

Der Einfluss der Perspektive und der stereoskopischen Sicht beim virtuellen Taktiktraining von Eishockey-Nach- wuchsspielern

Abschlussarbeit zur Erlangung des
Master of Science in Sportwissenschaften
Option Unterricht

eingereicht von

Seraina Chiauzzi

an der
Universität Freiburg, Schweiz
Mathematisch-Naturwissenschaftliche und Medizinische Fakultät
Abteilung Medizin
Department für Neuro- und Bewegungswissenschaften

in Zusammenarbeit mit der
Eidgenössischen Hochschule für Sport Magglingen

Referent
Prof. Dr. Jean-Pierre Bresciani

Betreuer
Dr. Jean-Luc Bloechle

Fribourg, 16. Dezember 2019

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Einleitung	4
1.1 Virtuelle Realität	4
1.2 Taktisches Eishockeytraining mit VR.....	9
1.3 Ziel der Arbeit	12
2. Methode.....	13
2.1 Versuchskonditionen	13
2.2 Stichprobe.....	14
2.3 Versuchsgruppen	15
2.4 Ablauf des Versuchs.....	15
3 Resultate	18
4 Diskussion	19
5 Schlussfolgerung	24
Literatur	25
Anhang	29
Dank	31

Zusammenfassung

Virtuelle Realität (VR) wird immer mehr auch im sportlichen Training eingesetzt. Zur visuellen Darstellung der virtuellen Umgebung (VE) können unter anderem PC-Bildschirme, Display-Wände und Head Mounted Displays (HMDs) eingesetzt werden. Letztere erfassen die Kopfbewegung des Nutzers und passen das Sichtfeld entsprechend an. Je nach Technologie kann die VE in 2D oder Stereo dargestellt werden (Slobounov, Ray, Johnson, Slobounov, & Newell, 2015). Die VE kann aus mehreren Perspektiven betrachtet werden. Sieht der Nutzer die VE aus der Sicht seines virtuellen Charakters (VC), spricht man von der First-Person View. Nimmt der Nutzer die VE von einer Aussenperspektive wahr, spricht man von der Third-Person View. Im Sport wird VR-Training meist zur Schulung koordinativer und technischer Fertigkeiten genutzt. Im Taktiktraining wird VR bisher kaum eingesetzt. In dieser Studie untersuchte ich deshalb den Einsatz von VR im Taktiktraining der Sportart Eishockey. Dabei stellte ich die Fragen, ob First-Person View beim Erlernen eines Auslösungsspielzuges bessere Anwendungsergebnisse erbringt als Third-Person View und ob in der First-Person View die stereoskopische Sicht der 2D-Sicht überlegen ist. Dazu bildete ich drei Versuchsgruppen à 6 Personen. Als Probanden stellten sich 18 Nachwuchs-Eishockeyspieler der Jahrgänge 2011-2007 zur Verfügung. Diese erhielten eine Instruktion zu einem taktischen Spielzug in einer der drei Konditionen (First-Person View Stereo, First-Person View 2D, Third-Person View 2D). Für die Stereoansicht verwendete ich ein HMD, für die 2D-Ansicht ein Laptop-Bildschirm. Den taktischen Spielzug führten sie direkt anschliessend an die Instruktion auf dem Eis aus. Die Leistung wurde mit einer Kamera aufgenommen und anschliessend anhand qualitativer Beobachtungskriterien ausgewertet. Die statistische Auswertung der Resultate ergab jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen den verschiedenen Bedingungen. Allerdings hat eine Leistungsanalyse ergeben, dass die Probandenzahl zu klein war, um Unterschiede zwischen den Gruppen feststellen zu können. Für weiterführende Arbeiten empfehle ich deshalb, mehrere Fantasiespielzüge zu testen, damit Probanden nicht aufgrund des Vorwissens ausgeschlossen werden müssen und so mehr Probanden zur Verfügung stehen. Um den Nutzen von VR beim Erlernen von taktischen Spielzügen aufzuzeigen, wäre es zudem sinnvoll, diese den herkömmlichen Instruktionmethoden mit Video und Coachingtafel gegenüber zu stellen.

1 Einleitung

Die Digitalisierung hält auch im Sport Einzug. Es finden sich immer mehr Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT), die im Training oder an Wettkämpfen eingesetzt werden. ICT umfassen digitale und elektronische Hilfsmittel, die dazu dienen, Informationen zu sammeln, auszutauschen, und zu präsentieren (Baca, 2015). Dazu gehören unter anderem Messsysteme, Videotechnologien, Animationen, Simulationen, sowie Augmented Reality (AR), und Virtual Reality (VR). Wössner (2019) spricht von AR, wenn die reale Welt durch die Einblendung digitaler Inhalte erweitert wird. VR hingegen erlaubt den Nutzern, mit mehreren Sinnen eine komplett virtuelle Welt zu erleben. Gerade VR kann dank der technischen Entwicklung immer häufiger eingesetzt werden.

1.1 Virtuelle Realität

In der VR können Nutzer in einer computergenerierten Umgebung sensomotorische und kognitive Eindrücke gewinnen. Dadurch erhält der Nutzer das Gefühl, in der virtuellen Welt präsent zu sein und mit ihr interagieren zu können. Dieses Gefühl des Eintauchens wird Immersion genannt und hängt von der Plausibilität der virtuellen Welt und dem Eindruck, wirklich darin präsent zu sein, ab (Düking, Holmberg, & Sperlich, 2018). Eine stärkere Immersion wird deshalb angestrebt, da sie zu einem natürlicheren Verhalten der Nutzer in der VE führt und dadurch deren Leistungen verbessern kann (Aleotti & Caselli, 2011). Die computergenerierte Welt, in der sich der Nutzer befindet, wird virtuelle Umgebung (VE) genannt, digitale Figuren, die den Nutzer in der VR darstellen oder mit denen er interagiert, nennt man Virtuelle Charakteren (VC) (Petri, Bandow, & Witte, 2018).

1.1.1 Technologien. Um den Nutzern zu ermöglichen, in die VE einzutauchen und in ihr mit Objekten und VCs zu interagieren, stehen eine Reihe von visuellen Technologien sowie Inputsensoren zur Auswahl. Für die visuelle Wahrnehmung stehen verschiedenste Möglichkeiten zur Verfügung. So kann die VE auf einem einfachen PC-Bildschirm oder auf grossen Displaywänden dargestellt werden. Wird die VE auf mehrere, den Nutzer umgebende Wände projiziert, spricht man von einer CAVE (Cave Automatic Virtual Environment). Je nach Technologie kann die VE in 2D oder Stereo dargestellt werden. Slobounov, Ray, Johnson, Slobounov, und Nevell (2015) verwenden in ihrer Studie beispielsweise einen Bildschirm und erweitern ihn mit Stereo Glasses, um eine dreidimensionale Wahrnehmung zu ermöglichen. Eine weitere Technologie, die eine stereoskopische Wahrnehmung der VE ermöglicht, sind die HMDs

(Head-Mounted Displays). HMDs registrieren auch die Kopfbewegungen und übertragen diese in die VE, sodass sich das Sichtfeld idealerweise in Echtzeit den Kopfbewegungen des Nutzers anpasst. Welche dieser Techniken eingesetzt wird, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Grosse Projektionsflächen erlauben gegenüber kleineren Bildschirmen eine grössere Immersion. CAVEs brauchen allerdings viel Platz und sind teuer. Bei den HMDs muss darauf geachtet werden, dass sie den Nutzer bei der Ausführung der Aufgabe nicht stören (Miles, Pop, Watt, Lawrence, & John, 2012). Zudem empfehlen viele Hersteller von HMDs die Verwendung ihrer Produkte erst ab 13 Jahren. Diese Altersbegrenzung basiert allerdings nicht auf wissenschaftlichen Untersuchungen (Wössner, 2019).

Für den Input können unter anderem Keyboards, Joysticks und Gamepads verwendet werden (Miles et al., 2012). Für Aufgaben, die eine umfassendere Erfassung der Bewegung des Nutzers erfordern, wird Motion Capture eingesetzt. Durch die genaue Erfassung der Bewegung in Echtzeit kann diese in der VE präzise dargestellt werden. So kann der Nutzer sich intuitiv mit natürlichen Bewegungen in der VE bewegen und mit ihr interagieren. Eine Schwierigkeit stellt dabei die Reproduktion des Kontakts mit Objekten in der VE dar. Für eine bessere Immersion ist es wichtig, dass auch der Kontakt mit virtuellen Objekten ein reales taktiles Feedback auslöst. Dies wird mit Hilfe haptischer Technologie erreicht. Diese erzeugen beispielsweise durch Vibrationen taktile Rückmeldungen und erlauben eine möglichst realere Interaktion mit der VE. Damit das haptische Feedback so real wie möglich ist, müssen solche Technologien gut auf die jeweilige Aufgabe abgestimmt und daher oft speziell dafür konstruiert werden.

