugangs bzw. Nutzung von „Spatial“ wird in diesem Artikel als Desktop-VR (DVR) bezeichnet. Während die Nutzung von „Spatial“ über ein HMD ein immersives Erlebnis ermöglicht, wo der Kollaborationsraum und andere Teilnehmende möglichst realistisch erlebt werden können, ist die Nutzung über nicht-immersive Geräteklassen (DVR) eine 3D-Repräsentation, die auf einen 2D-Bildschirm reduziert wird.

3 Ausgangslage: Einsatz und Evaluation von VR-Technologie in der Hochschullehre

Die frühe Einführung von VR-basierten Lösungen für Lehr- und Bildungszwecke begann mit Desktop-basierten virtuellen 3D-Umgebungen. Zum Beispiel wurde eine sehr populäre virtuelle Welt unter dem Namen „Second Life“ (Inman, Wright und Hartman 2010) eingeführt, um digitale Zwillinge von realen Orten zu erstellen, in denen Nutzende, die digital in Form von Avataren dargestellt werden, aktiv an realistischen Aktivitäten teilnehmen, die das Lernen anregen. Obwohl diese Desktop-basierten virtuellen Umgebungen (DVR) keine vollständig immersive Erfahrung bieten können, hat sich gezeigt, dass ihre fotorealistischen Computergrafiken das Engagement der Lernenden verbessern (Dickey 2003).

Eine Umfrage zur VR-Nutzung im Bereich Lehre und Bildung (Radianti, Majchrzak, Fromm und Wohlgenannt 2020) zeigt, dass VR am häufigsten in den folgenden Anwendungsbereichen des Bildungswesens eingesetzt wird: Ingenieurwesen (24%), Informatik (10%), Astronomie (7%) und Biologie (5%). Die meisten der bestehenden Ansätze zur VR-Nutzung in der Lehre sind sehr spezifisch oder auf Single-User-Szenarien beschränkt. In diesem Zusammenhang präsentiert (Hagge 2020) beispielsweise Erfahrungen mit VR in einer Geografie-Vorlesung, in der nur ein Student ein VR-Headset verwendet und der Rest der Klasse das gestreamte VR-Video ansieht.

In ähnlicher Weise haben Hernández und Kranzlmüller (2019) eine VR-Umgebung entwickelt, in der sich einzelne Teilnehmende in einem virtuellen Chemielabor engagieren können. Darüber hinaus unterstreichen aktuelle Projekte wie das Erasmus+-Projekt „Virtual Reality in Higher Educa-

tion: Application Scenarios and Recommendation“⁴ (2018–2020) oder das neu gestartete Projekt „AR/VR.NRW“⁵ die Bedeutung und das Potenzial von VR für Hochschulszenarien.

Bestehende Ansätze in diesem Bereich decken jedoch die Aspekte der Multi-User-Kollaboration und -Interaktion in einem VR-Setting und deren Auswirkungen auf das Lernergebnis nicht ausreichend ab. In diesem Zusammenhang ist zu beobachten, dass VR bisher meist Teil der Experimentier- und Entwicklungsarbeit war und nicht regelmäßig in der Lehre eingesetzt wurde. Vor allem Pilotprojekte, in denen VR in einem Semester durchgehend eingesetzt und die Wahrnehmung der Studierenden analysiert wird, fehlen in der Lehre an Hochschulen.

4 Forschungsfragen

Mit dem Aufkommen der VR-Technologie ist es möglich, Lehrende und Lernende in ein virtuelles Klassenzimmer einzubeziehen, in dem Immersion und Präsenz als Schlüsselfaktoren von VR zu Lernprozessen beitragen können, indem sie ein Gefühl des „Dabeiseins“ schaffen. Neben Immersion und Präsenz hat die VR-Technologie ein hohes Potenzial, kollaborative Lernerfahrungen für moderne Bildungseinrichtungen zu schaffen (Zheng, Xie und Liu 2018). Obwohl die Weiterentwicklung der VR-Technologie das kollaborative Lernen erweitert, ist die diesbezügliche Forschung (vgl. Abschnitt 3) zum VR-basierten kollaborativen Lernen noch begrenzt. Daher ist es wichtig zu untersuchen, wie der Einsatz von VR sich auf das kollaborative Lernen auswirkt und wie VR die Zusammenarbeit und Interaktion in Lernprozessen beeinflusst. Daraus leiten wir folgende Forschungsfragen und Hypothesen für diese Arbeit ab:

(F1) Wie empfinden die Studierenden den Einsatz von VR hinsichtlich der *Kollaboration* im Vergleich zu herkömmlichen Kollaborationstools? Meine Hypothese ist, dass durch den Einsatz von VR eine natürlichere (realitätsnahe) Form der Kollaboration ermöglicht wird und sich dies positiv in den Aspekten wie Motivation und Spaß widerspiegelt. Hingegen könnte es sein, dass die Effizienz und Effektivität der Zusammenarbeit darunter leiden, da VR für viele ein neues Medium ist, bei dem die Eingabe- und Ausgabemöglichkeiten bei der Bedienung nicht familiär sind.

(F2) Wie empfinden die Studierenden den Einsatz von VR hinsichtlich der *Interaktion* im Vergleich zu herkömmlichen Kollaborationstools? Hier ist meine Hypothese, dass VR die Präsenzwahrnehmung steigert, da durch die Abbildung der Teilnehmenden als 3D-Avatare und Ermöglichung von realitätsnahen Interaktionsformen ein immersives Erlebnis unterstützt wird, das in herkömmlichen Kollaborationstools so nicht möglich ist.

(F3) Wie empfinden die Studierenden den Einsatz von VR hinsichtlich der *Lernunterstützung* im Vergleich zu herkömmlichen Kollaborationstools? Hier ist zu erwarten, dass der Einsatz von VR insbesondere für Lernprozesse dienlich sein könnte, wo die visuelle und räumliche Wahrnehmung gefragt ist und durch interaktive Lernschritte untermauert werden sollte.

5 Lehrkonzept und Ablauf der Veranstaltung

Grundlage des Lehrkonzepts waren das ursprüngliche Seminarkonzept des Instituts für Informatik. Laut Beschreibung des Modulhandbuchs erarbeiten sich in einem Seminar die Teilnehmenden ein Thema, welches in einem Vortrag mit anschließender Diskussion und einer schriftlichen Ausarbeitung präsentiert wird. Hierbei liegt der Fokus auf der selbstständigen bzw. gemeinsamen Erarbeitung von forschungsnahen Teilgebieten der Informatik. Im Master-Informatik-Seminar „Recent Advances in Mixed Reality Software and Technology“, das sich thematisch mit den Themen Augmented und Virtual Reality und ihren Grundlagen und Einsatzfeldern befasst, wurde erstmalig im Sommer-

4 <https://www.uni-due.de/proco/erasmusplus.php>

5 <https://www.hshl.de/forschung-unternehmen/forschungsprojekte/forschungsprojekte-im-themenfeld-materialwissenschaften/ar-vr-nrw/>

semester 2021 Virtual Reality als primäres Medium für die Durchführung der Veranstaltung durchgeführt. An der Universität gibt es (nach bestem Wissen und Gewissen) kein vergleichbares Format, bei dem Vor- und Nachteile des Einsatzes von VR hinsichtlich Kollaboration, Interaktion und Lernunterstützung im Detail analysiert wurden.

