



## **„Future Tools“ for „Future Skills and Challenges“**

**Untersuchung des Lernverhaltens in computergenerierten immersiven  
Lernumgebungen**

Förderzeitraum: 01.01.2021 – 31.12.2021 (Verlängerung bis 30.06.2022)

Genehmigung der Verlängerung am 27.04.2021

**Abschlussbericht zum 31.08.2022**

**Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Coenning**

**Doris Ebner M.A.**

## MOTIVATION

Die Bundesrepublik Deutschland verfügt maßgeblich über eine bedeutende Ressource: Die Bildung und Innovationskraft der Gesellschaft. Gleichzeitig steht das Bildungssystem aktuell vor immensen Herausforderungen. Hochverschuldete Kommunen können es immer weniger leisten, akzeptable Räumlichkeiten und Ausstattungen für ein angenehmes Lehr-Lern-Klima bereitzustellen. Die Digitalisierung unseres Bildungssystems ist in aller Munde. Doch Lernen in maroden Gebäuden schafft auch digital kein inspirierendes Lernklima, welches Schüler:innen und Studierende motiviert und Freude am Lernen vermittelt. Das Aufflammen der Corona-Pandemie hat zudem sehr nachdrücklich gezeigt, wie es um digitale Lehr-Lern-Szenarien an vielen Schulen und Hochschulen bestellt ist. „Future Skills“ oder die „4K-Skills“ gelten als die maßgeblichen Kompetenzen, die zukünftige Berufseinsteiger:innen – unabhängig vom Einstiegsniveau – als Rüstzeug mitbringen sollen. Kommunikationsfähigkeit, Kreativität, kollaboratives Arbeiten und kritisches Denken sind zu vermitteln. Hinzukommt, dass in allen Bereichen – ganz gravierend im MINT-Bereich – die Interdisziplinarität und die internationale Zusammenarbeit zunimmt. Bilinguale, ja häufig multilinguale Teams treiben Vorhaben voran. Insofern ist man geneigt, den vier bereits genannten Ks ein fünftes K hinzuzufügen: die Komplexität!

Das NwT-Bildungshaus der Hochschule Esslingen setzt mit seinen Kooperationspartnern – dem Kreismedienzentrum Göppingen und Würth Industrie Services – seit Frühjahr 2020 auf innovative und immersive Lehr-Lern-Formate in vollkommen computergenerierten Räumen. Das Lehren und Lernen in komplett virtuellen Umgebungen – Virtual Reality (VR) – stellt für die Bildung ein Feld mit enormem Potential dar. Was machen diese Welten mit den Lernenden? Welche Vor- und Nachteile ergeben sich gegenüber klassischen digitalen Lehrformaten über „Teams“, „Webex“, „Zoom“, ..., um nur einige gängige Tools zu nennen? Vor allem, welche Emotionen werden geweckt? Kann die Volition – sprich der Wille zur Umsetzung von Zielen in Ergebnisse durch eine Erhöhung der Emotionen in attraktiven Lehr-Lern-Szenarien verstärkt werden? Kann mehr Begeisterung geweckt werden, um am Ende bessere Resultate zu erzielen? Welche Mehrwerte werden von Studierenden gefordert, um derartige Lehr-Lern-Szenarien als gewinnbringend einzustufen?

Die sehr positiven Rückmeldungen der Studierenden aus dem Sommersemester 2020, als erstmals Vorlesungen an der Hochschule Esslingen im Bereich Physik und für die Universität Tübingen im Bereich der Elektrotechnik und Elektronik in komplett computergenerierten Hörsälen angeboten wurden, werden im aktuellen Vorhaben näher verifiziert und teilweise untermauert. Es wird aber auch erkennbar, dass die Nutzung virtueller Lehr-Lern-Umgebung in hohem Maße von der Sozialisierung der Studierenden abhängt. Dabei soll der Schwerpunkt zunächst auf eine Schlüsselkompetenz der 4K-Skills, die Kommunikation, gelegt werden, da eine verbesserte Kommunikationsfähigkeit zugleich eine positive Ausstrahlung auf zwei weitere Future Skills, die Kreativität und das kollaborative Arbeiten, haben sollte.

## THEORETISCHER HINTERGRUND

Es ist zu beobachten, dass sich die Nutzung von VR im Gaming Bereich aufgrund rasanter technologischer Entwicklungen/Verbesserungen stark ausweitete. VR wird ebenfalls zunehmend in der Industrie eingesetzt, vor allem im Planungs- und Schulungsbereich. Hochschulen erfahren in Bezug auf VR vielfältige Einflüsse aus den Bereichen Technologie, Gesellschaft, Natur und Wirtschaft. Sie erzeugen deutliche Impulse, sich mit der Thematik auseinanderzusetzen, ob und wie mit VR im Lehr-Lern-Kontext umgegangen werden soll und welche Qualität VR in diesem Kontext haben könnte.

Verschiedene wissenschaftliche Disziplinen bieten unterschiedliche Definitionen von 'Lernen' an. Dies ist abhängig vom Phänomenbereich, den eine Disziplin in den Blick nimmt. Das können z.B. physiologische, psychologische, soziale oder kulturelle Aspekte sein. Die Definitionen lassen sich nicht immer kohärent zusammenführen. Übereinstimmend jedoch wird Lernen als ein Prozess verstanden, der einen Startzustand „vor dem Lernen“ und einen Endpunkt „nach dem Lernen“ aufweist<sup>(1)</sup>. Informelles Lernen bezeichnet ein unregelmäßiges Lernen, das in Lebenszusammenhängen geschieht. Merkmale informellen Lernens sind, dass es beiläufig, zufällig und meist nicht sehr bewusst geschieht<sup>(2)</sup>. Es ist ein Lernen außerhalb des formalen Bildungswesens. Beispiele für informelles Lernen sind das spielerische Lernen von Kindern oder im Erwachsenenalter das Lernen über das Betreiben eines Hobbys. Informelles Lernen ist in der Regel nicht strukturiert in Bezug auf Lernziele oder Lernzeiten.

Institutionelles oder formales Lernen findet in Bildungs- oder Ausbildungseinrichtungen statt. Hier werden Fachinhalte vermittelt, die in einem Curriculum organisiert sind<sup>(3)</sup>. Im Gegensatz zum informellen Lernen findet formales Lernen planvoll statt. Es zeichnet sich dadurch aus, dass es auf ein Lernziel ausgerichtet und in Bezug auf Lernzeit, Lernförderung, Lernmittel usw. strukturiert und komprimiert ist<sup>(4)</sup>. Lehr-Lern-Szenarien in computergenerierten Welten bieten Anknüpfungspunkte auf beiden Ebenen, so dass eine Verzahnung der Bereiche im Sinne eines nahtlosen Bildungsansatzes – „Seamless Education“ – möglich erscheint.

## Motivation und Emotion als Ausgangszustände des Lernens

Laut Duden versteht man unter Motivation die "Gesamtheit der Beweggründe, Einflüsse, die eine Entscheidung, Handlung o.Ä. beeinflussen, zu einer Handlungsweise anregen". Die wissenschaftliche Definition lautet: „Motivation ist die Richtung, Intensität und Ausdauer einer Verhaltensbereitschaft hin zu oder weg von Zielen“<sup>(3)</sup>. Motivation kann also Initial, Motor und Katalysator für Lernprozesse sein und kann somit vielfältige Gründe haben. Grundsätzlich wird zwischen extrinsischer und intrinsischer Lernmotivation unterschieden.

Eine innovative motivierende Lehr-Lern-Methode für den hochschulischen Kontext wird hinsichtlich ihrer Relevanz in Bezug auf eine Verbesserung des Lernerfolgs von Studierenden bewertet werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass Lernerfolg von vielen Faktoren abhängig ist und nicht an einer Methodik allein festgemacht werden kann. Dennoch kann sie auf ihr Potenzial hin betrachtet werden, intrinsische Lernmotivation zu beeinflussen. Ein effizienter Weg, um sich neue Inhalte anzueignen, ist das Lernen durch Erfahrung<sup>(5)</sup>. Auch Bruner<sup>(6)</sup> stellt fest, dass ein Lernprozess positiv beeinflusst wird, wenn Handlungen selbst nachvollzogen werden können. In Anlehnung an Arnold<sup>(7)</sup> lassen sich vier Prinzipien für ein gelingendes Lernen ableiten:

**„Lernen ist ein selbstgesteuerter, aktivierender und konstruierender Prozess.“** Dazu gehört die Mitbestimmung in Bezug auf den Lernweg durch die Lernenden. Sie sollten Lösungswege selbst planen, durchführen und überprüfen können. Erst durch die Mitgestaltung von Zielen, Prozessen und Lernbedingungen kann Verantwortung im Lernprozess von den Lernenden selbst übernommen werden. Gleichmaßen wichtig ist die Orientierung an authentischen Praxissituationen, also das Anknüpfen an die Erlebenswelt der Lernenden<sup>(8)</sup>.

*Einschätzung in Bezug auf VR:* Die Reformpädagogin Maria Montessori formuliert – in Bezug auf Lernende im Kindesalter – folgende Fragen: „Was tut es gerne, woran hat es Freude, wie kann es lernen und wie kann Interesse geweckt werden und eine angemessene Teilnahme ermöglicht werden“<sup>(9)</sup>. Tatsächlich lassen sich erstaunliche Parallelen und Anknüpfungspunkte zwischen Montessoris „vorbereiteter Umgebung“ und der Gestaltung einer Lehr-Lern-Umgebung in VR finden. Montessori beschrieb die vorbereitete Umgebung als sinnvolle Auswahl der Angebote für jede Entwicklungsstufe [...], gut strukturiert und nicht durch eine Fülle orientierungslos machend. Dadurch entstehe Anregung und Handlungsfähigkeit. Letztlich sind es genau diese Anforderungen, die an eine virtuelle Lehr-Lern-Umgebung gestellt werden können und die diese auch bereitstellen kann.

**„Lernen soll Raum bieten für Neugier und Motivation.“** Erst durch das Einnehmen unterschiedliche Perspektiven ergibt sich die Möglichkeit, die eigene Sichtweise zu hinterfragen. Dadurch, dass Interessen von Lernenden aufgegriffen werden, daran angeknüpft wird, kann Begeisterung für Lernsujets geweckt werden<sup>(8)</sup>.

*Einschätzung in Bezug auf VR:* In vorhandenen Studien hat sich eine hohe Nutzungsmotivation bei Studierenden gezeigt. Allerdings gibt es noch wenige Untersuchungen zu den Gründen. So bleibt offen, welche Rolle die Neuartigkeit der Methode/des Mediums spielt. Berücksichtigt man die Fülle an Gestaltungsoptionen, stellt sich weniger die Frage, ob eine entsprechende Atmosphäre in virtuellen Welten erzeugt werden kann. Es ist die Komplexität aller vorhandenen Parameter und die technische Herausforderung der VR-Technologie, die die Umsetzung anspruchsvoll und herausfordernd werden lässt.

**„Lernen ist situativ und praxisbezogen.“** Unterrichtsmethode und Unterrichtsthema sollen auf die Situation der Lernenden abgestimmt werden. Die Berücksichtigung von Vorerfahrungen und Vorwissen ist wichtig, damit die Lernenden Anknüpfungspunkte an neuen Lernstoff finden. Ein Bezug auf Praxisbeispiele unterstützt das Erarbeiten von Lösungen. Durch Anknüpfen an die Erlebenswelt der Lernenden wird die Übertragung von Musterlösungen in die eigene Praxis<sup>(8)</sup>.

*Einschätzung in Bezug auf VR:* Laut Schwan/Buder kann Lernzuwachs unter Einsatz von VR insbesondere dann beobachtet werden, wenn es um die Vermittlung abstrakter Konzepte ging – z. Bsp. Bindungsverhalten chemischer Stoffe, oder elektrische Felder. Bei realen Sachverhalten ist der Lernzuwachs nicht bedeutsam, führt aber dazu, dass Lernende stärker von darauffolgendem Unterricht profitieren<sup>(10)</sup>.

**„Lernen ist ein sozialer Prozess.“** Wertschätzung und Anerkennung sind wichtige Faktoren im Lernprozess. Lehren und Lernen bedeutet Austausch. Konstruktive Kommunikation zwischen Lehrendem und Lernendem fördert dabei kooperatives Erarbeitung von Lösungen<sup>(8)</sup>.

*Einschätzung in Bezug auf VR:* Lehren und Lernen in VR bietet die Option des kollaborativen Arbeitens. Lehr-Lern-Angebote können mit einem „Belohnungsprinzip“ gestaltet werden, vergleichbar dem Level-Modell aus dem Gaming Bereich. Von Schwan/Buder wird wiederholt auf die Wichtigkeit hingewiesen, dass Lernen in VR mit realem Austausch verknüpft wird. Auch über den Austausch mit Lehrenden/Tutoren können die Lernenden die angesprochene Wertschätzung erfahren.