1.1.2 Perspektive und Sicht in der VR. VEs können aus mehreren Perspektiven betrachtet werden. Sieht der Nutzer die VE aus der Sicht seines VCs, spricht man von der First-Person View. Nimmt der Nutzer die VE von einer Aussenperspektive wahr, spricht man von der Third-Person View. Die Top-Down View ist ebenfalls eine Aussenperspektive, hier sieht der Nutzer die VE aber von oben. Eine Branche, die sich schon länger mit der Perspektive auseinandersetzt, ist die Gaming-Industrie. Mittlerweile bieten viele Computerspiele sowohl First- und Third-Person View an. Salamin, Thalmann und Vexo (2006) haben in einer Studie genauer untersucht, welche Sicht die Nutzer bei welcher Aufgabe bevorzugen. Sie stellten fest, dass Aufgaben, bei denen die Probanden herumlaufen mussten, einfacher mit der Third-Person View zu lösen waren. Mussten die Probanden ein Ziel treffen oder einen Gegenstand manipulieren, gelang dies besser aus der First-Person View. Für gemischte Aufgaben empfahlen sie, den Nutzern die Möglichkeit anzubieten, die Perspektive zu wechseln. Bezüglich der Immersion weisen die beiden Perspektiven ebenfalls Unterschiede auf. Denisova und Carins (2015) verglichen

zwei Versuchsgruppen, die ein Spiel jeweils mit einer unterschiedlichen Perspektive spielten. Die Probanden der einen Gruppe konnten das Spiel nur aus der First-Person View spielen, während die Probanden der anderen Gruppe nur die Third-Person View verwendeten. Mit einem Fragebogen erfragten sie anschliessend die Immersion. Dabei hat sich herausgestellt, dass die Probanden, die das Spiel aus der First-Person View spielten, ein höheres Immersionslevel erreichten als die Spieler, die das Spiel aus der Third-person View spielten.

1.1.3 Darstellung in 2D oder Stereo. Wie oben ausgeführt kann die VE entweder zweidimensional oder in Stereo dargestellt und wahrgenommen werden. Gerade bei kleinen Kindern ist eine hohe Übereinstimmung der Darstellung von 2D-Objekten für ein Transfer des Gelernten in die Realität sehr wichtig (Barr, 2010). Es stellt sich also die Frage, ob VEs, die in Stereo wahrgenommen werden können, nicht überlegen sind. Verschiedene Studien haben die beiden Darstellungen verglichen. Slobounov et al. (2015) haben dabei eine Überlegenheit der Stereo-Darstellung gegenüber der 2D-Darstellung bei Navigations- und Balanceaufgaben festgestellt. So wiesen Probanden der Stereo-Versuchsgruppe einen höheren «Sense of Presence» als die 2D-Gruppe auf. Die Probanden nahmen die VE also eher als Repräsentation der realen Welt wahr. Laut Slobounov et al. (2015) führt dies zu stärkeren Reaktionen beim VR-Training und beeinflusst so die Leistung. Dies zeigte sich auch in den Leistungsergebnissen der beiden Gruppen. Die Stereo-Gruppe hat sowohl bei den Navigationsaufgaben als auch bei Balancetasks bessere Ergebnisse erzielt als die 2D-Gruppe. Auch bei der Studie von Vignais, Kulpa, Brault, Presse und Bideau (2015) zeigte sich die Überlegenheit der Stereo-Darstellung einer VE gegenüber eines 2D-Videos. Sie haben dies beim Training von Handballtorhütern untersucht, die entweder auf die Würfe von virtuellen Spielern in einer stereoskopischen VE, oder auf 2D-Videos von Spielern reagieren mussten. Alle Probanden haben den Versuch in beiden Konditionen durchgeführt. Die Torhüter sahen die Bälle, die aus einer Distanz von 9m geworfen wurden, allerdings nur während 4m und mussten anhand dieser Sequenz auf die Schüsse reagieren. Da die VR-Kondition anhand der für die 2D-Kondition gefilmten Videos erstellt wurde, handelte es sich in beiden Konditionen um genau die gleichen Würfe. Es stellte sich heraus, dass die Torhüter in der VR-Kondition bessere Leistungen erbrachten als in der 2D-Kondition. Vignais et al. (2015) führen dies unter anderem darauf zurück, dass den Torhütern in der VR-Kondition stereoskopische Informationen zur Verfügung standen. Gerade für Fangaufgaben sind stereoskopische Informationen sehr wichtig. Die stereoskopische Wahrnehmung eines fliegenden Balles liefert mehr Informationen, die für das Fangen wichtig sind, und über die räumlich-zeitliche Position des Balles als 2D-Bilder (Mazyn, Lenoir, Montagne, & Savelsbergh, 2004).

Es gibt aber auch Studien, die keinen signifikanten Vorteil der Stereo-Darstellung gegenüber jener in 2D festgestellt haben. Bei der Konstruktion elektrischer Kreisläufe scheint beim Arbeiten in VEs, egal ob in 2D oder Stereo dargestellt, kein Unterschied zu bestehen. Mehr noch, die Gruppen, die unter realen Bedingungen die Aufgaben ausgeführt haben, schnitten signifikant besser ab als die VR-Gruppen (Alfred, Neyens, & Gramopadhye, 2018).

HMDs erlauben neben einer Stereoansicht durch die Registrierung der Kopfbewegungen und entsprechender Anpassungen des Sichtfeldes eine aktive Sicht. Eine aktuelle Studie von Hine und Tasaki (2019) befasst sich mit der Frage, ob diese aktive Sicht der passiven Sicht in Bezug auf Erinnerungsfähigkeit überlegen ist. Die Probanden schauten in zwei Versuchsgruppen einen Film über Kunstgemälde mittels HMD in der aktiven oder passiven Kondition. Dabei stellte sich heraus, dass sich die Probanden der passiven Kondition zwei Wochen später besser an den Inhalt des Filmes erinnern konnten als die Probanden der aktiven Kondition. Eine mögliche Erklärung ist, dass Personen der aktiven Gruppe selbst entschieden, wie lange sie ein bestimmtes Bild fokussierten, während der Fokus der passiven Gruppe vorbestimmt war. Es könnte also sein, dass die aktive Gruppe die Gemälde weniger lang angeschaut hat als die passive Gruppe, was die Erinnerungsfähigkeit negativ beeinflusst haben könnte.

Auch wenn sich der Einsatz von Stereo-Darstellungen in einigen Studien als überlegen erwiesen hat, ist Vorsicht geboten. Es muss darauf geachtet werden, dass stereoskopische Bilder mit der menschlichen Augenposition übereinstimmen, da sie sonst verzerrt wirken. Zudem muss das VR-System fähig sein, das Bild der Bewegung und Position des Betrachters anzupassen, damit die Tiefe richtig wahrgenommen werden kann. Dazu muss die Kopfposition getrackt werden, was einen technologischen Mehraufwand bedeutet (Miles et al., 2012). Die Studie von Neyens et al. (2018) und auch jene von Hine und Tasaki (2019) zeigen zudem, dass gut überlegt werden muss, welche Technologie eingesetzt werden soll und dass der Einsatz von VR nicht in allen Situationen einen Mehrwert bringt.

1.1.4 Einsatz von VR im Sport. Durch die Entwicklung der Technologie und die sinkenden Preise für die Ausrüstung werden VR-Systeme immer öfters auch im Sport eingesetzt (Baca, 2015). Eine Vielzahl der Studien, die VR im Sport verwenden, befassen sich mit dem Fangen vom Spielobjekt, also üblicherweise mit der Torhüterposition (Bandow, Witte, & Masik, 2012; Craig, Bastin, & Montagne, 2011; Kayatt & Nakamura; Strub, 2019; Vignais et al., 2015). Andere untersuchen den Einsatz von VR in der Schulung der Koordination, respektive dem Training einer sportartspezifischen Technik (Covaci, Olivier, & Multon, 2015; Lammfromm & Gopher, 2011; Sigrist, Rauter, Marchal-Crespo, Riener, & Wolf, 2015). Im Bereich Taktiktraining

mit VR hat die Recherche hingegen nur einen Treffer ergeben. Tsai und Hu (2018) stellen in ihrem Paper einen virtuellen Trainingsassistenten für das Taktiktraining im Basketball vor. Hier handelt es sich aber um einen Beschrieb der entwickelten Software und nicht um eine Studie. Besonders zur Verbesserung sensomotorischer Fähigkeiten ist ein gestiegenes Interesse an VR zu verzeichnen (Miles et al., 2012). Systeme, die dem Athleten das Gefühl geben, mental und physisch in der VE zu sein, mit Hilfe von Sensoren dessen Bewegung registrieren und ihm so ein Feedback geben können, sind für den Einsatz im sportlichen Training besonders interessant (Düking et al., 2018). Eine Bewegung oder Bewegungssequenz kann so aus allen Winkeln betrachtet und genauestens analysiert werden (Miles et al., 2012). Dass in diesem Bereich immer weiter geforscht wird, zeigt eine Metastudie von Petri et al. (2018) über den Einsatz von Virtual Characters (VC) im Leistungssport, die über vierzig Studien aus diversen Sportarten untersucht. In diesen werden zur Visualisierung sowohl grosse Bildschirme (Powerwall) und CAVEs, als auch HMDs verwendet. Petri et al. (2018) gehen aber davon aus, dass künftig immer mehr HMDs eingesetzt werden, da diese durch den technischen Fortschritt immer leichter und preiswerter werden und ein immer breiteres Sichtfeld bieten, auch wenn dieses noch nicht dem natürlichen peripheren Sichtfeld entspricht.

