Änderungen gegenüber der eingereichten Masterarbeit

Auf Wunsch eines Prüfers wurden vorsorglich, wegen möglicher rechtlicher Unsicherheiten bei der privaten Veröffentlichung im Internet, die Logos der Universität und Fachbereiche und die Namen der Prüfer entfernt. Sollten Sie die Arbeit in der unveränderten Originalversion erhalten wollen, kontaktieren Sie mich bitte.

Die vorliegende Masterarbeit in der aktuellen Version 1.1 bleibt gegenüber dem Original inhaltlich unbearbeitet, jedoch behält der Autor sich vor, verbliebene Zeichenfehler oder Tippfehler jederzeit zu beseitigen. Inhaltliche Änderungen führen zur Erhöhung der Versionsnummer.

Lizenzierung

Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland zugänglich. Um eine Kopie dieser Lizenz einzusehen, konsultieren Sie http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/de/ oder wenden Sie sich brieflich an Creative Commons, Postfach 1866, Mountain View, California, 94042, USA.

Kontaktaufnahme

Science@game-resource.com

Die Masterarbeit wurde geschrieben an

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Institut für Sportwissenschaften

Arbeitsbereich Bewegungswissenschaften

Zum Einfluss interaktiver Medien

auf Bewegungswissen und Bewegungsvorstellung

- Version 1.1

Masterarbeit im Rahmen des Studiengangs Master of Education für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen

vorgelegt von:

Jan-Michael Haugwitz

Hamm, den 02.02.2017

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung....1
1.1. Medienbegriff....2
1.2. Verständnisse des Begriffs Interaktivität....3
1.2.1. Interaktivität und Interaktion....4
1.2.2. Interaktivität als Merkmal oder Wahrnehmung....6
1.2.3. Echte vs. vorgetäuschte Interaktivität....6
1.2.4. Struktur & Ablauf der Kommunikation....7
1.2.5. Operationalisierung von Interaktivität....8
1.3. Effekte von Interaktivität....9
1.3.1. Cue-Summation-Theory:....10
1.3.2. limited-Capacity-Theory:....11
1.3.3. Interaktivität und Gedächtnisleistung....12
1.3.4. Interaktivität und Motivation....13
1.3.5. Zusammenspiel von interaktiven und nicht-interaktiven Inhalten....14
1.3.6. Interindividuelle Unterschiede....14
1.4. Bewegungsvorstellung....15
1.4.1. Definition Vorstellung....15
1.4.2. Vorstellung vs. Wahrnehmung....16
1.4.3. Bewegungsvorstellung....17
1.4.4. Bewegungsvorstellung und Bewegungsausführung....20
1.4.5. Ideomotorische Effekte....21
1.4.6. Vorstellung und Theorien des motorischen Lernens....23
1.4.7. Vorstellung und motorische Leistung....24
1.4.8. Messbarkeit und Messverfahren....25
1.5. Bewegungswissen....27
1.5.1. Möglichkeiten der Einflussnahme....28

1.5.2. Effekte von explizitem Bewegungswissen....28
1.5.3. Methoden zur Messung von explizitem Wissen....29
1.5.4. Effekte von Vorwissen in Bezug zu Lernstrategien und Lernerfolg....29
1.6. Zwischenbilanz....31
1.6.1. Position bezüglich des Medienbegriffs....31
1.6.2. Position zu Interaktivität und Operationalisierung....35
1.6.3. Position zur Bewegungsvorstellung und Wissen....37
1.7. Fragestellungen....37
1.7.1. Kognitive Ressourcen und Lernen....38
1.7.2. Zeitliche Effizienz....39
1.7.3. Korrelation Bearbeitungszeit und Punktzahl....40
1.7.4. Korrelation von Bewegungswissen und Bewegungsvorstellung....40
2. Methodik....41
2.1. Testkonstruktion....41
2.1.1. Produktion der Medienprodukte....41
2.1.2. Aufgabe 1....41
2.1.3. Aufgabe 2....43
2.1.4. Pretest....43
2.2. Datenerhebung....43
2.2.1. Auswahlwahlgesamtheit und Ausschlussparameter....43
2.2.2. Umfang....44
2.3. Durchführung....44
2.3.1. Kontaktaufnahme....44
2.3.2. Ablauf des Experiments....45
2.3.3. Eigenschaften der verwendeten Medienprodukte....46
2.4. Datenaufbereitung....50
2.5. Datenauswertung....50

2.5.1. Auswahl der statistischen Auswertungs-Methoden....50
2.5.2. Ausschlusskriterien....51
3. Ergebnisse....52
3.1. H1 und H3....52
3.2. H2 und H4....53
3.3. H5, H6, H7, H8....54
3.4. H9, H10, H11....54
3.5. Zeit der Medienbetrachtung....54
4. Diskussion der Ergebnisse....55
4.1. Korrelation von Bewegungswissen und Bewegungsvorstellung....56
4.2. Interaktivität, kognitive Theorien und Lernen....56
4.3. Unterschiede der Effekte der Medienprodukte....58
4.4. Erklärungen - Störfaktoren....58
4.5. Erklärung – Konstrukt und Operationalisierung....59
4.6. Erklärung - Betrachtungszeit....60
4.7. Erklärung – Potenzial vs. Nutzung....61
5. Ausblick....62
6. Literaturverzeichnis....63
7. Abbildungsverzeichnis....67
8. Tabellenverzeichnis....68
9. Anhang....68
9.1. Testergebnisse....68
9.1.1. Korrelation Punkte A1 und Punkte A2....68
9.1.2. Korrelation Punkte A2 x Zeit der Medienansicht t-Betrachtung....68
9.1.3. Korrelation Punkte A1 x Zeit der Medienansicht t-Betrachtung....69
9.1.4. Korrelation Punkte A1 x t-A1....69
9.1.5. Korrelation Punkte A2 x t-A2....69

9.1.6. Deskiptive Statistik....70
9.1.7. Homogenität der Varianzen....70
9.1.8. Anova....71
9.1.9. Post-Hoc-Tests zu Typ x Pkt A1....71
9.1.10. Post-Hoc-Tests zu Typ x Pkt A2....72
9.1.11. Post-Hoc-Test zu Typ x Zeit t-A1....73
9.1.12. Post-Hoc-Test zu Typ x Zeit t-A2....74
9.1.13. Deskriptive Statistik, ANOVA und Post-Hoc-Test zu t-Betrachtung....75
9.1.14. KS-Test vs. Normalverteilung – Typ Echtzeit-Simulation....76
9.1.15. KS-Test gegen Normalverteilung – Typ interaktives Video....76
9.1.16. KS-Test gegen Normalverteilung – Typ Video....76
9.1.17. KS-Test gegen Normalverteilung – Kontrollgruppe....76
9.1.18. KS-Test gegen Normalverteilung – Gesamte Stichprobe....77
10. Plagiatserklärung....78

1. Einleitung

Neue Medien, E-Learning, technische Medien, Hypermedia, interaktive Medien, digitale Medien, sind nur einige Worte, welche die Popularität für das Thema Medien im Kontext des Lehrens und Lernens andeuten. Der Vielfalt von Begriffen steht ein Mangel an kognitiver Forschung gegenüber, vielleicht auch, weil die Notwendigkeit nicht gesehen wird. Erst einmal ist es nur logisch zu glauben, dass Medien einen Nutzen haben, denn es fehlt nicht an positiven Beweisen, dass digitale Medien sinnvoll einsetzbar sind. Hebbel-Seeger et. al. (2013) nennt u. A. Videos als Mittel der Selbstreflexion und interaktive Simulationen der Segelausbildung als positive Beispiele. Sohnsmeyer (2011) zeigt, dass bewegungsgesteuerte Videospiele für das motorische Training Transferpotenziale besitzen.

Für das Lehren im Allgemeinen ist diese Art der Forschung ein wichtiger erster Schritt, doch es braucht weitere Schritte, um den Sinn des Medieneinsatzes im Bezug zum gesamten vorhandenen Angebot beurteilen zu können. Das Problem bei der Erforschung von Medien ist, dass die meisten Studien ausschließlich den Effekt gegenüber einer Kontrollgruppe messen. Das Wissen was dadurch verfügbar wird, lässt jedoch nicht zu, zu beurteilen, welchen Grad an Nutzen das Medium liefert und ob es bessere Alternativen gibt. Bildlich gesprochen bedeutet dies, wir lernen aus solchen Studien, dass ein getestetes mediales Werkzeug zum Graben nach Wissen besser ist, als gar kein Werkzeug. Aber wir wissen nicht, ob es sich um einen Löffel oder eine Schaufel handelt. Doch genau dies ist ein wichtiger Aspekt, wenn Lehrpersonen in Schule und Verein das richtige Mittel zur richtigen Zeit und zum richtigen Zweck auswählen wollen.

Diese Masterarbeit soll sich mit Unterschieden im Grad der Interaktivität von Medien beschäftigen, um eine Beurteilung von möglichen Vor- und Nachteilen für Lehr-Lern-Situationen zu ermöglichen. Im Fokus stehen kognitive Aspekte des motorischen Lernprozesses. Xu & Sundar (2016) halten es nach der Cue-Summation-Theory für möglich, dass Interaktivität zusätzliche kognitive Potenziale aktiviert, die zu besseren Lernergebnissen führen. Nach Lang (2000) gibt es die Möglichkeit, dass durch strukturelle Merkmale des Mediums, der Lernprozess behindert wird. Dies wird dadurch erklärt, dass für die Encodierung von Informationen zu viele kognitive

Ressourcen genutzt werden, sodass für die Speicherung der Informationen nicht mehr ausreichend Ressourcen übrig sind.

Da Visualisierungshilfen (Hebbel-Seeger et. al., 2013) im Sport verbreitet angewendet werden, werden in dieser Arbeit verschiedene visuelle interaktive Medienprodukte auf ihre Wirkung hinsichtlich motorischer Lernprozesse überprüft. Getestet wird der Zusammenhang von Interaktivität zu Lerneffekten auf Bewegungswissen und Bewegungsvorstellung, welche als Grundlage für motorische Lernprozesse betrachtet werden (Kirsch, 1971; zit. n. Osman, 1983).

Da in dieser Arbeit mehrere Begriffe genutzt werden, für die kein einheitlicher transdisziplinärer Konsens besteht, werden im Folgenden die Begriffsverständnisse und der Forschungsstand zu jenen Begriffen erläutert. Daran schließen Erklärungen zur Methodik der Studie, die Darstellung der Ergebnisse und die Diskussion der gewonnenen Erkenntnisse an.

1.1. Medienbegriff

Es gibt unzählige Perspektiven auf den Begriff des Mediums. Einige dieser Begriffsverständnisse, wie das Konzept von Tulodziecki (2004) zu Medien und Erfahrungsformen, gehen über das eigentliche Medium als Entität hinaus. Jene theoretische Linie von Begriffen folgt der Ansicht, dass ein Medium erst durch die kognitive Aufnahme in das empfangende Subjekt seine Funktion als Medium ausübt und erst dadurch zum Medium wird.

Andere Begriffe betrachten das Medium als etwas objektiv messbares. Jedoch unterscheidet sich, was zu Medien gezählt wird. Söll (zit. n. Kirsch, 1988) ist ein Vertreter des *weiteren Medienbegriffs*; er betrachtet Personen und Prozesse wie z. B. Bewegung als Medien. Ein Tanz, Pantomime und Berührungen können als Medium aufgefasst werden. Ganz allgemein werden Medien nach diesem Begriffsverständnis als *Vermittler zwischen dem Menschen und seiner Umwelt* betrachtet (de Witt, 2007).

Kirsch (1988) lehnt Sölls Begriffsverständnis ab und verteidigt den sog. *engeren Medienbegriff*, der alle *Objekte* umfasst, die Informationen tragen oder vermitteln. Der engere Medienbegriff existiert aufgrund des Wunschs zur Fokussierung auf

einen Kanon von (pädagogisch) nutzbaren Medien, wie z. B. Buch, Bild und Film. Wird der weitere Medienbegriff gewählt, so besteht die Gefahr, sich in der Fülle der Möglichkeiten von Informationsvermittlung bzw. Kommunikation zu verlieren. Folgt man z. B. Stiehler (2005; zit. n. de Witt, 2007), so können alle Entitäten zu den Medien gezählt werden, welche Beziehungen zwischen Menschen vermitteln oder auch behindern können; dazu können u. A. auch die jeweilige Infrastruktur oder Geld gezählt werden.

In aktuellen Diskussionen der Medienpädagogik wird häufig ein eingeschränkter Begriff genutzt, der sich auf *technische Medien* konzentriert. Technische Medien sind all jene Medien, welche einen Zugang zu Erfahrungen durch *technische Vermittlung* ermöglichen (Maier, 1998; zit. n. de Witt, 2007). Mit dem Begriff der technischen Vermittlung geht einher, dass ein Akteur nicht direkt mit einem Gegenstand oder einem Gegenstandsbereich, sondern nur mit einem Repräsentanten dessen in Verbindung steht. Ein Nutzer ist z. B. mit dem PC über ein Softwareprogramm mit einem Modell von Objekten oder Prozessen in Verbindung, welche von der Realität abstrahieren. Ein auf technische Medien eingeschränktes Verständnis des Medienbegriffs spricht den Medien ihre allgegenwärtige Vermittlerrolle ab. Stattdessen sind die technischen Medien bloße Hilfsmittel zur Vermittlung. Sie dienen dazu Inhalte auszutauschen, zu verbreiten und zu gestalten. (Maier, 119; zit. n. de Witt, 2007).

1.2. Verständnisse des Begriffs Interaktivität

Sowohl der Begriff des Mediums, als auch der Begriff der *Interaktivität*, sind insofern problematisch, als dass sie durch ihre Assoziation zu ebenfalls vielfältig diskutierten Begriffen stehen, wie z. B. *Kommunikation* und *Interaktion*. Aufgrund der Vielzahl der verwobenen und teils umstrittenen Begriffe, muss der Kontext genau definiert werden. Doch nicht nur die begriffliche Basis ist problematisch. Bieber & Leggewie (2004) weisen daraufhin, dass sich der Begriff der Interaktivität aufgrund der sich entwickelnden Vielfalt medialer Formen, Inhalte und Strukturen, gar nicht entwirren und bestimmen lasse.

In der aktuellen Alltagssprache wird der Begriff *Interaktivität* vorwiegend als Eigenschaft von digitalen Medien verstanden. Die Wahrnehmung der Nutzer auf Interaktivität untersuchten Leiner und Quiring (2008). Dabei zeigte sich, dass Nicht-professionelle Nutzer mit Interaktivität vor allem verbinden, selbst aktiv zu werden und Kontrolle über den Kommunikationsprozess auszuüben (Leiner & Quiring, 2008).

Das wissenschaftliche Verständnis des Begriffs ist hingegen problematisch. Obwohl wissenschaftliche Untersuchungen mit Bezug zum Begriff der Interaktivität vielfältig vorhanden sind, fehlt ein wissenschaftsübergreifender Konsens was Interaktivität genau bedeutet (Goertz, 1995). Goertz (1995) führt zur Erklärung des mangelnden Konsens an, dass viele Autoren den unterdefinierten Begriff meiden, und verweist darauf, dass selbst der Duden keine wissenschaftliche Definition führt; das Online-Wörterbuch des Dudens beschreibt Interaktivität mathematisch, als Summe von Interaktionen und den Term *interaktiv* als etwas, das Interaktion betrifft oder Interaktivität ermöglicht (Duden.de, 2017).

Die verschiedene Verwendung des Begriffs der Interaktivität in der wissenschaftlichen Literatur lässt sich auf drei wesentliche Perspektiven verengen (Leiner & Quiring, 2008): Interaktivität kann als (technisches) Merkmal medialer Angebote oder als Merkmal des Kommunikationsprozesses oder als Teil der Nutzerwahrnehmung wahrgenommen werden.

Bieber & Leggewie (2004) sehen im Diskurs der Mediendidaktik ebenfalls eine verbreitete Dreiteilung des Interaktivitätsbegriffs; es wird zwischen technische Rahmenbedingungen, einer Nutzer/Rezeptionsebene und einer Inhaltsebene unterschieden.

1.2.1. Interaktivität und Interaktion

Der Begriff der *Interaktion* steht in enger Verbindung mit dem Begriff der Interaktivität (Jäckel, 1995; zit. n. Goertz, 1995). Der Begriff der Interaktion stellt die Wechselseitigkeit der Beeinflussung der Interaktionspartner in den Vordergrund; die Zahl der Interaktionspartner beginnt bei mindestens zwei, kann aber auch größer sein (Sarges & Fricke, 1980; zit. n. Nolda, 2000).

Bieber & Leggewie (2004) unterscheiden Interaktivität von *sozialer Interaktion* und *technisierter Kommunikation*. Das Telefon ist z. B. nur ein Hilfsmittel der Kommunikation, analog zum Stift, der Worte aus Gedanken in Text überträgt, es greift selbst nicht in den Kommunikationsprozess ein. Die Unterscheidung von sozialer Interaktion und Interaktivität wird von Bieber & Leggewie (2004) aus pragmatischen Gründen zur Systematisierung vorgeschlagen, weil sich ihrer Meinung nach dadurch neuzeitliche Missverständnisse vermeiden ließen, wie z. B. die Idee, dass die *Mensch-Maschine-Kommunikation* eine soziale Interaktion sei. Aus Blickrichtung der systemtheoretischen Perspektive der Kommunikationswissenschaft kann nur bei der Kommunikation zwischen Anwesenden von Interaktion gesprochen werden, wohingegen medial vermittelte Kommunikation und Massenkommunikation keine Interaktion erzeugen kann (Neuberger, 2007).

Neuberger (2007) ist der Ansicht, dass Interaktivität ein Potenzial von Einzelmedien und Kommunikationssituationen ist, welches sich auf die Interaktion bezieht; damit sich die Interaktivität bestimmen lasse, müsse zuerst der Begriff der Interaktion definiert sein.

1.2.2. Interaktivität als Merkmal oder Wahrnehmung

Eine weitere nicht konsensfähige Frage ist, ob Interaktivität die Eigenschaft eines Mediums ist, oder ob Interaktivität von der Wahrnehmung der Nutzer bestimmt wird. Eine Perspektive ist der *eye-of-the-beholder approach,* der sich gegen die Meinung wendet, Interaktivität sei durch Anwesenheit oder Abwesenheit von Merkmalen bestimmbar (Xu & Sundar, 2016). Dieser Zugang zu Interaktivität weist darauf hin, dass die im Medium enthaltene Interaktivität ggf. nicht genutzt würde und das Potenzial nicht in Interaktivität umgesetzt würde (Xu & Sundar, 2016). Der Ansatz Interaktivität an ein Urteil des Nutzers zu binden wird von Sundar (2004) kritisiert, weil dadurch sowohl der Unterschied zwischen Nutzern, als auch die Struktur von informations-technischen-Systemen ignoriert würde. Der Akt der Beurteilung des Interaktivitätsangebots kann nicht nur am Medium selbst scheitern, sondern an den vorgeschalteten Voraussetzungen und Strukturen des genutzten Informationssystems und an der mangelnden Kompetenz des Nutzers (Vgl. Sundar 2004).

Xu & Sundar (2016) definieren Interaktivität als *Interaktionstechnik* auf dem Bildschirm. Sie halten Interaktivität für eine *Eigenschaft der Nutzeroberfläche* und als Teil des zugrundeliegenden Programms welches dem Nutzer Zugang zu Inhalten gewährt.

1.2.3. Echte vs. vorgetäuschte Interaktivität

Unter der Annahme, dass Interaktivität ein Merkmal von Medien ist und nicht durch die Wahrnehmung definiert wird, ergibt sich die Frage nach den Eigenschaften der Interaktivität. Eine wissenschaftliche Position vertritt die Ansicht, dass Interaktivität, wie sie in fast allen aktuellen Softwareprodukten umgesetzt wird, lediglich eine Pseudo-Interaktivität ist (Bieber & Leggewie, 2004; Mertens, 2004). Als Beispiel von pseudo-interaktiven Anwendungen wird z. B. interaktives Fernsehen genannt. Das interaktive Fernsehen ist nicht echt interaktiv, weil die Interaktivität auf eine feste Auswahl von vorprogrammierten Möglichkeiten begrenzt ist (Bieber & Leggewie, 2004). Selbst Videospiele sind demzufolge nicht interaktiv, obwohl sie als Aushängeschild für Interaktivität gelten (Mertens, 2004). Die Anzahl von Optionen, die auf Nutzereingaben basieren, sei bei Videospielen zwar relativ groß, der Rahmen der Anwendung und Ergebnisse bliebe jedoch vorbestimmt (Mertens, 2004). Als Anekdote nennt Mertens (2004) einige Parodien zu Videospielen, die, ohne die Inhaltsebene zu berühren, darstellen, um welches Spiel es sich handelt, indem sie ausschließlich Strukturelemente des Spiels wiedergeben, wie z. B. typische Dialogoptionen. Steven Poole (2000; zit. n. Mertens, 2004) weist darauf hin, dass Videospiele speziell symbolische Zusammenhänge nutzen; Objekte haben keine realistischen physikalischen Eigenschaften, sondern passen nur dann, wenn es die Programmierung zulässt. So lasse sich im Spiel *Tomb Raider* das Hindernis einer Holztür nicht mit dem Raketenwerfer aus dem Weg räumen, sondern nur mit einem passenden Schlüssel (Mertens, 2004).

Gegenüber den als künstlich befundenen interaktiven Strukturen, erfordert echte Interaktivität den uneingeschränkten Einfluss auf Inhalt und Form, sowie auf Ablauf und Dauer der Kommunikation (Bieber & Leggewie, 2004). Lanier (1995; zit. n. Bieber & Leggewie, 2004, S.9) meint dazu: "Es liegt in der Natur der Sache, dass das Gegenüber, mit dem Sie interaktiv sind, sich gleichzeitig mit Ihnen ändert".

Als Beispiele echter Interaktivität können hingegen interaktive Kommunikationsräume, wie z. B. Web-Foren oder Chats herangezogen werden; auch das Phänomen der geteilten Autorenschaften im Internet ist als interaktives Phänomen zu bewerten (Bieber & Leggewie, 2004).

1.2.4. Struktur & Ablauf der Kommunikation

Ein Aspekt der unterschiedlich aufgefasst wird ist, inwiefern Interaktivität hinsichtlich der involvierten Kommunikationspartner zu betrachten ist. Interaktivität wird z. B. speziell in der Informatik im Kontext von Mensch-Maschine-Kommunikation diskutiert (Goertz, 1995), bzw. im Hinblick auf Computer und Netzwerk-Systeme (Xu & Sundar, 2016). Eine andere Auffassung wird durch Untersuchungen etabliert, welche die Kommunikation zwischen Menschen ins Verhältnis zu Interaktivität setzen (Xu & Sundar, 2016).

Eine grundlegende Einigkeit besteht darüber, dass der Ablauf der Kommunikation durch einen *Kommunizierenden* über Interaktivität beeinflusst werden kann. Bieber & Leggewie (2004) sind der Ansicht, dass Interaktivität bedeute, dass Einfluss auf Form und Inhalt, Ablauf und Dauer eines Mediums genommen werden kann.

Interaktive Kommunikation definiert sich durch ein direktes Antwortverhalten, eine Kontrolle über das Medium und die Information des Mediums (Xu & Sundar, 2016).