In der Lehrveranstaltung waren zwölf Teilnehmende angemeldet. Das Seminar wurde wie folgt konzipiert und durchgeführt:

Auf der inhaltlichen Ebene hatten die Teilnehmenden die Aufgabe, aus einer Liste angebotener Themen im Kontext von Augmented und Virtual Reality ein Thema auszuwählen und zu diesem Thema eine Ausarbeitung und eine Präsentation zu erstellen. Organisatorisch wurde das Seminar wie folgt durchgeführt.

Zunächst fand das Seminar mit einem Kick-off-Treffen über BBB an. Da dies das allererste Treffen war und die meisten Teilnehmenden keine VR-Brille hatten, wurde es über BBB durchgeführt. Der Hauptzweck dieses Treffens bestand darin, das gegenseitige Kennenlernen unter den Teilnehmenden zu fördern sowie ihnen organisatorische Informationen und eine Liste von Seminarthemen bereitzustellen. Außerdem wurden die Teilnehmenden über das SoTL-Projekt (Huber 2014) und über das Vorhaben der Erforschung der eigenen Lehre zum Thema „Einsatz von VR in der Hochschullehre“ informiert.

Nach dem Kick-off-Treffen wurden die VR-Teilnehmenden des Seminars zufällig ausgewählt, da die Anzahl der verfügbaren VR-Head-Sets (Oculus Quest 2) auf sechs beschränkt war.

Nach der Ausleihe der VR-Brillen gab es eine VR-Setup- und Aufwärmphase, die dazu diente, die VR-Umgebung einzurichten und mit den Teilnehmenden zu testen, damit alles technisch einwandfrei funktioniert.

Daraufhin wurde die zweite Sitzung in VR durchgeführt, wobei die Hälfte der Teilnehmenden sich über die VR-Brille in den VR-Lernraum „Spatial“ verbunden haben (im Folgenden als VR-Nutzende bezeichnet) und die andere Hälfte über ihre Desktops bzw. Laptops basierend auf der Web-Anwendung in „Spatial“ eingeklinkt haben (im Folgenden als DVR-Nutzende bezeichnet). In dieser Sitzung gab es einen Elevator Pitch, wo die Teilnehmenden einen (max. dreiminütigen) Kurzvortrag zu ihrem Seminarthema halten sollten.

Daraufhin sollten die Teilnehmenden Gruppen formieren für die anstehende Arbeitsphase im Seminar. Für die Formierung der Gruppen wurde die Methode des Speed-Datings in VR genutzt, wo unterschiedliche Zonen bereitgestellt wurden. Bei der Bildung der Gruppen war die Vorgabe, dass drei unterschiedliche Gruppen entstehen sollten, wo sich exklusiv BBB-Nutzende, VR-Nutzende und DVR-Nutzende zusammenfinden. Das Ziel bei dieser Vorgabe war es, dass sich die Teilnehmenden unterschiedlicher Mediennutzung nicht miteinander vermischen und dadurch ein besserer Vergleich zwischen den BBB-, VR- und DVR-Nutzenden im Seminar ermöglicht wird.

Nach der Formierung der Gruppen in der zweiten Sitzung (es bildeten sich drei VR-Gruppen à zwei Teilnehmende, eine DVR-Gruppe à zwei Teilnehmende und eine BBB-Gruppe à drei Teilnehmende) begann die Gruppenarbeitsphase, in der jede Gruppe eine gemeinsame Präsentation der jeweiligen Seminarthemen erarbeiten sollte.

Für die Erstellung der finalen Präsentation bestand die Aufgabe der VR- und DVR-Teilnehmenden darin, eine VR-Umgebung zu schaffen, um ihre Ergebnisse zu präsentieren, während die BBB-Teams alle in BBB zulässigen Medienformate verwenden konnten. Bei der Durchführung der Gruppenarbeit gab es die strikte Vorgabe, dass jede Gruppe für den Gruppenaustausch als Treffen das jeweilige Medium BBB, VR bzw. DVR nutzen sollte. Nach Abschluss der Gruppenarbeitsphase gab es die nächste Sitzung in VR, wo die Abschlusspräsentationen der Gruppen vorgestellt wurden.

Hierbei wurden sehr kreative und interessante VR-Umgebungen genutzt, um die Ergebnisse der Einzel- und Gruppenarbeit vorzustellen. So wurde beispielsweise von einer Gruppe eine VR-Lernumgebung für den medizinischen Bereich entwickelt, wo Körperteile von Menschen und Tieren in einer virtuellen Welt exploriert und erlernt werden können. Eine weitere Gruppe hat die Funktionsweise des 3D-Drucks und der additiven Fertigung in VR erläutert. Schließlich hat eine weitere

Gruppe eine VR-Lernumgebung erstellt, wo die Funktionsweise von Produktempfehlungssystemen basierend auf 3D-Produktmodellen in VR erläutert wird.

Nach Abschluss der finalen Präsentationen in VR gab es eine Peer-Review- und Feedback-Phase, wo die Teilnehmenden eine Seminararbeit eines/einer anderen Teilnehmenden lesen und reviewen sollten. Schließlich wurde das Seminar mit der vierten Sitzung „Wrap-up“ abgeschlossen. Diese letzte Sitzung fand über BBB statt, um alle Teilnehmenden wieder im gleichen Medium zu sammeln und ihnen die Möglichkeit zu bieten, abschließendes Feedback über Inhalte und Organisation des Seminars zu geben.

