

INTERDISCIPLINARY DIDACTICS OF
STEM SUBJECTS AND PHYSICAL EDUCATION
INTERDISZIPLINÄRE DIDAKTIK DER
MINT-FÄCHER UND DES SPORTS

01

PHILIPP ROSENDAHL

360°-Videos als Lehr-Lern-Medium

Einsatzmöglichkeiten neuer Videotechnologien für Bildungsprozesse und Entwicklung eines methodisch-didaktischen 360°-Video-Trainingskonzepts zur visuellen Trainingsunterstützung im Sport

Philipp Rosendahl

360°-Videos als Lehr-Lern-Medium

Einsatzmöglichkeiten neuer Videotechnologien für Bildungsprozesse und Entwicklung eines methodisch-didaktischen 360°-Video-Trainingskonzepts zur visuellen Trainingsunterstützung im Sport

INTERDISCIPLINARY DIDACTICS OF
STEM SUBJECTS AND PHYSICAL EDUCATION

Karlsruhe Institute of Technology (KIT)
Institute for School Pedagogy and Didactics

Volume 01

Edited by Prof. Dr. Ingo Wagner and the division „Interdisciplinary Didactics of STEM subjects and Physical Education“ at the Karlsruhe Institute of Technology

View all publications here:

<https://www.isd.kit.edu/forschung/id/id-promotion.php>

360°-Videos als Lehr-Lern-Medium

Einsatzmöglichkeiten neuer Videotechnologien für Bildungsprozesse und Entwicklung eines methodisch-didaktischen 360°-Video-Trainingskonzepts zur visuellen Trainingsunterstützung im Sport

by
Philipp Rosendahl

Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Schulpädagogik und Didaktik

360°-Videos als Lehr-Lern-Medium – Einsatzmöglichkeiten neuer
Videotechnologien für Bildungsprozesse und Entwicklung eines methodisch-
didaktischen 360°-Video-Trainingskonzepts zur visuellen
Trainingsunterstützung im Sport

Zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Philosophie
(Dr. phil.) von der KIT-Fakultät für Geistes- und Sozialwissenschaften des
Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) genehmigte Dissertation

von Philipp Rosendahl

Tag der mündlichen Prüfung: 11. Juli 2024
Erster Gutachter: Prof. Dr. Ingo Wagner
Zweiter Gutachter: Prof. Dr. David Wiesche

Impressum



Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe

Institut für Schulpädagogik und Didaktik
www.isd.kit.edu



*This document – excluding parts marked otherwise, the cover, pictures and graphs –
is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License
(CC BY-SA 4.0): <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en>*



*The cover page is licensed under a Creative Commons
Attribution-No Derivatives 4.0 International License (CC BY-ND 4.0):
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.en>*

Artikel 1, 3 und 6 sind lizenziert unter CC BY 4.0,
Artikel 4 und 7 sind lizenziert unter CC BY-NC-ND 3.0,
Artikel 2 und 5 sind vom Verlag in der vorliegenden Fassung zur Veröffentlichung genehmigt worden.

2024

ISSN 2944-5566

DOI 10.5445/IR/1000174193

Kurzfassung

Einleitung

Die Videotechnologie ist bereits ein breit eingesetztes Lehr-Lern-Medium an Hochschulen (Börner et al., 2016) wie auch ein etabliertes Instrument zur Unterstützung von Trainingsprozessen im Sport (Fischer & Paul, 2020). Videos können Lehr-Lern-Prozesse unterstützen (Noetel et al., 2021) und weisen dabei Vorteile für die Aneignung prozeduralen Wissens (Findeisen et al., 2019) oder in der bildlichen Darstellung abstrakter Sachverhalte, komplexer Bewegungsabläufe und dreidimensionaler Objekte auf (Saubier, 2017). Im Sport werden Videos unter anderem für Reflexionsprozesse und als Feedbackinstrument eingesetzt (Mödinger et al., 2022) oder dienen der Technik- und Bewegungsaneignung durch Observation einer optimalen Ausführung (Fischer & Krombholz, 2020; Fischer & Paul, 2020).

Immersive Medien wie Virtual Reality (kurz: VR) ermöglichen neue Lehr-Lern-Erfahrungen, die durch die Immersion über eine reine Betrachtungsebene hinausgehen, hohes Motivationspotenzial bieten (Jensen & Konradsen, 2018; Kavanagh et al., 2017; Pirker & Dengel, 2021) und zur Interaktion anregen (Hebbel-Seeger, 2018). Immersion kann dabei auf mentaler Begriffsebene (Dörner et al., 2019) als das Anwesenheitsempfinden in einer nichtphysischen Welt verstanden werden (Ranieri et al., 2022; Wendeborn, 2021). Diesen „neueren“ Medien werden auch hohe Trainingspotenziale im Sport zugesprochen (Faure et al., 2019; Wendeborn, 2021), sie finden jedoch in der Literatur insbesondere im (hoch-)schulischen Bereich bisher wenig Beachtung (Lipinski et al., 2020).

Erschweren unter anderem Kosten- und Ressourcenfaktoren den Einsatz immersiver Medien für Lehr-Lern-Prozesse (Noetel et al., 2021), so erweitern 360°-Videos ressourcenschonend die Vorteile herkömmlicher Videos mit Interaktionsspielräumen, immersiven Lernerfahrungen und mehrperspektivischen Reflexionsmöglichkeiten (Ranieri et al., 2022; Roche et al., 2021; Rupp et al., 2019). Während VR-Anwendungen überwiegend computerprogrammierte Handlungen und Umwelten aufweisen (Roche et al., 2021), werden für 360°-Videos Videoaufzeichnungen der realen Umwelt mit einer 360°-Videokamera erstellt. Im Gegensatz zu VR lassen 360°-Videos zwar keine Handlungsmanipulation zu und bieten in der Benutzung und Steuerung weniger Freiheitsgrade (Griffin et al., 2021), jedoch weisen 360°-Videos mit drei Freiheitsgraden durch x-, y-, und z-Rotationen (ebd.) um den Kamerastandpunkt herum mehr individuelle Betrachtungs- und Steuerungsmöglichkeiten auf als herkömmliche Videotechnologie. 360°-Videos werden

einerseits aufgrund ihrer Gestaltung durch Videoaufzeichnungen als Videoformat kategorisiert (Roche et al., 2021), andererseits werden sie aufgrund der immersiven Möglichkeiten mit VR verbunden (Petri & Witte, 2018). Eine einheitliche Kategorisierung ist nicht gegeben. 360°-Videos greifen zwar Eigenschaften von VR wie Immersion und Interaktionsmöglichkeiten auf (Roche et al., 2021), gelten jedoch insbesondere aufgrund ihres Gestaltungsprozesses in ihrer Umsetzung als weniger aufwendig (Farley et al., 2020).