Rice & Williams (1984; zit. n. Xu & Sundar, 2016, S. 621) bezeichnen Interaktivität als "*two way real-time information exchange*". Diese Bezeichnung scheint auf den ersten Blick weder mit Briefwechseln zwischen Personen, noch mit modernen Web-Foren und Chat-Programmen kompatibel, da weder der Zeitpunkt, noch die Gewissheit einer Antwort bestimmt sind.

1.2.5. Operationalisierung von Interaktivität

Studien, welche Interaktivität in einen übergeordneten theoretischen Rahmen zum Begriff der Interaktivität setzen und Interaktivität in diesem Rahmen operationalisieren, sind selten, da Autoren oft eine Vermeidungsstrategie wählen (Goertz 1995). Die meisten Studien zur Interaktivität betten empirische Untersuchungen nicht in einen theoretischen Rahmen ein, sondern bestimmen für

die jeweilige Untersuchung ein Basis-Medienprodukt und mindestens eine zusätzliche Produktvariante mit zusätzlichen interaktiven Elementen. Die Variante mit zusätzlichen Elementen zur Interaktion ist dementsprechend die stärker interaktive Variante. Als Beispiel für diese Vorgehensweise lassen sich Pedra et. al. (2015) nennen, welche zwei Softwareprogramme mit 3D-Animation produzierten und der einfachen interaktiven Variante zusätzliche Optionen zur Rotation und Zoom einprogrammierten.

Xu & Sundar (2016) wählen eine Operationalisierung, die sich auf mögliche Nutzeraktionen fokussiert: *Interaktivität ist die Anzahl von Merkmalen der Benutzeroberfläche, die dem Nutzer erlauben, Zugang zu Inhalten zu gewinnen*. Ein System ist interaktiver, je mehr Zugangsmöglichkeiten zum Informationsaustausch zwischen Nutzer und Dienst bestehen. Diese Ansicht koppelt den Informationsaustausch mit Programmstrukturen, welche auf Nutzereingaben reagieren. Xu & Sundar (2016) zählen als Nutzereingaben Aktionen, wie z. B. *Klicken* und *Ziehen mit Maus* oder Tastatur, bei bewegungssensitiven Bildschirmen das *Streichen über den Bildschirm* und bei Geräten mit Rotationsmessung das *Drehen* des Geräts.

Issing und Klimsa (2002) versteifen sich nicht auf die Mensch-Maschine-Interaktion. Sie sprechen von fünf Stufen der Interaktivität. Im Gegensatz zu den vorgenannten Konzepten orientiert sich diese Operationalisierung nicht nur an Nutzeraktionen, sondern auch an Feedback und Dialogoptionen. Die Stufen bauen nicht notwendig schrittweise aufeinander auf, sondern können sich auch aufsummieren. Je mehr der vorgeschlagenen Elemente im Medium enthalten sind und je durchgängiger sie verwendet werden, desto interaktiver ist das Medium. Dabei haben einzelne Elemente allerdings eine unterschiedliche Gewichtung. Als Elemente zur Erhöhung von Interaktivität zählen:

- „Zugreifen auf bestimmte Informationen, Auswählen, Umblättern;
- Ja/Nein- und Multiplechoice-Antwortmöglichkeiten und Verzweigen auf entsprechende Zusatzinformationen;
- Markieren bestimmter Informationsteile und Aktivierung entsprechender Zusatzinformationen;

- freier Eintrag von komplexen Antworten auf komplexe Fragestellungen mit intelligentem tutoriellem Feedback (sokratischer Dialog)
- freier ungebundener Dialog mit einem Tutor oder mit Lernpartnern mithilfe von Multimedia- und Hypermediasystemen. [...]" (Issing & Klimsa, 2002, S. 3)

Eine sehr allgemeine Operationalisierung zeigt Goertz (1995); in Abb. 1 wird eine Operationalisierung modelliert, die nicht auf technische Kommunikation begrenzt ist, wie sie Issing und Klimsa beschreiben. Stattdessen kann das Modell auch die Kommunikation zwischen Menschen beschreiben.

1.3. Effekte von Interaktivität

Effekte der Interaktivität werden häufig über die Wirkung von interaktiven Werkzeugen und den damit verbundenen Anforderung an die kognitiven Ressourcen untersucht, um Wissen über die Zusammenhänge der Informationsverarbeitung zu gewinnen (Reeves & Nass 2000; zit. n. Xu & Sundar, 2016).

Steuer (1992; zit. n. Xu & Sundar, 2016) beschreibt, dass die Erhöhung der Interaktivität einer Webseite dazu führt, dass Nutzer mehr Wege haben, um einen Zugang zum Inhalt zu erhalten; dies soll sowohl die Reichweite (*Range*) als auch die mentale Zuordnung der Inhalte (*Mapping*) verbessern.

Nutzeroberflächen mit reicher Auswahl an Funktionen verstärken die mentale Repräsentation des Inhalts der Webseite, indem sie mehr sensorische Wahrnehmungen einbinden (Reeves & Nass, 2000). Eine Begründung für die positiven Effekte könnte sein, dass die Bandbreite der Wahrnehmung (*perceptual bandwidth*) durch das Ansprechen verschiedener Sinne erhöht wird (Xu & Sundar 2016). Die Bandbreite der Wahrnehmung ist definiert als Typ, z. B. auditiv oder visuell und Anzahl von sensorischem Austausch (*sensory exchanges*) während einer Interaktion zwischen Medium und Nutzer (Xu & Sundar, 2016).

Eine Erklärung für die Zusammenhänge von Interaktivität, sensorischen System und Gedächtnisleistung lässt sich durch die kognitiven Theorien der *Cue-Summation-Theory* und der *limited-Capacity-Theory* geben (Xu & Sundar, 2016). Diese beiden

kognitiven Theorien dienen als Grundlage für die Beurteilung der zentralen Fragestellungen dieser Arbeit.

1.3.1. Cue-Summation-Theory:

Ausgangspunkt der Cue-Summation-Theory ist die Fähigkeit des menschlichen Nervensystems, Informationen gleichzeitig über verschiedene sensorische Kanäle zu verarbeiten (Garner, 1970; zit. n. Xu & Sundar, 2016). Im Kontext von Multimedia und Lernen entwickelte Severin (1967a, 1967b; zit. n. Xu & Sundar, 2016) die Cue-Summation-Theory, die vorhersagt, dass kognitive Aktivitäten und die Informationsaufnahme mit zunehmender Anzahl an verfügbaren Stimuli steigen. Die Kombination von akustischen Signalen und visuellen Präsentationen ist effektiver um etwas Wiederzuerkennen (*Recognition*) und zu Erinnern (*Recall*), als eine Verbindung von ausschließlich visuellen Signalen (Brashears et al., 2005; Cushman, 1973; zit. n. Xu & Sundar, 2016).

Xu und Sundar (2016) sind der Ansicht, dass die Cue-Summation-Theory auch für Untersuchungen von Interaktivität mit ausschließlich visuell präsentierten Inhalten Gültigkeit hat, obwohl sie im Kontext von Multimedia und multimodalen sensorischen Stimuli entstand:

> „if various features of the medium can provide more cues, we could predict that the website with more interactive features make them more attentive, broaden their perceptual bandwidth and provide more relevant cues to assist them in processing information […]".(Xu & Sundar, 2016, S. 621)

1.3.2. limited-Capacity-Theory:

Im Gegensatz zur Cue-Summation-Theory geht die limited-Capacity-Theory nach Lang (2000) davon aus, dass eine größere Anzahl von Reizen durch interaktive Merkmale zu einem Wettstreit um die kognitiven Ressourcen führt, welcher sich negativ auf die Informationsverarbeitung auswirkt (Xu & Sundar, 2016). Wenn Individuen gleichzeitig zu viele Informationen verarbeiten, kann es vorkommen, dass sie zu viele kognitive Ressourcen für einzelne Subprozesse benötigen, wie z. B.

Enkodierung, oder Speicherung oder Abruf; in Folge dessen sind ggf. nicht mehr genug Ressourcen für andere Subprozesse vorhanden (Lang, 2000).

Lang fand am Beispiel von Video-Präsentationen heraus, dass eine steigende strukturelle Komplexität, z. B. durch Umschnitte (*Cuts*), dazu führten, dass die kognitiven Prozesse der Testpersonen durch die Enkodierung der Botschaften (*Message*) im Medium ausgelastet waren; dadurch wurde die Speicherung der Informationen beeinträchtigt, so dass die Erinnerung an diese Informationen reduziert wurde. Entsprechende Phänomene können sowohl die Gesamtheit der im Medium enkodierten Inhalte betreffen, als auch nur Teile dieser Inhalte. Nach Lang (2000), werden wenig komplexe Abschnitte von insgesamt komplexen Botschaften besser wiedererkannt als komplexe Abschnitte von komplexen Botschaften.

Lang (2000) hält für möglich, dass Personen die in Medien kodierten Botschaften für einen Test lernen gegenüber anderen Personen, die etwas zur Unterhaltung ansehen, eine verringerte Speicherleistung und in der Folge auch eine verringerte Erinnerungsleistung erfahren. Ursache könnte sein, dass die Lernenden mit dem Abruf von Gedächtnisinhalten und dem Integrationsprozess der im Medium enthaltenen Botschaft in das vorhandene Wissen zu viele kognitive Ressourcen verbrauchen, um die Speicherung optimal zu vollziehen (Lang, 2000).

Lang nennt zwei Typen von Informationen, die am wahrscheinlichsten in das Arbeitsgedächtnis übergehen. Zum einen sind das Informationen, die *relevant* für das Erreichen der Ziele des Individuums sind und zum anderen sind dies *unerwartete* Informationen. Wenn interaktive Merkmale auf einer Webseite zur Veränderung des Inhalts führen, kann dies eine Neuorientierung erfordern, welche eine automatische Allokation von kognitiven Ressourcen zum Enkodieren zur Folge hat (Sokolov, 1960; zit. n. nach Xu & Sundar, 2016). Inwiefern die Interaktivität direkt mit dem Aspekt des Unerwarteten zusammenhängt, bleibt unklar. Vermutlich ist die angesprochene Neuorientierung ausreichend, um eine erhöhte Ressourcenallokation zu erzielen.

1.3.3. Interaktivität und Gedächtnisleistung

Interaktivität hat, je nach Quantität, verschiedene Auswirkungen auf die Gedächtnisleistung von Nutzern (Xu & Sundar, 2016). Höhere Interaktivität bewirkt eine verbesserte Wiedererkennung und Erinnerung von interaktiv präsentierten Informationen. Höhere Interaktivität kann die Wiedererkennung von nicht-interaktiven Inhalten auf einer Webseite verschlechtern. Mittlere Quantität von Interaktivität bewirkt ähnliche Verbesserungen hinsichtlich der Wiedererkennung und Erinnerung von interaktiven Inhalten; gleichzeitig bewirkt eine mittlere Quantität von Interaktivität nur geringe Verschlechterungen hinsichtlich der Wiedererkennung von nicht interaktiven Inhalten. Xu & Sundar (2016) folgern daraus, dass eine Erhöhung von Interaktivität nicht notwendigerweise positive Auswirkungen auf die Gedächtnisleistung hat.

Im Vergleich der Ergebnisse von niedriger und mittlerer Interaktivität, stellten Xu & Sundar (2016) fest, dass niedrige Interaktivität zu einer Verbesserung der Wiedererkennung führte, wohingegen die mittlere Interaktivität eine Verbesserung der Erinnerung bewirkte. Xu & Sundar (2016) erklären die Ergebnisse wie folgt: Die geringere Interaktivität sorgt für eine geringere Allokation von kognitiven Ressourcen; die freien Ressourcen werden durch die Encodierung der nicht interaktiven Inhalte verbraucht, so dass in einem weiteren Schritt, für das Speichern der Informationen, letztendlich weniger Ressourcen frei sind. Im Falle der mittleren Interaktivität, könnte die höhere Anforderung zum Zeitpunkt der interaktiv bedingten Veränderung eine Verbreiterung der Wahrnehmungsbandbreite bewirkt haben, die über die eine längere Zeit Ressourcen bereitgestellt habe. Der Annahme folgend, dass über einen längeren Zeitraum mehr kognitive Ressourcen zur Verfügung gestanden haben, lässt sich die verbesserte Erinnerungsleistung erklären (Xu & Sundar, 2016).

Lernen mit interaktiven Animationen

Informationen in Form von Animationen werden besser verstanden, wenn Nutzer die Kontrolle über die Geschwindigkeit der Präsentation haben, wie z. B. die Option eine Animation über eine "Weiter"-Schaltfläche fortzusetzen (Mayer & Chandler, 2001; zit. n. Pedra et.al., 2015).

Scheiter (2014) schlussfolgert in einem Bericht, dass es keinen überzeugenden Beweis für positive Effekte des Lernens gibt, wenn fortschrittlichere Formen der interaktiven Kontrolle in die Hände der Lernenden gelegt werden. Ursachen dafür sind möglicherweise eine erhöhte kognitive Belastung durch interaktive Elemente (Pedra et al., 2015). Außerdem fehlt es vielen Nutzern an den metakognitiven Fähigkeiten, um eine effektive Auswahl aus komplexeren interaktiven Optionen zu ziehen (Pedra et. al., 2015). Komplexe naturwissenschaftliche Sachverhalte erfordern ein gut ausgebildetes räumliches Denken (Pedra et al., 2015) und obwohl Animationen als Hilfsmittel für räumliches Denken angesehen werden (Hoffler & Leutner, 2007; zit. n. Pedra. et al., 2015) fehlt eine klare empirische Indikation, dass Animationen effektiver sind als statische Illustrationen; mit der Ausnahme einer Bedienungsanleitung um einen Knoten zu binden (Ayred & Paas, 2007; zit. n. Pedra et al., 2015).

1.3.4. Interaktivität und Motivation

Inwiefern Interaktivität und Motivation in Zusammenhang stehen ist nicht ausreichend geklärt (Pedra et al., 2015). Nach der Interest-theory von Hidi (2006; zit. n. Pedra et al., 2015) lässt sich erwarten, dass interaktive Lernumgebungen aufgrund der dynamischen Antwort auf Nutzervorgaben zu gesteigertem Interesse führen; dieses Interesse soll tiefere kognitiven Prozesse bewirken, die aufgrund der aktiven Konstruktion von neuem Wissen zu besseren Lernerfolgen führen (Schiefele, 2009; zit. n. Pedra et al., 2015). Tiefe kognitive Verarbeitung meint mitunter die Reorganisation von vorhandenen Inhalten und die Integration in vorhandenes Vorwissen oder Wissenstransfers in andere Kontexte (Mayer, 2011; zit. n. Pedra et al., 2015). Pedra et al. (2015) fanden in einem Experiment mit interaktiv steuerbaren Animationen eine Bestätigung der Hypothese, dass eine gesteigerte Interaktivität sich positiv auf das Interesse auswirkt.; einen gesteigerten Lernerfolg konnten sie demgegenüber nicht messen.

1.3.5. Zusammenspiel von interaktiven und nicht-interaktiven Inhalten

Durch Interaktivität wird die Aufmerksamkeit des Nutzers auf die interaktiven Inhalte gelenkt (Rafaeli, 1988; zit. n. Xu & Sundar, 2016). Daraus folgern Xu & Sundar

(2016) dass mehr kognitive Ressourcen für interaktive Inhalte alloziert werden und nicht interaktive Inhalte aufgrund eines Mangels an kognitiven Ressourcen schlechter wiedererkannt und erinnert werden.

1.3.6. Interindividuelle Unterschiede

Sundar & Marathe (2010) sind der Ansicht, dass es Nutzer gibt, die mit Interaktivität aufgrund von Erfahrung oder Motivation besser zurechtkommen als Andere; sie nennen diese Personen *Power-User.* Das Konstrukt des Power-User scheint über den deutschen Begriff *Vielnutzer* hinauszugehen:

> „They are highly self-motivated learners who commit greater effort to discovery and experience frustration if restricted or given little learning autonomy. They are also known to routinely engage in multitasking (Roberts et. al., 2005) and navigate through complex situations that require them to act and communicate in parallel (Sorensen, n.d.)“ (Sundar & Marathe 2010, S.305).

Power-User fühlen sich in interaktiven Umgebungen eher wohl als andere Nutzer, da diese sich ggf. erst orientieren müssen (Xu & Sundar, 2016). Im Lichte der limited-Capacity-Theory lassen sich dadurch ggf. interindividuelle Unterschiede bezüglich der Gedächtnisleistung anhand der Erfahrung und Einstellung zu interaktiven Medien erklären.

1.4. Bewegungsvorstellung

Der Begriff der *Bewegungsvorstellung* kann nach verschiedenen Begriffsverständnissen interpretiert werden. Häufig wird die Bildung der Bewegungsvorstellung als Teil des motorischen Lernens betrachtet, allerdings unterscheiden sich die Ideen davon, was genau die Bewegungsvorstellung ist, wie sie entsteht, oder welche Rolle sie im motorischen Lernen einnimmt.

1.4.1. Definition Vorstellung

Bevor die Bewegungsvorstellung thematisiert wird, muss zuerst auf allgemeiner Ebene geklärt werden was eine Vorstellung ist. Der Begriff der Vorstellungen ist in mehreren Disziplinen beheimatet. Psychologie, Philosophie und

Neurowissenschaften haben unterschiedliche Diskurse mit vielen Perspektiven hervorgebracht. In dieser Arbeit wird die Vorstellung ausschließlich als Produkt von neurophysiologischen Prozessen angesehen. Mentale und neuronale Prozesse werden gleich gesetzt. Phänomene die über physische Prozesse hinausgehen, werden ausgeschlossen. Wiemann (2001, *S. 63*) beschreibt eine grundlegende psychologische Definition :

> „Die psychische Erscheinung, die daraus resultiert, daß Sinneseindrücke, die vor kürzerer oder längerer Zeit wahrgenommen wurden, wieder ins Bewußtsein gerufen werden oder „von selbst“ im Bewußtsein erscheinen, wird in der Psychologie "Vorstellung“ genannt.“

George Betts (1909; zit. n. Pithan & Dahm, 2015, S. 114) unterscheidet zwischen zwei Formen von allgemeinen Vorstellungen; zum einen gibt es explizite und zum anderen implizite Vorstellungen:

> „Explizite Vorstellungen werden durch Instruktionen eingeleitet und können manipuliert werden, während implizite Vorstellungen einen Teil der nichtintentionalen, unbewussten Denkprozesse ausmachen.“

1.4.2. Vorstellung vs. Wahrnehmung

Die grundlegende psychologische Definition der Vorstellung ist Wiemann (2001) in dieser Form nicht ausreichend trennscharf zu Bewusstseinszuständen, die aufgrund visueller Wahrnehmung entstehen. Er präzisiert, dass die Vorstellung nicht die Erinnerung an visuelle Eindrücke aus einer Beobachtungssituation ist, sondern eine Erinnerung in Abwesenheit von Sinneseindrücken (Wiemann, 2001).

Wie weit die Wahrnehmung und Erinnerung auseinander liegen müssen, bzw. welche Gedächtnisstrukturen des Gehirns involviert sein müssen, um keine Erinnerung von visuellen Eindrücken zu sein, klärt Wiemann (2001) nicht.

Aktuelle psychologische und neurophysiologische Untersuchungen könnten eine Antwort auf die offene Frage liefern. Das *visuelle Arbeitsgedächtnis* ist nach Luck & Vogel (2013) ein Informationsspeicher, der visuelle Inhalte temporär festhält, aber sie nicht als Gedächtnisinhalt abspeichert; diese neurophysiologische Struktur würde mit Wiemanns Definition übereinstimmen.

Die Zeit, welche Inhalte im visuellen Arbeitsgedächtnis verbringen, kann variieren; gleiches gilt für die Anzahl an Inhalten, die bis zur Kapazitätsgrenze ins Arbeitsgedächtnis aufgenommen werden können. Vogel et. al. (2006) konnten zeigen, dass die Zeit, bis die Inhalte des visuellen Arbeitsgedächtnisses als relativ dauerhafte Inhalte anderer Gedächtnisstrukturen abgespeichert und konsolidiert wurden, im geringsten Fall nur 50 ms für ein Item betrug. Vorherige Untersuchungen gingen von bis zu 500 ms aus (Vogel et. al., 2006). Das Fassungsvermögen des visuellen Arbeitsgedächtnisses liegt bei drei bis vier simplen Objekten, wie z. B. farbigen Rechtecken. Sind die Objekte komplexer, so ergeben sich Abweichungen (Luck & Vogel, 2013). Inwieweit das visuelle Arbeitsgedächtnis fähig ist die Position eines menschlichen Körpers und seiner Teile zu fassen, bleibt offen.

Die Trennung zwischen Wahrnehmung und Vorstellung allein auf die Gedächtnisstrukturen zu reduzieren ist zu diskutieren, weil viele Ergebnisse und theoretische Konzepte zu Gedächtnisstrukturen noch nicht eindeutig geklärt sind (Vgl. Luck & Vogel, 2013).

1.4.3. Bewegungsvorstellung

Damit eine Bewegungsvorstellung entstehen kann, müssen zwei Bedingungen erfüllt sein. Zum einen ist eine, in der Vergangenheit liegende, bewusste Bewegungswahrnehmung nötig und zum anderen eine bereits erfolgte Speicherung der Bewegungswahrnehmung im Langzeitgedächtnis (Wiemann, 2001). Je nach Begriffsverständnis der Bewegungsvorstellung, kann die Bewegungswahrnehmung durch visuelle Eindrücke, die mittels Medienpräsentationen oder Vorführungen der Bewegung gewonnen werden, geschaffen werden (Osman, 1983) oder es werden aktive Ausführungen der Bewegung gefordert damit kinästhetische Daten und ein Eigenbezug entstehen (Wiemann, 2001).

Wiemann (2001) unterscheidet dahingehend zwischen *eigenmotorischer Bewegungsvorstellung* und anderen Vorstellungen, wie z. B. die Erinnerungen an eine Wahrnehmung zu einer Bewegung. Wenn ein Schüler sich an eine vor-geturnte Bewegung einer Lehrperson erinnert, sei dies nach Wiemann keine Bewegungsvorstellung. Ein Bezug zum eigenen Körper und dessen kinästhetischer

Wahrnehmung sei Voraussetzung für eine (eigenmotorische) Bewegungsvorstellung. Wiemann (2001) unterscheidet zwischen visuellen Wahrnehmungen, welche zeitnahe sensorische Wahrnehmung erfordern, zwischen *visuellen Vorstellungsbildern* aus der Erinnerung an Wahrnehmungen und zwischen eigenmotorischen Bewegungsvorstellungen; visuelle Vorstellungsbilder sollen Teil eines übergeordneten visuell-internen Bewegungsmodells sein. Visuelle Vorstellungsbilder besitzen keinen direkten Bezug zum Körper des Sportlers; visuelle Daten können jedoch transformiert werden und zu einer Bewegungsvorstellung werden (Wiemann, 2001).

Auch Pithan & Dahm (2015) weisen darauf hin, dass die visuelle und kinästhetische Vorstellung getrennt zu betrachten sind, da sie auf neuronaler Ebene auf unterschiedliche Mechanismen zurückzuführen seien. Sie definieren den Begriff der Bewegungsvorstellung als mentale Ausführung einer eigenen Bewegung ohne die tatsächliche Ausübung der Bewegung. Diese Definition umfasst sowohl Vorstellungen von Bewegungen aus der Perspektive der ersten Person, aber auch Vorstellungen aus der dritten Person. Weiterhin sind Bewegungsvorstellungen nicht auf visuelle Vorstellungsinhalte beschränkt. Taktile, olfaktorische, gustatorische und akustische Inhalte einer Bewegung können erinnert und vorgestellt werden (Pithan & Dahm, 2015); die Bewegungsvorstellung ist multidimensional.