1.1.5 Vor- und Nachteile von VR. Der Einsatz von VR im Sport bringt viele Vorteile und eröffnet neue Möglichkeiten. Wird mittels Sensoren die Position des Athleten oder des Spielgerätes erfasst, lässt sich dies analysieren und genau studieren (Miles et al., 2012). Je nach Einsatz der Technik erhält der Sportler auch ein unmittelbares Feedback zu seiner Leistung (Düking et al., 2018). Bei Sportarten, die natürlicherweise lange für eine Wiederholung benötigen, kann mit VR eine höhere Repetitionszahl pro Trainingseinheit erreicht werden. VEs lassen sich frei abändern. Dies erlaubt die Simulation diverser Umweltbedingungen, ermöglicht aber auch, die VE auf den Athleten anzupassen, wodurch ein hoher Individualisierungsgrad geboten werden kann. Dies kann gerade bei verletzten Athleten ein starkes Argument für ein Training mit VR sein, da sich verschiedene möglicherweise belastende Variablen kontrollieren lassen. Gleichzeitig erlaubt VR verletzten Sportlern aber auch, mental bereit zu bleiben und die richtigen Bewegungen beizubehalten. Ein weiterer nicht zu unterschätzender Vorteil ist die gesteigerte Freude und Trainingsmotivation, die von VR ausgelöst werden kann. Allerdings sind die Resultate, die mit Training in VR erreicht werden, davon abhängig, wie realistisch eine VE ist und wie sehr der Athlet dadurch in die VE eintauchen kann. Gerade sensorische Feedbacks müssen sehr nahe an der Realität sein, um für das VE-Training einen Mehrwert zu bringen. Stimmen beispielsweise die visuellen Inputs nicht mit den Bewegungen des Sportlers in der

realen Welt überein, kann dies beim Sportler «Cybersickness» verursachen (Petri et al., 2018). Zudem sieht der Sportler bei HMDs seinen eigenen Körper nicht in der VE, wenn dieser nicht programmiert wurde. Und falls doch, müssten Motion-Capture Sensoren verwendet werden, um die Bewegungen in der VR jenen in der realen Welt anzupassen. Die benötigte Synchronität zwischen Real-Life Bewegungen und Bewegungen in der VE erfordern einen leistungsstarken Rechner, der die Daten schnell genug verarbeiten kann (Düking et al., 2018). Je nach Einsatzgebiet wird aber Technologie benötigt, die den Athleten beim VR-Training nicht behindert und daher möglichst klein und leicht ist. All diese Eigenschaften treiben den Preis dieser VR-Technologie in die Höhe und können dazu führen, dass die Systeme zu teuer für den Nutzen sind, den sie erbringen.

1.2 Taktisches Eishockeytraining mit VR

Eishockey gilt als die schnellste Teamsportart der Welt (Horsch & Čapla, 1989). Das Spiel wird auf einer Eisfläche von 30x60m mit fünf Feldspielern und einem Torwart pro Team gespielt. Die Feldspieler werden folgenden Positionen zugeordnet: Linker Verteidiger, rechter Verteidiger, linker Flügel, rechter Flügel und Center. Die Flügelspieler bilden zusammen mit dem Center den Sturm. Sie haben hauptsächlich offensive Aufgaben, wie den Puckbesitz im gegnerischen Drittel zu sichern und Angriffe auszuführen. Sie stören aber auch den Angriffsaufbau des Gegners in dessen Drittel und in der neutralen Zone und tragen auch im eigenen Drittel eine defensive Verantwortung. Die Verteidiger wehren hauptsächlich die gegnerischen Angriffe ab und versuchen, den Puck zurückzugewinnen. Gelingt ihnen dies, lösen sie den eigenen Angriff aus. Offensiv können sich die Verteidiger ebenfalls am Angriffsabschluss beteiligen (Clouth, Stoll, & Witschas, 2009). Um erfolgreich zu sein, müssen die einzelnen Spieler nicht nur technisch, sondern auch taktisch geschult sein. Unter Taktik versteht D. Baur (1985) «das planmäßige, auf die eigene und gegnerische Leistungsfähigkeit und die äusseren Umstände abgestellte Verhalten in Wettkampfsituationen» (S. 2).

1.2.1 Auslösung. Ein zentraler taktischer Spielzug im Eishockey ist die Auslösung. Sie bildet die Basis eines Angriffs aus der eigenen Zone heraus. Der Angriffsaufbau wird in der Regel mittels eines präzisen Passes durch den Verteidiger auf einen Mitspieler ausgelöst. Solche Situationen ergeben sich meist nach dem (Zurück-)Erobern des Pucks im eigenen Drittel. Dies kann beispielsweise nach dem Kontrollieren eines Abprallers, dem Abfangen eines Passes, dem Gewinn des Bullys oder dem Erkämpfen des Pucks in einem Zweikampf sein (Walter & Johnson, 2019). Ein wichtiges Ziel dieser Auslösung ist, den Puck möglichst kontrolliert über die

blaue Linie zu befördern, um die eigene Zone zu verlassen (Walter & Johnston, 2010). Alle Spieler ohne Puck, besonders die Stürmer, haben dabei eine zentrale Rolle. Sie müssen sich so positionieren, dass der puckführende Verteidiger möglichst gute Anspielmöglichkeiten hat. Gerade wenn sich der Verteidiger tief im eigenen Drittel befindet, muss der Stürmer der gleichen Seite entlang der Bande ebenfalls tiefer ins eigene Drittel fahren, damit er anspielbar ist. Dabei ist es wichtig, dass der Stürmer nicht zu früh beginnt, wegzulaufen. Ansonsten fehlt dem Verteidiger ein wichtiger Anspielpartner, falls er etwas länger benötigt, um den Puck zu kontrollieren (Baur, 1985).

1.2.2 Taktische Schulung. Neben den technischen Fertigkeiten der einzelnen Spieler ist die Taktik im Eishockey ein wichtiger Faktor für den Erfolg. Taktik ist deshalb schon sehr früh in der Ausbildung ein Thema. Während auf U9-Stufe hauptsächlich das Spielverhalten wie Freistellen und Decken behandelt wird, beginnt teilweise schon auf U11-Stufe, spätestens aber ab der Stufe U13 die Schulung komplexerer taktischer Konzepte (Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen, 2002). Wichtige Voraussetzung für das Taktiktraining ist aber, dass die Spieler bereits über die entsprechenden technischen Fertigkeiten verfügen, um die taktischen Elemente auch ausführen zu können (Baur, 1985). Da der Fokus im Taktiktraining auf dem Erlernen der Spielzüge liegen soll, empfiehlt Wilson (2002), technische Aspekte zu vereinfachen und beispielsweise mit leichten Bällen anstelle von Pucks zu üben, bei denen technische Defizite weniger ins Gewicht fallen. Weiter ist es wichtig, sicherzustellen, dass die Nachwuchsspieler mit den verschiedenen Terminologien vertraut sind, damit sie die Anweisungen des Trainers auch richtig verstehen können. Weiter gibt Wilson (2002) einen Rahmen für Taktiklernen bei Invasion-Games. So müssen alle Spieler ihre Rollen kennen, wissen, welches Ziel verfolgt wird, mit den Handlungsprinzipien vertraut sein und ihre Handlungsoptionen kennen. Die Swiss Ice Hockey Federation arbeitet bei der Taktikschulung ab Stufe U11 mit dem Lehrmittel «Eishockey-Taktik spannend erzählt...» von M. Graf (2009), welches in Power Point-Format herausgegeben wird. Darin werden drei Auslösungen vorgestellt:

Quick up: Der Verteidiger spielt einen kurzen Pass auf den tief gegen die Bande anlaufenden Stürmer, der den Puck dann auf einen weiteren Stürmer spielt.

Move: In dieser Variante wechselt der puckführende Verteidiger die Seite, indem er hinter dem Tor durchläuft. Anschliessend spielt er den Pass auf den an der Bande positionierten Stürmer.

Reverse: Bei dieser Variante gibt der Puckführende entgegen seiner Laufrichtung einen Rückpass auf den anderen Verteidiger, der anschliessend mehrere Optionen hat, den Puck einem Stürmer zu zuspielen.

Allen Auslösungen sind im Lehrmittel Links zu Beispielvideos mit entsprechenden Situationen in Eishockeyspielen beigefügt. Diese Videos werden in der Theorieschulung der Nachwuchsspieler eingesetzt. Da es sich dabei um Fernsehaufnahmen handelt, zeigen diese das Geschehen aus einer Third-Person View. Zudem sind die Videos in 2D. Im Training auf dem Eis ist der Einsatz einer Coachingtafel noch immer Standard. Auf dieser zeichnet der Coach aus einer Top View die Übungen und Spielzüge ein.

Das Erlernen der Auslösungen wird in der Literatur zwar der U15-Stufe zugeschrieben (Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen, 2002; M. Graf, 2009), wird in der Praxis aber bereits auf U13-Stufe trainiert, da ab diesem Alter die Spiele nicht mehr quer in einem Drittel und mit vier Feldspielern, sondern längs über das ganze Feld mit fünf Feldspielern ausgetragen werden. Im Taktiktraining wird darauf geachtet, dass die Stürmer, die ansonsten oben an der Blauen Linie beim gegnerischen Verteidiger positioniert sind, sich von diesem lösen und ins eigene Drittel hineinlaufen, um sich für den Pass anzubieten. Gerade auf U13-Stufe muss dieses Verhalten spezifisch trainiert werden. Viele Kinder haben den Drang, nach vorne zu laufen, sobald die Verteidiger im eigenen Drittel den Puck erobert haben. Dadurch geht dem Verteidiger aber die wichtigste Anspielstation verloren, was eine saubere Auslösung stark erschwert.

