

**Untersuchung der Game Experience von natürlichen Eingabemöglichkeiten für digitale Sportspiele in der virtuellen Realität**

Masterarbeit im Fach Medieninformatik am

Institut für Information und Medien, Sprache und Kultur (I:IMSK)

Vorgelegt von: Max Mustermann

Adresse: Musterstr. 13, 93053 Regensburg

E-Mail (Universität): [max.mustermann@stud.uni-regensburg.de](mailto:max.mustermann@stud.uni-regensburg.de)

E-Mail (privat): [max.mustermann@freewebmail.com](mailto:max.mustermann@freewebmail.com)

Matrikelnummer: 123456

Erstgutachter: Prof. Dr. Maike Musterprof

Zweitgutachter: Dr. Max Mustermitarbeiter

Betreuer: Momo Mustermensch

Laufendes Semester: SS 2016

Abgegeben am: 30.2.2016

Inhalt

[1 Einleitung 6](#_Toc499899558)

[2 Theorie 7](#_Toc499899559)

[2.1 Games 7](#_Toc499899560)

[2.1.1 Definition von digitalen Spielen 7](#_Toc499899561)

[2.1.2 Edutainment für Sport und Gesundheit 13](#_Toc499899562)

[2.1.3 Immersion und Präsenz 18](#_Toc499899563)

[2.2 Virtual Reality 23](#_Toc499899564)

[2.2.1 Was ist Virtual Reality? 23](#_Toc499899565)

[2.2.2 Technologie 26](#_Toc499899566)

[2.2.3 Anwendungsfälle 29](#_Toc499899567)

[2.2.4 Virtual Reality und Exertion Games 33](#_Toc499899568)

[2.2.5 Interaktionsdesign für Virtual Reality 36](#_Toc499899569)

[2.3 Natural User Interaction 43](#_Toc499899570)

[2.3.1 Was ist Natural User Interaction? 43](#_Toc499899571)

[2.3.2 Technologien und Ansätze (Gestentracking, Eyetracking, usw.) 45](#_Toc499899574)

[2.3.3 Tangibles in Games 45](#_Toc499899575)

[Praxis 49](#_Toc499899576)

[3 49](#_Toc499899578)

[3.1 Eigener Ansatz 49](#_Toc499899579)

[3.2 Forschungsfragen 50](#_Toc499899580)

[3.3 Studie 50](#_Toc499899581)

[3.3.1 Probandenakquise 50](#_Toc499899582)

[3.4 Zitierweise 53](#_Toc499899583)

[3.4.1 Direkte Zitate 53](#_Toc499899584)

[3.4.2 Indirekte Zitate 53](#_Toc499899585)

[3.4.3 Sekundäre Zitate 54](#_Toc499899586)

[3.4.4 Zitierweise im Text 54](#_Toc499899587)

[3.4.5 Angaben im Literaturverzeichnis 54](#_Toc499899588)

[Literaturverzeichnis 56](#_Toc499899589)

[Anhang A: Bausteine wissenschaftlicher Arbeiten 60](#_Toc499899590)

[A1 Theoretische Arbeit 60](#_Toc499899591)

[A2 Konstruktive Arbeit 60](#_Toc499899592)

[A3 Empirische Arbeit 60](#_Toc499899593)

[Erklärung zur Urheberschaft 62](#_Toc499899594)

[Stichwortverzeichnis (optional, in der Regel nicht notwendig) 65](#_Toc499899595)

Abbildungsverzeichnis (optional, in der Regel nicht notwendig)

[Abbildung 1: Mitwirkung der Domain Experts bei der Spieleentwicklung 12](#_Toc499899596)

[Abbildung 2: Immersionslevel und ihre Barrieren (nach Brown und Cairns, 2004)) 19](#_Toc499899597)

[Abbildung 3: virtuality continuum (nach Milgram et al., 1994) 25](#_Toc499899598)

[Abbildung 4: Sega VR (http://segaretro.org/images/4/43/Segavr\_physical01.jpg) 27](#_Toc499899599)

[Abbildung 5: HTC Vive inkl. Tracker und Controller (Quelle: https://www.vive.com/media/filer\_public/b1/5f/b15f1847-5e1a-4b35-8afe-dca0aa08f35a/vive-pdp-ce-ksp-family-2.png) 28](#_Toc499899600)

[Abbildung 6: Teilsysteme eines VR-Systems (nach Dörner et al., 2013) 28](#_Toc499899601)

[Abbildung 7: „An Ant’s Life“ (Leo et al., 2015) 32](#_Toc499899602)

[Abbildung 8: Ausschnitt aus dem Spiel „snowballz“ (Yoo et al., 2017) 35](#_Toc499899603)

[Abbildung 9: Ausschnitt einer World-In-Miniature Ansicht (Stoakley, Conway & Pausch, 1995) 39](#_Toc499899604)

[Abbildung 10: Iterativer Entwicklungsprozess nach ISO 9241-210 (nach Dörner et al., 2013, S. 181) 42](#_Toc499899605)

[Abbildung 11: Rennspiel „Beach Buggy Blitz“ (Cairns et al., 2014) 46](#_Toc499899606)

[Abbildung 12: Doodle Jump Klon (Cairns et al., 2014) 47](#_Toc499899607)

[Abbildung 13: links nach rechts: Joystick, Wii Controller mit Tennisaufsatz, Gaming-Lenkrad (https://images-eu.ssl-images-amazon.com/images/I/41oMu00v4YL.\_AC\_US218\_.jpg, http://www.elecom.co.jp/news/200706/hgw-005wh/image/HGW-006WH\_31L.jpg, http://pc-lenkrad-test.com/wp-content/uploads/2016/06/driving-force-gt-rad-und-pedal-300x243.jpg) 48](#_Toc499899608)

[Abbildung 14: Erfahrung mit Computerspielen 51](#_Toc499899609)

[Abbildung 15: Nutzung von Computerspielen 51](#_Toc499899610)

Zusammenfassung

Abstract

# Einleitung

# Theorie

Im theoretischen Teil dieser Arbeit sollen grundsätzliche Punkte der Virtual Reality abgedeckt werden. Neben Definitionen und Erläuterungen werden Forschungsarbeiten aus verschiedenen Bereichen vorgestellt. Hierzu zählen allgemein digitale Spiele und deren Nutzung im seriösen Kontext sowie die Einflüsse auf Immersion und Präsenz. Zusätzlich werden Anwendungsfälle von virtueller Realität und das Forschungsgebiet des Interaktionsdesigns für VR behandelt. Außerdem soll das Thema „Natural User Interaction“ näher betrachtet werden. Die Theorie soll als Grundlage für das Verständnis des Themenbereichs sowie als Hinführung zur hier untersuchten Forschungsfrage dienen.

## Games

Im Folgenden wird das Thema Spiele behandelt. Es wird erläutert, was genau Spiele auszeichnet, wie sie neben dem Entertainment-Bereich noch anderweitig eingesetzt werden können und durch Immersion und Präsenz das Spielerlebnis beschrieben werden kann.

### Definition von digitalen Spielen

Ein wichtiger Schritt im Vorfeld ist die Definition wichtiger Begriffe wie „Exertion Games“, „Serious Games“ oder „Educational Games“. Kern all dieser Begriffe ist das Spiel („Game“). Da es verschiedene Sichtweisen auf diesen Begriff gibt, wird im Folgenden dieser Begriff definiert.

Newman (2004) will die Frage klären, welche Argumente es gibt, um Videospiele überhaupt zu untersuchen und erwähnt dabei die Identifizierung von sozialen, wirtschaftlichen, politischen wie auch technologischen Faktoren, die es notwendig machen, Videospiele neu zu betrachten. Er nennt drei Gründe, weshalb Spiele einen hohen Stellenwert in der Industrie, der Forschung sowie in der Gesellschaft einnehmen: Die Größe und den Umfang der Spieleindustrie, die Beliebtheit von Videospielen und Videospiele als Beispiel der Mensch-Maschine-Interaktion. Spiele basieren meist auf einer Story, die mit Hilfe von Hintergrund-Stories, Cut-Scenes, der Interaktion mit anderen Charakteren, usw. erzählt werden kann. Auf die Frage, ob man deshalb Spiele wie literarische Werke oder Filme untersuchen könne, antworten Wardrip-Fruin & Harrigan (2004), dass das zentrale Element immer noch das Spielen an sich bleibt, sowie das Ziel einer hohen „Player Experience“, anders als in Filmen oder in der Literatur, bei der die Story im Vordergrund steht. Somit sind hier bereits beim Design unterschiedliche Ansätze nötig.

Für Flanagan & Niessenbaum (2014) verkörpern Spiele auch menschliche Werte, wie Fairness oder Vertrauen. Rötzer (2005) beschreibt zudem Videospiele als die neue Kunstform von heute. Esposito (2005) definiert ein Videospiel folgendermaßen: *„A videogame is a game which we play thanks to an audiovisual apparatus and which can be based on a story.”* Bei dieser kurzen aber prägnanten Definition müssen zusätzlich noch die Begriffe *game, play und audiovisual apparatus* geklärt werden. Spiele können demnach als „fiktionelle, unvorhersehbare und unproduktive Aktivitäten mit Regeln, Zeit und räumlichen Grenzen und ohne Verpflichtung“ (Caillois, 1967) gesehen werden. Zimmerman (2004) spricht vom „quantifiable outcome“, also einem messbaren Ziel eines Spiels. Gegenbeispiele hierzu wären beispielsweise *Sim City* und die *Sims-*Reihe. Des Weiteren definiert er ein Spiel wie folgt: *„A game is a voluntary interactive activity, in which one or more players follow rules that constrain their behavior, enacting an artificial conflict that ends in quantifiable outcome”.* Das Spielen selbst beschreibt er als freien Raum, der gerade trotz aber auch wegen starreren Strukturen existiert. Jedoch können auch die Freuden des Spielens, wie z.B. Wettbewerb, Errungenschaften oder audiovisuelle Erfahrungen als Definition verwendet werden (Le Diberder, 1997). Mit *audiovisual apparatus* sind sämtlicheAusgabegeräte gemeint, die im Stande sind Berechnungen durchzuführen und über Ein- und Ausgabegeräte (Controller, Maus, Bildschirm, etc.) verfügen. Hierzu zählen Konsolen, Handhelds, Computer oder auch Smartphones.

Bernard Suits (1978) betrachtete dieses Thema bereits früher. Seiner Meinung nach besteht ein Spiel aus drei zentralen Elementen, nämlich dem *prelusory goal,* welches auch außerhalb des spielerischen Kontexts verständlich ist, den *bestimmenden Regeln (constitutive rules),* und der sogenannten *lusory attitude*, also der Einwilligung des Spielers die gegebenen Regeln zu befolgen.

Das *Handbook of Digital Games and Entertainment Technologies* nutzt Referenzen wie Callois, Huizinga, Suits, Sutton-Smith, Zimmerman und viele weitere, um Digital Games zu definieren. Wie bereits erwähnt existieren viele verschiedene Definitionen für den Begriff des „digitalen Spiels“. Jedoch kristallisieren sich bei genauerer Analyse die folgenden Kernelemente der Definitionen heraus: Zunächst wird der Spieler als zentrale Komponente aufgefasst (Bjork & Juul, 2012). Sie sind interaktiv (Ermi & Mayrü, 2005 sowie Crawford, 1984)), basieren auf Regeln (Salen & Zimmerman, 2004) und halten dem Spieler ein Ziel vor Augen, welches er erreichen muss (Suits & Newfeld, 1978). Der letzte Punkt bezieht sich auf die Plattform, auf dem die digitalen Spiele dargestellt werden, nämlich, wie bereits erwähnt, einem Gerät mit audiovisuellem Output.

Im Rahmen dieser Arbeit wird auf einen speziellen Anwendungsfall von digitalen Spielen eingegangen, nämlich die „Exertion Games“. Die genaue Definition und die Abgrenzung zu anderen Spieletypen soll im Folgenden genauer betrachtet werden.

#### Exertion Games

Wie auch die Spieleplattformen selbst, haben sich die Interaktionsmodalitäten bis heute stark verändert und eine Vielzahl von verschiedenen Sensoren und Eingabegeräte zum Vorschein gebracht. Nach Jesper Juul (2000) werden die Eingabegeräte am meisten vernachlässigt, obwohl diese einen großen Teil zum gesamten Gameplay beitragen. Somit beginnt bereits beim Design des Game Interfaces die Beeinflussung der Player Experience. Heutzutage bringen jedoch neue Konsolen stets neue Eingabemöglichkeiten mit sich. Zusätzlich werden Wege gefunden, um Spielerinformationen besser darstellen zu können (z.B. Nintendo Wii U (Nintendo, 2017)) und Controller werden mit multisensorischem Feedback ausgestattet (Cavazza & Young, 2016). Mit der Veröffentlichung der Nintendo Wii-Konsole wurde es dem Spieler ermöglicht, seine Bewegungen direkt in das Spiel zu übertragen. Diese Neuerung stand im Gegensatz zu den immer noch bewährten Methoden wie Maus und Keyboard, bei denen der Aufwand, den die Spieler betreiben müssen, überschaubar ist (Mueller, Agamanolis, Picard, 2003).

Exertion (engl.: Anstrengung) Games sind Spiele, die körperlichen Aufwand erfordern. Wie Müller & Mandryk (2016) beschreiben, soll bei manchen Ausprägungen dieser Art von Spiel der Exertion-Faktor, also mehr die Anstrengung als das Spiel an sich im Vordergrund stehen, bei anderen soll mit Hilfe der körperlichen Arbeit der Spielspaß erhöht werden. Bei heutigen Trackingmöglichkeiten wie der Microsoft Kinect, Nintendo Wii oder Playstation Move werden hierbei verschiedene Techniken angewandt, um den Spieler zu erfassen und ihm zu ermöglichen, durch Bewegungen das Spiel bzw. seinen Avatar zu steuern. Hier liegt der Fokus meist auf der Verbesserung der Spielerfahrung, wohingegen Produkte wie die Nike+-App den Spieler bzw. Läufer mehr dazu anhalten soll, weiterhin Sport zu treiben, seine Daten hochzuladen, und sich mit anderen Spielern zu vergleichen (Apple, 2016).

Exertion Games, oder auch Exergames genannt, werden wie folgt definiert: an exertion game [is] a digital game that utilizes physical exertion interactions where the physical effort is a key, if not the dominant, determinant in reaching the game’s goal (Müller & Mandryk, 2016). Hier findet ein Wechsel von feinmotorischen Bewegungen (Maus) hin zu grobmotorischen Bewegungen (Hand- und Fußbewegungen) statt. Zusätzlich muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass die Bewegungen des Spielers Einfluss auf das Spiel haben und diese notwendig sind um das Ziel des Spiels zu erreichen. Anders als bei Sinclair (2007), bei dem das Spielen eines Spiels während man auf dem Laufband läuft ebenfalls als Exertion Game bezeichnet wird. Eine zusätzliche Definition stammt von Oh und Yang (2010), die Exergames als Spiele bezeichnen, die physische Aktivitäten des Spielers, die über das Sitzen hinausgehen, fördern, und vor allem Kraft, Balance und Flexibiltät beanspruchen. Bei Bogost (2005) sind es Spiele, die Spielen und Übung vereinen und physikalische Eingabegeräte benötigen oder nach Mears und Hansen (2009) Spiele, die durch Interaktivität die physische Betätigung steigern. Zu erwähnen sind hier noch Silva und El Saddik (2011), die argumentieren, dass man bei der Kategorisierung von Spielen darauf achten sollte, ob der Fokus des Spiels auf der körperlichen Belastung oder dem Gameplay liegt. Es kann somit festgehalten werden, dass alle Definitionen die physische Belastung als Grundvoraussetzung sehen um ein Spiel als Exertion Game einordnen zu können.

Daher ist es für Exertion Games wichtig zu verstehen, welche Rolle der Körper des Spielers bei der Interaktionsgestaltung spielt (Müller et al., 2011). Hierzu wird ein Modell mit den folgenden vier Kernpunkten (engl.: four lens view) (Jacob et. Al, 2007, 2008) vorgeschlagen: Der erste Punkt ist der reagierende Körper (engl.: responding body). Hier richtet sich der Blick auf die Reaktionen des Körpers bei Belastung, wie beispielsweise erhöhter Herzschlag, Schweiß oder schweres Atmen. Ferner soll darauf aufbauend auch der bewegenden Körper (engl.: moving body) beobachtet werden, der Bewegungen der Körper vollzieht. Der fühlende Körper (engl.: sensing body), also der dritte Punkt, beschreibt wie der Körper seine Umwelt wahrnimmt. Hier gibt es Unterschiede wie z.B. ein Spiel in einem Stadion im Vergleich zu einem Spiel im Park. Der vierte und letzte Punkt (engl.: relating body) betrachtet die Art und Weise wie sich Körper und Menschen zueinander verhalten. Dabei umfasst die Interaktion nicht nur die direkten Mitspieler, sondern auch andere Akteuere, wie beispielsweise die Zuschauer, etc.

Exertion Games erfordern körperliche und geistige Anstrengung. Dies führt je nach Umfang des Spiels unausweichlich zu einer Ermüdung der Spieler, wie Sheinin und Gutwin (2014) in Ihren Projekten genauer definieren: Sie untersuchten die Auswirkungen physikalischer Kontrollelemente auf das Gameplay. Hierzu wurde zum einen ein Laufspiel entwickelt, bei dem sich der Spieler durch schnelles Betätigen zweier Tasten fortbewegt. Zum anderen entwickelte man ein 2D-Handballspiel, welches durch impulsbasierte Controls gesteuert wurde. Man konnte beobachten, dass physical controls eine Entwicklung der Expertise erlaubten. Diese Effekte wurden vor allen bei der zweiten Evaluation deutlich, da diese über einen Zeitraum von mehreren Wochen durchgeführt wurden. Zudem war zu erkennen, dass die Ermüdung in beiden Studien ein großer Faktor für den Spielausgang bzw. die Strategie der Teams und Spieler war. Somit konnte neben dem körperlichen Trainingseffekt, auch der Einfluss von Ermüdung nachgewiesen werden, auch wenn dies hier nur in kleinem Maßstab zu beobachten war.