Promotionsziele

Aufgrund der fehlenden begrifflichen Abgrenzung der 360°-Videotechnologie zu Virtual Reality vermischen sich die Forschungsergebnisse zu beiden Technologien als Lehr-Lern-Medium in der bisherigen Literatur. Eine eindeutige Fokussierung auf 360°-Videos konnte nicht identifiziert werden. Die drei Hauptziele der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation sind daher die eindeutige Kategorisierung von Einsatzmöglichkeiten und Potenzialen von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument (1), um daraus abgeleitet ein methodisch-didaktisches Konzept für 360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung im Sport zu entwickeln (2) und gezielt den 360°-Videoeinsatz als visuelle Trainingsunterstützung auf dessen Nutzen hin zu überprüfen (3).

Methodik

Es wurden drei übergeordnete Forschungsfragen formuliert, die im ersten Schritt durch zwei umfangreiche systematische Übersichtsarbeiten mit der Vorgehensweise nach dem PRISMA-Statement (Moher et al., 2015) im fachunspezifischen Bildungsbereich (N = 44) und mit spezifischem Sportfokus (N = 18) beantwortet wurden:

- 1) Welche Einsatzbereiche der 360°-Videotechnologie lassen sich im Bildungsbereich und im Sport identifizieren?*
- 2) Mit welchen Intentionen wird die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium für Bildungsprozesse und als Trainingsinstrument im Sport eingesetzt?*
- 3) Welche Potenziale weist die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument auf?*

Für die systematische Literaturübersicht über 360°-Videos als pädagogisches Lehr-Lern-Medium im fachunspezifischen Bildungsbereich (Artikel 1), wurden nur englischsprachige Beiträge mit Peer-Review-Verfahren aus den Datenbanken Education Resources Information Center (ERIC) und Academic Search Premier EBSCOhost berücksichtigt, die eindeutig eine 360°-Video-Begrifflichkeit oder verwandte Begriffsbezeichnungen, die innerhalb

einer unsystematischen Vorrecherche identifiziert wurden, im Titel oder in der Zusammenfassung verwendeten. Die Relevanzbestimmung durch zwei unabhängige Kodierer ergab eine Übereinstimmung von 98 %, die bereinigte Zuverlässigkeitsschätzung mit dem Cohens-Kappa-Koeffizienten betrug $K = 0,81$, was als sehr gute Übereinstimmung eingestuft werden kann (Döring & Bortz, 2016a).

In der systematischen Literaturübersicht über Einsatzbereiche und Potenziale von 360°-Videos im Sport (Artikel 2), erfolgte eine Literaturrecherche sowohl für deutsch- als auch englischsprachige Beiträge in den Datenbanken Education Resources Information Center (ERIC), Sciedirect, Scopus und SPOLIT des Bundesinstituts für Sportwissenschaft (BISp). Ebenfalls erfolgte eine Relevanzbestimmung anhand des Titels oder der Zusammenfassung durch zwei unabhängige Kodierer im Sinne einer Reliabilitätsprüfung. Die Übereinstimmung betrug 97 %. Die bereinigte Reliabilitätsschätzung mit dem Cohens-Kappa-Koeffizienten ergab $K = 0,86$ und zeigte eine (fast) vollständige Übereinstimmung (Döring & Bortz, 2016a).

Neben den drei übergeordneten Forschungsfragen wurden zwei weitere untergeordnete Forschungsfragen formuliert:

- 4) *Welche vorhandenen methodisch-didaktischen Lehr-Lern- und Trainingskonzepte existieren zum Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument?*
- 5) *Welche Nutzen werden 360°-Videos zur selbstständigen Aneignung von Bewegungen im Vergleich zur herkömmlichen Videotechnologie zugesprochen?*

Unter Berücksichtigung der ermittelten Einsatzmöglichkeiten und Potenziale aus den beiden systematischen Literaturübersichten wurde anschließend ein methodisch-didaktisches 360°-Videotrainingkonzept zum selbstständigen Aneignen vordefinierter Bewegungsabläufe in fünf aufbauenden Schritten, angelehnt an die kognitivistische Lerntheorie „Lernen am Modell“ (Bandura et al., 1966), durch Beobachtung und Nachahmung entwickelt und für choreografisches Bewegungslernen (Artikel 3) sowie für Trainingsinhalte aus dem Taekwondo (Artikel 4) und Karate (Artikel 5) vorgestellt.

Die subjektive Nutzen- und Akzeptanzbewertung der 360°-Videotechnologie zur selbstständigen Aneignung von Bewegungen durch Beobachtung wurde innerhalb einer randomisierten Interventionsstudie im Cross-Over-Design mit Studierenden ($N = 48$) des BA-Studiengangs „Sport-Gesundheit-Freizeitbildung“ an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe mit Hilfe eines Fragebogens auf Basis des Technologieakzeptanzmodells (Davis, 1989) und dessen Erweiterung um die einheitliche Theorie der Akzeptanz und Nutzung von Technologie (Venkatesh et al., 2003) gemessen (Artikel 6). Die Studierenden hatten

die Aufgabe, sich in zwei Selbstlernphasen im Rahmen einer Seminareinheit jeweils vier vorgegebene faziale Bewegungsübungen mit visueller Trainingsunterstützung durch 360°-Videos oder herkömmliche Trainingsvideos selbstständig anzueignen und den Nutzen und die Technologieakzeptanz beider Videoformate nach jeder Intervention zu bewerten.