Mohamed Osman (1983) folgt in seiner Arbeit zur Überprüfung der Wirksamkeit von Medien auf das Bewegungslernen einer Definition von Thiess et. al. (1978), welche den Handlungsbezug in den Vordergrund rückt. Die Bewegungsvorstellung wird als *Reproduktion einer Bewegung im gedanklichen Vollzug der Handlung* definiert.

Im Verlauf der Entwicklung der Bewegungsvorstellung wird die erste grobe Vorstellungen einer Bewegung meist überwiegend optisch bestimmt, während kinästhetische Anteile fehlen (Osman, 1983). Im motorischen Lernprozess, durch Übung der Bewegung werden die kinästetischen Anteile größer und die visuelle Vorstellung wird zunehmend ersetzt (Osman, 1983). In vollentwickelter Form ist die Bewegungsvorstellung gleich dem eigenmotorischen Akt, als perfekte Vorstellung der eigenen Bewegung. Obwohl die Bewegungsvorstellung als Akt des Bewusstseins definiert wird, soll die Bewegungsvorstellung die Summe von bewusstem und

unterbewusstem Wissens über den Ablauf einer bestimmten Bewegungen sein (Osman, 1983).

Bewegungsvorstellungen bestehen aus 3 Komponenten, einer räumlichen Komponente, einer zeitlichen Komponente und einer dynamischen Komponente (Leirich & Puni, 1969; zit. n. Osman, 1983). Leirich (1969; zit. n. Osman, 1983) ist der Ansicht, dass die Bewegungsvorstellung erst durch das Ausführen der Bewegung vollständig wird, da erst die Ausführung zur Erfahrung der dynamischen Komponente führt. Vorher schaffen visuelle Wahrnehmungen lediglich eine grundlegende Vorstellung, indem sie ein räumliches Element und ggf. auch ein zeitliches Element schaffen (Vgl. Abb.2) . Wiemann (2001) führt weitergehend aus, wie aus den rein visuellen Anteilen der Vorstellung eine Bewegungsvorstellung wird. Als Erstes müssen für den Wahrnehmenden anhand der räumlich-zeitlichen Charakteristik die Elementaraktionen der Bewegung erkennbar sein, um visuelle Vorstellungen zu einzelnen Elementaraktion zu ermöglichen. Als Zweites müssen, zu den visuell wahrgenommenen Elementaraktionen der Bewegung, zusätzlich eigenmotorische Informationen vorliegen. Als Drittes müssen den jeweiligen Bildern der visuellen Vorstellung korrespondierende eigenmotorische Daten zugeordnet werden. Die Transformation von visuellen Wahrnehmungsbildern zu eigenmotorischen Bewegungsvorstellungen ist nach Wiemann (2001) vom Medium im Mechanismus unabhängig, aber nicht in der Effektivität; durch das Beobachten eines Sportlers in Aktion oder einem visuellen Medium, das zeitliche Verläufe abbildet, wie z. B. dem Film, gelingt die Transformation besser als durch die Nutzung von zeichnerischen Darstellungen, die nur räumliche Informationen zeigen, aber keine zeitlichen Verläufe abbilden (Wiemann, 2001).

Transformationen sind in beide Richtungen möglich, visuelle Vorstellungen bzw. visuelle Bewegungsmodelle lassen sich zu eigenmotorischen Bewegungsvorstellungen transformieren und eigenmotorischen Bewegungsvorstellungen können zu visuellen Bewegungsmodellen transformiert werden (Wiemann, 2001). Diese Transformationsrichtung zu visuellen Bewegungsmodellen trete u. A. dann auf, wenn an bestimmten Stellen noch unvollständige eigenmotorische Informationen vorliegen. Eine weitere mögliche Ursache könnte eine massierte visuelle Instruktion im Lehrprozess sein, die einen

Gegenpol erzeugt, welcher sich gegen die eigenmotorischen Informationen durchsetzt; dies kann auftreten, wenn die interne Modellierung der Bewegung neu geschaffen oder eine bestehende Modellierung modifiziert wird (Wiemann, 2001).

1.4.4. Bewegungsvorstellung und Bewegungsausführung

Bewegungsvorstellungen und Bewegungsausführung stehen wechselseitig miteinander in Verbindung. Sportler nutzen bewusste Vorstellungen zur Bewegungsvorausnahme (*Bewegungsantizipation*) (Wiemann, 2001). Wiemann (2001) ist der Ansicht, dass bei Bewegungsabläufen, deren Erfolg an der produzierten Dynamik gemessen wird, wie z. B. Kugelstoßen und Weitsprung, die Bedeutung der Antizipation insgesamt gering ist; in diesen Fällen sei die Antizipation hauptsächlich vor Beginn der Bewegungsausführung relevant. Demgegenüber stehen längere Folgen von Bewegungsfertigkeiten, wie sie bei turnerischen und tänzerischen Disziplinen üblich sind; diese zeichnen sich durch eine erhöhte Bedeutung der Vorstellung für den erfolgreichen Bewegungsablauf aus (Wiemann, 2001). Die Bewegungsvorstellung ist nicht nur vor Beginn der Bewegung wichtig, sondern auch während des Bewegungsablaufs, wo sie mit zeitlichem Vorlauf vor der realen Bewegungsausführung auftreten kann (Wiemann, 2001). Wiemann (2001) ist der Ansicht, dass das Bewusstsein bei der Bewegungskombination: *Radwende, Handstandüberschlag rückwärts, Salto rückwärts*, während des Bewegungsablaufs der Radwende schon mit der Vorstellung der nächsten Teilbewegung, des Handstandüberschlags, beschäftigt ist. Die Antizipation bei Verkettungen von Bewegungsfertigkeiten ermöglicht erst, dass diese fließend ineinander übergehen (Wiemann, 2001). Bei vorhergehenden fehlerhaften Bewegungsabläufen oder schwierigen Bewegungsabläufen, die das Bewusstsein für das Gelingen erfordern, kann die Bewegungsvorstellung bei der entsprechenden Bewegung verweilen, was sich negativ auf die nachfolgenden Bewegungsausführungen auswirken kann (Wiemann, 2001).

Wiemanns Aussagen, dass die Bewegungsvorstellung von der Ausführung der Bewegung abweichen kann, lassen sich durch aktuellen Untersuchungen stützen, welche die Übereinstimmung der Dauer von Bewegung gegenüber der Vorstellungsdauer untersuchen. So zeigen die Ergebnisse von Guillot und Collet

(2005a, zit. n. Pithan & Dahm, 2015), dass bei Kunstturnern und Tennisspielern, die Dauer der Vorstellung länger ist, als die Zeit der Bewegungsausführung, wenn komplexe Bewegungssequenzen auszuführen sind. Außerdem stimmt die Dauer von Ausführung und Vorstellung bei Experten im Kunstspringern eher überein als bei Anfängern (Reed, 2002; zit. n. Pithan & Dahm, 2015).

1.4.5. Ideomotorische Effekte

Ein weiterer Aspekt der Motorik, der mit Bewegungsvorstellungen in Zusammenhang steht, sind sog. ideomotorische Effekte. Bei Tv-Übertragungen von alpinen Ski-Sport-Events sind regelmäßig Aufnahmen von Sportlern zu sehen, die den Parkour vor ihrem Start mittels Bewegungsantizipation mental abfahren und sich dabei zur Seite neigen, den Kopf mitbewegen und Muskeln anspannen.

Die ideomotorischen Hypothese, basiert auf Gedankengut zum Carpenter-Effekt, der eine Form der Bewegungsvorstellung für zutreffende Ergebnisse bei okkulten Praktiken, wie z. B. Pendeln und Gläser rücken, verantwortlich macht. Eine Annahme der ideomotorischen Hypothese ist, dass die Bewegungsvorstellung die Tendenz besitzt, sich in Bewegungsausführung zu manifestieren (Prinz, 1985; zit. n. Erlacher, 2005). Nach Carpenter (1874; zit. n. Prinz, 1985) ist eine Bewegung nur dann ideomotorisch, wenn sie automatisch, ohne willentliche Steuerung abläuft.

Ideomotorische Bewegungen gelten als eine Erklärung, warum das Pendel an einen bestimmten Ort pendelt; weil es der Ort ist, den sich der Ausführende unbewusst, ggf. sogar gegen seine bewussten Ansichten (Prinz, 1985) vorstellt. Außerhalb des okkulten Kontextes konnten Messungen von Jacobsen (1930, zit. n. Erlacher, 2005) zeigen, dass kinästhetische Vorstellung einer Armbewegung zu EMG-Aktivität und der, als ideomotorisches Phänomen beschriebenen, Mitbewegung führt.

Die ideomotorische Hypothese wurde in früheren Studien nicht nur zur Beschreibung des Phänomens der Mitbewegungen herangezogen, die minimale Aktivierung der Körperglieder bei der Bewegungsvorstellung wurde auch zur Erklärung von motorischem Lernen genutzt (Ulich, 1973; zit. n. Erlacher, 2005). Der Erklärung lag die Idee zugrunde, dass motorische Rückmeldungen in der Peripherie zum motorischen Lernen führen. Heuer (1985; zit. n. Erlacher, 2005) wies die Erklärung

zurück, weil die Verknüpfung zwischen Lernerfolg und Bewegung fehlt, da die Mitbewegungen beim mentalen Üben nicht notwendig auftreten und weil die periphere Aktivierung bei der Bewegungsvorstellung nicht die gleiche Aktivierungsqualität hat, wie sie bei der Bewegungsausführung vorkommt.

Heuers modifizierte Theorie wird *Programmierungshypothese* genannt; sie besagt, dass nicht die periphere Aktivierung, sondern die davor geschaltete zentralnervöse Aktivierung Lernerfolge erkläre (Heuer, 1985; zit. n. Erlacher, 2005). Nach Jeannerod (1994; zit. n. Erlacher, 2005) impliziere Heuers Hypothese, dass bei der vorgestellten Bewegung zwar die zentralnervöse Aktivierung vorhanden sei, aber die Bewegungsausführung in der Peripherie gehemmt werde. Verbesserungen des Bewegungsablaufs durch mentales Training lassen sich folglich durch Übung und Korrektur der zentralen nervlichen Prozesse des Bewegungsablaufs aufgrund von innerer Rückmeldung erklären (Heuer, 1985; zit. n. Erlacher, 2005).

Eine Vielzahl von Untersuchungen bestätigen die Theorie Heuers, dass die Bewegungsvorstellung und die Ausführung der Bewegung den gleichen Gesetzmäßigkeiten unterliegen; die Befunde von Munzert et. al. (2009, zit. n. Pithan & Dahm, 2015) zeigen, dass die neurophysiologischen Mechanismen bei Ausführung und Vorstellung sich gleichen.

Am Beispiel des Dartsports zeigten Mendoza und Wichmann (1978), dass bei Training, welches auf Rückmeldung des Bewegungserfolgs verzichtet, keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zwischen mentalen und physischen Training auftreten. Sie ließen eine Testgruppe mentale Dartwürfe ausüben, eine weitere Gruppe führte die Würfe physisch aus, ohne den Pfeil zu werfen. Ihre Ergebnisse unterstützen Heuers Theorie, da sowohl physisches Training, als auch mentales Training zu signifikanten Verbesserungen gegenüber ausbleibendem Training führte (Mendoza & Wichmann, 1978; zit. n. Erlacher, 2005).

Rein mentales Training ist jedoch durch die Antizipationsfähigkeit des Sportlers limitiert; unerfahrene Sportler profitieren weniger von mentalem Training, als erfahrene Sportler, da sie eine bessere Fähigkeit zur Beurteilung der mentalen Ausführungen besitzen (Erlacher, 2005).

Ideomotorische Phänomene, wie z. B. Anspannung von Muskeln lassen sich auch bei der Präsentation von visuellen Medien messen (Wiemann, 2001). Eine Gesetzmäßigkeit hinter den Aktivierungsmustern der Körperteile lässt sich jedoch nur insofern bestimmen, als dass vornehmlich die Muskeln aktiviert werden, die der vorgestellten eigenmotorischen Bewegung entsprechen (Wiemann, 2001). Bei der bewussten Vorstellung der eigenmotorischen Bewegung treten ideomotorische Phänomene häufiger auf, als wenn Bewegungen im Film beobachtet werden (Wiemann, 1975; zit. n. Wiemann, 2001).

1.4.6. Vorstellung und Theorien des motorischen Lernens

Kirsch (1971; zit. n. Osman, 1983) weist auf die besondere Bedeutung der Bewegungsvorstellung am Anfang des motorischen Lernprozesses hin: "Heute ist anerkannt, daß eine klare Bewegungsvorstellung bei Beginn eines Lehrvorgangs eine unerläßliche Größe [...] ist". Insbesondere Filme seien geeignet um die Bewegungsvorstellung als wichtigen Eingangswert zu schaffen (Kirsch, 1971; zit. n. Osman, 1983).

Wiemann (2001) schlägt ein Modell vor (Abb. 3), nachdem motorisches Lernen durch drei Aspekte beschrieben werden kann. Die Aspekte stehen in direktem Zusammenhang mit der Bewegungsvorstellung.

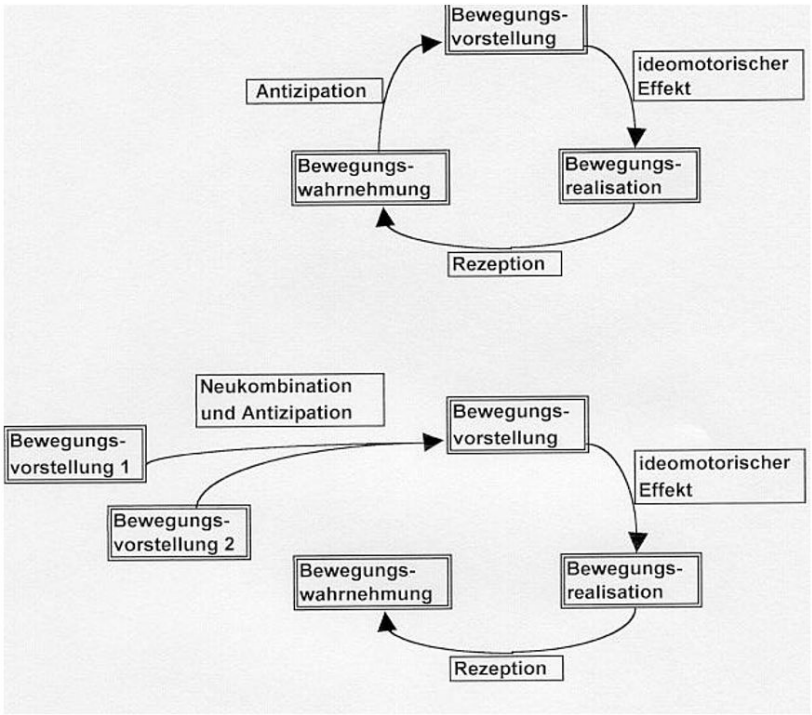

Abbildung 3: Motorisches Lernen nach Wiemann (2001)

Die Antizipation, ideomotorische Gesetze und die Möglichkeit der Neukombination von Bewegungsvorstellungen führen im motorischen Lernprozess zu neuen Bewegungs-Vorstellungen. In

Abbildung 3 werden zwei Prozesse modelliert. Der obere Prozess zeigt den Ablauf einer bereits beherrschten Bewegung. Der untere Prozess zeigt eine neu zu erwerbende Bewegung. Beim Erlernen einer neuen Bewegung bestehen verschiedene Vorstellungen. Dazu gehören die Vorstellungen wie sich die Bewegung anfühlt und wie die Zielvorstellung aussieht. Diese werden mit der Antizipation der Bewegung zusammen zu einer neuen Vorstellung kombiniert, die als Basis der Bewegungsrealisation dient. Durch neue Erfahrungen wird die Bewegungsvorstellung im fortlaufenden Lernprozess immer weiter kombiniert, bis eine Bewegung optimal erlernt ist.

1.4.7. Vorstellung und motorische Leistung

Erlacher & Schredl (2010) untersuchten, inwiefern im Klartraum (auch luzides Träumen; en.: *lucid dreaming*) vorgestelltes Training zu Trainingseffekten hinsichtlich des Wurferfolgs bei einer Zielwurfaufgabe führt. Dabei wurde nur eine einzige Übungsphase über einen Zeitraum von ca. 6 Minuten durchgeführt. Die Ergebnisse der Studie ergaben, dass die Gruppe, welche beim luziden Träumen trainierte, eine signifikant verbesserte Trefferzahl gegenüber der Kontrollgruppe erreichte. Die Verbesserungen der mental trainierenden Gruppe waren zwar geringer als die einer Gruppe, die physisches Training ausführte, jedoch war der Unterschied nicht signifikant. (Erlacher & Schredl, 2010).

Hinsichtlich systematischer Trainingsprogramme, die über einen längeren Zeitraum durchgeführt wurden, lassen sich eine Reihe von Untersuchungen nennen. Bewegungsvorstellungstraining kann die Schnelligkeit verbessern (Smith & Wright, 2008 nach Pithan & Dahm, 2015), die Kraft (Reiser et. al. 2011; zit. n. Pithan & Dahm, 2015) und die Trefferquote (Smith et. al., 2007; zit. n. Pithan & Dahm).

Bezüglich des Trainingserfolgs von Bewegungsvorstellungstraining gegenüber traditionellem physischen Training, erweist sich Bewegungsvorstellungstraining weniger effektiv, aber effektiver als kein Training (Vgl. Pithan & Dahm, 2015). Sohnsmeyer (2011) erklärt positive Transfereffekte durch Training mit bewegungsgesteuerten Videospielen, über die mentale Übung, da sich die physische Bewegungsausführung und Rückmeldung von realen sportlichen Zielbewegungen

stark unterscheiden; sportliches physisches Training bewertet Sohnsmeyer gegenüber Videospielen als effektiver.

Größere Leistungssteigerungen durch Bewegungsvorstellungstraining lassen sich mit einer Kombination von Vorstellungstraining mit praktischem Training bewirken (Pithan & Dahm, 2015). Sportarten mit höheren kognitiven Anteilen lassen sich effektiver durch Bewegungsvorstellungstraining trainieren, als Sportarten mit hohem Ausdauer- oder Kraftanteil (Pithan & Dahm, 2015).

Die Länge und Dauer des Trainings mit Bewegungsvorstellungen hat einen Effekt auf die Leistungssteigerung (Pithan & Dahm, 2015). Hinsichtlich einer minimalen Quantität um signifikante Leistungssteigerungen zu ermöglichen empfehlen Wakefield & Smith (2009; zit. n. Pithan & Dahm) wenigstens 3 Trainingseinheiten pro Woche über einen Zeitraum von wenigstens 4 Wochen.

1.4.8. Messbarkeit und Messverfahren

Vorstellungen sind Bewusstseinszustände und Bewusstseinszustände sind nicht direkt objektiv messbar. Aus diesem Grund gibt es eine Vielzahl von verschiedenen Versuchen, um das Konstrukt der Bewegungsvorstellungen zu operationalisieren.

Eine von zwei üblichen Lösungen zur Gewinnung von Informationen über die Bewegungsvorstellung sieht Fragebögen vor, um subjektive Daten zu erheben. Bei der Auswahl der Fragen zur Bewegungsvorstellung wird meist eine von drei unterschiedliche Perspektiven gewählt; die Perspektiven orientieren sich an verschiedenen Begriffen, die sich geringfügig im Verständnis des Konstrukts der Bewegungsvorstellung unterscheiden (Pithan & Dahm, 2015). Zu diesen Begriffen gehören die Lebhaftigkeit der Vorstellung, die Einfachheit des Abrufs und die Möglichkeit zur Kontrolle der eigenen Bewegungsvorstellung.

Die Datengewinnung anhand subjektiver Aussagen durch Fragebögen gilt jedoch als problematisch, da subjektive Bewertungen unterschiedlichen Tendenzen und Maßstäben folgen können, und weil Phänomene wie z. B. die soziale Erwünschtheit das Antwortverhalten beeinflussen können (Moosbrugger & Keleva, 2012; zit. n. Pithan & Dahm, 2015).

Auch Osman (1983) ist der Ansicht, dass die Feststellung der Bewegungsvorstellung durch mündliche oder schriftliche Exploration nicht präzise genug ist, da der Kommunikationsprozess fehleranfällig ist. Um das im Gedächtnis gespeicherte Bild von der Bewegung optimal dokumentieren zu können, wählt Osman (1983) als Testverfahren die Aufgabe, eine mehrteilige Fotobildreihe in chronologischer Reihenfolge zu ordnen.

Die zweite übliche Lösung, wie Osman (1983) sie verwendet, um Daten zur Bewegungsvorstellung zu erheben, bietet der Ansatz indirekte Testverfahren zu nutzen. Diese messen objektiv-quantitative Maße, wie z. B. die Reaktionszeit, die Zeit der Aufgabenbearbeitung oder die Zahl richtiger Antworten. Zur Messung der Bewegungsvorstellungen liegen einige erprobte englischsprachige Testverfahren vor, die vereinzelte ins Deutsche übersetzt wurden; eine systematische Konzeption von deutschsprachigen Messinstrumenten und deren Validierung existiert jedoch nicht (Pithan & Dahm, 2015).

Außerdem sind einige der erprobten Testverfahren mit Blick auf Schäden der Gesundheit entwickelt worden, so dass nicht automatisch die Eignung als Testverfahren für gesunde Personen gegeben ist (Pithan & Dahm, 2015). Beim TAMI-Test weisen die Autoren des Tests auf mangelnde Differenzierungsmöglichkeiten bei gesunden Testpersonen hin (Madan & Singhal, 2014; zit. n. Pithan & Dahm, 2015).

Mittels des Paradigmas der mentalen Rotation (MRT) soll die räumlich-visuelle Vorstellungsfähigkeit untersucht werden (Shepard & Metzler, 1971; zit. n. Pithan & Dahm, 2015). Die Aufgabe für die Testpersonen ist es, mehrere Objekte auf Gleichheit zu beurteilen; je nach Test können die Objekte variieren und ggf. auch in gespiegelter Form der Beurteilung unterliegen (Pithan & Dahm, 2015). Erkenntnisse zur mentalen Rotation legen nahe, dass die Reaktionszeit vom Grad der Rotation abhängig ist; je stärker die Rotation ist, desto länger dauert die Beurteilung. Je nach Ansicht, z. B. Frontalansicht oder Rückansicht, je nach Objekten der Beurteilung, z. B. geometrische Körpern oder menschliche Körperteile, je nach Winkel der Abweichung und je nach Beurteilungsaufgabe, lassen sich unterschiedliche Gesetzmäßigkeiten zu den Reaktionszeiten beobachten (Pithan & Dahm, 2015).

Auch sportartspezifische Voraussetzungen haben Auswirkungen auf die gemessenen Zeiten. So sind z. B. Sportler, die in ihrer Sportart mit Rotationselementen konfrontiert sind, schneller darin Rotationsaufgaben von menschlichen Körpern zu lösen, als Sportler, denen Rotationen fremd sind (Steggemann & Weigelt, 2011; zit. n. Pithan & Dahm, 2015); bei Rotationsaufgaben von geometrischen Körpern lässt sich kein Geschwindigkeitsvorteil nachweisen (Pithan & Dahm, 2015). Anwendung finden Aufgaben zur mentalen Rotation bei Untersuchungen von neuronalen Funktionsmechanismen der Bewegungsvorstellung und die Untersuchung von Schlaganfallpatientinnen und -patienten (Pithan & Dahm, 2015).