Weitere Beispiele für Exergames sind *„Shadow Shooter“* (Yasumoto & Masasuke, 2015), das einen Bogen nutzt, um mit virtuellen Pfeilen auf Gegner zu schießen, die Jogging-App *„Zombies, Run!“* (Witkowski, 2013), bei der der Läufer vor Zombies flüchten muss, die in Intervallen auftreten oder wie das von Hong et. al (2017) entwickelte Virtual-Reality-Spiel, bei dem der Spieler mit einem angepassten Wakeboard interagiert.

Neben körperlicher Betätigung können Spiele noch einen anderen Bereich neben purem Entertainment abdecken, nämlich den des Lernens. Dem Spieler kann durch eine passende Storyline oder spezielle Aufgaben spielerisch Wissen und Fähigkeiten vermittelt werden. Diese „Serious Games“ müssen jedoch den Spagat zwischen Wissensvermittlung und Unterhaltung schaffen, um den Ansprüchen von beiden Seiten zu genügen. Näheres hierzu wird im folgenden Punkt erläutert.

#### Serious Games

Wie Mildner & Müller (2016) beschreiben, unterscheiden sich Serious Games in zwei Bereichen des Designprozesses von „herkömmlichen“ Spielen. Erstens werden beim Design Domänenexperten herangezogen, die dafür zuständig sind, Fachwissen zum ernsten Teil des Spiels bereitzustellen. Sie sind zuständig für die Bildungsinhalte des Spiels und deren Richtigkeit. Sie wirken ausschlaggebend im Designprozess mit und arbeiten eng mit den Game Designern zusammen, die zusätzlich noch zu einem gewissen Teil im Game Development involviert sind (Abb. 1). Prensky (2007) beschreibt die Verknüpfung von Lerninhalten mit dem Spiel als Kunst. Denn ohne eine gelungene Einarbeitung der Inhalte, dient das Spiel entweder nur zur Unterhaltung oder nur zu Lernzwecken, nicht aber zum eigentlichen Zweck des lernunterstützenden Spielens.

Zweitens haben Serious Games neben dem Spielspaß, der als Motivation dient, noch eine zweite Komponente, nämlich den Auftrag, eine Botschaft zu übermitteln bzw. ein (real-life) Ziel zu erreichen. Zum Beispiel sind Lernspiele als Serious Games einzuordnen, da sie dabei helfen, den Lernenden nützliches Wissen zu vermitteln. Domänenexperten wären in diesem Fall z.B. Lehrer, die festlegen, was gelernt werden soll. Der Grund weshalb Serious Games eingesetzt werden, ist vor allem der, dass Spiele motivieren, sei es durch Awards oder durch das Bestreben nach der höchstmöglichen Platzierung in einer Rangliste. Dies kann dazu verwendet werden, um den Spielern ernstere Inhalte spielerisch vermitteln zu können.

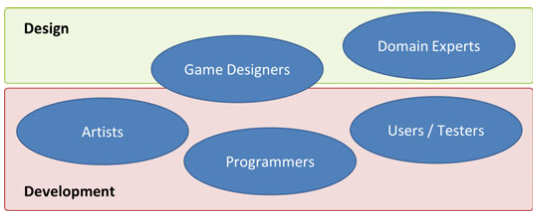


Abbildung 1: Mitwirkung der Domain Experts bei der Spieleentwicklung

Unterschieden wird hierbei zusätzlich zwischen verschiedenen Motivationstypen, nämlich den äußerlichen (engl.: extrinsic) und den innerlichen (engl.: intrinsic) (Lindebaum, 2009). Die intrinsische Motivation sagt aus, dass man etwas tut, weil es inhärent interessant ist oder Spaß macht, wie z.B. Spielen. Der Unterschied zur extrinsischen Motivation liegt darin, dass diese durch äußere Einflüsse bestimmt wird und ein konkretes Ziel hat, wie beispielsweise Lernen um einen Test zu bestehen. Nachdem dieses Ziel erreicht wurde, sinkt die Motivation und die Aktivität wird zumeist eingestellt. Habgood und Ainsworth (2011) führten hierzu eine Studie durch, die zeigte, dass Kinder, die ein intrinsisch motivierendes Spiel spielten, ihre Leistung gegenüber der Kontrollgruppe mit extrinsisch motivierendem Spiel signifikant steigern konnten. Man konnte feststellen, dass intrinsisch integrierte Spiele bildungstechnisch wertvoller sind als Extrinsische, und, dass Letztere nicht dafür geeignet wären. Preist und Jones (2015) wollten widerlegen, dass sich extrinsisch-integrierte Spiele nicht für Bildungszwecke eignen und konnten Anzeichen dafür finden, dass unter bestimmten Bedingungen, d.h. Spieler können selbst bestimmten wann und wie lange bzw. ob sie spielen, Spiele im Free-to-play (F2P)-Modus als extrinsische Motivatoren einen positiven Einfluss auf die Lernleistung haben können. Zudem zeigten sie mögliche Nachteile von intrinsisch-integrierten Spielen auf, wie z.B. die Schwierigkeit Konzepte aus einem bestimmten Themenbereich spielerisch einzubinden und sich womöglich auf dem freien Markt durchzusetzen bis hin zu der Problematik, dass nicht nur Game Designer, sondern auch Experten zu diesem Thema vorhanden sein müssen um solch ein Spiel verwirklichen zu können.

*Civilization III* (Firaxis Games, 2001) und *Age of Empires* (Microsoft Studios, 1999) wurden demnach erfolgreich im Unterricht verwendet, um den Schülern Geschichte beizubringen (Squire & Barab, 2004), wobei hier der Fokus der Schüler nicht einmal darauf lag für die nächste Unterrichtsstunde zu lernen, sondern Spaß zu haben. Auf diesem Weg können Schüler dazu angeregt werden, von sich selbst aus mehr über ein Thema lernen zu wollen, ohne sie durch äußere Einflüsse dazu zwingen zu müssen.

Serious Gaming wird jedoch nicht nur in Klassenzimmern genutzt, sondern findet auch in anderen Gebieten Anwendung. So entwickelte beispielsweise Demmel (2010) ein Spiel, das es dem Spieler mit Hilfe verschiedener Eingabegeräte ermöglichte, ein virtuelles Orchester zu dirigieren. Grund hierfür war das Ziel, Kindern klassische Musik in spielerischer Art und Weise näher zu bringen. Das webbasierte Spiel *Code Hunt* (Tillmann, de Halleux, Xie & Bishop, 2014) ist in verschiedene Level unterteilt, in denen der Spieler Codefragmente finden und lösen muss um zum Ziel zu gelangen. Es kann sowohl im Unterricht wie auch von erfahreneren Programmierern, oder zur Evaluierung von Bewerbern verwendet werden.

### Edutainment für Sport und Gesundheit

Serious Games finden auch im Sport- und Gesundheitsbereich Anwendung. Der Begriff *Edutainment* setzt sich aus den Wörtern *edu*cation und enter*tainment* zusammen und beschreibt wie auch der Begriff Serious Games Spiele bzw. Anwendungen zu Bildungs- oder Übungszwecken mit spielerischer Komponente. Speziell hierfür eignen sich die Bereiche Augmented und Virtual Reality (Addis, 2005; Anikina & Yakimenko, 2015).

Im Nachfolgenden wird sich auf das „Handbook of Digital Games and Entertainment Technologies“ berufen, welches ein Kapitel speziell zu diesem Thema enthält. Wiemeyer et al. (JAHRESZAHL VON HANDBOOK) definiert Sport als physische Aktivität, welche freiwillig ausgeführt wird, keinen Ertrag hat, von Regeln bestimmt wird sowie Wettbewerb, Leistung und Zufall beinhaltet. Vertreter von sportlichen Aktivitäten sind Basketball, Gymnastik, Volleyball oder Hockey. Nach Göbel (2012, 2015) eröffnen die Serious Games - gerade in den Bereichen Sport und Gesundheit - neue Möglichkeiten. Es ergeben sich Vorteile gegenüber reinen Simulationen, indem unterhaltende, aktivierende und motivierende Elemente ergänzt werden (Dondlinger, 2007). Bavelier, Levi, Li, Dan und Hensch (2010) sowie Howard-Jones (2010) untersuchten die Plastizität, also die Verarbeitungsfähigkeit des Gehirns, und stellten fest, dass Spiele ein positiven Effekt auf diese haben und somit Lernen und Training unterstützen könnten. Spitzer (2014) hingegen argumentiert, dass die Lernfähigkeit durch oberflächliche Verarbeitung und erhöhte Ablenkung beeinträchtigt wird.

#### Sport

Nach Daten aus dem Jahr 2013 hat die Spieleindustrie mit einem Umsatz von über $ 80 Milliarden weltweit die Musik- und Filmeindustrie überholt (Marchand und Hennig-Thurau, 2013) und hält somit großes Potential für den Bereich Edutainment bereit. 13% der 2014 verkauften Spiele in den USA waren Sportspiele (ESA, 2015), die sich nicht nur durch Controller, sondern auch durch spezielle Interfaces, die Körperbewegungen registrierten, steuern ließen. Die Verknüpfung von digitalen Sportspielen mit Edutainment bietet somit die Möglichkeit nicht nur Theorie und Verständnis des Sports zu fördern, sondern auch durch spezielle (VR-) Interfaces die kognitiven sowie sensomotorischen Fähigkeiten zu verbessern, da speziell hier charakteristische Bewegungsmuster des Sports besser abgebildet werden können. Wie bereits im vorherigen Kapitel erwähnt, müssen jedoch didaktisches sowie auch spielerisches Design berücksichtigt werden. Für die Erweiterung der sensomotorischen Fähigkeiten müssen vor allem klare Anweisungen vorhanden sein. Zusätzlich sollte der Spieler hierzu Feedback erhalten, ob die Bewegungen ordnungsgemäß durchgeführt wurden (Wiemeyer und Hardy, 2013).

Einen Einstieg in die Thematik bieten Fery und Ponserre (2001), die als Erste eine Studie durchführten, die sich mit dem Erlernen von Sportfertigkeiten befasste und entwickelten hierfür ein Golfspiel, bei welchem der Spieler die Stärke des Schlags entweder auf einer Anzeige steuern konnte, oder diese an den Bewegungen des Avatars abschätzen musste. Heraus kam, dass die erste Gruppe bessere Resultate erzielte. Es konnte nicht festgestellt werden, ob die Probanden das Spiel tatsächlich auch als Spiel wahrgenommen haben, oder es als Simulation empfanden, da keinerlei Werte zur Player Experience festgehalten wurden. Selbiges trifft auf die Studie von Hebbel-Seeger (2008) zu, in welcher ein Segelspiel dazu verwendet wurde, um Anfängern segeln beizubringen. Zehn von Elf Probanden aus der Behandlungsgruppe konnten die anschließende Segelprüfung erfolgreich ablegen, wohingegen nur zwei von zehn Probanden aus der Kontrollgruppe bestehen konnten. Jedoch wurden auch hier keine Daten zur Player Experience erfasst. Wiemeyer und Schneider (2012) verglichen virtuelles und echtes Training bei Basketballspielern. In 10 Trainingseinheiten mussten junge Spieler Würfe üben. Beide Gruppen konnten sich verbessern, jedoch konnte nur die Gruppe mit echtem Training ihre Leistung auf die virtuelle Bedingung übertragen.

Neben den kognitiven Fähigkeiten oder der wissenschaftlichen Bildung stehen auch die koordinativen Fähigkeiten sowie Kraft und Ausdauer oder auch Balance im Mittelpunkt. Letzteres wurde mit Hilfe des *balance boards* der Wii Fit untersucht. Es konnten kleine Verbesserungen in der Balance durch spielbasiertes Training nachgewiesen werden, welche aber nicht zwangsläufig auf real-life Bedingungen übertragen werden konnten. Marshall et al. (2015) entwickelten mit „Grand Push Auto“ ein Spiel, bei dem man ein echtes Auto über eine gewisse Distanz bzw. innerhalb einer vorgegebenen Zeit schieben muss. Im inneren des Fahrzeugs befand sich eine Person die anhand eines Displays Zeit, zurückgelegte Strecke und Geschwindigkeit ablesen konnte. Zweifelsohne würde hier über lange Sicht ein Trainingseffekt sichtbar werden, welcher Kraft und Ausdauer betrifft. Jedoch wurden in der Studie keine solchen Daten über einen längeren Zeitraum festgehalten.

Es kann also zusammengefasst gesagt werden, dass „Serious Games“ bzw. „Edutainment“ durchaus dazu eingesetzt werden können, das Erlernen verschiedener Fähigkeiten im Sportbereich zu unterstützen. Diese Fähigkeiten können sowohl Wissen und Strategie wie auch einfache motorische Bewegungsabläufe sein. Wiemeyer und Tremper halten fest, dass es besonders bei motorischen Fähigkeiten speziell auf die Übereinstimmung von Spielbewegung und der tatsächlichen Bewegung im Sport ankommt. Die Präzision der Sensoren und Algorithmen, die für das Tracking dieser Bewegungen eingesetzt werden, ist meist noch nicht ausreichend für diesen Anwendungsfall. Somit eignen sich „off-the-shelf Games“ und die dazugehörigen Interfaces schlecht für „Edutainment“ im Bereich Sport. Lerneffekte ließen sich zudem nur in einem Bereich beobachten, der nur wenig sportliche Fähigkeiten erfordert. Vor allem speziell für diesen Zweck angefertigte Spiele konnten die Grundsätze des Trainings und Lernens sowie Einflüsse auf die Wahrnehmung am besten abdecken, da hier sofortiges Feedback, herausfordernde Aufgaben und ein motivierendes Umfeld implementiert und angepasst werden können. Game oder Player Experience wurden weitestgehend nicht beachtet, was bei zukünftigen Studien berücksichtigt werden muss.

#### Gesundheit

Bei der Definition von Gesundheit wird sich auf die World Health Organisation (WHO) berufen, welche Gesundheit als „Zustand von komplettem physischen, mentalen und sozialen Wohlbefinden“ definiert, und nicht nur durch die „bloße Abwesenheit von Krankheit oder Gebrechlichkeit“ (WHO, 2006). Gesundheit wird von verschiedenen Faktoren wie Ernährung, Arbeitsbedingungen, sozialem Umfeld und sportlicher Aktivität beeinflusst und allgemein von den physischen, psychischen und sozialen Bedingungen bestimmt. Der „Edutainment“-Ansatz im Bereich Sport, welcher im vorherigen Kapitel behandelt wurde, kann somit auch eingesetzt werden, um im Bereich Gesundheit Menschen zu helfen. Die Henry J. Kaiser Foundation (2008) zeigte, dass 59% der 2004 bis 2006 produzierten TV Shows mindestens eine Storyline mit dem Thema Gesundheit beinhalteten und, dass Massenmedien dazu fähig sind, die Verhaltensweisen von Zuschauern zum Thema Gesundheit zu verändern.

Auch Games können in diesem Zusammenhang genutzt werden, um den Spieler nicht nur körperlich, sondern auch geistig aktiv sein zu lassen und ihm so zusätzliches Wissen aneignen zu können. Baranowski et al. (2008) fanden heraus, dass Spiele mit den Themen Ernährung & Diät Veränderungen in Wissen und Verhalten hervorriefen. „Active Video Games“ führten zu schwachen bis mittleren Anstiegen des Energieaufwands und der physischen Aktivität. „Exergames“ haben daher das Potential, neben den physischen Aktivitäten auch die kognitiven Fähigkeiten des Spielers zu verbessern und dies zu nutzen, um Veränderungen in dessen Verhalten hervorzurufen (Best, 2013). Weitere Studien wurden von Papastergiou (2009), Biddiss und Iriwn (2010), Peng et al. (2011 und 2012) und vielen weiteren durchgeführt. Hier wurden vor allem Energieaufwand, Herzschlagrate und Anstieg körperlicher Aktivität gemessen. Es konnte festgestellt werden, dass „Exergames“ die Spieler forderten und deren Anwendung potentiell dazu genutzt werden könnte, um Fitness, motorische Fähigkeiten sowie die allgemeine Motivation Sport zu treiben, zu steigern. Bei Deutsch et al. (2015) wurden Patienten untersucht, die einen Schlaganfall erlitten oder an zerebraler Lähmung litten. Die Ergebnisse zeigten, dass sich die physische Aktivität der Spieler steigerte, jedoch in geringerem Ausmaß als bei gesunden Menschen.

Ein anderes Beispiel für „Edutainment“ im Bereich Gesundheit ist das Spiel „Re-Mission“ (HopeLab), welches sich mit dem Thema Krebs und dessen Bekämpfung befasst. Es konnte erfolgreich dazu verwendet werden, um den Spielern/Patienten Wissen über die Krankheit zu vermitteln und Befolgung der Therapie zu stärken (Kato et al., 2008), da vor allem bei langwierigen Therapien die Motivation der Patienten stark abnehmen kann. Staiano und Flynn (2014) führten eine Literaturübersicht durch, bei der insgesamt 64 Studien gefunden wurden, die sich mit neurologischen Krankheiten (zerebrale Lähmung, Parkinson, usw.) beschäftigten. Die Therapieergebnisse waren besser als bei der ursprünglichen Methode und hohe Akzeptanz und Vergnügen wurden festgestellt.

