

Virtual Reality in Bildungsinstitutionen

Potenzial und Voraussetzungen für die Implementierung

Masterarbeit

Alain Geering

eingereicht beim Institut für Kommunikation & Führung IKF, Luzern

Betreuung: Prof. Dr. David Krieger

20.9.2019

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	4
1.1	PROBLEMSTELLUNG	4
1.2	ZIEL DER ARBEIT	5
1.3	VORGEHENSWEISE	5
2	VIRTUAL REALITY	6
2.1	BEGRIFF	6
2.2	ABGRENZUNG VON VIRTUAL REALITY ZU AUGMENTED REALITY (AR)	10
2.3	MEILENSTEINE IN DER TECHNISCHEN ENTWICKLUNG VON VIRTUAL REALITY	11
2.4	TECHNIK HEUTE	14
3	BEDEUTUNG VON VIRTUAL REALITY	17
3.1	BEISPIELE VON BILDUNGSPROJEKTEN MIT VR	23
3.1.1	<i>VIRTUE - a virtual reality trainer for hand hygiene</i>	<i>23</i>
3.1.2	<i>Projekt Patientenzimmer</i>	<i>24</i>
3.1.3	<i>VR für Anatomie-Unterricht</i>	<i>25</i>
3.1.4	<i>Expositionstherapie für Höhenangst</i>	<i>27</i>
4	VIRTUAL REALITY UND E-LEARNING	29
4.1	E-LEARNING	29
4.2	VIRTUAL REALITY IM E-LEARNING	43
4.2.1	<i>Konstruktivismus</i>	<i>44</i>
4.2.2	<i>Handlungsorientiertes Lernen</i>	<i>44</i>
4.2.3	<i>Exploratives Lernen</i>	<i>46</i>
4.2.4	<i>Immersion</i>	<i>47</i>
5	SYNTHESE	50
5.1	POTENZIAL	50

5.2	POTENZIAL ALS SYSTEMATIK.....	51
5.3	VORAUSSETZUNGEN FÜR DIE IMPLEMENTIERUNG VON VR	59
5.3.1	<i>Infrastruktur</i>	60
5.3.2	<i>Technische und inhaltliche Entwicklung</i>	62
5.3.3	<i>Nutzungskonzept</i>	62
5.3.4	<i>Didaktisches Konzept</i>	63
5.3.5	<i>Schulung aller Beteiligten</i>	64
6	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	65
7	LITERATURVERZEICHNIS.....	66
8	EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG	71

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Mit der Entwicklung der Technologie ist auch der Wunsch entstanden, die Wirklichkeit zu simulieren und eigene virtuelle Realitäten zu erzeugen. Lange Zeit waren die technologischen Möglichkeiten zu begrenzt, um die Virtual Reality (in der Folge VR) künstlich herzustellen.

Als 2016 die beiden Firmen HTC und Oculus mit der HTC Vive respektive der Oculus Rift zwei VR-Systeme zu erschwinglichen Preisen anboten, wurde VR massentauglich. Dies hatte zur Folge, dass dieser Markt auch für Software-Anbieter interessant wurde und seither das Angebot von VR-Software wächst.

Auch Bildungsanbieter wurden auf die Möglichkeiten von VR aufmerksam. Vereinzelt wurden Pilotprojekte gestartet und VR wird punktuell zu Bildungszwecken eingesetzt. (s. 3 Bedeutung von Virtual Reality)

Oft sind die Möglichkeiten von VR als Medium für Lernsettings jedoch zu wenig bekannt. Neben dem fehlenden technischen Know-how ist auch das fehlende Wissen in Bezug auf das pädagogische Potenzial von VR ein Grund, warum VR noch nicht flächendeckend in Bildungsinstitutionen eingesetzt wird. Interessierte Fachstellen müssen sich das Wissen über diese Technologie zuerst erarbeiten und die nötigen Kompetenzen durch aufwändiges Experimentieren aufbauen.

Dies beinhaltet zum einen, dass die zur Verfügung stehenden Systeme getestet und evaluiert werden müssen. Weiter muss entschieden werden, ob mit bestehender Software gelernt werden soll oder ob eigene Software programmiert werden muss, welche die Lernziele des Curriculums abdecken.

Zudem sind neben diesen technologischen Fragen auch die didaktisch-methodischen Fragen zu klären, wie VR eingesetzt werden kann und soll.

Schliesslich kommen neben den technischen und pädagogischen noch sehr viele organisatorische Aspekte hinzu, die vor der Implementierung von VR ebenfalls geklärt sein müssen.

1.2 Ziel der Arbeit

Mit dieser Arbeit wird anhand von exemplarisch ausgewählten Beispielen das Potenzial von VR in Lernsettings untersucht. Dieses Potenzial wird in einer hierzu entworfenen Systematik illustriert.

Zudem wird der Einsatz von VR mit didaktischen Konzepten in Verbindung gebracht und die Bedeutung von VR für das E-Learning wird aufgezeigt.

Schliesslich werden die Voraussetzungen für die Implementierung von VR an Bildungsinstitutionen aufgezeigt.

1.3 Vorgehensweise

Zunächst wird der Begriff Virtual Reality geklärt und die Meilensteine in der Entwicklung von Virtual Reality bis zum heutigen Stand der Technik werden aufgezeigt.

Mithilfe von Studien und einer eigenen Umfrage bei Schweizer Universitäten und Hochschulen wird die heutige Bedeutung von Virtual Reality auf dieser Bildungsstufe untersucht.

Anhand von ausgewählten bestehenden Projekten wird der Nutzen von VR und das damit verbundene Potenzial für die Bildung festgehalten.

Anschliessend wird die Bedeutung von VR im Umfeld von E-Learning aufgezeigt.

In der Synthese folgen die hierzu entwickelte Illustration des Potenzials von VR für die Bildung und die Voraussetzungen für die Implementierung von VR-Lernszenarien an Bildungsinstitutionen.

2 Virtual Reality

2.1 Begriff

Dieses Kapitel ist eine überarbeitete und erweiterte Fassung des gleichnamigen Kapitels aus der Projektarbeit "Anatomie-Unterricht mit Virtual Reality" des Autors im Rahmen des CAS Wissensmanagement im März 2019.

Virtuelle Realität bedeutet die zeitgleiche Darstellung und Wahrnehmung einer in Echtzeit computergenerierten interaktiven virtuellen Umgebung. Wichtig dabei ist die Feststellung, dass die Darstellung *und* die Wahrnehmung zeitgleich geschehen. Nur so kann die Illusion erzeugt werden, dass sich die in der virtuellen Umgebung befindenden Person in dieser Umgebung tatsächlich bewegt und darin handelt. Die Person hat das Gefühl in dieser künstlich erzeugten Welt zu handeln, weil ihre Interaktionen sich direkt auf die wahrnehmbare Umwelt auswirken. Die Augen nehmen alle Bewegungen des Körpers wahr und das Blickfeld verändert sich mit jeder Kopfbewegung.

Erste Erwähnung

Der Begriff Virtual Reality wurde 1982 vom Autor Damien Broderich im Roman *The Judas Mandala* geprägt, wo die Protagonistin 4'000 Jahre in der Zukunft mit der virtuellen Realität konfrontiert wird. 1987 wurde Virtual Reality als theoretisches Konzept im *Oxford English Dictionary* aufgenommen. (Virtuelle Realität, 2018)

" The computer-generated simulation of a three-dimensional image or environment that can be interacted with in a seemingly real or physical way by a person using special electronic equipment, such as a helmet with a screen inside or gloves fitted with sensors." (English Oxford Living Dictionaries, 2019)

Platon und Descartes

Als Begründer der virtuellen Realität wird aus philosophischer Sicht oft Platon mit seinem Höhlengleichnis genannt. Die Höhlenmenschen in Platons Dialog sind derart an die Höhlenwand gekettet, dass sie nur die Sicht auf die Schattenbilder in der Höhle kennen. Da dies die einzige Wirklichkeit ist, die sie wahrnehmen, müssen sie annehmen, dass dies die einzige existierende Wirklichkeit ist. Platon geht noch weiter und schildert, wie ein Höhlenmensch von den Ketten befreit wird, damit er die wirkliche Welt wahrnehmen kann. Selbst dieser Erleuchtete könnte den immer noch angeketteten Höhlenmenschen die Wirklichkeit nicht erklären und sie würden weiterhin an das glauben, was sie kennen. (Scheiermacher, 1999)

Der französische Philosoph René Descartes zweifelt gar unsere körperliche Existenz an, so wie wir sie selbst wahrnehmen. Er stellt die Frage, ob alles, was wir mit unseren Sinnen wahrnehmen, nicht nur ein einziger Traum sein könnte. Er stellt jedoch fest, dass wir existieren müssen, selbst wenn wir nur träumten. Denn wie könnten wir träumen, wenn wir nicht existierten? Dies mündet in seinem berühmten Zitat: «Ich denke, also bin ich.» (Holzinger, 2016)

Die Parallele zur virtuellen Realität mit den heutigen technischen Möglichkeiten liegt auf der Hand. Setzen wir eine VR-Brille auf, tauchen wir gewollt in eine andere Wirklichkeit ein. Das Gezeigte ist eine künstlich geschaffene Umgebung, dessen Ziel es ist, uns das Eintauchen in eine Illusion zu ermöglichen. Das Erlebnis in der künstlichen Welt erscheint uns so echt, dass dies vorübergehend zu unserer Wirklichkeit wird.

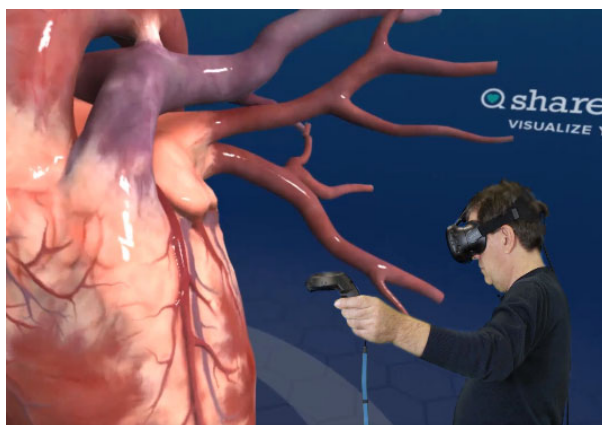


Abbildung 1 - VR mit einem Head-Mounted Display (eigenes Bild)

Mehrere Sinne

Damit eine künstliche Wirklichkeit geschaffen werden kann, müssen möglichst viele Sinne angesprochen werden. So wurden in den ersten Flugsimulatoren eine Videokamera auf einer Konstruktion montiert, welche über eine reale Modelllandschaft bewegt wurde wie bei einer Spielzeugeisenbahn. Der Pilot konnte die von der Kamera aufgenommenen Bilder auf dem Monitor sehen, so dass die Sicht aus dem Cockpit simuliert wurde. Heute würde man diese Bilder von einem Computer berechnen lassen. Um eine virtuelle Realität zu erzeugen, reicht es jedoch nicht, dass der Nutzer die künstliche Welt betrachten kann. Entscheidend ist, dass darin auch gehandelt werden kann. Dies bedeutet, dass neben der simulierten Welt auch die Interaktionen des Menschen in der Simulation erfasst werden müssen, damit diese Aktionen die virtuelle Welt beeinflussen können. (Broll, Dörner, Grimm, & Jung, 2014, S. 5/6)

Heutige virtuelle Umgebungen versuchen deshalb nicht nur die optischen Eindrücke der Person in der VR-Umgebung künstlich zu erzeugen. Es geht auch darum, die Akustik, die Haptik, den Geruch aber auch den Gleichgewichts- und den Orientierungssinn anzusprechen, damit die Person in der virtuellen Welt ein möglichst ganzheitliches Erlebnis erfahren kann. Trotz der Anstrengungen in diesem Bereich ist sich die handelnde Person immer noch bewusst, dass sie sich in einer künstlich erzeugten Welt befindet.

Willing Suspension of Disbelief

Dennoch kann man feststellen, dass sich Personen in virtuellen Umgebungen wie in der realen Welt verhalten. So bewegt sich beispielsweise eine Person auf einer hohen Brücke langsam und vorsichtig und ihr Puls und ihre Atmung beschleunigen sich, wenn sie sich dem Rand der Brücke nähert. Dies obwohl sich die Person jederzeit bewusst ist, dass sie sich in Wirklichkeit nicht auf einer Brücke, sondern mitten in einem Zimmer befindet.

Dies funktioniert deshalb, weil Menschen die Eigenschaft haben, in bestimmten Situationen den offensichtlichen Widerspruch einer virtuellen Welt zur Realität

auszublenden. Der Begriff *willing suspension of disbelief* stammt vom Philosophen Samuel T. Coleridge und bedeutet auf Deutsch *willentliches Ausblenden des Unglaubens*. (Broll, Dörner, Grimm, & Jung, 2014, S. 8)

Dass wir in bestimmten Situationen wollen, dass der Widerspruch zur realen Welt ausgeblendet wird, lässt sich an vielen einfachen Beispielen zeigen. So stört uns bei synchronisierten Spielfilmen gar nicht, dass der amerikanische Schauspieler plötzlich offensichtlich fließend Deutsch spricht, obwohl wir genau wissen, dass wir nicht seine Stimmen hören, sondern die seines stimmlichen Doubles.

Zudem sind wir fasziniert von Filmen mit Superhelden. Ob Superman, Batman oder Spiderman; wir wissen, dass diese Figuren und deren Fähigkeiten nicht real sind. Dennoch lassen wir uns gerne in diese unwirkliche Realität entführen.

Karikaturen sind ein weiteres Beispiel, wie wir den offensichtlichen Widerspruch zur Realität willentlich ausblenden. Ob ein Hund spricht oder ob der amerikanische Präsident auf einem atomaren Sprengkörper sitzt; wir blenden bewusst aus, was unmöglich ist.

Die menschliche Eigenschaft des Ausblendens von Unglauben bedeutet für die Erzeugung von virtueller Realität, dass die Illusion auch ohne Perfektion erzeugt werden kann.

Science Fiction

Um den Bezug zur realen Welt ganz zu kappen, müsste die Steuerung über das Bewusstsein übernommen werden, wie dies im Film *The Matrix* von Lana Wachowski aus dem Jahr 1999 dargestellt wird. Menschen werden von Maschinen, welche die Weltherrschaft übernommen haben, nur noch als Energieträger verwendet und die Menschen leben in ihrem Bewusstsein in einer computergenerierten Simulation. Im Unterschied zu den virtuellen Welten, welche heute mit VR-Headsets erzeugt werden, wissen die Menschen in *The Matrix* nicht, dass sie sich in einer virtuellen Realität befinden.

2.2 Abgrenzung von Virtual Reality zu Augmented Reality (AR)

Während der Nutzer die reale Umwelt in einer VR-Umgebung nicht mehr wahr nimmt, sieht der Nutzer in einer AR-Umgebung die reale Welt zum Beispiel durch die Kamera seines Smartphones und erhält zusätzliche Informationen auf dem Bildschirm angezeigt.

Ein Beispiel für solche AR-Anwendungen sind virtuelle Museumsführer. Der Besucher erhält ein Tablet und kann zu den ausgestellten Objekten Zusatzinformationen in Form von Texten, Bildern oder Filmen anzeigen lassen.

Ein weiteres bekanntes Beispiel für AR ist das Smartphone-Spiel Pokémon go, welches ab 2016 weltweit gespielt wurde. Dem Spieler wird durch die Kamera seines Smartphones zum einen die reale Umgebung gezeigt. Zudem erscheinen an bestimmten Orten Figuren (Pokémons), welche es einzufangen gilt. (Abbildung 2)



Abbildung 2 - Pokémon Go (River, 2016)

Um die VR zu nutzen, ist ein VR-Headset nötig. Hingegen kann AR mit einem Smartphone, einem Tablet oder einem Head-Up-Display (HUD) angezeigt werden. Letzteres ist ein Anzeigesystem, welches vor allem bei Flugzeugen verwendet wird. Auf einem durchsichtigen Bildschirm werden dem Piloten zusätzliche

Informationen wie Flughöhe, Geschwindigkeit, Flugrichtung und Ähnliches angezeigt. (Abbildung 3)

Auch die Autoindustrie entwickelt HUD-Systeme als Unterstützung für Autofahrer.

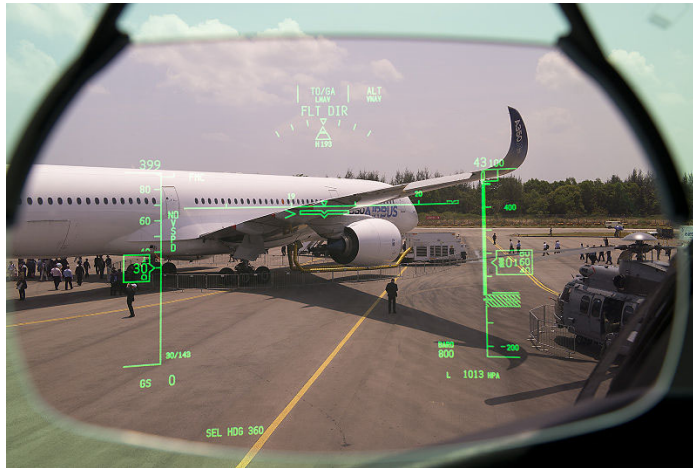


Abbildung 3 - Blick durch das HUD einer Boeing 787 (TsenTsan, 2014)

Microsoft hat 2016 die HoloLens vorgestellt. Dies ist eine Brille, welche auf dem durchsichtigen Display virtuelle Objekte projiziert. (Abbildung 4)



Abbildung 4 - HoloLens von Microsoft (Kowalewski, 2016)

2.3 Meilensteine in der technischen Entwicklung von Virtual Reality

In der Literatur werden viele verschiedene Entwicklungsschritte hin zur heutigen VR-Technik genannt. In diesem Abschnitt werden einige ausgewählte Erfindungen

als Meilensteine in der Entwicklung hin zur heutigen virtuellen Realität beschrieben.

1838 entwickelte Sir Charles Wheatstone das erste Gerät, welches unser Gehirn ein dreidimensionales Bild konstruieren lässt. Zwei Bilder werden im sogenannten Stereoskop so gezeigt, dass jedes Auge nur ein Bild sieht. Unser Gehirn fügt die zwei Bilder zu einer Darstellung eines dreidimensionalen Objektes zusammen. (The Evolution of Virtual Reality, 2017)

1932 erfand der amerikanische Physiker Edwin Herbert Land einen Polarisationsfilter aus Kunststoff, den Polaroid-Filter. Noch heute werden für 3D-Filme Polarisationsfilter verwendet, um die beiden von zwei verschiedenen Punkten aufgenommenen, übereinander projizierten Bilder mit beiden Augen zu betrachten. (Die Geschichte der virtuellen Realität, 2017)

1962 baute Morton Heilig mit dem Prototypen seines Sensorama den ersten passiven VR-Automaten. Der Nutzer konnte durch ein Binokular Szenarien erleben, welche mit Rüttelmechanik, stereoskopischen Bildern und einem Geruchs- und Windsystem ein immersives Erlebnis boten. Das Sensorama blieb jedoch ein Einzelstück ohne kommerziellen Erfolg. (Sensorama, 2006)

1968 erschufen Ian Sutherland und Bob Sproul das erste Head-Mounted-Display, das Sword of Damocles. Das System war derart schwer, dass es nicht von einem Menschen getragen werden konnte. Es musste mithilfe eines Gestells an der Raumdecke montiert werden. Dargestellt wurde ein im Raum schwebender Drahtgitterwürfel, welcher in der virtuellen Realität dargestellt wurde. (Die Geschichte der virtuellen Realität, 2017)

Nach diesen ersten Entwicklungsschritten wurden auf dem Gebiet der VR keine neuen Durchbrüche verzeichnet. Dies lag vor allem daran, dass die Computer nicht leistungsfähig genug waren, um die enorme Rechenleistung in Echtzeit aufbringen zu können, welche für das zeitgleiche Anzeigen der Interaktion im dreidimensionalen Raum nötig ist.