6 Evaluation

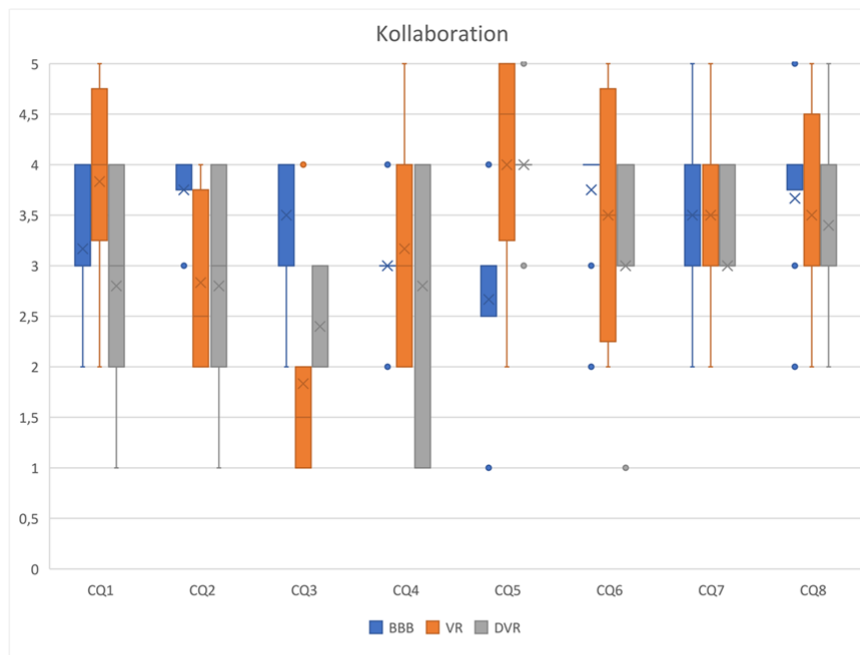
In diesem Kapitel werden die Ergebnisse des Einsatzes von Virtual Reality im zugrunde liegenden Seminar näher untersucht. Hierzu werden die Daten betrachtet, die während der Durchführung des Seminars erhoben wurden. Innerhalb der Analyse werden jeweils die in Kapitel 4 definierten Forschungsfragen beantwortet.

6.1 Datensatz

Im Laufe der Veranstaltung wurden verschiedene Daten gesammelt, um die jeweiligen Forschungsfragen zu analysieren. Zunächst wurde in der „1. Sitzung: Kick-off-Treffen (BBB)“ ein Fragebogen von den zwölf Teilnehmenden ausgefüllt, der sich mit der Qualität der Kollaboration und Interaktion sowie dem Empfinden der Teilnehmenden bezüglich des Lernens über BBB beschäftigt. Einen analogen Fragebogen dazu gab es nach der „2. Sitzung Elevator Pitch“ für die Medien VR und DVR. Hier gab es sechs VR- und fünf DVR- Teilnehmende. Die genannten Fragebögen enthielten außerdem offene Fragen zu allgemeinen Vor- und Nachteilen der jeweiligen Medien (BBB, VR, DVR). Darüber hinaus sollten die Teilnehmenden Protokolle zu ihren Gruppenarbeitstreffen in den jeweiligen Medien verfassen, die ebenfalls mit in der Analyse berücksichtigt wurden. Diese Form der Vorgehensweise bei der Lehrforschung wurde ausgewählt, um durch die Kombination einer quantitativen und qualitativen Analyse einen umfassenden Blick über den Einsatz von VR zu ermöglichen. Der quantitative Ansatz basierend auf der Auswertung der Fragebögen ermöglicht eine gegenüberstellende Analyse der untersuchten Medien hinsichtlich der relevanten Kriterien. Durch die offenen Fragen und Protokolle zu den Gruppenarbeiten wurde die Möglichkeit geöffnet, die Stärken und Schwächen der jeweiligen Medien durch eine qualitative Form der Analyse zu beurteilen.

6.2 Kollaboration

Zur Analyse der Stärken und Schwächen der jeweiligen Medien hinsichtlich der Kollaborationsmöglichkeiten wurde basierend auf einer Literaturrecherche zu den Themen „Usability Evaluation“ und „Kollaboration in VR“ ein eigener Fragebogen erstellt. Dieser enthält insgesamt acht Fragen bzw. Statements CQ1 bis CQ8, die in Abbildung 1 unten dargestellt sind und auf einer Likert Skala von 1 bis 5 beantwortet wurden. Hinsichtlich des ersten Statements „CQ1 – Die Kollaboration über die APP fühlte sich sehr natürlich an“ wird schnell ersichtlich, dass VR im Durchschnitt das beste Resultat erzielt. Den Platz zwei hinsichtlich der natürlichen Kollaboration belegt BBB, und DVR erzielt hier die schlechtesten Ergebnisse im Durchschnitt. Dies lässt sich eventuell mit den inhärenten Eigenschaften der modernen Interaktionstechnologie VR erklären, die den virtuellen Raum nicht nur realistisch wiedergibt bzw. simuliert, sondern ihn auch durch Bewegung, Gestensteuerung etc. natürlich erlebbar und anfassbar macht. Hier schneiden BBB und DVR relativ schlecht ab, da sie auf einer 2D-basierten Benutzungsschnittstelle beruhen, die über Maus/Tastatur bedient wird.



CQ1	Die Kollaboration über die APP fühlte sich sehr natürlich (der Realität entsprechend) an.
CQ2	Die Kollaboration über die APP fühlte sich sehr effizient an.
CQ3	Die Kollaboration über die APP fühlte sich sehr reibungslos und fehlerfrei an.
CQ4	Die Kollaboration über die APP war motivierend, um meine Konzentration auf die Seminarinhalte zu steigern.
CQ5	Die Kollaboration über die APP war Spaßig und ich habe die Sitzung genossen.
CQ6	Die Kollaboration über die APP empfand ich als hilfreich, um die Teilnehmenden und die Seminarinhalte kennenzulernen.
CQ7	Ich könnte mir vorstellen, die APP für die Kollaboration mit anderen Teilnehmenden während eines Seminars zu nutzen.
CQ8	Ich hatte das Gefühl, dass die APP eine effektive kollaborative Lernumgebung unterstützt.

Abbildung 1: Evaluationsergebnisse Kollaboration

Betrachtet man die Kollaboration jedoch hinsichtlich der empfundenen Effizienz (CQ2), so wird schnell deutlich, dass sich das Bild wendet. Hier erzielt BBB deutlich bessere Ergebnisse im Vergleich zu VR und DVR, die ähnlich schlecht abschneiden. Dies lässt sich damit erklären, dass in klassischen 2D-basierten Benutzungsschnittstellen wie BBB eine direkte Manipulation der Anzeige- und Steuerelemente möglich ist, während in VR und DVR reale Steuerungsoperationen wie Bewegungen längere Zeit in Anspruch nehmen.

Ein ähnliches Bild ist hinsichtlich der empfundenen Effektivität (CQ3) bei der Kollaboration erkennbar, wo BBB die beste und VR die schlechteste Bewertung im Durchschnitt erzielt. Dieses Ergebnis kann damit erklärt werden, dass präzise Eingabemöglichkeiten in VR und DVR nur eingeschränkt möglich sind. In VR werden üblicherweise Eingaben über die Handcontroller betätigt, die noch nicht so präzise zu bedienen sind wie eine reguläre Tastatur. In DVR hat man zwar die Tastatur des genutzten nicht-immersiven Gerätes, allerdings ist die Bearbeitung von 3D-Elementen fehleranfällig und aufwendig.