Ein weiteres Verfahren zur Testung der Bewegungsvorstellung ist Teil des TAMI (Test of Ability in Movement Imagery). In einem zweischrittigen Test, muss sich die Testperson zuerst selbst in einer aufrecht stehenden Ausgangsposition vorstellen und entsprechend verbaler Instruktion zur Positionsveränderung die Vorstellung mental nachvollziehen. Im zweiten Schritt wird aus einer Reihe von fünf Bildern das Bild ausgewählt, welches die zu den Instruktionen richtige Endposition darstellt. Die Bewertung erfasst die Anzahl der richtig zugeordneten Bildern.

Neben den hier vorgestellten Methoden werden auch verschiedene kombinierte Verfahren diskutiert, welche Fragebögen zur Erfassung von subjektiven Daten und Reaktionszeiten oder weiteren physiologischen Maßen kombinieren (Pithan & Dahm, 2015).

1.5. Bewegungswissen

Die Suche nach Definitionen zu Bewegungswissen, Bewegungsverständnis, oder Bewegungskenntnis führten zu keiner wissenschaftlich trennscharfen Definitionen, trotz regelmäßigen Gebrauchs u. A. in der sportpädagogischen Literatur.

Der Begriff des Bewegungswissens, der in dieser Arbeit verwendet wird, meint explizites Wissen zum regelhaften Ablauf einer Bewegung. Bewegungswissen bezieht sich auf bewusst abrufbare Gedächtnisinhalte.

Wissen wird unterschieden in implizites und explizites Wissen. Explizites Wissen wird durch die bewusste Erinnerung von Informationen mit einem Bezug zu Zeit und Kontext sichtbar. Implizites Wissen hingegen zeigt sich im Verhalten, ohne ein

bewusstes Erinnern an die vorher bereits gestellte Aufgabe, welche zum Erwerb des Wissens geführt hat (Pascual-Leone et. al., 1994).

1.5.1. Möglichkeiten der Einflussnahme

Das explizite Wissen kann direkt über Instruktionen modifiziert werden (Hardy et. al., 1996). Neben der externen Instruktion dient auch das eigenständige praktische Ausprobieren zur Verbesserung des expliziten Wissens. Gruppen, die ohne explizite Instruktionen selbständig lernten, konnten durch die Bewegungsausführung ohne externe Instruktionen eigenes explizites Wissen aufbauen (Hardy et. al., 1996). Die Effekte überstiegen teilweise, sogar die jener Lerngruppen, die mit expliziten Instruktionen gelernt hatten. Eine Erklärung dafür könnte z. B. schmerzhafte, auffällig fehlerhafte oder erfolgreiche Ausführungen sein, die über planmäßige Veränderungen der Bewegungsausführung entstehen.

1.5.2. Effekte von explizitem Bewegungswissen

Untersuchungen die Aussagen treffen, inwiefern die Performanz einer sportlichen Bewegung durch explizites Wissen beeinflusst wird, wenn rein theoretisch an Texten oder Medien gearbeitet wird, liegen zur Zeit dieser Arbeit nicht vor.

Lee & Vakoch (1996) untersuchten Unterschiede zwischen explizitem und implizitem Lernen an rein kognitiven Aufgaben und fanden heraus, dass Transferleistungen bei explizitem Lernen besser gelingen, als bei implizitem Lernen. Sie vermuten, dass die Testpersonen, welche sich dank des expliziten Wissens über ihre Lernerfolge bewusst sind, das Gelernte dazu nutzen können, um andere Lernprozesse zu verbessern.

Explizites Wissen wird jedoch im Gegensatz zu implizitem Wissen schneller wieder vergessen, sofern die Wissensinhalte nicht durch weitere Beschäftigung gefestigt werden. Lee & Vakoch (1996) folgern, dass implizites Wissen schwer zu modifizieren ist, explizites Wissen hingegen leichter. Sie raten an, dass implizites Wissen nicht direkt manipuliert wird, sondern zuerst in explizites Wissen umgewandelt wird, da Modifikationen von explizitem Wissen leichter möglich sind.

Im Hinblick auf die Performanz bei einer Bewegungsaufgabe, dem Erfolg beim Put im Golf, konnten Pascual-Leone et. al. (1994) zeigen, dass Stress explizit Lernende stärker negativ beeinflusste. Im Gegensatz dazu hatten Lernende, welche implizit gelernt hatten, kaum Einbußen bei der Anzahl der erfolgreichen Puts. Auch Mullen et. al. (2007) weisen darauf hin, dass implizites Lernen für den Lernenden Vorteile hat, insbesondere für die Performanz unter Stress; trotzdem beurteilen sie die wissenschaftlich diskutierten Funde so, dass explizites Lernen Performanz-werte erreichen kann, die implizites Lernen nicht erreichen kann (Mullen et. al., 2007). In einer Untersuchung von Maxwell (2000; zit. n. Mullen et. al., 2007) wurden 3000 Teilnehmer auf ihre Performanz im Golf -put untersucht. Eine explizit lernende Gruppe schnitt deutlich besser ab, als eine andere Gruppe, die implizit trainierte. Mullen et. al. (2007) halten es jedoch auch für möglich, das jenes Ergebnis aufgrund der Methoden zum impliziten Lernen beeinflusst wurde. Sie verweisen auf alternative Methoden von Liao & Masters (2001) und Farrow & Abernethy (2002), die *Analogie-Lernen* und *Wahrnehmungs-Training* als neue wissenschaftliche Methoden einführten.

1.5.3. Methoden zur Messung von explizitem Wissen

Die Messung von explizitem Wissen wird in den meisten Untersuchungen über Auswertung von verbalen Aussagen der Probanden getätigt. Mullen et. al. (2007) definierten regelhafte Zusammenhänge, die mechanische und prozedurale Aspekte der Bewegungsaufgabe des Puts im Golf beschreiben. Alle Statements der Probanden, die nicht den vorgefertigten Regeln entsprachen, wurden für die Analyse ausgeschlossen.

In Untersuchungen zum Konstrukt des *Vorwissens* wurde die Gedächtnisleistung anhand verschiedenster Tests untersucht. Ein gemeinsames Charakteristikum der verwendeten Tests ist, dass sie Fragen zur Überprüfung von Faktenwissen stellen. Levin & Arnold (2004) nutzten Wissensfragen aus einem Lernstand-Test einer Vorlesung.

1.5.4. Effekte von Vorwissen in Bezug zu Lernstrategien und Lernerfolg

Neben Untersuchungen zu Effekten von Wissen auf sportliche Leistung, gibt es auch eine Reihe von pädagogischen und psychologischen Untersuchungen, die Vorwissen in Bezug zu Lernstrategien, bzw. Lernstrategien und Lernerfolg setzen.

Schüler mit großem Vorwissen profitieren, anders als Schüler mit geringem Vorwissen, hinsichtlich ihrer Gedächtnisleistung nach der Textlektüre, wenn die Fragen vorgegeben sind (Van den Broek et. al., 2001; zit. n. Levin & Arnold, 2004). Einige Untersuchungen konnten auch zeigen, dass fachbezogenes Vorwissen zu besseren Klausurleistungen führte (Levin & Arnold, 2004).

Die Beurteilung von Vorwissen und Lernstrategie anhand der Quantität von Fragen scheint ohne komplexere Messung von weiteren Faktoren wie z. B. der Frageschwierigkeit nicht sinnvoll, da gleiche äußere Reaktionen auf unterschiedliche interne Prozesse zurückzuführen sein könnten (Levin & Arnold, 2004).

Lernende mit geringem Vorwissen stellen wenige Fragen, wenn ihnen das Basiswissen fehlt, um sinnvolle Fragen stellen zu können. Lernende mit großem Vorwissen stellen weniger Fragen als Lernende mit durchschnittlichem Wissen, weil sie aufgrund ihres Vorwissens Wissenslücken selbstständig schließen können (Levin & Arnold, 2004, S. 297). Konträr zu jenen Aussagen steht das Ergebnis von Van der Meij (1990; zit. n. Levin & Arnold, 2004), dass Schüler mit geringem Vorwissen mehr Wissenslücken zu füllen haben und wegen ihrer höheren Verunsicherung mehr Fragen stellen. Dori & Herscovitz (1999; zit. n. Levin & Arnold, 2004) konnten bei Untersuchungen zur Unterrichtsmethode des Gruppenpuzzles zeigen, dass leistungsstarke Schüler mehr Fragen generierten und diese Fragen auf kognitiv höherem Niveau lagen, als die Fragen von leistungsschwachen Schülern.

Weitere Ergebnisse, welche zusätzlich die Fragequalität messen, lassen annehmen, dass ein erhöhtes Vorwissen zu einer gesteigerten Qualität von Fragen führt und im Anschluss zu einer gesteigerten Wissensvertiefung (Levin & Arnold, 2004).

Obwohl das Vorwissen im Fach positiv mit den späteren Klausurleistungen korreliert, stellen Levin & Arnold (2004) fest, dass Vorwissen weder auf eine günstigere Beurteilung der Lernstrategie, noch auf eine höhere Beteiligung in der Lernstrategie des strukturellen Fragestellens hinweist. Ihre Folgerung lautet:

Somit kann davon ausgegangen werden, dass ein fundiertes Vorwissen auf Fakten- und Verständnisebene eine Vertiefung des Wissens nur dann begünstigt, wenn dieses Wissen in adäquater Weise weiterverarbeitet wird. Das vorhandene Basiswissen muss in spezifischer Weise aktiviert und weiterverarbeitet werden, um später im Sinne Nebers in einen Zustand der Anwendbarkeit geführt zu werden. (Levin & Arnold, 2004, S. 305)

Wenn eine adäquate Aktivierung von Vorwissen gegeben ist, dann profitieren Studierende mit höherem Vorwissen besonders davon, da kognitive systematische Suchprozesse Verknüpfungsmöglichkeiten finden, was zur Beantwortung ihrer Fragen auf höherem kognitiven Niveau führt (Levin & Arnold, 2004).

1.6. Zwischenbilanz

An dieser Stelle sollen die vorangegangenen Aspekte zum Forschungsstand zusammengeführt werden. Bisher konnte gezeigt werden, dass die kognitiv bestimmten Konstrukte von Bewegungsvorstellung und Bewegungswissen relevante Teile des motorischen Lernens sind, die auch für die Bewegungsausübung Relevanz haben. Weiterhin scheint Interaktivität eine Wirkung auf kognitive Prozesse zu haben, die positive auf Lernprozesse wirkt (Xu & Sundar, 2016; Pedra, et. al., 2015). Im weiteren Teil dieser Arbeit, soll der Zusammenhang von motorischem Lernen und Interaktivität durch ein Experiment untersucht werden.

Als Nächstes soll zuerst die wissenschaftliche Positionierung dieser Arbeit geklärt werden, bevor danach die konkreten Fragestellungen erläutert werden. Die explizite Verdeutlichung der eigenen wissenschaftlichen Position ist in dieser Arbeit aus drei Gründen notwendig. Erstens ist die Arbeit explorativ und widmet sich einem eher neuen Forschungsgebiet. Zweitens ist das Thema transdisziplinär, was eine Erläuterung der Verbindungen und Widersprüche zwischen Fachbegriffen erfordert. Drittens sind die verwendeten Grundbegriffe oft verwendet, aber auch nicht trennscharf.

1.6.1. Position bezüglich des Medienbegriffs

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird nicht immer von *Medien*, sondern von *Medienprodukten* gesprochen. Der Begriff des Mediums, hat eine allgemeinere Konnotation. Das Fernsehen, Videos, Zeitungen u. v. a. m. werden als Medien betrachtet, oft auch der PC oder fälschlicherweise das Internet. Als Autor dieser Arbeit möchte ich mit der Verwendung des Begriffs *Medienprodukt* stark darauf hinweisen, dass die für diese Studie produzierten Produkte allesamt verschieden sind, obwohl sie den gleichen Inhalt und die gleiche Gestaltung aufweisen und alle digitale Medienprodukte des Typs Software sind. Der Begriff soll auf eine speziellere Ebene hindeuten. Diese Idee passt zu den Aussagen von Bieber & Leggewie (2004), die darauf verweisen, dass Interaktivität sich aufgrund der entwickelnden Vielfalt medialer Formen gar nicht bestimmen lasse. Gleiches gilt auch für die medialen Formen selbst. Demgegenüber würde der Versuch, anstatt des nachgestellten Produktbegriffs andere trennscharfe Unterbegriffe zu finden, schwierig werden, da die Anzahl von verschiedenen Produkten nach Unterscheidungen in Handhabbarkeit, Bedienungsoptionen, Inhalten und Gestaltung gegen unendlich geht. Versucht man es dennoch, so erhält man Begriffe mit minimaler Reichweite. Darum soll der Produkt-Begriff genutzt werden, um die Differenzen von Medienprodukten aufgrund individueller Produktionsmerkmale anzudeuten.

Als erste Aufgabe dieser Arbeit stellt sich die Wahl eines Medienbegriffs dar, der mit dem später folgenden Begriffsverständnis von Interaktivität zusammenpasst. Bei der Verknüpfung der Aspekte von Interaktivität und Medien liegt erst-einmal nahe von interaktiven Medien zu sprechen. Dieser Begriff ist wissenschaftlich jedoch nicht als stabile theoretische Basis zu betrachten. Die Kombination der Begriffe von Interaktivität und Medium, leidet unter dem zweifachen Mangel an Konsens hinsichtlich einer Fachgebietsübergreifenden theoretischen Basis. Auf der einen Seite steht der allgemeine Medienbegriff, der sich durch eine Vielzahl von parallelen Begriffsverständnissen auszeichnet (Vgl. De Witt, 2007), welche sich zum Teil gegenseitig widersprechen (Vgl. Kirsch, 1988). Auf der anderen Seite steht der Begriff der Interaktivität, welcher zu großen Teilen theoretisch unterbestimmt ist (Vgl. Goerts, 1995; Deimann, 2002) und in aktuellen Studien zur Interaktivität teilweise ohne theoretische Basis und nach ermessen interpretiert und operationalisiert wird,

wie z. B. bei Pedra et. al. (2015). Obwohl der Begriff der interaktiven Medien in fachlichen Diskussionen genutzt wird, bietet er ohne weitergehende Operationalisierung keine vertrauensvolle wissenschaftliche Basis.

Um genau zu sein, müsste von elektronischen, technischen, interaktiven, digitalen Medien gesprochen werden; all diese nicht trennscharfen Begriffe treffen bei den hier thematisierten Medienprodukten zusammen. Merkmale wie Digitalität oder die Eigenschaft elektronisch zu sein, haben hinsichtlich der Untersuchung von Lernprozessen insofern keinen Mehrwert, da die Art der Speicherung und Signaltechnik keinen direkten Einfluss auf die konkrete Gestaltung bzw. den informativen Wert der Medienprodukte haben. So sieht z. B. das Fernsehbild nach Umstellung von analogen auf digitale Signale nicht anders aus als vorher, sofern es sich um die gleichen Bilder mit ihren vorherigen technischen Parametern handelt.

Ein weiterer Aspekt, der die Wahl eines spezialisierten Medienbegriffs untergräbt, ist der Fakt, dass die begrifflichen Spezialisierungen aufgrund der Variabilität von tatsächlichen Ausprägungen und Co-Faktoren nicht speziell genug sind um auf einen überschaubaren Bereich zu verengen und nicht trennscharf. Medienprodukte die unter die vorgenannten Begriffe fallen sind u. A. Videospiele, Bilder, die elektronische Tages-Zeitung, E-Books, Videos, Hörbücher, oder taktile Spielformate mittels Vibrationsfunktion. Diese Medienprodukte sind allesamt als digitale und elektronische Medien vorhanden, oft auch mit interaktiven Optionen. Außerdem haben diese Medienprodukte eine Vielzahl von Unterkategorien, wie z. B. Genres bei Videospielen oder verschiedene Formate von Online-Zeitschriften; die Vielzahl erklärt sich daher, dass heutzutage all jene Medienprodukte mittels Software hergestellt oder bearbeitet werden können.

Auch sekundäre Aspekte, die mit den jeweiligen Medien in Anwendungsfällen zusammen auftreten, wie z. B. technische Aspekte, haben vielfältige Formen und reduzieren den Sinn der spezialisierten begrifflichen Einschränkung weiter. Als Beispiel soll hier der Aspekt der Bildschirmgröße erwähnt werden, der für die Gestaltung des Web-Experiments ebenfalls als Design-Faktor herangezogen wurde. Ein großformatiges Bild auf dem kleinen Bildschirm des Smartphones wird z. B entweder verkleinert dargestellt, so dass kleine Details schwer oder nicht zu sehen

sind, oder der Nutzer muss scrollen, wobei das Bild ausschnitthaft dargestellt wird und deshalb nicht als Ganzes auf einmal wahrgenommen werden kann. Demgegenüber steht das per Beamer an die Wand gestrahlte Bild, welches Details enthält und gleichzeitig als Ganzes zu sehen ist – obwohl es in beiden Fälle die gleiche Bilddatei ist. Während Buch, Dia-Projektor und andere traditionelle Präsentation-Geräte relativ standardisiert wurden, sind digitale und elektronische und technische Medien, von einer gewaltigen Variabilität technischer Unterschiede mitbestimmt.

Wie beschrieben reicht ein sehr spezialisierter Begriff, wie digitale Medien oder interaktive Medien, nicht als Grundlage dieser wissenschaftlichen Arbeit hin. Aufgrund der mangelhaften theoretischen Basis bleibt nur die Entscheidung zwischen dem engeren Medienbegriff oder dem weiteren Medienbegriff. Da der enge Medienbegriff in meinen Augen eine unnötige Einschränkung ist, wird der weite Medienbegriff als theoretische Basis ausgewählt. Der weite Begriff bietet insofern den Vorteil, dass er auch mit unterschiedlichen Begriffsverständnissen der Interaktivität vereinbar ist. So können sowohl Gespräche zwischen Menschen Medien sein und interaktiv sein, als auch moderne elektronische Medien. Als Autor stelle ich mich auf Seiten des allgemeineren Medienverständnisses, welches auch Gespräche und menschliche Interaktionen als Medien zulässt.

Die weitere Fassung erlaubt auch, zwei wissenschaftliche Positionen agnostisch zu behandeln und in Koexistenz zu stellen. Die Position, dass Medien etwas Objektives sind und die Position, dass Medien durch das Subjekt als Medien identifiziert werden.

Dies ist dann relevant, wenn ein Nutzer ein Medium fälschlicherweise als menschlichen Interaktionspartner wahrnimmt, z. B. bei der Mensch-Maschine-Interaktion. Nach subjektiven Gesichtspunkten ist das Gespräch dann ein Medium, wenn es als solches anerkannt würde. Nach Kirsch (1988) ist ein Gespräch unter Menschen, wie der genannte Lehrervortrag, jedoch anders als die Interaktion mit einem Objekt, kein Medium; allerdings ist davon auszugehen, dass Kirsch nach seinem Begriffsverständnis die Möglichkeit von Mensch-Maschine-Interaktionen nicht vorhergesehen hat. Kirsch (1988) würde von einem Fehler in der Wahrnehmung sprechen. Die Kombination aus dem subjektiv-bewertenden Ansatz und dem

engeren Medienbegriff widerspräche dem Verständnis von Interaktivität als Teil zwischenmenschlicher Kommunikation.

Der weitere Medienbegriff hingegen ist mit vielen Verständnissen der Interaktivität verträglich. Zusätzlich kann er auch die Täuschung durch ELIZA (Weizenbaum, 1966), Eugene Goostman (Warwick & Sha, 2015) und anderen Algorithmen, welche sich am Turing-Test versuchten, akzeptieren. Der Turing-Test untersucht künstliche Intelligenz und misst die Anzahl von erfolgreich getäuschten Menschen, die das Programm für einen menschlichen Kommunikationspartner halten (Warwick & Sha, 2015). In Zeiten wo es zum Alltag gehört per Sprachsteuerung einen virtuellen Agenten zu befragen oder zu instruieren und übliche Hotlines mit täuschend echten menschlichen Stimmen aufwarten, ist das weitere Verständnis von Medien fähig all jene Phänomene unter sich zu vereinen.

1.6.2. Position zu Interaktivität und Operationalisierung

Bezüglich des Begriffs Interaktivität muss diese Arbeit zu zwei grundlegenden Aspekten eine Position einnehmen. Der Erste Aspekte betrifft die Frage, ob Interaktivität objektiv bestimmbar ist, oder sich nur subjektiv bestimmen lässt. Da Interaktivität folgend über die Optionen für den Nutzer zur *Interaktion* mit dem Medieninhalt definiert wird, wird Interaktivität als objektiv messbar betrachtet.

Hinsichtlich der Frage, ob Interaktivität als Potenzial oder nur durch die Interaktion manifestiert wird, wird die letztere Position eingenommen. Dies ist insofern wichtig, als dass im Verlauf des Experiments nicht gemessen wird, wie viele und welche Aktionen die Nutzer durchführen, sondern lediglich, welche Angebote an Optionen vorliegen.

Ähnlich Xu & Sundar (2016) nimmt diese Arbeit an, dass ein System interaktiver wird, je mehr Zugangsmöglichkeiten zum Informationsaustausch zwischen Nutzer und Dienst bestehen. Darüber hinausgehend, wird auch die Modifikation der Zugangsmöglichkeiten in ihrer Geschwindigkeit als interaktives Merkmal gezählt, da bei langsamerer Abspielgeschwindigkeit bestimmte Details leichter zu sehen sind, als bei schnellerer Abspielgeschwindigkeit. Somit bietet die Abspielgeschwindigkeit eine Variable, die sich auf die beschriebene Zugangsmöglichkeit zum

Informationsaustausch auswirkt. Während Xu & Sundar (2016) die Optionen für Handlungen des Nutzers zur Operationalisierung hinzunehmen, z. B. das Streichen über den Bildschirm, werden für diese Arbeit ausschließlich Optionen gezählt, die im Medienprodukt Änderungen von Inhalt, Struktur und Gestalt bewirken. Diese Perspektive der Operationalisierung wählt den Fokus auf die Funktionalität aus zwei Gründen. Zum einen gibt es sog. *Kontext-Sensitivität* in Programmstrukturen. So können bei Endgeräten wie z. B. Pc oder Smartphone dieselben physischen Handlungen, wie z. B. das Drücken einer Taste, mittels derselben Steuerelemente unterschiedliche Funktionen aufrufen, indem die Handlungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten, oder unter anderen Voraussetzungen stattfinden, wie z. B. dem virtuellen Aufenthalt in unterschiedlichen (Unter-)Menüs. Zum anderen sind die meisten aktuellen Medienprodukte unabhängig von einzelnen Betriebssystemen oder Eingabegeräten abspielbar.