1985 erforschte die NASA mit dem Virtual Environment Display System (VIVED) Möglichkeiten zur Bedienung von telerobotischen Systemen. Die Astronauten

sollten Roboter ausserhalb des Raumschiffes kontrollieren, damit sie nicht selber die riskanten Arbeiten vornehmen mussten. Mit der Head-Mounted-Display-Einheit konnten die Astronauten virtuell die 360°-Umgebung erkunden und darin interagieren. (12 Meilensteine in der Geschichte der Virtual Reality, 2017)

1989 entwickelte Nintendo den Power Glove. Der Handschuh diente als Controller und steuerte die Interaktion in Videospielen durch die Bewegung der Hand und Finger. (The Evolution of Virtual Reality, 2017)

1995 enthielt die VFX1 der Firma Forte schon alle Elemente, über welche heutige VR-Systeme verfügen; ein Head-Mounted-Display, Headtracking Funktion, Kopfhörer und Mikrofon und ein Eingabegerät mit Beschleunigungssensoren. Ursachen für das Scheitern waren wohl zum einen der doch noch zu hohe Preis sowie die geringe Auflösung. (Retrospective photo review of Forte VFX1 Virtual Reality system, 2010)

In den nächsten Jahren gab es mehrere ähnliche Versuche, VR salonfähig und für den Konsumenten brauchbar zu machen. Jedoch mussten viele Firmen Rückschläge hinnehmen und ihre Produkte konnten sich nicht durchsetzen. Gründe dafür waren immer noch die ungenügende Auflösung, die hohen Preise und die komplizierte Bedienung.

Seit 2011 hatte dank des *iPhone Virtual Reality Viewer* von Apple die grosse Masse Zugang zu Virtual Reality. Der Computer dazu war nicht mehr in der Brille selbst, sondern im iPhone, welches in den Viewer eingelegt werden musste und die speziellen Spiele und Programme in 3D wiedergeben und dank der Bewegungssensorik auf die Bewegungen des Benutzers reagieren konnte. Diese Technik fand etliche Nachahmer wie das Google Cardboard oder die Samsung Gear VR. (The Evolution of Virtual Reality, 2017)

2.4 Technik heute

Ansprüche

Ein VR-System muss die Schnittstelle zwischen Mensch und der künstlich erzeugten Umgebung sicherstellen. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass ein Computersystem erforderlich ist, welches die Aktionen des Nutzers erkennt, dieselben in die simulierte Welt umrechnet und dem Nutzer schliesslich diese von ihm beeinflusste künstliche Welt darstellt. Das tönt im Grundsatz relativ einfach, zieht jedoch sehr viele Folgefragen nach sich.

- Welche Sensoren können die Aktionen eines Nutzers erkennen?
- Welche Abdeckung und Auflösung haben diese Sensoren in Bezug auf Raum und Zeit?
- Welchen Aktionsradius erlauben diese Sensoren dem Nutzer?
- Schränken die Sensoren den Nutzer ein?
- Wie können Sensordaten an die Simulation der Welt weitergegeben werden?
- Wie kann das Wissen über die Welt der Simulation zur Verfügung gestellt werden?
- Wie können für alle Wahrnehmungskanäle des Nutzers in geeigneter Weise Reize erzeugt werden?
- Welche Qualität haben diese Reize?
- In welchem Aktionsradius kann der Nutzer diese Reize sinnvoll wahrnehmen?
- Wie kann sichergestellt werden, dass die Reaktionszeit des Gesamtsystems mit der Reaktionszeit des Nutzers Schritt hält?

(Broll, Dörner, Grimm, & Jung, 2014, S. 21)

Die Abbildung 5 zeigt, welche Teilsysteme in einem VR-System benötigt werden.

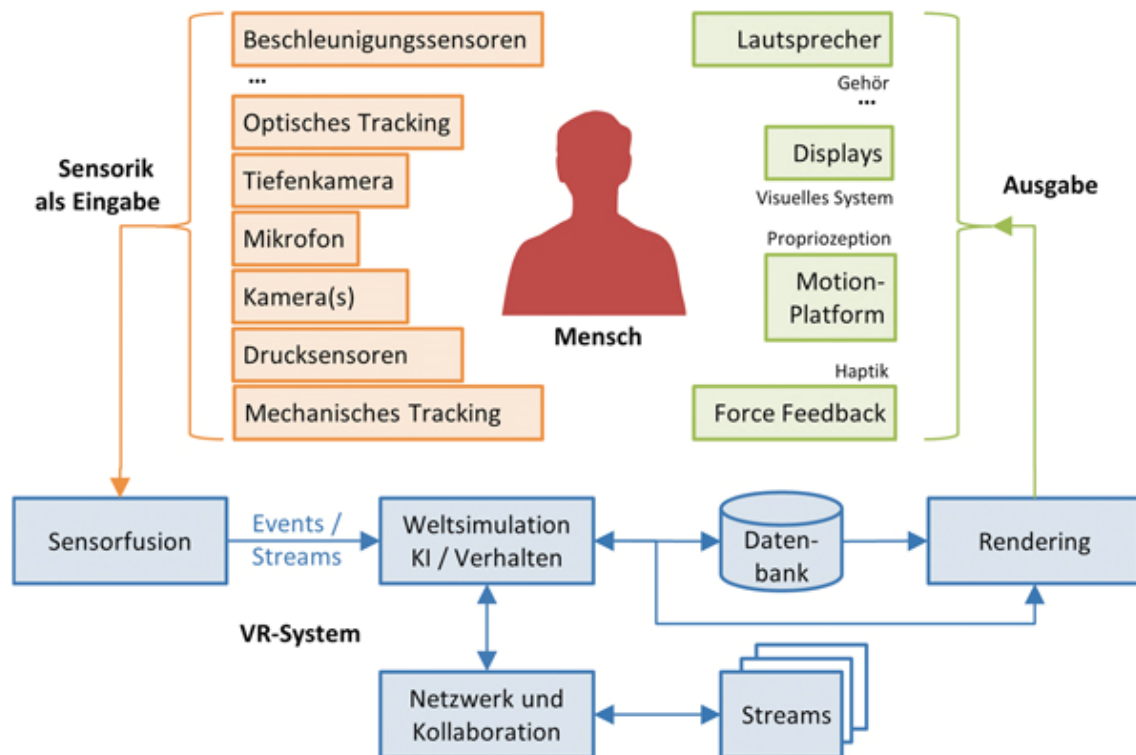


Abbildung 5 - Überblick über die Teilsysteme eines VR-Systems (Broll, Dörner, Grimm, & Jung, 2014, S. 24)

Grundsätzlich kann man die drei übergeordneten Systeme *Eingabe*, *Ausgabe* und *VR-System* unterscheiden.

Beim System *Eingabe* werden die Handlungen der Person in der virtuellen Umgebung erfasst. Dazu werden verschiedene Sensoren, wie Kameras, Mikrophon, Druck- und Beschleunigungssensoren und Sensoren für das Tracking der Positionen verwendet.

Diese erfassten Daten bilden die Grundlage für das *VR-System*, welches diese Daten verarbeitet und daraus die virtuelle Welt darstellt, indem es die reale Welt simuliert. Das *VR-System* bindet ebenfalls gestreamte Daten mit ein, welche von online Anbietern von VR-Software oder von Netzwerken der Kollaboration herkommen. Zudem verarbeitet das *VR-System* auch Daten, welche durch Algorithmen berechnet werden, wie Feedback, Anpassungen der virtuellen Umwelt, Punktestand etc. Die Simulation wird schliesslich gerendert und im System *Ausgabe* in Echtzeit ausgegeben.

Das System *Ausgabe* gibt dem Benutzer die visuellen, auditiven und haptischen Signale über Displays, Kopfhörer und Bedienungsgeräte wieder, so dass er die von ihm beeinflusste künstliche Umgebung wahrnimmt.

Der Durchbruch

2016 war das Jahr, in welchem VR den endgültigen Durchbruch schaffte. Mit der Oculus Rift, der HTC Vive und der Sony PlayStation VR kamen gleich mehrere komplette VR-Headsets auf den Markt, welche über Drehungs- und Positionstracking verfügen. Da sie auf dem Kopf getragen werden, spricht man von Head-Mounted-Displays (HMD).

Die Weitwinkel-Linsen ermöglichen eine Auflösung, welche eine immersive virtuelle Realität erzeugen. Interagiert wird zudem mit zwei Hand-Controllern. (The Evolution of Virtual Reality, 2017)

3 Bedeutung von Virtual Reality

Industrie

Verschiedene Studien kommen zum Schluss, dass in den nächsten Jahren der Markt für VR und AR wachsen wird. So sagt eine Studie von IDC für die Jahre 2017 - 2022 durchschnittlich ein weltweites Wachstum von 69.6% voraus. (IDC, 2018)

Torsten Fell zeigt mit seiner Befragung von über 100 vorwiegend industriellen Unternehmen in Deutschland auf, dass VR und AR vor allem eingesetzt wird, um Kompetenzen aufzubauen, um positive Lernerlebnisse zu ermöglichen und um Unsichtbares sichtbar zu machen. Präferierte Lerninhalte mit VR sind High Risk Scenarios, Technische Kompetenzen und das Erklären von Maschinen, Gebäuden und Anlagen. (Fell, 2018)

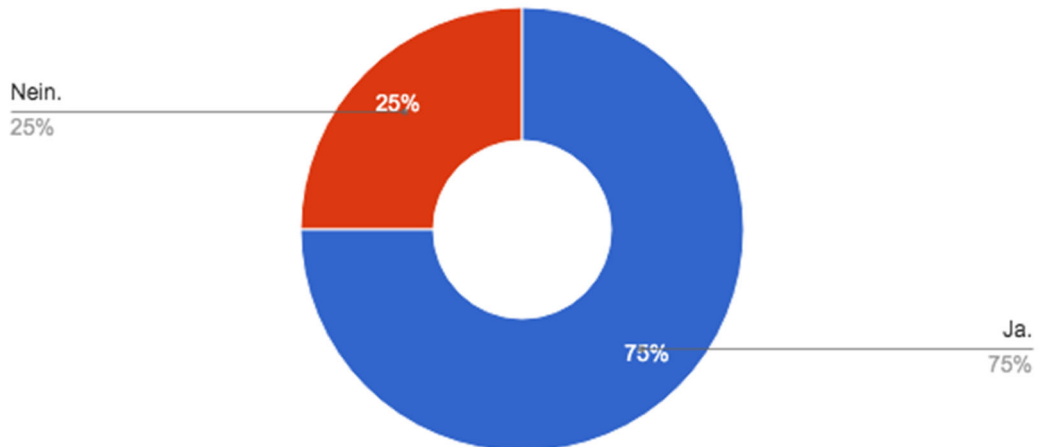
Bildung

Im Bildungsbereich wird VR vorwiegend in der beruflichen Bildung angewandt, insbesondere bei der Bedienung von grossen technischen Systemen wie Flugzeugen, Zügen, industrielle Anlagen oder bei computergestützten Simulationen von chemischen Reaktionen. (Köhler, Münster, & Schlenker, 2013)

Im Rahmen dieser Arbeit hat der Autor eine Umfrage bei 18 Schweizer Universitäten und Hochschulen durchgeführt. Beantwortet wurde die Umfrage von 10 Institutionen teilweise oder vollständig.

Drei Viertel der antwortenden Personen haben angegeben, dass an ihren Institutionen VR eingesetzt wird. (Abbildung 6)

Auch wenn dieser relativ hohe Wert zeigt, dass VR an den Universitäten und Hochschulen durchaus bereits eingesetzt wird, muss berücksichtigt werden, dass diese Angabe nichts über die quantitative wie die qualitative Verwendung innerhalb der Institutionen aussagt.

Nutzen Sie an Ihrer Institution Virtual Reality?*Abbildung 6 - Nutzen Sie an Ihrer Institution Virtual Reality?*

Die Frage nach der Bedeutung von VR an den jeweiligen Institutionen differenziert das Bild bereits etwas. Es zeigt sich, dass bei etwas mehr als einem Drittel der antwortenden Personen an ihren Institutionen bereits VR-Projekte umgesetzt werden. Bei ebenfalls etwas mehr als einem Drittel finden hingegen erst erste Abklärungen statt. Der restliche Viertel teilt sich auf in die Aussage, dass VR-Projekte für die nächsten drei Jahre geplant wird und dass VR noch keine Relevanz besitzt. (Abbildung 7)

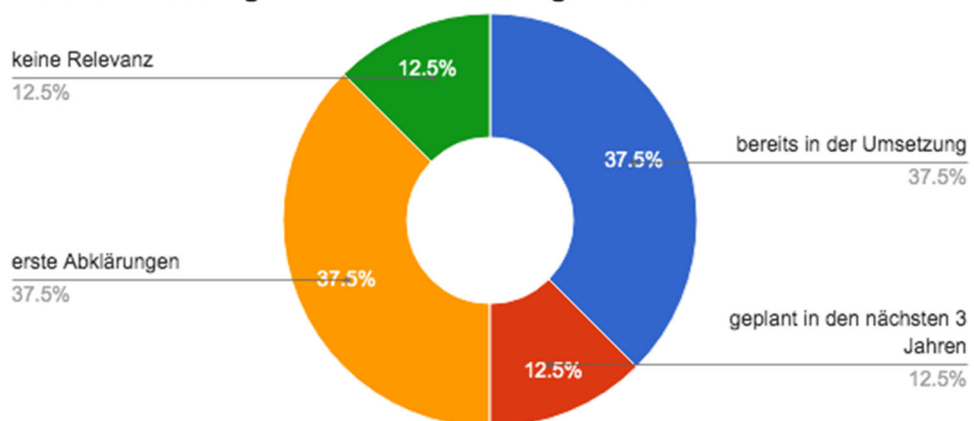
Welche Bedeutung hat VR in Ihrer Bildungsinstitution?

Abbildung 7 - Welche Bedeutung hat VR an Ihrer Bildungsinstitution?

Bei der Frage nach der Art des Einsatzes von VR waren mehrere Auswahlmöglichkeiten wählbar. Etwas mehr als ein Viertel der antwortenden Personen haben angegeben, dass VR für Simulationen eingesetzt wird. Der Einsatz von VR zur Wissenserweiterung wurde ebenfalls zu etwas mehr als einem Viertel gewählt. Zu etwas weniger als je einem Fünftel wurde der Einsatz von VR für Therapie und Skillstraining ausgewählt. (Abbildung 8)

Ergänzend zu dieser Auswahlmöglichkeit hatten die antwortenden Personen die Möglichkeit, in einem Textfeld weitere Präzisierungen zu formulieren. Hier wurde ergänzt, dass VR auch für Forschungszwecke zum Einfluss innovativer Technologien auf das Lernen verwendet wird. Eine weitere Person hat festgehalten, dass ein VR-Raum eingerichtet wurde, um erste Erfahrungen im Einsatz mit VR zu sammeln. Zudem wurde von einer Person notiert, dass VR von einer Anatomie-Professorin in Zusammenarbeit mit einem Professor der Neurochirurgie verwendet wird.

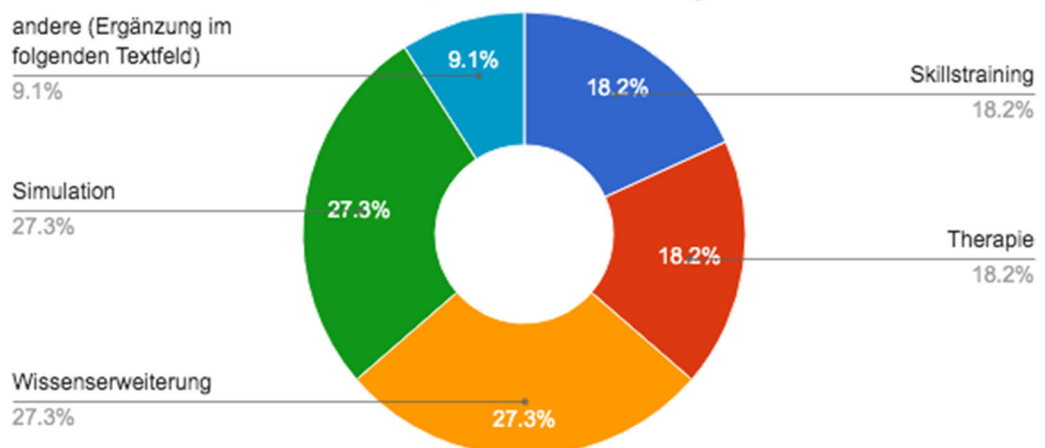
Falls Sie VR bereits einsetzen, wozu wird VR eingesetzt?

Abbildung 8 - Falls Sie VR bereits einsetzen, wozu wird VR eingesetzt?

In einer weiteren Frage wurden die teilnehmenden Personen gefragt, wie hoch Sie die Relevanz von VR im Bildungsbereich einschätzen.

Die Hälfte der antwortenden Personen hat VR im Bildungsbereich eine grosse Relevanz oder eine eher grosse Relevanz zugeschrieben, während die andere Hälfte der Antwortenden die Relevanz von VR im Bildungsbereich als eher klein einstufte. (Abbildung 9)

Wie schätzen Sie die Relevanz von VR im Bildungsbereich ein?

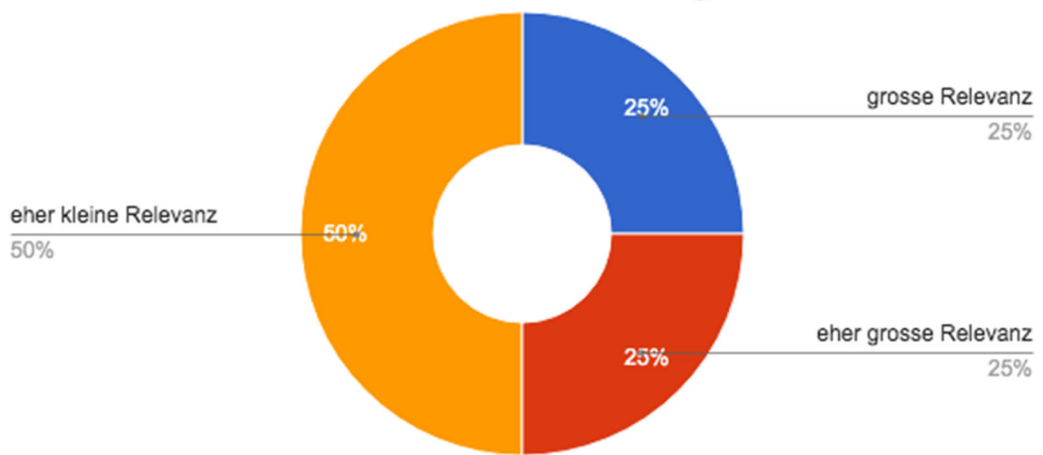


Abbildung 9 - Wie schätzen Sie die Relevanz von VR im Bildungsbereich ein?

In einer nächsten Frage wurde nach dem Nutzen gefragt.