Zusätzlich wurden im Rahmen der Studie zur Technologieakzeptanz die Potenziale von 360°-Videos aus Nutzersicht gemessen, deduktiv den bereits bekannten Mehrwertkategorien aus den beiden Reviews zugeordnet, miteinander verglichen und um weitere induktiv abgeleitete Mehrwerte ergänzt (Artikel 7).

Ergebnisse

Als Lehr-Lern-Medium werden 360°-Videos in verschiedenen Fachdisziplinen explorativ für drei Lehr-Lern-Zwecke eingesetzt: zur Präsentation und Beobachtung von Lehr-Lern-Inhalten (1), für eine immersive und interaktive Theorie-Praxis-Vermittlung (2) sowie zur Fremd- und Selbstreflexion (3). In Kombination mit den in der Literatur bereits genannten Potenzialen von herkömmlichen Videos und VR-Anwendungen als Lehr-Lern-Medium und den Ergebnissen der fachunspezifischen systematischen Literaturübersicht konnten fünf Mehrwertkategorien für den 360°-Videoeinsatz als Lehr-Lern-Medium sowohl deduktiv als auch induktiv identifiziert und abgeleitet werden:

1. 360°-Videos können die Lernmotivation und das Interesse an Lerninhalten steigern.
2. 360°-Videos können authentische und realistische digitale Lernszenarien ermöglichen.
3. 360°-Videos können immersive und interaktive Lernerfahrungen arrangieren.
4. 360°-Videos können multiperspektivische Beobachtungen bieten.
5. 360°-Videos können individuelle Lernprozesse ermöglichen.

Im Sport konnten induktiv vier Trainingsschwerpunkte in Anlehnung an die Übersicht zu sportmotorischen Fähigkeiten und sportlichen Leistungen von Hottenrott und Hoos (2013) für den 360°-Videoeinsatz als Trainingsinstrument ausgemacht werden: für kognitive Trainingsinhalte (1), als mentale Trainingsunterstützung (2), als Analyse- und Reflexionsinstrument (3) und für motorisches Bewegungslernen (4). Einschränkend ist festzuhalten, dass die eingeschlossenen Beiträge aufgrund ihres unterschiedlichen Beitragsformats und explorativen Untersuchungsdesigns eindeutige Aussagen bezüglich der Mehrwerte von 360°-Videos als Trainingsinstrument erschweren. Dennoch konnten anhand der Erkenntnisse in diesem jungen Forschungsfeld sechs Mehrwertkategorien sowohl deduktiv

aus den in der Literatur bereits genannten Potenzialen von herkömmlichen Videos und VR als auch induktiv aus den Ergebnissen der sportspezifischen systematischen Übersichtsarbeit abgeleitet werden.

1. 360°-Videos eignen sich zur Motivationssteigerung und Aktivierung für sportliche Handlungen und sportliche Leistung.
2. 360°-Videos sind für mehrperspektivische Reflexions- und Analyseprozesse sportlicher Handlungen und Leistung nutzbar.
3. 360°-Videos lassen sich zur Aufmerksamkeitssteigerung und Verbesserung der Wahrnehmungsfähigkeit von Spielsituationen einsetzen.
4. 360°-Videos bieten aufgrund des frei wählbaren Rundumblicks und der Videoaufzeichnung von realen Umwelten hochauthentische digitale Trainings szenarien.
5. 360°-Videos ermöglichen in Kombination mit immersiven Wiedergabemedien realistische und immersive digitale Trainingsumgebungen.
6. 360°-Videos lassen sich aufgrund der 360°-Videoaufzeichnung und des frei wählbaren Rundumblicks für beobachtende Trainingsprozesse verwenden.

Insbesondere der Mehrwert des individuell steuerbaren 360°-Rundumblicks innerhalb eines 360°-Videoszenarios konnte durch die beiden Studien belegt werden. Die Studien konnten auch zeigen, dass die eingesetzten 360°-Videos trotz ihres explorativen Gestaltungsdesigns gegenüber hochqualitativen herkömmlichen Trainingsvideos in der zukünftigen Videoformattendenz positiver bewertet wurden. Daneben konnte eine besondere Motivationssteigerung durch den Einsatz von 360°-Videos im Gegensatz zur herkömmlichen Videotechnologie nicht belegt werden. Ebenfalls ließ sich die in der Literatur oft genannte einfache Handhabung und Steuerung von 360°-Videos nicht bestätigen, vielmehr wurde die Notwendigkeit einer Bedienungsanleitung und -heranführung in Kombination mit einem gezielten methodisch-didaktischen Konzept für einen erfolgreichen 360°-Videoeinsatz als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument deutlich, deren Fehlen ebenfalls in den beiden systematischen Übersichtsarbeiten festgestellt wurde.

Entsprechend galt es, methodisch-didaktische Konzepte für 360°-Videos im Sport zu entwickeln, die bis dato nicht existieren, jedoch die ermittelten Potenziale aufgreifen. Fokussiert auf zwei identifizierte Potenziale (Beobachtungs- und Immersionspotenzial) von 360°-Videos als Trainingsinstrument wurde ein fünfstufiges 360°-Videotrainingkonzept

zur visuellen Trainingsunterstützung für beobachtendes und nachahmendes Bewegungstraining entwickelt.

1. Aufgrund des hohen Beobachtungspotenzials mit mehreren Blickrichtungsmöglichkeiten lassen sich 360°-Videos insbesondere für beobachtende Trainingsprozesse im Sinne kognitivistischer Lerntheorien nutzen. Die individuell frei wählbare Blickrichtung innerhalb eines 360°-Videos ermöglicht es den Trainierenden, Bewegungen von aufgenommenen Vorbildern, die in einer speziellen Rauten-Aufstellung um eine 360°-Videokamera herum platziert sind, in unterschiedlichen Körperachsen zu beobachten. Ähnlich dem Ansatz von Bewegungsanalysesystemen (Wirth & Büning, 2021), jedoch mit geringeren Systemanforderungen, lassen sich dadurch Bewegungen durch den 360°-Kamerarundumblick sowohl frontal- als auch sagittalperspektivisch individuell zur Bewegungsanalyse betrachten.
2. Neben den mehrperspektivischen Beobachtungsmöglichkeiten weisen 360°-Videos auch in Kombination mit immersiven Wiedergabemedien hohes Immersions- und Aktivierungspotenzial für nachahmende Trainingsprozesse auf. In Kombination mit einem Head-Mounted-Display (kurz: HMD) erfolgt die Blickrichtungssteuerung innerhalb der 360°-Videoaufnahme per Kopfbewegung, eine Arbeitsplatzfixierung wie bei einer Desktop-Anwendung entfällt. Die dadurch freie Körperbewegung ermöglicht den Trainierenden die direkte Nachahmung der aufgenommenen Bewegungsformen im digitalen Trainingssetting.