Als Interaktivität erhöhende Maßnahmen zählen folgende Aspekte:

1. Optionen für den Start, Pause und Neustart einer Präsentation
2. Optionen zur Variation der Abspielgeschwindigkeit
3. Optionen zum schrittweisen Vor- und Zurück-spulen einer Präsentation
4. Optionen zur Auswahl anderer Quellen bzw. Inhalte einer Präsentation
5. Optionen zum Verändern der Perspektive auf Inhalte (z. B. Perspektivwechsel oder Rotation)
6. Optionen zur Veränderung der Größe der Präsentation oder einzelner Inhalte, z. B. mittels Zoom
7. Optionen zur Veränderung der Gestaltung (z. B. Farben, Details)
8. Optionen zum Ein- und Ausblenden von vorhandenen Inhalten
9. Optionen zum Anfordern von ergänzenden Informationen anderer sensorischer Kanäle (z. B. Sprachkommentare)
10. Optionen zum Anfordern von ergänzenden Informationen gleicher sensorischer Kanäle (z. B. ergänzender Text)

Issing & Klimsa (2002) geben an, dass ihre Operationalisierung keine Quantifizierung im Sinne einer mathematischen Addition zulässt. Ihre Stufen der Interaktivität sind unterschiedlich gewichtet. In der hier vorgestellten Operationalisierung ist eine Quantifizierung möglich, indem jede einzelne Funktion im Programmablauf seperat gezählt wird und als Wert Eins auf eine Summe addiert werden kann. Allerdings stellt sich die Frage, inwiefern verschiedene interaktive Elemente unterschiedliche Eigenschaften oder Relevanz für die weitere Untersuchung haben; zusätzliche ergänzende Informationen, sind nicht mit Änderungen der Abspielgeschwindigkeit vergleichbar und auch nicht mit Zoom oder Rotation. Deshalb ist diese Operationalisierung nur bei direkten Abstammungen einer Produktlinie nutzbar, wie sie z. B. Pedra et. al. (2015) verwenden. Gemeint ist, dass eine stärker interaktive Programmversion auf einer vorherigen Version aufbaut, indem sie die gleichen interaktiven Elemente enthält und dazu weitere hinzufügt, ohne andere Änderungen vorzunehmen. Im Hinblick auf den Produktionsprozess, müssen die Unterschiede in der Quantität der Interaktivität nicht durch einen Aufbauprozess erklärt werden, es ist auch ein Abbauprozess denkbar, wo einzelne Funktionen entfernt werden. Letzteres entspricht dem Produktionsprozess der im Web-Experiment dieser Arbeit verwendeten Medien.

1.6.3. Position zur Bewegungsvorstellung und Wissen

Die Bewegungsvorstellung wird nicht als eine eigenmotorische Vorstellung betrachtet, wie Wiemann (2001) sie bezeichnet. Stattdessen wird die Bewegungsvorstellung als rein kognitives Konstrukt angesehen, welches auch ohne jemals getätigte Bewegungsausführung existieren kann. Bewegungsvorstellungen aus der dritten Person sind somit möglich. Diese Definition passt u. A. zum Modell von Leirich (1969; zit. n. Osman, 1983), welcher der Ansicht ist, dass die vollständige Bewegungsvorstellung erst durch die eigenmotorische Tätigkeit und das Erfahren der dynamischen Komponente der Bewegung möglich ist. Nach diesem Verständnis würde die im Folgenden getestete Bewegungsvorstellung eine noch nicht vollendete Version einer Bewegungsvorstellung sein.

Bewegungswissen wird als explizites Wissen über den Ablauf einer Bewegung definiert.

1.7. Fragestellungen

Zur Vereinfachung werden an dieser Stelle Abkürzungen etabliert: Aufgabe 1, die Aufgabe zur Bewertung von Aussagen wird als "*A1*" abgekürzt; Aufgabe 2, die Aufgabe zum Sortieren von Bildern wird als "*A2*" abgekürzt. Die Zeit der Aufgabenbearbeitung wird als *t-A1* und *t-A2* abgekürzt. Die Zeit der Medienbetrachtung wird als *t-Betrachtung* abgekürzt.

Als unabhängige Variable funktioniert die ordinal skalierte Interaktivität, die über den Medientyp repräsentiert wird. Abhängige Variablen sind die Punktzahl von A1, die Punktzahl von A2, t-Betrachtung, t-A1 und t-A2. Zusätzlich werden Quotienten der abhängigen Variablen aus Punkteleistung und Zeitausnutzung gebildet, um weitere Zusammenhänge zu untersuchen.

1.7.1. Kognitive Ressourcen und Lernen

Lernen wird als relativ stabile Änderung des Verhaltenspotenzials definiert. Lernen wird in dieser Arbeit als Erinnerung an vorherige Informationen aufgefasst. Inwieweit die Informationen für die Erinnerung nach einem längeren Zeitraum konsolidiert werden, steht nicht im Fokus dieser Untersuchung.

Im Lichte der Cue-Summation-Theory sollte die Nutzung von stärker interaktiven Medienprodukten vorteilhaft auf Lernprozesse wirken, da mehr kognitive Ressourcen abgerufen werden (Xu & Sundar, 2016). Demgegenüber stehen Forschungsergebnisse, die nahelegen, dass eine hohe Interaktivität zu einem Mangel an kognitiven Ressourcen für relevante Subprozesse des Lernens führt, so dass im Lernvorgang z. B. die Speicherung von Informationen verschlechtert werden könnte (Xu & Sundar, 2016).

Inwiefern sich die Ergebnisse auf das Lernen im Bereich des Sports übertragen lassen ist bislang nicht geklärt. Untersuchungen zur Wirkung unterschiedlicher Interaktivitätsniveaus auf motorisches Lernen oder das Lernen von Inhalten des Themenfelds Sport existieren zur Zeit dieser Arbeit noch nicht. Da beide der kognitiven Theorien nicht als gegensätzlich zu verstehen sind, da sie verschiedene Mechanismen beschreiben (vgl. Xu & Sundar, 2016), ergeben sich vier Hypothesen, anstatt zwei:

H1: Je höher die Interaktivität von Medienprodukten ist, desto besser sind die Lernergebnisse hinsichtlich des Bewegungswissens, da mehr kognitive Ressourcen frei gesetzt werden.

H2: Je höher die Interaktivität von Medienprodukten ist, desto besser sind die Lernergebnisse hinsichtlich der Bewegungsvorstellung, da mehr kognitive Ressourcen frei gesetzt werden.

H3: Je höher die Interaktivität von Medienprodukten ist, desto schlechter sind die Lernergebnisse hinsichtlich der Bewegungsvorstellung, da relevanten kognitiven Subprozessen nicht ausreichend Ressourcen zugeordnet werden.

H4: Je höher die Interaktivität von Medienprodukten ist, desto schlechter sind die Lernergebnisse hinsichtlich der Bewegungsvorstellung, da relevanten kognitiven Subprozessen nicht ausreichend Ressourcen zugeordnet werden.

1.7.2. Zeitliche Effizienz

Bislang im wissenschaftlichen Diskurs unbeachtet geblieben ist die Frage, ob die Nutzung interaktiver Medien sich auf die zeitliche Effizienz auswirkt. Wenn sich Informationen auf Wunsch aufrufen lassen, sollte sich Zeit einsparen lassen. Demgegenüber steht die Überlegung, dass Lernende nicht die Kompetenzen haben um relevante Informationen auszuwählen, wodurch ggf. schnellere aber schlechte Ergebnisse zu Stande kommen.

H5: Je höher die Interaktivität von Medienprodukten ist, desto höher ist der Quotient Q5, der sich aus der Punktzahl der Aufgabe A1 dividiert durch t-Betrachtung zusammensetzt.

H6: Je höher die Interaktivität von Medienprodukten ist, desto höher ist der Quotient Q6, der sich aus der Punktzahl der Aufgabe A2 dividiert durch t-Betrachtung zusammensetzt.

H7: Je höher die Interaktivität von Medienprodukten ist, desto höher ist der Quotient Q7, der sich aus der Punktzahl der Aufgabe A1 dividiert durch t-A1 zusammensetzt.

H8: Je höher die Interaktivität von Medienprodukten ist, desto höher ist der Quotient Q8, der sich aus der Punktzahl der Aufgabe A2 dividiert durch t-A2 zusammensetzt.

1.7.3. Korrelation Bearbeitungszeit und Punktzahl

Um die Ergebnisse zu den vorherigen Hypothesen besser beurteilen zu können, stellt sich die Frage, ob Effekte durch die Medienprodukte bewirkt werden, oder ob sie durch die Zeit der Aufgabenbearbeitung entstehen.

H9: Es gibt eine Korrelation zwischen Bearbeitungszeit t-A1 und Punktzahl bei der Aufgabe A1 zum Bewegungswissen; je höher die Bearbeitungszeit t-A1 ist, desto höher ist die entsprechende Punktzahl von A1.

H10: Es gibt eine Korrelation zwischen Bearbeitungszeit t-A2 und Punktzahl bei der Aufgabe A2 zur Bewegungsvorstellung; je höher die Bearbeitungszeit t-A2 ist, desto höher ist die entsprechende Punktzahl von A2.

1.7.4. Korrelation von Bewegungswissen und Bewegungsvorstellung

Eine weitere Fragestellung betrifft den Zusammenhang von Bewegungsvorstellung und explizitem Wissen über die Zielbewegung. Dass die Bewegungsvorstellung unabhängig von explizitem Wissen ist, ist nicht notwendig der Fall. Die Ergebnisse von Hardy et al. (1996) konnten zeigen, dass die Kontrollgruppe mehr explizites Wissen wiedergeben konnten, als eine Gruppe, die explizit gelernt hatte. Möglicherweise lässt sich explizites Bewegungswissen aus Reflexion über die eigene Bewegungsvorstellung gewinnen, vielleicht prägt auch das Wissen die Bewegungsvorstellung?

H11: Es gibt eine Korrelation zwischen Bewegungswissen und Bewegungsvorstellung; je höher die Punktzahl in der Aufgabe A1 zum Bewegungswissen ist, desto höher ist die Punktzahl in der Aufgabe A2 zur Bewegungsvorstellung.

2. Methodik

2.1. Testkonstruktion

2.1.1. Produktion der Medienprodukte

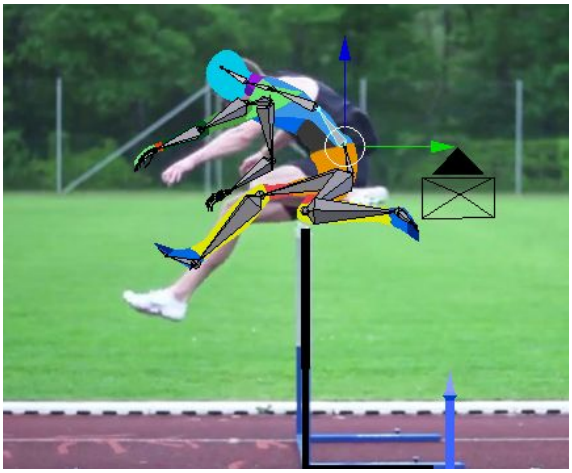

Abbildung 4: Animation nach Videovorlage im Frühstadium (Seitenansicht 1)

Die Animation des Hürdensprints wurde mittels der Software *Blender* und Videoanalyse des Lehrvideos von Lehner (2014) produziert. Dazu wurde das 3D-Modell neben einer Ebene positioniert, auf der das Videomaterial abgespielt wurde. Die Animation wurde modifiziert, bis sie in der Frontal-Perspektive (Abb. 5) und beiden Seitenansichten (Abb. 4) mit dem Videomaterial übereinstimmte. Die Animation wurde als .fbx-Datei exportiert und in der Software *Unity* in eine Echtzeit-Simulation integriert.

2.1.2. Aufgabe 1

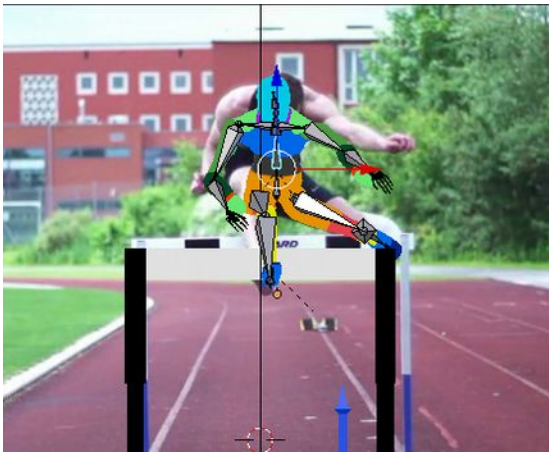

Abbildung 5: Animation eines 3D-Modells nach Videovorlage im Frühstadium (Frontalansicht)

Aufgabe 1 (A1) orientiert sich an Messverfahren zum Bewegungswissen, wie sie bei (Mullen et. al., 2007) Anwendung fanden. Es müssen 20 Aussagen zur Bewegung des Hürdensprints als wahr oder falsch bewertet werden. 18 davon sind Teil der Auswertung.

Die Aussagen, die zur Beurteilung stehen, wurden nach Ansicht mehrerer Bewegungsbeschreibungen zum Hürdensprint und zusätzlichen Hinweisen zu

Fehlerbildern erstellt. Die verwendeten Quellen sind: Hillebrecht & Hillebrecht (1999), Killing (2015), Strüder et. al. (2016), Pankratz (2004), Büchner (2014). Die Aussagen wurden einerseits direkt dem Sinn nach übernommen, oder andererseits durch Austausch von Aussagebestandteilen gebildet. Die Terme "Schwungbein" und "Nachziehbein" wurden vertauscht und der Term "Arm der Schwungbeinseite" wurde mit dem Ausdruck "Arm der Nachziehbeinseite" vertauscht. Hillebrecht & Hillebrecht (1999, S.6) schreiben: "*Fehlerbild: Rücklage hinter der Hürde*". Daraus wird in Aufgabe A1 die Aussage: "Der Körper hat bei der Landung leichte Rückenlage".

Alle Aussagen sind bildlich belegt. So lässt sich die folgende Aussage durch Abb. 6 beweisen: Das Schwungbein wird bereits aktiv nach unten gedrückt, bevor der gesamte Körper die Hürde überquert hat.

2.1.3. Aufgabe 2

Das Testverfahren eine Bilderreihe zum Test der Bewegungsvorstellung zu verwenden, lehnt sich an Osman (1983) und das Paradigma der mentalen Rotation an (Vgl. Pithan & Dahm,2015). Die Bilderreihe (Abb. 7) wurde aus den Bildern des Videos gewonnen. Die Hürde, der Boden und der Hintergrund wurde aus den Bildern gelöscht. Die Bilder sind zeitlich alle gleich weit voneinander entfernt.

2.1.4. Pretest

Die Verständlichkeit der Texte auf den Webseiten des Webexperiments, wie z. B. Erklärungen zum Ablauf oder zu Aufgaben und die zu beurteilenden Aussagen von Aufgabe A1, wurden in der als final geplanten Version von n = 5 Testpersonen getestet, die nicht teil der Stichprobe waren. Nach dem Test wurden einige Formulierungen verändert, welche die Testpersonen als nicht eindeutig bewerteten. Die Änderungen wurden nicht weitergehend getestet.

2.2. Datenerhebung

2.2.1. Auswahlwahlgesamtheit und Ausschlussparameter

Ursprünglich wurde das Experiment zur Testung von Schülern der Oberstufe entwickelt, im späteren Verlauf ohne inhaltliche oder technische Änderungen auf alle Personen in NRW über 18 ausgeweitet. Als Parameter zur Einschränkung der Auswahlgesamtheit zählt lediglich die technische Kompetenz, mit dem PC und Internettechnologien (Webbrowser) umzugehen und das Verständnis der deutschen Sprache.

Neben Parametern, welche vor der Durchführung des Experiments ermittelt wurden, um die Auswahlgesamtheit einzuschränken, wurden weitere Ausschlusskriterien definiert. Die entsprechenden Daten wurden erst im Experiment-Verlauf erhoben. Als erster Ausschluss-Parameter zählt die Erfahrung mit der Bewegung des Hürdenschritts, welche weiterhin als Geübtheit bezeichnet. Da das Experiment den Lerneffekt hinsichtlich der Bewegungsvorstellung messen soll, darf die Bewegungsvorstellung nicht durch Lerneffekte, welche vor der Durchführung des Experiments stattfanden, bereits stark ausgeprägt sein. Daten von Teilnehmern, die jemals mehr als 100 Bewegungsabläufe absolviert haben wurden von der Datenauswertung ausgeschlossen. Gleiches gilt für Daten von Teilnehmern, die in den letzten 12 Monaten die Bewegung selbst durchgeführt haben.

Die Durchführung des Experiments ist trotz zutreffender Ausschlussparameter dennoch bis zum Schluss möglich, damit bei der Durchführung im Klassenraum, alle Schüler ähnlich lange beschäftigt sind. Andernfalls steigt die Gefahr, dass Schüler sich gegenseitig stören und das Experiment verfälschen, wenn ihre Beschäftigung wegfällt, denn Instruktionen für eine unterrichtliche Stillarbeitsphase nach Abschluss der Durchführung des Experiments liegen nicht vor.

2.2.2. Umfang

Die Zahl der begonnenen Experimente liegt bei 67. Die Zahl der beendeten Durchführungen liegt bei 60. Nach Anwendung der Ausschlusskriterien zur Geübtheit liegt die Größe der Stichprobe bei 54. Nach Anwendung aller weiteren

Ausschlusskriterien, welche allein die Durchführung betreffen, bleiben n = 41 Datensätze übrig. Die Anzahl verteilt sich auf 4 Testgruppen.

2.3. Durchführung

2.3.1. Kontaktaufnahme

Die Werbung von Schülern der gymnasialen Oberstufe als Testpersonen fand indirekt über den Kontakt zu Lehrpersonen statt. Der Erstkontakt zur Schule wurde aufgenommen über einen Anruf per Telefon (16), über E-Mail-Kontakt (21) und über persönliches Gespräch (3). In allen Fällen wurde dem Schulleiter, das zur Studie gehörige Informationsblatt übermittelt. In ca. 50 % aller Fälle wurde ein Bogen mit Teilnahme-Codes für das Lehrpersonal beigefügt, um ein Ausprobieren des Experiments zu ermöglichen. Nach der ersten Prüfung des Anliegens wurde das Informationsblatt von der Schulleitung an die jeweilige Fachschaft Sport weitergeleitet. Diese wurde in weiterem Kontakt mit Elterninformationsbögen und Details zur Durchführung ausgestattet und instruiert.

Zu einem späteren Zeitpunkt wurden auch berufstätige Erwachsene und Studenten direkt angesprochen oder durch Weiterleitung und Aushang eines Informationsblatts informiert.

2.3.2. Ablauf des Experiments

Die Durchführung wurde in 2 Testszenarien ermöglicht. Im ersten Testszenario wurden Datensätze von Schülern im Klassenraum erhoben. Im zweiten Testszenario führten interessierte erwachsene Testpersonen das Experiment allein am heimischen PC durch. Das Web-Experiments selbst läuft in beiden Fällen gleich ab.

Die Teilnehmerzahl wurde auf 4 Testgruppen aufgeteilt. Die Testgruppen unterscheiden sich insofern, als dass den Testpersonen der entsprechenden Gruppe jeweils ein anderes, bzw. kein Medienprodukt gezeigt wird. Die Medienprodukte unterscheiden sich in ihrer Interaktivität, welche ordinal skalierbar ist.

1. Echtzeit Simulation – hohe Interaktivität

2. Interaktives Video (IntVid) – mittlere Interaktivität
3. Video – geringe Interaktivität
4. Kein Medium (Kontrollgruppe)

Die Testpersonen der Kontrollgruppe überspringen zwei Webseiten. Ihnen wird kein Medienprodukt präsentiert und sie überspringen die dazugehörigen Fragen, inwiefern die Präsentation fehlerfrei ablief. Der restliche Verlauf des Experiments ist identisch.

Das Web-Experiment besteht aus einer Aneinanderreihung von Webseiten. Zuerst folgt ein Überblick über den Ablauf des Experiments. Als Zweites wird die Bewegung des Hürdenschritts kurz erläutert, um im dritten Schritt Fragen zur Geübtheit in dieser Bewegung zu stellen. Probanden werden gefragt wie oft sie die Bewegung jemals gesehen haben, wie oft sie jemals ausgeführt haben und wie oft sie die Bewegung innerhalb der letzten 12 Monate ausgeführt haben. Diese Fragen dienen dem Ausschluss von Geübten, da sich ihre Leistung nicht auf die Inhalte des Experiments begründen lassen. Im vierten Schritt wird grundlegende Theorie vermittelt, die für die weiteren Testverfahren relevant ist. Darunter sind die Erklärungen der Einteilung in 4 Bewegungsphasen, sowie die Erklärungen der Begriffe von *Schwungbein* und *Nachziehbein*. Dies ist insofern notwendig, da sich die Perspektive in den Medienprodukten ändern lässt, wodurch nicht mehr eindeutig von l*inkem Bein* und *rechtem Bein* gesprochen werden kann. Im fünften Schritt wird den Testgruppen 1,2 und 3 ein Medienprodukt präsentiert. Im Anschluss daran werden Fragen gestellt, die Aufschluss geben sollen, ob das Medienprodukt störungsfrei angezeigt wurde. Nach den Fragen zum Medienprodukt, folgen im siebten Schritt, für alle vier Testgruppen 20 Fragen zum Bewegungsablauf. Im achten Schritt soll nach einer Aufgabenbeschreibung eine Bilderreihe von 13 Bildern sortiert werden. Das erste und letzte Bild sind vorgegeben. Die Aufgabe wird jedoch nicht bewertet, sondern dient als Testlauf für den nächsten Schritt. Im neunten Schritt gilt es die Bilder des Hürdenschritts zu sortieren (Abb. 7). Dies soll möglichst schnell geschehen, wobei Richtigkeit primär ist.

Der letzte Schritt der Webseitenreihe hat für das Experiment keine Relevanz. Teilnehmer erhalten die Möglichkeit ihre E-Mail-Adresse einzutragen, falls sie die

Ergebnisse zugesandt bekommen möchten und sie können einen Kommentar schreiben, wie ihnen das Experiment gefallen hat.

2.3.3. Eigenschaften der verwendeten Medienprodukte

Eine wissenschaftliche Forschung zu Medienprodukten kann nicht ohne Beschreibung von Design-Aspekten auskommen, da die Möglichkeit von Störfaktoren in komplexen Medienprodukten vielfältig ist und die Reproduzierbarkeit des Experiments ansonsten unter Informationsmangel leiden könnte. Neben der Interaktivität selbst können auch Gestaltungsdetails Einfluss auf die Rezeption und Nutzung nehmen. Faktoren dieser Art können Farbstrukturen oder Kontrast sein, die Menschen mit Sehschwäche behindern; auch die Positionierung der Schaltflächen ist ggf. relevant, da davon auch die Erreichbarkeit der interaktiven Optionen abhängt. In diesem Fall wurden die Medienprodukte "*in einem Guss*" gefertigt, so dass das gleiche Bildmaterial in Form und Farbe in allen drei Medienprodukten verfügbar ist. Allerdings unterscheiden sich die Anzahl der interaktiven Optionen und die Position der Schaltflächen zur Steuerung der Interaktivität deutlich. Bei der Echtzeit-Simulation (Abb. 11) sind die Schaltflächen in die Bildfläche integriert. Im einfachen Video liegen die Schaltflächen ebenfalls in der Bildfläche des Videos (Abb. 8), sofern es durch Berührung der Bildfläche mit der Maus *aktiviert* wird. Beim interaktiven Video (Abb. 10) liegen zusätzliche Schaltflächen außerhalb der Bildfläche des Videos. Sie sind in die Webseite integriert, welche das Video umgibt.