Welchen Nutzen sehen Sie im Einsatz von VR für die Bildung?

Die Antworten werden an dieser Stelle unverändert wiedergegeben.

- Veranschaulichung, Erlebnisrealitäten schaffen
- Aus meiner persönlichen Sicht kann der Nutzen von VR in der Unterstützung / Optimierung der wesentlichen Grundfunktionen von educational technology in Lehr-/Lernprozessen sein: Optimierung der Wissensvermittlung / Optimierung der Kommunikation / Interaktion Optimierung der Wissenskonstruktion.
- besseres Verständnis räumlicher Dimensionen von anatomischen Strukturen

- Kosteneffizienz bei möglichst hoher externer Validität im Lernen
- Neue Lernsituationen. Studierende können in virtuelle Lernwelten eintauchen und interagieren. Trainingsmöglichkeiten in einer realitätsnahen simulierten Umgebung. Soziale Interaktionen können geübt werden. Lernen und Kollaboration kann auf Distanz stattfinden.
- Eintauchen, Interaktion, Motivation
- Handlungen einüben, Vertiefung des Wissens von Anatomie, Physiologie und Pathologie

Die letzte Frage widmete sich den Herausforderungen beim Einsatz von VR in Bildungsinstitutionen.

Welche Herausforderungen sehen Sie im Einsatz von VR?

Auch die Antworten zu dieser Frage werden an dieser Stelle unverändert wiedergegeben.

- Entwicklung - Ressourcen Einsatz in der Lehre - Nachhaltigkeit
- Es stellen sich aus meiner persönlichen Sicht die typischen didaktischen Herausforderungen: Im Grunde die Effektivitätsfrage (Zielerreichung und Zielpassung) und die Effizienzfragen (Optimierung des Aufwand - Outcome-Verhältnisses), inklusive des Entwicklungsaufwandes für VR-Applikationen und die erforderlichen Schulungen für Studierende, Dozierende und das techn. Personal.
- technisches Equipment: Bereitstellung für grosse Zahl von Studierenden (200+ Medizinstudierende), aufwendige Inhalte: müssen erst generiert/angepasst werden, didaktisches Konzept für VR-Inhalte muss erst entwickelt werden
- sinnvoller Einsatz und nicht nur aus Hype um Digitalisierung: Lernsetting/Form muss dem Inhalt entsprechen
- Einsatz im Lehrplan
- Die Hochschulbildung ist oft abstrakt und es ist daher unwahrscheinlich, dass sie von der virtuellen Realität profitiert. Kosten der Ausrüstung

- Eigenentwicklung sehr aufwendig Kosten-Nutzen-Verhältnis noch unklar, sinnvolle Einsatzszenarien entwickeln

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass VR an den Schweizer Universitäten und Hochschulen durchaus schon eingesetzt wird, wenn auch sicherlich nicht flächendeckend. Der Umfang und die Art des Einsatzes von VR differiert sehr stark. Während an einigen Institutionen VR noch gar kein Thema ist, werden an anderen Institutionen erste Erfahrungen gesammelt oder VR wird bereits für Unterrichtssequenzen oder Forschungszwecke eingesetzt.

Der Nutzen besteht aus Sicht der antwortenden Personen in der Veranschaulichung und im Schaffen von Erlebniswelten. Der immersive Aspekt beim Eintauchen in diese realitätsnahen Erlebniswelten wird ebenfalls erwähnt. Als weiterer Nutzen wird das Einüben von Handlungen, die Trainingsmöglichkeiten und die Vertiefung von Wissen angesehen. Auch das Einüben von sozialen Interaktionen oder die Optimierung der Kommunikation wird als Nutzen angesehen. Schliesslich wird die Kosteneffizienz bei hoher Validität im Lernen unterstrichen.

Bei den Herausforderungen stehen technische wie pädagogische Fragen im Mittelpunkt. Zum einen muss das technische Equipment getestet, evaluiert werden und die Handhabung des Systems muss instruiert werden. Zum anderen wird die Entwicklung von sinnvollen didaktischen Konzepten und Szenarien genannt, welche mit dem jeweiligen Lehrplan übereinstimmen müssen. Beides stellt einen beachtlichen Aufwand dar, welcher geleistet werden muss. Zudem muss aus Sicht der antwortenden Personen das Kosten-Nutzen-Verhältnis stimmen. Es stellt sich also auch die Frage nach Effektivität und Effizienz beim Einsatz von VR in Bildungsinstitutionen.

3.1 Beispiele von Bildungsprojekten mit VR

3.1.1 VIRTUE - a virtual reality trainer for hand hygiene

Die Abteilung für Spitalhygiene am Universitätsspital Zürich hat eine VR-Anwendung entwickelt, welche die Pflegefachleute zu mehr Sorgfalt im Umgang mit der Handhygiene anleiten soll.

Für die Übertragungen von Krankheiten sind Mikroorganismen verantwortlich, welche für das menschliche Auge nicht sichtbar sind. Dadurch erhalten die Pflegefachleute während ihrer Arbeit kein Feedback zu ihrem Verhalten und sind sich der Konsequenzen fehlender oder mangelhafter Händehygiene nicht bewusst.

Beschreibung

Mit VIRTUE erhalten die Pflegefachleute ein Feedback während der pflegerischen Handlung, da die Mikroorganismen in der virtuellen Welt visualisiert werden. Die Pflegefachleute führen mit dem VR-Headset in einem virtuellen Patientenzimmer mit einem virtuellen Patienten pflegerische Handlungen ihres Berufsalltags aus.

Anschliessend kann die Pflegefachperson mit dem VR-Headset und den Controllern überprüfen, wo sie Mikroorganismen hinterlassen hat. Diese werden durch rote Punkt sichtbar gemacht.

Gewinn / Potenzial

Virtual Reality wird in diesem Beispiel einerseits genutzt, um Unsichtbares sichtbar zu machen. Dadurch wird assoziatives Lernen gefördert, sowie die intrinsische Motivation, die Händehygiene zu verbessern.

Andererseits kann die Zeit verzerrt werden und die Ausbreitung der Mikroorganismen kann im Zeitraffer dargestellt werden. Somit enthält die virtuelle Umgebung Elemente, welche in der Wirklichkeit nicht möglich sind und der Pflegefachperson aufzeigen, wie sich ihr Handeln auf die Hygiene auswirkt.

Ein weiterer Vorteil von VIRTUE liegt darin, dass sich die Person im virtuellen Raum bewegen und herumgehen kann, wie in der Wirklichkeit, weil die räumlichen Dimensionen denen der Wirklichkeit entsprechen. Zudem können die Handlungen der Pflegefachperson aufgezeichnet und wiedergegeben werden. So kann gezielt hervorgehoben werden, wo ihr Handeln verbessert werden kann.

Schliesslich können auch Stressoren in die virtuelle Umgebung eingebaut werden, um reale Arbeitssituationen zu simulieren. Dies sind beispielsweise Geräusche von medizinischen Geräten oder Unterbrüche durch Kollegen oder Patienten. Damit kann von der ursprünglichen Aufgabe abgelenkt werden und der Schwierigkeitsgrad wird erhöht.

Gemäss den Initianten hat dieses Projekt das Potenzial, die Händehygiene entscheidend zu verbessern. Zudem kann das System auf andere Pflegesituationen ausgeweitet werden.

(Clack, et al., 2018)

3.1.2 Projekt Patientenzimmer

Das virtuelle Patientenzimmer ist eine Weiterentwicklung eines Computer-Lernspieles, welches sich mit der Patientenbeobachtung befasst. Es wurde am Berner Bildungszentrum Pflege Bern (Höhere Fachschule) entwickelt und wird im Studiengang der Pflegefachleute HF eingesetzt.

Beschreibung

In dieser Anwendung befindet sich die nutzende Person in einem virtuellen Krankenhaus. Die Aufgabe besteht darin, das Patientenzimmer zu betreten und zu beobachten, welche pflegerischen Handlungen ausgeführt werden müssen. Es geht dabei um Handlungen der Basisausbildung. Beispielsweise liegt der Patient nicht auf seinem Kissen, die Sauerstoffmaske liegt neben ihm auf der Matratze und der Stecker der Bettbedienung ist nicht eingesteckt. Alle erledigten Arbeiten werden

registriert und in einem Protokoll festgehalten, welches nach der Übung konsultiert werden kann.

Gewinn / Potenzial

In diesem virtuellen Patientenzimmer finden alle die gleichen Bedingungen vor, so dass die Resultate der Probanden sehr gut verglichen werden können. Zudem ist ein sofortiges Feedback auf das Verhalten im Patientenzimmer zur Verfügung.

Im Gegensatz zur Pflege in der Realität hat das Handeln in dieser virtuellen Umgebung keine Auswirkungen auf die Gesundheit der Patienten. Handlungskompetenzen können so gefahrenfrei aufgebaut werden. Da die virtuelle Umgebung der Wirklichkeit entsprechend nachgebaut wurde, kann der Transfer der Handlungskompetenzen in den Berufsalltag der Studierenden einfach vollzogen werden. (Schlegel & Weber, 2019)

3.1.3 VR für Anatomie-Unterricht

Ebenfalls am Berner Bildungszentrum Pflege wurde 2018 durch den Autor dieser Arbeit in Zusammenarbeit mit einer Lehrperson ein Unterrichtssetting zur Repetition der Herz-Anatomie entwickelt.

Nach den ersten beiden Durchführungen wurde der Unterricht evaluiert und in das Curriculum des Moduls implementiert.

Der Unterricht findet im Modul *AIN M01 IAH - Im neuen Arbeitsgebiet handlungsfähig sein* im Rahmen eines Nachdiplomstudiums für Pflegefachpersonen der Anästhesie, Intensiv- und Notfallpflege statt. Das Modul wird in einem 5-tägigen Präsenzunterricht durchgeführt, durch Vorbereitungs- und Nachbearbeitungsaufträge ergänzt und mit einem Kompetenznachweis abgeschlossen.

Beschreibung

Der Unterricht mit dem VR-Headset HTC Vive (Vive Produkt, 2019) und dem Anatomie-Programm Sharecare (Viveport, 2017) ist Bestandteil des ersten Kurstages und wird in einer Gruppenarbeit durchgeführt. Es steht für jede Durchführung ein Zeitgefäß von 100 Minuten zur Verfügung. Je nach Teilnehmerzahl wird in Kleingruppen von drei bis sechs Personen gearbeitet.

Jedes Gruppenmitglied erhält eine Auftragskarte, welche den fachlichen Auftrag mit Fragen zur Anatomie des Herzens enthält. Es bestehen Aufträge zu folgenden Themen:

- Anatomische Lage des Herzens und der Hauptblutgefäße
- Anatomische Lage und Funktion der Herzklappen
- Blutfluss durch das Herz
- Anatomische Lage der Koronargefäße
- Anatomische Lage der Elemente des Reizleitsystems

Jedes Gruppenmitglied hat die Aufgabe, anhand seines Auftrages die geforderten Elemente zur Herz-Anatomie zu zeigen und zu erläutern. Die Gruppe kann auf einer Beamer-Projektion die First-Person-View des Gruppenmitglieds mit dem VR-Headset verfolgen. Gemeinsam diskutiert die Gruppe den Auftrag und tauscht das vorhandene Wissen aus. Mit der Lösung auf der Rückseite der Auftragskarte wird das Ergebnis der Gruppe überprüft.

Gewinn / Potenzial

Durch den Einsatz von VR erfahren die Kursteilnehmenden eine immersive Visualisierung der Herzanatomie und können an ihr Vorwissen anknüpfen, indem sie ihr Wissen handelnd und erforschend erweitern. Dies entspricht dem konstruktivistischen Lernverständnis, wo die handelnde Person selbst die Perspektive wählen kann und entscheidet, in welcher Richtung sie sich bewegt.

Zudem wird das persönliche Wissen der Teilnehmenden durch einen kollaborativen Prozess mit der Gruppe erweitert und von implizitem zu explizitem transferiert, da Sachverhalte angesprochen, ausgetauscht und sichtbar gemacht werden.

3.1.4 Expositionstherapie für Höhenangst

Im Rahmen des Moduls *eHealth - Digitalisierung im Gesundheitswesen nutzbringend einsetzen* am Berner Bildungszentrum Pflege wurde in einem Unterrichtsblock Virtual Reality vorgestellt. In diesem Zusammenhang wurde die Software *Richie's Plank Experience* (Steam, 2017) eingesetzt, um über die Frage zu diskutieren, ob solche VR-Programme zur Expositionstherapie bei Höhenangst eingesetzt werden könnten.

Die Expositionstherapie - auch als Konfrontationstherapie bekannt - ist eine psychotherapeutische Intervention. Sie wird vor allem bei Phobien eingesetzt.

In einer Expositionstherapie lernen die Betroffenen, sich dem gefürchteten Reiz auszusetzen. Durch die Konfrontation mit dem angstausslösenden Reiz machen die Betroffenen die Erfahrung, dass die erwarteten Folgen (Panik, Bewusstlosigkeit, Tod) ausbleiben. Zudem lernen sie, dass sie in der Lage sind, diese Situation zu meistern. Das Ziel ist letztlich, dass sich durch die Expositionstherapie eine Gewöhnung und eine positive Veränderung des Selbstbildes einstellen und sich die Angst vermindert und sich schliesslich ganz auflöst.

Beschreibung

Alle Kursteilnehmenden konnten mit dem VR-Headset einen virtuellen Fahrstuhl betreten und in einem Hochhaus hochfahren. Im 60. Stock öffnete sich der Fahrstuhl und ein Brett führte hinaus. Die Aufgabe bestand in dieser Anwendung einzig darin, auf das Brett hinauszutreten und sich der Höhenangst zu stellen.

Gewinn / Potenzial

Dieser Unterricht hat den Kursteilnehmenden aufgezeigt, inwiefern Virtual Reality in der Lage ist, die Wirklichkeit zu simulieren. Viele Teilnehmende haben sich in der künstlichen Umgebung ähnlich verhalten, wie sie dies auch in der Wirklichkeit getan hätten. Sie haben sich vorsichtig nach vorne bewegt und nur ganz langsame Bewegungen ausgeführt. Zudem beschleunigte sich bei vielen offensichtlich der Atem und ein Unwohlsein wurde sichtbar.

Durch diese immersive Erfahrung haben die Kursteilnehmenden eine Vorstellung davon bekommen, wie echt sich die virtuelle Realität anfühlen kann. Dieses Erkenntnis wird ihnen helfen, in ihrem Beruf als Pflegefachleute abzuschätzen, wie sich Patienten in einem virtuellen Setting fühlen. Dies verbessert die Kompetenz der Pflegefachleute, wie sie Betroffene in Expositionstherapien begleiten können.

4 Virtual Reality und E-Learning

4.1 E-Learning

E-Learning ist ein geläufiger Begriff, der jedoch sehr unterschiedlich verwendet wird. Zum einen umfasst er viele verschiedene Technologien und deren Anwendung. Zum anderen ist das Gebiet des E-Learnings sehr vielschichtig und entwickelt sich laufend weiter. Oft werden auch verschiedene Begriffe synonym verwendet; Digitales Lernen, Lernen mit Technologien, Lernen mit neuen Medien, multimediales Lernen, u.ä.

Jedoch umfasst E-Learning nicht nur den Einsatz von technischen Geräten, sondern auch alle Lehr- und Lernprozesse, bei denen technische und vor allem digitale Geräte verwendet werden.

Nach Michael Kerres umfasst E-Learning alle Formen von Lernen „bei denen elektronische oder digitale Medien für die Präsentation und Distribution von Lernmaterialien und/oder Unterstützung zwischenmenschlicher Kommunikation zum Einsatz kommen.“ (Kerres, 2001)

Arnold, Kilian, Thilloßen und Zimmer bezeichnen E-Learning als "vielgestaltiges gegenständliches und organisatorisches Arrangement von elektronischen bzw. digitalen Medien zum Lernen." Sie betonen auch, dass dieses Arrangement individuell oder gemeinsam zum Lernen genutzt werden kann, wobei sie präzisieren, dass Lernen auch Kompetenzerweiterung bedeutet. (Arnold, Kilian, Thilloßen, & Zimmer, 2013, S. 18)

In der Folge wird gezeigt, wie weit der Begriff E-Learning gefasst werden kann und welche Bereiche der Bildung von E-Learning betroffen sind. Dabei ist die Grenze zwischen den verschiedenen Bereichen nicht immer trennscharf. Einzelne Elemente können deshalb auch in mehreren Bereichen erwähnt werden. Zudem weist der Autor darauf hin, dass der Begriff E-Learning in diesem Kapitel sehr grosszügig verstanden wird und dass er auch Lernarrangements einschliesst, bei welchen E-Learning im Präsenzunterricht eingebettet wird und solche, bei denen E-Learning und Präsenzunterricht ergänzend stattfinden. Für letztere wird der Begriff Blended Learning verwendet, welcher nachfolgend genauer erklärt wird.

Blended Learning

Zunächst gilt es festzuhalten, dass nicht pauschal definiert werden kann, ob das Lernen mit E-Learning besser ist als traditioneller bzw. analoger Präsenzunterricht.

Kerres beschreibt Forschungsergebnisse, welche quantitative und qualitative Effekte von E-Learning messen. Er kommt zum Schluss, dass mediengestützte Lernarrangements anderen Varianten des Lernens hinsichtlich quantitativer Aspekte nicht unterlegen sind. Er hebt den Vorteil mediengestützten Lernens heraus, dass die Lerndauer für motivierte Personen besonders hoch sein kann und dass diese das mediale Lernangebot zur intensiven kognitiven Auseinandersetzung nutzen. Aus qualitativer Sicht hält Kerres fest, dass der Medieneinsatz neue Wege des Lehrens und Lernens ermöglicht und leitet daraus die qualitativen Effekte davon ab.

- informelles Lernen
- flexible Lernorte
- Ausweitung von Zielgruppen
- andere Lehr- und Lernmethoden
- Einfluss auf Lehrinhalte und -ziele
- weitere Kriterien für Lernerfolg

(Kerres, 2013, S. 95 - 98)

Der grosse Nachteil von E-Learning gegenüber Präsenzunterricht liegt naturgemäss in der fehlenden direkten zwischenmenschlichen Interaktion. Dazu gehören beispielsweise das persönliche Gespräch, Gruppendiskussionen, Beratungen oder das direkte Face-to-Face Feedback. Viele Medien bieten Alternativen, welche diese Interaktionen auf digitale Weise kompensieren. Der direkte Kontakt von Mensch zu Mensch kann aber nicht gleichwertig ersetzt werden.

Deshalb verspricht die Kombination von E-Learning und Präsenzunterricht, das sogenannte Blended Learning (engl. blended = vermischt), aus beiden Methoden

die jeweiligen Vorteile in sich zu vereinen und so optimales Lernen zu ermöglichen.

Geräte

Das Angebot an technischen und digitalen Geräten, mit denen im weitesten Sinne gelernt werden kann ist sehr gross und erweitert sich ständig. Die folgende Aufzählung kann folglich auch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

Das offensichtlichste Gerät für E-Learning ist der Computer als Desktop-Gerät. Doch auch mit mobilen Geräten wie Laptops, Smartphones oder Tablets findet heute E-Learning statt, da zum einen immer mehr mobile Bildungsinhalte vorhanden sind und sich zum anderen auch die Möglichkeiten vom Lernen mit mobilen Geräten im Bewusstsein vieler Bildungsakteure niederschlagen.