## Einsatzszenarien von VR im hochschulischen Lehr-Lern-Kontext

Die Anforderungen der Arbeitswelt verändern sich stetig durch Digitalisierung. Es ist die Aufgabe von Hochschulen, Studierende darauf vorzubereiten. Dies erfordert, dass in die Lehre derartige Medien einbezogen werden, die jeweils aktuell eine Gegenwartsbedeutung haben und die absehbar auch eine Zukunftsbedeutung haben werden<sup>(8)</sup>. Bei der Umsetzung müssen Bildungsinstitutionen eine Balance finden, zwischen der Nutzung der technischen Möglichkeiten, innerhalb zur Verfügung stehender Budgets und einer Medienvielfalt, die auch didaktisch sinnvoll ist. Digitale Lernwelten bereichern das Portfolio didaktischer Methodik zu digitalem Lernen. Mit diesen virtuellen Lernwelten kann an die Alltagserfahrungen und Erlebenswelten der Lernenden anzuknüpfen werden. Dadurch kann ein Bezugsrahmen für zu vermittelnde Lerninhalte geschaffen werden. Die nachfolgende Zusammenstellung stellt die häufigsten Einsatzszenarien von VR in der Hochschullehre vor:

1.	<b>Vermittlung theoretischer und praktischer Grundlagen (Modulinhalt)</b> Lehrinhalte könnten Kenntnisse zu Hard- und Software sein. Es geht um die Vermittlung der Grundlagen, um VR/AR-Anwendungen entwickeln und programmtechnisch umzusetzen zu können.
2.	<b>Additiver Einsatz von VR, zusätzlich zu herkömmlichen Lehr-Lern-Methoden</b> Damit könnten z.B. spezielle Lehrinhalte, bei denen sich VR-Technologie anbietet, veranschaulicht werden. Der Einsatz erfolgt punktuell und ist vom Umfang her eher klein.
3.	<b>Einsatz von VR, für das Eigenerlebnis/Selbsterfahrung mit der Technologie</b> Für Studierende, die in einem zukünftigen Arbeitsumfeld mit VR konfrontiert sein werden oder damit umgehen müssen, ist das eigene Erleben der Auswirkungen einer virtuellen Umgebung dahingehend wichtig, dass später ein Verständnis für Vorbehalte oder Erfahrungen anderer mit VR entwickelt werden kann. Der Einsatz im Studium könnte in solch einem Fall auch kontentunabhängig geschehen, wenn es in erster Linie um das sensorische eigene Erleben geht. Hier wäre die Nutzung von VR-Angeboten anderer HS Bereiche denkbar (Synergienutzung).
4.	<b>Training innerhalb einer Simulation</b> Innerhalb solcher Anwendungen können Studierende Trainings oder Versuche durchführen, ohne das Risiko einer realen Gefährdung der eigenen Person. Sie können einen Ablauf beliebig oft wiederholen. So können Versuche, bei denen mit herkömmlichen Lehrmethoden evtl. nur ein Zuschauen möglich wäre, selbst von jedem Studierenden durchgeführt werden. Hier ergibt sich die Möglichkeit die „Theorie-Praxis-Lücke“ zu schließen
5.	<b>Explorative Lernwelt als additives „Tutorium“</b> In einer spezifisch ausgestatteten virtuellen Lernwelt kann z.B. theoretisch gelernter Stoff orts- und zeitunabhängig eigenständig und (im eigenen Tempo) selbstgesteuert erkundet und Wirkzusammenhänge entdeckt werden.

6.	<b>Kontentunabhängige Lernwelten zur Mehrfachnutzung</b> Eine Lernwelt kann so gestaltet werden, dass sie von mehreren Personen/ Studiengängen/Fakultäten genutzt werden kann. Die virtuelle Umgebung bietet den Rahmen. Individuelle Settings (Versuchsaufbauten, Literatur, interaktive Feature etc.) können abgespeichert und im Nutzungsfall aufgerufen werden (Synergieeffekt).
7.	<b>VR als Forschungsgegenstand</b> Der Einsatz von virtueller Realität außerhalb des Gaming Sektors ist eine noch relativ junge Domäne. An Hochschulen kann der Einsatz in verschiedensten Bereichen des alltäglichen und beruflichen Lebens erforscht werden.

Tabelle 1: Einsatzmöglichkeiten von VR an Hochschulen

## Parameter zur Gestaltung von VR-Szenarien in der Lehre

Im Rahmen von Wissenserwerb gewinnen virtuelle Realitäten zunehmend an Bedeutung. Während jedoch der Einsatz klassischer Medien gut erforscht ist, liegen zu VR aus lernpsychologischer Perspektive noch wenig Erkenntnisse vor bzw. wurden noch nicht publiziert. Wie bei jeder anderen Methode ist der Einsatz von VR nur dann in der Lehre sinnvoll, wenn er passend abgestimmt ist auf Lehrinhalte, den Personenkreis, für den das Lehrangebot bestimmt ist, sowie auf die technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen.

VR bietet im Vergleich zu bisherigen Lehr-Lern-Methoden wesentlich elaboriertere Möglichkeiten der Veranschaulichung. Zum einen können mit der Technologie räumliche Szenarien erschaffen werden, was zu einer höheren Präsenz der Lernenden führt. Zum anderen können zusätzlich zum visuellen Eindruck weitere Sinneskanäle angesprochen werden, wie Akustik und Haptik.

Zur Veranschaulichung können abbildungsgetreue oder schematische Darstellungen gewählt werden. Dabei ist das technisch Mögliche, die detailreiche realistische Darstellung, nicht immer zu bevorzugen. Je realistischer eine Darstellung, desto leichter fällt den Lernenden die Verknüpfung zur Alltagserfahrung und umso leichter kann das Erlernte auf Realbedingungen transferiert werden. Allerdings kann ein hoher Realismusgrad auch eine Fülle von Informationen beinhalten, die für ein definiertes Lernziel irrelevant sind und den Lernenden von den wichtigen Informationen ablenken. In solch einem Fall bietet sich eine schematische Darstellung an, bei der Irrelevantes vernachlässigt und Lernrelevantes hervorgehoben werden kann. Durch textuelle oder grafische Ergänzungen in der virtuellen Realität können mehrfache Repräsentationen eines Sachverhalts angeboten werden, was zu verbessertem Behalten und vertieftem Verstehen führt. Neben realen Sachverhalten können gleichermaßen abstrakte Sachverhalte in VR „begeh- und erlebbar“ gemacht werden.

Die Besonderheit in VR ist die Möglichkeit der Interaktivität mit der Visualisierung. Ein Lernender kann sich als Avatar in der virtuellen Welt selbstgesteuert bewegen. Ein Avatar ist eine grafische Figur, die den Nutzer in der virtuellen Welt verkörpert. Er kann Standpunkt und Perspektive wechseln und in Bezug auf Objekte und andere Personen (Avatare) interagieren. Das Ausmaß und die Art der Interaktion wird dabei am Lernziel ausgerichtet. Schwan/Buder<sup>(10)</sup> benennen als Formen von Lernwelten Explorations-, Trainings-, Experimental- oder Konstruktionswelten.

# ABSCHLUSSBERICHT

Explorationswelten bieten Lernenden einen hohen Selbstbestimmungsgrad bei der Erkundung bereitgestellter Informationsarrangements. Trainingswelten haben das Ziel prozedurale und handlungsbezogene Fertigkeiten zu vermitteln. Sie eignen sich dann, wenn ein reales Training zu gefährlich und/oder zu teuer wäre. Zudem können VR-Trainingswelten Feedbackformen in Echtzeit bieten, die in realen Trainings nicht realisierbar wären. So kann z.B. ein optimierter Bewegungsablauf grafisch über die Bewegungsbahn der/des Lernenden gelegt werden, ergänzt durch einen Hinweis zur Verbesserung der eigenen Handhabung. Im Vergleich zu Explorationswelten ist in Trainingswelten die Selbstbestimmtheit der Lernenden geringer, da ein Training auf eine bestimmte Aufgabe und den Aspekt der (Selbst-) Kontrolle/Korrektur ausgerichtet ist. Ziel von Experimentalwelten ist es, Lernenden ein Verständnis für kausal zugrundeliegende Mechanismen eines Phänomenbereichs zu vermitteln. In Experimentalwelten können die Lernenden Eigenschaften von Objekten oder Parameter eines Versuchsaufbaus selbst festlegen und sich daraus ergebende Konsequenzen beobachten. In Konstruktionswelten können Lernende über programmierte Tools selbstständig Objekte oder sogar ganze virtuelle Umgebungen schaffen. Vergleichbar dem Zweck von Experimentalwelten können in Konstruktionswelten komplexe Sachverhalte und die dahinterstehenden Modelle erlernt werden.

In Evaluationsstudien wurden durchaus Probleme beim Wissenserwerb in VR beobachtet. Die Gestaltung einer virtuellen Lernwelt beeinflusst das Gelingen des Wissenserwerbs in VR. Schwan/Buder<sup>(11)</sup> nennen drei Gestaltungsaspekte dazu:

**Strukturierung des Lernprozesses:** Die Struktur einer virtuellen Lernumgebung oder die Person des/der Lehrenden kann ein Lernziel vorgeben. Davon profitieren Studierende, sie können ein konkretes Ziel verfolgen. Dabei hat es sich als günstig erwiesen, die Lernerfahrungen in überschaubare Abschnitte zu unterteilen, vergleichbar dem Aufbau einer Lehrveranstaltung mit tradierter Methodik. In VR kann dies durch Anordnungen aufsteigender Komplexität geschehen, vergleichbar der Level-Struktur von Computerspielen. Alternativ können Lehr-Lern-Inhalte als fortschreitende „Erzählung“ gestaltet werden, wobei ein Szenenwechsel nach dem Lösen einer Aufgabe erfolgt. Eine weitere Möglichkeit Inhalte in VR zu strukturieren bietet sich, indem die Inhalte ähnlichkeitsbezogen zusammengestellt werden. Vergleichbar einem Museumskonzept werden sie in „Räumen“ so angeordnet, dass sich eine sinnvolle Abfolge des Bearbeitens anbietet, das Durchlaufen wird gesteuert.

**Gestaltung des Handlungsrepertoires:** In virtuellen Welten kann die Art und die Anzahl von Handlungsmöglichkeiten für Lernende festgelegt werden. Dabei bedarf es der Abwägung, am Lernziel orientiert, wieviel Handlungsspielraum und damit Selbstbestimmtheit gewährt werden soll und wo Optionen begrenzt werden, um unerwünschte Ablenkung zu vermeiden. Eine weitere Strategie, dysfunktionales Handeln zu vermeiden, ist die Bereitstellung vertrauter Handlungsformen, die aus dem Repertoire der Alltagshandlungen entlehnt sind.

**Gestaltung des Feedbacks:** Der Lernprozess in virtuellen Settings kann und sollte mit angemessenen Hilfestellungen und Mechanismen der Selbstdiagnose in Bezug auf Wissen und Fertigkeiten angereichert werden. Diese Form des Feedbacks verringert für die Lernenden die Gefahr sich in einer komplexen Lernwelt „zu verlieren“ und erhöht den Lernerfolg<sup>(12)</sup>.

In virtuellen Welten können mehrere Personen auftreten, was die Möglichkeit der Interaktion eröffnet. Bei der personalen Präsenz unterscheiden Schwan/Buder<sup>(10)</sup> drei Facetten:

**Die Darstellung der eigenen Person:** Wenn die eigene Person des Lernenden nicht körperlich im virtuellen Lern-Szenario dargestellt wird, erfolgt die Darstellung der Umgebung aus der Ich-Perspektive,

im Gaming auch „First Person“ genannt. Das heißt, der Lernende sieht sich nicht selbst, sondern nur die anderen Personen, Objekte und die Umgebung. Weitere Personen in der virtuellen Welt können die eigene Person als Avatar wahrnehmen. Alternativ kann auch der Lernende sich selbst als Avatar sehen. Bei dieser Third-Person-Perspektive schaut die Kamera quasi über die Schulter des eigenen Avatars oder zeigt das Geschehen aus der Perspektive mit seitlicher Aufsicht auf den eigenen Avatar. Eine Studie ergab, dass die Teilnehmenden ein höheres Gefühl von Präsenz in der virtuellen Umgebung empfanden, wenn sie ihren eigenen Avatar sehen konnten<sup>(13)</sup>.