1.2.3 VR im Eishockey. Laut Düking (2018) hat VR grosses Potenzial, die Leistung der Athleten im Taktikbereich zu verbessern. In der Schweiz werden taktische Spielzüge üblicherweise im Theorieraum und auf dem Eisfeld behandelt. Seit dem Sommer 2019 bietet der Eishockeyshop «HockeyBros» in Nürensdorf als schweizweite Neuheit auch virtuelle Hockeytrainings an. Dabei setzen sie auf das VR-Trainingssystem von «Sense Arena», einem 2018 gegründeten Start-up aus Prag. Trainiert wird mit einem HMD und einem mit Sensoren ausgerüsteten Stock, der durch Vibration anzeigt, wenn man in Besitz des Pucks gelangt ist (S. Graf, 2019). Laut der Homepage der Entwickler zielt das System hauptsächlich auf das Training kognitiver Funktionen wie die Reaktion, Aufmerksamkeit, Entscheidungsfindung und Antizipation ab (Sense Arena, 2019). Sense Arena bietet gegenwärtig 81 Übungen an, erweitern die Sammlung aber laufend. Dazu gehören Pass- und Schussübungen, Über- und Unterzahlsituationen sowie Übungen, die eine schnelle Entscheidung erfordern. Da das Training auf einem begrenzten Raum stattfindet, können keine Laufübungen trainiert werden (S. Graf, 2019). Taktische Elemente, die Laufwege erfordern, können daher mit diesem System zum momentanen Zeitpunkt nicht trainiert werden.

Wie oben erwähnt, wird in der traditionellen Theorieschulung üblicherweise Material eingesetzt, welches die taktischen Spielzüge aus der Third-Person View zeigt. Das Training in der

VR zeichnet sich aber dadurch aus, dass es dem Nutzer die First-Person View und stereoskopische Sicht bieten kann. Die Frage, welche der Perspektiven für die Taktikschulung im Eishockey besser ist, ist bisher noch nicht gestellt worden. Dies möglicherweise deshalb, weil bisher kein Ansichtsmaterial in der First-Person View zur Verfügung stand. Durch das Aufkommen des VR-Trainings im Sport und auch im Eishockey ändert sich dies. Auch wenn sich VR-Systeme bisher auf andere Bereiche des Trainings fokussieren, sind Tendenzen zu erkennen, VR auch im Taktiktraining einzusetzen.

1.3 Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist es herauszufinden, ob die Perspektive (First- vs. Third-Person View) und die Sicht (2D vs. Stereo) beim Erlernen von taktischen Spielzügen in virtuellen Umgebungen bei Eishockeynachwuchssportlern einen Einfluss hat. Dabei vergleiche ich folgende drei Ansichten miteinander:

- First-Person View, Stereo (HMD)
- First-Person View, 2D (Bildschirm)
- Third-Person View, 2D (Bildschirm)

Dazu stelle ich folgende Forschungsfragen:

- a) Führt das Erlernen von Auslösungsspielzügen bei Eishockey-Nachwuchssportlern in einer virtuellen Umgebung in der First-Person View zu signifikant besseren Leistungen (Anwendungsergebnissen) als in der Third-Person View?
- b) Führt das Erlernen von Auslösungsspielzügen bei Eishockey-Nachwuchssportlern in der First-Person View zu signifikant besseren Leistungen (Anwendungsergebnissen), wenn die VE in Stereo (gegenüber 2D) wahrnehmbar ist?

Um die formulierten Fragestellungen wissenschaftlich zu überprüfen, habe ich die nachfolgenden Hypothesen aufgestellt:

- H0: Eine stereoskopische Sicht in der First-Person View führt nicht zu signifikant besseren Anwendungsergebnissen von Auslösungsspielzügen bei Eishockey-Nachwuchssportlern als eine 2D-Sicht, die aus der First-Person View oder der Third-Person View betrachtet wird.
- H1: Eine stereoskopische Sicht in der First-Person View führt zu signifikant besseren Anwendungsergebnissen von Auslösungsspielzügen bei Eishockey-Nachwuchssportlern als eine 2D-Sicht, die aus der First-Person View oder der Third-Person View betrachtet wird.

2. Methode

Ich testete einen spezifischen taktischen Spielzug des Eishockeys. Dabei handelte es sich um eine Variante der Auslösung, welche «Move» genannt wird (M. Graf, 2009). Die Auslösung beginnt mit dem Puckgewinn im eigenen Drittel, üblicherweise durch den Verteidiger (D1). Der rechte Flügel (F3) muss tief genug ins eigene Drittel laufen und sich aussen positionieren, damit er für D1 gut anspielbar ist. Nachdem F3 den Pass erhalten hat, spielt er den Puck weiter auf den Stürmer F2 (Abbildung 1). Die Position, die von den Probanden in den Versuchen eingenommen wurde, war jene von F3.

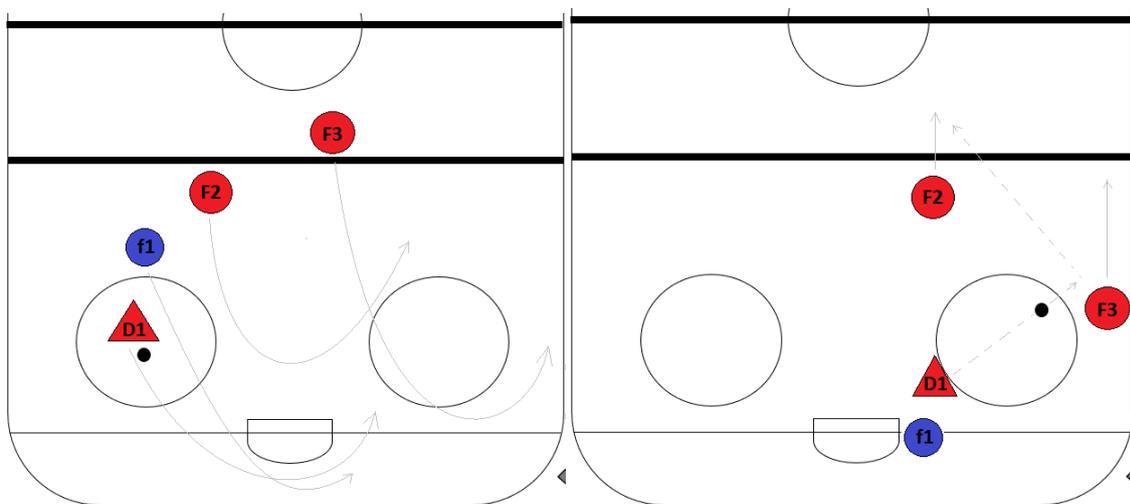


Abbildung 1. Darstellung der Lauf- und Passwege bei der Auslösung Move. Rot dargestellt sind Verteidiger (D1) und Stürmer (F2 und F3) der gleichen Mannschaft. Der Stürmer (f1) der gegnerischen Mannschaft ist blau dargestellt. Die Laufwege sind durch eine durchgezogene Linie repräsentiert, die Passwege durch eine gestrichelte Linie. (angepasst nach M. Graf, 2019).

2.1 Versuchskonditionen

Die Auslösung wurde von Dr. Jean-Luc Blochele mit Unity nach meinen Vorgaben programmiert. Er erstellte drei verschiedene Konditionen:

Kondition A: First-Person View Stereo (visueller Input mittels HMD, frei bewegliches Sichtfeld, siehe Abbildung 2)

Kondition B: First-Person View 2D (visueller Input mittels Laptop-Bildschirm, fixiertes Sichtfeld, siehe Abbildung 2)

Kondition C: Top View 2D (visueller Input mittels Laptop-Bildschirm, fixiertes Sichtfeld, siehe Abbildung 3)



Abbildung 2. First-Person View der Kondition B. Kondition A sah diese Ansicht in Stereo. Zudem passte sich bei Kondition A das Sichtfeld den Kopfbewegungen der Probanden an.

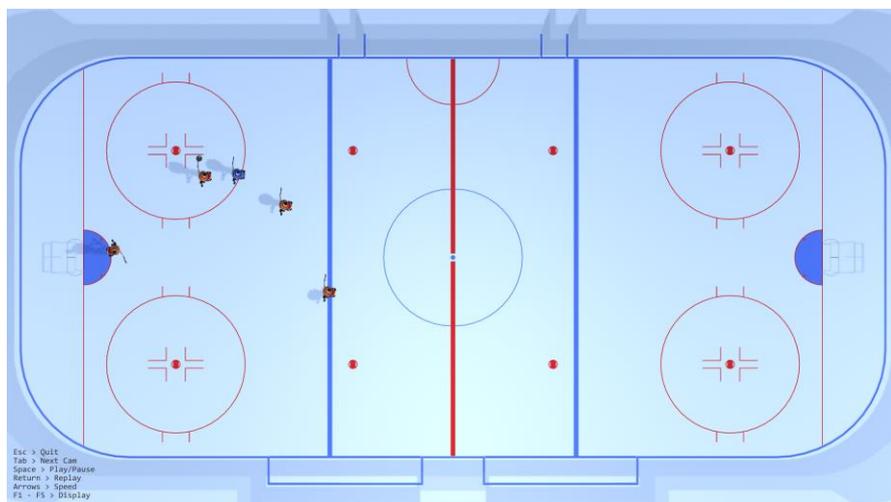


Abbildung 3. Top View der Kondition C.