Im Bildungsbereich ersetzen vielerorts interaktive Whiteboards die Kreidetafel und die Over-Head-Projektoren. Bildung ohne Internetanschluss ist heute gar nicht mehr denkbar.

Des Weiteren gibt es eine wachsende Anzahl von Gadgets und Hilfsmitteln, welche den Computer, das Smartphone und das Tablet auch zu Bildungszwecken erweitern; Interaktive Pens, Smartwatches, Datenbrillen und Touch-Screens.

Zudem entwickelt die Technikbranche laufend Sensoren welche in sogenannten Wearables am Körper getragen werden und damit das Internet der Dinge (Internet of Things - IoT) mit Daten füttern. Man darf gespannt sein, wann und wie auch dieser Bereich in Zukunft zu Bildungszwecken eingesetzt werden wird. Zu diesem technisierten Bereich gehört natürlich auch die Entwicklung von VR-Umgebungen.

Medien

Im E-Learning können alle erdenklichen Medien wie Text, Hypertext, Bild, Audio und Video eingesetzt werden. Die digitale Natur der Medien erlaubt es jedoch, dass diese interaktiven Charakter aufweisen, beispielsweise in digitalen Quiz oder

anderen Formen der Wissensüberprüfung. Zudem sind oft auch Filme oder E-Learning-Sequenzen interaktiv, so dass die lernende Person nicht nur passiv konsumiert in Form von lesen, hören und anschauen. Die Interaktivität erlaubt es, Lernsettings zu gestalten, in denen das Engagement gefördert wird. Dies geschieht durch aktives Anklicken und Auswählen und auch dadurch, dass das Lerntempo selber beeinflusst werden kann.

Martina Hund (Hund, 2018) hebt vier Gründe hervor, weshalb vermehrte Interaktivität den Lernerfolg steigert.

Zum einen wird durch Interaktivität die Neugierde geweckt. Durch die Neugierde wiederum sind die Lernenden motiviert, den Lernprozess fortzusetzen. Hund kommt zur Überzeugung, dass dadurch die Wahrscheinlichkeit sinkt, dass der Lernprozess abgebrochen wird.

Zudem hebt Hund die Bedeutung der emotionalen Beteiligung hervor. Durch Geschichten (Storytelling) und Beispiele aus konkreten beruflichen und alltäglichen Situationen, welche interaktive Elemente enthalten, werden die Emotionen der Lernenden angesprochen. Dies geschieht durch die emotionale Identifikation mit dem Lernstoff und verbessert die Wissensaufnahme und unterstützt die Kompetenzerweiterung.

Auch Gelegenheiten zum Nachdenken, Reflektieren und Anwenden als interaktives Element fördern nach Hund den Lernerfolg von E-Learning-Settings. Dabei geht es darum, dass die Lernenden die neuen Fähigkeiten anwenden und erproben können. Fehler gehören selbstredend zum Lernprozess und werden in interaktiven Lernumgebungen festgehalten und ausgewertet.

Der vierte Grund für den Erfolg der Interaktivität im E-Learning besteht laut Hund darin, dass der Wissenstransfer und die Wissensaufnahme durch Interaktivität optimiert werden, was zu einer Verhaltensänderung als oberstes Ziel einer Lernaktivität führt.

Software

Die Tatsache, dass für die Unterstützung von Lernprozessen einfache Messenger wie WhatsApp oder ein umfangreiche Learning Management Systems (LMS) wie Moodle oder Olat verwendet werden, zeigt die ganze Bandbreite von möglicher Software, welche für E-Learning eingesetzt werden können.

Hinzu kommen Tools, jegliche Art von mobilen Apps und Lernsoftware. Gerade in diesem Zusammenhang ist interessant, dass 2018 in einer Expertenbefragung im deutschsprachigen Raum den mobilen Anwendungen in den folgenden drei Jahren der grösste kommerzielle Erfolg im E-Learning vorausgesagt wird. (Abbildung 10)

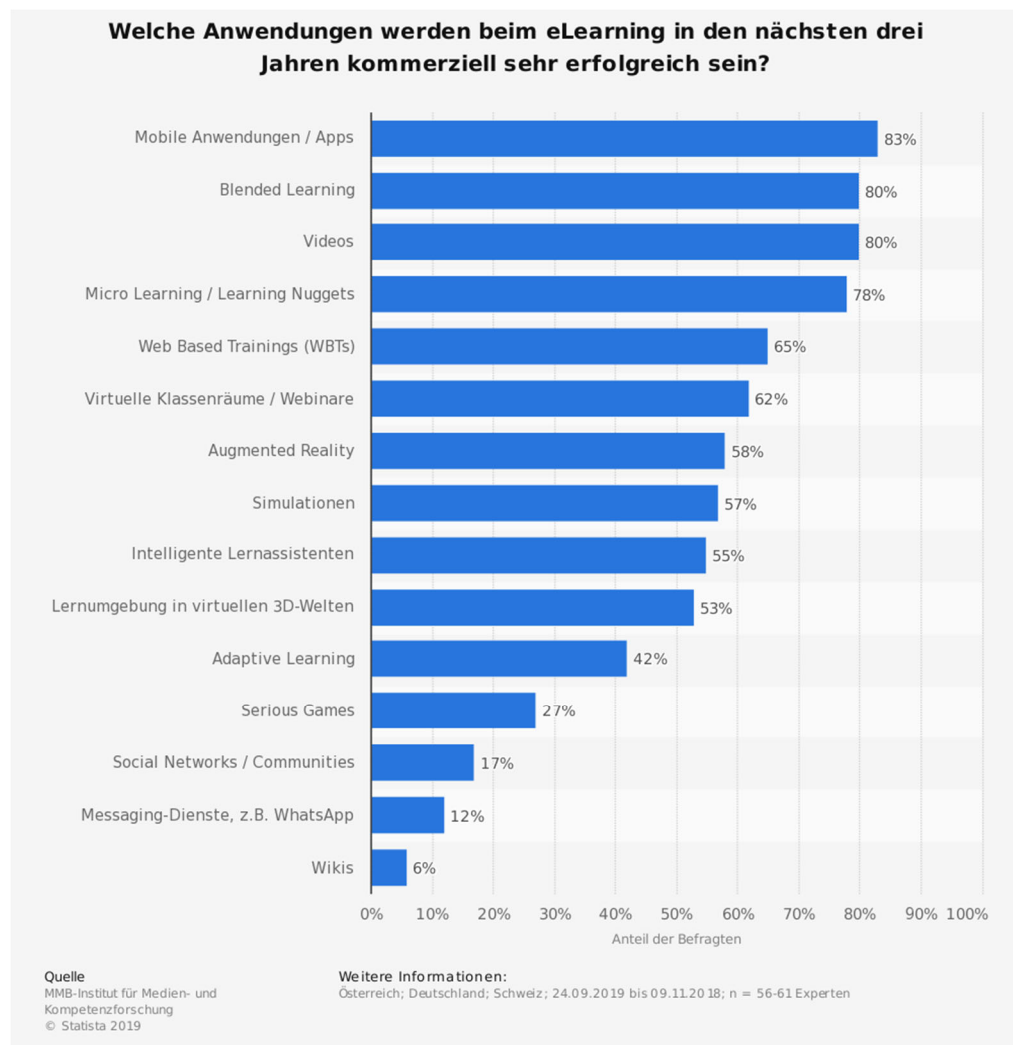


Abbildung 10 - Umfrage des Instituts für Medien- und Kompetenzforschung (MMB, 2019)

Dies hat auch damit zu tun, dass viele Anwendungen wie Youtube, Blog-Dienste, E-Mail Dienste und Social Media Dienste wie Twitter, Facebook oder Instagram auch oder vor allem als mobile Version zur Verfügung stehen. Dies macht deren Verwendung flexibler und zeigt, wie gross die zur Auswahl stehenden Möglichkeiten für E-Learning ist. Kreative lehrende Personen finden immer wieder neue Möglichkeiten, wie sie diese Anwendungen für das Lernen einsetzen können.

Dies wird zusätzlich gefördert durch die Tatsache, dass heutzutage in der Erwachsenenbildung mit einem nahezu flächendeckenden Besitz von Smartphones gerechnet werden kann. Eine Umfrage von Y&R Switzerland von 2018 hat gezeigt, dass in den Altersgruppen 14-29 Jahre und 30-54 Jahre ein Smartphone-Besitz von 95% resp. 91% vorliegt. (Abbildung 11)

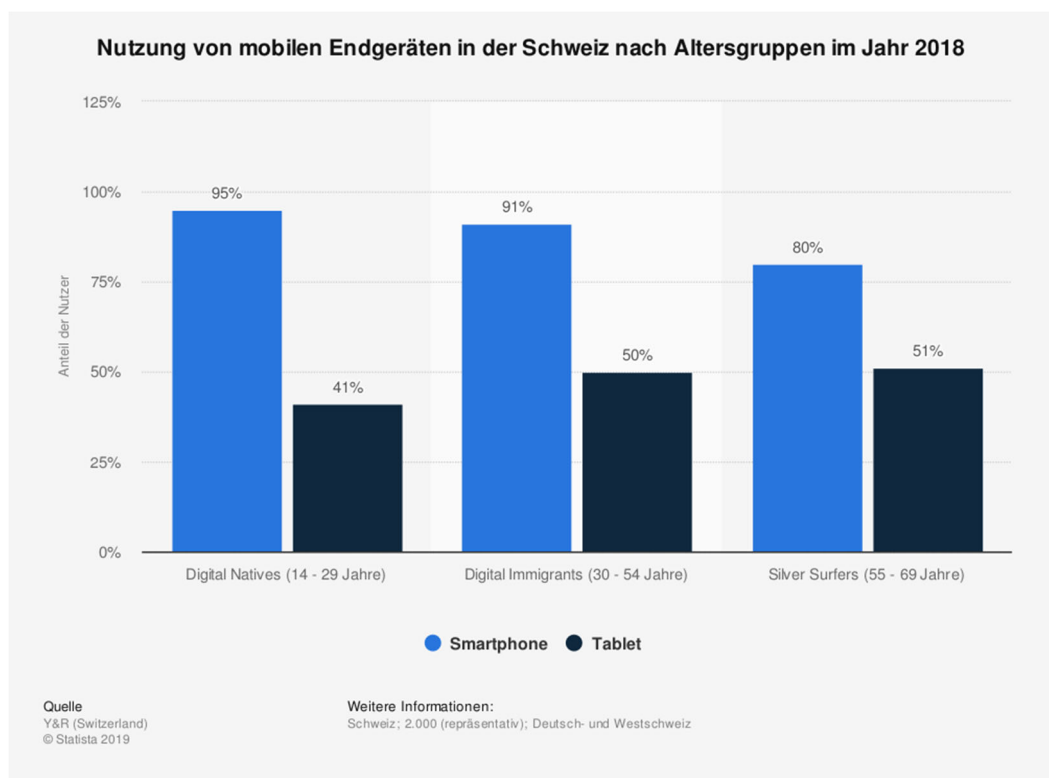


Abbildung 11 - Umfrage zum Besitz von mobilen Endgeräten (Y&R, 2018)

Eine grosse Herausforderung ist die wachsende Datenmenge und der damit steigende Bedarf an Speicherkapazität. Grundsätzlich muss in einer Bildungsinstitution die Frage geklärt werden, ob die Institution selber den Server betreiben will und damit selber steuern kann, was mit den Daten passiert. Dies bedeutet aber auch, dass der Aufwand der Infrastruktur und des Unterhalts selber getragen werden muss. Deshalb gehen Bildungsinstitutionen oft auch den einfacheren Weg und speichern ihre Daten bei einem externen Anbieter und somit in der Cloud. Dies hat natürlich zur Folge, dass die vollständige Kontrolle nicht mehr möglich ist und dass dem Anbieter vertraut werden muss.

Funktionen

Die Funktionen von E-Learning unterscheiden sich grundsätzlich nicht von anderen Methoden der Bildung. Es geht in Bildungssettings immer um Motivation, Information, Kommunikation, Präsentation, Unterstützung, Kollaboration, Repetition und Evaluation.

Was das E-Learning von anderen Methoden unterscheidet, ist der Fokus auf die technischen Hilfsmittel. Dadurch müssen bei allen erwähnten Funktionen die Eigenheiten der eingesetzten Medien berücksichtigt werden, mit allen Vor- und Nachteilen. Damit ist gemeint, dass im E-Learning nicht besser oder schlechter gelernt werden kann, sondern anders. Daraus kann gefolgert werden, dass der Einsatz von digitalen Medien durch didaktische Überlegungen begründet sein muss.

Klante und Gundermann unterscheiden fünf didaktische Funktionen von E-Learning.

- Motivation der Lernenden
- Erleichterung der Lernprozesse
- Rückmeldung über den Lernerfolg
- Unterstützung selbstgesteuerten Lernens
- Unterstützung von Kooperation und Kommunikation

Dabei betonen sie, dass beim Einsatz von Medien diese immer mindestens eine dieser Funktionen aufweisen muss. Sie ergänzen, dass es nicht darum geht, möglichst viele Medien einzusetzen und dass der Einsatz von Medien immer didaktisch begründet sein muss.

(Klante & Gundermann, 2017)

Kerres zeigt auf, welche Erwartungen an den Unterricht mit digitalen Medien verknüpft sind. Diese Erwartungen sind folgende.

Steigerung der Lernmotivation

Kerres (Kerres, 2013, S. 78) betont, dass die Lernmotivation gesteigert werden kann, vor allem wenn sie durch den Effekt unterstützt wird, dass etwas neu ist. Auf der anderen Seite warnt er auch davor, dass die mentale Anstrengung reduziert werden kann, wenn die Lernsituation als Unterhaltung wahrgenommen wird.

Steigerung des Lernerfolges

In der ganzen Diskussion darum, ob computergestütztes Lernen anderen Unterrichtsformen überlegen ist, zeigt Kerres ein ernüchterndes Fazit. Er kommt zum Schluss, dass der durchschnittliche Lernerfolg "relativ unabhängig vom gewählten Mediensystem und der eingesetzten Technologie" ist.

Steigerung der Effizienz

Effizienz bezieht sich auf das Verhältnis von Aufwand und Ergebnis. Kerres sagt, dass eine höhere Effizienz nur eintritt, wenn der gleiche Lernerfolg mit niedrigerem Aufwand erzielt wird oder wenn ein höherer Lernerfolg bei gleichbleibendem Aufwand zu beobachten ist.

Er kommt auch hier zum Schluss, dass eine Effizienzsteigerung durch den Einsatz von (digitalen) Medien eintreten kann, jedoch nicht zwangsläufig eintreten muss.

Klante / Gundermann wie auch Kerres bestätigen also, dass der Einsatz von digitalen Medien in der Bildung nicht ein Selbstzweck sein darf. In den didaktischen Konzepten von Lernangeboten muss daher immer auch die Wahl der Medien – digitale wie auch analoge – aus didaktischen Überlegungen erfolgen.

Kompetenzen

Wie sich E-Learning bei den Funktionen grundsätzlich kaum von anderen Methoden des Lernens unterscheidet, so kann auch bei den Kompetenzen festgehalten werden, dass E-Learning grundsätzlich die gleichen Kompetenzen fördern kann, wie andere Lernmethoden.

Neben der Sachkompetenz, den sozialen Kompetenzen und der Selbstkompetenz wird beim E-Learning insbesondere auch die Medienkompetenz gefördert. Nach Baacke beinhaltet der Begriff Medienkompetenz die vier Dimensionen Medienkritik, Medienkunde, Mediennutzung und Mediengestaltung. (Baacke, 1997)

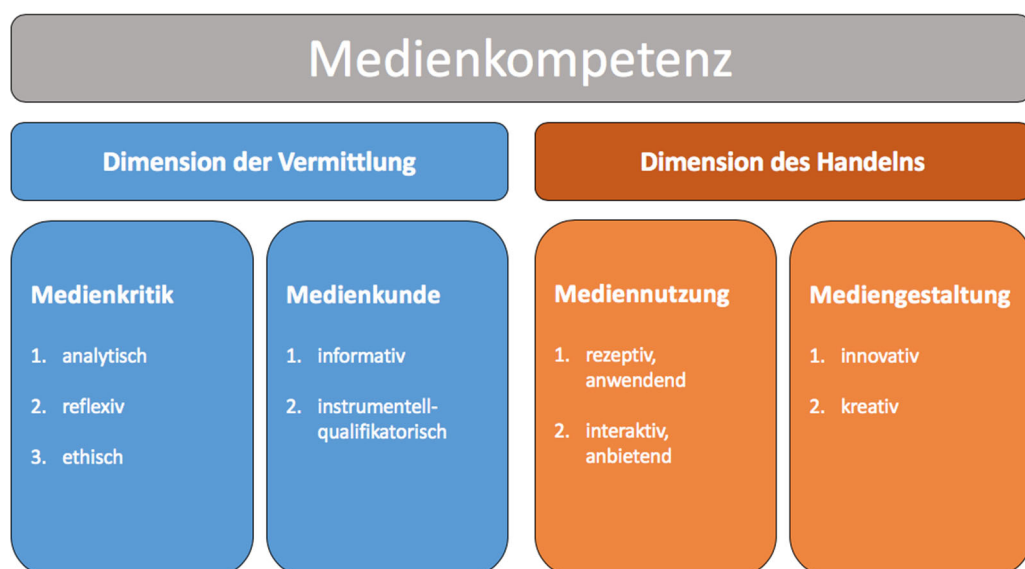


Abbildung 12 - Medienkompetenz nach Baacke (eigene Darstellung)

In der Dimension der Medienkritik geht es einerseits darum, dass die Medienlandschaft und die Funktionsweise von Medien kritisch betrachtet und reflektiert wird. Dies setzt Hintergrundwissen voraus, damit die Mechanismen der Medien verstanden werden, wie zum Beispiel die Rolle der Werbung im Fernsehprogramm. Auf einer zweiten Ebene geht es auch darum, dass eigene Medienhandeln kritisch zu reflektieren.

Die Dimension der Medienkunde bedeutet das Wissen über Medien und Mediensysteme. Das sind einerseits Kenntnisse über Strukturen der Medienlandschaft, über die Arbeitsweise von Medienschaffenden und über die Einsatzmöglichkeiten von Medien. Andererseits beinhaltet die Medienkunde auch instrumentelle Fähigkeiten, die es braucht um technische Geräte bedienen zu können.

Mit der Dimension der Mediennutzung ist zum einen der rezeptive Teil der Mediennutzung gemeint wie beispielsweise Radio hören. Zudem umfasst diese Dimension auch das interaktive Handeln mit den Medien wie online Banking oder die Produktion eines Blogs.

Die Dimension der Mediengestaltung meint einen aktiven und kreativen Umgang mit den Medien. Das bedeutet auch, dass kompetente Menschen Medien innovativ weiterentwickeln können.

Diese vier Dimensionen sind jedoch unabhängig von der Art des Mediums und gelten demnach für analoge sowie für digitale Medien. Mit der Digitalisierung erhalten die Medien neue Möglichkeiten, was beispielsweise die Verbreitungsmöglichkeiten, die Interaktivität und die Verlinkung betrifft.

Dadurch verändert sich auch die Kompetenz als solche und je nach Art des Medieneinsatzes können andere Schwerpunkte gesetzt werden. In diesem Sinne wird die Förderung von Medienkompetenz durch den Einsatz digitaler Medien im E-Learning zu einem zentralen Element der didaktischen Konzeption des Lernangebotes.