Bezüglich des Statements „CQ4 – Die Kollaboration über die APP war motivierend, um meine Konzentration auf die Seminarinhalte zu steigern“ wird ersichtlich, dass VR etwas besser abschneidet als BBB und DVR.

Hinsichtlich des Faktors Spaß (CQ5) bei der Durchführung des Seminars wird deutlich, dass VR und DVR im Durchschnitt deutlich höhere Ergebnisse erzielt haben als BBB. Dies lässt sich möglicherweise damit erklären, dass die meisten VR zum ersten Mal als neue Technologie ausprobiert haben, während sie BBB schon länger kannten. Auch das immersive und bewegungsreiche Explorieren und Erleben der VR-Umgebung könnte dazu beigetragen haben, den Spaßfaktor in VR so positiv empfunden zu haben.

Bezogen auf das Statement CQ6 wird deutlich, dass BBB im Durchschnitt als hilfreicherer Medium eingestuft wurde, um die Teilnehmenden und Seminarinhalte kennenzulernen. Dies könnte

mit der Chat-Funktion zusammenhängen, wo sich Teilnehmende unmittelbar anschreiben und kontaktieren können. In VR/DVR war dies in der genutzten „Spatial“-Kollaborationsplattform nicht direkt möglich und man hätte sich mit einem der Teilnehmenden zurückziehen müssen, um ein privates Gespräch führen zu können.

Wie Statement CQ7 zeigt, können sich die meisten Teilnehmenden vorstellen, BBB und VR als Medium für eine Gruppenarbeit im Seminar zu nutzen. Hingegen war diesbezüglich die Bewertung bei DVR eher negativ, was zeigt, dass viele diese Lösung nicht als richtige Alternative für die Kollaboration im Seminar sehen.

Schließlich wird in der Bewertung des Statements CQ8 deutlich, dass im Durchschnitt BBB als die effektivste kollaborative Lernumgebung unter den verglichenen drei Medien gesehen wird, weil es vermutlich einerseits bekannt ist und andererseits pragmatisch und einfach die notwendigen Features für die Kollaboration bereitstellt.

Zusammenfassend lässt sich mit Blick auf die Forschungsfrage (F1) ableiten, dass VR und DVR hinsichtlich der Aspekte Effizienz und Effektivität keine empfundene Verbesserung im Vergleich zu herkömmlichen Kollaborationstools (BBB, Zoom etc.) mitbringen. Jedoch ist erkennbar, dass VR einen Mehrwert haben kann, wenn es gezielt eingesetzt wird, um die Motivation der Teilnehmenden zu stärken und das spielerische Lernen durch Tun mit Spaßfaktor zu fördern. Insgesamt kann also mit Bezug auf die Forschungsfrage (F1) auch hier die Hypothese bestätigt werden.

6.3 Interaktion

Analog zum Aspekt Kollaboration wurde für die Untersuchung der Interaktionseigenschaften ein eigener Fragebogen erstellt. Dieser enthält insgesamt vier Fragen bzw. Statements IQ1 bis IQ4, die in Abbildung 2 unten dargestellt sind und auf einer Likert-Skala von 1 bis 5 beantwortet wurden.

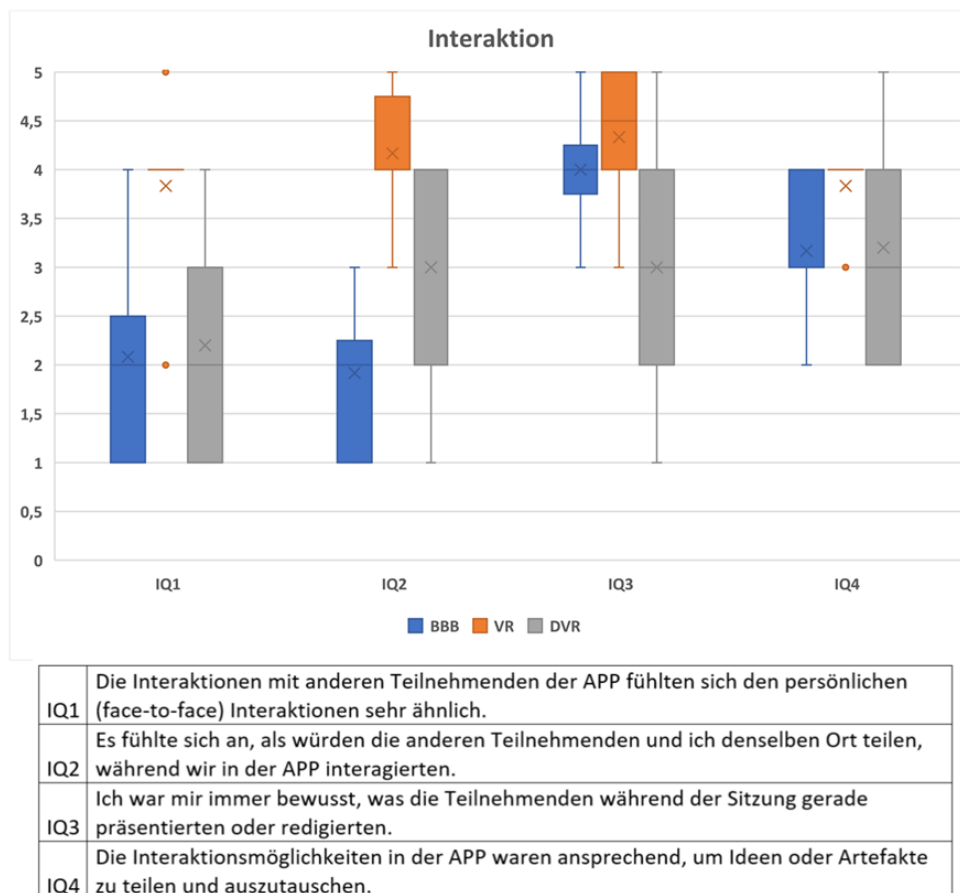


Abbildung 2: Evaluationsergebnisse Interaktion

Hinsichtlich des Statements „IQ1 – Die Interaktionen mit anderen Teilnehmenden der APP fühlten sich den persönlichen (face-to-face) Interaktionen sehr ähnlich.“ hat VR im Durchschnitt eine deutlich höhere Bewertung als BBB und DVR erhalten. Dies lässt sich beispielsweise mit den 3D-Avataren erklären, die jede Person von sich erstellen kann. Durch die Steuerung dieses Avatars beispielsweise über Hand-, Arm- und Kopfbewegungen wird der Eindruck einer Face-to-face-Interaktion in VR stärker vermittelt. Dies ist in DVR nur eingeschränkt möglich, da der Avatar nur nach vorne, hinten, links und rechts bewegt werden kann, aber andere Bewegungsformen nicht möglich sind. In BBB fehlt dies komplett.