Die zunehmende Bewegungskomplexität der Trainingsaufgaben sowie der zunehmende Immersionsgrad des benötigten Wiedergabemediums innerhalb des entwickelten 360°-Videotrainingkonzepts wurden schrittweise entsprechend den Anforderungen einer methodischen Übungsreihe aufgebaut. In den ersten beiden Schritten erfolgt zunächst eine wenig immersive, desktopbasierte Beobachtung der Bewegung mit zunehmenden Beobachtungshilfen, in den zwei weiteren Schritten erfolgt die angeleitete Nachahmung und synchrone Bewegungsausführung mit einem HMD. Mit den aufeinanderfolgenden Schritten gleicht sich die durchzuführende Bewegung schrittweise der anvisierten, im 360°-Video aufgenommenen Bewegung an, eine Reduzierung von „motion sickness¹“ wird beabsichtigt.

¹ Die Benutzung von immersiven Wiedergabemedien kann bei Anwendern Kopfschmerzen, Übelkeit oder Schwindel hervorrufen. Dies kann zum einen mit der visuellen Überanstrengung begründet werden, zum anderen können die Nebenwirkungen daraus resultieren, dass die visuell wahrgenommene und empfundene Bewegung mit der tatsächlichen physischen Bewegung nicht übereinstimmt (Dörner & Steinicke, 2019; Hebel-Seeger, 2018).

Im fünften Schritt erfolgt abschließend die Bewegungsverfeinerung und -reflexion im Präsenztraining.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation zeigen im ersten Schritt gezielt die Potenziale und Einsatzmöglichkeiten der 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium im Bildungsbereich und als Trainingsinstrument im Sport in Abgrenzung zu Virtual Reality auf. Im zweiten Schritt wird eine kosten- und ressourcenschonende Umsetzung von Potenzialen der virtuellen Realität durch die 360°-Videotechnologie vorgestellt, die die Potenziale herkömmlicher Videos aufgreift und diese mit einem individuell frei wählbaren Rundumblick für reflexive, mehrperspektivisch beobachtende Lehr-Lern-Prozesse erweitert. Daneben bieten 360°-Videos Gestaltungsmöglichkeiten für authentische Lehr-Lern-Szenarien und immersive Lernerfahrungen. Die klare Abgrenzung der 360°-Videotechnologie gegenüber VR-Anwendungen ermöglicht eindeutige Aussagen über den Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument für zukünftige Forschung und leistet einen Beitrag zum tieferen Verständnis möglicher Lehr-Lern-Erfahrungen und Trainingsprozesse durch 360°-Videos.

Die Ergebnisse der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation zeigen auch, dass es bisher an empirischer Auseinandersetzung mit 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument sowie entsprechenden methodisch-didaktischen Konzepten mangelt. Durch die gezielte Kategorisierung der Einsatzmöglichkeiten und Potenziale von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument wurde ein methodisch-didaktisches 360°-Videotrainingkonzept zur visuellen Trainingsunterstützung für beobachtendes und nachahmendes Bewegungstraining auf Basis kognitivistischer Lerntheorien entwickelt, das niederschwellig die Potenziale von VR und herkömmlicher Videotechnologie miteinander verbindet. Das entwickelte methodisch-didaktische 360°-Videotrainingkonzept liefert eine erste Idee und Orientierung für weitere Konzepte sowohl im Bildungsbereich als auch speziell für den Sport. Zukünftig gilt es neben der Evaluierung von Lehr-Lern-Prozessen und Trainingsfortschritten zu überprüfen, ob sich negative Begleiterscheinungen immersiver Technologien wie zum Beispiel motion sickness oder kognitive Überlastung mit entsprechenden methodisch-didaktischen Konzepten vermeiden lassen. Die Studienergebnisse konnten erstmals belegen, dass auch mit explorativer 360°-Videoqualität die Trainierenden die in der Literatur genannten Mehrwerte der 360°-Videotechnologie überwiegend erkennen und zu dieser Videotechnologie als zukünftiges Videoformat zur visuellen Trainingsunterstützung tendieren.

Mit den aufgezeigten Einsatzbereichen und Potenzialen und den Transfermöglichkeiten des entwickelten methodisch-didaktischen 360°-Video-trainingskonzepts leistet die vorliegende publikationsbasierte Dissertation auch einen Beitrag zur Digitalisierung von Bildungs- und Trainingsprozessen.

Abstract

Introduction

Video technology is already a widely used teaching-learning medium both in higher education (Börner et al., 2016) and as an established tool to support training processes in sports (Fischer & Paul, 2020). Videos can support teaching-learning processes (Noetel et al., 2021) and offer advantages in the acquisition of procedural knowledge (Findeisen et al., 2019) or in the visual representation of abstract facts, complex movement sequences, and three-dimensional objects (Saubier, 2017). In sport, videos are used for reflection processes and as a feedback tool (Mödinger et al., 2022), or serve to teach technique and movement by observing the optimal execution of motion (Fischer & Krombholz, 2020; Fischer & Paul, 2020).

Immersive media such as virtual reality (VR) enable new teaching and learning experiences that go beyond the pure viewing level through immersion, offer high motivation potential (Jensen & Konradsen, 2018; Kavanagh et al., 2017; Pirker & Dengel, 2021), and promote interaction (Hebbel-Seeger, 2018). Immersion can be understood on a mental-conceptual level (Dörner et al., 2019) as the feeling of being present in a nonphysical world (Ranieri et al., 2022; Wendeborn, 2021). These "newer" media are also said to have high training potential in sport (Faure et al., 2019; Wendeborn, 2021), but so far have received little attention in the literature, particularly in the (high) school or university contexts (Lipinski et al., 2020).