Auch der Förderung der Selbstkompetenz muss im E-Learning eine besondere Beachtung geschenkt werden. Während in Präsenzveranstaltungen die Lernenden

durch die Lehrperson informiert, angeleitet und kontrolliert werden, befinden sie sich in E-Learning-Settings zu grossen Teilen alleine im Lernprozess. Sie müssen sich informieren können und müssen wissen, was wie und wann zu bearbeiten ist. Zudem sind sie meistens nicht an örtliche oder zeitliche Fixpunkte gebunden und können sich relativ unabhängig im Lernprozess bewegen. Diese Selbststeuerung erfordert ein hohes Mass an Selbstkompetenz und bedeutet, dass diese gezielt gefördert und weiterentwickelt werden muss. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn das Lernangebot nach konstruktivistischen Prinzipien angelegt ist.

Selbststeuerung kann sich auf verschiedene Aspekte des Lernarrangements beziehen. In selbstgesteuertem Lernen kann die lernende Person Lernziele und Lerninhalte selber wählen. Zudem entscheidet sie über Lernmethoden und -medien. Weitere Freiheiten des selbstgesteuerten Lernens können sich auf die Bearbeitung des Lernmaterials in Bezug auf Lerntempo oder Lernweg beziehen. Zudem kann die lernende Person Ort, Zeit oder Sozialform wählen und ihren Lernfortschritt selber überwachen.

Didaktik

Mit der Entwicklung der technischen Möglichkeiten haben sich auch die methodisch-didaktischen Einsatzmöglichkeiten von Medien für didaktische Absichten verändert und verändern sich immer weiter.

Die didaktische Methode wird zum einen von der didaktischen Planung in Bezug auf Lerngruppe, Lernziele und Kurssetting bestimmt. Zudem wird die didaktische Methode auch durch die eingesetzten technischen Hilfsmittel selber beeinflusst.

Unter diesem Aspekt kann man also von technisch beeinflusster Didaktik sprechen. Dazu gehören didaktische Methoden für den Einsatz von CBT (Computer Based Training), WBT (Web Based Training), online Lernen oder Teletutoring. Auch die Didaktik im Social Media Learning wird über die Technik im Sinn von Software durch die Möglichkeiten der gewählten Social Media Anwendungen beeinflusst und teilweise auch vorgegeben.

Weitere didaktische Prinzipien und Methoden werden an dieser Stelle kurz vorgestellt.

Micro-Learning

Unter Micro-Learning versteht man das Lernen mit sehr kleinen Lerneinheiten (auch: Lern-Nuggets). Oft werden Einheiten von Micro-Learning in den Arbeitsalltag integriert. Dabei geht es auch darum, dass grössere Lerninhalte auf viele kleine Elemente aufgeteilt werden, welche jedes für sich wenig Zeit beansprucht und welche auch gegen die Überlastung durch zu grosse Lerneinheiten vorbeugen.

BYOD

BYOD heisst *Bring your own device* und bedeutet, dass Teilnehmende ihre eigenen Geräte in Präsenzveranstaltungen mitnehmen, um digitale Lernaufgaben zu lösen. Die Herausforderung dabei für E-Learning-Inhalte besteht darin, dass der Verschiedenheit der Geräte mit den Rechten, der Software und den Einstellungen Rechnung getragen werden muss.

Informelles Lernen

Beim informellen Lernen findet das Lernen ausserhalb von geplanten Lernsettings statt und verfolgt keine formalen Lernziele. Das 70-20-10 Modell nach der Befragung von Lombardo und Eichinger verdeutlicht, wie wichtig das informelle Lernen gegenüber dem formalen Lernen ist. Die Grafik in Abbildung 13 zeigt, wie 200 Manager ihr eigenes Lernen einschätzen. Demnach glauben die befragten Manager, dass das informelle Lernen dem formalen Lernen mit einem Verhältnis von 90:10 gegenübersteht.

(Wikipedia contributors, 2019)

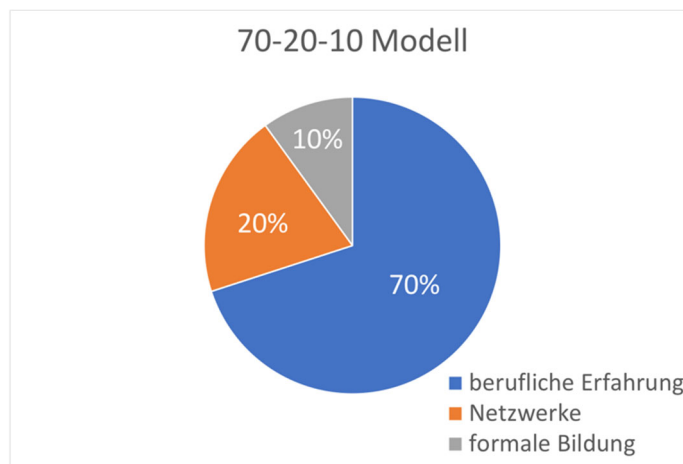


Abbildung 13 - 70-20-10 Modell (eigene Darstellung)

MOOC

MOOC bedeutet *Massive open online course* und bezeichnet Onlinekurse mit grossen Teilnehmerzahlen, welche frei zugänglich sind. Die Heterogenität der Kursgruppe und die unverbindliche Natur des Bildungsangebotes muss natürlich in der Planung des Angebotes berücksichtigt werden und verlangt nach einem sehr spezifischen didaktischen Design.

Inverted Classroom

Beim Unterricht nach der Methode des *Inverted Classroom*, wird der Unterricht in dem Sinne umgedreht, dass die Wissensvermittlung nicht im Präsenzunterricht stattfindet sondern vorgängig. Mit digitalen Medien werden die Lerninhalte den Lernenden vor dem Präsenzunterricht online zur Verfügung gestellt, so dass individuell gelernt wird. Im Präsenzunterricht wird vorausgesetzt, dass die Lernenden den Lerninhalt erarbeitet haben und es bleibt so mehr Zeit, um Unverstandenes zu klären, den Lerninhalt zu diskutieren und zu vertiefen oder Transferaktivitäten auszuführen.

Bei allen didaktischen Methoden muss die Qualität des Lernangebotes laufend überprüft werden. Insbesondere die Aktualität der Inhalte, der Technik und der Methoden müssen in jedem didaktischen Konzept berücksichtigt werden.

Recht

Die Digitalisierung hat Auswirkungen auf viele Bereiche des Alltags und die Rechtssprechung muss mit der technischen Entwicklung Schritt halten. Das bedeutet, dass durch neue technologische Möglichkeiten neue rechtliche Fragen entstehen, die beantwortet werden müssen. Dies ist auch der Fall im Bereich von E-Learning, insbesondere seit Daten über das Internet bereitgestellt und ausgetauscht werden können.

In jeder Phase von Lernsettings stellen sich Fragen, welche rechtlichen Ansprüchen genügen müssen. In der Konzeptionsphase muss im Hinblick auf Datenschutz und Privatsphäre geklärt werden, welche Daten wie und wo gespeichert werden und wer Zugriff darauf hat.

In der Entwicklungsphase rücken Fragen des Urheberrechts ins Zentrum und es muss abgeklärt werden, in welchem Rahmen und unter welchen Bedingungen Materialien Dritter verwendet werden können und welche Lizenzen vorhanden sind.

Schliesslich müssen in der Einsatzphase die rechtlichen Aspekte der Veröffentlichung von Dokumenten und Produkten bedacht werden. Und wenn Lehrende, wissenschaftliche Mitarbeitende und andere Dritte zusammenarbeiten, um ein Onlineangebot oder ein Softwareprodukt zu erstellen, besitzen auch sie Urheberrechte, welche es bei der Weiterverwendung zu beachten gilt.

Lehrende wie auch Lernende müssen demnach die rechtlichen Rahmenbedingungen in ihrem Lernumfeld kennen, damit keine Rechtsstreitereien auftreten können.

Standards

Nach Arnold, Kilian, Thilloßen und Zimmer ist es unerlässlich, dass für Bildungsangebote Standardisierung immer wichtiger wird. Dabei geht es nicht nur um technische Standards, welche sicherstellen, dass alle eingesetzten Geräte mit der jeweiligen Software kompatibel sind. Die Bemühungen um Standards müssen auf den Bereich der didaktischen Gestaltung von virtuellen Lernszenarien ausgeweitet werden. Dies umfasst die Aufbereitung der Lerninhalte und die Gestaltung der Lernprozesse und der Interaktionen innerhalb der Lernszenarien. (Arnold, Kilian, Thilloßen, & Zimmer, 2013, S. 337)

Ein Aspekt der Standardisierung stellt die Barrierefreiheit dar. In barrierefreien Angeboten können Menschen mit und ohne Behinderung wie beispielsweise Sehschwäche oder Gehörlosigkeit lernen. Auch sollten technische Einschränkungen wie eine schwache Internetverbindung oder leistungsschwache Computer keine Hürde darstellen, um ein Angebot nutzen zu können. Dies bringt zum einen technische Herausforderungen mit sich, wie die Browsertauglichkeit von Webangeboten oder die Grösse von Bildern und Videos. Zum anderen fließen hier auch didaktische Überlegungen ein, ob beispielsweise Untertitel oder Audiokommentare eingesetzt werden sollen.

4.2 Virtual Reality im E-Learning

Im Folgenden werden didaktische Konzepte aus den Erziehungswissenschaften beschrieben und deren Bezug zum Lernen mit Virtual Reality wird hergestellt.

Das Kapitel 4.2 ist eine überarbeitete und erweiterte Fassung des Kapitels *Didaktik* aus der Projektarbeit *Anatomie-Unterricht mit Virtual Reality* des Autors im Rahmen des CAS Wissensmanagement im März 2019.

4.2.1 Konstruktivismus

Im Sinne der konstruktivistischen Lerntheorie lernt jeder Mensch auf der Grundlage seiner Erfahrungen und setzt dabei eigene Werte, Muster und Vorerfahrungen ein. Das Lernen ist also nicht das Auswendig-Lernen und Aneignen von vorgegebenen Inhalten, weil jede lernende Person ihr Wissen und ihre Wirklichkeit konstruiert. Voraussetzung für das konstruktivistische Lernen ist einerseits die Freiheit, sich das Wissen selber konstruieren zu können. Andererseits muss die lernende Person ihr Lernen selber organisieren können und auch eine fremde Perspektive einnehmen können, damit das eigene Lernen reflektiert wird.

Die theoretischen Grundlagen für eine konstruktivistische Didaktik stammen von John Dewey, Jean Piaget und Lev S. Wygotski. Dewey sieht in seinem pragmatischen Ansatz menschliche Erfahrung als eine Sammlung von erfahrenen und erzeugten Handlungen. Im experimentierenden Handeln wird dabei Wissen aufgebaut. Piaget legt besonderen Wert auf die Entwicklungsstufen, welche die lernende Person durchläuft, um ihre konstruktivistischen Lernfähigkeiten in handelnder Auseinandersetzung mit ihrer Umwelt zu entwickeln. Schliesslich betont Wygotski den Zusammenhang von Kognition und Sozialisation. Diese Theorie hebt kooperative Tätigkeiten hervor, die einen lernsteigernden Effekt auslösen. (Reich, 2008, S. 71 / 72)

In der virtuellen Lernumgebung kann die lernende Person durch ihre Interaktionen selber die Perspektive wählen. Sie kann entscheiden, in welcher Richtung sie sich bewegt und welche Optionen angewählt werden. Dadurch ist sie experimentierend-entdeckend in der Handlung und konstruiert sich ihr Wissen. Falls sie durch eine oder mehrere beobachtende Personen unterstützt wird, findet auch der von Wygotski betonte sozio-kooperative Prozess statt, welcher die gemeinsame Wissenserweiterung begünstigt.

4.2.2 Handlungsorientiertes Lernen

Das offensichtlichste Missverständnis über das Lernen ist wahrscheinlich, wenn Lernen als Anhäufung von Wissen verstanden wird. Dieser enge Lernbegriff muss

jedoch sehr viel breiter gefasst werden. Wolfgang Widulle hebt hervor, dass bereits in der allgemeinen psychologischen Definition Lernen als Veränderung in Erleben, Verhalten oder Entwicklung durch Erfahrung definiert wird und dass neuere Ansätze die kognitiven, motivationalen und emotionalen Prozesse beim Lernen betonen. (Widulle, 2009, S. 51)

Ausgangspunkt von handlungsorientiertem Lernen ist eine überschaubare Problemsituation, welche die lernende Person motiviert ohne sie zu überfordern. Die Aussicht auf Erfolg motiviert und regt zum Entdecken und Handeln an.

Ein weiteres Kennzeichen von handlungsorientierten Lernsettings besteht darin, dass die lernende Person im Zentrum steht und den Lernprozess durch ihre Handlung selber bestimmen kann.

Andreas Krapp und Bernd Weidenmann erwähnen diesbezüglich vier Merkmale des Lernens.

- Lernen ist ein komplexer Konstruktionsprozess.
- Lernen ist eine aktive Leistung des Individuums.
- Lernen ist ein intentionaler (absichtsvoller) wie ein inzidenteller (beiläufiger) Prozess.
- Lernen ist ein Prozess der Bildung von Kompetenzen.

(Krapp & Weidenmann, 2001)

In einem virtuellen Unterrichtssetting kann die Person mit dem Headset durch ihre Blickrichtung bestimmen, was zu sehen ist, so wie sie auch entscheiden kann, welche Einstellungen und Ansichtsmodi vorgenommen werden. Durch die Lösbarkeit der Aufgabe fühlt sie sich im virtuellen Raum sicher und kann die verlangten Lerninhalte erarbeiten.

Die lernende Person ist nicht passiv, sondern setzt sich aktiv mit dem Lerngegenstand auseinander.

Cone of Experience

Edgar Dale stellt in seinem Cone of Experience (Abbildung 14) grafisch dar, wie gross der Lernerfolg in verschiedenen Arten des Lernens ist. Auf der untersten Stufe mit dem grössten Lernerfolg steht nach Dale die Handlung. Demnach lernen wir am besten, indem wir etwas ausführen und die Handlung vollziehen. Dadurch wird deutlich, dass die Simulation der Handlung in einem virtuellen Raum sehr nah an das tatsächliche Handeln herankommt und somit ebenfalls zu einem grossen Lernerfolg führt. (Anderson, 2012)

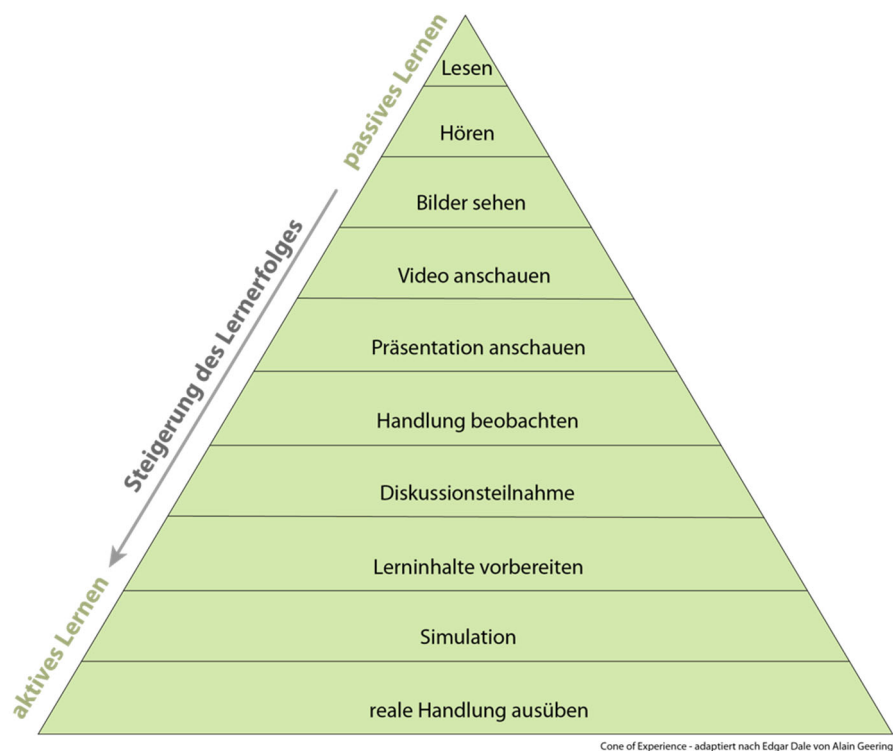


Abbildung 14 - Cone of Experience von Edgar Dale (eigene adaptierte Darstellung)

4.2.3 Exploratives Lernen

Entdecken und Erforschen sind menschliche Grundbedürfnisse. Der Mensch will Geheimnisse lüften und Überraschungen erleben. Dadurch kann er sich in der Handlung erfahren und seine Grenzen erleben und ausweiten. Das Konzept des Explorativen Lernens beruht auf diesen menschlichen Grundbedürfnissen.

Verena Steiner beschreibt fünf Elemente des Explorativen Lernens. Explorative Lernende zeichnen sich durch ihre Grundhaltung aus, welche durch Neugier, Beobachtung und Reflexion geprägt ist. Zudem interessieren sie sich nicht nur für die Inhalte, sondern auch für die Prozesse. Damit diese wahrgenommen werden können, nehmen explorativ Lernende auch Distanz zum Lernen und sich selbst und reflektieren Abläufe und Prozesse, damit sie daraus die richtigen Schlüsse ziehen können. (Steiner, 2006, S. 17 / 18)

In den virtuellen Lernumgebungen wird das Wissen nicht vorgegeben. Die lernende Person erarbeitet sich das Wissen explorativ. Der persönliche Erfahrungsraum wird erweitert und Hypothesen werden überprüft. Die Motivation zu lernen wird durch die explorative Wissenserweiterung erhöht. Dies führt jedoch nicht automatisch zu einem besseren Lernergebnis, sprich zu einem qualitativ und quantitativ grösseren Wissenszuwachs. Die Gefahr der Überforderung in ungeführten Lernumgebungen ist gross. Deshalb braucht die lernende Person Unterstützung in Form von Lernzielen, Arbeitsaufträgen, Instruktionen und permanent verfügbaren Hintergrundinformationen wie Hinweise und Übungen, welche zur Reflexion anregen. (Höntzsch, Katzky, Bredl, Kappe, & Krause, 2013)

4.2.4 Immersion

In der Sprachwissenschaft wird Immersion als Lernmethode bezeichnet, in der die lernende Person in ein fremdsprachiges Umfeld versetzt wird, damit die fremde Sprache ganzheitlich erworben wird. Durch das vollständige Eintauchen in die fremde Sprachumgebung muss gelernt werden, sich in der fremden Umgebung zurechtzufinden. Die Wahrnehmung wird geschärft und Gesten, Mimik und Zeichen müssen gedeutet werden. Die lernende Person wird sensibilisiert auf Nuancen und Besonderheiten der fremden Sprache, womit auch kulturelle Eigenheiten verbunden sind.

Im Bereich von virtuellen Lernumgebungen bedeutet Immersion das Eintauchen in eine Szene von einer künstlich geschaffenen Umgebung. Die echte Welt wird simuliert, damit das Lernen mit möglichst allen Sinnen stattfinden kann. Auch hier findet eine Sensibilisierung statt und Details werden auch unbewusst

wahrgenommen. Das führt dazu, dass auch informelles Lernen möglich wird, indem Inhalte auch *en passant* gelernt werden, welche nicht beabsichtigt waren.

Simulationen bieten die Erstellung von Lernsituationen, welche in der wirklichen Welt gefährlich, sehr aufwändig oder gar unmöglich wären. Beispiele zu solchen Lernszenarien sind chirurgische Eingriffe, Flugsimulationen oder virtuelle Darstellungen auf atomarer Ebene.