Bei all den Möglichkeiten die „Exergames“ in diesem Bereich bieten, nennen Wiemeyer et al. (2015) auch Probleme die adressiert werden müssen. Ein wichtiger Punkt ist die Entwicklung von Anwendungen, die auf eine bestimmte Zielgruppe zugeschnitten sind. Hier müssen vor allem Alter und Stadium der Krankheit berücksichtigt werden. Zusätzlich sollte es möglich sein, Änderungen im Spiel vornehmen zu können, um das Spiel einfacher bzw. schwerer zu gestalten. Des Weiteren müssen spezielle Modelle entwickelt werden, die die Erhaltung der Gesundheit bzw. die Vorbeugung von Krankheiten behandeln um sicherstellen zu könne, dass zukünftige Anwendungen auf fundiertem theoretischem Wissen basieren (Lieberman, 2001). Außerdem gibt es bisher zu wenige Studien, die die längerfristigen Erfolge von „Edutainment“-Anwendungen belegen. Vor allem wird hier der Verlust der Motivation genannt, der auftreten kann, wenn sich Spieler oder Patienten langfristig mit dem Thema auseinander setzen. Als Lösungsvorschläge werden hier vor allem narrative Elemente genannt, die helfen sollen, Spannung und Neugier über einen längeren Zeitraum hochzuhalten. Die Wirksamkeit dieser Elemente kann vor allem durch die Storyline, Interaktionsmöglichkeiten sowie Spielmechanismen erhöht werden (Tremper, 2015).

### Immersion und Präsenz

#### Immersion

Im Spielekontext wird Immersion als wichtiger Faktor für gute Spiele genannt. Immersion bezieht sich auf den Realismus der Spielwelt, also realitätsnahe Grafiken, sowie Sounds oder physikalische Gegebenheiten (Cheng & Cairns, 2005). Immersion wird auch als „Essenz von Spielen“ (Radford, 2000) beschrieben, die sich durch das Spielen und die Gebundenheit an Regeln entwickelt, jedoch wird hier keine Definition genannt. Immersion in der virtuellen Realität wird von Patrick et al. (2000) als Ausmaß dafür beschrieben, inwieweit die kognitiven und perzeptuellen Systeme des Nutzers getäuscht werden können zu glauben, sich an einem anderen Ort zu befinden.

Brown und Cairns (2004) stellten fest, dass der Begriff Immersion zwar oft verwendet wird, es jedoch keine genaue Definition davon gab und es fraglich war, ob der Begriff auf andere Domänen übertragen werden konnte. Aufgrund dieser Tatsache fand eine Befragung statt, um zu erfahren, wie Immersion von Gamern aufgefasst wird. Der Begriff beschreibt den Grad der Einbindung des Nutzers mit dem Spiel und kann von Hindernissen blockiert werden. Diese können zum einen durch den Nutzer selbst überwunden werden, wie z.B. durch Konzentration. Andere hingegen sind im Spiel selbst verankert, wie der Aufbau eines Spiels. Es gibt drei Stufen der Immersion: *Bindung, Vertiefung* und *totale Immersion* (Abb. 2). Bei jeder Stufe müssen bestimmte Barrieren überwunden werden Die Beseitigung der Barrieren ist jedoch keine Garantie für Immersion, sondern eine Voraussetzung. Barrieren bei der *Bindung* sind *Zugriff* und *Aufwand*. *Zugriff* heißt, dass das Spiel erstens den Geschmack des Nutzers treffen muss (z.B. Genre) und zweitens die Controls des Spiels eine Entwicklung der Expertise erlauben. Die Zeit, in der sich der Spieler mit dem Spiel beschäftigt um es zu beherrschen, ist der *Aufwand.* Die *Vertiefung* lässt den Spieler die äußere Umgebung nicht komplett vergessen, aber weitestehend ausblenden. Vor allem der Spielaufbau (Grafiken, spannende Aufgaben, Handlung, usw.) ist hier der entscheidende Faktor. Bei der *totalen Immersion* beschrieben die Teilnehmer die Abspaltung von der Realität sodass „[…] nur noch das Videospiel von Bedeutung war.“. *Totale Immersion* hängt von *Empathie* und *Atmosphäre* ab. *Empathie* beschreibt inwieweit der Spieler die Situation des Spielcharakters nachempfinden kann, *Atmosphäre* wird durch spielrelevante Game Features erzeugt, wie Sound, Grafik und Handlung. Zusätzlich gibt es noch drei Arten von *Aufmerksamkeit*: visuell, auditiv und mental.

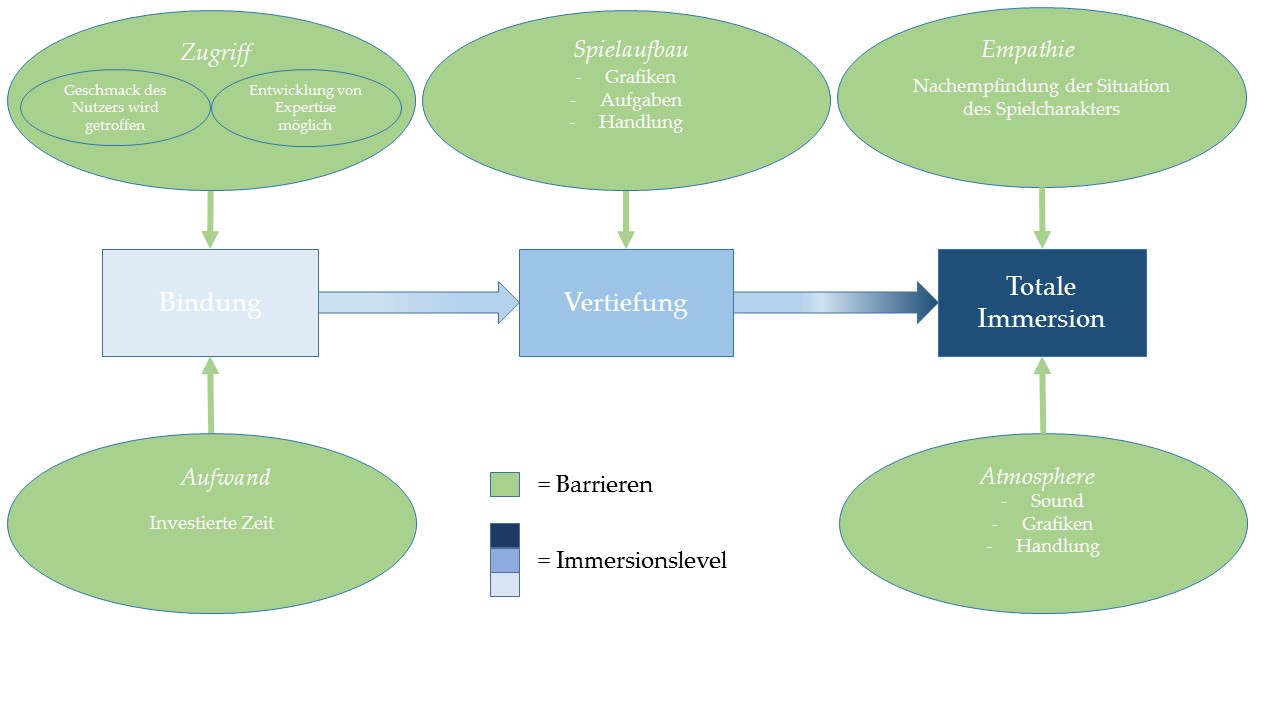


Abbildung 2: Immersionslevel und ihre Barrieren (nach Brown und Cairns, 2004))

Cheng und Cairns (2005) konnten zusätzlich zu den Erkenntnissen von Brown et al. (2004) noch zeigen, dass fehlende bzw. schwache Kohärenz zwischen Spiel und echtem Leben, keine negativen Effekte auf die Immersion hat sobald der Spieler diese erreicht hat. Unstimmigkeiten sind erlaubt, sobald der Spieler bereits ein wenig in das Spiel vertieft ist. Zusätzlich wurde nachgewiesen, dass die Immersion den Blick für schlechte Usability schwächt und den Spieler diese übersehen lässt. Für zukünftige Studien könnten hier Versuche durchgeführt werden, um zu erforschen, welche anderen Barrieren (neben schlechter Usability) noch durch Immersion überwunden werden können.

Jennett (2009) führte eine Studie zum Thema Immersion durch und betrachtete dabei speziell die Komponente „real life dissociation“, also Verlust des Zeitgefühls und der Wahrnehmung der Umgebung sowie mentale Abwesenheit (Jennett, 2008). Die „real life dissociation“ entspricht beiden theoretischen Ansätzen der Immersion, nämlich dem *wahrnehmenden* und dem *psychologischen* Ansatz, die Carr (2006) beschreibt. Ersterer beschreibt Immersion als „[…] Grad dafür inwieweit eine Technologie oder eine Erfahrung die Sinne des Nutzers monopolisiert“. Der psychologische Ansatz hingegen betrachtet mehr die kognitiven als die sensorischen Features eines Spiels bzw. die „mental absorption“ des Spielers in der Spielwelt. Jennetts Studie gab zu erkennen, dass es zwei Möglichkeiten von Ablenkungen gibt: irrelevante und relevante. Zu ersteren zählen z.B. Fernsehgeräusche. Zweitere können zusätzlich noch in *persönlich relevant* (eigener Name wird gerufen) und *spielrelevant* unterteilt werden*.* Außerdem konnte man feststellen, dass irrelevante Störungen von Spielern schlichtweg nicht wahrgenommen werden wohingegen relevante Störungen absichtlich ignoriert werden, wie z.B. die Aufforderung (einer anderen Person) das Spielen zu beenden. Das in dieser Studie verwendete Spiel mit höherer Immersion (bessere Grafik, Sound, Feedback sowie höhere Challenge) ließ die Spieler irrelevante Störungen ganz überhören, im Gegensatz zum Spiel mit niedrigerer Immersion, bei der die Probanden auch solche Störungen wahrnahmen.

McMahan (2003) unterscheidet zwischen *diegetischer* und *nicht-diegetischer* Immersion. Die *diegetische Immersion* wird durch sichtbare Spielelemente bestimmt (Grafik, Sound), die *nicht-diegetische Immersion* durch die Zuwendung des Spielers und andere nicht visuell sichtbare Elemente. Des Weiteren wird Murrays Definition von Immersion verwendet (Murray, 1997):

“A stirring narrative in any medium can be experienced as a virtual reaility because our brains are programmed to tune into stories with an intensity that can obliterate the world around us…The experience of being transported to an elaborately simulated place is pleasurable itself, regardless of the fantasy content. We refer to this experience as immersion. Immersion is a metaphorical term derived from the physical experience of being submerged in water […]”

Entgegen vieler Erwartungen beeinflussen nicht die technologischen Voraussetzungen, wie ein großer Bildschirm oder eine Surround-Sound-Anlage, das Gefühl der Immersion. Auch der Realismus von Bild und Ton spielen eine untergeordnete Rolle. Wichtig für eine immersive Erfahrung sind drei andere Faktoren. Erstens müssen die Erwartungen des Spielers an die Spielumgebung angemessen erfüllt sein. Des Weiteren müssen die Aktionen des Nutzers einen Einfluss auf diese Umgebung haben. Zuletzt sollten die Gegebenheiten der Spielwelt widerspruchsfrei sein, auch wenn diese nicht denen der realen Welt entsprechen.

Csikszentmihalyi (1975) entwickelte in Abgrenzung zur Immersion das „Flow“-Modell und charakterisiert „Flow“ durch die Balance von Herausforderung und Fähigkeiten der Spieler, klare Ziele, explizites Feedback, verschwommenes Zeitgefühl, Verlust der Befangenheit, Gefühle der Freude sowie Kontrolle einer autarken Aktivität. „Flow“ wird als eine Erfahrung beschrieben, „so gratifying that people are willing to do it for its own sake, with little concern for what they will get out of it, even when it is difficult or dangerous” (Csikszentmihalyi, 1990). Weitere Charakteristika sind zudem die Möglichkeit, sich auf die gestellte Aufgabe zu konzentrieren sowie die Frustrationen des Alltags vergessen zu können. Csikszentmihalyis Studien ergaben, dass weltweit Lesen als sehr unterhaltsam angesehen wird. Lesen hat ein Ziel, wie z.B. Wissenserwerb oder Unterhaltung, und der Leser benötigt Wissen über die Regeln von Schrift und Sprache. Er muss die Fähigkeit besitzen mit fiktionellen Charakteren mitzuempfinden, historische sowie kulturelle Kontexte zu erschließen und Wendungen der Handlung vorherzusehen (Csikszentmihalyi, 1990). „Flow“ berücksichtigt im Gegensatz zur Immersion noch mehr die Komponente *Vergnügen* und beschreibt somit eine Erfahrung, die darauf beruht, dass Menschen ihre Aktivität aus freiem Willen und Interesse ausführen und sich voll und ganz in diese hinein versetzen.

Der Begriff Präsenz wird heutzutage oft mit Immersion gleichgesetzt, obwohl es Unterschiede gibt. Steuer (1993) lehnt den Begriff der Präsenz nah daran an, dass der Mensch eine Welt außerhalb der Grenzen seiner sensorischen Wahrnehmung erfassen kann. Gibt es keine weiteren Einflüsse, nimmt der Mensch sein unmittelbares Umfeld wahr. Durch den Einsatz von Technologie ist es jedoch möglich, noch weitere Umgebungen zu vermitteln, sodass der Nutzer letztendlich zwei unterschiedliche Umgebungen wahrnimmt: Zum Einen die physische Umgebung in der er sich körperlich befindet, zum Anderen die Umgebung die ihm durch Technologie vermittelt wird. Die Telepräsenz beschreibt das Ausmaß wie präsent man sich in der vermittelten Welt fühlt. Der heutige Begriff der Präsenz in Spielen leitet sich also von Steuers Begriff der Telepräsenz ab, der ursprünglich die erfolgreiche Vermittlung von Präsenz in „Teleoperation Environments“ beschrieben hat. Ryan (2001) verwendet den Begriff Präsenz als Gefühl in künstlichen Umgebungen. Wie McMahan anmerkt, beschreiben Lombard und Ditton (2000) Präsenz zwar als „künstliches Gefühl“, welches jedoch den Nutzer die vermittelte Realität nicht als solche wahrnehmen lässt. Zusätzlich wird erwähnt, dass Sie Literatur zum Thema Präsenz untersuchten und herausfanden, dass diese von der Kombination aus sechs folgenden unterschiedlichen Faktoren abhängig ist: Qualität der sozialen Interaktion, Realismus der Umgebung, Effekt der Transports (die Empfindung des „Daseins“ in der virtuellen Realität), Grad der Immersion durch das User Interface, die Fähigkeit des Nutzers wesentliche Handlungen vorzunehmen und der soziale Einfluss des Geschehens in besagter Umgebung sowie die Reaktion des Nutzers auf den Computer als intelligente Entität. Die einzelnen Faktoren sind untereinander sehr verschiedenartig, haben aber eines gemeinsam, nämlich das Ziel den Nutzer die Vermittlung einer künstlichen Realität so wenig wie möglich spüren zu lassen.

Held & Durlach (1992) sowie Sheridan (1992) übertrugen Anfang der 90er Jahre Konzepte der Präsenz auf die virtuelle Realität. Dörner (2013) erwähnt drei Teilaspekte, aus denen sich das Präsenzgefühl zusammensetzt. Erstens die Ortsillusion (Slater, 2009), also das Gefühl sich an einem dargestellten Ort zu befinden. Zweitens die Plausibilitätsillusion (Slater, 2009), welche entsteht, wenn der Nutzer die Ereignisse in der virtuellen Umgebung so wahrnimmt, als ob sie wirklich stattfinden würden. Hier steht vor allem die Glaubwürdigkeit der Umgebung im Vordergrund. Als Beispiel wird hier ein „[…]visuell perfekt dargestellter virtueller Mensch“ genannt, mit welchem aber nicht richtig kommuniziert werden kann, was einen Bruch der Plausibilitätsillusion zur Folge haben könnte. Drittens die Involviertheit (Witmer & Singer, 1998), d.h. der Grad der Aufmerksamkeit und wie sehr sich der Nutzer für die simulierte Welt interessiert. Störungen der genannten Illusionen können einen Präsenzbruch (engl. Break in Presence) zur Folge haben.

## Virtual Reality

### Was ist Virtual Reality?

Brill (2009) verweist in seinem Buch „Virtuelle Realität“ auf die verschiedenen Einsatzbereiche von Virtual Reality wie z.B. in der Automobilindustrie oder der Medizin, in denen mit Hilfe von VR-Anwendungen Simulationen oder Visualisierungen durchgeführt werden. In den letzten Jahren haben VR-Applikationen auch Einzug in den Gaming-Bereich gefunden. Im Folgenden werden Anwendungsbeispiele sowie die VR-Technologie an sich näher erläutert. Jedoch soll zunächst der Begriff Virtual Reality näher erläutert werden.

Virtual Reality, virtuelle Realität oder kurz VR wurde 1965 als erstes von Ivan Sutherland (1965) beschrieben. In seinem Artikel beschreibt er einen Raum, in dem es sogar möglich ist Materie zu manipulieren, d.h. ein dargestellter Stuhl könnte tatsächlich als Sitzgelegenheit verwendet werden. Brill (2009) erwähnt zusätzlich die Definition des Brockhaus (2003, KEINE PDF DAZU GEFUNDEN), welcher VR als „…mittels Computer simulierte Wirklichkeit oder künstliche Welt, in die Personen mit Hilfe technischer Geräte sowie umfangreicher Software versetzt und eingebunden werden“ beschreibt. Außerdem werden Synonyme wie „virtuelle Umgebung“ oder „virtual environment“ genannt, welche dem Autor zufolge viel zutreffender sind, da der Begriff Virtual Reality eigentlich ein Oxymoron ist, welcher sich aber im Laufe der Zeit durchgesetzt hat und deshalb weiterhin verwendet wird. Ziel dieser Anwendungen ist es, dem Nutzer das Gefühl zu vermitteln, sich in besagter virtueller Realität zu befinden (siehe Punkt 2.1.3 Immersion und Präsenz). Luciani (2014) nennt mehrere Autoren, die sich mit dem Begriff Virtual Reality befassten und definierten, darunter Lanier, Krueger und Foley. Genannt wurde der Begriff Virtual Reality zwar zuerst von J. Lanier 1988, jedoch beinhalten alle Definitionen dieselbe Aussage: Virtuelle Umgebungen, Realitäten, etc. Computer und deren Simulationen werden benötigt, um digitale Repräsentationen in für den Menschen visuell, akustisch oder mechanisch wahrnehmbare Reize umzuwandeln.