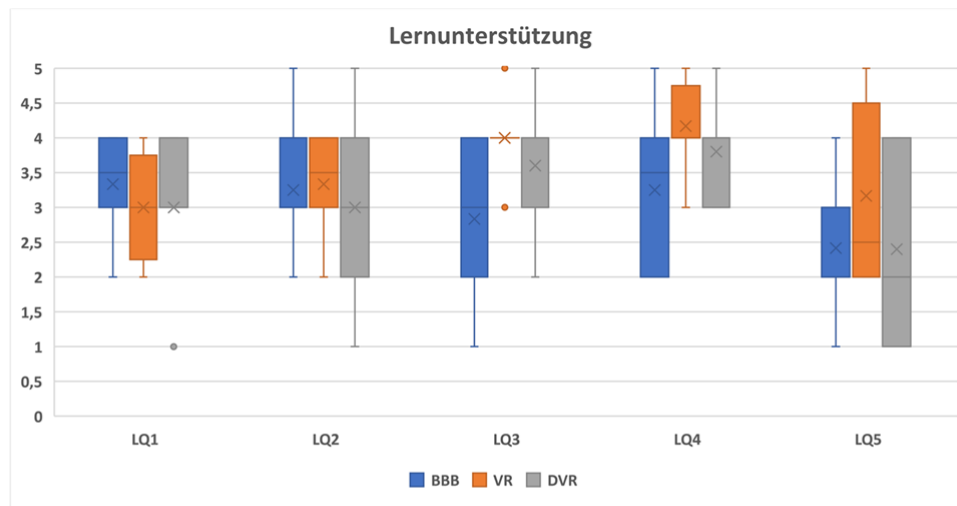
Die Ergebnisse zum Statement „IQ2 – Es fühlte sich an, als würden die anderen Teilnehmenden und ich denselben Ort teilen, während wir in der APP interagierten.“, wo VR ebenfalls als deutlicher Sieger empfunden wurde, lässt sich ähnlich erklären. Durch die Charakterisierung der virtuellen Umgebung durch 3D-Objekte und Abbildung des eigenen Ichs durch einen Avatar wird das Gefühl, mit anderen denselben Raum zu teilen, stärker vermittelt. Dies wiederum stärkt auch das Bewusstsein für die Wahrnehmung des virtuellen Raumes und passierender Änderungen darin (IQ3). Deshalb wurde auch bezüglich „IQ3 - Ich war mir immer bewusst, was die Teilnehmenden während der Sitzung gerade präsentierten oder redigierten.“ VR am positivsten empfunden. Den zweiten Platz belegt hier jedoch BBB, da durch Benachrichtigungen und visuelle Feedbackelemente die Nutzenden von BBB auf Änderungen im Systemzustand hingewiesen werden. Schließlich wurde beim Statement IQ4 erfragt, ob die Interaktionsmöglichkeiten ansprechend sind, um Ideen und Artefakte auszutauschen. Auch bei diesem Gesichtspunkt wurde VR als förderlicher empfunden als BBB und „Spatial“. Dies unterstreicht die Bedeutung der 3D-Darstellung von Artefakten für den Ideenaustausch, wodurch eine bessere Vermittlung der Inhalte und bildliche Vorstellungen ermöglicht werden.

Mit Blick auf die Forschungsfrage (F2) lässt sich zusammenfassen, dass VR hinsichtlich der Interaktionseigenschaften viele Vorteile gegenüber herkömmlichen Kollaborationstools bietet und somit eine realitätsnahe Kommunikation ermöglicht, die üblichen Präsenzveranstaltungen näherkommt. Auch hier kann also die Hypothese bestätigt werden.

6.4 Lernunterstützung

Um das Empfinden der Lernunterstützung durch die jeweiligen Medien (BBB, VR und DVR) zu analysieren, wurden die Teilnehmenden im Seminar nach ihrer Einschätzung bezüglich der Lernförderlichkeit der Taxonomiestufen nach Bloom (Bloom 1956) gefragt. Wie in Abbildung 3 unten abgebildet, gab es insgesamt fünf Fragen LQ1 bis LQ5. Die Frage LQ1 zielt darauf ab, das Empfinden der Teilnehmenden bezüglich der Lernförderlichkeit der Taxonomiestufe 1 (Wissen) bewerten zu lassen. Analog werden in LQ2 bzw. LQ3 die Taxonomiestufen 2 (Verstehen) bzw. 3 (Anwendung) hinsichtlich ihrer Lernförderlichkeit erfragt. In LQ4 wurden die höheren Taxonomiestufen 4 bis 6, also Analyse, Synthese und Evaluation in einer Frage zusammengefasst und bezüglich ihrer Lernförderlichkeit erfragt. Schließlich befasst sich die letzte Frage LQ5 damit, wie ermüdend das jeweilige Medium ist, um neue Konzepte und Ideen zu lernen. LQ5 wurde absichtlich negiert gefragt, um die kognitive Belastung der jeweiligen Medien explizit zu untersuchen.

Betrachtet man die Ergebnisse in Abbildung 3, so wird deutlich, dass das Angeben, Beschreiben oder Wiedergeben von bekannten Inhalten über BBB im Durchschnitt als leichter empfunden wird als in VR oder DVR. Dies hängt damit zusammen, dass in BBB viele bekannte Features wie Chat-Funktion, Screensharing, Freihandzeichnen und Geteilte Notizen möglich sind, welche die Darstellung und den Transfer von bekanntem Wissen vereinfachen. In der für VR/DVR genutzten Kollaborationsplattform „Spatial“ waren einige der Features wie Chat-Funktion oder Screensharing nicht möglich.



LQ1	Die APP erleichtert das Angeben, Beschreiben oder Wiedergeben von bekannten Inhalten (Wissen).
LQ2	Die APP erleichtert das Begründen, Vergleichen oder Erklären von Ideen oder Konzepten (Verstehen).
LQ3	Die APP erleichtert das Anwenden, Umsetzen oder Übertragen neuer Ideen (Anwendung).
LQ4	Die APP erleichtert die Analyse, Synthese und Beurteilung neuer Ideen (Analyse, Synthese, Beurteilung).
LQ5	Die APP ist ermüdend, wenn es darum geht, neue Ideen oder Konzepte zu lernen.