While cost and resource factors, among others, have made the use of immersive media for teaching and learning processes difficult (Noetel et al., 2021), 360° videos extend the advantages of conventional videos through interaction possibilities, immersive learning experiences, and multi-perspective reflection possibilities (Ranieri et al., 2022; Roche et al., 2021; Rupp et al., 2019). While VR applications predominantly show computer-programmed actions and environments (Roche et al., 2021), 360° videos are video recordings of the real environment using a 360° video camera. Unlike VR, 360° videos do not allow for action manipulation and offer fewer degrees of freedom in use and control (Griffin et al., 2021), but 360° videos – with three degrees of freedom through x, y, and z rotations (ibid.) around the camera perspective – offer more individual viewing and control options than conventional video technology. On one hand, 360° videos are categorized as a video format, as they are video recordings (Roche et al., 2021), but on the other hand, they are associated with VR due to the immersive possibilities (Petri & Witte, 2018). No uniform

categorization exists, and although 360° videos contain characteristics of VR, e.g., immersion and interaction possibilities (Roche et al., 2021), they are viewed as less complex to implement, particularly due to their design process (Farley et al., 2020).

Aims of the PhD thesis

Due to the lack of a distinction between 360° video technology and VR, the research results on both technologies as a teaching and learning medium are inconsistent in the extant literature. Thus, a clear focus on 360° videos could not be identified. Therefore, this publication-based dissertation has three main objectives: (1) categorize 360° videos' possible uses and potentials as a teaching-learning medium and training tool clearly; (2) develop a methodological-didactic concept for 360° videos as a visual training tool in sport; and (3) specifically investigate the benefits of using 360° videos as a visual training tool.

Method

Three overarching research questions were posed, then answered as a first step through two comprehensive, systematic reviews based on the PRISMA approach (Moher et al., 2015) in the nonspecific education sector (N = 44) and with an emphasis on sport (N = 18):

- 1) Which disciplines can be categorized using 360° videos as a teaching–learning medium and a training tool?*
- 2) With what intentions and purposes is 360° video technology used as a teaching and learning medium for education processes and as a training tool in sport?*
- 3) What potentials of 360° videos as a teaching–learning medium and as a training tool can be identified or derived from the categorized results?*

This systematic literature search on 360° videos as a pedagogical teaching-learning medium in multidisciplinary teaching (Article 1) considered only peer-reviewed articles in English from the Education Resources Information Center (ERIC) and Academic Search Premier EBSCOhost databases that clearly used a “360° video” term or related terms identified in an unsystematic preliminary search in the title or abstract. Two independent coders' relevance determination yielded an agreement of 98%, with a reliability estimate made through a Cohen's kappa coefficient of $K = 0.81$, which can be classified as strong agreement (Döring & Bortz, 2016a).

In the systematic literature search concerning 360° videos' application and potential in sport (Article 2), a literature search was conducted for German and English-language articles in the ERIC, ScienceDirect, Scopus, and SPOLIT (Federal Institute of Sport Science [BISp]) databases. Two independent coders determined relevance on the basis of the title or summary through a reliability test, yielding an agreement of 97%. The adjusted reliability estimate elicited a Cohen's kappa coefficient of $K = 0.86$, indicating (almost) complete agreement (Döring & Bortz, 2016a).

In addition to the three overarching research questions, two further subordinate research questions also were addressed:

- 4) *What methodological-didactic teaching-learning and training concepts are there for the use of 360° videos as a teaching-learning medium and training tool?*
- 5) *What are the advantages of 360° videos for independent movement acquisition compared with conventional video technology?*

Taking into account the two systematic literature reviews' possible applications and potentials, a methodical-didactic 360° video training concept for the independent learning of predefined movement sequences in five consecutive steps, based on the cognitive learning theory of "learning through observation and imitation" (Bandura et al., 1966), is presented for choreographic movement learning (Article 3), as well as for training content from taekwondo (Article 4) and karate (Article 5).

The subjective assessment of the benefits and acceptance of 360° video technology for independent learning of movements through observation was surveyed as part of a randomized intervention study in a cross-over design with students ($N = 48$) taking the BA course Sport-Health-Leisure Education at the University of Education Karlsruhe using a questionnaire based on the technology acceptance model (Davis, 1989) and, by extension, the unified theory of acceptance and use of technology (Venkatesh et al., 2003) (Article 6). As part of a seminar unit, the students had the task of independently learning four predefined fascia movement exercises with visual training support using 360° videos or conventional training videos in two self-learning phases, then evaluating the benefits and technology acceptance of both video formats after each intervention.

Furthermore, as part of the study on technology acceptance, 360° videos' potential was measured from the user's perspective, deductively assigned to the already-known added value categories from the two reviews, compared with each other, and supplemented by further inductively derived added values (Article 7).

Results

As a teaching-learning medium, 360° videos are used exploratively in various disciplines for three teaching-learning purposes: (1) presentation and observation of teaching-learning content; (2) immersive and interactive theory-practice transmission; and (3) external and self-reflection. In combination with the potential of conventional videos and VR applications as a teaching-learning medium already mentioned in the literature and the results of the nonspecific systematic literature research, five added value categories for the use of 360° videos as a teaching-learning medium were identified and derived both deductively and inductively:

1. 360° videos can increase learning motivation and interest in learning content.
2. 360° videos can enable authentic and realistic digital learning scenarios.
3. 360° videos can create immersive and interactive learning experiences.
4. 360° videos can offer multi-perspective observations.
5. 360° videos can facilitate individual learning processes.