Dörner et al. (Dörner, 2013) beruft sich ebenfalls auf Sutherlands Artikel „The Ultimate Display“ aus dem Jahre 1965. Zusätzlich wird Steve Bryson zitiert, der VR mit der Nutzung von drei-dimensionalen Displays und Geräten zur Interaktion verbindet, welche dem Nutzer erlauben computer-generierte Umgebungen zu erforschen. Dörner charakterisiert VR auch in Abgrenzung zur 3D-Computergrafik (Tab. 1). Hier beruhen die Unterschiede beispielsweise auf drei-dimensionalen Displays zur Darstellung von 3D-Inhalten, das Ansprechen weiterer Sinne wie dem Hör- und Tastsinn sowie dem Einsatz von speziellen Eingabegeräten, die es erlauben, den Nutzer im 3D-Raum zu tracken. Somit ist die Anwendung von Gesten möglich, durch die der Nutzer Gegenstände im virtuellen Raum greifen oder anderweitig mit ihnen interagieren kann. Zusätzlich findet eine blickpunktabhängige Bildgenerierung statt, d.h. sobald der Nutzer seinen Kopf bewegt, passt das System die Umgebung automatisch an die neue Perspektive an. Dörner verweist hier noch einmal auf ein Zitat von Bryson, welches wie folgt lautet: „If I turn my head and nothing happens, it ain’t VR!“

Tabelle 1: Merkmale von VR im Vergleich zu konventioneller Computergrafik (Quelle: Dörner, 2013)

|  |  |
| --- | --- |
| 3D-Computergrafik | Virtuelle Realität |
| Rein visuelle Präsentation | Multimodale Präsentation: visuell, akustisch, haptisch |
| Präsentation nicht notwendigerweise zeitkritisch | Echtzeitdarstellung |
| Betrachterunabhängige Präsentation (exozentrische Perspektive) | Betrachterabhängige Präsentation (egozentrische Perspektive) |
| Statische Szene oder vorberechnete Animation | Echtzeitinteraktion und –simulation |
| 2D-Interaktion (Maus, Tastatur) | 3D-Interaktion (Körperbewegung, Hand-, Kopf- und Körpergestik) + Spracheingabe |
| Nicht-immersive Präsentation | Immersive Präsentation |

VR wird auch als Umgebung oder synthetische Welt beschrieben, in die der Nutzer völlig vertieft ist und mit der er interagieren kann. Diese Umgebung kann sowohl die echte Welt mit ihren physikalischen Gesetzen nachstellen, aber auch deren Grenzen überwinden und Regeln über Raum, Zeit und sonstige Naturgesetze außer Kraft setzen (Milgram & Kishino, 1994). Es gibt jedoch auch Anwendungsfälle, die nicht auf volle Immersion und Synthese ausgelegt sind, sondern wie von Milgram et al. in ein sog. „Virtuality Continuum“ fallen (Abb. 3). Am einen Ende dieser Skala steht das „Real Environment“, also Umgebungen die ausschließlich aus echten Objekten bestehen, beispielsweise Displays oder Szenen der echten Welt. Am anderen Ende findet sich das „Virtual Environment“, wie es z.B. durch eine VR-Brille gesehen werden kann. Dazwischen liegt der Bereich der Augmented Reality (AR), in dem echte und künstlich erzeugte Objekte gleichzeitig angezeigt werden.

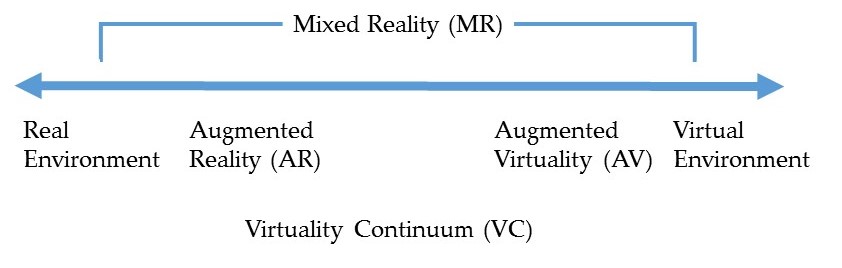


Abbildung 3: virtuality continuum (nach Milgram et al., 1994)

Die Abgrenzung von AR zur VR liegt darin, dass bei AR die echte Welt durch künstlich erzeugte Objekte erweitert wird. Die echte Umgebung wird somit durch virtuelle Computergrafiken augmentiert. Ein bekanntes Beispiel ist die „Pokémon Go“ App für Smartphones (http://pokemongo.nianticlabs.com/de/), bei der die Spieler durch Erkundung der echten Welt auf Pokémon stoßen können, die ihnen auf dem Display ihres Smartphones dann angezeigt werden.

Als Motivation für die Weiterentwicklung von VR nennen Dörner et al. mehrere Aspekte. Zum einen spielt die Natürlichkeit der Interaktion eine große Rolle. Bei einem guten VR-System können Nutzer intuitiv handeln und sich so verhalten, wie sie es in der wirklichen Welt tun würden, ohne die virtuelle Umgebung überhaupt als solche wahrzunehmen. Zudem bietet die virtuelle Realität in vielen Bereichen der Forschung und in der Industrie Möglichkeiten Daten zu veranschaulichen und Arbeitsschritte zu visualisieren. Architekten können durch VR-Applikationen Baupläne dreidimensional darstellen um diese für Kunden ersichtlicher zu machen. Die Autoindustrie kann Prototypen kostengünstiger und realitätsnäher darstellen und angehende Piloten sammeln erste Erfahrungen in Flugsimulatoren. Diese Möglichkeiten beruhen auf der Eigenschaft, dass Menschen willentlich die virtuelle Realität als tatsächliche Realität anerkennen, wobei der vom Philosophen Samuel T. Coleridge 1817 (Coleridge, 1817) geprägte Begriff „willing suspension of disbelief“ (dt.: willentliche Aussetzung der Ungläubigkeit) genannt wird. Er beschreibt, wie Menschen zu verschiedenen zwecken, wie zur Unterhaltung, virtuelle bzw. nicht-existente Dinge als wahr ansehen – z.B. Comic-Figuren oder virtuelle Welten in Romanen.

### Technologie

Brill (2009) nennt zwei ausschlaggebende Bereiche, die zur Entwicklung von VR beigetragen haben: der militärisch-technische Bereich und die Filmtechnik. Das Militär nutzte mechanische Flugsimulatoren, sogenannte „Link-Trainer“, während des ersten Weltkriegs zur Ausbildung von Piloten. Dieser wurde später mit der Verfügbarkeit von Computergrafiken – und Simulationen ersetzt. Aus diesem Bereich entwickelten sich die heutigen Flugsimulationen im Entertainmentbereich. Die University of Pennsylvania entwickelte den „UDOFT“ (Universal Digital Operational Flight Trainer). Zur selben Zeit entstand der „Link Mark I“, ebenfalls ein Echtzeit-Flugsimulator. 1982 erschien der „VCASS“ (Visually Coupled Airborne System) WEITERMACHEN UND FILMTECHNIK

Die ersten VR-Ansätze beschreibt Sutherland 1965 in seinem „The Ultimate Display“ (Dörner, 2013). Sein von ihm entwickelter „Head-Mounted Display“ erlaubte dem Nutzer eine simulierte 3D-Umgeung zu betrachten. Das VIEW-Projekt (Virtual Environment Interface Workstation) der NASA sowie der „DataGlove“ der Firma VPL, gegründet von Thomas Zimmermann und Jason Lapier, einem der Pioniere der VR, folgten. Die Firma Polhemus 3Space entwickelte im Jahr 1989 elektromagnetische Tracker, die es erstmals ermöglichten, Ziele in bestimmter Entfernung zu bestimmen. Es folgten Vertreter projektionsbasierter Darstellung wie der „Powerwall“, der 1992 an der University of Illinois entwickelten CAVE (Cave Automatic Virtual Envirnoment) oder die „Responsive Workbench“ (1993 von GMD entwickelt). 1993 stand mit dem „PHANTom“ das erste Gerät mit Kraftrückkopplung zur Verfügung. Sega forschte Anfang der 90er Jahre an einem Add-On für die *Sega Mega Drive,* der sogenannten *Sega VR*. Dieses HMD war mit LCD-Screens und Stereokopfhörern ausgestattet und konnte als erstes System durch Sensoren die Bewegungen des Nutzers mit einer Rate von 100Hz tracken und darauf reagieren (n.a., 2017, 03.11.2017)). Das Projekt wurde jedoch 1994/95 eingestellt. Grund hierfür waren die hohen Kosten für die Ausrüstung zum Rendering einer 3D-Szenerie sowie das bis dato noch unerforschte Gebiet möglicher Interaktionstechniken mit der virtuellen Welt. Auch heutzutage sind die Kosten für HMDs immens hoch und somit für den privaten Gebrauch eher nicht geeignet. Der Bereich der Interaktionstechniken- und technologien wird heute von vielen Forschern untersucht um bestmögliche Lösungen zur Interaktionsgestaltung im 3D-Raum zu finden (siehe 2.2.5).



Abbildung 4: Sega VR (<http://segaretro.org/images/4/43/Segavr_physical01.jpg>)

All diese Entwicklungen waren Vorreiter für aktuelle VR-Systeme. Head-Mounted Displays können in der heutigen Zeit größere Auflösungen darstellen – im Vergleich dazu stehen die 2016 erschienene HTC Vive mit einer Auflösung von 2160 x 1200 Pixel (QUELLE <https://www.vive.com/de/product/>) und die HRX-Version des „EyePhone“ von VPL, einer Fortführung des HMD von Sutherland, mit einer Auflösung von 720 x 480 Pixel. Die vorher erwähnten elektromagnetischen Tracker wurden durch Infrarot-Stationen ersetzt, welche die in der VR-Brille verbauten Sensoren orten und somit die Bewegungen des Nutzers in die virtuelle Welt übertragen können. Zusätzlich werden inzwischen Controller verwendet. Diese werden ebenfalls getracked und dienen zugleich als Ein-und Ausgabegeräte. Durch sie kann der Nutzer Gegenstände in der virtuellen Umgebung greifen und gleichzeitig haptisches Feedback bekommen. Abb. 2 zeigt die HTC Vive inklusive Tracker und Controller.



Abbildung 5: HTC Vive inkl. Tracker und Controller (Quelle: <https://www.vive.com/media/filer_public/b1/5f/b15f1847-5e1a-4b35-8afe-dca0aa08f35a/vive-pdp-ce-ksp-family-2.png>)

Abb. 3 zeigt einen Überblick über die Teilsysteme eines VR-Systems. Sie beschreibt die einzelnen Schritte von der Eingabe und Erfassung der Daten bis hin zu der computergenerierten Ausgabe.

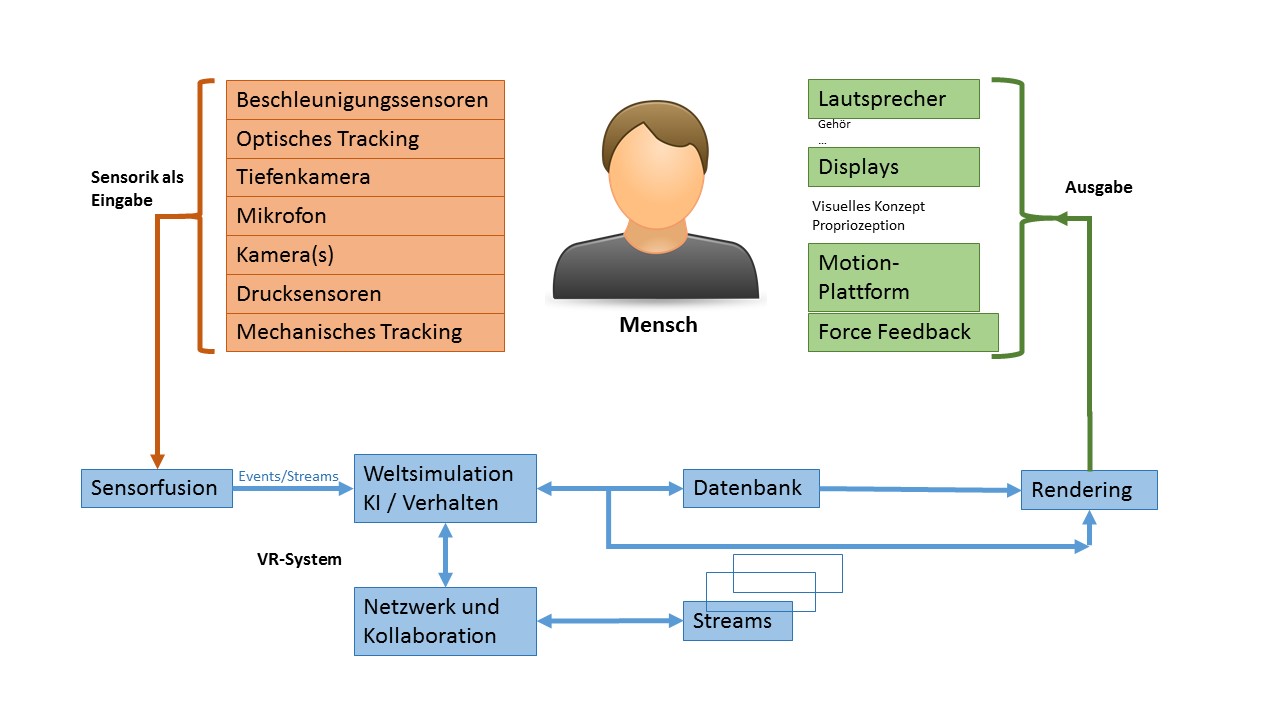


Abbildung 6: Teilsysteme eines VR-Systems (nach Dörner et al., 2013)

Zusätzlich hat man bei der HTC Vive die Möglichkeit, reale physische Objekte mittels der eingebauten Kamera an der Vorderseite der Brille in die virtuelle Umgebung einfließen zu lassen. Sie bietet ein Sichtfeld von 110 Grad und enthält 32 Bewegungssensoren die eine 360 Grad – Verfolgung der Bewegungen zulassen. Die Bewegungsverfolgung erfolgt über die bereits erwähnten Tracker oder Basisstationen, die sich in einem Raum gegenüberstehen. Die hier erfassten Daten werden anschließend an einen PC übermittelt, der dadurch die Position des Nutzers im Raum berechnen und diese auf die VR-Brille übertragen kann.

Fehlender Inhalt: Charakteristika von VR, Abgrenzung von Mixed Reality und Augmented Reality

(Milgram & Kishino, 1994; Rekimoto & Nagao, 1995; Slater, 2003)Milgram, P., & Kishino, F. (1994). Taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, *E77*–*D*(12), 1321–1329. https://doi.org/10.1.1.102.4646

Rekimoto, J., & Nagao, K. (1995). The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments. *Proc 8th Ann ACM Symp User Interface and Software Technology UIST ACM Press*, *pages*, 29–36. https://doi.org/10.1145/215585.215639

Slater, M. (2003). A Note on Presence Terminology. *Emotion*, *3*, 1–5.

### Anwendungsfälle

Neben den genannten Beispielen in Punkt 2.2.1 gibt es große Anzahl weiterer Anwendungsmöglichkeiten von Virtual Reality als Unterstützung und zur Visualisierung von Daten und Objekten. Wie Döner (2013) darstellt, können Ingenieure und Designer in der Automobilindustrie in der virtuellen Welt gemeinsam an Karosserien arbeiten, die ästhetisch ansprechend und zugleich aerodynamisch geformt sind. Mit anderen Simulationen können die Nutzer bzw. Spieler an andere Orte gebracht werden. So können bei Stadtführungen die Besucher in das historische Regensburg zurückversetzt werden und Museen können die Geschichte greifbar machen. Auch im Bereich Marketing können Kunden durch VR das Produkt besser kennenlernen. Wie der Punkt *Serious Games (2.1.1.2)* bereits anspricht, können VR-Applikationen auch dazu genutzt werden, um Lerninhalte zu vermitteln. Dies gilt nicht nur für Schüler, sondern auch für Ärzte und Pflegepersonal, die dadurch gefahrlos den Umgang mit Patienten oder Operationen üben können. Bei der Behandlung von Phobien gibt es den Vorteil, dass die angstauslösende Situation vollständig kontrolliert und somit jederzeit verändert werden kann sobald der Proband positiv oder negativ darauf reagiert. Schüler könnten durch VR-Anwendungen dazu motiviert werden, den Unterricht aufmerksamer zu verfolgen und Lerninhalte schneller aufzunehmen. In Zukunft könnte VR in fast jeden Bereich des alltäglichen Lebens Einzug finden, jedoch muss die Technologie bis dahin noch handlicher und portabler werden. Im Folgenden sollen Anwendungsfälle von VR-Anwendungen dargestellt werden.

Eckhardt, Huttner und Robra-Bissantz (2015) erstellen in ihrem Beitrag ein Konzept zur spielerischen Vermittlung von Lerninhalten für Studenten. Sie stellen eine virtuelle Umgebung vor, in der den Studierenden mit Hilfe der Google Cardboard (Coz, Plagemann und Smus, 2015) Vorlesungsinhalte präsentiert werden und diese die Möglichkeit haben ihre Lernzeiten individuell einzuteilen. Die Nutzer befinden sich hierzu in mehreren virtuellen Räumen, in denen sich Inhalte aus der Vorlesung, z.B. in der Form eines eBooks, befinden. Der Aspekt der Gamification, also der spielerischen Auseinandersetzung mit nicht-spielerischen Themen (Detderding, Khaled, Nacke und Dixon, 2011), wird hier verwendet um die Motivation der Nutzer aufrecht zu erhalten.