Die Designs der Medienprodukte sind ein Kompromiss, da alle Browser dieselbe Webseite unterschiedlich interpretieren und anzeigen. Alle im Experiment verwendeten Medienprodukte erscheinen und funktionieren in den großen Webbrowsern, Microsoft Internet-Explorer & Edge, Firefox und Google Chrome nahezu identisch. Die Auflösung ist aus Gründen der Performanz, auf 640*480 Pixel limitiert, da das Experiment für Schulklassen entwickelt wurde. Durch die geringe Dateigröße ist auch bei der Multiplikation über die Anzahl der genutzten Rechner, ein flüssiges Abspielen der Medienprodukte möglich.

Video - geringe Interaktivität

Das Video bietet die geringste Interaktivität. Es handelt sich um eine *.mp4*, *.ogg* oder *.webm* Datei, je nachdem welches Format vom Anwendersystem unterstützt wird. Die Qualität der Formate unterscheidet sich im Endergebnis kaum sichtbar. Die Integration in die Webseite funktioniert mit *Html5*. Die Gestaltung unterscheidet sich je nach genutztem Webbrowser geringfügig, die Funktion bleibt identisch.

In Abb. 9 sieht man die interaktiven Optionen des Videos. Von links nach rechts gesehen: die Start/Stop-Schaltfläche, die Zeitleiste zum manuellen Auswählen eines Zeitpunkts im Video, die Ton-Kontrolle und die Vollbild-Option. Die Optionen zum Starten und Stoppen des Videos ist durch eine einzige Schaltfläche nutzbar, die je nach Status des Videos in Funktion und Optik variiert. Die Aktivierung des Vollbildmodus bewirkt, dass die Bildanzeige auf die volle Bildschirmgröße ausgedehnt wird. Die Option zum An/Ausstellen des Tons hat in diesem Video keine Funktion, da keine Tonspur vorhanden ist.

Der Bildausschnitt wechselt im Video zwischen fünf Perspektiven. Es gibt die Ansichten von rechts, links, vorne, hinten und oben. Die Bewegung wird zuerst in jeder Perspektive in Original-Geschwindigkeit abgespielt. Danach folgt ein Durchlauf aller Perspektiven in 8-fach Zeitlupe.

Interaktives Video – mittlere Interaktivität

In Abb. 10 sind unter der Bildfläche des Videos Schaltflächen zu sehen, die zusätzliche interaktive Optionen bieten, die über das gering interaktive Video hinausgehen. Die zusätzlichen Schaltflächen erlauben das Ändern der Abspielgeschwindigkeit und der Perspektive auf Wunsch. Zusätzlich sind die Wahlmöglichkeiten einer 2-fach und 4-fach Zeitlupe möglich.

Echtzeit-Simulation – höchste Interaktivität

In der Echtzeit-Simulation sind alle Funktionen des interaktiven Videos enthalten.

Die Optionen, welche im Video integriert sind und jene, welche in der Webseite integriert sind, werden in einem neuen Produkt zusammengeführt und mit anderer Gestaltung abgebildet. Da die genutzte Technologie erfordert, dass alle Schaltflächen in der Bildfläche des Medienprodukts liegen, wurden Texte, die viel Fläche

einnehmen, gegen Grafiken unter einer Text-Überschrift ausgetauscht. So ließ sich die Übersichtlichkeit wahren.

Die Echtzeit-Simulation bietet vier zusätzliche interaktive Optionen. In Abb. 11 unten sind zwei paare von roten Dreiecken zu sehen, die das Schrittweise vor- und zurückspulen ermöglichen. Das rote Quadrat setzt die Animation auf den Anfang zurück. Diese Funktion ist bereits eingeschränkt in den Videos nutzbar, allerdings ist sie dort nur aufrufbar, sofern das Video vollständig beendet ist. Am rechten Rand in Abb. 11 sind Schaltflächen zu sehen, die das stufenlose heran- und herauszoomen und die Rotation im 3D-Raum ermöglichen. Die Rotation ist stufenlos um das 3D-Modell des Sportlers möglich, jedoch wird die virtuelle Kamera eingeschränkt, so dass sie nicht unter die Bodenhöhe gelangen und die Bewegung nicht von unten zeigen kann.

2.4. Datenaufbereitung

Die im Verlauf des Experiments gewonnenen Daten sind in tabellarischer Form in einer Datenbank gespeichert. Zur Übertragung in das Statistikprogramm *PSPP* wurden die elementaren Ergebnisse per Programmiersprache *Html* auf einer Webseite abgebildet. Die Ergebnisse wurden als Tabelle ausgegeben, welche exakt mit der Tabelle in PSPP übereinstimmt. Die Ergebnistabelle wurde über die Kopiefunktion des Betriebssystems Windows 7 (Strg+C) direkt in das Programm eingefügt. Dieser Umweg diente dazu Tippfehler auszuschließen. Aus den Werten der Punktzahl der Aufgaben A1 und A2 und der Zeit der Aufgabenbearbeitung der jeweiligen Aufgabe, wurden im Statistikprogramm weitere Variablen erstellt, wie z. B. Quotienten oder Summen.

2.5. Datenauswertung

2.5.1. Auswahl der statistischen Auswertungs-Methoden

Als erster Schritt der Auswertung wurde die Normalverteilung der fünf abhängigen Variablen mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test (KS-Test) für jede einzelne Testgruppe und die gesamte Stichprobe überprüft. Die Ergebnisse des KS-Test ergeben, dass

die Hypothese einer Normalverteilung in allen Fällen nicht abgelehnt werden kann. Die Punktzahl von A1 und A2, t-Betrachtung, t-A1 und t-A2 sind metrisch skaliert und normalverteilt, so dass die Bedingungen für die Anwendung parametrischer Testverfahren gegeben sind.

Zur Prüfung der Hypothesen H1 bis H 8 über 4 Testgruppen wurde das Prüfverfahren der Einweg-Varianzanalyse ANOVA gewählt. Anschließend wurden mit den Ergebnissen der ANOVA Analyse weitere Post-Hoc-Tests ausgeführt, deren Ergebnisse zur Beurteilung der Hypothesen herangezogen werden. Als Post-Hoc-Test wurden der LSD-Test und zur Kontrolle der Bonferroni-Test genutzt.

Die Hypothesen H9-H11 wurden durch Anwendung der Bivariaten-Korrelation nach dem Pearson-Algorithmus überprüft.

2.5.2. Ausschlusskriterien

Die Datenauswertung wurde mit dem Statistikprogramm PSPP unternommen. Von den n = 60 vollständigen Datensätzen wurden 41 in die Datenauswertung einbezogen. 6 Datensätze wurde aufgrund eines zu hohen Kenntnisstandes zur Bewegung ausgeschlossen. 13 Datensätze wurden aufgrund der Unterschreitung einer Mindestzeit ausgeschlossen. Gemessen wurden jeweils unabhängig, t-Betrachtung, t-A1 und t-A2.

Da vorausgesetzt wird, dass ein Medienprodukt eine gewisse Zeit betrachtet werden muss, damit es eine Wirkung haben kann, wurde die Mindestzeit t-Betrachtung mit Blick auf die Minimalzeit des Pretests (n = 5) festgelegt. In Relation zum Pretest wurde die Zeit leicht reduziert und auf 2 Minuten festgelegt. Bei der Testgruppe 1 zur Echtzeitsimulation wurden weitere 10s zur Minimalzeit hinzugefügt (130s), da die Zeit bis zur Benutzbarkeit der Anwendung länger ist als bei den anderen Medienprodukten. Die Zeitdifferenz begründet sich in einem Startbildschirm des Technologieanbieters der genutzten Web-Technologie, der unabhängig von der Ladezeit des Medienprodukts ist.

Die minimal zulässigen Zeiten der Aufgabenbearbeitung wurden nach den gemittelten Ergebnissen von zwei Experten festgelegt, welche die Aufgaben bereits kannten. Zur Ermittlung der Minimal-Zeit für t-A1 mussten sie alle Fragen schnell,

aber bewusst komplett, ohne zu überfliegen lesen und möglichst schnell eine Lösung produzieren. Als Grenzwerte ergaben sich 163 Sekunden für t-A1 und 60 Sekunden für t-A2. Durch die Ausschlusskriterien zu den Aufgaben sollten unmotivierte Teilnahmen aus Gefälligkeit und sozialem Druck ausgeschlossen werden, die zu einer möglichst schnellen, aber oberflächlichen Absolvierung der Experiment-Durchführung führen würden.

Bei Aufgabe A1 wurden 20 Fragen gestellt, jedoch werden nur 18 in die Auswertung einbezogen. Die Fragen 01 und 20 sind nicht eindeutig, da sie eine bestimmte Interpretation voraussetzen; aus diesem Grund sind die Ergebnisse unabhängig vom Bewegungswissen und werden nicht in die Auswertung einbezogen.

3. Ergebnisse

Das interaktive Video wird um Missverständnisse zu vermeiden zukünftig als *IntVid* abgekürzt – anstatt mittel (interaktives) interaktives Video. Zusätzlich werden die Testgruppen zukünftig als hoch-Interaktivität-, mittel-Interaktivität-, und gering-Interaktivität-Testgruppe bezeichnet.

Die Ergebnisse raten dazu an, alle Hypothesen von H1 bis H10 abzulehnen. Lediglich die Hypothese H11, welche eine Korrelation zwischen Bewegungswissen und Bewegungsvorstellung bezüglich der Punktzahl der Testaufgaben A1 und A2 vorhersagt, ist nicht abzulehnen.

3.1. H1 und H3

Die Ergebnisse bezüglich der Punktzahl der Aufgabe A1 zeigen, dass die Mittelwerte der Medien sich stark unterscheiden, bis zu 22,4% (Tabelle 1).

Tabelle 1: Mittelwerte der Punkte bei Aufgabe A1

Medium *(Interaktivitätsniveau)*	**Anzahl**	**Mittelwert**	**% von 100**
Echtzeit Simulation (*hoch*)	12	11,58	99,82
IntVid (*mittel*)	10	9,40	81,03
Video (*gering*)	10	11,60	100
Kontrollgruppe (*null)*	9	9,00	77,58
Gesamt	41	10,49	-

Die Punktzahl der hoch-Interaktivität-Testgruppe (p = 0,023) und der gering-Interaktivität-Testgruppe (p = 0,027) bei Aufgabe A1 sind nach dem LSD Post-Hoc-Test signifikant höher als bei der mittel-Interaktivität-Testgruppe und der Kontrollgruppe. Zwischen hoch-Interaktivität-Testgruppe und niedrig-Interaktivität-Testgruppe besteht kein signifikanter Unterschied. Die mittel-Interaktivität-Testgruppe zeigt keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe.

Die H1 Hypothese, dass die Punktzahl der Aufgabe A1 steigt, wenn das Interaktivitätsniveau steigt, lässt sich daher nicht bestätigen. Auch die H3 Hypothese, die den umgekehrten Zusammenhang der beiden Variablen behauptet, dass die Punktzahl mit steigender Interaktivität sinkt, lässt sich nicht bestätigen.

Nach dem Bonferroni Post-Hoc-Test ließ sich hingegen kein signifikanter Unterschied ermitteln.

3.2. H2 und H4

Die Punktzahl der gering-Interaktivität-Testgruppe bei Aufgabe A2 ist nach dem LSD Post-Hoc-Test signifikant höher (p = 0,035) als bei der mittel-Interaktivität-Testgruppe. Die gering-Interaktivität-Testgruppe (p = 0,002) zeigt sich gegenüber der Kontrollgruppe hoch signifikant erhöht. Die hoch-Interaktivität-Testgruppe (p = 0,011) zeigt sich gegenüber der Kontrollgruppe signifikant erhöht.

Nach dem Bonferroni Post-Hoc-Test ist nur der Effekt der gering-Interaktivität-Testgruppe gegenüber der Kontrollgruppe signifikant erhöht.

Die Mittelwerte unterscheiden sich trotz der geringen statistischen Signifikanz erheblich. In Tabelle 2 zeigen sich Unterschiede zwischen den Testgruppen von ca. 10% ,20% und 17% zur jeweils geringer bepunkteten Testgruppe.

Tabelle 2: Mittelwerte der Punkte bei Aufgabe A2

Medium *(Interaktivitätsniveau)*	**Anzahl**	**Mittelwert**	**% von 100**
Echtzeit Simulation *(hoch)*	12	8,17	89,78
Interaktives Video *(mittel)*	10	6,30	69,23
Video *(gering)*	10	9,10	100
Kontrollgruppe *(null)*	9	4,78	52,52
Gesamt	41	7,20	-

Die gering-Interaktivität-Testgruppe und die hoch-Interaktivität-Testgruppe erzielen beide hohe Ergebnisse, ohne sich signifikant zu unterscheiden. Die mittel-Interaktivität-Testgruppe fällt bezüglich der Mittelwerte deutlich hinter die anderen Testgruppen zurück, ohne statistisch signifikanten Unterschied. Die H2 Hypothese, dass die Punktzahl der Aufgabe A2 steigt, wenn das Interaktivitätsniveau steigt, lässt sich daher genauso wenig bestätigen, wie die H4-Hypothese, dass die Punktzahl sinkt, wenn das Interaktivitätsniveau steigt.

3.3. H5, H6, H7, H8

Für keine der Hypothesen konnten signifikante Unterschiede bezüglich der Interaktivität ermittelt werden. Sowohl t-Betrachtung, als auch t-A1 und t-A2 sind hinsichtlich des Interaktivitätsniveaus nicht signifikant unterschiedlich, wenn der jeweilige Quotient aus Aufgabenpunktzahl geteilt durch Zeit berechnet wird.

3.4. H9, H10, H11

Zwischen der Punktzahl von A1 und der Punktzahl von A2 lässt sich eine mittlere Korrelation von $r = 0,46$ feststellen, die hoch signifikant ist bei $p = 0,002$. Demnach ist die H11 Hypothese nicht abzulehnen.

3.5. Zeit der Medienbetrachtung

Die Ergebnisse in Tabelle 3 zeigen erhebliche prozentuale Unterschiede zwischen den Testgruppen hinsichtlich der Zeit der Medienbetrachtung (t-Betrachtung). Die gering-Interaktivität-Testgruppe zeigt signifikant (p = 0.036) mehr Betrachtungszeit des Mediums, als die mittel-Interaktivität-Testgruppe. Im Bonferroni-Test ist der Unterschied nicht nachweisbar. Nach einer Korrekturmaßnahme, bei der in jeder Testgruppe der höchste Wert gelöscht wurde, verändert sich die Signifikanz des LSD-Test auf p = 0,015 und auch der Bonferroni-Test zeigt eine Signifikanz an (p = 0,044).

Die nachträgliche Korrektur dient der Prüfung, ob ein Ausreißer unter den Datensätzen für die beobachtete Signifikanz verantwortlich ist. Der entsprechende Datensatz zeigte 30 Minuten Betrachtungszeit, was der maximal möglichen Zeitausnutzung entspricht. Der Unterschied der Zeit zum nächst höchsten Wert aller Testgruppen (13 Minuten) weist auf eine Unterbrechung des Experiments hin, welche die Ergebnisse verzerrt.

Tabelle 3: Mittelwerte der Zeit der Medienbetrachtung

Medium *(Interaktivitätsniveau)*	Anzahl	Mittelwert t-Betrachtung in s	Mittelwert korrigiert in s	Verhältnis der MW (korrigiert) in % von 100
Echtzeit- Simulation *(hoch)*	12	293,83	264,27	76,72
Interaktives Video *(mittel)*	10	191,00	177,11	51,41
Video *(gering)*	10	508,40	344,44	100

4. Diskussion der Ergebnisse

Diese Studie ist als erster Schritt auf ein neues Territorium zu verstehen. Bislang gibt es keine Ergebnisse zu Zusammenhängen von Interaktivität und motorischem Lernen. Deshalb sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu bewerten. Vor allem die geringe Stichprobengröße macht die Ergebnisse anfällig gegen den Zufall. Dazu kommt, dass anders als im Laborexperiment, viele Umweltfaktoren nicht kontrolliert werden können. Dies liegt in der Natur des dezentralen freiwilligen Web-Experiments. Wann und wo und unter welchen Bedingungen es durchgeführt wird, wurde nicht bestimmt oder erfasst. Auch technische Faktoren unterliegen möglichen Unterschieden. Einige Nutzer führten das Experiment vom Laptop aus durch. Dabei ist zu vermuten, dass sie ins Laptop integrierte Touchpads nutzten, welche sich von der üblichen Computermaus unterscheiden.

Trotzdem gelingt es, weitere Fragen zu den Zusammenhängen und Unterschieden von Medienprodukten aufzuwerfen. Die Beziehung zwischen Interaktivität und Lernprozessen scheint komplexer zu sein, als ursprünglich angenommen.

4.1. Korrelation von Bewegungswissen und Bewegungsvorstellung

Bewegungswissen und Bewegungsvorstellung korrelieren mit mittlerer Stärke (r = 0,46) und hoher Signifikanz (p = 0,002). Dies bedeutet nicht notwendigerweise einen direkten Zusammenhang zwischen den Konstrukten.

Im Sinne der limited-Capacity-Theory (Lang, 2000) und der Cue-Summation-Theory (Xu & Sundar, 2016) ist es möglich, dass beide Lernprozesse von den gleichen kognitiven Einschränkungen oder Vorteilen durch Interaktivität betroffen sind. Wenn keine kognitiven Ressourcen zur Speicherung von Informationen vorhanden sind, so wären beide möglicherweise strukturell getrennten Lernprozesse analog negativ beeinflusst.

Andersherum ist es jedoch auch denkbar, dass Transfereffekte zwischen Bewegungswissen und Bewegungsvorstellung vorhanden sind. Es ist plausibel, dass aus einer Bewegungsvorstellung, durch Reflexion, explizites Wissen gewonnen werden kann. Ebenso scheint es denkbar, dass explizites Wissen eine Vorstellung bewirken kann. Das letzteres möglich ist, deuten Ergebnisse zum

Vorstellungstraining an, wo nach expliziten Instruktionen trainiert wird und rein mental eine entsprechende Vorstellung erzeugt wird (Mendoza & Wichman, 1978).

Neben den direkten und indirekten Zusammenhängen ist auch eine fehlerhafte Methodenwahl zur Messung der Bewegungsvorstellung möglich. Die Bewegungsvorstellung ist nicht direkt messbar, da sie als mentaler Zustand vorliegt und subjektiv bestimmt ist. Die im Web-Experiment verwendete Messmethode orientiert sich an etablierten Methoden, die Bilder als Stellvertreter, bzw. als Prüfstein der Vorstellung nutzen. Osman (1983) verwendet eine Bilderreihe zur Prüfung der Bewegungsvorstellung. Die Methode der Beurteilung von gespiegelten oder rotierten Bildern finden sich in modernen Testverfahren (Pithan & Dahm, 2015). Ob sich durch die Ansicht von Bildern und eine dabei kognitiv zu bewältigende Aufgabe trennscharf die Bewegungsvorstellung messen lässt, bleibt mit einer Unsicherheit verbunden.

4.2. Interaktivität, kognitive Theorien und Lernen

Die H1 bis H4 Hypothesen müssen abgelehnt werden, weil die mittel-Interaktivität-Testgruppe aus dem erwarteten Rahmen fällt, sie liegt bei den Aufgabenpunktzahlen von A1 und A2 nicht in der Mitte, sondern jeweils auf Platz 3. Somit ist es nicht möglich zu sagen, dass mehr oder weniger Interaktivität bessere Lernleistung bewirkt. Die Ergebnisse von Xu & Sundar (2016) sprechen für die Gültigkeit der Cue-Summation-Theory. Xu & Sundar (2016) konnten zeigen, dass zwischen jeder der Testgruppen signifikante Unterschiede bezüglich der Lernleistung vorhanden waren und dass mehr Interaktivität zu besseren Lernergebnissen führte. Ihren Ergebnissen nach wäre zu erwarten gewesen, dass die mittel-Interaktivität-Testgruppe gute Ergebnisse zeigt, denn Xu & Sundar (2016) stellten ähnliche Verbesserungen zwischen der mittel- und hoch-Interaktivitätsbedingung hinsichtlich der Wiedererkennung und Erinnerung von interaktiven Inhalten fest und zusätzlich bessere Leistungen bei der Wiedererkennung und Erinnerung von nicht-interaktiven Inhalten.

Auch nach der limited-Capacity-Theory lässt sich kein einfacher Zusammenhang zwischen den Ergebnissen herstellen. Es kann nicht gesagt werden, dass eine steigende Interaktivität zu schlechteren Lernleistungen führt. Zwar zeigt die gering-

Interaktivität-Testgruppe die besten Ergebnisse, jedoch ist der Unterschied zur hoch-Interaktivität-Testgruppe gering und nicht signifikant.

Eine Erklärung, die mit der limited-Capacity-Theory zusammenpasst, wäre, dass das interaktive Video der mittel-Interaktivität-Testgruppe mehr strukturelle Merkmale besitzt, die kognitive Ressourcen binden. Da die limited-Capacity-Theory nach Lang (2000) als kognitive Theorie nicht an den Interaktivitätsbegriff gebunden ist, könnte also eine Erklärung nach anderen Gesichtspunkten gefunden werden. Das interaktive Video zeigt z. B. nur wenige Sekunden Videomaterial. Es ist denkbar, dass eine höhere Häufigkeit der Umschnitte bei den frei wählbaren Zeitlupenfaktoren 2 oder 4 eine höhere kognitive Last bewirkt hat, als bei der gering-Interaktivität-Testgruppe, wo der vorbestimmte Zeitlupenfaktor von 8 eine vielfache Zeit bis zum Umschnitt quasi aufzwang.

Da keine Informationen zum Nutzerverhalten bezüglich Zeitlupen gespeichert wurden, ist diese Erklärung rein spekulativ. Außerdem kann die Betrachtungszeit t-Betrachtung ebenfalls eine Erklärung zu den schlechten Ergebnissen der mittel-Interaktivität-Testgruppe anbieten, siehe Kapitel 4.6.

4.3. Unterschiede der Effekte der Medienprodukte

Zwar sind die Hypothesen abgelehnt, jedoch zeigen die Ergebnisse, dass unterschiedliche Medienprodukte unterschiedliche Lerneffekte bewirken.

Hinsichtlich der Punktzahl bei Aufgabe A1, weisen sowohl die hoch-Interaktivität-Testgruppe ($p = 0{,}023$), als auch die gering-Interaktivität-Testgruppe ($p = 0{,}027$) nach dem LSD Post-Hoc-Test signifikant höhere Ergebnisse auf als die mittel-Interaktivität-Testgruppe und die Kontrollgruppe. Hinsichtlich der Aufgabe A2 schneidet die gering-Interaktivität-Testgruppe nach dem LSD-Test ebenfalls signifikant besser ab, als die mittel-Interaktivität-Testgruppe ($p = 0{,}035$) und sie ist hochsignifikant besser als die Kontrollgruppe ($p = 0{,}002$). Auch die hoch-Interaktivität-Testgruppe ist signifikant besser als die Kontrollgruppe ($p = 0{,}011$). Abgesehen von der Signifikanz, weisen die Mittelwerte bei der Aufgabe A2 große Unterschiede zwischen den Interaktivität-Gruppen auf. Von der gering-Interaktivität-Testgruppe aus betrachtet, liegen die Unterschiede bei ca. 10% (hoch-Interaktivität-

Testgruppe), ca. 30% (mittel-Interaktivität-Testgruppe) und ca. 50% (Kontrollgruppe). Diese Ergebnisse sind mit Vorsicht zu betrachten, jedoch ist nicht auszuschließen, dass bei größeren Stichproben ähnliche Werte und statistische Signifikanz erreicht werden können. Mehr zu den Unterschieden zwischen den Medienprodukten ergibt sich aus den Schlussfolgerungen in den Kapiteln 4.5 und 4.6.