2.2 Stichprobe

Die Versuche dieser Masterarbeit führte ich im Rahmen des Eishockeycamps «Empowering Lives Hockeycamp» durch, welches jedes Jahr in der Kalenderwoche 29 stattfindet. Als Probanden stellten sich Eishockeynachwuchsspieler und -spielerinnen aus verschiedenen Clubs zur Verfügung, die an diesem Camp teilnahmen. Wie beschrieben werden Auslösungen bereits auf Stufe U13 trainiert. Die Wahrscheinlichkeit war hoch, dass Spieler, die zum Zeitpunkt der Versuche bereits U13 trainiert oder gespielt haben (Jahrgänge 2007 und älter), bereits mit dieser Auslösung in Berührung gekommen sind. Auch kommt es manchmal vor, dass vielversprechende jüngere Spieler bereits auf den älteren Stufen mittrainieren und so die Auslösung ebenfalls bereits kennen. Diese Umstände schränkten nicht nur den Probandenpool ein, sondern

machten auch die Durchführung eines Pre-Tests nötig. Die Probanden, die an den Tests teilnahmen, hatten die Jahrgänge 2011-2007.

2.3 Versuchsgruppen

Die Versuchsgruppen habe ich auf Basis der Qualität der Pre-Testresultate und unter Berücksichtigung des Alters der Probanden möglichst ausgeglichen in drei Gruppen eingeteilt. Die Gruppen umfassten je sechs Kinder. In der Intervention sah die Gruppe A die Auslösung mittels HMD in einer VE aus der First-Person View. Verwendet wurde dafür das Headset 4K VR von Primax. Das Sichtfeld war nicht fixiert. Bewegten die Probanden den Kopf, passte sich das Sichtfeld entsprechend an. Wir haben die Kamera so definiert, dass sie sich knapp über dem Kopf des VCs befindet, dessen Position vom Probanden eingenommen werden sollte. Damit wollten wir sicherstellen, dass der Proband seinen eigenen Körper sehen konnte und verstand, dass er selbst ein aktiver Charakter in dieser Auslösung ist. Gruppe B sah die Auslösung auf einem Laptop-Screen (17") aus der First-Person View in 2D. Das Sichtfeld des VC war fixiert und so definiert, dass der Proband immer das sieht, was er bei korrekter Ausführung auf dem Eis auch sehen würde. So müsste er zuerst den puckführenden Spieler (D1) im Blick haben. Sobald er den Puck erhalten hat, muss er den Spieler, welcher den Pass erhalten soll (F2), anschauen. Die Gruppe C sah die Auslösung ebenfalls auf einem Laptop-Bildschirm, allerdings aus einer Third-Person View, genauer: der Top View.

2.4 Ablauf des Versuchs

Im Vorfeld des Hockeycamps Empowering Lives, in welchem die Intervention und die anschließenden Tests durchgeführt wurden, schrieb ich 24 ausgewählte Teilnehmer der Jahrgänge 2011-2007 an und bat sie, am Versuch teilzunehmen. Teilnehmer, aus deren Anmeldeinformationen für das Camp ersichtlich war, dass sie bereits auf U13-Niveau gespielt haben (2), oder auf der Torhüterposition spielten (3), habe ich nicht angeschrieben. Zwei Teilnehmer wollten nicht an der Studie teilnehmen. Für die Durchführung der Versuche wurde ich von Betreuern und Trainern des Camps unterstützt. Alle Betreuer und Trainer dieses Camps reisen jeweils einen Tag vor den Teilnehmern an, was mir die Gelegenheit gab, meine Helfer zu instruieren und mit dem Kind eines Betreuers einen Probedurchgang zu machen. So kannten alle Helfer ihre Rollen, was einen reibungslosen Ablauf der Versuche am nächsten Tag ermöglichte.

Am Tag der Versuche trafen die Teilnehmer zum Start des Camps in der Eishalle ein. Kurz nach der Anmeldung bei der Campleitung führten Helfer jene Kinder, die sich als Probanden zur Verfügung gestellt hatten, in einen Theorieraum. Dort füllten diese unter Aufsicht weiterer

Helfer den Pre-Test aus (siehe Anhang). Anschliessend absolvierten die Teilnehmer die erste Trainingseinheit des regulären Programms des Camps. In dieser Zeit wertete ich die Pre-Tests aus. Probanden, aus deren Pre-Test hervor ging, dass sie die Auslösung bereits kannten, habe ich aussortiert (insgesamt vier Personen). Anhand der Qualität der Antworten im Pre-Test und des Alters erstellte ich mit den übrigen Probanden drei möglichst ausgeglichene Gruppen. Anschliessend legte ich die Reihenfolge, in welcher die Probanden die Intervention absolvieren sollten, fest und gab diese den Helfern bekannt.

Nach der ersten Trainingseinheit des Camps warteten die Probanden alle in einer Garderobe und wurden zum gegebenen Zeitpunkt für die Intervention von den Helfern einzeln in einen separaten Raum geführt. Wir achteten darauf, dass sie das Geschehen auf dem Eis nicht mitverfolgen konnten. Im Versuchsraum zeigte ich ihnen auf dem Laptop oder mittels HMD die Auslösung Move, welchen sie anschliessend auf dem Eisfeld auszuführen hatten. Anders als bei den Gruppen B und C war das Sichtfeld der Probanden mit HMD nicht fixiert. Die Probanden der Gruppe A erhielten daher eine kurze Instruktion zum HMD und hatten kurz Zeit, sich in der VE zurecht zu finden. Allen Probanden habe ich erklärt, welche Figur sie sind und dass sie den gesehenen Spielzug anschliessend auf dem Eis reproduzieren müssen. Abgesehen davon habe ich den Probanden keine weiteren Informationen gegeben. Alle Probanden sahen die Auslösung jeweils zweimal nacheinander. Nach der Intervention führten die Helfer die Probanden für den Test zum Eisfeld, wo sie vom Versuchsleiter zum Ausgangspunkt geführt wurden. Drei Trainer des Camps fungierten als Spieler und nahmen die anderen Positionen in der Auslösung ein (F1, F2, D1). Nach einem Startsignal führten die Probanden die Auslösung auf dem Eis aus. Dieser wurde zum Festhalten der Resultate von einem Helfer mit einer GoPro aus einer erhöhten Position gefilmt. Nachdem die Probanden den Test abgeschlossen hatten, durften sie sich umziehen gehen. Dabei haben wir darauf geachtet, dass sie keine Möglichkeit hatten, sich mit anderen Probanden, die die Intervention und den Test noch vor sich hatten, auszutauschen.

Zur Bewertung der durch die Videos festgehaltenen Leistung der Probanden verwendete ich qualitative Beobachtungskriterien. Für jedes Kriterium erhielt der Proband einen Score von maximum 1, sofern das gezeigte Verhalten mit dem Kriterium übereinstimmte. Bei marginalen Abweichungen vom gewünschten Verhalten habe ich der Leistung einen Wert von 0,5 beigegeben. Konnte das Kriterium überhaupt nicht beobachtet werden, erfolgte die Bewertung mit 0 Punkten (Siehe Anhang). Dementsprechend führt eine bessere Leistung zu einem höheren Gesamtwert, während eine fehlerfreie Leistung den Höchstwert von 9 Punkten bedeutet. Zur Bewertung der Leistung habe ich die folgenden Beobachtungskriterien verwendet:

- Spieler bleibt in seiner Zone (von Pfosten zu Bullypunkt und läuft gerade nach unten 1P
- Spieler läuft tief in Richtung Grundlinie mindestens bis nach den Hashmarks 1P
- Spieler dreht zur rechten Bande hin ab 1P
- Spieler dreht auf Rückwärts 1P
- Spieler fährt einige Schritte rückwärts 1P
- Spieler erwartet den Pass von D1 (Blickkontakt) 1P
- Spieler dreht sich auf Vorwärts 1P
- Spieler läuft einige Schritte mit dem Puck 1P
- Spieler gibt den Pass an F2 1P

Die erhaltenen Werte haben wir anschliessend dem Kruskal-Wallis Rank Sum Test unterzogen. Zudem haben wir den Bayes-Faktor errechnet und eine Leistungsanalyse durchgeführt.

3 Resultate

Zum Vergleich der Gesamtpunktzahl der drei Gruppen haben wir zunächst ein lineares Modell an die Daten angepasst. Da die Residuen des Modells nicht normalverteilt waren, führten wir den Kruskal-Wallis Rank Sum Test für unabhängige Gruppen durch. Die Resultate weisen keinen signifikanten Unterschied zwischen den verschiedenen Gruppen auf ($\chi^2(2)=1.35$, $p=0.51$, $\eta_G^2=.06$, i.e., 6% der Varianz lassen sich durch die Unterschiede zwischen den Gruppen erklären). Da wir keinem statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen feststellen konnten, haben wir den Bayes-Faktor berechnet, um die Wahrscheinlichkeit zu quantifizieren, dass die Nullhypothese wahr ist. Der Bayes-Faktor betrug 0,37, was nur einen schwachen, nicht schlüssigen Beweis für H_0 darstellt, da der Wert zwischen $1/3$ und 1 liegt (van Doorn et al., 2019). Zusätzlich haben wir eine Leistungsanalyse durchgeführt, um die Anzahl der Teilnehmer abzuschätzen, die erforderlich wären, um einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen erwarten zu können. Bei einem Alpha von 0,05 und einer Leistung von 0,8 (also 80%, was den Standardwerten für Leistungsanalysen entspricht) stellten wir fest, dass dazu 64 Teilnehmer pro Gruppe erforderlich wären (tatsächlicher Wert = 63,61), um einen signifikanten Unterschied erwarten zu können.