LEHRE

Hoffman und Vu (1997) nutzten bereits 1997 Virtual Reality um biologische Konzepte und Wissen über Zellen zu vermitteln.

INDUSTRIE

MEDIZIN

Virtual Reality kann, wie bereits angesprochen, als Hilfe für Ärzte und Pflegepersonal dienen. Doch auch die Patienten selbst können davon profitieren. Gershon, Zimand, Lemos, Rothbaum und Hodges (2003) führten eine Studie durch, in der untersucht wurde, wie verschiedene Arten der Ablenkung Einfluss auf das Schmerzempfinden und die Angst von Krebspatienten während einer schmerzhaften Behandlung haben. Hierfür wurden die Bedingungen „Ablenkung durch VR“, „Ablenkung durch einen Computerbildschirm“ und „keine Ablenkung“ gegenüber gestellt. Während der Behandlung wurden das Verhalten und Äußerungen bzgl. Schmerz und Angst sowie der Puls des Patienten beobachtet. Die Ergebnisse (ruhigerer Puls und geringeres Schmerzempfinde bei VR-Ablenkung) lassen auf einen positiven Effekt der „Ablenkung durch VR“ schließen. Jedoch müssen hierzu noch weitere Studien mit größeren Versuchsreihen durchgeführt werden.

Virtual Reality wird auch im psychologischen Bereich verwendet, beispielsweise bei der Behandlung von Phobien (Carlin, Hoffman & Weghorst, 1997). Bei Spinnenphobien werden Patienten anfangs wie üblich mit Bildern von Spinnen konfrontiert. Später kommen z.B. Plastikspinnen oder Halloween-Spinnendekoration hinzu. Carlin et al. verwendeten anschließend ein HMD sowie einen 6D-Sensor der an einem Fahrradhandschuh befestigt war, um die Position der virtuellen Hand zu steuern. Ein zweiter Sensor wurde zur Positionierung der Spinne verwendet. Die virtuellen Spinnen wurden in Schränken und in ihren Netzen platziert, konnten hin und her springen und verhielten sich allgemein eher unvorhersehbar. Die Probandin musste mit der Spinne interagieren, d.h. sie oder ihr Netz aufheben bzw. entfernen. Nach dreimonatiger Behandlung konnte ein Rückgang der Angst festgestellt werden. Nach weiteren zwei Monaten konnte die VR-Spinne bei der Probandin keine Angst mehr auslösen. Eine weitere Studie (Sierra, Haynes, Eysenck, Buela-Casal, Castro, Roca Sánchez & Marco, 2014) befasst sich mit der Behandlung von Platzangst durch VR. Es wurden verschiedene Behandlungsarten verglichen, wobei festgestellt wurde, dass die VR-Therapie die geringste Abbruchquote aufwies (von 30 Probanden haben noch 14 die Studie beendet). Auch im Gegensatz zur Gruppe, die nur mit Medikamenten behandelt wurde, konnten bessere Ergebnisse in Bezug auf Angstzustände erzielt werden. Zusammen mit der Einnahme von Medikamenten konnte die Wirksamkeit der Therapie gesteigert werden.

GAMING

In „An Ant’s Life“ (Leo, Tsai, Yoon und Liu, 2015) muss der Spieler als Ameise den Weg zurück zum heimischen Ameisenhügel meistern. Die Ameise befindet sich auf einem Blatt, welches als kleines Boot dient, da gerade Regen herrscht. Als VR-Brille wurde die Oculus Rift verwendet, womit das Gefühl des „klein seins“ noch verstärkt werden konnte. Zur Steuerung wurde der Playstation Move Controller verwendet, um die Bedienung so intuitiv wie möglich zu gestalten. Zudem wurde der Spieler in der realen Welt auf ein großes, künstliches Blatt gestellt und der Controller an einem Stamm montiert, welcher dem Stamm des Blattes im Spiel glich (Abb. 4). Dies diente zusätzlich noch der Immersion.

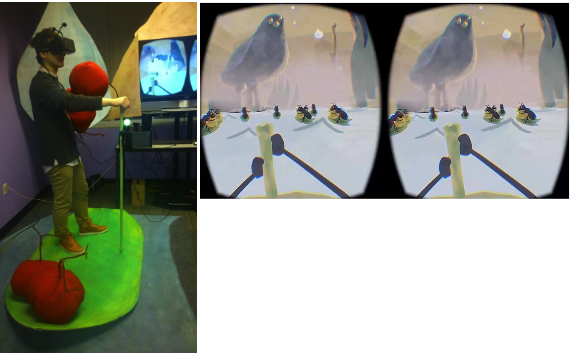


Abbildung 7: „An Ant’s Life“ (Leo et al., 2015)

„Injustice“ (Cho, Won, Kothari, Fawaz, Ding und Cheng, 2016) behandelt das Thema Rassendiskriminierung. Der Spieler befindet sich in einem VR-Szenario, in dem er Zeuge von Diskriminierung wird. Er muss dabei moralische Entscheidungen treffen und durch Blick- und Sprachsteuerung mit den Charakteren interagieren. Das Szenario wurde im Vorhinein mit 10 Go Pro Kameras aufgenommen und anschließend mit Hilfe spezieller Software zu einem Panorama-Video zusammengefügt. Je nach Entscheidung des Spielers wurde dann ein neuer Abschnitt des Videos geladen. Somit war es den Entwicklern möglich dem Spieler eine VR-Umgebung zu bieten die sehr nahe an der echten Welt liegt.

„CarVR“ (Hock, Benedikter, Gugenheimer und Rukzio, 2017) entwickelten ein VR-Spiel, welches während einer Autofahrt gespielt werden kann bzw. soll. Die Bewegungen des Fahrzeugs werden auf die virtuelle Umgebung im Spiel übertragen und fördern somit nicht nur den Spielspaß und die Immersion, sondern wirken zugleich der „simulator sickness“ (QUELLE) entgegen, da die Bewegungen im echten Leben auf die des Spiels zutreffen. Es konnte festgestellt werden, dass die Spieler beim Spielen mehr Spaß als in einem stehenden Fahrzeug hatten. Durch Forschung in diesem Bereich könnte es möglich sein, das Problem der simulator sickness zu lösen und somit VR als attraktive Möglichkeit zur Überbrückung der Reisezeit zu etablieren.

### Virtual Reality und Exertion Games

Wie bereits in Punkt *2.1.1.1 „Exertion Games“* beschrieben, zeichnen sich „Exertion Games“ dadurch aus, dass die Spieler körperliche Bewegungen bzw. Übungen ausführen müssen (welche mit einem gewissen Grad an Anstrengung verbunden sind), um das Ziel des Spiels zu erreichen. Diese Bewegungen und Anstrengungen können mit klassischen Spielekonsolen wie der Nintendo Wii oder der Xbox mit Kinect oder aber auch mit Smartphones verfolgt und in das Spiel übertragen werden. Mit dem Fortschritt der Head-Mounted Displays eröffnen sich den Entwicklern und Nutzern neue Möglichkeiten, den Spieler noch weiter in das Spielgeschehen miteinzubeziehen. VR-Brillen können im Raum getrackt werden, wodurch auch die Position des Spielers in der virtuellen Welt darauf angepasst werden kann. Neben dem HMD gibt es bereits neue Eingabemöglichkeiten, die für eine immersivere Erfahrung sorgen und klassische Controller ablösen sollen. Beispiele sind sog. „Exer Cycles“ (Shaw, Wunsche, Lutteroth, Marks, Buckley & Corballis, 2015; Bolton, Lambert Lirette & Unsworth, 2014) oder aber auch Nachbildungen von den im Spiel verwendeten Waffen (Yasumoto, 2015).

Yoo, Ackad, Heywood und Kay (2017) verwendeten in ihrer Studie Virtual Reality Exertion Games und untersuchten den Unterschied zwischen tatsächlicher und wahrgenommener Anstrengung. Erstere ist die physische Anstrengung des Körpers, welche durch die Messung des Herzschlags bestimmt werden kann. Die wahrgenommene Anstrengung hingegen ist die subjektive Einschätzung des Nutzers wie belastend eine Übung bzw. das Spiel für diese Person ist. Diese wird mit Hilfe des *Borg Rating of Perceived Exertion (RPE)* (Borg, 1998) ermittelt. Es wurden vier Spiele, die jeweils verschiedene Bewegungen mit Armen oder Füßen erforderten, aus dem Steam Shop ausgewählt, und mit der HTC Vive gespielt. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass die Belastung bei „Exer Games“ der einer sportlichen Aktivität gleicht und diese Spiele von den Nutzern auch als sportliche Betätigung angesehen werden. Bei hoher Vereinnahmung des Spielers sinkt sogar die wahrgenommene Anstrengung, wobei die tatsächliche physische Anstrengung der beim Sport gleicht. Die Autoren sprechen sich noch für eine Etablierung eines Ratings aus, welches die Bewegungen in einem VR-Spiel bewertet. Auf Basis dieser Ergebnisse entwickelten Yoo, Parker und Kay (2017) ein VR-Spiel. Das Design soll sich an die Vorgaben halten, die aus der vorherigen Studie abgeleitet wurden:

1. Das Spiel soll so designed sein, dass es nicht als Übung wahrgenommen wird. Es soll den Spieler beschäftigen, ihm Spaß machen und das Gameplay soll aus einer Mischung aus verschiedenen Bewegungen bestehen.
2. Wichtige Spielinformationen (Herzschlagrate, Anzahl an Leben) sollten in einem HUD (Heads Up Display) dargestellt werden. Das Design muss aber so gewählt werden, dass es nicht vom eigentlichen Spiel ablenkt.
3. Um die Überanstrengung des Spielers zu vermeiden, sollten dessen Ziele, Fitnesslevel und Fähigkeiten in Betracht gezogen werden.

Das Ziel des Spiels ist die höchstmögliche Anzahl an Runden zu überleben. Dabei wird er von Schneemännern angegriffen, die ihm bei Berührung ein Leben abziehen. Durch das Werfen von Schneebällen kann der Spieler die Gegner zerstören. Schneebälle können durch Bücken und Greifen aufgehoben und mit einer Wurfgeste geworfen werden. Um den Geschossen der Gegner auszuweichen muss der sich der Spieler in der Spielfläche bewegen. Dies stellt eine Mischung aus verschiedenen Bewegungen sicher. Der Schwierigkeitsgrad des Spiels (Geschwindigkeit der Gegner) berechnet sich durch das Fitnesslevel und die Performance des Spielers. Eine geplante langfristige Studie, die vor allem die Überwachung der Werte des Spielers zur Vermeidung von Überanstrengung in den Mittelpunkt stellt, soll Aufschluss über den Erfolg dieses Konzepts geben.



Abbildung 8: Ausschnitt aus dem Spiel „snowballz“ (Yoo et al., 2017)

Um festzustellen, ob Spieler durch VR Exertion Games dazu motiviert werden können diese für regelmäßige sportliche Aktivität zu nutzen entwickelten Tang, Leung, Ng, Hui, Kong und Pang (2016) ein VR-Spiel das sich die Muskelaktivität des Spielers zu Nutzen machte. Hierfür verwendeten sie ein VR Headset, die Kinect sowie günstige Sensoren zur Messung der Muskelaktivität. Bei Letzterem handelt es sich um einen MyoWare-Sensor (QUELLE), welcher am Arm des Spielers festgemacht wurde. Durch ihn wurde die aufgewandte Muskelkraft gemessen und an den Computer weitergeleitet. Das Ziel des Spiels bestand darin, so viele Monster wie möglich durch Tritte oder Faustschläge außer Gefecht zu setzen. Je fester der Schlag durchgeführt wurde, desto mehr Punkte konnten erzielt werden und Special Effects erschienen. Zusätzlich konnten Kombos freigeschaltet werden, die es erlaubten mehrere Monster gleichzeitig zu treffen. Die Studie zeigte, dass die Spieler Gefallen daran fanden, sich durch das Spiel sportlich zu betätigen und dies auch wieder tun würden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass „Exertion Games“ in VR tatsächlich eine Alternative zu traditionellen sportlichen Aktivitäten bieten können. Der Schwierigkeitsgrad kann von den Entwicklern angepasst werden um den Grad der Anstrengung zu bestimmen. Zusätzlich kann das spielerische Element dazu beitragen, dass der Spieler die aufgebrachte Anstrengung weniger wahr nimmt und somit länger Zeit damit verbringt, sich körperlich zu betätigen, als er es vielleicht beim normalen Sport tun würde. Diese Tatsache kann eventuell dazu genutzt werden, um Menschen näher an sportliche Betätigungen heranzuführen oder um die Motivation dafür längerfristig hoch zu halten.

--- ENDE KORREKTUR 0.1 MD---

### Interaktionsdesign für Virtual Reality

Der Kern der Mensch-Computer-Interaktion (MCI) ist gute Usability (DEF. BZW. QUELLE??). Das Ziel ist es, unter Berücksichtigung von Erkenntnissen aus der Informatik, Psychologie, Kognitionswissenschaften, etc. Schnittstellen einfach zu gestalten. Dörner, Geiger, Oppermann und Paelke (2013) nennen die vier Hauptinteraktionen des Nutzers mit dem System: Selektion, Manipulation, Navigation und die Systemsteuerung. Die klassischen Benutzerschnittstellen nach dem WIMP-Prinzip sind für VR weitestgehend nicht geeignet wodurch der Bedarf an neuen Designs entsteht. Bei VR-Interaktionstechniken kann zwischen *natürlich* und *magisch* unterschieden werden. *Natürlich* bedeutet, dass der Nutzer im virtuellen Raum nur Sachen greifen kann, die sich in seiner Nähe befinden, währenddessen die *magische 3D-Interaktion* die Manipulation von weit entfernten Gegenständen (z.B. durch Verlängerung der Arme) erlauben würde. Durch die notwendige Nutzung technischer Hilfsmittel ist die Interaktion mit virtuellen Objekten anders als die mit realen Objekten. Kann der Nutzer mit Eingabegeräten mit einer graphischen Repräsentation eines Objekts interagieren und bekommt sofortiges Feedback, so spricht man von *direkter Manipulation* (Shneiderman & Plaisant, 2009). Im Folgenden werden die oben genannten Interaktionsformen genauer beschrieben, wobei sich ebenfalls auf Dörner et al. (2013) berufen wird.

Selektion

„Selektion bedeutet, dass der Nutzer einen Punkt, eine Fläche oder ein Volumen in der Virtuellen Welt bestimmt (z.B. um dort ein Objekt einzufügen) oder eine für ihn semantische bedeutsame Teilmenge dieser Welt auswählt (z.B. ein bestimmtes virtuelles Objekt oder Teilobjekt, um es zu bewegen)“ (Dörner et al., 2013). Man unterscheidet zwischen *direkten* und *indirekten Zeigegeräten*. Der *Fokus* beschreibt die Aufmerksamkeit des Nutzers auf einen bestimmten Teilbereich des Gesamtraums, wohingegen der *Nimbus* die Aktivitäten zur Interaktion, die in einem anderen Teilbereich stattfinden, definiert (Benford & Fahlén, 1993). Bei direkten Zeigegeräten, wie z.B. einem Zeigestab mit dem Cursor an der Spitze, werden absolute Koordinaten zur Manipulation verwendet, was eine leichte Bedienung aber auch eine schnellere Ermüdung des Nutzers und Ungenauigkeit zur Folge hat. Hier stimmen Fokus und Nimbus überein. Bei indirekten Zeigegeräten wird die Veränderung der Position durch Richtungsvektoren beschrieben, d.h. die neue Position wird relativ zur vorherigen Position ermittelt. Hier kann es vorkommen, dass Fokus und Nimbus nicht übereinstimmen. Ein Beispiel hierfür ist die Verwendung der Maus. Stößt diese auf ein Hindernis in der realen Welt, so richtet sich die Aufmerksamkeit des Nutzers auf das Interaktionsgerät, was vermieden werden sollte. Zusätzlich lassen sich noch nahe (dt. local) und entfernte (dt. remote) Interaktionstechniken unterscheiden. Fitts Gesetz wird hauptsächlich im 2D-Bereich verwendet, um zu bestimmen, wie lange ein Nutzer für die Selektion eines bestimmten Objekts benötigt. Hierbei werden Größe und Entfernung des Objekts vom Cursor miteinbezogen (Fitts, 1992). Dies kann auch im 3D-Kontext verwendet werden um Aussagen über die Dauer der Selektion eines weiter entfernten Ziels im virtuellen Raum zu treffen. Bei dreidimensionalen Räumen sind grundsätzlich sechs Freiheitsgrade für die Positionierung entlang der x-, y- und z-Achsen sowie für die Rotation um diese Achsen erforderlich. Bei vielen Anwendungsfällen sind jedoch nicht alle Freiheitsgrade notwendig.

Das Midas Touch Problem (Jacob, 1990) beschreibt den Umstand, dass bei der Selektion mit den Augen, die weit blicken und schnell fokussieren könne, nicht nur das gewünschte Objekte, sondern auch alle anderen Objekte auf dem Blickpfad selektiert werden. Somit könnte der Nutzer nirgendwo mehr hinblicken, ohne unbeabsichtigt automatisch Objekte zu selektieren, was für den Nutzer sehr unkomfortabel sein würde. Zu diesem Zweck, wurden fünf Fragen entwickelt, die sich an Gestalter interaktiver Systeme richten (Belotti, Back, Edwards, Grinter, Henderson & Lopes, 2002):

1. Wenn ich das System anspreche, wie weiß das System, dass ich es anspreche?
2. Wenn ich das System anspreche, wie weiß ich, dass es mir zuhört?
3. Wenn ich ein Kommando gebe, woher weiß das System, worauf es sich bezieht?
4. Wie weiß ich, dass das System mich versteht und die von mir gewollte Aktion ausführt?
5. Wie kann ich einen Fehler korrigieren?