In sport, four main areas for the use of 360° video as a training tool were identified inductively based on Hottenrott and Hoos' (2013) overview of sport motor skills and performance: (1) cognitive training content; (2) as mental training support; (3) as an analysis and reflection tool; and (4) for motor movement learning. However, the included contributions notably make it difficult to draw clear conclusions regarding 360° videos' added value as a training tool due to their different contribution formats and explorative study designs. Nevertheless, based on findings in this fledgling field of research, six added value categories could be derived deductively from the potentials of conventional videos and VR already mentioned in the literature, and inductively from the sport-specific systematic review's results:

1. 360° videos are suitable for increasing motivation and activation for sporting activities and performance.
2. 360° videos can be used for multi-perspective reflection and analytical processes in sporting actions and performance.
3. 360° videos can be used to increase attention and improve the ability to perceive game situations.

4. 360° videos offer highly authentic digital training scenarios thanks to the freely selectable all-around view and the video recording of real environments.
5. In combination with immersive playback media, 360° videos enable realistic and immersive digital training environments.
6. 360° videos can be used for observational training processes thanks to video recording and the freely selectable all-around view.

In particular, the added value of the individually controllable 360° panoramic view within the 360° video scenario was demonstrated in both studies. The two studies also were able to demonstrate that the 360° videos used were rated more positively than high-quality, conventional training videos in the future video format Trend despite to their explorative design. Furthermore, no particular increase in motivation could be demonstrated through the use of 360° videos in contrast to conventional video technology. Similarly, ease of use and control of 360° videos frequently mentioned in the literature could not be confirmed. Instead, the need for guidance and an introduction in combination with a targeted methodological and didactic concept for the successful use of 360° videos as a teaching/learning medium and training tool became clear, the lack of which also was noted in the two systematic reviews.

Therefore, the aim was to develop methodological and didactic concepts for 360° videos in sport that do not yet exist, but address the identified potential. Based on two identified potentials (observation and immersion) of 360° videos as a training tool, a five-stage 360° video training concept was developed for visual training support for observational and imitative movement training.

1. Due to the high observation potential with multiple viewing directions, 360° videos can be used in particular for observational training processes in the sense of cognitivist learning theories. The individual freely selectable viewing direction within a 360° video enables the trainee to observe movements of recorded role models, which are placed in a special diamond arrangement around a 360° video camera in different body axes. Thus, similar to motion analysis systems approach (Wirth & Büning, 2021), but with lower system requirements, movements for motion analysis can be viewed individually from both frontal and sagittal perspectives through the 360° camera panorama.
2. In addition to multi-perspective viewing options, 360° videos, in combination with immersive playback media, have a high immersion and activation potential for immersive training processes. In combination with a head-mounted display (HMD), the viewing direction within the 360° video recording is controlled via head movement, eliminating

the need to fixate on a workstation using a desktop application. The resulting free body movement allows the user to imitate recorded movements in the digital training setting directly.

The training tasks' increasing movement complexity and the increasing degree of immersion of the required playback medium within the developed 360° video training concept were built up step by step based on the requirements of a methodical exercise series. The first two steps initially involved less-immersive, desktop-based observation of movements with increasing observation aids, while the following two steps involve guided imitation and synchronous execution of the movement with an HMD. The movement to be executed is adapted gradually to the target movement recorded in the 360° video to reduce "motion sickness"¹.

Finally, during the fifth step, the movement is refined and reflected upon in the face-to-face training.

Conclusion

In a first step, this publication-based dissertation's results specifically demonstrate the potential and possible applications of 360° video technology as a teaching and learning medium in the education sector and in sports training. In a second step, a cost- and resource-saving implementation of VR's potential through 360° video technology is presented, taking conventional videos' potential and expanding it with an individually selectable, all-around view for reflective, multi-perspective, observational teaching-learning processes. Furthermore, 360° videos offer design options for authentic teaching-learning scenarios and immersive learning experiences. The clear differentiation between 360° video technology and VR applications clarifies the use of 360° videos as a teaching-learning medium and training tool for future research, and contributes to a deeper understanding of possible teaching-learning experiences and training processes through 360° videos.

This publication-based dissertation's results also demonstrate that an empirical examination of 360° videos as a teaching-learning medium and training tool, and corresponding methodological-didactic concepts remain lacking. Through the targeted categorization of 360° videos' possible applications and potentials as a teaching-learning medium and

¹ The use of immersive playback media can cause headaches, nausea or dizziness in users. On the one hand, this can be due to visual overexertion; on the other hand, the side effects can result if the visually perceived and felt movement does not match the actual physical movement (Dörner & Steinicke, 2019; Hebbel-Seeger, 2018).

training tool, a methodological-didactic 360° video training concept for visual training support for observational and imitative movement training was developed on the basis of cognitivist learning theories, which combine VR and conventional video technology's potentials in a low-threshold manner. The developed methodical-didactic 360° video training concept offers an initial idea and orientation for further concepts both in the field of education and specifically for sport. In addition to the evaluation of teaching-learning processes and training progress, it will be necessary in the future to examine whether negative side effects from immersive technologies, e.g., motion sickness or cognitive overload, can be avoided through suitable methodological and didactic concepts. The study results indicate, for the first time, that trainees or students predominantly recognize the added value of 360° video technology mentioned in the literature, even with explorative 360° video quality, and tend to prefer this video technology as a future video format for visual training support.

This publication-based dissertation also makes a contribution to the digitalization of educational and sports offerings by investigating areas of application and potential and developing a methodical and didactic 360° video training concept.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	i
Abstract	ix
Abbildungsverzeichnis.....	xix
Tabellenverzeichnis	xxi
Abkürzungsverzeichnis	xxiii
Übersicht der Publikationen und Tagungen	xxv
Vorwort	xxvii
1 Einleitung	1
2 Hintergrund und Forschungsstand.....	5
2.1 Definitonische Trennung von Virtual Reality und 360°-Videos	6
2.2 Videotechnologien als Lehr-Lern-Medium	10
2.3 Virtual Reality als Lehr-Lern-Medium	10
2.4 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium	11
3 Theoretischer Rahmen.....	13
3.1 Cognitive Load Theory / Cognitive Theorie of Multimedia Learning	14
3.2 Cognitive Affective Model of Immersive Learning	15
3.3 Meaningful-immersive Virtual Reality-Learning Modell.....	16
3.4 Technology Acceptance Model	18
4 Forschungsmethodik und Umsetzung.....	21
4.1 Systematisierung der Einsatzmöglichkeiten und Potenziale von 360°-Videos für Bildungsprozesse und als Trainingsinstrument.....	23
4.2 Konzipierung methodisch-didaktischer Schritte für ein 360°- Videotrainingsszenario im Sport, basierend auf motorischen, kognitiven und medienspezifischen Lerntheorien	26
4.3 Evaluation der subjektiven Nutzenbewertung der 360°-Videotechnologie als visuelle Trainingsunterstützung durch das TAM-Modell.....	33
4.4 Evaluation der subjektiv wahrgenommenen Potenziale der 360°- Videotechnologie als visuelle Trainingsunterstützung.....	35
4.5 Übersicht der Publikationen.....	37