4 Diskussion

Zu Beginn dieser Arbeit habe ich folgende Fragen gestellt:

- a) Führt das Erlernen von Auslösungsspielzügen bei Eishockey-Nachwuchssportlern in einer virtuellen Umgebung in der First-Person View zu signifikant besseren Leistungen (Anwendungsergebnissen) als in der Third-Person View?
- b) Führt das Erlernen von Auslösungsspielzügen bei Eishockey-Nachwuchssportlern in der First-Person View zu signifikant besseren Leistungen (Anwendungsergebnissen), wenn die VE in Stereo (gegenüber 2D) wahrnehmbar ist?

Beide Fragestellungen müssen laut den Ergebnissen dieser Studie mit «Nein» beantwortet werden. Allerdings gilt zu berücksichtigen, dass auf Basis der in dieser Studie gewonnenen Resultate die H₀-Hypothese (Eine stereoskopische Sicht in der First-Person View führt nicht zu signifikant besseren Anwendungsergebnissen von Auslösungsspielzügen bei Eishockey-Nachwuchssportlern als eine 2D-Sicht, die aus der First-Person View oder der Third-Person View betrachtet wird) nicht verworfen werden kann. Sie kann aber auch nicht angenommen werden. Der Bayes-Faktor betrug 0,37, was zwar eher in Richtung der Nullhypothese deutet, aber noch immer im schwachen, respektive nicht im beweiskräftigen Bereich liegt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass es möglicherweise Unterschiede zwischen den drei von uns verwendeten Versuchsbedingungen gibt, dass jedoch viel mehr Teilnehmer getestet werden müssen, um diese Unterschiede zu finden. Dies war im Rahmen einer Masterarbeit jedoch nicht möglich.

Verglichen mit den Studien, die eine Überlegenheit der stereoskopischen Sicht gegenüber jener in 2D gefunden haben, bestehen einige Unterschiede. Die Studie von Vignais et al. (2015) untersuchte Handballtorhüter, die auf Schüsse von virtuellen Spielern reagieren mussten. Beim Torhüter handelt es sich einerseits um auf einen kleineren Raum begrenzte Position mit nur sehr kurzen Laufwegen. Dies ist mit ein Grund, weshalb VR-Training gerade auf dieser Position bereits weit verbreitet ist und auch von Sportverbänden wie dem deutschen Handball-Verband eingesetzt wird (Miles et al., 2012).

Dass stereoskopisches Sehen gerade bei Fangaufgaben sehr wichtig ist, ist bekannt (Mazyn et al., 2004). Ich habe allerdings untersucht, wie gut die Probanden einen bestimmten Weg und vorgegebene Aktionen (Pass annehmen, Pass abgeben) nach einer Instruktion in Stereo oder 2D ausführen können. Diese Aufgabe weist eine gewisse Ähnlichkeit zu der Navigationsaufgabe (Experiment 1) der Studie von Slobounov et al. (2015) auf. Die Probanden ihrer Studie mussten in der VR einen Weg reproduzieren, der ihnen vorher gezeigt wurde. Dabei handelte es sich um Gänge in einem virtuellen Gebäude. Zur Navigation setzten sie dabei einen

kabellosen Wii Joystick ein. Die Studie verwendete dafür verschiedene Layouts der VE, was ermöglichte, dass die gleichen Probanden diese Aufgabe einmal mit einer stereoskopischen Sicht und einmal in einer 2D-Sicht mit jeweils unterschiedlichen Layouts ausführen konnten. Da ich in meiner Studie nur eine Auslösung getestet habe, konnte ich für die drei verschiedenen Konditionen nicht auf dieselben Probanden zurückgreifen. Zudem beinhaltete meine Studie die Interaktion mit anderen Spielern. Weiter sind auch die Umgebungen nicht vergleichbar. Während die Sicht der Nutzer in der Studie von Slobounov et al. (2015) durch die Wände des Korridors eingeschränkt wurde, handelt es sich bei einem Eishockeyfeld um eine offene, nur durch Banden eingegrenzte Fläche. Die Probanden der Studie von Slobounov et al. (2015) mussten sich am Layout der Korridore orientieren. In meiner Studie dienten die Markierungen des Eisfeldes, die Position des Tors sowie die Banden als Referenzpunkte zur eigenen Position. Zudem führten die Probanden meiner Studie den Test in der realen Welt aus, während die Probanden von Slobounov et al. (2015) den Weg in der VE reproduzierten.

Meine Untersuchungen haben auch bezüglich der Perspektive keine aussagekräftigen Resultate ergeben. Unter Berücksichtigung der Studie von Salamin et al. (2006) könnte dies unter anderem daran liegen, dass der Auslösungsspielzug sowohl einen Laufweg als auch die Annahme und Abgabe des Passes beinhaltete. Die Probanden der Studie von Salamin et al. (2006) bevorzugten für Laufübungen die Third-Person View, für Target-Übungen jedoch die First-Person View. Aus diesem Grund empfahlen Salamin et al. (2006) auch die Ermöglichung eines Perspektivenwechsels bei solchen gemischten Aufgaben. Diese Möglichkeit hatten die Probanden meiner Studie jedoch nicht. Auch ist zu beachten, dass auch hier die Probanden der Studie von Salamin et al. (2006) alle Aufgaben in der VR ausgeführt haben, während in meiner Studie unter realen Bedingungen getestet wurde.

Weiter ist auch die Studie von Hine und Tasaki (2019) zu beachten, deren Probanden bei der Betrachtung von Bildern mit einer aktiven Sicht bei einer späteren Überprüfung des Erinnerungsvermögens schlechtere Leistungen erbrachten als die Probanden mit einer passiven Sicht. In meiner Studie hatte nur die Gruppe A eine aktive Sicht. Ein Unterschied zu den Gruppen B und C mit einer passiven Sicht gab es jedoch nicht. Dass ich im Gegensatz zu Hine und Tasaki (2019) keine Unterschiede gefunden habe, könnte an den zu kleinen Versuchsgruppen meiner Studie oder an den unterschiedlichen Aufgaben liegen. Auch die Zeit, die zwischen der Intervention und dem Test verging, unterscheiden sich in den beiden Studien stark. Die Resultate sind deshalb nur schwer vergleichbar.

Die Frage, ob sich stereoskopisches Sehen im virtuellen Taktiktraining von Eishockeyspielern lohnt, lässt sich zum momentanen Zeitpunkt weder durch die bisherige Forschungsliteratur

noch durch die vorliegende Studie beantworten. Gleich verhält es sich mit der Frage nach der idealen Perspektive. Dies, gerade weil es sich bei taktischen Spielzügen um Aufgaben handelt, bei denen der Spieler sowohl Laufwege als auch präzise Passspiele zu absolvieren hat. Durch aussagekräftige Resultate meiner Studie hätten diese Fragen beantwortet werden können.

Um in einer potenziellen Folgestudie zu aussagekräftigeren Resultaten zu kommen, empfehle ich deshalb folgende Änderungen: Zum einen kann mit gezielten Massnahmen die Qualität und Grösse des Probandenpools verbessert werden. Auch wenn Auslösungen laut dem J&S Trainerhandbuch und den vom Swiss Ice Hockey Verband zur Verfügung gestellten Materialien erst ab der U15-Stufe vorgesehen sind, werden diese in der Praxis wie erwähnt bereits auf Stufe U13 behandelt. Dies hat dazu geführt, dass für diese Studie auf jüngere Probanden der U11 und teilweise U9-Stufe zurückgegriffen werden musste. Das Alter der ausgewählten Probanden liegt also unter dem von vielen Herstellern empfohlenen Mindestalter von 13 Jahren für die Verwendung von HMDs (Wössner, 2019). Zudem besteht gerade bei den jüngsten Probanden die Gefahr, dass sie technisch noch nicht gut genug sind, um den Spielzug sauber auszuführen. Um diese Einschränkungen bei der Probandenauswahl künftig zu umgehen, empfehle ich, eine völlig neue Übung mit mehreren Läufern und Pässen zu kreieren. Da nur getestet wird, wie gut die Probanden die Wege und Pässe einer ihnen zugewiesenen Position ausführen können, dürfte die Nähe zu tatsächlichen taktischen Spielzügen irrelevant sein. Somit kämen auch ältere Spieler der Stufen U13 und U15 in Frage. Dadurch liesse sich der Einfluss von VR-Technologie im Taktiktraining gerade auf jenen Stufen untersuchen, auf denen das Erlernen taktischer Spielzüge auch relevant ist. Gleichzeitig ist sichergestellt, dass die Probanden auch über die erforderlichen technischen Fertigkeiten verfügen, um die Übung auszuführen.

Weiter könnte sich die Aussagekräftigkeit der Resultate verbessern, wenn es gelänge, quantitative Daten zu gewinnen. Eine Stärke der Studie ist die Ergebnissicherung unter realen Bedingungen direkt auf dem Eis. Dadurch ist gewährleistet, dass aus den Ergebnissen der Studie eine direkte Aussage über deren Relevanz in der Praxis getroffen werden kann. Dies erschwert allerdings die Messung der Leistung. In dieser Studie wurde die Leistung durch qualitative Beobachtungskriterien bewertet. Möglich wären aber auch die Erfassung der genauen Position des Probanden auf dem Eis mittels Sensoren, was aber einen erheblichen technischen Aufwand bedeuten würde. Auch möglich wäre es, das Eisfeld in kleine Sektoren einzuteilen und die Ausführung des Versuchs aufzuzeichnen. In einer Auswertung des Videos liesse sich dann feststellen, welchen Sektor der Spieler betreten hat und wie stark dies von der Vorgabe abweicht. Durch diese Verfahren könnte die Objektivität der gewonnenen Daten wohl eher gewährleistet werden als durch die Bewertung mittels Kriterien.