Abbildung 3: Evaluationsergebnisse Lernunterstützung

Hinsichtlich der Unterstützung der Lernförderlichkeit der Taxonomiestufe 2 (Verstehen) wird jedoch ersichtlich, dass VR im Durchschnitt leicht positiver empfunden wurde als BBB und DVR. Dies lässt sich mit der dreidimensionalen VR-Umgebung erklären, die durch die Kombination von unterschiedlichen multimodalen Medienobjekten wie 3D-Objekte, Bilder, Audio, Video, etc. das Verstehen und Vergleichen unterschiedlicher Konzepte erleichtert.

Auch hinsichtlich der Unterstützung der Lernförderlichkeit der Taxonomiestufe 3 (Anwendung) wurde VR deutlich positiver bewertet als DVR und BBB. Dies hängt stark mit der Interaktivität der VR-Lernumgebungen zusammen, die das Erlernen neuer Ideen und Konzepte durch Bewegung und Erkunden auf natürliche Weise anfassbar machen und näherbringen.

Ein ähnlicher Trend ist hinsichtlich der Unterstützung der Lernförderlichkeit der höheren Taxonomiestufen 4 bis 6 (Analyse, Synthese und Evaluation) erkennbar. Auch hier ist das Empfinden der Teilnehmenden dahingehend, dass VR bei der Analyse, Synthese und Beurteilung neuer Ideen im Durchschnitt nützlicher ist als BBB und DVR. Dies lässt sich zum einen mit dem zuvor genannten Punkt der Interaktivität erklären und zum anderen durch die zusätzlichen Faktoren wie Spaß und Motivation, die bei VR die Zusammenarbeit gestärkt und damit ein positives Lernempfinden bei den Teilnehmenden ausgelöst haben.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der letzten Frage LQ5 bezüglich der Lernunterstützung ist zu erkennen, dass VR als ermüdendes Medium eingeschätzt wurde, wenn es darum geht, neue Inhalte oder Konzepte zu erlernen. Hier schneidet VR im Durchschnitt auch deutlich schlechter ab als BBB und DVR. Dies lässt sich zum einen mit der Beschaffenheit der VR-Brille erklären, die für viele Teilnehmende nicht als sehr ergonomisch angesehen wurde, da sie auf der Nase drückt und bei längeren VR-Aufenthalten zu Kopfschmerzen geführt hat. Auf der anderen Seite fordert die natürliche Form der Eingabesteuerung in VR über Bewegung, Gesten etc. einen höheren Energieaufwand, der bei der Nutzung von BBB und DVR nicht notwendig ist.

Zusammenfassend lässt sich mit Blick auf die Forschungsfrage (F3) schlussfolgern, dass VR für die Lernunterstützung der niedrigen Taxonomiestufe 1 als nicht sehr förderlich empfunden wurde. Hingegen wurde die Lernförderlichkeit der höheren Taxonomiestufen, insbesondere die Stufen 4 bis 6, aufgrund der vielfältigen Interaktivitätsmöglichkeiten in VR positiver bewertet als BBB und DVR.

6.5 Allgemeines Feedback und Gruppenarbeitsprotokolle

Neben den zuvor beschriebenen Fragebögen gab es diverse offene Fragen und Gruppenarbeitsprotokolle, um allgemeines Feedback von den Teilnehmenden zum VR-Seminar zu sammeln. Diese werden im Folgenden zusammenfassend beschrieben und mit den zuvor beschriebenen Ergebnissen in Zusammenhang gesetzt.

Bei den Gruppenarbeitsprotokollen wurden die Erkenntnisse aus den Fragebögen hinsichtlich des Empfindens der Kollaboration, Interaktion und der Lernunterstützung bestätigt. So wurde in den Protokollen mehrfach deutlich, dass die Zusammenarbeit und die Gestaltung der VR-Präsentationsräume sehr aufwendig war und die Studierenden insgesamt den Eindruck hatten, dass es nicht so effizient und effektiv läuft, wie wenn sie eine klassische PowerPoint-Folie erstellen bzw. über BBB ein Austauschmeeting abhalten. Dennoch zeigen die Notizen der Gruppenarbeitsprotokolle, dass die Zusammenarbeit der Teilnehmenden untereinander sehr viel Spaß gemacht hat und dass sie ihrer Kreativität freien Lauf lassen konnten, um ihre Ideen in einer VR-Umgebung präsentieren zu können.

Einige Teilnehmende (2 von 6 der VR-Teilnehmenden) haben jedoch angegeben, dass sie nach längeren VR-Aufenthalten ein Unwohlbefinden hatten, das mit dem Phänomen des Cyber-Sickness in Verbindung steht. In DVR hingegen gab es diesbezüglich keine Beschwerden. Trotz der genannten Verbesserungsvorschläge war die mehrheitliche Meinung, dass VR die Kreativität steigert und interaktive Austauschmeetings trotz physischer Distanz ermöglicht.

6.6 Rückmeldung der Studierenden

In jedem Semester werden Studierende durch eine studentische Veranstaltungskritik (VKrit) zu ihrer Meinung zu den jeweiligen Lehrveranstaltungen befragt. Hierfür stellt die VKrit eine schriftliche Lehrveranstaltungsevaluation der Fakultät mit standardisiertem Evaluationsbogen bereit, den die Studierenden online ausfüllen sollen. Die VKrit wird für jede Lehrveranstaltung anonym durchgeführt. Zwar sind die Bewertungskriterien der VKrit allgemein gehalten und nicht auf spezielle Veranstaltungen zugeschnitten, dennoch können einige Erkenntnisse berücksichtigt werden, die relevant für die Forschungsfragen sind. Bei der VKrit hat das Seminar sehr gut abgeschnitten. Unter der Rubrik Gesamteindruck haben die Teilnehmenden der Umfrage mit „sehr gut“ (der Höchstnote auf einer Skala bestehend aus fünf Items von sehr gut bis sehr schlecht) abgestimmt. Bei der VKrit haben elf von insgesamt zwölf Teilnehmenden teilgenommen und ihr Feedback bereitgestellt. Viele der Teilnehmenden (insbesondere die VR-Teilnehmenden, denen eine VR-Brille zur Verfügung gestellt wurde) waren positiv beeindruckt von dem Format und würden sich mehr Veranstaltungen mit Einsatz von VR-Technologie wünschen: „Es war sehr spannend, eine Veranstaltung nahezu ausschließlich in VR abzuhalten. Vor allem, da der Inhalt des Seminars eng mit VR verknüpft ist, haben sich Inhalt und Technologie sehr gut ergänzt. Auch wenn Präsenzveranstaltungen wieder möglich sind, sollte es weiterhin Veranstaltungen wie diese geben, die VR als Medium nutzen.“ Vereinzelt Teilnehmende gaben das Feedback, dass VR-Meetings eine schöne Alternative zu Videocalls sind, allerdings nur bei kürzeren Meetings (bis 60 min.) genutzt werden sollten, da sie ab einem bestimmten Zeitpunkt anstrengend werden („VR-Brille drückt gegen Gesicht“). Einige der Teilnehmenden haben sich gewünscht, dass in Zukunft allen Teilnehmenden eine VR-Brille zur Verfügung gestellt werden sollte, damit sie die Veranstaltung in voller Immersion miterleben können.