Verschiedene Ansätze wie z.B. das *Ray-Casting*, bei dem Objekte anhand eines vom Cursor ausgehenden Strahls selektiert werden, oder die *Go-Go-Technik* die eine Verlängerung des virtuellen Arms ermöglicht, versuchen die Interaktion des Nutzers mit dem System zu vereinfachen.

Manipulation

Dörner et al. (2013) definieren die Manipulation von Objekten als „interaktive Änderung von den das Objekt charakterisierenden Objektparametern, wie z.B. dessen Ort, dessen Orientierung im Raum, dessen Größe, dessen Form, dessen Gewicht, dessen Geschwindigkeit oder dessen Erscheinung (engl. Appearance) bestimmt durch Objektparameter wie Farbe oder Textur“. Wie auch bei der Selektion, ist es bei der Manipulation möglich, nicht nur realistische sondern auch magische Techniken anzuwenden. Bei Trainingssimulationen ist es eher wünschenswert, dass der Nutzer realitätsnahe Interaktionstechniken verwenden muss. Im Entertainmentbereich können jedoch auch beispielsweise Objekte manipulierbar sein, die eigentlich außerhalb der Reichweite des Nutzers liegen würden. Dieser Punkt bietet die Möglichkeit, den wichtigen Teil der Interaktion, z.B. die Verschiebung eines Objekts, hervorzuheben, ohne dass der Nutzer sich zuerst in greifbare Nähe des Objekts bewegen muss.

Die *egozentrische Manipulation* ist der Nutzer selbst Teil der virtuellen Welt und sieht alles aus der Ich-Perspektive und ist somit sehr präsent in der Virtuellen Realität. Bei der *exozentrischen Manipulation* befindet sich der Nutzer außerhalb der virtuellen Umgebung und nimmt diese von außen wahr. Diese Perspektive kann hilfreich sein, wenn der Umgang mit komplexen räumlichen Inhalten priorisiert werden soll. Ein Beispiel hierfür sind *World-In-Miniature (WIM) Techniken* (Abb. 6)*.*

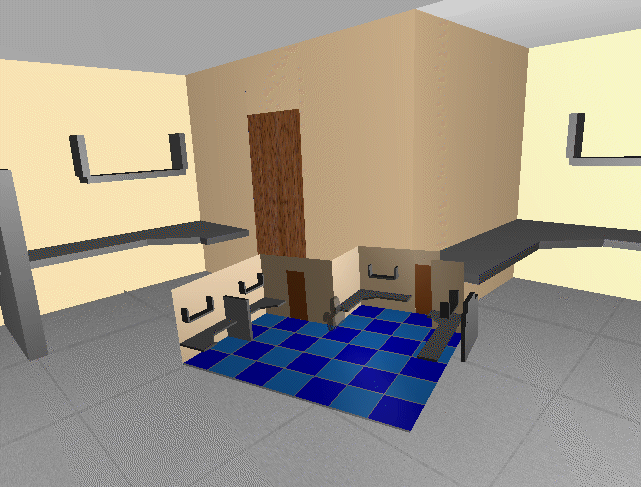


Abbildung 9: Ausschnitt einer World-In-Miniature Ansicht (Stoakley, Conway & Pausch, 1995)

Navigation

In der realen Welt definiert Dörner die Navigation als „das Zurechtfinden in einem Raum durch die Ermittlung der Position und Berechnung einer Route, um einen gewünschten Ort zu erreichen sowie die notwendigen Aktivitäten, das gewählte Ziel zu erreichen“. In der MCI und vor allem in der VR ist die Navigation insofern wichtig, da sie sich auf das Immersionsgefühl des Nutzers auswirkt. Hierbei unterscheidet man zwischen der *Wegfindung* und der *Bewegungskontrolle*. Die Wegfindung betrachtet die „Analyse, Planung und Entscheidung über Wege in der virtuellen Welt“ wohingegen die Bewegungskontrolle die „grundlegenden Aktionen, die benötigt werden, damit Position und Orientierung des virtuellen Kameraausschnitts passend verändert werden“ betrachtet. Mit Hilfe der Wegfindung sollen Nutzer imstande sein eine kognitive Karte der virtuellen Welt zu erzeugen. Das entstandene räumliche Wissen wird in drei Arten unterteilt. Das *Landmarkenwissen* ist das Wissen über besondere, hervorstehende Punkte im Raum, sog. Landmarken, welche sich oft durch ihr Äußeres (Größe, Form, Struktur) von der Umgebung absetzen. Das *Routenwissen*, oder auch *prozedurales Wissen*, ist das Wissen über notwendige Aktionen zur Verfolgung einer Route. Dieses Wissen kann in der virtuellen Welt durch Hilfsmittel wie einem Kompass, Schildern oder Wegmarkierungen unterstütz werden. Das *Übersichtswissen* über die topologischen Eigenschaften der Umgebung ist das umfangreichste und am schwersten zu erbwerbende der drei Typen von Wissen.

Die Möglichkeit sich im Raum bewegen zu können ist ein elementarer Bestandteil für VR-Applikationen. Ohne sie ist der Nutzer an einen Ort gebunden und kann kaum mit der Umgebung interagieren. Dörner et al. Die Bewegungskontrolle kann in drei Aufgaben unterteilt werden (Bowman, Kruijff, LaViola & Poupyrev, 2004):

1. Exploration: Nutzer ohne konkretes Ziel, untersucht die Virtuelle Umgebung, tritt meist zu Beginn der Nutzung auf
2. Suche: Ziel, einen bestimmten Ort zu erreichen. Ohne zusätzliche Informationen sog. „Naive Suche“, ansonsten „Vorbereitete Suche“
3. Manövrieren: Ermittlung einer exakten Position in der Nähe des Nutzers

Als Steuerungstechnik zur Bewegungskontrolle kann die *blickgerichtete Steuerung* verwendet werden. Der Nutzer rotiert in der Egoperspektive den Avatar in die gewünschte Richtung und bewegt sich anschließend auch in diese. Eine weitere Möglichkeit ist das *Walking* (dt. Laufen), also die Realisierung des Laufens in der realen Welt in die virtuelle Welt. Diese Art benötigt jedoch einen großen Raum um sich bewegen zu können. Dieses Problem wird durch das „*Walking in Place“* behoben, bei dem der Spieler auf der Stelle tritt und ein Tracking-System die Bewegungen verfolgt. Das Walking ist die natürlichste Form der Bewegung in VR und bietet dem Körper bzw. Spieler das natürlichste Feedback in Sachen Propriozeption und Gleichgewichtssinn.

Systemsteuerung

Die Systemsteuerung wird benötigt, um Änderungen am VR-System vorzunehmen. Hierzu zählen beispielsweise das Wechseln eines Levels, Lautstärkeregelung, Grafikeinstellungen usw. Bei klassischen Schnittstellen werden weitestgehend Menüs, Buttons und Toolbars benutzt. Jedoch lassen sich die 2D-Darstellungen schlecht auf den virtuellen Raum übertragen. Viele Systeme verwenden dennoch Lösungen aus dem 2D-Bereich, indem sie z.B. einen Button im VR-Raum schweben lassen der mit Hilfe eines Eingabegeräts betätigt werden kann. Im Bereich Computerspiele finden sich interessante Ansätze für die Systemkontrolle. Zu den fünf Konzepten hierfür zählen Menüs, 3D-Widgets, Tangibles, Sprachkommandos und Gesten. *Menüs* können fest in der Virtuellen Umgebung verankert oder an ein Objekt gebunden sein (*Kontextmenü*). Des Weiteren kann deren Darstellung 1-, 2- oder 3-dimensional sein. *3D-Widgets* sind 3D-Objekte, die vom Nutzer manipuliert werden können und somit Veränderungen am System ermöglichen. *Tangibles* sind reale Objekte, durch deren Benutzung der Spieler Änderungen am System vornehmen kann (vgl. Punkt 2.3.3). Bei der Sprach- und Gestenerkennung bieten sich jeweils die Vorteile, dass kein Bereich der Szene durch Interaktionsobjekte überdeckt wird. Nachteile sind jedoch, dass der Nutzer Gesten und Kommandos erlernen muss, da keine graphische Repräsentation vorliegt und diese Art von Interaktion mit der Zeit ermüdend ist.

Design von VR-Interaktionen

Eine Besonderheit im Bereich Virtual Reality im Vergleich zu Desktop- oder Webanwendungen ist die nicht-standardisierte Hardware für VR. Es konnte sich im Laufe der Zeit keine Interaktions-Hardware dauerhaft etablieren um einen Standard zu setzen. Daher bedarf es bereits beim Entwurf der Anwendung einer Gleichsetzung von Hardware- und Softwareentwicklung, d.h. das im Entwicklungsprozess muss die Auswahl geeigneter Hardware miteinbezogen werden muss. Im Gegensatz zum Desktop- und Webbereich stehen Entwicklern von VR-Applikationen keine etablierten Baukästen zur Verfügung, welche Interaktions- oder Präsentationselemente beinhalten. Grundlegende Techniken zur Interaktion müssen oft komplett neu implementiert werden. Auch sind Prototyping-Tools im VR-Bereich wenig verbreitet und bieten den Entwicklern kaum Hilfe bei der Evaluation und beim Testen der Interaktionstechniken. Bowman und Hodges (1999) sowie Card, Mackinlay und Robertson (1990) entwickelten hierfür spezielle Ansätze zur Systematisierung der Entwicklung von VR-Interaktionen. Bowman et al. zerlegen hierbei größere Aufgaben in kleine, immer wiederkehrende Teilaufgaben, wie beispielsweise Selektion und Manipulation von Objekten.

Die nutzerorientierte Entwicklung mit einer iterativen Vorgehensweise hat sich im Laufe der Zeit etabliert und konnte sich auch in ISO Standards festigen (vgl. Abb. 7 ISO 9241-210). Der unten aufgeführte Standard hat vier Entwurfsaktivitäten: *Analyse des Nutzungskontexts; Spezifikation von Anforderungen; Konzeption, Entwurf und Implementierung* sowie *Evaluation.* WEITER DARAUF EINGEHEN?? (DÖRNER S.182)

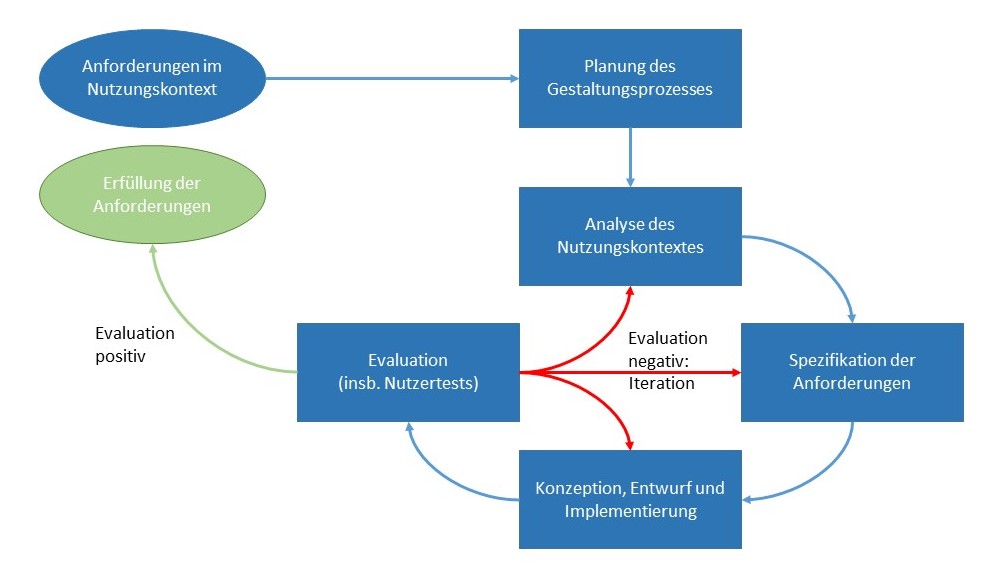


Abbildung 10: Iterativer Entwicklungsprozess nach ISO 9241-210 (nach Dörner et al., 2013, S. 181)

Analyse des Nutzungskontexts

Diese Aktivität beschreibt die Dokumentation des Nutzungskontexts durch Interviews, Feldstudien und allgemeine Nutzerbefragungen und ist die Grundlage für die Entwicklung. Durch die Integration neuer Interaktionstechniken auf Basis zusätzlicher Sensoren können sich hier wichtige Änderungen im Verlauf der Entwicklung ergeben.

Spezifikation von Anforderungen

Hier werden die Anforderungen identifiziert, welche das System erfüllen soll. Neben den Punkten aus der Analyse des Nutzungskontexts fließen noch zusätzliche Themen wie z.B. Usability und Arbeitssicherheit mit ein. Mit sog. *Use Cases* (dt. Anwendungsfälle) werden Interaktionen des Nutzers mit dem System sowie Ziele beschrieben, die der Nutzer mit der VR-Applikation erreichen kann. Im Software Engineering werden diese Anwendungsfälle oftmals in einem *UML Use-Case-Diagramm* festgehalten und zeigen dabei einzelne Schritte die zum Erreichen des Ziels benötigt werden.

Konzeption, Entwurf und Implementierung

Hier werden Entwürfe in Form von Skizzen, Storyboards oder Mock-Ups (Rapid-Prototyping-Strategie) angefertigt (Buxton, 2007). Somit müssen nicht erst Prototypen programmiert werden, die später eventuell hinfällig sind. Somit werden Kosten und Zeit gespart.

Evaluation

Zum Schluss finden die Nutzertests statt und prototypisch implementierte Lösungen (bzw. auch das Endprodukt) werden anhand von Probanden getestet.

## Natural User Interaction

### Was ist Natural User Interaction?

Das Wachstum und die stetig neuen Innovationen im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion führten in den letzten Jahren zu Inkonsistenzen zwischen Interfaces und Inputgeräten (Araullo & Potter, 2014). Dies hat zur Folge, dass Interaktionstechniken bei Applikationen und Geräten variieren können, wodurch die User Experience in Mitleidenschaft gezogen wird (Metz, 2013). Die grundlegende Funktion von Interaktionstechnologien besteht darin, menschliche Aktionen in für die Software verständliche Befehle umzuwandeln. Für Jacob (1996) ist die Hauptfunktion die Übermittlung von Informationen des Gehirns an den Computer, wie z.B. durch die Benutzung einer Maus.

Der Begriff „natural“ (dt. natürlich) wird oft als Nachahmung der echten Welt verstanden. Nach Wigdor & Wixon (2011) stellt er eine „Designphilosophie“ sowie eine „Quelle für Metriken zur Ermöglichung eines iterativen Prozesses um ein Produkt zu erzeugen“ dar. „Natürlich“ bezieht sich hierbei auf den Umgang des Nutzers mit dem Produkt und seinen Gefühlen bei der Benutzung. Eine Metapher aus dem Baseball wird verwendet, um zu beschreiben, welches Gefühl sie im Nutzer hervorrufen wollen:

“Most of us can only imagine how a major-league pitcher feels while standing atop the mound. He works the dirt with his foot so that it does exactly what he expects it to when he moves. He grips the ball in a way so familiar, it feels like part of his body. He stares down at the catcher’s mitt. He feels at home.” (Wigdor & Wixon, 2011)

„Natural User Interfaces“ (NUIs) werden von ihnen als Softwaresysteme bezeichnet, die die Interaktion zwischen Hardware und der digitalen Welt vereinfachen, indem sie moderne Eingabetechnologien verwenden. Das Interface selbst soll für den Nutzer bei der Bedienung nicht als solches zu erkennen sein (Christensson, 2012). Bei Touchscreen Interfaces können digitale Objekte durch Berührung manipuliert werden während deren Verhalten oft an das realer physischer Objekte erinnert. Hierdurch werden Toch Interfaces als natürlicher wahrgenommen als beispielsweise Keyboard und Maus. Auch der Nintendo Wii Controller, Xbox Kinect sowie Virtual Reality Geräte fallen unter die Kategorie „Natural User Interface“, da sie auf die natürlichen Körperbewegungen des Nutzers reagieren. Normale User Interfaces (UIs) hingegen werden oft mit Hilfe von Keyboard, Maus oder Buttons bedient. Sie sind die grundlegende Interaktionsmöglichkeit mit Software-Applikationen (Christensson, 2009).

NUIs sollen den Fähigkeiten des Nutzers entsprechen und ihm bei der Erledigung seiner Aufgaben behilflich sein, und das vom ersten Moment an und nicht erst nach jahrelanger Übung. Für diese Zwecke reicht eine Kopie eines WIMP GUI als User Interface nicht aus. Stattdessen muss es als „Fortsatz“ des menschlichen Körpers fungieren und alle Möglichkeiten des Menschen zur Kommunikation mit der Maschine berücksichtigen.

Jacob, Girouard, Hirshfield, Horn, Shaer, Solovey und Zigelbaum (2008) beschreiben in ihrem Paper die rasante Entwicklung der Mensch-Maschine-Interaktion und ihrer Technologie. Viele der neuen Interfaces, auch Post-WIMP Interfaces hier genannt, entstanden aus dem WIMP-Interface und werden unter dem Begriff Reality-Based Interaction (RBI) zusammengefasst. Nach van Dam (1991) müssen diese mindestens eine Interaktionstechnik beinhalten, die nicht auf klassischen 2D-Widgets beruht, wie z.B. Virtual, Mixed oder Augmented Reality. Das hier vorgestellte Framework bezieht sich auf vier Thematiken der realen Welt: natürliche Physik, Körperbewusstsein, Bewusstsein über die Umgebung sowie soziales Bewusstsein. Sie beschreiben unter Anderem grundlegende Kenntnisse über die physikalischen Gesetze, das Wissen über den eigenen Körper, Erkennen der Umgebung und Kommunikation mit Anderen. Hierdurch können Interaktionen mit dem Computer gewährleistet werden, die näher an der Interaktion in der realen Welt liegen, d.h. könnte man die Interaktion mit Maschinen auf Basis von Interaktionen aus der echten Welt gestalten, so könnte man den mentalen Aufwand verringern und den Lernprozess beschleunigen. Jedoch werden gute Interfaces nie ganz die reale Welt darstellen, sondern immer mit einem Grad an unrealistischen und künstlichen Merkmalen gekennzeichnet sein, um Effizienz, Ergonomie und Zweckmäßigkeit zu gewährleisten.