4.4. Erklärungen - Störfaktoren

Als Erklärung, weshalb die Hypothesen sich nicht bestätigen lassen, bieten sich verschiedene Aspekte an. Zum einen könnte die geringe Stichprobengröße zu einem großen Zufallsfaktor geführt haben.

Zum zweiten gibt es ggf. Störvariablen, wie die Erfahrung und Übung mit sportlichen Wissensstrukturen. In dieser Arbeit wurde als Ausschlusskriterium nur die Übung in der Bewegung des Hürdenschritts definiert; allerdings ist es denkbar, dass sporttreibende Testpersonen anderer Sportarten bessere Ergebnisse produzieren können, weil sie gewohnt sind Wissen des Sports zu strukturieren, oder Bewegungsvorstellungen zu entwickeln. Der Gedanke von interindividuellen Unterschieden lässt sich durch die Ergebnisse von Steggemann und Weigelt (2011; zit. n. Pithan & Dahm, 2015) stützen, die zeigen konnten, dass Sportler, die in ihrer Sportart mit Rotationselementen konfrontiert sind, schneller darin sind Rotationsaufgaben von menschlichen Körpern zu lösen, als Sportler, denen Rotationen fremd sind.

4.5. Erklärung – Konstrukt und Operationalisierung

Zur Erklärung der Ergebnisse lässt sich auch die gewählte Operationalisierung der Interaktivität heranziehen. Annie Lang beschreibt (2000), dass strukturelle Merkmale wie Umschnitte zu einem großen Verbrauch von kognitiven Ressourcen führen; als Folge ergibt sich eine verschlechterte Lernleistung. Die gewählte Operationalisierung von Interaktivität kennt zum einen keine Gewichtung zwischen den einzelnen interaktiven Optionen, welche Lang (2000) für die kognitiven Phänomene verantwortlich macht. Es ist nicht möglich, zu sagen, dass die Rotation eines Objekts interaktiver ist als ein Umschnitt zu einer gänzlich anderen Perspektive.

Dementsprechend sind die strukturellen Merkmale, die Lang (2000) nennt, vermutlich nicht mit der Operationalisierung der Interaktivität identisch. Durch die Verschiedenheit der Konstrukte resultiert möglicherweise ein nicht proportionaler Unterschied zwischen kognitiver Belastung und Interaktivitätsniveau. Darauf deuten Ergebnisse zur Messung der Bewegungsvorstellung durch rotierte Bildern hin. Je nach Grad der Rotation veränderten sich die Reaktionszeiten bei der Wiederkennung von rotierten Bildern, ab bestimmten Graden stieg die Reaktionszeit jedoch überproportional an (Pithan & Dahm, 2015). Daraus lässt sich schließen, dass die schrittweise Rotation eines virtuellen Objekts eine geringere Neuorientierung erfordert, als der plötzliche Umschnitt auf eine, um mehr als 90° unterschiedliche Perspektive (Vgl. Pithan & Dahm, 2015).

Aus diesem Problem ergibt sich sich die Frage, inwiefern das Konstrukt der Interaktivität sinnvoll gewählt ist, um mittels quantitativer Datenerhebung kognitive Zusammenhänge zu untersuchen. Keine bislang vorhandene Operationalisierung der Interaktivität ist in der Lage Aussagen auf der Ebene von Informationen oder Inhalten zu tätigen.

Die Ergebnisse lassen vermuten, dass die Neuorientierung oder kognitive Belastung, wie sie Lang (2000) beschreibt, unabhängig vom Inhalt und der Gestaltung, mit den bisherigen Operationalisierungsvorschlägen, nicht vorhersagbar ist. Da jedes Medienprodukt andere Inhalte und andere Gestaltungsmerkmale hat, muss in Frage gestellt werden, inwiefern Interaktivität ohne eine Operationalisierung hinsichtlich Inhalten und Informationen überhaupt als eigenständiges Phänomen oder als Messgröße betrachtet werden sollte, sofern kognitive Prozesse untersucht werden.

Nach dieser Schlussfolgerung sind die Forschungsergebnisse zur Interaktivität von Xu und Sundar (2016) und Pedra et. al. (2015), die einen Zusammenhang von Interaktivität und Lernen zeigen konnten, nicht notwendigerweise durch Interaktivität allein geprägt, sondern durch die Kombination aus interaktiver Funktion und einer spezifischen Inhaltsebene und einer spezifischen Gestaltung.

4.6. Erklärung - Betrachtungszeit

Eine Erklärung, warum die mittel-Interaktivität-Testgruppe im Verhältnis zu den anderen Testgruppen schlecht abschneidet, bietet ggf. auch ein Blick auf die Zeit der Betrachtung. Beim Blick auf die Unterschiede der Mittelwerte in Tabelle 1 sind große prozentuale Unterschiede bei der Punktzahl zu erkennen, die nach dem LSD-Test, zwischen der mittel-Interaktivität-Testgruppe und den anderen Interaktivität-Testgruppen signifikant sind. Beim Blick auf Tabelle 3 lässt sich der Unterschied in der Punktzahl auch in der Zeit wiederfinden. Nach dem LSD-Test ist die Unterscheidung zwischen der mittel-Interaktivität-Testgruppe gegenüber der gering-Interaktivität-Testgruppe signifikant ($p = 0{,}015$). Bei den Unterschieden zur Punktzahl ergibt sich ebenfalls ein signifikantes Ergebnis ($p = 0{,}035$).

Es liegt nahe, dass das schlechte Abschneiden der mittel-Interaktivität-Testgruppe mit einer zu geringen Betrachtungszeit begründet ist. Im Gegensatz zur gering-Interaktivität-Testgruppe beträgt der Unterschied der Mittelwerte in Sekunden über 48% (Tabelle 3).

So lässt sich auch erklären, dass die Hypothese H5 nicht durch signifikante Unterschiede bestätigt werden kann. Da die Bewertung der Hypothese auf dem Quotienten von Punktzahl zu Zeit der Medienbetrachtung basiert, wird der Unterschied zwischen den Testgruppen nahezu eliminiert. Die geringe Punktzahl wird durch eine geringe Zeit geteilt, was zu einem ähnlichen Ergebnis führt, wie bei den Testgruppen, die eine hohe Punktzahl bei längerer Betrachtungszeit aufweisen.

Eine mögliche Erklärung für die geringe Betrachtungsdauer liegt in einer unterschiedlichen Funktionalität und daran orientiertem Nutzerverhalten, nicht an dem Niveau der Interaktivität selbst. Das interaktive Video ändert durch die zusätzlichen interaktiven Optionen des Medienprodukts gegenüber dem einfachen Video die Art des Zugangs zu Informationen. Und dieser andere Zugang hat voraussichtlich andere Voraussetzungen an die Kompetenz zum Umgang mit Medien.

So lässt das einfache Video zu, dass der Nutzer 68 Sekunden auf den Bildschirm schaut und Informationen von mehreren Perspektiven zugespielt bekommt. Beim interaktiven Video dauert dies nur wenige Sekunden, je nach ausgewähltem

Zeitlupenfaktor. Um einen neuen Durchlauf zu starten, muss der Teilnehmer regelmäßig neue Klick-Aktionen durchführen, deren er womöglich schnell überdrüssig wird.

Hinzu kommt, dass die/der Lernende in dem Testszenario dieser Studie nicht weiß, welche Fragen zu beantworten sind. Daher kann sie/er den Vorteil des zielgerichteten und schnellen Informationsgewinns, der durch die zusätzlichen interaktiven Optionen potenziell möglich ist, nicht direkt umsetzen. Pedra et. al. (2015) meinen in dieser Hinsicht, dass es vielen Nutzern an den metakognitiven Fähigkeiten fehlt, um eine effektive Auswahl aus komplexeren interaktiven Optionen zu tätigen. Es ist zu vermuten, dass höhere Kompetenzen zur Gewinnung und Strukturierung von Informationen zu Bewegungen, zu einer besseren Ausnutzung des interaktiven Potenzials des Medienprodukts führen. Diese Faktoren wurden jedoch in dieser Studie nicht erfasst.

4.7. Erklärung – Potenzial vs. Nutzung

Aus Rückmeldungen per E-Mail, im Gespräch und über die Kommentarfunktion auf der Webseite, lässt sich vermuten, dass in der mittel-Interaktivität-Testgruppe nicht jeder Teilnehmer alle Perspektiven des zur Verfügung stehenden Videomaterials angesehen hat. Dementsprechend beginnen entsprechende Teilnehmer die Testaufgaben mit einem Defizit an Informationen gegenüber den anderen Testgruppen. Das Potenzial der Medienprodukte ist also ggf. höher einzuschätzen, als das Testergebnis in der Stichprobe zeigt. Die Ausnutzung des Potenzials ist vermutlich auch an motivationale Faktoren und die Kompetenz im Umgang mit Medien gebunden.

5. Ausblick

Die Ergebnisse dieser Studie lassen keine klare Aussage zum Zusammenhang von Interaktivität und Lernerfolg zu. Stattdessen werden weitere Fragen zum Wesen der Interaktivität und zu Kofaktoren aufgeworfen. Weitere Untersuchungen können versuchen, den Zusammenhang von Interaktivität und Lernen weiter zu ergründen. Insbesondere die Ausnutzung des Potenzials der Medienprodukte kann ggf. durch

das Einprogrammieren einer Mindestzeit der Medienbetrachtung weiter verbessert werden. Die Erfassung der benutzten interaktiven Optionen durch Zählvariablen ist ebenfalls denkbar. Obwohl grundlegende Fragen zur Operationalisierung aufgeworfen wurden, ist es ratsam eine wissenschaftliche Basis zu legen und weiter zu forschen, da die Stichprobengröße der Studie relativ gering war und daher einem gewissen Zufallsfaktor unterliegt.

Zukünftige Untersuchungen können auch einen Schritt weitergehen und versuchen, die Auswirkungen des Medienprodukts auf den Lernprozess nicht versetzt, sondern zeitgleich mit den zu beantwortenden Fragen zu untersuchen. In diesem Fall lässt sich auch nach der Effizienz der Medienprodukte fragen, da Interaktivität insbesondere den Vorteil bietet Informationen zu filtern und auf Wunsch anzufordern.

In dieser Studie wurde nur ein unmittelbarer Effekt der Medienintervention untersucht, ohne den Eingangswert zu kennen. Zukünftige Forschung sollte diesen Eingangswert durch einen Prä-Test bestimmen und die Lernergebnisse durch einen Post-Test überprüfen.

Neben weiterer empirischer Forschung, scheint es sinnvoll zu sein, das Konstrukt der Interaktivität weiter zu untersuchen, um alternative Konzepte der Operationalisierung zu finden, die ein geeigneter Prüfstein zur Untersuchung von kognitiven Zusammenhängen sein können.

6. Literaturverzeichnis

Altenberger, H. (Hrsg.). (2002). *Medien im Sport* (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport, Bd. 136). Schorndorf: Hofmann.

Aparicio, M., Bacao, F. & Oliveira, T. (2016). An e-Learning Theoretical Framework. *Educational Technology & Society, 19* (1), 292-307.

Bieber, C. & Leggewie, C. (Hrsg.). (2004). *Interaktivität. Ein transdisziplinärer Schlüsselbegriff* (Interaktiva, Bd. 1). Frankfurt: Campus-Verl.

Büchner (ILIAS - Universität Passau, Hrsg.). (2014, 04. Dezember). *Bewegungsbeschreibung der Hürdenüberquerung.* Zugriff am 30. Januar 2017 unter https://ilias.uni-passau.de/ilias/goto.php?target=wiki_33539_H%C3%BCrdenlauf

Deimann, M. (2002). *Motivationale Bedingungen beim Lernen mit Neuen Medien. Medienunterstütztes Lernen - Beiträge von der WissPro- Wintertagung 2002.* Zugriff am 19. August 2015 unter http://agis-www.informatik.uni-hamburg.de/WissPro/publications/wisspro_wintertagung_motivationale_bedingungen_deimann.pdf

Duden.de. (2017). Zugriff am 29. Januar 2017 unter http://www.duden.de/suchen/dudenonline/interaktivit%C3%A4t

Ebner, M. & Schön, S. (Hrsg.). (2011). *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien. [L3T]*. Berlin: Epubli.

Ebner, M. & Schön, S. (Hrsg.). (2013). *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien* (2. Aufl.). Berlin: epubli GmbH.

Erlacher, D. (2005). *Motorisches Lernen im luziden Traum: Phänomenologische und experimentelle Betrachtungen*. Inauguraldissertation, Universität Heidelberg. Heidelberg. Zugriff am 30. Januar 2017 unter http://archiv.ub.uni-heidelberg.de/volltextserver/5896/1/Doktorarbeit_EndversionUB_2seitig.pdf

Erlacher, D. & Schredl, M. (2010). Practicing a Motor Task in a Lucid Dream Enhances Subsequent Performance. A Pilot Study. *The Sport Psychologist, 24* (2), 157-167. doi: 10.1123/tsp.24.2.157.

Farrow, D. & Abernethy, B. (2002). Can anticipatory skills be learned through implicit video-based perceptual training? *Journal of sports sciences, 20* (6), 471-485. doi: 10.1080/02640410252925143.

Goertz, L. (1995). Wie interaktiv sind Medien? : auf dem Weg zu einer Definition von Interaktivität. *Rundfunk und Fernsehen, 43* (4), 477-493.

Hardy, L., Mullen, R. & Jones, G. (1996). Knowledge and conscious control of motor actions under stress. *British journal of psychology (London, England : 1953), 87 (Pt 4),* 621-636.

Hebbel-Seeger, A., Kretschmann, R. & Vohle, F. (2013). Bildungstechnologien im Sport. Forschungsstand, Einsatzgebiete und Praxisbeispiele. In M. Ebner & S. Schön (Hrsg.), *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien* (2. Aufl.). Berlin: epubli GmbH.

Herzig, B. (Bertelsmann Stiftung, Hrsg.). (2014). *Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht?* unter http://www.bertelsmann-

stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_IB_Wirksamkeit_digitale_Medien_im_Unterricht_2014.pdf

Hillebrecht, M. & Hillebrecht, N. (1999). *Skript zur Leichtathletikausbildung,* Universität Oldenburg. Zugriff am 30. Januar 2017 unter http://www.fssport.de/texte/laold.pdf

Issing, L. J. & Klimsa, P. (Hrsg.). (2002). *Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis* (3., vollst. überarb. Aufl.). Weinheim: Beltz PVU.

Killing, W. (2015). *Jugend-Leichtathletik. Rahmentrainingsplan des Deutschen Leichtathletik-Verbandes für die Mehrkampfdisziplinen im Aufbautraining*. Münster: Philippka Sportverlag.

Kirsch, A. (1988). Die Lehrer- oder Schuelerdemonstration ist kein Medium. Eine Reaktion auf d. Beitr. von Wolfgang Soell "Zum Medienbegriff im Sport" in Sportunterricht. *Sportunterricht, 37* (7), 346.

Lang, A. (2000). The limited capacity model of mediated message processing. *Journal of Communication, 50* (1), 46-70. doi: 10.1111/j.1460-2466.2000.tb02833.x.

Lee, Y. S. & Vakoch, D. A. (1996). Transfer and retention of implicit and explicit learning. *British journal of psychology (London, England : 1953), 87 (Pt 4),* 637-651.

Lehner, M. (2014). *Lehrvideo – Leichtathletik: Hürdenlauf,* Universität Passau. Zugriff am 30. Januar 2017 unter https://univideo.uni-passau.de/2014/08/lehrvideo-leichtathletik-huerdenlauf/

Leiner, D. & Quiring, D. (2008). Bedeutung von Interaktivität für den Nutzer: Entwicklung einer Skala zur Messung wahrgenommener Interaktivität. *Medien & Kommunikationswissenschaft, 56* (2), 187-208.

Liao, C. M. & Masters, R. S. (2001). Analogy learning: a means to implicit motor learning. *Journal of sports sciences, 19* (5), 307-319. doi: 10.1080/02640410152006081.

Luck, S. J. & Vogel, E. K. (2013). Visual working memory capacity: from psychophysics and neurobiology to individual differences. *Trends in cognitive sciences, 17* (8), 391-400. doi: 10.1016/j.tics.2013.06.006.

Mendoza, D. & Wichman, H. (1978). "Inner" darts: effects of mental practice on performance of dart throwing. *Perceptual and motor skills, 47* (3 Pt 2), 1195-1199. Abgerufen von http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.2466/pms.1978.47.3f.1195

Mertens, M. (2004). Computerspiele sind nicht interaktiv. In C. Bieber & C. Leggewie (Hrsg.), *Interaktivität. Ein transdisziplinärer Schlüsselbegriff* (Interaktiva, 1, S. 272-288). Frankfurt: Campus-Verl.

Mullen, R., Hardy, L. & Oldham, A. (2007). Implicit and explicit control of motor actions. Revisiting some early evidence. *British Journal of Psychology, 98* (1), 141-156. doi: 10.1348/000712606X114336.

Neuberger, C. (2007). *Interaktivität, Interaktion, Internet.* 1.

Nolda, S. (2000). *Interaktion und Institution: Begriff und Forschung*.

Osman, M. *Der Einfluss verschiedener Medien auf das Bewegungslernen in der Sportlehrerausbildung : eine empirische Untersuchung unter Berücksichtigung der variablen Bewegungsvorstellung, Leistungssteigerung und Lerntempo anhand des Speerwurfs / Mohamed Osman,* Koeln, Dt. Sporthochschule, Diss., 1983.

Pankratz, P. (2004). *Bewegungsanalyse des Hürdenlaufs.* Zugriff am 30. Januar 2017 unter http://lernarchiv.bildung.hessen.de/sek/sport/art/leichtathletik/laufen/Lehrprogramm_Hurdenlauf.pdf

Pascual-Leone, A., Grafman, J. & Hallett, M. (1994). Modulation of cortical motor output maps during development of implicit and explicit knowledge. *Science (New York, N.Y.), 263* (5151), 1287-1289.

Pedra, A., Mayer, R. E. & Albertin, A. L. (2015). Role of Interactivity in Learning from Engineering Animations. *Applied Cognitive Psychology, 29* (4), 614-620. doi: 10.1002/acp.3137.

Pithan, J. M. & Dahm, S. F. (2015). Fragebögen und Testmethoden der Bewegungsvorstellung. *Zeitschrift für Sportpsychologie, 22* (3), 112-124. doi: 10.1026/1612-5010/a000146.

Schöpe, H. G. (1997). *Die Entwicklung der Bewegungsvorstellung im Gerätturnen. Eine sich ändernde Beziehung von Theorie und Praxis* (Sportwissenschaft und Sportpraxis, 107, 1. Aufl.). Hamburg: Czwalina.

Sen, W. (2013). *Social Media Measurement. Methoden zur automatischen Reichweitenmessung von Beiträgen in Webforen*. Köln: Social-Media-Verl.

Sohnsmeyer, J. (2011). *Virtuelles Spiel und realer Sport. Über Tranferspotenziale digitaler Sportspiele am Beispiel von Tischtennis* (Forum Sportwissenschaft, 21). Zugl.: Kiel, Univ., Diss., 2010. Hamburg: Feldhaus Ed. Czwalina.

Strüder, H. K., Jonath, U. & Scholz, K. (2016). *Leichtathletik. Trainings- und Bewegungswissenschaft - Theorie und Praxis aller Disziplinen* (2. korr. Aufl.). Hellenthal: Sportverlag Strauß.

Sundar, S. S. (2004). Theorizing Interactivity's Effects. *The Information Society, 20* (5), 385-389. doi: 10.1080/01972240490508072.

Sundar, S. S. & Marathe, S. S. (2010). Personalization versus Customization. The Importance of Agency, Privacy, and Power Usage. *Human Communication Research, 36* (3), 298-322. doi: 10.1111/j.1468-2958.2010.01377.x.

Tulodziecki, G. & Herzig, B. (2004). *Mediendidaktik. Medien in Lehr- und Lernprozessen* (Handbuch Medienpädagogik, Bd. 2). Stuttgart: Klett-Cotta.

Vogel, E. K., Woodman, G. F. & Luck, S. J. (2006). The time course of consolidation in visual working memory. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance, 32* (6), 1436-1451. doi: 10.1037/0096-1523.32.6.1436.

Warwick, K. & Shah, H. (2015). Can machines think? A report on Turing test experiments at the Royal Society. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence, 28* (6), 989-1007. doi: 10.1080/0952813X.2015.1055826.

Weizenbaum, J. (1966). ELIZA---a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM, 9* (1), 36-45. doi: 10.1145/365153.365168.

Wiemann, K. (1994). *Bewegungswahrnehmung und Bewegungsvorstellung im Sport,* Universität Wuppertal unter http://www.biowiss-sport.de/beweg_wahr_vor.PDF

Witt, C. d. & Czerwionka, T. (2007). *Mediendidaktik* (Studientexte für Erwachsenenbildung). Bielefeld: Bertelsmann.

Xu, Q. & Sundar, S. S. (2016). Interactivity and memory: Information processing of interactive versus non-interactive content. In *Computers in Human Behavior* (Bd. 63, S. 620-629).