7 Erkenntnisse

In diesem Abschnitt werden verschiedene Erkenntnisse zusammengefasst, die beim Einsatz von Virtual Reality im Informatik-Seminar gewonnen wurden. Hierbei wird auf unterschiedliche Perspektiven wie Organisation, Kollaboration und Interaktion sowie Lernerfolg eingegangen.

7.1 Organisation

Aufgrund der interaktiven Diskussions- und Workshopformate (Ideenfindung, Diskussion und Präsentation von Ideen) auf organisatorischer Ebene und des direkten inhaltlichen Bezugs der angebotenen Seminarthemen zu VR war eine aussichtsreiche Basis gegeben, um die Qualität von VR als Medium für das Lehren und Lernen im Hochschulkontext zu analysieren. Aus der organisatorischen Perspektive betrachtet, hat die Organisation des Seminars mit dem Einsatz von VR verglichen mit der Durchführung eines Seminars in Präsenz oder mit herkömmlichen Kollaborationstools wie BBB oder Zoom jedoch deutlich mehr Zeit und Aufwand gekostet. Dies war damit verbunden, dass Teilnehmende mit der VR-Technologie inklusive Hardware und Software vertraut gemacht werden mussten. Darüber hinaus mussten passende virtuelle Lernräume für die jeweiligen Sitzungen ausgewählt und gestaltet werden, die oft mit viel Vorbereitungszeit verbunden waren.

7.2 Kollaboration und Interaktion

Durch den Einsatz von VR konnte die Zusammenarbeit zwischen den Teilnehmenden hinsichtlich einiger Faktoren verbessert werden. Insbesondere zeigen die Ergebnisse bezüglich der Präsenzwahrnehmung, dass durch die soziale Präsenz die Zusammenarbeit stark gefördert werden konnte. Dies hängt einerseits mit der realistischen Repräsentation der Teilnehmenden durch 3D-Avatare und andererseits mit der Möglichkeit einer realitätsnahen Face-to-face-Interaktion unter den Teilnehmenden zusammen. Hierdurch wurde eine Kollaborationsumgebung ermöglicht, die von vielen Teilnehmenden als motivierend für den Lernprozess empfunden wurde.

Neben diesen positiven Erkenntnissen gab es auch einige negative Erkenntnisse, die die Kollaboration und somit das gemeinsame Lernen erschwert haben. So ist beispielsweise die Kollaboration hinsichtlich der Effizienz und Effektivität in VR verglichen zu herkömmlichen Kollaborationstools schlechter bewertet worden. Dies wurde auch als Feedback in den offenen Fragen und in den Gruppenarbeitsprotokollen bestätigt.

7.3 Lernerfolg

Der Einsatz von VR hat gezeigt, dass das Lehr- und Lernerlebnis durch die gesteigerte Wahrnehmung der Präsenz verstärkt werden kann. Die Ergebnisse bezüglich der Präsenzwahrnehmung zeigen, dass insbesondere VR hier deutliche Stärken verglichen mit herkömmlichen Kollaborationstools hat und somit den Lernprozess gerade bei der Gruppenarbeit positiv fördern kann. Darüber hinaus bietet VR die Möglichkeit des multi-modalen Lernens über unterschiedliche Medienartefakte (Text, Bilder, Audio, Video, 3D-Modelle etc.), wodurch verschiedene Reize und Sinne angesprochen werden. Hierdurch besteht die Möglichkeit, verschiedene Lerntypen gleichermaßen anzusprechen. Außerdem bietet VR durch virtuelle Lernräume eine stärkere Anschaulichkeit und Erlebbarkeit von Lerninhalten, die so in herkömmlichen Kollaborationstools nicht unterstützt werden. Diese Erkenntnisse wurden auch bei der Bewertung der Lernförderlichkeit insbesondere hinsichtlich der höheren Taxonomiestufen bestätigt. Dies verdeutlicht das Potenzial der Lernförderlichkeit von VR insbesondere bei der Anwendung, Analyse, Synthese und Beurteilung von Wissen.

Neben den zuvor genannten Chancen bestehen auch einige Risiken für den Lernerfolg. So sind mit dem Einsatz von VR zusätzliche Kosten für die Anschaffung der Hardware verbunden. Außerdem gaben einige der Teilnehmenden an, dass VR insbesondere in längeren Sitzungen mit bis zu zwei Stunden Dauer zu Schwindelgefühl und Kopfschmerzen geführt hat. Neben diesen technischen Aspekten wurde bezüglich des Lernerfolgs bei der Organisation der Veranstaltung beobachtet, dass allgemein Lehr-/Lernkonzepte bzw. eine konzeptionelle didaktische Grundlage für den Einsatz von VR fehlen. Darüber hinaus ist bei den meisten Lehrenden und Lernenden derzeit noch nicht die curriculare Medienkompetenz für VR gegeben, sodass es einer systematischen Einarbeitung, Einführung, Planung und Einsatzes des VR-Mediums bedarf.

8 Zusammenfassung und Fazit

Durch die stetige Digitalisierung von Lern- und Lehrmedien stehen Bildungseinrichtungen wie Hochschulen vor der Herausforderung, eine Balance zwischen technischen Möglichkeiten der Medien und deren didaktisch sinnvollem Einsatz zu finden. Virtual Reality wird großes Potenzial zugesprochen, den Lernerfolg von Studierenden zu steigern und die Lehre positiv zu bereichern. Da der Einsatz von Virtual Reality in der universitären Bildung und insbesondere im effektiven Einsatz in der Lehre noch nicht tiefgehend beleuchtet wurde und konkrete Pilotprojekte in diesem Zusammenhang fehlen, wurde in dieser Arbeit ein Informatik-Seminar basierend auf VR als primäres Medium durchgeführt. Hierbei wurden Plenumsitzungen für Workshops, Diskussionen und Präsentation in VR abgehalten. Darüber hinaus gab es auch Gruppenarbeiten, die komplett in VR durchgeführt wurden. Basierend auf dem in diesem Artikel durchgeführten Seminarablauf war es möglich, den Einsatz von VR hinsichtlich der Faktoren Kollaboration, Interaktion sowie Lernerfolg mit herkömmlichen Kollaborationstools wie BBB zu vergleichen.