**Die Anwesenheit realer Personen:** Die Option mehrerer simultan anwesender Personen in einer virtuellen Situation eröffnet instruktionale Gestaltungsmöglichkeiten<sup>(10)</sup>. Diese Avatare könnten z.B. Tutoren sein, die den Lernfortschritt begleiten, Hinweise oder Feedback geben. Die Anwesenheit anderer Avatare als Lernende ermöglicht kollaboratives Arbeiten. Das kann die gemeinsame Durchführung von Experimenten sein oder ein Austausch über Lehrinhalte, bei dem sich z.B. die Lernenden gegenseitig Inhalte erklären. Auch das Aushandeln von Zielen und Vorgehensstrategien kann über das Arbeiten in der Gruppe geübt werden. Wenn mehrere reale Personen in der virtuellen Welt miteinander interagieren möchten, müssen sie sich tatsächlich zeitgleich in die virtuelle Welt einwählen.

**Die Anwesenheit virtueller Personen:** Neben realen Personen können in virtuellen Welten auch virtuelle Personen auftauchen. Sie werden im pädagogisch-wissenschaftlichen Kontext als autonome Akteure bezeichnet, die unterschiedlich im virtuellen Setting eingesetzt werden können. Je nach „Intelligenz“ können virtuelle Personen ebenfalls die Rolle eines Tutors oder „Peer-Learners“ einnehmen<sup>(11)</sup>. Hierfür gibt es verschiedene Optionen. Eine virtuelle Person könnte ein Bot sein. In der Lernumgebung könnte er wie eine Person aussehen. Er würde dem/der Lernenden über ein Auswahlmeneü z.B. FAQs anzeigen und diese standardisiert beantworten. Es könnte auch ein Chat-Bot sein. Dies ist ein textbasiertes Dialogsystem. Es basiert auf Künstlicher Intelligenz (KI) und kann sich mit Menschen in natürlicher Sprache unterhalten. Es simuliert dabei eine Unterhaltung mit einem realen Menschen. Lernende könnten per Tastatur- oder Audioeingabe damit interagieren. Diese Technologie nutzt maschinelles Lernen. Darüber werden die resultierenden Empfehlungen und Antworten verbessert. Ein Vorteil der Bots ist, dass sie im System der virtuellen Welt fest implementiert werden können. So stehen sie dem Lernenden zu jeder Zeit zur Verfügung, im Gegensatz zu realen Personen, die nur zu definierten Zeiten im System als Avatare anwesend sind. Nachteil der Bots ist, dass die Interaktion sich auf den vorprogrammierten Content des Bots beschränkt. Eine virtuelle Person kann schon in ganz einfacher Funktion eingesetzt werden, etwa indem sie durch Zeigegesten oder Blickrichtungen die Aufmerksamkeit des Lernenden lenkt. Sie kann durch Nicken oder Kopfschütteln Zustimmung oder Ablehnung zu einer Aktion geben.

Virtuelle Welten können nicht nur als Einzelanwendungen gestaltet werden. Es können ganze Umgebungen geschaffen werden, in der verschiedenste Applikationen kombiniert abgebildet werden<sup>(14)</sup>. So können in einer komplexen Lernumgebung z.B. die Teilnahme an synchronen oder asynchronen Lehrveranstaltungen, Recherchemöglichkeiten, Teilnahme an Tutorien oder Laboren zusammengeführt werden. Die virtuelle Realität stellt in diesem Fall eine Gesamtheit von Austausch- und Vermittlungsoptionen dar. Sie bietet die organisatorische Struktur einer vielschichtigen Lernumgebung. Sie kann Vorlesungs- und Laborräume, eine Bibliothek, Aufenthaltsbereiche, Büros von Tutoren und vieles mehr umfassen. Die verschiedenen Areale würden mit entsprechenden Software-Tools bestückt sein, die nicht zwingend ebenfalls in virtueller Realität gestaltet sein müssen. Eine computergestützt modellierte Lernumgebung kann sich die Verhaltenskanalisierung der realen Welt zu Nutze machen<sup>(10)</sup>.

## Serious Gaming – Gamification in der Lehre

Spiel und Arbeit gelten gemeinhin als Gegensätze<sup>(16)</sup>. Sie sind als Bereiche menschlicher Praktiken gut voneinander zu unterscheiden. Arbeit wird als ernste und ernstzunehmende Tätigkeit aufgefasst. Sie ist laut Definition des Duden, unter anderem mit Mühsal und Plage verbunden. Spiel wird dagegen als unproduktiv angesehen, als Entspannung, das ohne bewussten Zweck aus Freude an der Tätigkeit selbst ausgeübt wird.

Auf semantischer Ebene sind mittlerweile jedoch durchaus Annäherungen und Überlappungen beider Begriffe festzustellen. Der Begriff der Arbeit verlässt den ausschließlichen Bereich der Erwerbssphäre, wenn er in Wortverknüpfungen wie Identitäts-, Beziehungs-, Vernetzungs- oder häuslicher Erziehungsarbeit Verwendung findet. Auf der anderen Seite wird auch das Spielen zunehmend funktionalisiert. Kreativitätstechniken und Innovationsdenkweisen, die im Arbeitskontext genutzt werden, z.B. Konzepte wie Design Thinking, basieren u.a. auf spielerischer Als-ob-Tätigkeit. Der in diesem Zusammenhang verwendete Begriff Gamification oder Serious Gaming bezeichnet dementsprechend den bewussten, zweckhaften Einbau von spielerischen Mitteln in Lern- und Arbeitsprozesse<sup>(17)</sup>. Die freiwillige Teilnahme an Spielen liegt in einer emotionalen Bindung an regelbasierte Interaktion begründet. Sie ist intrinsisch motiviert. Bereits in den 1980er Jahren wurde diese Eigenschaft im Zusammenhang mit digitalen Spielen für die Steuerung von Lernprozessen ausgiebig untersucht. Malone und Lepper<sup>(18)</sup> regen in ihren Arbeiten an, zum Beispiel über Herausforderungen – Challenges – intrinsisch motivierende, spielerische Lernumgebungen zu entwickeln. Herausforderungen sind ein zentrales Element jeden Spiels<sup>(19)</sup>. Diese Herausforderungen müssen mit persönlich bedeutsamen Zielen für die Spielenden verbunden sein. Der Aufwand, mit dem ein Spieler/eine Spielerin diese Ziele erreichen kann, soll dabei in angemessenem Verhältnis zu seinen/ihren Bedürfnissen stehen. Rückmeldungen bei Erreichung oder Nichterreichung eines Ziels sollen positiv motivierend erfolgen, um damit das Selbstbewusstsein und Selbstvertrauen sowie die Motivation des Spielenden durch die kontinuierliche Erreichung von Teilzielen zu steigern. Keinesfalls sollen Rückmeldungen die Spielenden demotivieren.

»Serious Games« sind somit Spiele, die nicht der privaten Unterhaltung dienen, sondern ernsthafte Hintergründe und (Lern-)Zwecke haben. Zu den ernstesten Absichten werden unter anderem gezählt<sup>(20)</sup>:

- Training und Ausbildung – hierzu zählt das Einüben bestimmte Handlungsabläufe in simulierten Umgebungen
- Gesundheit, „Games for Health“ – Unterstützungen bei Therapien, assistierende Tätigkeiten können spielerisch trainiert werden
- Lernen – ‘Game Based Learning’ bezeichnet das Erreichen klar definierter Lernergebnisse mittels dafür konzipierter Lernspiele

Vergleichbar mit der Definition von Arbeit als ernste zweckgerichtete Tätigkeit, werden mit der Tätigkeit des Lernens Merkmale wie Ernsthaftigkeit, Pflicht und auch Langeweile verbunden. Durch das Verbinden von Spiel mit Lernen ergeben sich jedoch nach Ritterfeld/Weber<sup>(21)</sup> drei denkbare Konzepte mit positiven Effekten:



Quelle: Frederick Joseph F., LEADERSHIP&FLOW

Abbildung 1: The Relation of Learning and Games

**Motivation:** (Erzieherische) Inhalte und Informationen können über Lernspiele vermittelt werden. Die Form „Spiel“ wird dabei als Motivationshilfe mit „Türöffnerfunktion“ genutzt. Interesse an Inhalten soll geweckt werden, um sie schließlich zu transportieren.

**Belohnung:** Die Belohnung für eine (erfolgreiche) Bearbeitung einer Lernaufgabe kann in Form eines anschließenden Spiels erfolgen. Es kann angekündigt oder unangekündigt als extrinsische Motivation eingesetzt werden.

**Integration:** Serious Gaming kann ausgewählte Inhalte zu einem essenziellen Teil des Spiels machen. In dieser Variante stellt es, im Unterschied zu den beiden ersten Ansätzen, kein additives Konzept, sondern ein Blending-Konzept dar.

Zahlreiche Studien haben die Effektivität von ‘Serious Gaming’ untersucht. Es erweist sich im Lehr-Lern-Bereich insbesondere in Kombination mit weiteren Lehr-Lern-Methoden als geeignet<sup>(22)</sup>. Game Based Learning wird auch in der Hochschullehre genutzt. Serious Games werden hier als Spiele mit bildendem Charakter und definierten Lernzielen verstanden<sup>(23)</sup>.

Dennoch gibt es auch kritische Haltungen gegenüber dem Nutzen von Serious Gaming im Lehr-Lern-Kontext. Zwar werden die Studien zur Effektivität nicht angezweifelt. Wagner formuliert, dass beim Spielen durchaus neues Wissen entstehen kann. Er merkt jedoch an, dass es eine andere Art von Erkenntnisgewinn sei, als bei der Interaktion mit der realen Welt. Das im Spiel erlernte Wissen werde mit der projizierenden Identität erlernt. Auf die Spielfigur würden Vorstellungen und Erfahrungen übertragen. Deshalb entspräche die Spielidentität nicht zwangsläufig der realen Identität. Dadurch sei es schwer, im Spiel erworbenes Wissen auf das Leben zu übertragen, es aus dem Spiel mitzunehmen<sup>(24)</sup>. Wie Schwan/Buder merkt Chatham<sup>(25)</sup> ebenfalls an, dass Serious Gaming in Lehrveranstaltungen ohne entsprechende Nachbesprechungen auch zu negativen Trainingseffekten führen kann.

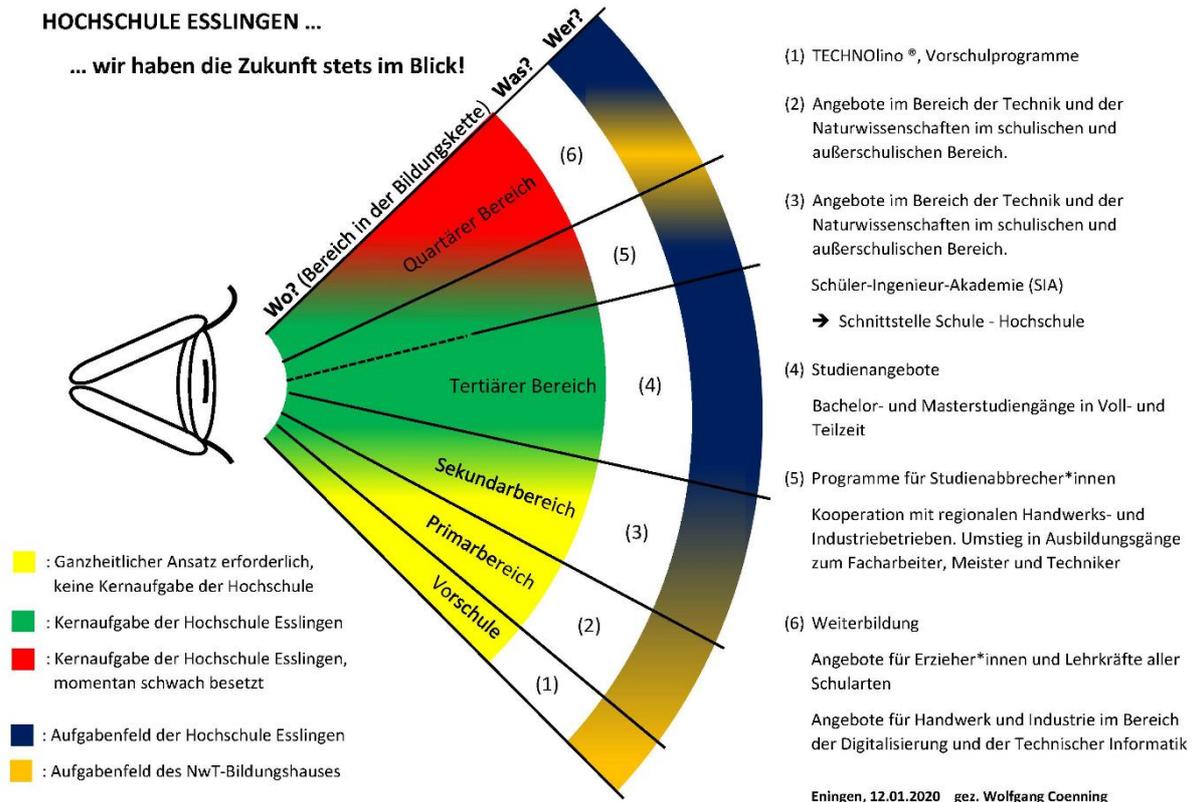
VR als Lehr-Lern-Methode allein würde in seiner Qualität somit oftmals überschätzt. Ebenfalls problematisch werden hohe Entwicklungs- und Durchführungskosten gesehen. Brezinka zweifelt an, ob digitales Lernen wirklich seine hohen Versprechungen einlösen kann. Das Lernen mittels Educational Games würde häufig nur traditionellem – langweiligem – Lernen gegenübergestellt. Dies führe zu dem aktuellen Hype um VR als Lehr-Lern-Methode. Brezinka stellt in Frage, ob Lernen nur dann erfreulich sein könne, wenn es unbewusst geschehe, also Lerninhalte ‚versteckt‘ würden<sup>(25)</sup>. Neben diesen rationalen Einwänden, tritt auch das Phänomen der rein subjektiven Ablehnung auf – „Simulation ist doch nur Spielzeug.“. Nur einmal in der gesichteten Literatur wird von Straßburger, neben möglichen Auswirkungen wie Motion Sickness oder erhöhtem Stresslevel, auch die Gefahr eines Suchtpotentials genannt, das mit der virtuellen Realität einhergeht. Dies ist ein aus der Gaming-Szene durchaus bekanntes Problem. Es wird jedoch keine Literatur in Bezug auf den Lehr-Lern-Kontext gefunden. Ebenfalls nicht zur Thematik der immer weiter zunehmenden Identifikation mit der virtuellen Spielfigur, der Lernende also immer tiefer in eine Scheinwelt eintaucht und mit ihr verschmilzt<sup>(26)</sup>.