7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Operationalisierung der Interaktivität - Goertz (1995).....5

Abbildung 2: Inhalt und Struktur der Bewegungsvorstellung nach Puni modifiziert nach Leirich (1969).....16

Abbildung 3: Motorisches Lernen nach Wiemann (2001).....23

Abbildung 4: Animation nach Videovorlage im Frühstadium (Seitenansicht 1).....41

Abbildung 5: Animation eines 3D-Modells nach Videovorlage im Frühstadium (Frontalansicht).....41

Abbildung 6: Bildlicher Beweis einer Aussage von Aufgabe 1.....42

Abbildung 7: Aufgabe 2 - Bilder sortieren als Test der Bewegungsvorstellung.....42

Abbildung 8: Video mit Optionen für Start und Pause und Vollbildmodus.....47

Abbildung 9: Interaktive Optionen des Html5 Video-Players im Firefox-Webbrowser 47

Abbildung 10: Interaktives Video mit Optionen zur Wahl von Perspektive und Abspielgeschwindigkeit.....48

Abbildung 11: Echtzeit-Simulation im 3D-Raum mit zusätzlichen interaktiven Optionen.....49

8. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mittelwerte der Punkte bei Aufgabe A1.....52

Tabelle 2: Mittelwerte der Punkte bei Aufgabe A2.....53

Tabelle 3: Mittelwerte der Zeit der Medienbetrachtung.....55

9. Anhang

9.1. Testergebnisse

9.1.1. Korrelation Punkte A1 und Punkte A2

Korrelationen

		PktGesamtAntworten	PktGesamtBilder
PktGesamtAntworten	Pearson Korrelation	1,00	,46
	Sig. (2-seitig)		,002
	N	41	41
PktGesamtBilder	Pearson Korrelation	,46	1,00
	Sig. (2-seitig)	,002	
	N	41	41

9.1.2. Korrelation Punkte A2 x Zeit der Medienansicht t-Betrachtung

Korrelationen

		PktGesamtBilder	Zeit_Medienansicht
PktGesamtBilder	Pearson Korrelation	1,00	,16
	Sig. (2-seitig)		,390
	N	32	32
Zeit_Medienansicht	Pearson Korrelation	,16	1,00
	Sig. (2-seitig)	,390	
	N	32	32

9.1.3. Korrelation Punkte A1 x Zeit der Medienansicht t-Betrachtung

Korrelationen

		PktGesamtAntworten	Zeit_Medienansicht
PktGesamtAntworten	Pearson Korrelation	1,00	,25
	Sig. (2-seitig)		,166
	N	32	32
Zeit_Medienansicht	Pearson Korrelation	,25	1,00
	Sig. (2-seitig)	,166	
	N	32	32

9.1.4. Korrelation Punkte A1 x t-A1

Korrelationen

		PktGesamtAntworten	Zeit_Fragenaufgabe
PktGesamtAntworten	Pearson Korrelation	1,00	,21
	Sig. (2-seitig)		,198
	N	41	41
Zeit_Fragenaufgabe	Pearson Korrelation	,21	1,00
	Sig. (2-seitig)	,198	
	N	41	41

9.1.5. Korrelation Punkte A2 x t-A2

Korrelationen

		Zeit_Bildaufgabe	PktGesamtBilder
Zeit_Bildaufgabe	Pearson Korrelation	1,00	,02
	Sig. (2-seitig)		,888
	N	41	41
PktGesamtBilder	Pearson Korrelation	,02	1,00
	Sig. (2-seitig)	,888	
	N	41	41

9.1.6. Deskiptive Statistik

		N	Mittelwert	Std. Abweichung	Standardfehler	95% Konfidenzintervall für Mittelwert		Minimum	Maximum
						Untere Grenze	Obere Grenze		
PktGesamtAntworten	Echtzeit Simulation	12	11,58	1,62	,47	10,55	12,61	8	14
	IntVid	10	9,40	2,32	,73	7,74	11,06	6	12
	Video	10	11,60	1,96	,62	10,20	13,00	9	15
	Keins	9	9,00	2,69	,90	6,93	11,07	5	13
	Gesamt	41	10,49	2,39	,37	9,73	11,24	5	15
PktGesamtBilder	Echtzeit Simulation	12	8,17	1,99	,58	6,90	9,43	4	12
	IntVid	10	6,30	3,95	1,25	3,48	9,12	0	12
	Video	10	9,10	2,23	,71	7,50	10,70	6	12
	Keins	9	4,78	3,03	1,01	2,45	7,11	1	9
	Gesamt	41	7,20	3,20	,50	6,18	8,21	0	12
Zeit_Fragenaufgabe	Echtzeit Simulation	12	362,00	142,05	41,01	271,74	452,26	213	711
	IntVid	10	280,90	60,27	19,06	237,79	324,01	176	404
	Video	10	560,70	516,12	163,21	191,49	929,91	196	1996
	Keins	9	416,00	383,28	127,76	121,38	710,62	169	1389
	Gesamt	41	402,54	325,84	50,89	299,69	505,38	169	1996
Zeit_Bildaufgabe	Echtzeit Simulation	12	180,33	103,71	29,94	114,44	246,22	71	438
	IntVid	10	152,80	94,67	29,94	85,07	220,53	75	407
	Video	10	136,30	43,08	13,62	105,49	167,11	69	192
	Keins	9	167,22	82,62	27,54	103,71	230,73	66	292
	Gesamt	41	160,00	83,94	13,11	133,50	186,50	66	438

9.1.7. Homogenität der Varianzen

Test der Homogenität der Varianzen

	Levene Statistik	df1	df2	Sig.
PktGesamtAntworten	1,59	3	37	,209
PktGesamtBilder	1,74	3	37	,175
Zeit_Fragenaufgabe	2,18	3	37	,107
Zeit_Bildaufgabe	1,06	3	37	,379

9.1.8. Anova

ANOVA

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
PktGesamtAntworten	Zwischen Gruppen	58,53	3	19,51	4,25	,011
	Innerhalb Gruppen	169,72	37	4,59		
	Gesamt	228,24	40			
PktGesamtBilder	Zwischen Gruppen	108,22	3	36,07	4,42	,009
	Innerhalb Gruppen	302,22	37	8,17		
	Gesamt	410,44	40			
Zeit_Fragenaufgabe	Zwischen Gruppen	419461,20	3	139820,40	1,35	,273
	Innerhalb Gruppen	3827309,00	37	103440,78		
	Gesamt	4246770,20	40			
Zeit_Bildaufgabe	Zwischen Gruppen	11566,08	3	3855,36	,53	,666
	Innerhalb Gruppen	270281,92	37	7304,92		
	Gesamt	281848,00	40			

9.1.9. Post-Hoc-Tests zu Typ x Pkt A1

Mehrfachvergleiche (PktGesamtAntworten)

	(I) Typ	(J) Typ	Mittlere Differenz (I - J)	Standardfehler	Sig.	95% Konfidenzintervall Untere Grenze	Obere Grenze
LSD	Echtzeit Simulation	IntVid	2,18	,92	,023	,33	4,04
		Video	-,02	,92	,986	-1,87	1,84
		Keins	2,58	,94	,010	,67	4,50
	IntVid	Echtzeit Simulation	-2,18	,92	,023	-4,04	-,33
		Video	-2,20	,96	,027	-4,14	-,26
		Keins	,40	,98	,687	-1,59	2,39
	Video	Echtzeit Simulation	,02	,92	,986	-1,84	1,87
		IntVid	2,20	,96	,027	,26	4,14
		Keins	2,60	,98	,012	,61	4,59
	Keins	Echtzeit Simulation	-2,58	,94	,010	-4,50	-,67
		IntVid	-,40	,98	,687	-2,39	1,59
		Video	-2,60	,98	,012	-4,59	-,61
Scheffé	Echtzeit Simulation	IntVid	2,18	,92	,148	-,50	4,87
		Video	-,02	,92	1,000	-2,70	2,67
		Keins	2,58	,94	,075	-,18	5,35
	IntVid	Echtzeit Simulation	-2,18	,92	,148	-4,87	,50
		Video	-2,20	,96	,172	-5,00	,60
		Keins	,40	,98	,983	-2,48	3,28
	Video	Echtzeit Simulation	,02	,92	1,000	-2,67	2,70
		IntVid	2,20	,96	,172	-,60	5,00
		Keins	2,60	,98	,090	-,28	5,48
	Keins	Echtzeit Simulation	-2,58	,94	,075	-5,35	,18
		IntVid	-,40	,98	,983	-3,28	2,48
		Video	-2,60	,98	,090	-5,48	,28
Bonferroni	Echtzeit Simulation	IntVid	2,18	,92	,135	-,37	4,74
		Video	-,02	,92	1,000	-2,57	2,54
		Keins	2,58	,94	,057	-,05	5,22
	IntVid	Echtzeit Simulation	-2,18	,92	,135	-4,74	,37
		Video	-2,20	,96	,164	-4,87	,47
		Keins	,40	,98	1,000	-2,34	3,14
	Video	Echtzeit Simulation	,02	,92	1,000	-2,54	2,57
		IntVid	2,20	,96	,164	-,47	4,87
		Keins	2,60	,98	,072	-,14	5,34
	Keins	Echtzeit Simulation	-2,58	,94	,057	-5,22	,05
		IntVid	-,40	,98	1,000	-3,14	2,34
		Video	-2,60	,98	,072	-5,34	,14

9.1.10. Post-Hoc-Tests zu Typ x Pkt A2

Mehrfachvergleiche (PktGesamtBilder)

	(I) Typ	(J) Typ	Mittlere Differenz (I - J)	Standardfehler	Sig.	95% Konfidenzintervall Untere Grenze	Obere Grenze
LSD	Echtzeit Simulation	IntVid	1,87	1,22	,136	-,61	4,35
		Video	-,93	1,22	,450	-3,41	1,55
		Keins	3,39	1,26	,011	,84	5,94
	IntVid	Echtzeit Simulation	-1,87	1,22	,136	-4,35	,61
		Video	-2,80	1,28	,035	-5,39	-,21
		Keins	1,52	1,31	,254	-1,14	4,18
	Video	Echtzeit Simulation	,93	1,22	,450	-1,55	3,41
		IntVid	2,80	1,28	,035	,21	5,39
		Keins	4,32	1,31	,002	1,66	6,98
	Keins	Echtzeit Simulation	-3,39	1,26	,011	-5,94	-,84
		IntVid	-1,52	1,31	,254	-4,18	1,14
		Video	-4,32	1,31	,002	-6,98	-1,66
Scheffé	Echtzeit Simulation	IntVid	1,87	1,22	,515	-1,72	5,45
		Video	-,93	1,22	,900	-4,52	2,65
		Keins	3,39	1,26	,082	-,30	7,08
	IntVid	Echtzeit Simulation	-1,87	1,22	,515	-5,45	1,72
		Video	-2,80	1,28	,206	-6,54	,94
		Keins	1,52	1,31	,720	-2,32	5,37
	Video	Echtzeit Simulation	,93	1,22	,900	-2,65	4,52
		IntVid	2,80	1,28	,206	-,94	6,54
		Keins	4,32	1,31	,022	,48	8,17
	Keins	Echtzeit Simulation	-3,39	1,26	,082	-7,08	,30
		IntVid	-1,52	1,31	,720	-5,37	2,32
		Video	-4,32	1,31	,022	-8,17	-,48
Bonferroni	Echtzeit Simulation	IntVid	1,87	1,22	,814	-1,54	5,28
		Video	-,93	1,22	1,000	-4,34	2,48
		Keins	3,39	1,26	,064	-,12	6,90
	IntVid	Echtzeit Simulation	-1,87	1,22	,814	-5,28	1,54
		Video	-2,80	1,28	,209	-6,36	,76
		Keins	1,52	1,31	1,000	-2,14	5,18
	Video	Echtzeit Simulation	,93	1,22	1,000	-2,48	4,34
		IntVid	2,80	1,28	,209	-,76	6,36
		Keins	4,32	1,31	,013	,66	7,98
	Keins	Echtzeit Simulation	-3,39	1,26	,064	-6,90	,12
		IntVid	-1,52	1,31	1,000	-5,18	2,14
		Video	-4,32	1,31	,013	-7,98	-,66

9.1.11.Post-Hoc-Test zu Typ x Zeit t-A1

Mehrfachvergleiche (Zeit_Fragenaufgabe)

	(I) Typ	(J) Typ	Mittlere Differenz (I - J)	Standardfehler	Sig.	95% Konfidenzintervall Untere Grenze	95% Konfidenzintervall Obere Grenze
LSD	Echtzeit Simulation	IntVid	81,10	137,71	,559	-197,93	360,13
		Video	-198,70	137,71	,157	-477,73	80,33
		Keins	-54,00	141,82	,706	-341,36	233,36
	IntVid	Echtzeit Simulation	-81,10	137,71	,559	-360,13	197,93
		Video	-279,80	143,83	,059	-571,23	11,63
		Keins	-135,10	147,78	,367	-434,52	164,32
	Video	Echtzeit Simulation	198,70	137,71	,157	-80,33	477,73
		IntVid	279,80	143,83	,059	-11,63	571,23
		Keins	144,70	147,78	,334	-154,72	444,12
	Keins	Echtzeit Simulation	54,00	141,82	,706	-233,36	341,36
		IntVid	135,10	147,78	,367	-164,32	434,52
		Video	-144,70	147,78	,334	-444,12	154,72
Scheffé	Echtzeit Simulation	IntVid	81,10	137,71	,950	-322,19	484,39
		Video	-198,70	137,71	,562	-601,99	204,59
		Keins	-54,00	141,82	,986	-469,33	361,33
	IntVid	Echtzeit Simulation	-81,10	137,71	,950	-484,39	322,19
		Video	-279,80	143,83	,302	-701,02	141,42
		Keins	-135,10	147,78	,840	-567,87	297,67
	Video	Echtzeit Simulation	198,70	137,71	,562	-204,59	601,99
		IntVid	279,80	143,83	,302	-141,42	701,02
		Keins	144,70	147,78	,811	-288,07	577,47
	Keins	Echtzeit Simulation	54,00	141,82	,986	-361,33	469,33
		IntVid	135,10	147,78	,840	-297,67	567,87
		Video	-144,70	147,78	,811	-577,47	288,07
Bonferroni	Echtzeit Simulation	IntVid	81,10	137,71	1,000	-302,78	464,98
		Video	-198,70	137,71	,945	-582,58	185,18
		Keins	-54,00	141,82	1,000	-449,34	341,34
	IntVid	Echtzeit Simulation	-81,10	137,71	1,000	-464,98	302,78
		Video	-279,80	143,83	,356	-680,75	121,15
		Keins	-135,10	147,78	1,000	-547,04	276,84
	Video	Echtzeit Simulation	198,70	137,71	,945	-185,18	582,58
		IntVid	279,80	143,83	,356	-121,15	680,75
		Keins	144,70	147,78	1,000	-267,24	556,64
	Keins	Echtzeit Simulation	54,00	141,82	1,000	-341,34	449,34
		IntVid	135,10	147,78	1,000	-276,84	547,04
		Video	-144,70	147,78	1,000	-556,64	267,24

9.1.12. Post-Hoc-Test zu Typ x Zeit t-A2

Mehrfachvergleiche (Zeit_Bildaufgabe)

	(I) Typ	(J) Typ	Mittlere Differenz (I - J)	Standardfehler	Sig.	95% Konfidenzintervall Untere Grenze	95% Konfidenzintervall Obere Grenze
LSD	Echtzeit Simulation	IntVid	27,53	36,60	,457	-46,62	101,68
		Video	44,03	36,60	,237	-30,12	118,18
		Keins	13,11	37,69	,730	-63,25	89,47
	IntVid	Echtzeit Simulation	-27,53	36,60	,457	-101,68	46,62
		Video	16,50	38,22	,668	-60,95	93,95
		Keins	-14,42	39,27	,716	-93,99	65,15
	Video	Echtzeit Simulation	-44,03	36,60	,237	-118,18	30,12
		IntVid	-16,50	38,22	,668	-93,95	60,95
		Keins	-30,92	39,27	,436	-110,49	48,65
	Keins	Echtzeit Simulation	-13,11	37,69	,730	-89,47	63,25
		IntVid	14,42	39,27	,716	-65,15	93,99
		Video	30,92	39,27	,436	-48,65	110,49
Scheffé	Echtzeit Simulation	IntVid	27,53	36,60	,903	-79,64	134,71
		Video	44,03	36,60	,696	-63,14	151,21
		Keins	13,11	37,69	,989	-97,26	123,48
	IntVid	Echtzeit Simulation	-27,53	36,60	,903	-134,71	79,64
		Video	16,50	38,22	,979	-95,44	128,44
		Keins	-14,42	39,27	,987	-129,43	100,58
	Video	Echtzeit Simulation	-44,03	36,60	,696	-151,21	63,14
		IntVid	-16,50	38,22	,979	-128,44	95,44
		Keins	-30,92	39,27	,891	-145,93	84,08
	Keins	Echtzeit Simulation	-13,11	37,69	,989	-123,48	97,26
		IntVid	14,42	39,27	,987	-100,58	129,43
		Video	30,92	39,27	,891	-84,08	145,93
Bonferroni	Echtzeit Simulation	IntVid	27,53	36,60	1,000	-74,48	129,55
		Video	44,03	36,60	1,000	-57,98	146,05
		Keins	13,11	37,69	1,000	-91,95	118,17
	IntVid	Echtzeit Simulation	-27,53	36,60	1,000	-129,55	74,48
		Video	16,50	38,22	1,000	-90,05	123,05
		Keins	-14,42	39,27	1,000	-123,89	95,05
	Video	Echtzeit Simulation	-44,03	36,60	1,000	-146,05	57,98
		IntVid	-16,50	38,22	1,000	-123,05	90,05
		Keins	-30,92	39,27	1,000	-140,39	78,55
	Keins	Echtzeit Simulation	-13,11	37,69	1,000	-118,17	91,95
		IntVid	14,42	39,27	1,000	-95,05	123,89
		Video	30,92	39,27	1,000	-78,55	140,39

9.1.13. Deskriptive Statistik, ANOVA und Post-Hoc-Test zu t-Betrachtung

Deskriptive Statistiken

		N	Mittelwert	Std. Abweichung	Standardfehler	95% Konfidenzintervall für Mittelwert		Minimum	Maximum
						Untere Grenze	Obere Grenze		
Zeit_Medienansicht	Echtzeit Simulation	12	293,83	143,35	41,38	202,76	384,91	130	619
	IntVid	10	191,00	64,86	20,51	144,60	237,40	125	316
	Video	10	508,40	554,45	175,33	111,77	905,03	164	1984
	Gesamt	32	328,75	338,77	59,89	206,61	450,89	125	1984

Test der Homogenität der Varianzen

	Levene Statistik	df1	df2	Sig.
Zeit_Medienansicht	4,83	2	29	,015

ANOVA

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Zeit_Medienansicht	Zwischen Gruppen	527121,93	2	263560,97	2,52	,098
	Innerhalb Gruppen	3030622,07	29	104504,21		
	Gesamt	3557744,00	31			

Mehrfachvergleiche (Zeit_Medienansicht)

	(I) Typ	(J) Typ	Mittlere Differenz (I - J)	Standardfehler	Sig.	95% Konfidenzintervall	
						Untere Grenze	Obere Grenze
LSD	Echtzeit Simulation	IntVid	102,83	138,42	,464	-180,26	385,93
		Video	-214,57	138,42	,132	-497,66	68,53
	IntVid	Echtzeit Simulation	-102,83	138,42	,464	-385,93	180,26
		Video	-317,40	144,57	,036	-613,08	-21,72
	Video	Echtzeit Simulation	214,57	138,42	,132	-68,53	497,66
		IntVid	317,40	144,57	,036	21,72	613,08
Scheffé	Echtzeit Simulation	IntVid	102,83	138,42	,761	-254,25	459,92
		Video	-214,57	138,42	,315	-571,65	142,52
	IntVid	Echtzeit Simulation	-102,83	138,42	,761	-459,92	254,25
		Video	-317,40	144,57	,108	-690,36	55,56
	Video	Echtzeit Simulation	214,57	138,42	,315	-142,52	571,65
		IntVid	317,40	144,57	,108	-55,56	690,36
Bonferroni	Echtzeit Simulation	IntVid	102,83	138,42	1,000	-248,87	454,54
		Video	-214,57	138,42	,396	-566,27	137,14
	IntVid	Echtzeit Simulation	-102,83	138,42	1,000	-454,54	248,87
		Video	-317,40	144,57	,109	-684,74	49,94
	Video	Echtzeit Simulation	214,57	138,42	,396	-137,14	566,27
		IntVid	317,40	144,57	,109	-49,94	684,74

9.1.14. KS-Test vs. Normalverteilung – Typ Echtzeit-Simulation

Kolmogorov-Smirnov Test für eine Stichprobe

		PktGesamtAntworten	PktGesamtBilder	Zeit_Medienansicht	Zeit_Fragenaufgabe	Zeit_Bildaufgabe
N		12	12	12	12	12
Normal Parameter	Mittelwert	11,58	8,17	293,83	362,00	180,33
	Std. Abweichung	1,62	1,99	143,35	142,05	103,71
Größte Differenz	Absolut	,27	,25	,22	,21	,26
	Positiv	,15	,25	,22	,21	,26
	Negativ	-,27	-,25	-,13	-,15	-,15
Kolmogorov-Smirnov Z		,93	,88	,78	,71	,91
Asymp. Sig. (2-seitig)		,354	,418	,581	,689	,377

9.1.15. KS-Test gegen Normalverteilung – Typ interaktives Video

Kolmogorov-Smirnov Test für eine Stichprobe

		PktGesamtAntworten	PktGesamtBilder	Zeit_Medienansicht	Zeit_Fragenaufgabe	Zeit_Bildaufgabe
N		10	10	10	10	10
Normal Parameter	Mittelwert	9,40	6,30	191,00	280,90	152,80
	Std. Abweichung	2,32	3,95	64,86	60,27	94,67
Größte Differenz	Absolut	,20	,17	,20	,18	,35
	Positiv	,15	,13	,20	,18	,35
	Negativ	-,20	-,17	-,15	-,11	-,21
Kolmogorov-Smirnov Z		,64	,54	,62	,57	1,10
Asymp. Sig. (2-seitig)		,809	,936	,831	,902	,159

9.1.16. KS-Test gegen Normalverteilung – Typ Video

Kolmogorov-Smirnov Test für eine Stichprobe

		PktGesamtAntworten	PktGesamtBilder	Zeit_Medienansicht	Zeit_Fragenaufgabe	Zeit_Bildaufgabe
N		10	10	10	10	10
Normal Parameter	Mittelwert	11,60	9,10	508,40	560,70	136,30
	Std. Abweichung	1,96	2,23	554,45	516,12	43,08
Größte Differenz	Absolut	,19	,22	,31	,38	,16
	Positiv	,19	,22	,31	,38	,16
	Negativ	-,11	-,20	-,27	-,24	-,14
Kolmogorov-Smirnov Z		,61	,69	,97	1,21	,49
Asymp. Sig. (2-seitig)		,848	,730	,298	,087	,968

9.1.17. KS-Test gegen Normalverteilung – Kontrollgruppe

Kolmogorov-Smirnov Test für eine Stichprobe

		PktGesamtBilder	PktGesamtAntworten	Zeit_Fragenaufgabe	Zeit_Bildaufgabe
N		9	9	9	9
Normal Parameter	Mittelwert	4,78	9,00	328,33	167,22
	Std. Abweichung	3,03	2,69	155,41	82,62
Größte Differenz	Absolut	,19	,22	,25	,21
	Positiv	,17	,12	,25	,21
	Negativ	-,19	-,22	-,15	-,13
Kolmogorov-Smirnov Z		,57	,65	,76	,62
Asymp. Sig. (2-seitig)		,904	,797	,612	,834

9.1.18. KS-Test gegen Normalverteilung – Gesamte Stichprobe

Kolmogorov-Smirnov Test für eine Stichprobe

		PktGesamtBilder	PktGesamtAntworten	Zeit_Medienansicht	Zeit_Fragenaufgabe	Zeit_Bildaufgabe
N		41	41	41	41	41
Normal Parameter	Mittelwert	7,20	10,49	217,95	349,24	160,00
	Std. Abweichung	3,20	2,39	179,74	131,92	83,94
Größte Differenz	Absolut	,14	,15	,11	,13	,18
	Positiv	,14	,09	,11	,13	,18
	Negativ	-,14	-,15	-,11	-,09	-,13
Kolmogorov-Smirnov Z		,90	,97	,72	,80	1,18
Asymp. Sig. (2-seitig)		,396	,309	,676	,540	,107

10. Plagiatserklärung

Die Plagiatserklärung liegt hier nicht vor. Die Plagiatserklärung ist nur mit Unterschrift gültig und die Unterschrift wird aus Sicherheitsgründen nicht ins Internet gestellt. Es folgt der Text der bei Abgabe der Masterarbeit untetzeichneten Plagiatserklärung.

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst worden ist, dass keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt worden sind und dass die Stellen der Arbeit, die anderen Werken – auch elektronischen Medien – dem Wortlaut oder Sinn nach entnommen wurden, auf jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht worden sind.