5 Publikationen	39
5.1 Artikel 1: 360° videos in education – A systematic literature review on application areas and future potentials	41
5.2 Artikel 2: 360-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium	77
5.3 Artikel 3: 360-Videos zum Erlernen von Bewegungsmustern – eine Konzeptidee für den Einsatz als Lehr-Lernmedium	100
5.4 Artikel 4: Immersive training for movement sequences: The use of 360° video technology to provide poomsae training in Taekwondo	112
5.5 Artikel 5: 360°-Videos für beobachtendes und nachahmendes Kata-Training im Karate	129
5.6 Artikel 6: 360° videos as visual training support for independent movement acquisition – benefit evaluation with the TAM	138
5.7 Artikel 7: 360 videos as a visual training tool – a study on subjective perceptions	160
5.8 Ergebnisse und Diskussion	174
5.9 Limitationen	185
6 Fazit und Ausblick	187
7 Literatur	191
8 Anhang	205

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1:	Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL) (Makransky & Petersen, 2021, S. 943) (eigene vereinfachte Darstellung)	15
Abbildung 3.2:	Meaningful-immersive Virtual Reality-Learning-Modell (M-iVR-L) (Mulders, 2022, S. 60) (eigene vereinfachte Darstellung).	17
Abbildung 3.3:	Technology acceptance model (TAM) (Davis, 1989, S. 24) (eigene Übersetzung und vereinfachte Darstellung).	19
Abbildung 4.1:	Exemplarisches Laufschemata der Karate-Kata Taikyoku Shodan (Tartaglia, 2010, S.14-15).	29
Abbildung 4.2:	360°-Videotrainingkonzept für beobachtendes und nachahmendes Bewegungslernen vordefinierter Bewegungsabfolgen.....	30
Abbildung 4.3:	360°-Video-Rauten-Aufnahmegestaltung und exemplarische Umsetzung im Taekwondo.....	34
Abbildung 4.4:	Entwickeltes Studiendesign einer randomisierten Cross-Over-Studie (Artikel 6 & 7).	35
Abbildung 4.5:	Ablaufschema einer inhaltlich strukturierenden Inhaltsanalyse (eigene Darstellung, in Anlehnung an Kuckartz, 2018, S.100) und Vorgehensweise innerhalb der Evaluation der subjektiv wahrgenommenen Potenziale der 360°-Videotechnologie.	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Überblick der verwendeten quantitativen und qualitativen Forschungsmethoden.....	22
Tabelle 4.2: Umsetzung lern-theoretischer Grundlagen im entwickelten 360°-Videotrainingkonzept.	31
Tabelle 4.3: Übersicht der eingereichten Publikationen der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation.	37

Abkürzungsverzeichnis

Abb	Abbildung
AR	Augmented Reality
BISp	Bundesinstitut für Sportwissenschaft
CAMIL	Cognitive Affective Model of Immersive Learning
CLT	Cognitive Load Theory
CTML	Cognitive Theory of Multimedia Learning
digiMINT	Digitalisiertes Lernen in der MINT-Lehrkräftebildung
DoF	Degrees of Freedom (Freiheitsgrade)
ERIC	Education Resources Information Center
HMD	Head-Mounted-Display
ISD	Institut für Schulpädagogik und Didaktik
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
MINT	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik
M-IVR-L	Meaningful-immersive Virtual Reality-Learning
MR	Mixed Reality
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
Spolit	Sportwissenschaftliche Literatur
Tab	Tabelle
TAM	Technology Acceptance Model
UTAUT	Unified Theory of Acceptance and Use of Technology

VR Virtual Reality

XR Extended Reality

Übersicht der Publikationen und Tagungen

Der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation liegen sechs Veröffentlichungen zugrunde. Davon sind zwei Artikel in deutschsprachigen und vier Artikel in internationalen Zeitschriften mit Peer-Review-Verfahren veröffentlicht.

Artikel 1 Rosendahl, P., & Wagner, I. (2023). 360° videos in education – A systematic literature review on application areas and future potentials, *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11549-9>. (Lizenz CC BY 4.0).

Artikel 2 Rosendahl, P., & Wagner, I. (2022). 360-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium, *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, 62(2), 135. (Zustimmung durch den Verlag).

Artikel 3 Rosendahl, P., & Wagner, I. (2021). 360°-Videos zum Erlernen von Bewegungsmustern – eine Konzeptidee für den Einsatz als Lehr-Lernmedium, *Zeitschrift für Studium und Lehre in der Sportwissenschaft*, 4(3), 38 – 42. (Lizenz CC BY 4.0).

Artikel 4 Rosendahl, P., Klein, M., & Wagner, I. (2022). Immersive training for movement sequences: The use of 360° video technology to provide poomsae training in Taekwondo, *Journal of Physical Education and Sport*, 22(10), 2318 – 2325. <https://doi.org/10.7752/jpes.2022.10295>. (Lizenz CC BY-NC-ND 3.0).

Artikel 6 Rosendahl, P., Müller, M. & Wagner, I. (2024). A 360° video as visual training support for independent movement acquisition—benefit evaluation with the TAM. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s12662-023-00930-6>. (Lizenz CC BY 4.0)

Artikel 7 Rosendahl, P., Müller, M., & Wagner, I. (2023). 360° videos as a visual training tool – a study on subjective perceptions, *Journal of Physical Education and Sport*, 23(4), 795 – 801. <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.04100>. (Lizenz CC BY-NC-ND 3.0).