## Fazit

In der Literatur ist man sich weitgehend einig, dass VR im Lehr-Lern-Kontext motivationsfördernd ist und die Einbindung in Bildungsangebote die Attraktivität einer Bildungseinrichtung erhöht. Es herrscht aber auch Skepsis, ob der Einsatz von VR die Lernergebnisse verbessert. Noch sind zu wenig Studien verfügbar. Die Skepsis kann auch mit wahrgenommenen Herausforderungen, die in Ausstattung und Kosten, sowie in urheberrechtlichen Fragen und der fehlenden Kompetenz des Lehrpersonals gesehen werden, zusammenhängen<sup>(15)</sup>. Die Gestaltungsmöglichkeiten einer VR Applikation sind faszinierend vielfältig. Die bloßen Möglichkeiten alleine erschaffen aber noch kein gutes Lehr-Lern-Szenario. So bleibt VR letztlich ein komplexes, virtuoses Tool, das die Expertise der/des Lehrenden benötigt, der/die ein geeignetes Lehr-Lern-Konzept erstellt. Es wird die Aufgabe der kommenden Jahre sein, mit VR in der Form zu experimentieren, dass man das Nachbilden von Bekanntem überwindet und beginnt, die der Technologie innewohnenden Freiheitsgrade und Potenziale zu entdecken.

## AUSGANGSSITUATION UND RAHMENBEDINGUNGEN

Ausgangspunkt der Innovation sind die Aktivitäten des Fellows als Didaktikbeauftragter der Hochschule Esslingen und als Leiter des NwT-Bildungshauses entlang der Bildungskette. Das NwT-Bildungshaus der Hochschule Esslingen wurde im Jahr 2015 gegründet und wird seither vom Fellow geleitet. In Abbildung 2 sind die Einsatzbereiche des NwT-Bildungshauses und das Zusammenwirken mit der Hochschule Esslingen als Ganzes dargestellt. Der Schwerpunkt des Vorhabens liegt eindeutig im Bereich (4) „Studienangebote“ und hier explizit in der Studieneingangsphase – dem Vorbachelor, sowie im Weiteren an der Schnittstelle Schule – Hochschule zur Verbesserung der Zugangsvoraussetzungen zukünftiger Studierender (3). Da die Hochschulen der Angewandten Wissenschaften einen hohen Prozentsatz ihrer Studierenden über Absolvent:innen der beruflichen Schulen rekrutieren, wird hier ein Schwerpunkt angestrebt. Die andauernde Corona-Pandemie zeigte eindrücklich, wie wichtig derartige Szenarien sind und zukünftig sein werden. Der Gedanke des Aufbaus eines realen Museums zur Kopplung von MINT und Museum wurde durch die Beauftragung eines komplett virtuellen Museums ersetzt. Parallel hierzu wurde mit dem Projekt „VR Auditorium, Göppingen“ die Entwicklung eines komplett computergenerierten Hörsaals gestartet. Mit der Verzahnung dieser Aktivitäten wird die Interdisziplinarität gestärkt und der Übergang von „STEM“ zu „STEAM“ vollzogen.



**Abbildung 2:** Verzahnung des Programmspektrums der Hochschule Esslingen und des NwT-Bildungshauses

Die partielle Schaffung innovativer Lernräume ist ein Mosaikstein, um das eigentliche Problem zukünftiger Bildung zu lösen, die historisch gewachsenen Lehr-Lern-Ansätze an Hochschulen und Universitäten zu reformieren, da diese nur eingeschränkt den Anforderungen an eine Vermittlung und Förderung der „Future Skills“ gerecht werden. Die jüngsten Empfehlungen des Wissenschaftsrats zur Digitalisierung in Studium und Lehre weisen exakt in die gleiche Richtung<sup>(31)</sup>. Wissen wird aktuell meist vermittelt, abgefragt und leider häufig direkt nach der Prüfung wieder von den Studierenden vergessen. Der Begriff des „Bulimie-Lernens“ machte die Runde. Wirkungsketten werden im technischen Umfeld immer weniger erkannt, respektive angewendet. Wie soll da freies Denken, sollen innovative Ideen, Maschinen, Produkte oder Prozesse entstehen, wenn zukünftige Techniker und Ingenieure nur noch reproduzieren können? Sicher ist, dass ausschließlich virtuelle Szenarien langfristig das – im wahrsten Sinne des Wortes – Begreifen im Labor nicht ersetzen können. „Augmented Reality“ (AR), also erweiterte Realitäten, die hochauflösend virtuelle Szenarien der realen Welt überlagern, sind das wahre Ziel einer zukunftsfähigen Lehre. Insofern kommt der Untersuchung von VR-Szenarien, die einen Zwischenschritt hin zu AR-Szenarien darstellen, eine große Bedeutung zu. Neue Umgebungen müssen zu neuen methodisch-didaktischen Ansätzen führen, die dann den Erwartungen an die Vermittlung der Future Skills besser gerecht werden. Diesen Ansatz bestätigt auch die Übersichtsstudie des DIPF – Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation<sup>(27)</sup> aus dem Jahr 2019. VR/AR wird hier Potential bescheinigt, die Anschaulichkeit und Erlebbarkeit von Lerninhalten zu steigern, da komplexe Lernwelten die soziale Interaktion in Kommunikations- und Kollaborationsprozessen positiv beeinflussen können. VR/AR könnte einen Beitrag leisten, um die von Studierenden im Zusammenhang mit zukünftiger Bildung genannte Themenfelder, wie Selbststeuerung, Individualität, Interaktivität und Kooperation abzubilden.

Leider wird das Vorhaben seit Beginn der Förderung durch die Auswirkungen der Pandemie massiv beeinträchtigt. Sorgte die einsetzende Corona-Pandemie in 2020 noch für den Impuls, sich mit neuen innovativen digitalen Lehr-Lern-Szenarien zu beschäftigen, so entzog und entzieht die Pandemie dem Vorhaben bis heute erhebliche Ressourcen. Durch C-bedingte Erkrankungen und Todesfälle ist die Umsetzungsgeschwindigkeit im IT-Team über die gesamte Laufzeit des Projekts rapide gesunken, so dass der Aufbau der VR-Umgebungen für innovative und interaktive Lehr-Lern-Szenarien erst zum Ende der Projektlaufzeit in einer ersten Version freigeschaltet werden konnten.

Aber auch die Entwicklungen im Bereich der VR-Brillen stellen für das Vorhaben eine erhebliche Herausforderung dar. Bereits im Jahr 2014 wurde die Firma Oculus VR von Facebook erworben. Bis zum Jahr 2021 trat Facebook bei Oculus nicht in Erscheinung und den wenigsten Nutzern der Oculus-VR-Brillen war bewusst, dass sie ein „Facebook-Produkt“ nutzen. Dann kam es zum Eklat – Facebook machte die Nutzung der Oculus-Brillen von der Einrichtung eines Facebook-Accounts abhängig. Heute, nach der Gründung von „Metavers“ und der Umbenennung von „Facebook“ in „Meta“, wird transparent, wie zukunftsweisend und clever Mark Zuckerberg 2014 agiert hat. Welchen Einfluss dieser Schachzug auf datenschutzrechtliche Belange hat, muss an dieser Stelle, so glaube ich, nicht weiter ausgeführt werden. Oculus-Brillen sind somit aktuell im Bildungsbereich nicht mehr problemlos einsetzbar! Die Beschaffung weiterer Oculus-Brillen ist momentan in Deutschland bis zu einem Entscheid des Gerichtshofs der Europäischen Union – EuGH – untersagt. Die Ankündigung, die Nutzung der VR-Brillen von einem „Meta-Account“ zu entkoppeln, wurde bislang leider nicht umgesetzt. Die immersive Erprobung der geschaffenen Lehr-Lern-Umgebungen mittels VR-Brillen wird somit erst im Nachgang zum eigentlichen Projekt erfolgen. Hier zahlt sich nun der enorme Aufwand aus, die „VR-ToolBox“ für beliebige Endgeräte auszulegen. Bei allen Unwägbarkeiten die dadurch entstehen, wird aber aus den Entwicklungen auch klar, dass der Einsatz von XR-Szenarien in der Bildung sicher einen Schritt in die richtige Richtung darstellt.

## **ERGEBNISSE UND ERKENNTNISSE / ZIELE DER GEPLANTEN LEHRINNOVATION**

Das Vorhaben „Future Tools“ for „Future Skills und Challenges“ schließt an das gerade auslaufende Pilotprojekt im VR Auditorium der Hochschule Esslingen an. Das Pilotprojekt gab Anlass zu der Hoffnung, dass Teile des Lehrbetriebs an Hochschulen in eine virtuelle Umgebung verlagert werden können. Eine solche Verlagerung sollte Ressourcen freisetzen, die wiederum einer Verbesserung der Einrichtungen dienen, die für den Erwerb motorischer Fähigkeiten und den Erwerb haptischer Erfahrungen erforderlich sind. Ziel ist also die Schaffung einer Kombination aus virtuellen und realen Lernangeboten, die idealerweise eine deutliche Verbesserung des „Outcome“ bewirken. Langfristiges Ziel werden somit erweiterte Realitäten sein, die die Realität und hochauflösende virtuelle Ergänzungen gewinnbringend kombinieren.

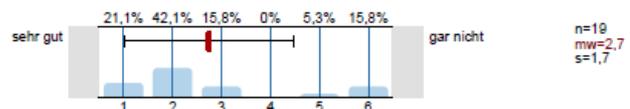
Im Sommer 2021 wurde das gesetzte Ziel erreicht, dass die „VR-ToolBox“ neben VR-Brillen auch über WINDOWS-Rechner, MacBooks sowie Android- und iOS-Mobilgeräte genutzt werden kann. Somit ist sichergestellt, dass zukünftig alle Studierende auf die Software zugreifen und diese auch mobil nutzen können. Ein hardwarebedingter Wechsel von Studierenden in die Vergleichsgruppe, die mittels „Webex“ unterrichtet wird, ist somit nicht mehr erforderlich.

# ABSCHLUSSBERICHT

Durch die spontane Realisierung des virtuellen Hörsaals wurde mit dem Beginn der Pandemie neben den üblichen Videokonferenztools eine weitere Option für das Abhalten synchroner und asynchroner Lehrveranstaltungen an der Hochschule Esslingen geschaffen. Mit der Fortsetzung der Pandemie musste sich auch die Hochschule Esslingen zentral für ein IT-System entscheiden, welches im Rahmen der Onlinesemester zum Einsatz kommen soll. Der Entscheid fiel auf „Webex“. Da das Wintersemester 2020/21 und das Sommersemester 2021 bis auf wenige Laborveranstaltungen komplett digital abgehalten wurde, wurden alle Studierende ausschließlich mit diesem IT-System unterrichtet. Selbstverständlich wurden die gesamte Administration und der gesamte Support zentral für alle Studierende von der Verwaltung übernommen und abgewickelt. Da ist es schon ein schwieriges Unterfangen als Einzelkämpfer, mit einem proprietären und in der Entwicklung befindlichen IT-System in einem Modul eines Studienganges ein Forschungsvorhaben zu starten. Zwangsläufig wird in einem solchen Szenario seitens der Studierenden stets der Vergleich zwischen „Webex“ und der „VR-ToolBox“ gezogen. Leider standen für viele Studierende dabei aber zunächst die administrativen und technischen Belange bei der Beurteilung im Vordergrund und nicht der Mehrwert, der – gegebenenfalls – durch ein neues Lehr-Lern-Szenario entsteht. Diese Aspekte traten daher bei den ersten Befragungen komplett in den Hintergrund. Stellvertretend für diverse Befragungen werden im Folgenden die Ergebnisse aus der Befragung der Studierenden nach dem Sommersemester 2021 dargestellt. Mit 20 Teilnehmer:innen war hier noch eine akzeptable Teilnehmerzahl zu verzeichnen.