Durch verbesserte Präsentationsbedingungen wie grösseren Bildschirmen können ebenfalls stärkere Leistungen erreicht werden. Wie erwähnt erlauben grössere Bildschirme aber eine höhere Immersion (Miles et al., 2012) gegenüber kleinen Bildschirmen. Den Probanden der Gruppen B und C erhielten die Auslösung auf einem Screen mit einer Grösse 17" präsentiert. Sind die technischen Voraussetzungen vorhanden, könnte die Immersion und somit die Leistung der Probanden mit einer grösseren Projektionsfläche positiv beeinflusst werden. Ein leistungsstarker Beamer könnte hier bereits reichen. Die Immersion in der Versuchsgruppe A könnte ebenfalls gesteigert werden. Dies mittels einer HMD Brille mit möglichst grossem Sichtfeld, die auch peripheres Sehen erlaubt. Zudem müsste der VC so programmiert werden, dass der Proband seine Sicht einnehmen kann und nicht die einer Kamera knapp über dem Kopf des VC. Würde dieser programmiert werden, bestünde immer noch das Problem, dass die Bewegungen des eigenen Körpers nicht mit dem des VCs übereinstimmen. Dies könnte möglicherweise etwas abgeschwächt werden, wenn ein Stock mit Sensor, analog wie jener, der von Sense Arena eingesetzt wird, verwendet würde. Die Stockbewegungen könnten so ebenfalls in der VR dargestellt werden. Durch die Vibration, die dieser Stock bei der Passannahme verursacht, würde der Proband ein zusätzliches haptisches Feedback erhalten.

Welchen Einfluss es hat, dass der Proband nur das Sichtfeld des VC und nicht seine Bewegungen kontrollieren kann, ist unklar. Da es in dieser Studie allerdings nur darum geht, wie der Proband den Spielzug präsentiert bekommt, und nicht darum, dass er ihn in der VR selbst ausführt, kann es sein, dass dies eine vernachlässigbare Rolle spielt. Dies müsste allerdings noch wissenschaftlich überprüft werden. Soll es aber künftig möglich sein, taktische Spielzüge mit grossen Laufwegen auch in einer VR wie beispielsweise jener von Sense Arena zu trainieren, würde dies bedeuten, dass viel mehr Platz benötigt würde. Der Raum, in welchem das VR-System aufgebaut ist, müsste gross genug sein, dass sich der Proband dem Spielzug entsprechend bewegen kann. Stimmen die Bewegungen des VC nämlich nicht mit den Bewegungen des Probanden überein, besteht die Gefahr von Cybersickness (Petri et al., 2018). Hier würde das Training mittels VR höchstwahrscheinlich an die Grenzen der Verhältnismässigkeit stossen, zumal auch immer nur eine Person pro HMD trainieren kann.

Die Frage stellt sich unweigerlich, ob stereoskopisches Sehen für taktische Aufgaben beim momentanen Stand der technischen Entwicklung wirklich einen Mehrwert bringt, der im Verhältnis zum Aufwand steht. Gegenüber der Stereosicht erfordert die 2D-Sicht, egal ob in First- oder Third-Person View, weniger technischen Aufwand. Zudem könnte eine ganze Mannschaft gleichzeitig den mittels VR gelieferten taktischen Instruktionen folgen. Ein HMD kann aber immer nur von einer Person gleichzeitig getragen werden. In heutigen Programmen wie Unity,

mit denen VEs und VCs programmiert werden, ist es möglich, mit wenig Aufwand ein Wechsel der Perspektive zu ermöglichen. Es wäre also ein Leichtes, wie von Salamin et al. (2006) gefordert in einem etwaigen Endprodukt mehrere Perspektiven anbieten zu können. Selbst die Option für stereoskopisches Sehen mittels HMD liesse sich integrieren. Dazu müsste aber grundsätzlich der Vorteil von taktischen Instruktionen mittels VR gegenüber herkömmlichen Methoden (Coachingtafel und Video) untersucht werden. Gegenüber Videoanschauungsmaterial hätte ein entsprechendes VR-Produkt den Vorteil, individuell anpassbar zu sein. Im Gegensatz zum Aufzeichnen der entsprechenden Laufwege auf einer Tafel bewegen sich alle VCs in der VR gleichzeitig, wodurch die Informationen zum Timing der Übung nicht verloren geht. Ein solches Produkt könnte nicht nur fürs Taktiktraining, sondern für alle Laufübungen eingesetzt werden. Es müsste aber den Coaches erlauben, auf einfache Weise selbst Übungen zu erstellen. Um einen möglichen Nutzen eines solchen VR-Produktes zu ermitteln, empfehle ich, einer möglichen Folgestudie zwei weitere Konditionen hinzuzufügen. Einerseits die Instruktion mit einem Beispielvideo, andererseits die Instruktion mit einer Coachingtafel.

5 Schlussfolgerung

Die Studie hat leider keine aussagekräftigen Resultate ergeben. Die Ergebnisse deuten zwar darauf hin, dass es möglicherweise Unterschiede zwischen den drei von uns verwendeten Versuchsbedingungen gibt. Jedoch müssten viel mehr Teilnehmer getestet werden, um diese Unterschiede zu finden. Dies war im Rahmen einer Masterarbeit nicht möglich. Allerdings habe ich im Zuge dieser Arbeit viele Erkenntnisse gewonnen, was bei einer weiterführenden Arbeit verbessert werden müsste, um zu aussagekräftigen Resultaten zu gelangen. Ein Schlüssel dazu ist das Testen mehrerer Fantasiesspielzüge, da so ausgeschlossen werden kann, dass die Probanden den Spielzug schon kennen. Dadurch könnten die Probanden aus der U13- und U15-Stufe rekrutiert werden, ohne dass die Ergebnisse verfälscht werden. Zudem könnten die gleichen Probanden unter den verschiedenen Bedingungen mit jeweils unterschiedlichen Spielzügen getestet werden. Weiter ist der Nutzen der Stereoansicht für die Anwendung in der Praxis aufgrund des technischen Aufwandes fraglich. VR bietet aber durch die inhärente Flexibilität einen Vorteil gegenüber dem herkömmlichen Training mittels Beispielvideos. Neben dem Erstellen und Anpassen der Spielzüge können diese in der VR aus mehreren Perspektiven betrachtet werden. Zudem kann in der VR auch das Timing aller am Spielzug beteiligten Spieler dargestellt werden. Eine wichtige Information, die durch die Instruktion mit Coachingtafel und Stift nicht geboten werden kann. Um den Nutzen von VR bei der Instruktion von Taktikspielzügen untersuchen zu können, empfehle ich deshalb, bei einer weiterführenden Arbeit neben der VR-Kon-dition auch die Instruktion mit Beispielvideos und Coachingtafel zu testen.

Literatur

- Aleotti, J. & Caselli, S. (2011). Physics-based virtual reality for task learning and intelligent disassembly planning. *Virtual Reality*, 15(1), 41–54. <https://doi.org/10.1007/s10055-009-0145-y>
- Alfred, M., Neyens, D. M. & Gramopadhye, A. K. (2018). Comparing learning outcomes in physical and simulated learning environments. *International Journal of Industrial Ergonomics*. (68), 110–117. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.07.002>
- Baca, A. (Hg.). (2015). *Computer science in sport: Research and practice. Routledge research in sport and exercise science*. London: Routledge.
- Bandow, N., Witte, K. & Masik, S. (2012). Development and evaluation of a virtual test environment for performing reaction tasks. *International Journal of Computer Science in Sport*, 10(1), 5–14.
- Barr, R. (2010). Transfer of learning between 2D and 3D sources during infancy: Informing theory and practice. *Developmental Review*, 30(2), 128–154. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2010.03.001>
- Baur, D. (1985). *Taktiktraining für Nachwuchs-Eishockeyspieler* (Unveröffentlichte Seminararbeit. ETS Magglingen, Schweiz.
- Clouth, J., Stoll, O. & Witschas, R. (2009). Erfolgskriterien im Eishockey: Welchen Anteil haben Verteidiger- und Stürmertore sowie Torhüterleistungen an der Gesamtleistung eines Teams? *Leistungssport*, 39, 28–29.
- Covaci, A., Olivier, A. H. & Multon, F. (2015). Visual perspective and feedback guidance for VR free-throw training. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 35(5), 55–65. <https://doi.org/10.1109/MCG.2015.95>
- Craig, C. M., Bastin, J. & Montagne, G. (2011). How information guides movement: Intercepting curved free kicks in soccer. *Human movement science*, 30(5), 931–941. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2010.08.007>
- Denisova, A. & Cairns, P. (2015). First person vs. third person perspective in digital games: Do player preferences affect immersion? *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 145–148. <https://doi.org/10.1145/2702123.2702256>