Wichtig für das immersive Erlebnis ist die stetige Interaktion mit den Lerninhalten, aber auch mit anderen Lernenden, Subjekten und Kontexten. Oft wird mit realitätsgetreuen Eingabegeräten in der nachgebildeten Umgebung gelernt. Beim Lernen mit virtuellen Realitäten sprechen Burdea und Coiffet von den drei "I": Imagination, Immersion und Interaktion. (Burdea & Coiffet, 2003)

Imagination bedeutet Vorstellung, mit welcher sich die lernende Person in die virtuelle Umgebung hineinversetzt. Durch die audio-visuellen Echtzeit-Rückmeldungen und die haptischen Feedbacks ist die lernende Person im Handeln in ständigem Austausch mit der virtuellen Welt und interagiert darin. Das Gefühl der Immersion wird durch das Gefühl des Einbezogeneins in der simulierten Welt erzeugt. (Höntzsch, Katzky, Bredl, Kappe, & Krause, 2013)

Thommy Otzen erläutert in seiner Publikation den Zusammenhang zwischen Immersion und der Flow-Theorie von Mihaly Csíkszentmihályi im Umfeld von Computerspielen. (Otzen, 2015)

Oft wird nur von den zwei Konstrukten Flow und Computerspiel geschrieben. Mit der Immersion erhalten diese zwei Elemente jedoch eine Erweiterung.

In seiner Flow-Theorie (Abbildung 15) beschreibt Csíkszentmihályi das Gefühl, von einer Aktivität in solchem Masse absorbiert zu sein, dass man jegliches Orts- und Zeitgefühl verliert. Ist die Herausforderung gerade richtig, dass weder Unter- noch Überforderung entsteht, gelangt man in den Flow-Zustand. Flow wird oft auch mit Rausch oder gar mit Trance übersetzt und man befindet sich in einem Zustand völliger Konzentration und Vertiefung.

Dieses Gefühl kann bei kognitiver, kreativer oder physischer Aktivität erlangt werden, beispielsweise beim Lesen, Musizieren, Spielen oder beim Sport oder allgemein bei einer intellektuellen oder körperlichen Arbeit.

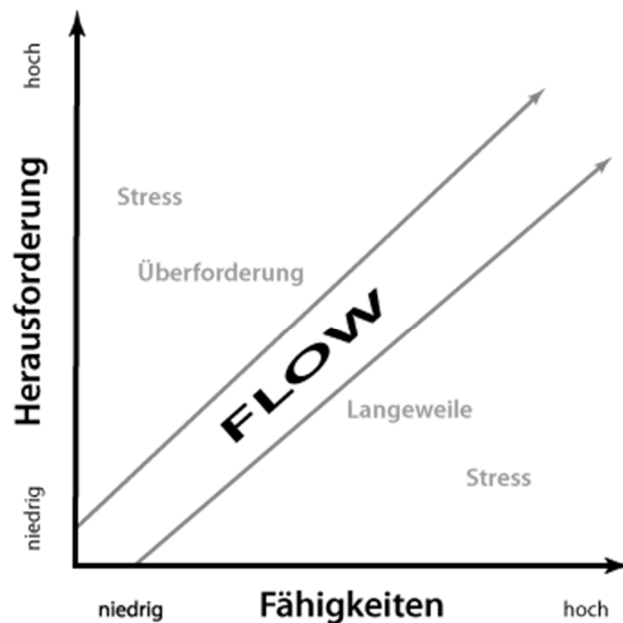


Abbildung 15 - Flow von Csikszentmihalyi (eigene Darstellung)

Gemäss Otzen bringt Immersion nicht automatisch den Flow-Zustand hervor. Er sieht Immersion als Vorläufer des Flow-Zustandes. (Otzen, 2015, S. 3)

In diesem Zusammenhang wird verständlich, dass eine virtuelle Umgebung die Immersion begünstigt, also das Gefühl, völlig in eine andere Welt einzutauchen. Dies wiederum erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass sich der Flow-Zustand einstellt, was für den Lernerfolg ein grosses Potenzial darstellt.

5 Synthese

5.1 Potenzial

Es gibt viele Modelle, welche verschiedene Stufen von Lernsettings und damit das Potenzial von didaktischen Ausrichtungen beschreiben. Ebner zeigt die Entwicklung von E-Learning als dreidimensionales Modell. (Abbildung 16)

Auf den drei Achsen werden Lernergebnis (X-Achse), Lernziele (Y-Achse) und Lehrstrategien (Z-Achse) dargestellt. Auf allen drei Achsen kann von einer Zunahme der Qualität des jeweiligen Aspekts gesprochen werden. So steigert sich das Lernergebnis von deklarativem Wissen über konzeptionelles Wissen hin zu prozeduralem Wissen. Die Lernziele steigern sich von anwenden und rezipieren über verstehen zu handeln. Schliesslich steigert sich aus Sicht der Lehrenden die Rolle vom Lehrer (lehren, erklären), über die Rolle des Tutors (beobachten, helfen) hin zum Coach (betreuen, kooperieren).

Diese drei Ebenen führen in der Kombination zu einer zusätzlichen diagonalen Ebene, welche Ebner mit Zeit bezeichnet. Diese Ebene zeigt ebenfalls eine Steigerung in der Qualität von E-Learning.

Auf der ersten Stufe steht E-Learning by Distributing und kombiniert die Lernziele, das Lernergebnis und die Lehrstrategie der jeweils ersten Ebene. Auf der zweiten Stufe kombiniert E-Learning by Interacting die Lernziele verstehen mit dem Lernergebnis konzeptuelles Wissen mit der Lehrstrategie beobachten / helfen. Schliesslich kombiniert E-Learning by Collaborating die Lernziele handeln mit dem Lernergebnis prozedurales Wissen mit der Lehrstrategie betreuen / kooperieren.

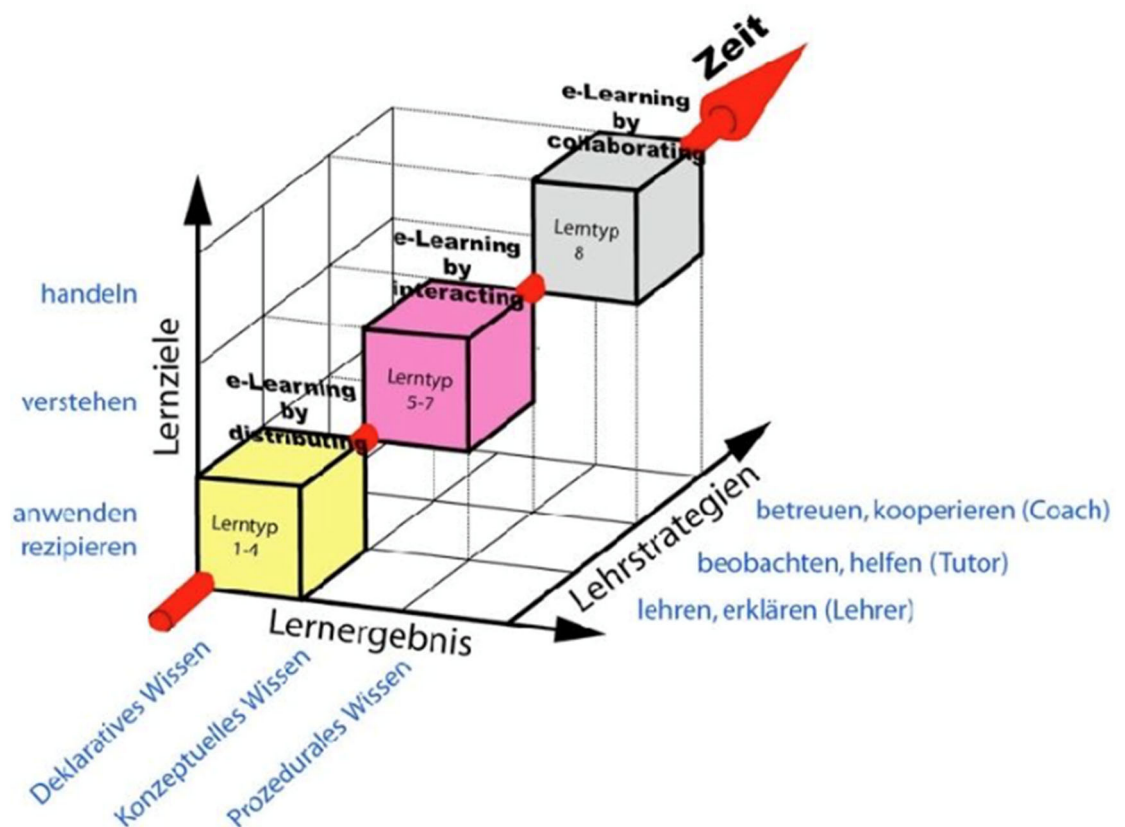


Abbildung 16 - Dreidimensionales Modell von Ebner (Ebner, 2019)

Da E-Learning mit Virtual Reality stark handlungsbezogen funktioniert, kann es in Ebners Modell vorwiegend auf der Stufe E-Learning by Interacting angesiedelt werden. Je nach eingesetzter Software und didaktischer Absicht ist aber durchaus denkbar, dass sich das Lernsetting mit VR auf den anderen beiden Stufen bewegt.

5.2 Potenzial als Systematik

Aus den in Kapiteln 3.1 *Beispiele von Bildungsprojekten mit VR* und 4 *Virtual Reality und E-Learning* lassen sich viele Punkte ableiten, welche zeigen, dass der Einsatz von VR in Bildungssettings pädagogisch wertvoll sein kann.

Diese Punkte variieren je nachdem, in welchem Setting VR eingesetzt wird, welche Ziele verfolgt werden und wie das didaktische Konzept des Unterrichtssettings gestaltet ist.

Im Folgenden wird das Potenzial von VR in der Bildung in einer Illustration dargestellt. Die Illustration wurde vom Autor dieser Arbeit erstellt und ist als interaktive Darstellung auf der Website desselben einsehbar. (Geering, 2019)

Die Illustration teilt das Potenzial in die drei Bereiche *Handlung*, *Situation* und *Kompetenz* ein, welche auf je drei Ebenen dargestellt sind. Die erste Ebene zeigt als Übersicht die drei Bereiche. (Abbildung 17)

Auf der zweiten Ebene erfolgt in allen drei Bereichen jeweils eine erste Konkretisierungsebene, welche aufzeigt, wie der jeweilige Bereich verstanden werden muss.

Schliesslich zeigt die dritte Ebene der Illustration pro Bereich ganz konkrete Beispiele der jeweiligen Bereiche. Abbildung 17 - 3 Bereiche des Potenzials von VR in der Bildung

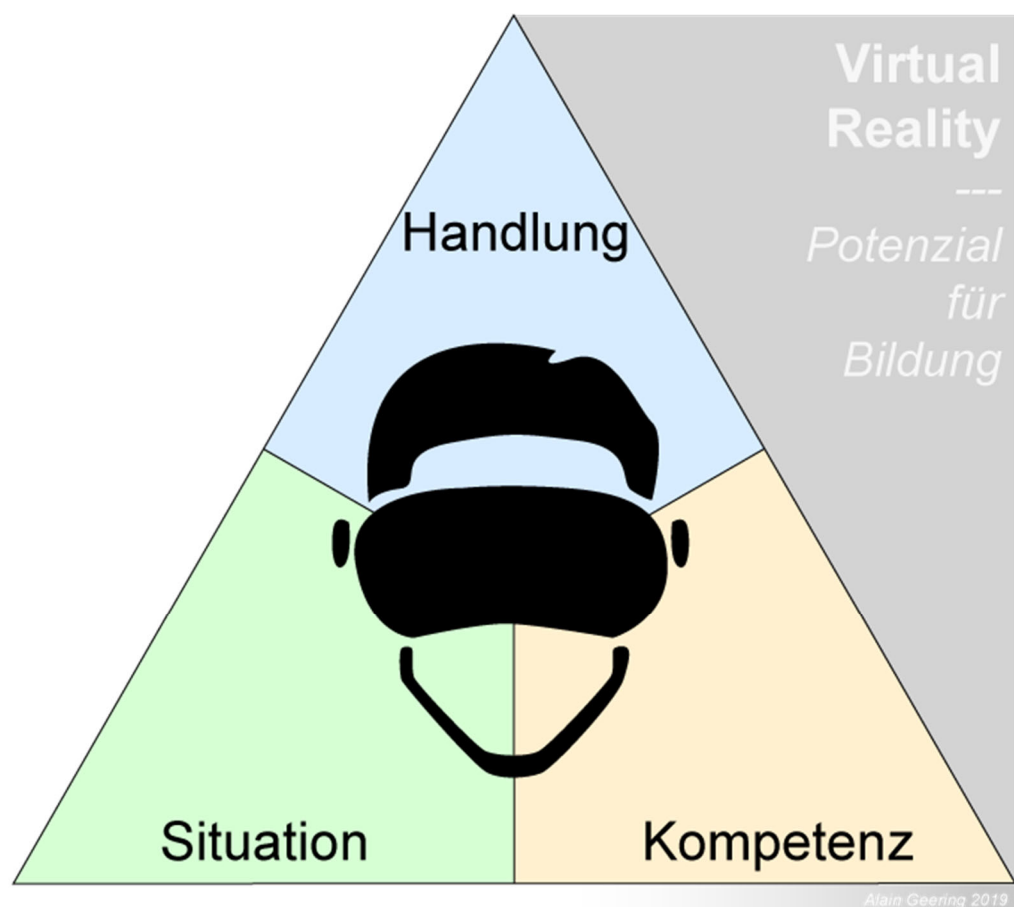


Abbildung 17 - 3 Bereiche des Potenzials von VR in der Bildung

Der Bereich *Handlung* steht dafür, dass die Person in der VR-Umgebung aktiv ist und handeln kann und muss. Worin die Handlung besteht, zeigt die zweite Ebene dieses Bereiches. (Abbildung 18)

Da dieser Bereich dafür steht, wie die lernende Person im VR-Setting handeln kann, sind die Stichworte bewusst mit Verben formuliert. Die handelnde Person bewegt sich in virtuellen Räumen durch wirkliches Gehen oder durch Teleportation und wählt durch die Bewegungen und die Position des Kopfes die Perspektive und die Blickrichtung. Auch durch die Bewegungen mit den Controllern beeinflusst sie die virtuelle Welt, welche in Echtzeit ausgegeben wird.

Darüber hinaus kann die handelnde Person Dinge entdecken, dargestellte Sachverhalte untersuchen, verändern und Aufgaben lösen. Zudem sind je nach VR-Software Aktionen wie Schreiben, Zeichnen, Konstruieren oder das Bedienen von Geräten möglich.

Schliesslich wird auf dieser Ebene dargestellt, dass in virtuellen Räumen auch repetitive Handlungen geübt werden können und dass auch Entscheidungen getroffen werden müssen.

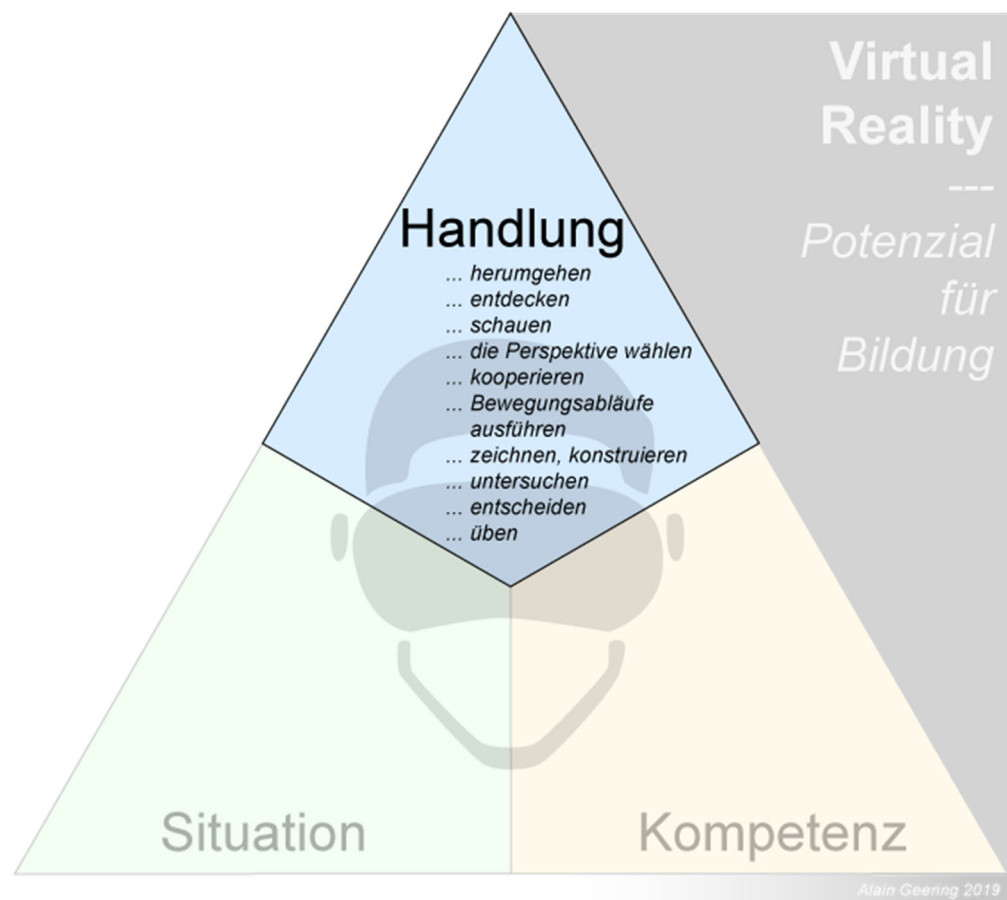


Abbildung 18 - Handlung, 2. Ebene

Die dritte Ebene des Bereiches Handlung zeigt konkrete Handlungen, welche in einem VR-Setting vorgenommen werden können. (Abbildung 19)

Diese Handlungen unterscheiden sich stark nach verwendeter Software und nach didaktischer Absicht. Hier wird auch ersichtlich, dass sich das E-Learning auf verschiedenen Stufen von Ebners Modell bewegen kann. (Abbildung 16)

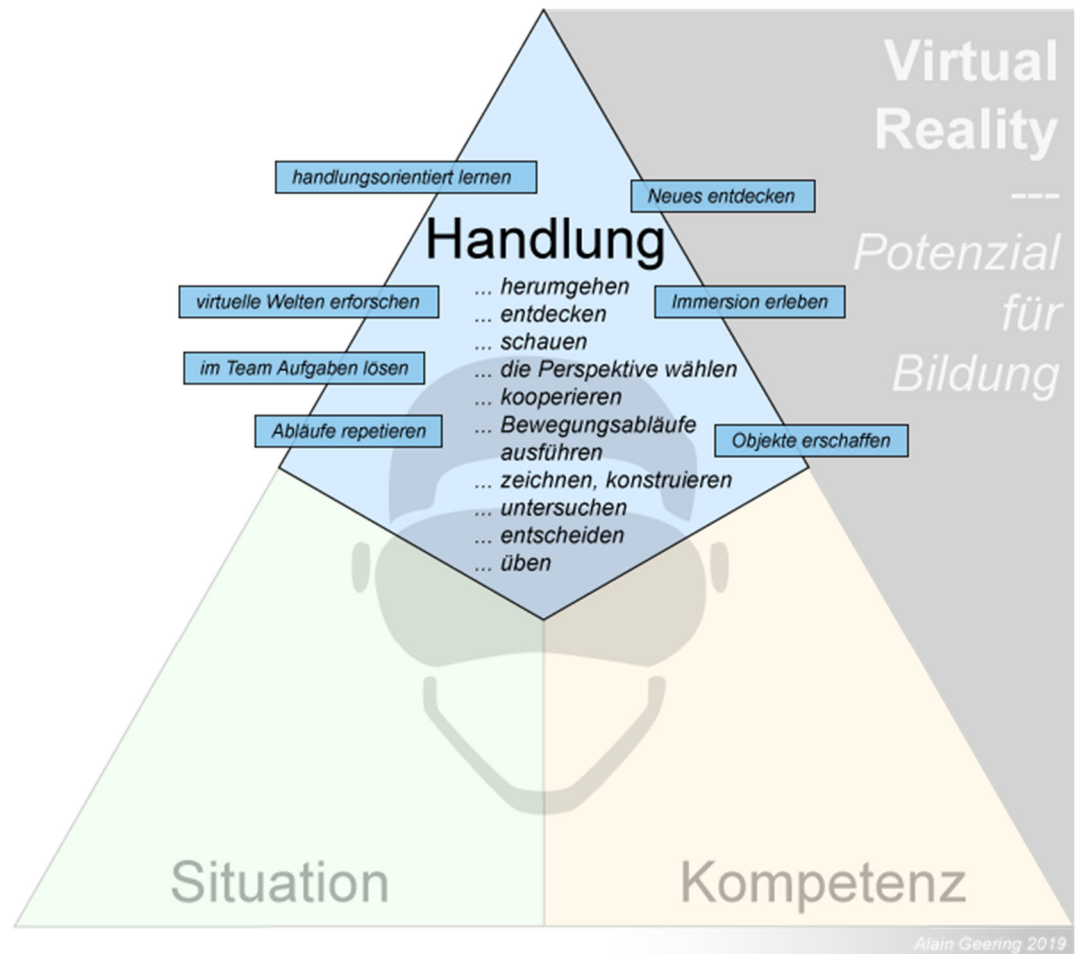


Abbildung 19 - Handlung, 3. Ebene

Der Bereich Situation in der Illustration steht dafür, was die lernende Person in der virtuellen Umgebung antrifft. Auf der zweiten Ebene dieses Bereiches werden Adjektive verwendet um den beschreibenden Charakter dieses Bereiches hervorzuheben. (Abbildung 20)

Die Möglichkeiten für die Erstellung einer virtuellen Umgebung sind nahezu grenzenlos. Dies widerspiegelt die Auflistung auf der zweiten Ebene dieses Bereiches. Es können Settings zur Verfügung gestellt werden, welche das Üben von gefährlichen Handlungen völlig gefahrlos ermöglichen. Zudem sind Ansichten und Umgebungen möglich, welche ein Mensch in der wirklichen Welt nicht erleben kann.