### Technologien und Ansätze (Gestentracking, Eyetracking, usw.)

### Tangibles in Games

*Tangibles* (dt. berührbar, greifbar) oder *Tangible User Interfaces (TUIs)* sind physische Objekte die einerseits zur Repräsentation und andererseits zur Steuerung digitaler Medien dienen (Ullmer und Ishii, 2001). Sie sind manipulierbar und erlauben den Nutzern somit die Interaktion mit computergenerierten Inhalten. Im Vergleich zu herkömmlichen User Interfaces wie der Maus oder Tastatur, liegt der Unterschied in der physischen Repräsentation der digitalen Inhalte. Die realen Objekte sind mit den virtuellen Objekten verknüpft, so dass der Zustand des realen Objekts den des virtuellen Objekts beeinflusst. Ullmer und Ishii nennen hier das „Urp“-Interface. „Urp“ steht für „urban planning“ und wird, wie der Name bereits verrät, zur Gebäudeplanung in Städten eingesetzt und stellt Informationen bzgl. Schatten von Gebäuden oder deren Windströmung dar. Mit Hilfe von physischen Bausteinen in Form von Gebäuden kann der Nutzer diese auf einer Werkbank platzieren und sich vom Computer gerade genannte Informationen berechnen lassen.

Es gibt verschiedene Arten von Tangibles, die sich vor allem in Ihrer Ähnlichkeit zu ihren virtuellen Pendants und somit in der *Natürlichkeit* der Bedienung unterscheiden. Cairns, Li, Wang und Nordin (2014) führten hierzu zwei Studien durch, in denen sie den Einfluss von verschiedenen Controllern bzw. Tangibles auf die Immersion in Spielen untersuchten. Die erste Studie testete die Steuerung in einem Mobile Game anhand eines Rennspiels mit zwei Optionen der Steuerung: Steuerung durch *Tilting* oder Steuerung durch *Touching* des linken oder rechten Randes (Abb. 8) des Smartphone-Displays.



Abbildung 11: Rennspiel „Beach Buggy Blitz“ (Cairns et al., 2014)

Es stellte sich heraus, dass Probanden mit der Tilting-Methode die besseren Ergebnisse erzielten, also in der vorgegebenen Zeit eine längere Strecke zurücklegen konnten. Zusätzlich erzielte diese Methode höhere Werte in Bezug auf Immersion. Somit könnte angenommen werden, dass eine natürlichere Steuerung, wie Tilting als Metapher für ein echtes Lenkrad, zu höherer Immersion führt. Jedoch könnten die besseren Immersionswerte auch nur an den besseren Spielergebnissen liegen, weshalb noch eine zweite Studie durchgeführt wurde. Grund für die zweite Studie ist, dass bei der ersten das Ergebnis eventuell darauf basierte, dass den Probanden der Gebrauch der Lenkrad Metapher einen einfachen Einstieg in das Spiel gewährte. Bei der zweiten Studie gibt es an sich keine eindeutig passende Steuerung, somit ist hier der Effekt nicht gegeben.

Hier wurde mit einem Doodle-Jump-Klon ein Spiel verwendet, bei dem es keine natürliche Eingabemethode gab. Ziel ist es, seinen Avatar durch das Springen auf verschiedenen Plattformen, so weit wie möglich nach oben zu bringen (Abb. 9). Hier gab es drei verschiedene Arten der Steuerung: *Tilting, Touching* und *Slipping* bei dem der Spieler den Finger über das Display streichen musste um den Avatar zu steuern. Tilt und Slip stellten sich als die natürlicheren Steuerungstechniken heraus, wobei jedoch nur die Slipping-Technik signifikant immersiver war als Touch. Es konnte festgehalten werden, dass bei Spielen mit vorrangigem *Natural Mapping* (Tilting bzw. Lenkrad-Metapher bei Rennspielen) dieses auch zu höherer Immersion führt wohingegen bei Spielen ohne vorrangiges Mapping noch andere Faktoren Einflüsse auf die Immersion haben. Bessere Ergebnisse im Spiel sind somit nicht gleichzusetzen mit höherer Immersion.

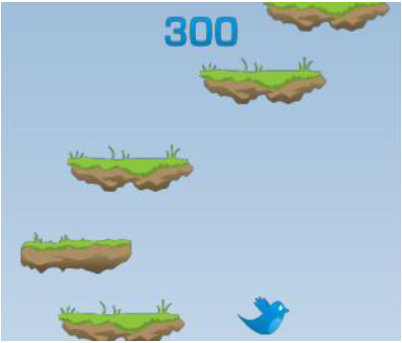


Abbildung 12: Doodle Jump Klon (Cairns et al., 2014)

Nach Skalski, Tamborini, Shelton, Buncher und Lindmark (2011) wird beim *Natural Mapping* wird zwischen vier verschiedenen Arten unterschieden:

*Directional natural mapping, kinesic natural mapping, incomplete tangible* mapping und *Realistic tangible natural mapping*. Im Folgenden sollen diese Ausprägungen kurz erläutert warden.

Directional natural mapping

Skalski et al. nennen beim *directional natural mapping* als Beispiel einen einfachen Joystick (Abb. 10). Beim Drücken des Sticks nach vorne bewegt sich die Figur im Spiel ebenfalls vorwärts, Selbiges gilt für die anderen Richtungen. Dies stellt die einfachste Form von *natural mapping* dar. Es besteht zwar keine direkte Verbindung zwischen den Bewegungen des Joysticks und denen der Spielfigur, jedoch stimmen die Richtungseingaben mit den eingeschlagenen Richtung im Spiel überein.

Kinesic natural mapping

Die zweite Art von *Natural Mapping* bezieht sich auf Körperbewegungen, die in das Spiel übertragen werden, ohne dabei einen physischen Controller zu verwenden. Dieser *kinetische Controller* sollte dabei so genau und realistisch wie möglich die Erwartungen des mentalen Modells des Nutzers abbilden. Die Stimulation durch ein reales, physisches Objekt zur Steuerung fehlt hier jedoch gänzlich. Ein Beispiel eines solchen Interfaces ist die *Air Guitar* von Sony, bei der die Spieler durch eine Kamera getracked und anschließend auf dem Bildschirm mit einer virtuellen Gitarre in der Hand dargestellt werden.

Incomplete tangible natural mapping

Bei dieser Art von *Natural Mapping* hat der Spieler zusätzlich ein Objekt, welches er fühlen und greifen kann. Der *Nintendo Wii Controller* (Abb. 10)beruht auf diesem Prinzip, da er vom Spieler ähnlich gehalten wird wie ein Baseball- oder Tennisschläger. Dies soll helfen, das mentale Modell des Nutzers weiter zu unterstützen als beim *kinesic natural mapping,* bei dem nur die Bewegung nachgeahmt wird, aber kein fühlbarer Controller involviert ist. Das Mapping ist in dem Sinne unvollständig, als dass die virtuellen Gegenstände nicht real abgebildet werden. Bei dem Bowling-Mini-Spiel von *Wii Sports* wird der Controller zwar ähnlich wie eine Bowlingkugel gehalten, er hat jedoch nicht die Form und das Gewicht einer solchen.

**Realistic tangible natural mapping**

Die letzte Art von Mapping beinhaltet eine realistische und fühlbare Komponente als Controller. Dies soll helfen, das mentale Modell der Bewegungen des Nutzers zu erfüllen sowie das Gefühl der *räumlichen Präsenz* zu verbessern. Typische Vertreter hiervon sind Lenkräder für Rennspiele (Abb. 10) oder Controller in der Form von Waffen für Shooter-Games.



Abbildung 13: links nach rechts: Joystick, Wii Controller mit Tennisaufsatz, Gaming-Lenkrad (https://images-eu.ssl-images-amazon.com/images/I/41oMu00v4YL.\_AC\_US218\_.jpg, <http://www.elecom.co.jp/news/200706/hgw-005wh/image/HGW-006WH_31L.jpg>, http://pc-lenkrad-test.com/wp-content/uploads/2016/06/driving-force-gt-rad-und-pedal-300x243.jpg)

# Praxis

Im ersten Teil der Arbeit wurden die grundlegenden Begriffe wie digitale Spiele, Virtual Reality, „Serious“ und „Edutainment“ Games sowie Natural User Interaction erläutert. Des Weiteren wurden zugrunde liegende Technologien beschrieben, die es dem Nutzer erlauben, mit den Inhalten im Spiel zu interagieren. Im Folgenden soll der praktische Teil der Arbeit beschrieben werden. Hierzu gehören der Ansatz und Wahl der Methoden, Forschungsfragen, Planung und Ablauf der Tests und die Evaluation der daraus entstandenen Daten. Die Auswertung dieser Daten soll dabei Aufschluss über die Nutzbarkeit der natürlichen Eingabemöglichkeit bei unterschiedlichen Nutzergruppen geben. Am Ende soll noch ein Ausblick für zukünftige Forschungen in diesem Gebiet gegeben werden. Zunächst wird mit dem eigenen Ansatz begonnen, der kurz den Rahmen der Studie beschreibt.

## Eigener Ansatz

Ein spannendes Thema im Bereich Gaming sind die verschiedenen Eingabemöglichkeiten mit deren Hilfe der Spieler interagieren kann. Wie in Punkt 2.3.3 beschrieben, gibt es mittlerweile eine Vielzahl von Input-Geräten, welche in unterschiedliche Kategorien eingeteilt werden können. Bei Geräten der Kategorie „Realistic tangible natural mapping“ handelt sich dabei um besonders realistische Eingabemöglichkeiten, wie sie auch im echten Leben anzutreffen sind (Lenkräder, Waffen, Sportgeräte, etc.). Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde hierzu eine Studie durchgeführt, bei denen zwei Nutzergruppen ein digitales Sportspiel mit Hilfe eines echten Eishockeyschlägers spielten. Die Gruppen setzten sich zum einen aus professionellen Eishockeyspielern des EV Regensburg und zum anderen aus Leuten die nicht mit dem Sport vertraut sind zusammen. Aufgrund der unterschiedlichen Erfahrungen der Nutzergruppen mit dem Sport sollten möglichst viele Erkenntnisse gesammelt werden. Hierzu wurde zunächst ein Spielprototyp entworfen, der es ermöglichte, Eishockey im virtuellen Raum zu spielen. Ein Mixed-Methods-Ansatz wurde zur Erfassung von Testdaten verwendet. Durch Messung der Spieldaten, Verwendung von Fragebögen und Interviews am Ende des Tests sollten sowohl qualitative wie auch quantitative Daten gesammelt werden. Die Ergebnisse der Auswertung sollten anschließend Aufschluss darüber geben, ob Probanden Probleme bei der Nutzung des Gerätes hatten, ob diese als natürlich empfunden wurde und ob daraus Rückschlüsse auf das Design von Interaktionen mit natürlichen Eingabegeräten gezogen werden können. Im Folgenden werden die Forschungsfragen formuliert.

## Forschungsfragen

Ziel der Studie ist es, die Natürlichkeit von Eingabemöglichkeiten der Kategorie „realistic tangible natural mapping“ zu untersuchen. Im speziellen sollen Fragen zur Effektivität und Effizienz sowie zum Spielspaß beantwortet werden. Daraus ergeben sich zwei Forschungsfragen, die durch diese Studie näher betrachtet werden sollen:

1. *Wie effektiv und effizient ist die natürliche Eingabemethode?*
2. *Gibt es Unterschiede im Spielspaß für verschiedene Nutzergruppen?*

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden Nutzertests mit einem Spieleprototypen durchgeführt und die gesammelten Daten ausgewertet. Nachfolgend wird auf den Aufbau der Studie eingegangen. Es werden Probandenakquise, Studiendesign, Implementierung des Prototypen und Durchführung der Tests beschrieben.

## Studie

### Probandenakquise

Ziel der Studie war es, zwei unterschiedliche Nutzergruppen und deren Spielspaß beim Testen des Prototyps zu untersuchen. Die eine Nutzergruppe sollte mit der Sportart Eishockey vertraut sein, wobei die andere Gruppe noch keine Erfahrungen damit haben sollte. Für die erste Gruppe konnten professionelle Eishockeyspieler der Eisbären Regensburg (http://www.eisbaeren-regensburg.de) gewonnen werden. 7 Spieler erklärten sich dazu bereit zwischen den Trainingseinheiten an den Tests teilzunehmen. Da es sich um die Herrenmannschaft handelte, bestand die Gruppe ausschließlich aus männlichen Testpersonen. Des Weiteren wurden 10 Studenten getestet, die kaum oder gar keine Erfahrung mit dem Sport hatten. Diese Gruppe setzte sich aus 9 männlichen und einer weiblichen Person zusammen. Somit wurden insgesamt 17 Probanden getestet, von denen der Jüngste 21 Jahre und der Älteste 33 Jahre alt waren, wobei der Altersdurchschnitt bei 26.35 Jahren (Std.-Abw.: 2.737) lag. Wie bereits erwähnt bestand Gruppe 1 ausschließlich aus professionellen Eishockeyspielern, von denen 3 nebenbei ein Studium absolvierten. Gruppe 2 waren Masterstudenten verschiedener Studiengänge der Universität Regensburg. 8 von ihnen gaben an keinerlei Erfahrung mit Eishockey zu haben, 2 hatten in ihrer Kindheit das letzte Mal Eishockey gespielt.

Bei der Erfahrung mit Computerspielen gab lediglich eine Person an, weniger als ein Jahr damit vertraut zu sein und diese eigentlich nie zu nutzen (Abb. 14). Der Rest konnte auf mindestens 3 bis 5 Jahre Erfahrung zurückgreifen und spielte diese auch regelmäßig (Abb. 15).

Abbildung 14: Erfahrung mit Computerspielen

Abbildung 15: Nutzung von Computerspielen

Zusätzlich wurde die Erfahrung mit Interaktionsmöglichkeiten bei Computerspielen abgefragt. Gruppe 1 kannte vor allem Keyboard und Maus sowie Controller der Xbox und Playstation, wohingegen bei Gruppe 2 auch Gaming-Lenkräder, Joysticks und Blickinteraktion bekannt waren. Abb. 16 zeigt die Häufigkeit der genannten Antworten aller Probanden. Zudem gaben 6 von 17 Testpersonen an, keine Erfahrung mit Virtual Reality zu haben.

Abbildung 16: Erfahrung mit Eingabegeräten

### Setup/Aufbau

### Implementierung

### Tasks

## Zitierweise

Fremde Inhalte, Ideen, Tabellen oder Abbildungen sind über Referenzen im APA-Stil nachzuweisen. Jede Art von Verweis, direktes oder indirektes Zitat oder der Nachweis von Abbildungen besteht dabei aus einem kurzen Verweis im Text bzw. der Bildbeschriftung und einer vollständigen Auflistung aller Angaben im Literaturverzeichnis.

### Direkte Zitate

Direkte Zitate sind wortgenaue Übernahmen, das heißt, dass jedes Wort so lauten muss wie in der Originalquelle. Auch grammatikalische oder orthographische Fehler sind zu übernehmen, können aber durch ein nachfolgendes [sic] gekennzeichnet werden. Kurze Zitate werden in den Fließtext integriert und in „“ gesetzt. Auslassungen werden mit eckigen Klammern […] sichtbar gemacht. Auslassungen am Satzanfang werden nicht sichtbar gemacht. Ein Beispiel: Usability wird definiert als „das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Nutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.“ (DIN EN ISO 9241-11 1997, 94). Längere Zitate über mehrere Zeilen sollten eingerückt, engerzeilig gesetzt und mit Anführungszeichen dargestellt werden. Beispiel:

“Usability is usually considered the ability of the user to use the thing to carry out a task successfully, whereas user experience takes a broader view, looking at the individual’s entire interaction with the thing, as well as the thoughts, feelings and perception that results from that interaction.” (Tullis & Albert 2008, 4)

Direkte Zitate sollten sparsam eingesetzt werden, dort wo eine eigene Umschreibung zu einem Bedeutungsverlust oder einer Bedeutungsänderung führt. Sinnvoll sind direkte Zitate vor allem bei Begriffsdefinitionen oder prägnanten Problemformulierungen. Beim Zitieren aus fremdsprachigen Originalquellen sollte man keine fremdsprachigen Satzteile in den deutschen Satz integrieren. Hier sollte man lieber einen kompletten Satz direkt zitieren oder den benötigten Teil paraphrasieren.

### Indirekte Zitate

Indirekte Zitate sind sinngemäße Übernahmen, dass heißt sinngemäße Paraphrasen von Inhalten. Nach der Umschreibung in einem oder mehreren Sätze folgt die Angabe der Quelle (Max Mustermann, 2013, 11). Indirekte Zitate dienen dem Beleg von Behauptungen, Methoden oder Fragestellungen in komprimierter Form.

### Sekundäre Zitate

Wenn der zitierte Inhalt selbst schon ein Zitat ist, handelt es sich um ein sekundäres Zitat. Im Idealfall sollte ein sekundäres Zitat vermieden und die Originalquelle recherchiert und diese zitiert werden. Ist die Originalquelle nicht verfügbar, so wird wie folgt referenziert: Zuerst wird die Originalquelle angegeben, danach folgt mit dem Zusatz „zitiert nach“ die Quelle, aus welcher der Inhalt übernommen wurde (Max Mustermann, 2013, S.11 zitiert nach Huber, 2013, S.11).