Die Ergebnisse zeigen, dass VR-Hardware und VR-Kollaborationstools vielen der Teilnehmenden noch nicht sehr bekannt sind. Dennoch hat VR das Potenzial, die Anschaulichkeit und Erlebbarkeit von Lerninhalten durch die gesteigerte Präsenzwahrnehmung zu verstärken. Hinsichtlich der Kollaboration konnte festgestellt werden, dass VR hinsichtlich einer effizienten und effektiven Kollaboration noch viel Verbesserungspotenzial enthält, um zum Beispiel die präzise Eingabe und Editierung von virtuellen Räumen zu unterstützen. Nichtsdestotrotz wurden Interaktionsmöglichkeiten in VR und insbesondere die Face-to-face-Interaktion mit anderen Teilnehmenden als sehr positiv empfunden, worin der größte Vorteil gegenüber herkömmlichen Kollaborationstools besteht. Außerdem wurde auch der Faktor Spaß im Zusammenhang von VR stark hervorgehoben, da viele Teilnehmende den Einsatz von VR als motivierend für den Austausch und Lernerfolg empfunden haben.

Nicht unerwähnt darf bleiben, dass durchaus Einschränkungen dieser Studie bestehen. So ist zum Beispiel die geringe Teilnehmendenzahl der VR-Teilnehmenden zu nennen. Hinzu kommt der Aspekt, dass einige Teilnehmende Vorerfahrungen im Bereich VR hatten, was sich positiv in den Ergebnissen der Evaluation widerspiegeln könnte. Außerdem ist zu erwähnen, dass die Lehrveranstaltung basierend auf „Spatial“ durchgeführt wurde und es darüber hinaus weitere VR-Kollaborationstools gibt, welche die Analyse der Ergebnisse beeinflussen könnten. Aus diesem Blickwinkel betrachtet sind die hier vorgestellten Ergebnisse als erste Einschätzungen zu betrachten. Jedoch zeigen die gesammelten Erkenntnisse insgesamt, dass die Stärken von VR hinsichtlich Interaktion und Steigerung der Lernmotivation gezielt genutzt werden können, um auch in der Post-Corona-Zeit einen Nutzen durch das digitale Medium VR zu schaffen. Damit ist VR also nicht nur als ein Medium zu sehen, das die realitätsnahe Interaktion und Kommunikation für Distanzlehre ermöglicht, sondern auch als zusätzliche Anreicherung der bekannten Lehrformate.

Literatur

- Biocca, F. & Delaney, B. (1995). Immersive virtual reality technology. In F. Biocca & M. R. Levy (Hrsg.), *Communication in the age of virtual reality* (S. 57–124). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. Cognitive domain.
- Dickey, M. D. (2003). Teaching in 3D: Pedagogical affordances and constraints of 3D virtual worlds for synchronous distance learning. *Distance Education*, 24(1), 105–121.
- Dörner, R., Broll, W., Grimm, P. & Jung, B., (2019). *Virtual und Augmented Reality (VR/AR) – Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität (2. Aufl.)*. Springer-Verlag.
- Hage, P. (2020). Student perceptions of semester-long in-class virtual reality: Effectively using “Google Earth VR” in a higher education classroom. *Journal of Geography in Higher Education*, 45(3), 342–360.
- Hernández, R. J. G. & Kranzlmüller, D. (2019). NOMAD VR: Multiplatform virtual reality viewer for chemistry simulations. *Computer Physics Communications*, 237, 230–237.

- Huber, L. (2014). Scholarship of teaching and learning: Konzept, Geschichte, Formen, Entwicklungsaufgaben. In B. Szczyrba, L. Huber, M. Vogel, R. Sethe & A. Pilniok (Hrsg.), *Forschendes Lehren im eigenen Fach. Scholarship of teaching and learning in Beispielen* (S. 19–36). W. Bertelsmann Verlag.
- Inman, C., Wright, V. H. & Hartman, J. A. (2010). Use of Second Life in K-12 and higher education: A review of research. *Journal of Interactive Online Learning*, 9(1), 44–63.
- Pirker, J., Dengel, A., Holly, M. & Safikhani, S. (2020). Virtual reality in computer science education: A systematic review. In *26th ACM symposium on virtual reality software and technology* (S. 1–8). ACM.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J. & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Comput. Educ.*, 147, 103778.
- Rogers, S. (2019). Virtual reality: The learning aid of the 21st century. *Forbes*.
- Ryan, M.-L. (2015). *Narrative as virtual reality 2: Revisiting immersion and interactivity in literature and electronic media*. JHU Press.
- Slater, M. & Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(6), 603–616.
- Steuer, J. (1995). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. In F. Biocca & M. R. Levy (Hrsg.), *Communication in the age of virtual reality* (S. 33–56). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Walsh, K. R. & Pawlowski, S. D. (2002). Virtual reality: A technology in need of IS research. *Communications of the Association for Information Systems*, 8(1), 20.
- Witmer, B. G. & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 7(3), 225–240.
- Zheng, L., Xie, T. & Liu, G. (2018). Affordances of Virtual Reality for Collaborative Learning. *International Joint Conference on Information, Media and Engineering (ICIME)* (S. 6–10). IEEE.

Autor

Dr. Enes Yigitbas. Universität Paderborn, Institut für Informatik, Paderborn, Deutschland; E-Mail: enes@mail.upb.de



Zitiervorschlag: Yigitbas, E. (2022). Einsatz und Evaluation von Virtual Reality-Technologie in einem Informatik-Seminar. *die hochschullehre*, Jahrgang 8/2022. DOI: 10.3278/HSL2250W. Online unter: wbv.de/die-hochschullehre



die hochschullehre

Interdisziplinäre Zeitschrift für Studium und Lehre

Die Open-Access-Zeitschrift **die hochschullehre** ist ein wissenschaftliches Forum für Lehren und Lernen an Hochschulen.

Zielgruppe sind Forscherinnen und Forscher sowie Praktikerinnen und Praktiker in Hochschuldidaktik, Hochschulentwicklung und in angrenzenden Feldern, wie auch Lehrende, die an Forschung zu ihrer eigenen Lehre interessiert sind.

Themenschwerpunkte

- Lehr- und Lernumwelt für die Lernprozesse Studierender
- Lehren und Lernen
- Studienstrukturen
- Hochschulentwicklung und Hochschuldidaktik
- Verhältnis von Hochschullehre und ihrer gesellschaftlichen Funktion
- Fragen der Hochschule als Institution
- Fachkulturen
- Mediendidaktische Themen

wbv.de/die-hochschullehre



Alle Beiträge von **die hochschullehre** erscheinen im Open Access!