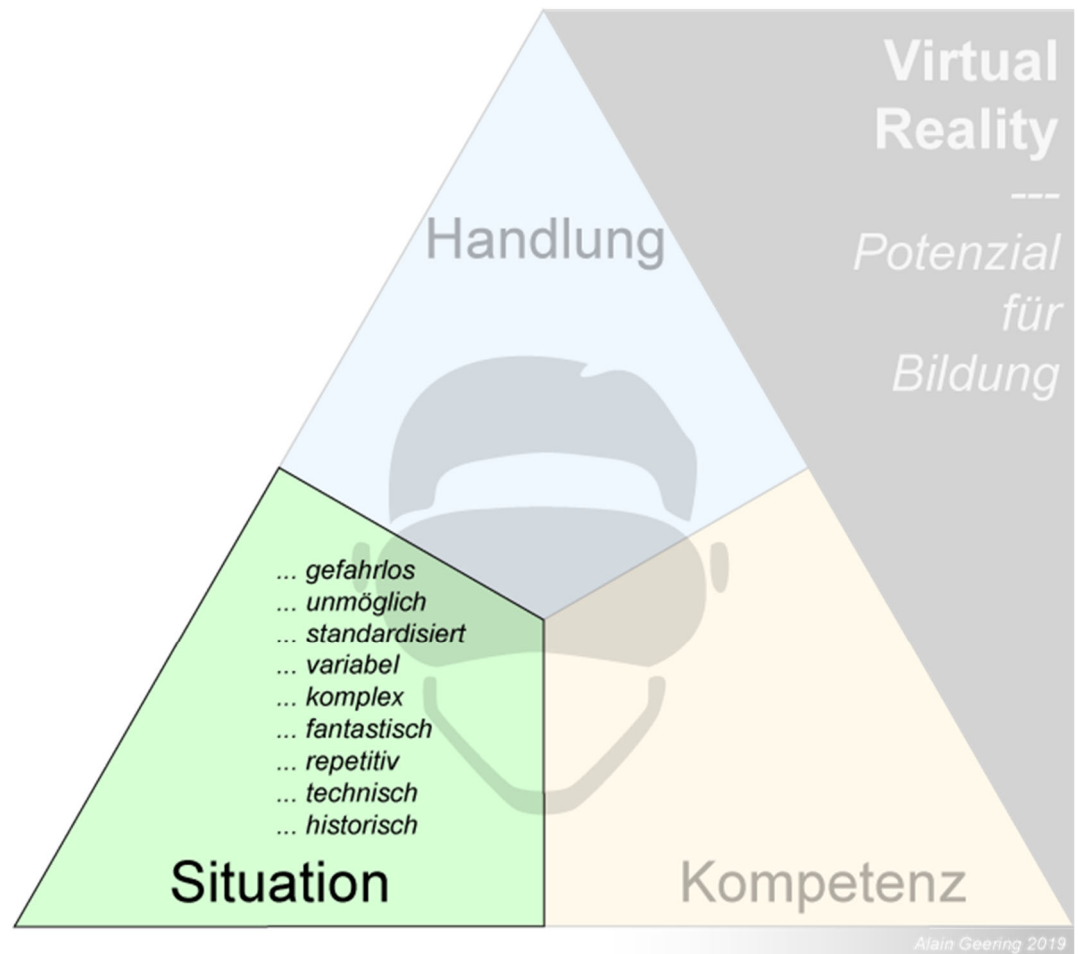


Abbildung 20 - Situation, 2. Ebene

Auf der dritten Stufe des Bereiches Situation werden die Adjektive der zweiten Ebene wiederum konkretisiert und es werden Beispiele aufgeführt, welche aufzeigen, welches Potenzial VR für Lernsettings bietet. (Abbildung 21)

Durch diesen Konkretisierungsgrad wird nun verständlich, was mit den Adjektiven der zweiten Ebene gemeint ist. Beispielsweise ermöglicht VR die Visualisierung von extrem kleinen (Atome) wie auch extrem grossen Phänomenen (Galaxien). Zudem können Schulungen für Flugzeug- oder Helikopterpiloten standardisiert und ohne Gefahr angeboten werden. Auch das gefahrlose Üben von chirurgischen Eingriffen sowie das Reisen in andere Zeitepochen oder Fantasiewelten wird durch VR möglich.

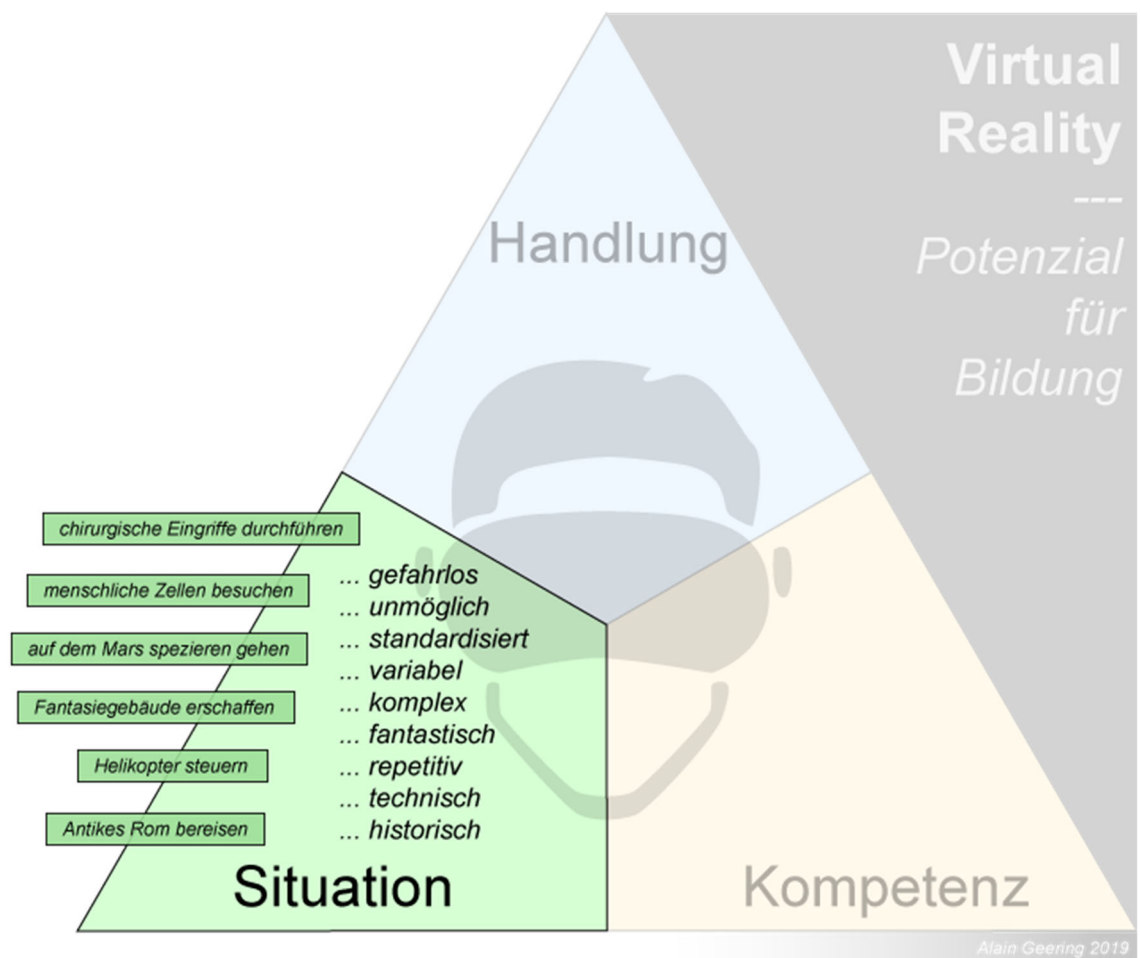


Abbildung 21 - Situation, 3.Stufe

Der dritte Bereich steht für die verschiedenen Kompetenzen, welche mit VR erlangt oder trainiert werden können. (Abbildung 22)

Zum einen können motorische Fähigkeiten bei ganz bestimmten Bewegungsabläufen trainiert werden. Diese können sowohl fein- wie auch grobmotorischer Natur sein. Des Weiteren können auch Handlungsabläufe geübt und die damit verbundene Handlungskompetenz erlangt werden. Je nach Unterrichtssetting kann auch die emotionale Kompetenz geschult werden.

Da kollaboratives Arbeiten in einer virtuellen Umgebung möglich ist, kann auch die Sozialkompetenz geschult werden. Schliesslich ist auch die Wissenserweiterung und die damit verbundene Erweiterung der Fach- und Sachkompetenz ein wichtiges didaktisches Anliegen. Aus Sicht des

Wissensmanagements entspricht die Erweiterung des Wissens auch der Umwandlung von explizitem zu implizitem Wissen.

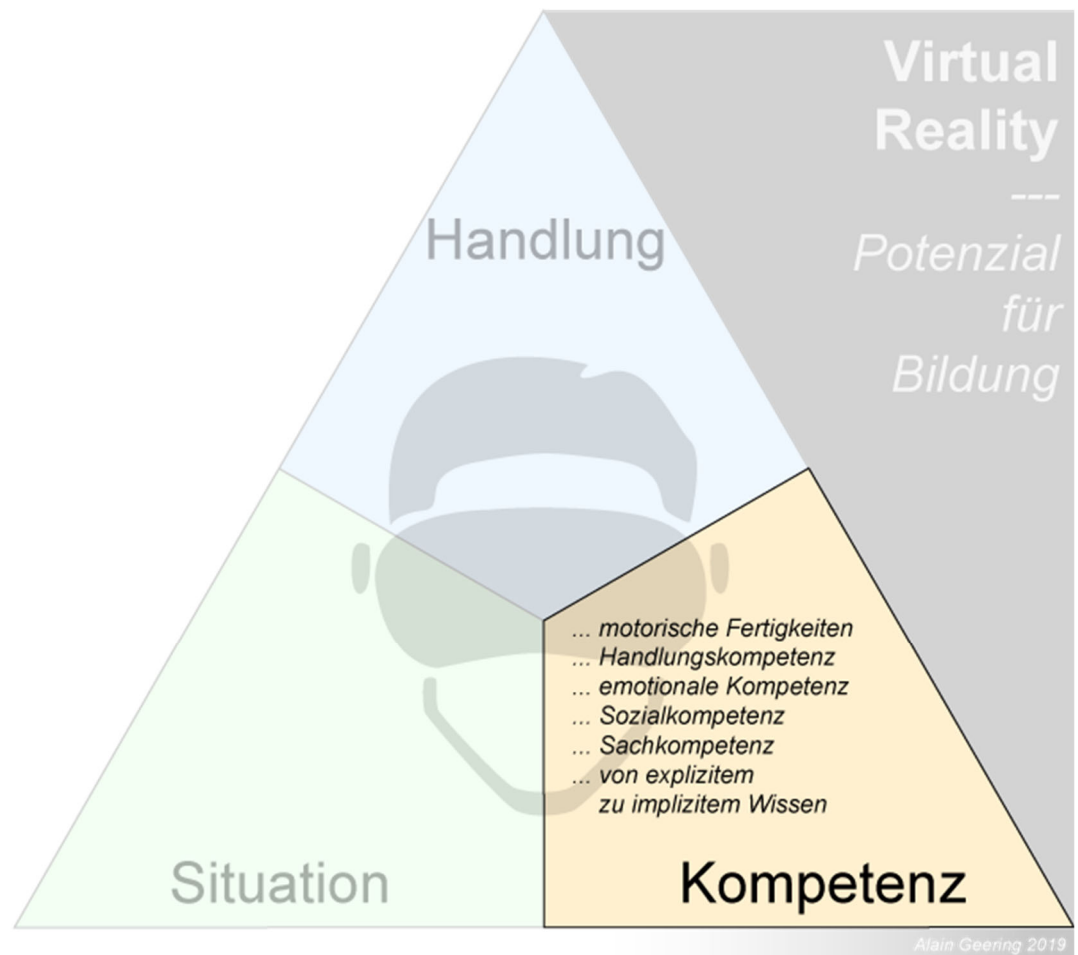


Abbildung 22 - Kompetenz, 2. Ebene

Die Beispiele auf der 3. Ebene des Bereichs Kompetenz zeigen, wie die Kompetenzen der 2. Ebene erreicht werden können. (Abbildung 23)

Beispielsweise kann virtuell geübt werden, mit Bällen zu jonglieren oder es können gemeinsam Reparaturen vorgenommen werden.

Als Beispiel für Handlungskompetenz ebenso wie Sozialkompetenz wird in der Darstellung die Handlung genannt, einen Patienten zu pflegen.

Emotionale Kompetenz kann trainiert werden, wenn beispielsweise eine virtuelle Umgebung geschaffen wird, in der die Höhenangst überwunden werden kann.

Schliesslich steht das Beispiel der Bedienung einer industriellen Maschine für die Erweiterung der Sachkompetenz und auch für die Umwandlung von explizitem zu implizitem Wissen.

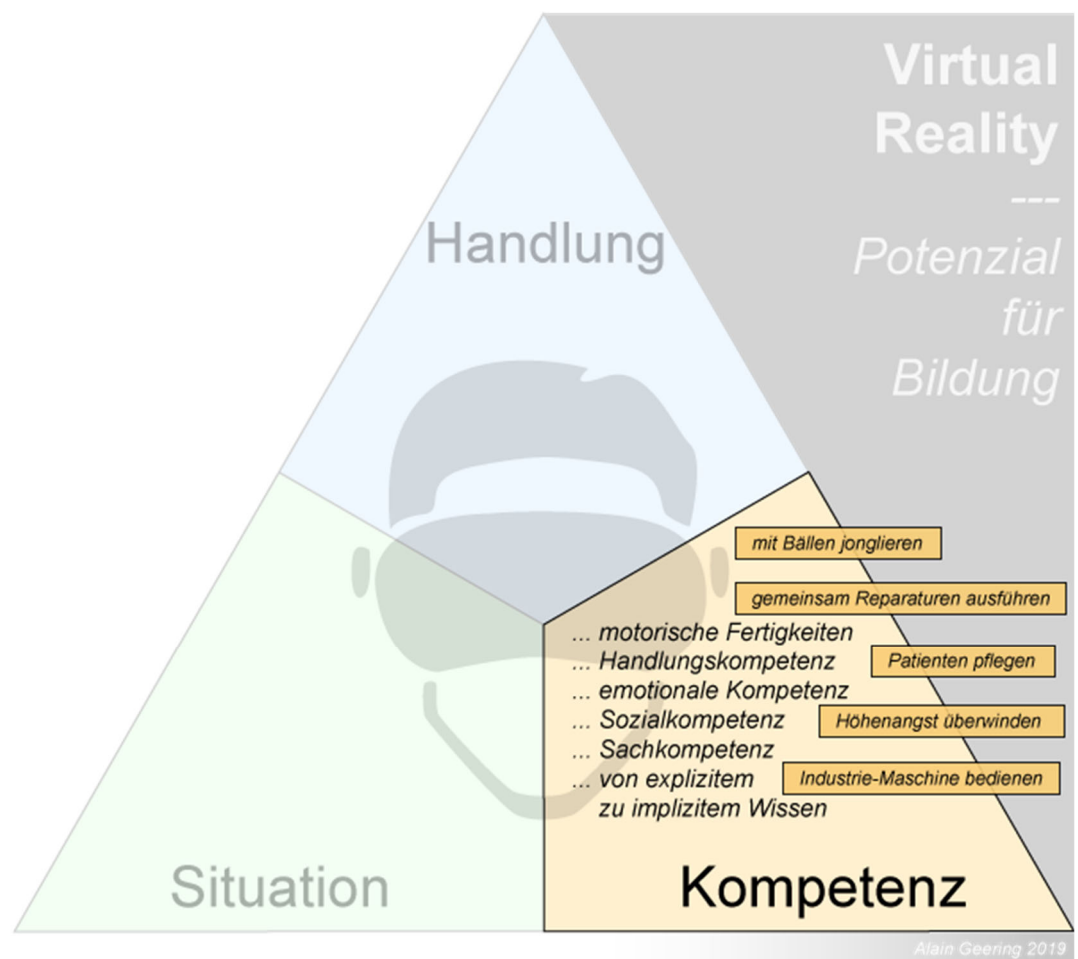


Abbildung 23 - Kompetenz, 3. Ebene

5.3 Voraussetzungen für die Implementierung von VR

Damit VR an einer Bildungsinstitution implementiert werden kann, sind viele Fragen zu klären. In der Folge werden diese Fragen thematisch gegliedert beschrieben.

5.3.1 Infrastruktur

5.3.1.1 Technik

Die Technik umfasst die Hardware, welche für den Betrieb von VR nötig ist. Dazu gehören der Computer und das VR-Equipment.