### Zitierweise im Text

Im APA-Stil folgt die Quellenangabe im Text nach dem direkten (Block-) Zitat oder der Paraphrase. Grundsätzlich sollte die Angabe sobald wie möglich nach der übernommenen Aussage stehen, das heißt nicht erst nach einem ganzen Absatz. Nachname, Erscheinungsjahr und Seitenangabe werden in runde Klammern gesetzt (Autor, Jahr, Seitenzahl). Der Zusatz von „Vgl.“ o.ä. ist bei indirekten Zitaten nicht nötig. Sind keine Seitenangaben verfügbar, so sollten Kapitelüberschriften oder Paragraphennummern verwendet werden. Wird ein Ansatz oder eine Methode aus einem Aufsatz als Ganzes referenziert müssen keine Seitenzahlen stehen (Mustermann, 2013). Besitzt die Quellenangabe zwei Autoren, so werden beide genannt (Mustermann & Huber, 2013). Bei drei, vier oder fünf Autoren werden in der ersten Referenz alle genannt (Mustermann, Huber, Meier & Schmid, 2013) und bei weiteren Referenzen nur der erste Autor genannt und die anderen mit et al. abgekürzt (Mustermann et al.). Die Autorennamen können auch in den Text integriert werden, dann wird nur die Jahreszahl in Klammern angeführt: Mustermann et al. (2007) vergleichen in ihrer Untersuchung. Bei Wikipedia-Artikeln wird der Titel des Artikels oder die ersten 3-4 Wörter davon in Anführungszeichen angeführt (vor dem letzten Anführungszeichen steht ein Komma („Titel des Artikels,“ Aufrufdatum).

### Angaben im Literaturverzeichnis

Das Literaturverzeichnis listet alle in der Arbeit referenzierten Quellen in alphabetischer Reihenfolge auf. Es enthält alle Angaben, die zur Identifikation einer Quelle nötig sind. Die Vorgaben sind je nach Publikationstyp unterschiedlich. Die wichtigsten Typen sind unten aufgeführt. Bei Unklarheiten oder Sonderformen kann im Handbuch der APA nachgeschlagen werden (APA, 2010).

Monographie

Autor, A. A. (JAHR). *Titel der Veröffentlichung*. Ort: Verlag.

Bortz, J. & Döring, N. (2002). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler.* Heidelberg: Springer.

Herausgeberschrift

Herausgeber, A. A. (Hrsg.). (JAHR). *Titel der Veröffentlichung*. Ort: Verlag.

Lewandowski, D. (Hrsg.). (2009). *Handbuch Internet-Suchmaschinen*. Heidelberg: Akademische Verlagsgesellschaft.

Artikel oder Kapitel in einer Herausgeberschrift

Autor, A., & Autor, B. (JAHR). Titel des Kapitels. In A. Herausgeber, B. Herausgeber, & C. Herausgeber (Hrsg.), *Titel des Werks* (S. xxx-xxx). Ort: Verlag.

Butler, B., Sproull, L., Kiesler, S., & Kraut, R. (2008). Community effort in online groups: Who does the work and why? In S. Weisband (Hrsg.), *Leadership at a distance* (S. 171–193). New York: Lawrence Erlbaum Associates.

Zeitschriftenartikel

Autor, A., Autor, B., & Autor, C. (JAHR). Titel des Artikels. *Titel der Zeitschrift*, xx(y), zz-zz.

Shneiderman, B. (2002). Understanding human activities and relationships: an excerpt from Leonardo’s laptop. *Interactions*, 9 (5), 40–53.

Beitrag in Konferenzband

Confauthor, A., & Confauthor, B. (Jahr). Titel des Artikels. In A. Herausgeber & P. Herausgeber (Hrsg.), *Titel des Konferenzbandes* (S. xx-xx). Ort: Verlag.

Ehrlich, K., & Shami N., (2009). Microblogging Inside and Outside the Workplace. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Weblogs and Social Media* (S. 43-49). Menlo Park: AAAI Press.

Elektronische Quellen

Autor, A. (Datum der Veröffentlichung). *Titel der Seite, des Dokuments*. Retrieved from URL

Shirky, C. (2005). *Ontology is Overrated: Categories, Links, and Tags*.Retrieved from <http://www.shirky.com/writings/ontology_overrated.html>

Wikipedia-Artikel

Titel des Artikels (n.d.) In Wikipedia Retrieved from URL

Literaturverzeichnis

American Psychological Association. (2010). *Concise Rules of APA Style* (6th ed.). Washington: United Book Press.

Balzert, H., Schröder, M., & Schäfer, C. (2011). *Wissenschaftliches Arbeiten: Ethik, Inhalt & Form wiss. Arbeiten, Handwerkszeug, Quellen, Projektmanagement, Präsentation (*2. Aufl.). Herdecke, Witten: W3L-Verlag.

Esselborn- Krumbiegel (2012). *Richtig wissenschaftlich schreiben.* Paderborn: Ferdinand Schönigh

Götz, V. (2004). *Typo digital*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Karmasin, M. & Rigib, R. (2010). *Die Gestaltung wissenschaftlicher Arbeiten*

*ein Leitfaden für Seminararbeiten, Bachelor-, Master- und Magisterarbeiten, sowie Dissertationen.* Wien: Facultas.

Lazar, J., Feng, J.H., & Hochheiser, H. (2010*). Research Methods in Human-Computer Interaction.* Chichester: Wiley.

Rubin, J. & Chisnell, D. (2008). *Handbook of Usability Testing*. Indianapolis: Wiley.

Sauro, J. & Lewis, J.R. (2012). *Quantifying the User Experience*. Amsterdam: Elzevier/Morgan Kaufmann.

U.S. Department of Health & Human Services (2013). *Usability.Gov. Your Guide to Creating usable & useful Websites.* Retrieved 5.Mai, 2013, from http://www.usability.gov/templates/index.html.

Wimmer, E., Hornung A., & Lukesch H. (2008). *Hinweise zur inhaltlichen und formalen Gestaltung von Seminar- und Diplomarbeiten im Fach Psychologie.* Retrieved from: http://www-cgi.uni-regensburg.de/Fakultaeten/Psychologie/  
Lukesch/downloads/Lehre/gestaltung\_seminararbeiten.pdf. [07.02.2011]

-----------------

Newman, J., (2004) Videogames. Routledge, 2004

Esposito, N. (2005). A Short and Simple Definition of What a Videogame Is. Proceedings of DiGRA 2005 Conference: Changing Views – Worlds in Play, 6. Retrieved from: [http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:A+Short+and+Simple+Definition+of+What+a+Videogame+Is#0](http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:A+Short+and+Simple+Definition+of+What+a+Videogame+Is" \l "0)

Caillois, R., (1967) Les jeux et les hommes. Gallimard.

Zimmerman, E., (2004). Narrative, Interactivity, Play, and Games. In Wardrip-Fruin, N. & Harrigan, P. (eds), First Person, MIT Press, 2004. Retrieved from: <http://www.electronicbookreview.com/v3/servlet/ebr?essay_id=zimmerman&command=view_essay>

Le Diberder, A. & Le Diberder (1998). F. L’univers des jeux vidéo. La découverte.

Wardrip-Fruin, N., & Harrigan, P. (2004). First Person: New Media as Story, Performance, and Game. Booksgooglecom. <https://doi.org/computerspiel>

F. Rötzer, Die Begegnung von Computerspiel und Wirklichkeit, in Kunstforum International, vol. 176 (Cologne, 2005), pp. 102–115

Jacob, R., Girouard, A., Hirshfield, L., Horn, M., Shaer, O., Solovey, E. and Zigelbaum, J., Reality-based interaction: a framework for post-WIMP interfaces. in, (2008), ACM, 201-210.

Jacob, R., Girouard, A., Hirshfield, L., Horn, M., Shaer, O., Solovey, E. and Zigelbaum, J. Reality-based interaction: unifying the new generation of interaction styles CHI '07 extended abstracts on Human factors in computing systems, ACM Press, San Jose, CA, USA, 2007, 2465-2470.

B.H. Suits, F. Newfeld, The Grasshopper: Games, Life and Utopia. Nonpareil book (D.R. Godine, Boston, MA, 1978). ISBN: 9780879238407

Cavazza, M., & Young, R. M. (2016). Handbook of Digital Games and Entertainment Technologies, 1–16. https://doi.org/10.1007/978-981-4560-52-8

Mueller, F. F., Edge, D., Vetere, F., Gibbs, M. R., Agamanolis, S., Bongers, B., & Sheridan, J. G. (2011). Designing Sports : A Framework for Exertion Games, 2651–2660.

J. Juul, What computer games can and can’t do, in Digital Arts and Culture (Bergen, 2000) Retrieved from: <https://www.jesperjuul.net/text/wcgcacd.html>

Zimmerman, E., (2004). Narrative, Interactivity, Play, and Games. In Wardrip-Fruin, N. & Harrigan, P. (eds), First Person, MIT Press, 2004. Retrieved from: <http://www.electronicbookreview.com/v3/servlet/ebr?essay_id=zimmerman&command=view_essay>

K. Salen, E. Zimmerman, Rules of Play: Game Design Fundamentals (MIT Press, Cambridge, MA, 2004). ISBN 9780262240451

S. Bjork, J. Juul, Zero-Player Games. Or: What We Talk about When We Talk about Players, Madrid (2012), URL: <http://www.jesperjuul.net/text/zeroplayergames/>

L. Ermi, F. Mayrü, Fundamental components of the game-play experience: analysing immersion, in DIGRA (DIGRA, 2005)

C. Crawford, The Art of Computer Game Design (Osborne/McGraw-Hill, Berkeley, 1984). ISBN 0881341177

F. Mueller, S. Agamanolis, and R. Picard. Exertion interfaces: Sports over a distance for social bonding and fun. In SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pages 561–568, Ft. Lauderdale, Florida, USA, 2003

Mueller, F. F., & Mandryk, R. (2016). Exertion Games, *10*(1), 1–86. <https://doi.org/10.1561/1100000041>

Apple. Apple–Nike + iPod. Retrieved from: https://en.wikipedia.org/ wiki/Nike%2B, 4 November 2016.

Sinclair, J., Hingston, P., & Masek, M. (2007). Considerations for the design of exergames. *Proceedings of the 5th International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques in Australia and Southeast Asia*, *ACM*(December), 289–295. <https://doi.org/10.1145/1321261.1321313>

Y. Oh and S. Yang. Defining exergames & exergaming. In Meaningful Play 2010 Conference Proceedings, 2010. http://meaningfulplay.msu.edu/ proceedings2010/

D. Mears and L. Hansen. Technology in physical education article #5 in a 6-part series: Active gaming: Definitions, options and implementation. Strategies, 23(2):26–29, 2009.

J. M. Silva and A. El Saddik. An adaptive game-based exercising framework. In Proceedings of the IEEE International Conference on Virtual Environ- ments Human-Computer Interfaces and Measurement Systems (VECIMS), pages 1–6, IEEE, 2011.

Anhang A: Bausteine wissenschaftlicher Arbeiten

## A1 Theoretische Arbeit

1. Fragestellung (Ziele, Motivation)
2. Überblick über Stand der Forschung und Technik (dabei Bewertung der Ansätze, Beispiele, Identifikation von Defiziten)
3. Synthese: Erstellung einer Gesamtschau (allgemeine Prinzipien, Beschreibung einer eigenen Sicht auf das Problem, Formulierung von Empfehlungen )
4. Zusammenfassung (Was wurde in der Arbeit erreicht, Erklärung des Nutzens für andere)
5. Ausblick (optional)

## A2 Konstruktive Arbeit

1. Problemstellung (Ziele, Ausgangspunkt, Vorgesehener Benutzerkreis, Bedürfnisse der Benutzer)
2. Stand der Forschung und Technik (Bisherige Lösungen, Defizite)
3. Eigenes Konzept (Lösungsansatz, allgemeines Prinzip, Werkzeuge z.B. Programmiersprachen )
4. Vorgehensweise (Beschreibung der durchgeführten Arbeitsschritte)
5. Ergebnis (Vorstellung des System z.B. Screenshots mit Erläuterungen)
6. Evaluation des System (optional, was soll evaluiert werden, welche Methode, Ablauf, Ergebnisse)
7. Zusammenfassung (Was wurde in der Arbeit erreicht; Erklärung des Nutzens für andere)
8. Ausblick (optional)

## A3 Empirische Arbeit

1. Fragestellung der Arbeit (Was soll untersucht werden, warum)
2. Stand der Forschung und Technik (Bewertung der Untersuchungs-Ansätze und Ergebnisse, Identifikation von Defiziten)
3. Präzisierung der Fragestellung (Hypothesen)
4. Untersuchungsmethodik
5. Untersuchungsablauf (Untersuchungsmaterial, Raum, Probandenrekrutierung etc.)
6. Ergebnisse (Darstellung der Ergebnisse in sinnvoller Reihenfolge, Gesamtüberblick, Einzelergebnisse z. B. geordnet nach Testcases)
7. Zusammenfassung (Was wurde erreicht, Rückbezug zu Zielen, Hypothesen, Nutzen, Erkenntnisse für weitere Untersuchungen)
8. Ausblick (optional)

Erklärung zur Urheberschaft

Ich habe die Arbeit selbständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, sowie alle Zitate und Übernahmen von fremden Aussagen kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Die vorgelegten Druckexemplare und die vorgelegte digitale Version sind identisch.

[Nur für Masterarbeiten:] Von den zu § 27 Abs. 5 der Prüfungsordnung vorgesehenen Rechtsfolgen habe ich Kenntnis.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ort, Datum |  | Unterschrift |

Erklärung zur Lizenzierung und Publikation dieser Arbeit

**Name:** (eigener Name)

**Titel der Arbeit:** (Titel wie auf dem Deckblatt)

In der Regel räumen Sie mit Abgabe der Arbeit dem Lehrstuhl für Medieninformatik nur zwingend das Recht ein, dass die Arbeit zur Bewertung gelesen, gespeichert und vervielfältigt werden darf. Idealerweise liefern Seminararbeiten, Projektdokumentationen und Abschlussarbeiten aber einen Erkenntnisgewinn, von dem auch andere profitieren können. Wir möchten Sie deshalb bitten, uns weitere Rechte einzuräumen, bzw. idealerweise Ihre Arbeit unter eine freie Lizenz zu stellen.

Die in unseren Augen praktikabelsten Lösungen sind vorselektiert.

Hiermit gestatte ich (gestatten wir) die Verwendung der **schriftlichen Ausarbeitung** zeitlich unbegrenzt und nicht-exklusiv unter folgenden Bedingungen:

Nur zur Bewertung dieser Arbeit

Nur innerhalb des Lehrstuhls im Rahmen von Forschung und Lehre

Unter einer Creative-Commons-Lizenz mit den folgenden Einschränkungen:

BY – Namensnennung des Autors

NC – Nichtkommerziell

SA – Share-Alike, d.h. alle Änderungen müssen unter die gleiche Lizenz gestellt werden.

(An Zitaten und Abbildungen aus fremden Quellen werden keine weiteren Rechte eingeräumt.)

Außerdem gestatte ich (gestatten wir) die Verwendung des im Rahmen dieser Arbeit erstellen **Quellcodes** unter folgender Lizenz:

Nur zur Bewertung dieser Arbeit

Nur innerhalb des Lehrstuhls im Rahmen von Forschung und Lehre

Unter der CC-0-Lizenz (= beliebige Nutzung)

Unter der MIT-Lizenz (= Namensnennung)

Unter der GPLv3-Lizenz (oder neuere Versionen)

(An explizit mit einer anderen Lizenz gekennzeichneten Bibliotheken und Daten werden keine weiteren Rechte eingeräumt.)

Ich willige ein (wir willigen ein), dass der Lehrstuhl für Medieninformatik diese Arbeit – falls sie besonders gut ausfällt - auf dem Publikationsserver der Universität Regensburg veröffentlichen lässt.

Ich übertrage (wir übertragen) deshalb der Universität Regensburg das Recht, die Arbeit elektronisch zu speichern und in Datennetzen öffentlich zugänglich zu machen. Ich übertrage (wir übertragen) der Universität Regensburg ferner das Recht zur Konvertierung zum Zwecke der Langzeitarchivierung unter Beachtung der Bewahrung des Inhalts (die Originalarchivierung bleibt erhalten).   
Ich erkläre (wir erklären) außerdem, dass von mir (uns) die urheber- und lizenzrechtliche Seite (Copyright) geklärt wurde und Rechte Dritter der Publikation nicht entgegenstehen.

Ja, für die komplette Arbeit inklusive Anhang

Ja, für eine um vertrauliche Informationen gekürzte Variante (auf dem Datenträger beigefügt)

Nein

Sperrvermerk bis (Datum): (nur nach Abstimmung mit Betreuer/in)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ort, Datum |  | Unterschrift |

Stichwortverzeichnis (optional, in der Regel nicht notwendig)

Bausteine wissenschaftlicher Arbeiten 60

Direkte Zitate 53

Indirekte Zitate 53

Literaturverzeichnis 54

Sekundäre Zitate 54

Zitierweise im Text 54

Inhalt des beigefügten Datenträgers

Beispiel (Ordner + Beschreibung):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| /1\_Ausarbeitung | Die schriftliche Ausarbeitung als PDF und DOC | |
| /2\_Code | Quellcode und kompilierte Anwendung des Prototypen | |
| /3\_Studie/Design | Fragebogen und Script für die Benutzerstudie | |
| /3\_Studie/Rohdaten | Rohdaten der Studie im CSV-Format, inkl. Beschreibung der Felder | |
| /4\_Quellen | Alle in der Arbeit zitierten Quellen im PDF-Format | |
| /5\_Bilder | Alle selbst erstellten und aus anderen Quellen übernommenen Bilder | |
| /6\_Vorträge | Folien von Antritts- und Abschlussvortrag im PDF-Format | |
| /7\_Sonstiges | Notizen aus Besprechungen, Gedanken, … | |
|  | |

[Datenträger (CD, SD-Karte, o.ä.) hier oder auf Umschlaginnenseite einkleben]