- Düking, P., Holmberg, H.-C. & Sperlich, B. (2018). The potential usefulness of virtual reality systems for athletes: A short SWOT analysis. *Frontiers in physiology*, 9, 1–4. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00128>
- Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen. (2002). *J+S-Trainingshandbuch Eishockey*.
- Graf, M. (2009). *Eishockey-Taktik spannend erzählt*.
- Graf, S. (2019, November 11). Hockey ohne Puck - die fast perfekte Illusion. *Tages Anzeiger*. Zugriff unter <https://www.tagesanzeiger.ch/sport/hockey-ohne-puck-die-fast-perfekte-illusion/story/28926829>
- Hine, K. & Tasaki, H. (2019). Active view and passive view in virtual reality have different impacts on memory and impression. *Frontiers in Psychology*, 10, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02416>
- Horsch, U. & Čapla, J. (1989). *Eishockey: Training, Technik, Taktik*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Kayatt, P. & Nakamura, R. Influence of a head-mounted display on user experience and performance in a virtual reality-based sports application. *Proceedings of the Latin American Conference on Human Computer Interaction, 2015*, 2–7. <https://doi.org/10.1145/2824893.2824895>
- Lammfromm, R. & Gopher, D. (2011). Transfer of skill from a virtual reality trainer to real juggling. *BIO Web of Conferences*, 1, 1–4. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20110100054>
- Mazyn, L. I. N., Lenoir, M., Montagne, G. & Savelsbergh, G. J. P. (2004). The contribution of stereo vision to one-handed catching. *Experimental Brain Research*, 157(3), 383–390. <https://doi.org/10.1007/s00221-004-1926-x>
- Miles, H. C., Pop, S. R., Watt, S. J., Lawrence, G. P. & John, N. W. (2012). A review of virtual environments for training in ball sports. *Computers & Graphics*, 36(6), 714–726. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2012.04.007>
- Petri, K., Bandow, N. & Witte, K. (2018). Using several types of virtual characters in sports - a literature survey. *International Journal of Computer Science in Sport*, 17(1), 1–48. <https://doi.org/10.2478/ijcss-2018-0001>
- Salamin, P., Thalmann, D. & Vexo, F. (2006). The benefits of third-person perspective in virtual and augmented reality. *VRST '06 Proceedings of the ACM symposium on*

- Virtual reality software and Technology*, 27–30.
<https://doi.org/10.1145/1180495.1180502>
- Sense Arena (2019). Zugriff unter <https://www.sensearena.com/the-platform>
- Sigrist, R., Rauter, G., Marchal-Crespo, L., Riener, R. & Wolf, P. (2015). Sonification and haptic feedback in addition to visual feedback enhances complex motor task learning. *Experimental brain research*, 233(3), 909–925. <https://doi.org/10.1007/s00221-014-4167-7>
- Slobounov, S. M., Ray, W., Johnson, B., Slobounov, E. & Newell, K. M. (2015). Modulation of cortical activity in 2D versus 3D virtual reality environments: An EEG study. *International Journal of Psychophysiology : Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, 95(3), 254–260.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2014.11.003>
- Strub, C. (2019). *Virtuelles Training für Torhüter: Leitfaden für die Erstellung eines immersiven Trainings mit 360-Grad-Video* (Unveröffentlichte Masterarbeit. Fachhochschule Nordwestschweiz, Schweiz.
- Tsai, W.-L. & Hu, M.-C. (2018). Training Assistant: Strengthen Your Tactical Nous with Proficient Virtual Basketball Players. *SIGGRAPH '18 Posters*, 1–2.
<https://doi.org/10.1145/3230744.3230807>
- Van Doorn, J., van den Bergh, D., Bohm, U., Dablander, F., Derks, K., Draws, T., . . . Kucharský, Š. (2019). *The JASP Guidelines for Conducting and Reporting a Bayesian Analysis*, 1–38.
- Vignais, N., Kulpa, R., Brault, S., Presse, D. & Bideau, B. (2015). Which technology to investigate visual perception in sport: Video vs. virtual reality. *Human movement science*, 39, 12–26. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.10.006>
- Walter, R. & Johnson, M. (2019). *Hockey Plays and Strategies: Second Edition*. Champaign: Human Kinetics.
- Walter, R. & Johnston, M. (2010). *Hockey Plays and Strategies*. Champaign: Human Kinetics.
- Wilson, G. E. (2002). A Framework for Teaching Tactical Game Knowledge. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 73(1), 20–26.
<https://doi.org/10.1080/07303084.2002.10605875>

Wössner, S. (2019). VR, AR, MR? Zur Definition der Terminologien. *Computer + Unterricht*, 29(114), 4–7.

Anhang

Pretest

Vorname: _____

Nachname: _____

Geburtsdatum: _____

Hast du schon auf Moskitostufe gespielt? Ja

Nein

Situation:

Flügel (Du):



Verteidiger:



Center:



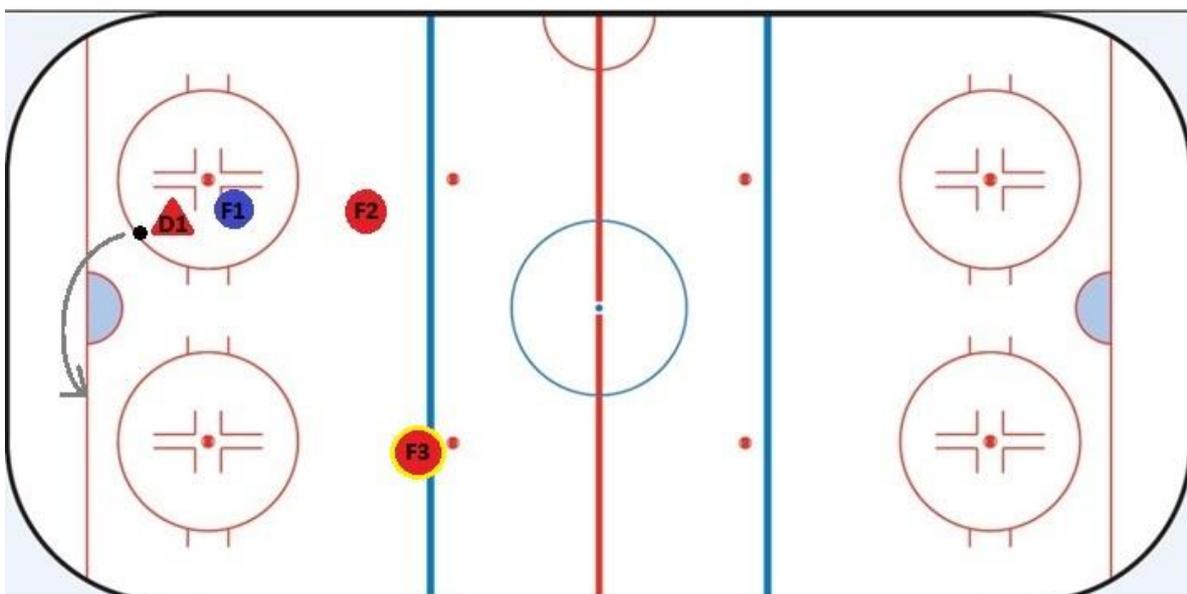
Gegner:



Das Spiel befindet in deinem eigenen Drittel. Dein Team ist rot, die Gegner blau. Du hast die Position des rechten Flügels und befindest dich momentan an der blauen Linie.

Aufgabe:

Du siehst, dass dein Verteidiger mit dem Puck hinter dem Tor durchfahren wird. Wie verhältst du dich? Zeichne ein, wo du durchfahren würdest.



Testresultate

Proband	Geburtsdatum	Spieler bleibt in seiner Zone (von Pfosten zu Bullypunkt und läuft gerade nach unten 1P	Spieler läuft tief in Richtung Grundlinie mindestens bis nach den Hashmarks 1P	Spieler dreht zur rechten Bande hin ab 1P	Spieler dreht auf Rückwärts 1P	Spieler fährt einige Schritte rückwärts 1P	Spieler erwartet den Pass von D1 (Blickkontakt) 1P	Spieler dreht sich auf Vorwärts 1P	Spieler läuft einige Schritte mit dem Puck 1P	Spieler gibt den Pass an F2 1P	Total	Gruppentotal	Durchschnitt
A1	11.11.2010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
A2	26.01.2010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
A3	22.12.2008	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
A4	25.02.2010	1	1	0	1	0	1	0	1	1	6		
A5	16.02.2011	1	1	1	1	1	1	0,5	0	1	7,5		
A6	14.09.2009	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	49,5	8,25
B1	13.01.2010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
B2	26.12.2010	1	1	1	1	1	1	0	0	1	7		
B3	28.12.2010	1	0	1	1	1	1	0	0,5	0,5	6		
B4	07.01.2010	0	1	0	1	1	1	1	0	1	6		
B5	10.03.2009	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
B6	18.01.2008	1	1	1	1	1	1	0,5	0	1	7,5	44,5	7,416667
C1	11.08.2009	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
C2	05.06.2008	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
C3	26.04.2010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
C4	17.10.2011	0,5	0	1	1	1	1	0	0	0	4,5		
C5	27.10.2010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
C6	05.02.2010	1	1	1	1	1	1	0	0	1	7	47,5	7,916667

Dank

Mein Dank geht in erster Linie an die Universität Fribourg, die mir ermöglicht hat, das Masterstudium in Sportwissenschaften zu absolvieren. Auch danke ich meinen Betreuern, Prof. Dr. Jean-Pierre Bresciani und Dr. Jean-Luc Bloechle für die tatkräftige Unterstützung. Zudem bedanke ich mich herzlich bei den Leitern und Betreuern des Empowering Lives Hockeycamps, welche die Durchführung der Versuche ermöglicht haben. Speziell erwähnen möchte ich an dieser Stelle meine Eltern, Christian und Sandra Matthys, die mir nicht nur meine akademische Laufbahn ermöglicht haben, sondern auch bei der Durchführung der Tests mitgeholfen und diese Arbeit gegengelesen haben. Ich danke auch Angela Renggli für die wertvollen Rückmeldungen zu meiner Arbeit. Auch danke ich meinem Mann, Ronny Chiauzzi, für die Geduld und Unterstützung während der letzten sechs Jahre.