Beim Computer ist die Leistungsfähigkeit entscheidend. Empfohlen werden oft Gaming-Computer, da diese über starke Prozessoren (CPU: Central Processing Unit) und Grafikkarten (GPU: Graphics Processing Unit) verfügen. Je nach VR-Headset variieren die Anforderungen. Zudem unterscheiden sich auch die benötigten Anschlüsse. Aktuell sind die HTC Vive und die Oculus Rift die beiden führenden VR-Headsets. Deshalb beziehen sich die folgenden Angaben auf diese beiden Produkte.

Bei der Grafikkarte gibt der Hersteller der HTC Vive als minimale Anforderung die AMD Radeon R9 290 oder die Nvidia GTX 970 an. Zudem muss die Grafikkarte den HDMI-1.4-Standard oder DisplayPort 1.2 unterstützen. Bei der Oculus Rift genügt gemäss Hersteller eine GTX 1060 oder eine AMD Radeon RX 480 als Grafikkarte. Sie muss über einen HDMI-1.3-Ausgang verfügen.

Aufseiten des Prozessors empfiehlt der Hersteller der HTC Vive einen Intel-Prozessor Core i5-4590 oder einen AMD-Prozessor FX 8350. Der Arbeitsspeicher sollte 4 GB anbieten. Bei der Oculus Rift empfiehlt der Hersteller einen Intel-Prozessor i3-6100 oder einen AMD-Prozessor Ryzen 3 1200. Der Arbeitsspeicher jedoch sollte hier 8 GB betragen.

Zum Anschliessen des Headsets benötigt die HTC Vive einen USB-2.0-Port, während die Oculus Rift einen USB-3.0-Port und zwei USB-2.0-Ports benötigt.

Als Betriebssystem wird Windows 7 (HTC Vive) respektive Windows 10 (Oculus Rift) benötigt.

(Mühlroth, 2018)

Nach eigener Erfahrung des Autors dieser Arbeit sind beide beschriebenen VR-Headsets für den Einsatz zu Bildungszwecken geeignet. Die beiden Produkte

unterscheiden sich geringfügig in der Installation und in der Bedienung. Auch sind viele Software-Angebote für beide Produkte erhältlich.

5.3.1.2 *räumliche Einrichtung*

Je nach virtueller Umgebung muss sich die handelnde Person bewegen können. Zudem befinden sich je nach didaktischer Ausrichtung mehrere Personen im Raum, sei es als Lehrende oder als Teilnehmende. Deshalb ist es sinnvoll, einen Raum mit genug Platz zur Verfügung zu stellen, wobei der eigentliche virtuelle Raum ca. 5x5 Meter einnimmt.

Zudem sollte der Raum über einen Beamer verfügen. Durch die Projektion des Bildes können alle am Lernprozess beteiligten Personen (Lehrende und Lernende) die First-Person-Perspektive der handelnden Person mitverfolgen. Möglich ist je nach eingesetzter Software auch die Projektion einer Aussensicht auf die handelnde Person als Avatar im virtuellen Raum.

Schliesslich muss der Raum über Internetverbindung via LAN oder WLAN verfügen.

5.3.1.3 *Support*

Der technische Support für die Hardware muss sichergestellt werden. Dies betrifft einerseits den verwendeten Computer und je nach verwendeter Software muss eine dauernde Internetverbindung gewährleistet werden.

Zum anderen erfordert auch die Bedienung des VR-Headsets und der Software ein gewisses Know-how. Vor allem bei allfälligen Störungen muss eine Fachperson zugänglich sein, welche das Funktionieren des VR-Systems gewährleistet.

5.3.2 Technische und inhaltliche Entwicklung

Bei der Entwicklung von Lernszenarien mit VR kann entweder auf bestehende Software zurückgegriffen oder es können eigene VR-Settings programmiert werden.

In beiden Fällen ist die Zusammenarbeit zwischen technischen und pädagogischen Fachpersonen zwingend. Die pädagogischen Fachpersonen müssen den Lehrplan kennen und wissen, welche Kompetenzen in der VR-Umgebung trainiert oder erworben werden sollen. Auch müssen diese pädagogischen Fachpersonen das didaktische Konzept erarbeiten und vorgeben, was die Lernenden in der virtuellen Umgebung antreffen sollen und welche Handlungen ausgeführt werden müssen.

Die technische Fachperson setzt diese Vorgaben um. Um Fehlentwicklungen zu verhindern muss sie auch immer Rücksprache mit den pädagogischen Fachpersonen nehmen.

5.3.3 Nutzungskonzept

Für alle Beteiligten muss klar sein, wie dieses System genutzt werden kann und welche Regeln eingehalten werden müssen. Dazu dient ein Nutzungskonzept.

Folgende Fragen müssen in diesem Nutzungskonzept beantwortet werden.

- Wo befindet sich das System?
- Wann und wie lange ist es verfügbar?
- Wer richtet das System ein?
- Wer bedient es?
- Wer leistet den Support?
- Was muss bei der Bedienung beachtet werden?
- Welche Sicherheitsregeln sind einzuhalten?

5.3.4 Didaktisches Konzept

Das didaktische Konzept beschreibt und begründet die methodisch-didaktische Gestaltung des VR-Lernszenarios und bettet dieses in den Lehrplan ein. Es dient als Grundlage des Unterrichts und hilft den Lehrenden bei der Planung, der Umsetzung, der Reflexion und der Weiterentwicklung des Unterrichts.

Das didaktische Konzept muss die Wahl des Mediums VR begründen und die Eigenheiten von Lernszenarien mit VR beschreiben (siehe 4.2 *Virtual Reality im E-Learning*).

Zudem sollte es Auskunft zu folgenden Themen geben.

- Rolle der Lehrperson
- Rolle der Lernenden im virtuellen Raum
- Rolle der Lerngruppe, allenfalls als Beobachtende
- Verknüpfung des Vorwissens
- Lernziele
- Aufgabenstellung
- Lernerfolgskontrolle und Wirksamkeit des Unterrichts
- Feedback durch Lehrende oder durch die Lerngruppe
- Selbstreflexion
- Dokumentation der Lernergebnisse

5.3.4.1 Anforderungen an die einzusetzende Software

Damit sinnvolles Lernen in einer VR-Umgebung stattfinden kann, muss die einzusetzende Software einige Anforderungen erfüllen. Je nach didaktischer Absicht können diese Anforderungen variieren oder sie können unterschiedlich gewichtet werden. Im Folgenden werden Grundanforderungen formuliert, welche allgemein von VR-Umgebungen im Bildungsbereich erfüllt werden sollten.

Beim Lernen mit VR geht es darum, dass nicht nur Wissen vermittelt wird, sondern dass Lernende sich Kompetenzen aneignen können. Dies macht deutlich, dass die Eigenaktivität in Lernsettings hoch sein muss.

Nach Leidlmair und Seyfried kann dies auf verschiedene Arten erreicht werden.

- Der Lerngegenstand ist in authentische und komplexe Situationen eingebunden.
- Der Sachverhalt wird unter Berücksichtigung mehrerer Perspektiven und aus verschiedenen Kontexten dargestellt.
- Die Aneignung neuer Information ist zum Großteil explorativ und assoziativ.
- Der Lernende wird angeregt zum „learning by doing“.
- Der Benutzer kann eigene Inhalte und Medien-Welten gestalten.
- Der Lernende kann über seine Erfolge und Strategien selbst reflektieren.
- Das Gelernte kann sofort in lebensnahen Problemsituationen angewendet werden.

(Leidlmair & Seyfried, 2011)

Die virtuelle Umgebung muss demnach Handlungen erfordern und die Handlungen der lernenden Person müssen direkte Auswirkungen auf ihre virtuelle Umgebung haben.

Von Beginn an müssen die Lernziele transparent und verständlich sein und die Lernfortschritte müssen für Lehrende und Lernende ersichtlich sein. Weiter sollte die lernende Person klare Anweisungen und Aufforderungen in einer verständlichen Sprache erhalten und die Bedienung sollte möglichst intuitiv sein. Die virtuelle Umgebung muss auch genug Handlungs- und Entscheidungsspielraum anbieten, damit explorierendes Lernen möglich wird.

Schliesslich sollte auch die Möglichkeit zur Selbstreflexion in Bezug auf die Lernziele und das eigene Lernverhalten vorgesehen sein.

5.3.5 Schulung aller Beteiligten

Besondere Sorgfalt gilt der Schulung aller Beteiligten. Dies betrifft administrative und verwaltende Mitarbeitende, technisches Personal für Inbetriebnahme, Betrieb und Support, sowie Lehrende und Lernende.

6 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - VR mit einem Head-Mounted Display (eigenes Bild)	7
Abbildung 2 - Pokémon Go (River, 2016)	10
Abbildung 3 - Blick durch das HUD einer Boeing 787 (TsenTsan, 2014)	11
Abbildung 4 - HoloLens von Microsoft (Kowalewski, 2016).....	11
Abbildung 5 - Überblick über die Teilsysteme eines VR-Systems (Broll, Dörner, Grimm, & Jung, 2014, S. 24)	15
Abbildung 6 - Nutzen Sie an Ihrer Institution Virtual Reality?.....	18
Abbildung 7 - Welche Bedeutung hat VR an Ihrer Bildungsinstitution?	19
Abbildung 8 - Falls Sie VR bereits einsetzen, wozu wird VR eingesetzt?.....	19
Abbildung 9 - Wie schätzen Sie die Relevanz von VR im Bildungsbereich ein?	20
Abbildung 10 - Umfrage des Instituts für Medien- und Kompetenzforschung (MMB, 2019)	33
Abbildung 11 - Umfrage zum Besitz von mobilen Endgeräten (Y&R, 2018)	34
Abbildung 12 - Medienkompetenz nach Baacke (eigene Darstellung)	37
Abbildung 13 - 70-20-10 Modell (eigene Darstellung)	41
Abbildung 14 - Cone of Experience von Edgar Dale (eigene adaptierte Darstellung)...	46
Abbildung 15 - Flow von Csikszentmihalyi (eigene Darstellung)	49
Abbildung 16 - Dreidimensionales Modell von Ebner (Ebner, 2019).....	51
Abbildung 17 - 3 Bereiche des Potenzials von VR in der Bildung	52
Abbildung 18 - Handlung, 2. Ebene	54
Abbildung 19 - Handlung, 3. Ebene	55
Abbildung 20 - Situation, 2. Ebene.....	56
Abbildung 21 - Situation, 3.Stufe	57
Abbildung 22 - Kompetenz, 2. Ebene.....	58
Abbildung 23 - Kompetenz, 3. Ebene.....	59

7 Literaturverzeichnis

12 Meilensteine in der Geschichte der Virtual Reality. (2017). Abgerufen am Januar 2019 von www.presseportal.de:
<https://www.presseportal.de/pm/123075/3559091>

Anderson, J. (2012). Abgerufen am Juli 2019 von
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edgar_Dale%27s_cone_of_learning.png

Anderson, J. (2012). *commons.wikimedia.org*. Abgerufen am Juli 2019 von
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edgar_Dale%27s_cone_of_learning.png

Arnold, P., Kilian, L., Thillosen, A., & Zimmer, G. (2013). *Handbuch E-Learning*. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.

Baacke, D. (1997). *Grundlagen der Medienkommunikation*. Tübingen.

Broll, W., Dörner, R., Grimm, P., & Jung, B. (2014). *Virtual und Augmented Reality (VR / AR) - Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität*. Berlin/Heidelberg: Springer.

Burdea, G., & Coiffet, P. (2003). *Virtual Reality Technology*. Hoboken (NJ): Wiley.

Clack, L., Hirt, C., Marcel, W., Saleschus, D., Kunz, A., & Sax, H. (2018). VIRTUE – A Virtual Reality Trainer for Hand Hygiene. Griechenland: IEEE.

Clack, L., Wenger, M., & Sax, H. (2017). *Virtual reality enhanced behaviour-change training for healthcare-associated infection prevention*. Abgerufen am Mai 2019 von frontiers:
https://www.frontiersin.org/10.3389/conf.FPUBH.2017.03.00045/4089/3rd_UC_L_Centre_for_Behaviour_Change_Digital_Health_Conference_2017_Harnessing_digital_technology_for_all_events/event_abstract

Die Geschichte der virtuellen Realität. (2017). Abgerufen am Januar 2019 von VR-Nerds: <https://www.vrnerds.de/die-geschichte-der-virtuellen-realitaet/>

- Ebner, M. (August 2019). *L3T - Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. Von 2013 abgerufen
- English Oxford Living Dictionaries*. (2019). Abgerufen am April 2019 von virtual reality: https://en.oxforddictionaries.com/definition/virtual_reality
- Fell, T. (2018). *Umfrageergebnisse Immersive Learning (VR / AR)*. Abgerufen am Mai 2019 von www.immersivelearning.news:
<http://www.immersivelearning.news/infographics-vr-ar-immersive-learning/infografik-umfrageergebnis-immersive-learning-vr-ar/>
- Geering, A. (2019). *Geering Medien & Bildung*. Abgerufen am August 2019 von Potential von Virtual Reality: <https://medien-bildung.ch/potenzial-von-virtual-reality/>
- Holzinger, M. (2016). *René Descartes: Untersuchungen über die Grundlagen der Philosophie. Meditationes de prima philosophia*. Berlin: Edition Holzinger.
- Höntzsch, S., Katzky, U., Bredl, K., Kappe, F., & Krause, D. (2013). *l3t - Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. Abgerufen am Januar 2019 von Simulationen und simulierte Welten - Lernen in immersiven Lernumgebungen: <http://l3t.eu/homepage/das-buch/ebook-2013/kapitel/lesen/o/id/102>
- Hund, M. (2018). *digital-learning.integrata.de*. Abgerufen am Juli 2019 von Effektiveres E-Learning durch mehr Interaktivität: <https://digital-learning.integrata.de/e-learning-interaktivitaet-lernende/>
- IDC. (2018). *Worldwide Spending on Augmented and Virtual Reality Expected to Surpass \$20 Billion in 2019, According to IDC*. Abgerufen am Mai 2019 von www.idc.com: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS44511118>
- Kerres, M. (2001). *Multimediale und telemediale Lernumgebungen. Konzeption und Entwicklung*. München: Oldenbourg.
- Kerres, M. (2013). *Mediendidaktik - Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote*. München: Oldenbourg Verlag.

- Klante, S., & Gundermann, A. (2017). *Medien im E-Learning und ihre Funktionen*. Abgerufen am August 2019 von wb-web.de: <https://wb-web.de/material/methoden/medien-im-e-learning-und-ihre-funktionen.html>
- Köhler, T., Münster, S., & Schlenker, L. (2013). Didaktik virtueller Realität: Ansätze für eine zielgruppengerechte Gestaltung im Kontext akademischer Bildung. (G. Reinmann, M. Ebner, & S. Schön, Hrsg.) *Hochschuldidaktik im Zeichen von Heterogenität und Vielfalt: Doppelfestschrift für Peter Baumgartner und Rolf Schulmeister*, S. 97-110.
- Kowalewski, K. (2016). *wikimedia.org*. Abgerufen am Juli 2019 von <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MicrosoftHoloLensOnHead.JPG>
- Krapp, A., & Weidenmann, B. (2001). *Pädagogische Psychologie*. Weinheim: PeltzPVU.
- Leidlmaier, K., & Seyfried, K. (2011). *www.uibk.ac.at*. Abgerufen am Juli 2019 von E-Learning Forschungsseminar: https://www.uibk.ac.at/psychologie/mitarbeiter/leidlmaier/e-learning_forschungsseminar.pdf
- MMB. (2019). *de.statista.com*. Abgerufen am Juli 2019 von Umfrage zu kommerzielle erfolgsversprechenden E-Learning Anwendungen: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/203892/umfrage/erfolg-versprechende-zielgruppen-fuer-die-e-learning-wirtschaft/>
- Mühlroth, A. (2018). *Welche Hardware Sie für VR brauchen*. Abgerufen am September 2019 von techbook.de: <https://www.techbook.de/entertainment/virtual-reality/hardware-vr-brillen>
- oculus.com*. (2019). Abgerufen am Mai 2019 von Oculus Rift: https://www.oculus.com/rift/?locale=de_DE#oui-csl-rift-games=mages-tale
- Otzen, T. (September 2015). Abgerufen am Januar 2019 von Immersion and Flow: Ingredients for gameplay: https://www.researchgate.net/publication/281627226_Immersion_and_Flow_Ingredients_for_gameplay

Reich, K. (2008). *Konstruktivistische Didaktik*. Weinheim / Basel: Beltz.

Retrospective photo review of Forte VFX1 Virtual Reality system. (2010). Abgerufen am Januar 2019 von vrtifacts.com: <https://vrtifacts.com/retrospective-photo-review-of-forte-vfx1-virtual-reality-system/>

River, J. (2016). *flickr.com*. Abgerufen am Juli 2019 von <https://www.flickr.com/photos/vastateparksstaff/27972275293>

Scheiermacher, F. (1999). *Politeia von Platon* (Bd. 2). Berlin: Rohwolt.

Schlegel, C., & Weber, U. (März 2019). Lernen mit Virtual Reality: *Pädagogik der Gesundheitsberufe*.

Sensorama. (2006). Abgerufen am Januar 2019 von Interactive Architecture Lab: <http://www.interactivearchitecture.org/sensorama.html>

Steam. (2017). Abgerufen am Juni 2019 von Richie's Plank Experience: https://store.steampowered.com/app/517160/Richies_Plank_Experience/?l=german

Steiner, V. (2006). *Exploratives Lernen*. München / Zürich: Pendo Verlag.

The Evolution of Virtual Reality. (2017). Abgerufen am Januar 2019 von versus.com: https://s3.amazonaws.com/urgeo-versus/00-blog-pics/00-post_header/The%2012%20Milestones%20in%20the%20History%20of%20Virtual%20Reality.png

TsenTsan, T. (2014). *Wikimedia Commons*. Abgerufen am Juli 2019 von <http://www.airliners.net/photo/Qatar-Airways/Boeing-787-8-Dreamliner/2395777/L/>

Virtuelle Realität. (2018). Abgerufen am Januar 2019 von Wikipedia: https://de.wikipedia.org/wiki/Virtuelle_Realit%C3%A4t#Meilensteine

Vive Produkt. (2019). Abgerufen am Januar 2019 von vive.com: <https://www.vive.com/de/product/>

Viveport. (2017). Abgerufen am Juni 2019 von Sharecare VR:

https://www.viveport.com/apps/1da22651-a8ca-4b8a-8135-81b969a61b39/Sharecare_VR/

Widulle, W. (2009). *Handlungsorientiert Lernen im Studium*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Wikipedia contributors. (2019). *Wikipedia*. Abgerufen am August 2019 von 70/20/10 Model:

[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=70/20/10_Model_\(Learning_and_Development\)&oldid=901162027](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=70/20/10_Model_(Learning_and_Development)&oldid=901162027)

Y&R. (2018). *Nutzung von mobilen Endgeräten in der Schweiz nach Altersgruppen im Jahr 2018*. Y&R (Switzerland). Media Use Index 2018.

8 Eigenständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit,

- dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe und ohne Verwendung anderer als der angegebenen Hilfsmittel verfasst habe,
- dass ich sämtliche verwendeten Quellen erwähnt und gemäss gängigen wissenschaftlichen Zitierregeln korrekt zitiert habe.

Ort / Datum

Wasen, 20.9.2019

Unterschrift