## 5. Am Ende des zweiten Semesters

5.1) Wie sind Sie mit der Lernumgebung VR zurecht gekommen?

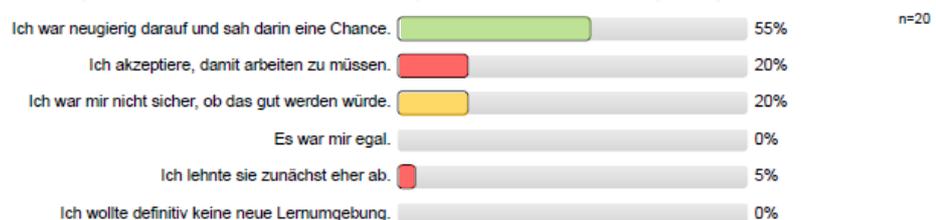


So führt natürlich der aufwendigere Download der Software nach den wöchentlichen Updates zur Verbesserung der „VR-ToolBox“ ebenso zu Kritik, wie die bei wenigen Studierenden – weniger als 3 % – problematische Installation und die sporadischen Audioprobleme oder Abstürze der im Hintergrund der Software agierenden „Gaming-Engine“. Lediglich ca. 20 Prozent der Teilnehmer:innen gaben aber an, das sie nicht gut mit der VR-Umgebung zurecht gekommen seien.

Ein erstaunlich gutes Ergebnis, da die Haltung der Studierenden gegenüber dem neuen IT-System zwar als offen aber auch als zurückhaltend bewertet wurde. So waren nur 55 % der Studierenden neugierig und sahen eine Chance in den neuen Ansätzen, wogegen 45 % eher eine reservierte bzw. ablehnende Haltung einnahmen. Immerhin 30 % der Befragten erwarteten zum Beginn des 1. Semesters, dass die Lernumgebung ihnen mehr Spaß beim Lernen bringen würde. 40 % waren dagegen der Auffassung, dass sich dadurch keine Veränderungen ergeben würden. Die oben angesprochenen 30 % liegen sehr gut in Deckung mit den 26,3 % der Befragten, die angaben, bereits VR-Erfahrung zu besitzen. Dies zeigt, dass Vorerfahrungen mit solchen Werkzeugen zweifellos vorteilhaft ist und man bei der Einführung derartiger Technologien wahrscheinlich einen langen Atem braucht.

## 4. Zu Beginn des ersten Semesters

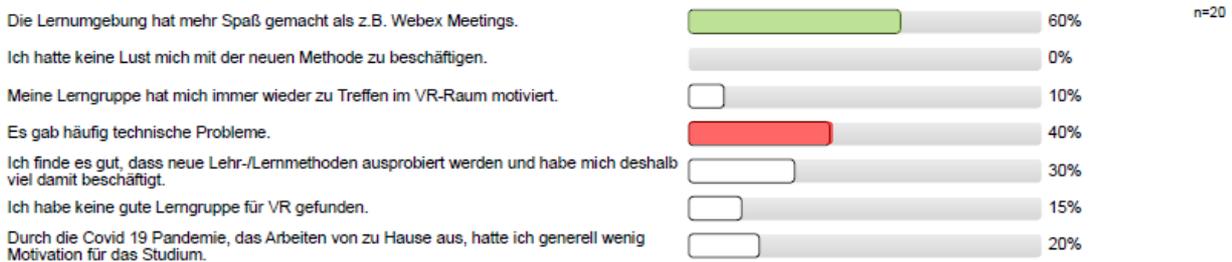
4.1) Welche Haltung hatten Sie zu Beginn des ersten Semesters zur vorgestellten neuen Lernumgebung VR?



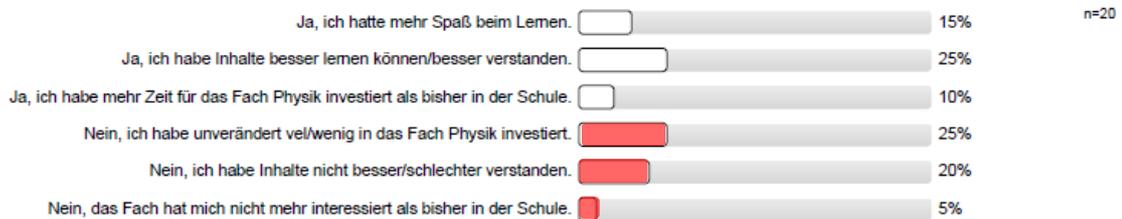
# ABSCHLUSSBERICHT

Noch erstaunlicher ist, wie sich die Haltung gegenüber VR im Verlauf der beiden Semester verändert hat. Die durch die Frage 5.1 dokumentiert hohe Akzeptanz der VR-Software wurde durch die Studierenden wie folgt begründet: 60 % der Befragten gab an, dass ihnen die Lehrveranstaltungen mehr Spaß als im IT-System Webex gemacht hätten. Und dies bei nicht vernachlässigbaren technischen Problemen, die auch von 40 % der Befragten zurecht angemahnt wurden. Dieser Umstand liegt zweifellos darin begründet, dass nach und nach technische Unzulänglichkeiten verbessert und die von den Studierenden in der Umfrage vermisste Feature nach und nach realisiert und eingeführt werden konnten. Diese positive Entwicklung im technischen Bereich ist zwei maßgeblichen Aspekten zu verdanken: Zum Ersten der steten Weiterentwicklung und Optimierung des Werkzeugs seitens WIS und zum Zweiten den regelmäßigen Vorlesungsveranstaltungen mit hohen Teilnehmerzahlen.

## 5.2) Welche Gründe sehen Sie dafür?



## 5.3) Hat die neue Lernumgebung Ihr Lernverhalten/Verständnis beeinflusst?



Dadurch konnten die seitens der Anbieter erforderlichen Teilnehmerzahlen erreicht werden, die eine Nutzung stabilerer Server ermöglichten, was sich sehr positiv auf die Performanz des Systems auswirkte. Relativierend muss aber angemerkt werden, dass unabhängig von der Qualität der zur Verfügung stehenden Endgeräte-Hardware bei den Studierenden auch noch im Verlauf des Semesters ein reger Wechsel zwischen den beiden Semestergruppen mit zunächst gleicher Kohortengröße beobachtet werden konnte, wobei die VR-Semestergruppe einen klaren Wanderungsverlust hinnehmen musste. Ein Großteil der Studierenden – ca. 75 % – favorisiert die etablierte Webex-Option und wollte sich nicht auf das innovative Lehr-Lern-Szenario einlassen, da es – ohne Frage – zunächst mit einem gewissen Mehraufwand verbunden war. Da ein Gruppenwechsel aufgrund der übrigen Vorlesungsveranstaltungen nicht beliebig möglich war, kann nicht daraus geschlossen werden, dass 75 % der beiden Kohorten sich gegen die VR-Nutzung entschieden haben. Der Wanderungsverlust von ca. 25 % bei der VR-Gruppe lässt auf eine 50:50-Teilung zwischen eher „konservativen“ und „innovativen“ Studierenden schließen.

Die im Rahmen der Befragungen gewonnenen Erkenntnisse konnten durch die am Ende des Projektes geführten Interviews mit den Studierenden bestätigt werden. Interessant ist die häufig geäußerte Aussage: „ ... in der VR-Umgebung konnte ich besser am Ball bleiben als in der Webex-Umgebung ..“. Leider

bleibt aber die Barrierefreiheit ein wichtiger Gesichtspunkt. In den Interviews wird deutlich, dass im Vergleich zur Nutzung von Webex doch höhere Anforderungen an die Infrastruktur der Lernenden gestellt werden. Leistungsfähigere Endgeräte und eine breitbandigere Internetverbindung sind die Voraussetzung für eine problemlose Teilnahme an VR-Szenarien. Dabei muss aber angemerkt werden, dass natürlich ungleiche Szenarien miteinander verglichen werden. I.d.R. sind bei jeder Veranstaltung in Webex sämtliche Kameras der Studierenden ausgeschaltet, so dass maßgeblich das Audiosignal übertragen wird, was natürlich Auswirkungen auf die Interaktion während der Veranstaltung hat. Eine Thematik, die später noch angesprochen wird. Für die „VR-Toolbox“ muss überlegt werden, ob es wirklich einen Mehrwert darstellt, wenn sich der Brustkorb der Avatare zur Simulation der Atmung hebt und senkt oder sich die Finger der Hand bei PC- und Mac-Users ständig bewegen. Derartige Features sorgen für eine realistischere Darstellung, erfordern aber zweifellos nicht unerhebliche Ressourcen bei der Infrastruktur der Nutzer:innen. Da bis zur ersten Umfrage „gaming-basierte“ Ansätze lediglich angekündigt, aber noch nicht in der Lehre eingesetzt werden konnten, ist es nicht verwunderlich, dass eine Veränderung bezüglich des Lernverhaltens aktuell noch nicht nachgewiesen werden konnte. Hier ergibt sich ein exakt ausgeglichenes Meinungsbild.

Die Bereitschaft in der Startphase eines neuen Systems zunächst gewisse Unzulänglichkeiten zu akzeptieren, ist bei vielen Studierenden an einer HAW leider gering. Feedback aus den ersten beiden Corona-Semestern 2020, als parallel auch noch Studierende der Universität Tübingen in VR unterrichtet wurden, zeigen bei deutlich schlechterer Leistungsfähigkeit des IT-Systems eine höhere Frustrationstoleranz. In Gesprächen zeigen die Studierenden aus Tübingen ein deutlich höheres Interesse an diesem Lehr-Lern-Ansatz und geben gute Hinweise zur Anpassung und Verbesserung des Systems. Studierende der Hochschule Esslingen sahen dagegen vorrangig die Qualität des Systems zur Bereitstellung ihres Unterrichts, die bei geringer Eigeninitiative möglichst hoch angesiedelt sein sollte. Aus Sicht der Studierenden ist diese Haltung allerdings durchaus verständlich. Das noch fehlende Stummschalten aller Teilnehmer:innen führte natürlich in der Anfangsphase zu erheblichen Störungen, die auch den Vortragenden manchmal an seine Grenzen brachte. Zweifellos kann ein Großteil der Freitextantworten, auf Fragen zur Technik und zum Nutzen von VR in der Hochschullehre dieser als „konservativ“ bezeichneten Studierendengruppe zugeordnet werden. Bei der weiteren Analyse der Antworten der „innovativen“ Studierendengruppe darf nicht aus den Augen verloren werden, dass diese Antworten maximal 25 % der Gesamtkohorte repräsentieren. Erstaunlich war auch, dass ca. 20 % der in VR unterrichteten Studierenden nicht die erwartete Affinität zu einem „Gaming-Ansatz“ mitbrachten. So wird die beim „Gaming“ übliche Steuerung der Bewegung des Avatars über die Tasten „W“, „A“, „S“ und „D“ vielfach als umständlich bezeichnet. Auch in den Interviews wird deutlich, dass die Sozialisierung der Studierenden und der Umgang mit digitalen Medien – und hier maßgeblich mit Spielen – eine ganz entscheidende Rolle spielt. „Gaming-affine“ Studierende sehen das Potential solcher Lehr-Lern-Szenarien und sind auch eher bereit in der Entwicklung bestehende Unzulänglichkeiten zu tolerieren. „Gaming-averse“ Studierende zeigen diese Toleranz nicht und lehnen VR-Szenarien schnell als Spielerei ohne Mehrwert ab. Auf die Frage: „Welche sonstigen Möglichkeiten können Sie sich vorstellen, um die Vorlesung in Virtual Reality für Sie zu einem einzigartigen Erlebnis zu machen?“ wurden in den Befragungen und den Interviews vorrangig die folgenden Punkte genannt:

# ABSCHLUSSBERICHT

❖ Virtuelle Versuche	20 %
❖ Gruppenarbeit mit anderen Studenten	15 %
❖ Anpassung des Avatars (Handstellung)	10 %
❖ Interaktion mit dem Lehrenden über eine Chatfunktion	10 %
❖ Mute-All-Funktion, Audioqualität verbessern	10 %
❖ Interaktion mit dem Lehrenden über ein Whiteboard → Virtuelle Tafel	8 %
❖ Mac-Kompatibilität	5 %

Durch die Weiterentwicklung des „Spawners“ ist nun auch die Realisierung virtueller Experimente deutlich einfacher und vielseitiger geworden. Somit wurden alle genannte Punkte im Rahmen des Projekts realisiert, oder befinden sich in einem Teststadium. Interessant ist, dass der sehr realistische Raumklang von einigen Studierenden als störend empfunden wird. Gerade der sogenannte „Cocktailbar-Effekt“ der es uns ermöglicht zu unterscheiden, ob ein Audiosignal von links oder rechts kommt, macht die Kommunikation in VR extrem realistisch. Natürlich kommt aber dieser Effekt nur zum Tragen, wenn das Audiosignal über einen Stereolautsprecher oder einen Kopfhörer empfangen wird, was wiederum mit der individuellen Hardware-Ausstattung der Studierenden im Zusammenhang steht. Dieser Problematik wurde dadurch Rechnung getragen, dass zwischen zwei Audio-Modi durch den Raumadministrator - im Regelfall dem Lehrenden - gewählt werden kann. Dem „Global-Mode“, bei dem an jeder Stelle des Raums die/der jeweilige Sprecher:in unabhängig von der Ausrichtung des Avatars gleich laut und ohne Richtungsinformation zu hören ist und dem „Personal-Mode“, der frei wählbare Audiobereiche – Radien – definiert, in denen eine/ein Sprecher:in inklusive Richtungsinformation hörbar ist. Unter Nutzung dieses Modus konnten in den Vorlesungspausen in Analogie zu Präsenzveranstaltungen bilaterale Gespräche oder Diskussionen in Kleingruppen durchgeführt werden. In den VR-Räumen, die dem persönlichen Austausch der Studierenden dienen sollen, ist dieser Modus standardmäßig eingestellt, so dass in den Raum kommende Avatare nicht sofort die Gespräche beim „Abhängen“ oder Basketballspiel der Kommilitonen mithören können. Hierzu müssen sie sich den bereits im Raum befindlichen Avataren nähern, was diese wahrnehmen und dann ihr Gespräch ggf. anpassen können. In der „NwT-VR-Breakoutzone“ auf dem Dach des „NwT VR Hives“ wurde diese Einstellung gewählt. Die Möglichkeit zur Gruppenarbeit wurde im „NwT VR Workshoproom“ realisiert. Dieser Raum besteht aus einem Auditorium und acht angrenzenden Gruppenräumen, die jeweils gegenüber dem Hauptraum und den übrigen Gruppenräumen komplett mit ihrem Audiosignal abgetrennt sind. Diese Konstellation wurde für die Bearbeitung und Diskussion von Übungsaufgaben genutzt. Zukünftig sollen in diesen Räumen Explorations- und Experimentalwelten für unterschiedliche Niveaustufen bereitgestellt werden. Diese Räume wurden - im Gegensatz zur „Breakoutzone“ - rege von den Studierenden außerhalb der Vorlesungszeiten in Lerngruppen genutzt. Es wird interessant sein, ob die Akzeptanz der „Breakoutzone“ bei der Verwendung einer VR-Brille und Hand-Controllern gesteigert werden kann. Hier könnte auch die Verlagerung von Lehr-Veranstaltungen in diesen „Raum“ unterstützen, da in den Interviews der Wunsch geäußert wurde, die Lehrveranstaltungen auch in weniger typischen Räumen abzuhalten. Genau hier liegt ja der Charme und der Vorteil komplett computergenerierter Räume, sehr einfach den Lernraum auf eine Almwiese oder an einen Strand zu verlagern.

# ABSCHLUSSBERICHT

In Ermangelung der eigentlich anzuschaffenden VR-Brillen wurde in die Weiterentwicklung interaktiver Experimentiermöglichkeiten investiert. Ein Schwerpunkt wurde hierbei in die Weiterentwicklung des sogenannten „Webend“ gelegt. Als „Webend“ wird eine dynamische Datenbank bezeichnet, die die Schnittstelle zwischen den VR-Lehr-Lern-Räumen und den Lehrenden bildet. Lehrende können hier die erforderlichen Präsentationen, Dokumente, Webseiten und Versuchskomponenten für die unterschiedlichen Räume definieren und hochladen. Dies beinhaltet auch die „Bestückung“ der „Spawner“, so dass theoretisch jeder Raum über eine komplette Physiksammlung verfügen könnte. Ein im Hintergrund laufendes Physikmodul – Physik-Engine – sorgt dafür, dass das Verhalten der Komponenten dem Verhalten in der realen Welt entspricht. So können gleiche Räume vollkommen flexibel mit Materialien bestückt werden. Über den Schwierigkeitsgrad und die Komplexität der bereitgestellten Materialien kann eine Binnendifferenzierung für unterschiedliche Niveaustufen erreicht werden. Fördern und fordern kann so individuell für alle Leistungsstände erreicht werden. Als Einstiegsexperiment wurde ein vertikales Feder-Masse-System realisiert, mit dem der Einfluss aller denkbaren Parameter auf das Verhalten der sich einstellenden harmonischen Schwingung untersucht werden kann. Dabei können nicht nur unterschiedliche Einzelfedern verwendet werden, sondern auch Federkombinationen in Parallel- und Reihenschaltung angeordnet werden. Derartige Explorationswelten bieten Lernenden einen hohen Selbstbestimmungsgrad bei der Erkundung des bereitgestellten Informationsarrangements.



**Abbildung 3:** Feder-Masse-System für eigenständige Experimente

Das Manko, dass aufgrund der Übersättigung der Studierenden mit Umfragen zur Coronalage, zur Studiensituation, zur generellen Lehrqualität, ... bei der Befragung nach dem aktuellen 1. Semester im Dezember die erforderliche kritische Masse der Teilnehmer:innen nicht erreicht werden konnte, konnte durch die Interviews zum Ende des Projekts kompensiert werden. Somit liegen nun Meinungen zu den Verbesserungen im Bereich der Performance und der neu eingebrachten Features, die von der Vorgängerkohorte gewünscht wurden, vor. Unabhängig davon, ob die Studierenden im Interview „gaming-affin“ oder „gaming-avers“ waren, wird die Qualitätsverbesserung der Software über die Projektlaufzeit bestätigt und die zunehmende Interaktivität gelobt. Eine der größten Problematiken bei Lehrveranstaltungen in Form von herkömmlichen Videokonferenzen ist die Übertragung des Videosignals der Teilnehmer:innen. Eine Studie der TU Dresden<sup>(28)</sup> zeigt, dass viele Studierende ein Unbehagen wahrnehmen, wenn sie aus ihrer Privatsphäre an Videokonferenzen teilnehmen. Hinzu kommt der sehr hohe Bedarf an Übertragungsbandbreite, wenn bei vielen Teilnehmer:innen sowohl das Audio- als auch das Videosignal übertragen wird. Bild- und Tonausfälle sind zu den typischen Vorlesungszeiten

# ABSCHLUSSBERICHT

übliche Begleiter, so dass viele Videokonferenzen durch das Abschalten der Videosignale zu reinen Telefonkonferenzen degradiert werden. Die Anwesenheit der Studierenden als Avatar löst gleichzeitig noch ein weiteres Problem herkömmlicher Lehrveranstaltungen über Videokonferenzen – den Datenschutz. Dadurch, dass sich die Studierenden eigenständig über ein Frontend am System anmelden, ist ihnen freigestellt, ob sie sich mit ihrem Klarnamen und einem realen Bild anmelden. Die mögliche Anonymität gibt den Studierenden eine enorme Sicherheit. So konnte im Vergleich zu den Präsenz- und Webex-Veranstaltungen beobachtet werden, dass deutlich mehr Zwischenfragen während der Vorlesungen und Übungsphasen gestellt wurden. Auch war der Anteil der weiblichen Fragesteller deutlich höher. Zweifellos führt die Gleichheit der Avatare im Raum zu einem Absenken der Hemmschwelle, da nicht unmittelbar erkennbar ist, welcher Avatar gerade spricht. Diese gewünschte Anonymität könnte erklären, warum bei der Auswahl der Oberkörper und Frisuren keine Vorlagen mit typisch weiblichen Merkmalen ausgewählt wurden. Hier ist sicher interessant zu untersuchen, ob sich dieses Verhalten ändert, wenn die Frisuren, Gesichter und Oberkörper nicht nur in der Farbgebung verändert werden könnten. Häufig wurde nämlich die Individualisierung der Avatare als Wunsch in den Interviews geäußert – das angebotene Spektrum aber bislang nur sehr eingeschränkt verwendet. Noch in diesem Jahr wird es möglich sein, den Avatar nach einem Bild der realen Person zu gestalten. Diese Option erscheint aus datenschutzrechtlichen Gründen vorrangig für die/den Lehrenden relevant zu sein. Die Identifikation mit dem Fach hat nach Hattie in hohem Maße mit der Persönlichkeit der/des Lehrenden zu tun. Insofern könnte ein realistisches Abbild der/des Lehrenden zu einer besseren „Bindung“ im virtuellen Raum führen.

Frei programmierbare Räume schaffen Freiräume für Kreativität. So können auf das jeweilige Lehr-Lern-Szenario angepasste Räume geschaffen werden. Als ein Beispiel sei hier das klassische Labyrinth oder der Irrgarten genannt. Derartige Räume eignen sich perfekt für Szenarien, um im Team unterschiedlichste Fragestellungen zu bearbeiten. Zum Ende des Wintersemesters 2021/22 konnte ein erstes Labyrinth im Vorraum des VR Auditoriums integriert werden.



**Abbildung 4:** Realisierung eines Labyrinths im Vorraum des VR Auditoriums

# ABSCHLUSSBERICHT

In Abbildung 4 ist ein Screenshot der Realisierung dargestellt. Man erkennt, dass das Labyrinth als Miniatur in den Boden des Vorraumes eingelassen ist. Betätigt ein Avatar den „Maze-Button“ schrumpft er maßstäblich auf die Größe des Irrgartens und taucht in die Miniatur ein. Dabei bleibt der Audiokanal zwischen kleinen und großen Avataren im Raum geöffnet und die Avatare können sich nach wie vor noch sehen. Insofern ist es nun möglich, von außen den im Labyrinth befindlichen Avatar durch das Labyrinth zu dirigieren. Dieses Szenario kann zum Beispiel in Fremdsprachenkursen genutzt werden, um Wegbeschreibungen zu trainieren, oder, um in anderen Fächern Anweisungen zu geben. Das Labyrinth verfügt zusätzlich über Türen, die entweder in Escape- oder Exiträume führen, oder die sich nur öffnen lassen, wenn eine fachliche Frage richtig beantwortet wird. So können Sackgassen bei richtiger Lösung des Problems geöffnet oder Abkürzungen freigegeben werden. Wissen und Kompetenzen können spielerisch hinterfragt werden. Bei den fachlichen Fragen sind aktuell „Single-Choice-Fragen“ oder in den Escape-Räumen Zuordnungsfragen realisiert. In den Escape Räumen müssen z.B. Begriffs-paare gebildet oder formale Fragmente physikalischer Zusammenhänge richtig sortiert und angeordnet werden.

Hierzu sind beschriftete „magnetische“ Bausteine im Raum verteilt, die auf vorgegeben Flächen richtig platziert werden müssen. Bei richtiger Zu- bzw. Anordnung öffnet sich die Tür zu einem weiteren „Escape-Room“ – Kaskade von „Escape-Rooms“ – oder wieder zum Labyrinth. Da die Räume mehrfach dupliziert werden können, besteht die Möglichkeit, unterschiedlich Teams gegeneinander antreten zu lassen. Am Zielort ist ein Button realisiert, der die Avatare in einen Zielbereich teleportiert. Wer hier zuerst erscheint, hat das Spiel gewonnen. Da die Räume 24/7 zur Verfügung stehen, können mit wechselnden Fragen- und Aufgabenstellungen die Räume von den Studierenden auch in Übungsphasen individuell genutzt werden. Die Kommunikationsfähigkeit sowie das Miteinander der Studierenden sollte sich durch solche Ansätze erheblich steigern lassen. Da das Greifen der Gegenstände ohne vollkommene Immersion mittels einer VR-Brille recht schwierig ist, war die Akzeptanz der „Escape-Rooms“ sehr begrenzt. Um Frustrationen und eine demotivierende Wirkung zu vermeiden, werden diese Lehr-Lern-Szenarien zunächst nicht eingesetzt. Im Wintersemester 2022/23 starten die Untersuchungen zu diesen Szenarien. Die Interviews ergeben zudem, dass „Rankings“, „Highscore“ und Bonussysteme von den Studierenden als motivierend und anspornend empfunden werden. Gerade „gaming-affine“ Studierende befürworten für alle Avatare sichtbare Ranglisten. Dabei werden neben Einstufungen über ein Ampelsystem auch klare Punktabgaben befürwortet. Bonussysteme, die zu einer Individualisierung des eigenen Avatars und damit zu einem Abheben von der Allgemeinheit führen, werden begrüßt. In diesem Zusammenhang wäre somit zu überdenken, ob vom eigenen Avatar mehr als nur die Hände im Raum sichtbar sein sollten. Dem eigenen Avatar also über die Schulter geschaut wird. Wie eingangs erwähnt, wird dieser Ansatz als „third-person-perspective“ im Gegensatz zum Ansatz „first-person-perspective“ bezeichnet, welcher aktuell umgesetzt ist. Generell sollten die Gaming-Ansätze aber durch entsprechenden Ranging- und Feedbacksystemen erweitert werden.

Von entscheidender Bedeutung ist aber, wie derartige Lehr-Lern-Szenarien auf die Studierenden wirken, was die Studierenden empfinden. Die Eindrücke des Pilotprojekts wurden bislang bestätigt. Auch ohne die Nutzung einer VR-Brille „tauchen“ die Studierende als Avatare in den Raum ein und bewegen sich dort wie im realen Hörsaal. Der Platz neben dem Freund oder der Freundin wird im Saal gesucht und dank einer abgestimmten – oder bekannten – Farbgebung der Avatare auch schnell gefunden. Noch immer verwenden die wenigsten Studierenden die Escape-Taste, um den Raum zu verlassen. Sie laufen wie im realen Hörsaal die Treppe hinauf, verlassen den Hörsaal durch die Tür und loggen sich

# ABSCHLUSSBERICHT

im Vorraum nacheinander aus. Nach der Bildung des „Hive“ ist zu beobachten, dass sich die Studierenden über den Fahrstuhl in andere Räume bewegen und nicht über das Hauptmenü die Teleportation auslösen. Da neben dem Handheben auch das Einschalten des Laserstrahls als Wortmeldung vereinbart ist, erkennen alle Avatare sofort, dass eine Frage oder Anmerkung einer/s Kommiliton:in im Raum steht. Die Avatare richten sich dann sofort in Richtung des betreffenden Avatars aus, und zeigen so – wie im realen Gespräch – Interesse am Beitrag des/r Kommiliton:in. Schön und wertschätzend wird auch empfunden, dass viele Studierende beim Betreten des Hörsaals „Guten Morgen“ sagen und sich nicht wie in Webex hinter einer grauen Kachel verstecken. Hier ist das Einschalten der Kamera des Dozenten das Signal des Veranstaltungsbeginns. Die Anwesenheit des stummen „Dozenten-Avatars“ führt aber zweifellos bereits zu einer größeren Nähe, die – wie im realen Hörsaal – zum Gruß führt.

Kann aber die willentliche Umsetzung von Zielen in Ergebnisse durch eine Erhöhung von Emotionen – sprich die Volition – mit dem Immersionsgrad gesteigert werden? Welche Nachteile gehen aber ggf. mit VR-Umgebungen einher? Die Auswirkung des Lehr-Lern-Klimas auf die intrinsische Motivation ist hinlänglich bekannt und neben der Lehrperson selbst, ein wesentlicher Faktor für eine hohe Identifikation mit dem Lehrinhalt und damit für den Lernerfolg. Im Vergleich zur Präsenzlehre tritt der Lehrende gegenüber der Umgebung deutlich in den Hintergrund. Er ist zwar als Avatar präsenter als in mancher Videokonferenz, aber selbst mit VR-Brille natürlich mit der realen Person mit Mimik und Gestik nicht vergleichbar. Hier sollte die bereits angesprochene Möglichkeit eines realistischen Avatars der/des Lehrenden sicher einen gewissen Mehrwert liefern. Was können aber gleichwohl innovativ gestaltete Räume kompensieren? Leider konnten diese Aspekte aufgrund der verspäteten Umsetzung der hierzu erforderlichen Raumstrukturen noch nicht betrachtet werden. Dieser Aspekt soll nach Abschluss des Projekts weiterverfolgt werden. Es zeigt sich aber bereits jetzt eindrucklich, dass ein reines Übernehmen der traditionellen Lehr-Lern-Szenarien aus anderen IT-Systemen oder aus der Präsenzlehre erwartungsgemäß keinen bahnbrechenden Mehrwert für die Studierenden bietet. Allerdings war mit unter 20 % der Anteil der Rückmeldungen, die die VR-Umgebung als unnötig oder schlechter empfanden, sehr gering. Zumal die Kritik oder Ablehnung in der Regel im Zusammenhang mit den technischen Unzulänglichkeiten des Systems in der Anfangsphase stand. Es wird also die Aufgabe der kommenden Semester sein, Schritt für Schritt das SAMR-Modell<sup>(29)</sup> zu berücksichtigen und anzuwenden. Ein Manko einer höheren Immersion über eine VR-Brille wird jedoch sein, dass keine Notizen gemacht werden können. Auch dieser Umstand zeigt, dass natürlich die klassische Vorlesung keine probates Lehr-Lern-Szenario in VR-Umgebungen sein kann.

## IMPACT

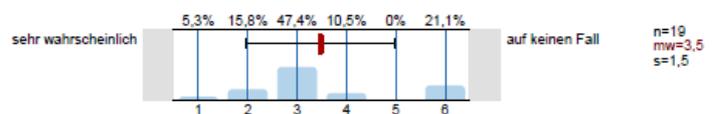
Die Auswirkungen auf die Qualität der Absolventinnen und Absolventen im Falle eines Scheiterns der Innovation sind überschaubar und leicht korrigierbar, da eine klar definierte und abgegrenzte Gruppe Studierender betroffen wäre. Von einem kompletten Scheitern wird aber nach den äußerst positiven Erfahrungen aus dem letzten Semesters ohnehin nicht ausgegangen. Dazu war das Feedback der Studierenden<sup>(30)</sup> eindeutig zu positiv.

Interessant war die Einschätzung der Befragten hinsichtlich der Bewertung des IT-Systems im Zusammenhang mit dem Prüfungsergebnis. Die Auswertung zeigt, dass die Befragten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen ihrem Prüfungsergebnis und der VR-Umgebung sehen.

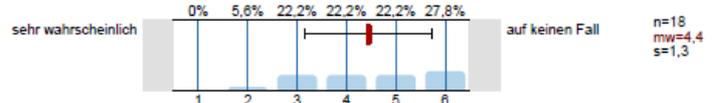
# ABSCHLUSSBERICHT

7. Für wie wahrscheinlich halten Sie es, dass Ihre Prüfungsergebnisse Ihre Bewertung der Lernumgebung VR beeinflussen? Geben Sie bitte eine Einschätzung.

7.1) Ihre Prüfungsergebnisse fallen besser als erwartet aus. Sie bewerten in der Folge die Lernumgebung VR positiver!



7.2) Ihre Prüfungsergebnisse fallen schlechter als erwartet aus. Sie bewerten in der Folge die Lernumgebung VR positiver!



Die Auswertung der Prüfungsergebnisse der beiden Kohorten ergab das folgende Ergebnis: Die VR-Gruppe war bei der Prüfung im Modul Physik 1 im Schnitt um 2 Zehntel besser als die Vergleichsgruppe in Webex. Bei der Modulprüfung Physik 2 erhöhte sich dieser Unterschied auf 8,3 Zehntel also fast eine Note. Interessant war auch, dass aus der Webex-Kohorte lediglich 60 % der Studierenden, die die Prüfung Physik 1 geschrieben hatten, im Folgesemester zur Prüfung im Modul Physik 2 antraten. In der VR-Kohorte waren es dagegen 93 %. Es wäre nun gewagt, diese Ergebnisse der VR-Umgebung zuzuschreiben. VR kann, aber muss keinen Einfluss haben. Ein wesentlicher Punkt könnte nämlich sein, dass der etwas höhere Aufwand für die Teilnahme an den Veranstaltungen in VR im Zuge der Wanderbewegung dazu geführt hat, dass eher leistungswilligere und leistungsfähiger Studierende die VR-Umgebung nutzten. Fakt ist aber, dass die eingerichteten Gruppenräume zur Diskussion der Übungsaufgaben – VR Workshoprooms – sehr ausgiebig von den Studierenden genutzt wurden, wogegen die Webex-Kohorte nur sehr schwer zur Gruppenarbeit ermuntert werden konnte. Das eigenständige Beschäftigen mit der Materie – was einzig zum tiefgehenden Verständnis führt – war somit in der VR-Gruppe deutlich stärker ausgeprägt!

## VERSTETIGUNG UND ÜBERTRAGUNG DER LEHR-LERN-SITUATIONEN AUF ANDERE DISZIPLINEN

Die im Vorhaben geschaffenen bzw. erweiterten VR-Räume können prinzipiell auch für andere Disziplinen und Fachrichtungen genutzt werden. Ggf. sind spezifische Erweiterungen oder Anpassungen erforderlich, die aber im Vergleich zu realen baulichen Maßnahmen deutlich schneller und kostengünstiger umgesetzt werden können. Hierzu muss das Rektorat der HE vom Nutzen dieser neuen Lehr-Lern-Umgebung überzeugt werden. Momentan sind an der HE nämlich nur die IT-Systeme „Webex“ und „Jitsi“ freigegeben. Die Nutzung der „VR Toolbox“ muss somit für jedes Semester neu beantragt werden. Interessant ist, dass im beruflichen Schulwesen ein enormes Interesse an virtuellen Lernumgebungen besteht. So konnten parallel zum Projekt an der HE drei Vorhaben mit Beruflichen Schulen angestoßen werden. Die Projekte sind inhaltlich im Bereich der Körperpflege – Ausbildung von Frisör:innen, im Bereich Industriemechanik und Kfz-Technik verortet. Im Bereich der Ausbildung von Industriemechaniker:innen wird der Ansatz durch die Ausbildungsbetriebe massiv unterstützt. Erstaunlicherweise sind aktuell im Bereich der Körperpflege die größten Fortschritte und Erfolge zu verzeichnen. Die virtuelle Nachbildung des Klassenraums – des Frisörsalons an der Schule – verfügt über einen „Spawner“, der diverse Gegenstände und Gefahrenquellen bereitstellt, die frei im Raum positioniert werden können. So können bereits individuelle Settings für die Schulung von Gefahrensituationen erstellt, abgespeichert und von den Auszubildenden für Trainingszwecke abgerufen werden. Warum gerade dieses

# ABSCHLUSSBERICHT

Themenfeld eine Vorreiterrolle spielt, hat einen einfachen Grund: Die mit dem NwT-Bildungshaus kooperierende Lehrerin ist „gaming-affin“! Dieses Beispiel zeigt – in Ergänzung zu den Erkenntnissen aus den Interviews mit den Studierenden – dass die Akzeptanz gegenüber computergenerierten Lehr-Lern-Szenarien ganz maßgeblich von der Haltung der Nutzer, sei es auf der Seite der Lehrenden oder auf der Seite der Lernenden, abhängt.

## 6. Implementierung neuer Lehr-/Lernmethoden an der Hochschule Esslingen

6.1) Finden Sie es generell gut, wenn die Hochschule Esslingen neue Lehr-/Lernmethoden entwickelt und einführt?



6.2) Würden Sie aus heutiger Sicht befürworten, die Lernumgebung VR weiter zu entwickeln?



6.3) Würden Sie den Einsatz von VR-Lernumgebunden auch in anderen Modulen/Fächern begrüßen?



Seitens der Studierenden besteht eine große Zustimmung bezüglich der Weiterführung der Ansätze. Die Auswertung zeigt, dass ein hoher Anteil der Studierenden auch die Übertragung der VR-Lernumgebung auf andere Module begrüßen würde. Dies ist erstaunlich, da bislang ja erst ein Bruchteil der Möglichkeiten aufgrund der eingangs beschriebenen Rahmenbedingungen ausgeschöpft werden konnten. Die zukünftige Nutzung interaktiver Workshoprooms, mit Experimentiermöglichkeiten, Internetzugang und Aufgabenstellungen wird die Zustimmungswerte sicher weiter erhöhen. Eigenverantwortliches selbstorganisiertes Experimentieren und Analysieren in Kleingruppen sollte einen erheblichen Beitrag bei der Ausbildung der „Future Skills“ leisten.

## LITERATUR

- (1) Schmidt, Siegfried J. (2012): Lernen, Wissen, Kompetenz, Kultur. Vorschläge zur Bestimmung von vier Unbekannten. Heidelberg: Carl Auer Verlag  
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/gbv/detail.action?docID=5472845>
- (2) Brodowski, Michael; Devers-Kanoglu, Ulrike; **Overwien, Bernd**; Rohs, Matthias; Salinger, Susanne; Walser, Manfred (Hg.) (2009): Informelles Lernen und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Beiträge aus Theorie und Praxis. Opladen, Farmington Hills, MI: Verlag Barbara Budrich-Esser (Schriftenreihe „Ökologie und Erziehungswissenschaft der Kommission Bildung Für eine Nachhaltige Entwicklung der Deutschen Gesellschaft Für Erziehungswissenschaft (DGfE) Ser)  
[http://www.content-select.com/index.php?id=bib\\_view&ean=9783866497542](http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783866497542)
- (3) Rohs, Matthias (Hg.) (2016): Handbuch Informelles Lernen. Wiesbaden: Springer VS (Springer Reference Sozialwissenschaften)  
<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-05953-8>
- (4) Becker, Florian (2019): Mitarbeiter wirksam motivieren. Mitarbeitermotivation mit der Macht der Psychologie. Berlin: Springer  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-57838-4>
- (5) Dewey, John (2008): Democracy and education. Radford, VA: Wilder Publications Dietrich, Stephan (Hg.) (2001): Selbstgesteuertes Lernen in der Weiterbildungspraxis. Ergebnisse und Erfahrungen aus dem Projekt SeGeL. Deutsches Institut für Erwachsenenbildung. Bielefeld: Bertelsmann
- (6) Bruner, J. (1971): Toward a theory of instruction. Cambridge Ma: Bknap Pr.
- (7) Arnold, Rolf (2018): Wie man lehrt, ohne zu belehren. 29 Regeln für eine kluge Lehr ; das LENA-Modell. Vierte Auflage, 2018. Heidelberg: Auer (Systemische Pädagogik)
- (8) Hellriegel, Jan; Čubela, Dino (2018): Das Potenzial von Virtual Reality für den schulischen Unterricht - Eine konstruktivistische Sicht. In: MedienPädagogik, S. 58–80. DOI: 10.21240/mpaed/00/2018.12.11.X
- (9) Venohr, Dorothee (2014): Montessori-Pädagogik. Bildung von Anfang an; praktische Anregungen für die Arbeit mit Kindern. 3. Aufl. Donauwörth: Auer
- (10) Schwan, Stephan, & Buder, Jürgen (2006): Virtuelle Realität und E-Learning  
<https://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/vr/vr.pdf>, zuletzt geprüft am 13.03.2022
- (11) Roussos, Maria; Andrew E. Johnson; T. Moher; J. Leigh; C. Vasilakis; C. Barnes (1999): Learning and Building Together in an Immersive Virtual World. In: undefined  
<https://www.semanticscholar.org/paper/Learning-and-Building-Together-in-an-Immersive-Roussos-Johnson/6f03b43857099cd81d4063d11d00fb6d7f431e38>
- (12) Cognition and Technology Group at Vanderbilt CTGV (1997): The Jasper project. Lessons in curriculum, instruction, assessment, and professional development. Mahwah, NJ, London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers  
<http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0709/96051912-d.html>

- (13) Slater, M.; Usoh, M. (1993): Presence in immersive virtual environments. In: Proceedings of IEEE Virtual Reality Annual International Symposium, S. 34–42  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/380793>, zuletzt geprüft am 15.02.2022
- (14) Leonhard, Joachim-Felix; Ludwig, Hans-Werner; Schwarze, Dietrich; Straßner, Erich (Hg.) (2001): Medienwissenschaft. Ein Handbuch zur Entwicklung der Medien und Kommunikationsformen. Berlin: De Gruyter (Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft /HSK], 15.2)
- (15) Müller-Eiselt, Ralph (2022): Vergleichsdaten Herausforderungen - Bertelsmann Stiftung. Online verfügbar unter <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/unsere-projekte/teilhabe-in-einer-digitalisierten-welt/vergleichsdaten-herausforderungen>, zuletzt aktualisiert am 28.02.2022, zuletzt geprüft am 28.02.2022
- (16) Friedrich, Alexander; Gehring, Petra; Hubig, Christoph; Kaminski, Andreas; Nordmann, Alfred (2018): Arbeit und Spiel. Jahrbuch Technikphilosophie 2018. 1st ed. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft  
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/gbv/detail.action?docID=5519491>
- (17) Friedrich, Alexander; Gehring, Petra; Hubig, Christoph; Kaminski, Andreas; Nordmann, Alfred (2018): Arbeit und Spiel. Jahrbuch Technikphilosophie 2018. 1st ed. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft  
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/gbv/detail.action?docID=5519491>
- (18) Malone, T.W., Lepper, M.R. (1987): "Making Learning Fun A Taxonomy of Intrinsic Motivations for Learning": Lawrence Erlbaum Associates (Learning Environments Design Reading Series), zuletzt geprüft am 13.03.2022
- (19) Salen, Katie; Zimmerman, Eric (2010): Rules of play. Game design fundamentals. [Nachdr.]. Cambridge, Mass.: The MIT Press
- (20) Hugger, Kai-Uwe; Walber, Markus (2010): Digitale Lernwelten. Konzepte, Beispiele und Perspektiven. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden  
<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-92365-9>
- (21) Ritterfeld Ute; R. Weber (2006): Video Games for Entertainment and Education.
- (22) Bellotti, Francesco; Kapralos, Bill; Lee, Kiju; Moreno-Ger, Pablo; Berta, Riccardo (2013): Assessment in and of Serious Games. An Overview. In: Advances in Human-Computer Interaction 2013. DOI: 10.1155/2013/136864
- (23) Thissen, Frank (Hg.) (2017): Lernen in virtuellen Räumen. Perspektiven des mobilen Lernens. Berlin, Boston: De Gruyter Saur (Lernwelten)  
<https://doi.org/10.1515/9783110501131>
- (24) Wagner, Michael (2010): Serious Games. Spielerische Lernumgebungen und deren Design - PDF Kostenfreier Download  
<https://docplayer.org/42933565-Serious-games-spielerische-lernumgebungen-und-deren-design.html>, zuletzt aktualisiert am 24.02.2022, zuletzt geprüft am 24.02.2022
- (25) Bopp, Kolja (01.10.2009): Serious Games Ein Literaturbericht.

- (26) Straßburger, Kevin (2019): Virtuelle Realität in der Bildung. Konrad-Adenauer-Stiftung  
<https://www.kas.de/de/kurzum/detail/-/content/virtuelle-realitaet-in-der-bildung>, zuletzt aktualisiert am 2019-08-26T22:44Z, zuletzt geprüft am 01.03.2022
- (27) Niedermeier, S., Müller-Kreiner, C. (2019). VR/AR in der Lehre!? Eine Übersichtsstudie zu Zukunftsvisionen des digitalen Lernens aus der Sicht der Studierenden  
[https://www.pedocs.de/volltexte/2019/18048/pdf/Niedermeier\\_MuellerKreiner\\_2019\\_VR\\_AR\\_in\\_der\\_Lehre.pdf](https://www.pedocs.de/volltexte/2019/18048/pdf/Niedermeier_MuellerKreiner_2019_VR_AR_in_der_Lehre.pdf)
- (28) Stützer, C. M., Frohwieser, D. & Lenz, K. (Hrsg), (2020). Potentiale und Herausforderungen digitaler Hochschulbildung  
[https://tu-dresden.de/zqa/ressourcen/dateien/publikationen/digitalisierung/2020\\_07\\_Stuetzer\\_Frohwieser\\_Lenz\\_Was-macht-gute-digitale-Lehre-aus.pdf?lang=de](https://tu-dresden.de/zqa/ressourcen/dateien/publikationen/digitalisierung/2020_07_Stuetzer_Frohwieser_Lenz_Was-macht-gute-digitale-Lehre-aus.pdf?lang=de)
- (29) SAMR-Modell – Materialien zur Fortbildung  
<https://blog.medienzentrum-coe.de/samr>
- (30) Paul, P. (2020). VR-Umfrage der Firma Würth Industrie Service im Rahmen des Pilotprojektes, aktuell noch nicht veröffentlicht
- (31) Wissenschaftsrat (2022): Empfehlungen zur Digitalisierung in Studium und Lehre. Köln  
ISBN: 978-3-949641-00-8, Drucksachenummer: 9848-22  
<https://doi.org/10.57674/sg3e-wm53>

# ABSCHLUSSBERICHT

## BISLANG REALISIERTE RÄUME

Aufgrund der bereits im Jahr 2020 erbrachten Vorleistungen und durch den Einsatz weiterer Eigenmittel aus dem Budget des NwT-Bildungshauses konnten die diverse VR-Räume für die Studierenden bereitgestellt werden. Die nachfolgende Bildergalerie geht einen Überblick

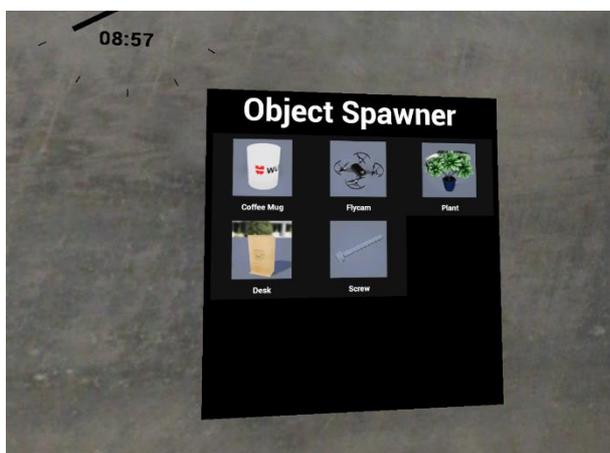
### Vorraum des VR Auditoriums mit Labyrinth und „Escaperoom“



### VR Auditorium

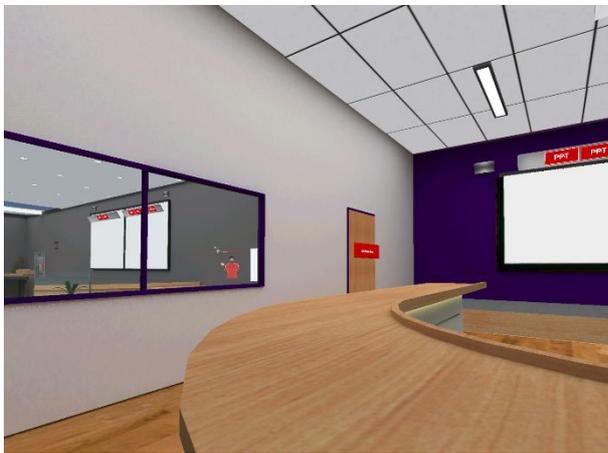


### „Spawner“ im VR Auditorium und im Frisörsalon zur Bereitstellung von Materialien



# ABSCHLUSSBERICHT

## VR Workshoprooms

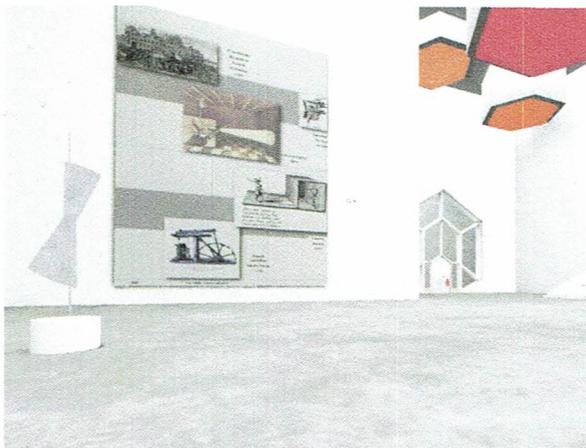
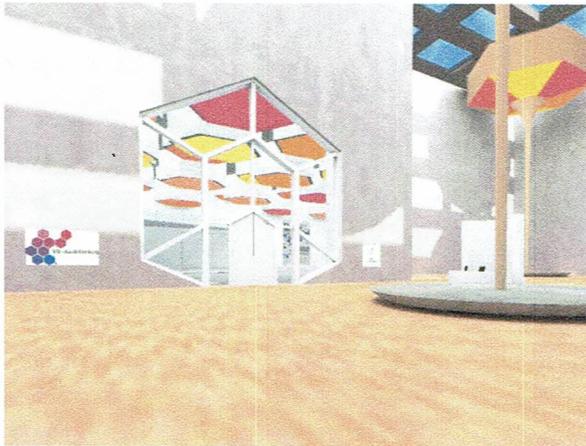


## VR MakerSpace für zukünftige Versuche und Experimente



# ABSCHLUSSBERICHT

## VR Museum – von „STEM“ zu „STEAM“



## VR Breakoutroom mit Basketballfeld



Göppingen, den 23.07.2022

  
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Coenning