Des Weiteren wurde ein Beitrag außerhalb eines Peer-Review-Verfahrens im Rahmen der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation veröffentlicht:

Artikel 5 Rosendahl, P., & Wagner, I. (2023). 360°-Videos für beobachtendes und nachahmendes Kata-Training im Karate, *SportPraxis*, 64(1), 54 – 58. (Zustimmung für akzeptierte Manuskriptfassung).

Im Rahmen der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation wurden Forschungsergebnisse auf verschiedenen Tagungen vorgestellt, diskutiert und auf Basis der erhaltenen Rückmeldungen weiterentwickelt.

Tagung 1 Rosendahl, P., & Wagner, I. (2020). Immersive Videotechnologie im Sport – Ein Review über Einsatzmöglichkeiten, Bewertungen und Akzeptanz von 360°-Videos zum Kompetenzerwerb sowie zur Motivationssteigerung innerhalb des Sports. In *# Sport# Gesundheit# Digital: Der Kongress zu Chancen und Risiken der Digitalisierung in Sport und Gesundheit der Technischen Universität Kaiserslautern*, 26.-27. November. Technische Universität Kaiserslautern, (digital).

Tagung 2 Rosendahl, P., & Wagner, I. (2021). Bewegungslernen mit 360°-Videos – eine Konzeptidee. In *34. Jahrestagung der Sektion Sportpädagogik der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft (dvs), Figurationen sportpädagogischer Forschung und Lehre*, 03.-04. Juni, Stiftung Universität Hildesheim, (digital).

Tagung 3 Rosendahl, P., & Wagner, I. (2022). 360°-Videos im Sport: Beobachten – Reflektieren – Mitmachen. In *25. Sportwissenschaftlicher Hochschultag der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft (dvs), Sport, Meer & Mehr – Sportwissenschaft in gesellschaftlicher Verantwortung*, 29.-31. März. Christian-Albrechts-Universität Kiel, (digital).

Tagung 4 Rosendahl, P., & Wagner, I. (2022). 360°-Videotechnologie in der Bildung – Einsatzmöglichkeiten und Potenziale neuer Videotechnologien für digitalbasierte Lernkontexte. In *Fachtagung der Deutschen Gesellschaft für Fachdidaktik (GFD) und der Österreichischen Gesellschaft für Fachdidaktik (ÖGFD), Fachdidaktik im Zentrum von Forschungstransfer und Transferforschung*, 29.-31. August, Universität Wien.

Tagung 5 Rosendahl, P., Klein, M., & Wagner, I. (2022). Poomsae-Training mit 360°-Videos – ein immersives Trainingskonzept. In *10. Internationales Symposium der Kommission Kampfkunst und Kampfsport der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft (dvs)*, 06.-07. Oktober, University of Education Ludwigsburg.

Vorwort

„Es ist besser, Ehrungen zu verdienen und nicht geehrt zu sein, als geehrt zu sein und es nicht zu verdienen“ (Mark Twain, zitiert nach Eißler-Rauh, 2005, S. 99).

Ich habe mich bewusst gegen eine namentliche Aufzählung aller Personen entschieden, damit auch niemand vergessen wird und möchte mich dennoch bei so vielen Personen bedanken, die mich auf dem Weg begleitet, unterstützt und auf vielfältigste Weise zum Gelingen meiner Promotion beigetragen haben.

Ein herzliches Dankeschön geht an das gesamte Team des Arbeitsbereiches für interdisziplinäre Didaktik der MINT-Fächer und des Sports am Institut für Schulpädagogik und Didaktik des KITs für die Betreuung, die Unterstützung, die Erfahrungen und den fachlichen aber auch privaten Austausch während den letzten 4 Jahren. Ich werde Euch alle sehr vermissen, vielen Dank für alles!

Daneben gilt mein Dank allen Kollegen und Kolleginnen, die ich in den letzten 4 Jahren durch verschiedene Projekte, auf Veranstaltungen und Tagungen oder durch verschiedene Netzwerke sowohl national als auch international kennenlernen durfte und mit denen ich in den Austausch treten konnte. Es war mir eine Ehre und Freude!

Ich möchte mich ebenfalls bei allen Wegbegleitern bedanken, die mich bis zum heutigen Tag, angefangen während meiner gesamten Studienzzeit bishin zu meinem beruflichen Werdegang unterstützt und geprägt haben. Dadurch sind Freundschaften entstanden!

Abschließend möchte ich jedoch betonen und hervorheben, dass die gesamten 4 Jahre ohne die Unterstützung meiner Familie und Freunde nicht möglich gewesen wäre. Für den Verzicht, die Geduld und die Flexibilität aber auch gleichzeitig für die Liebe, die Motivation, die Lebensfreude und die Ablenkung bin ich von ganzem Herzen dankbar. Euch gilt mein größter Dank!

„Erfolg im Leben ist etwas Sein, etwas Schein und sehr viel Schwein“ (Philipp Rosenthal, zitiert nach Eißler-Rauh, 2005, S. 82).

Philipp Rosendahl

1 Einleitung

Im Zuge der Corona-Pandemie und den folgenden Trainingseinschränkungen sowohl im (Hoch-)Schulsport als auch im Vereinssport wurden zur Vermittlung sport-theoretischer und sportpraktischer Kenntnisse und Trainingsinhalte, zumindest für ein Mindestmaß an Kompetenzerwerb, neue, insbesondere digitale Vermittlungswege notwendig.

Die Nutzung von Videomaterial ist im Sport weit verbreitet. Videos werden zur Darstellung komplexer Handlungsabläufe und Bewegungen eingesetzt, dienen als Analyse- und Reflexionsinstrument taktischer Sportabläufe, bieten digitale Möglichkeiten für Online-Workouts oder visualisieren (und animieren) anatomische Gelenkdarstellungen.

Neben herkömmlichen Videos und digitalem Livetraining erhielten dabei auch Ideen und Konzepte für ungewohnte, neue digitale Technologien als Lehr-Lern-Medien und Trainingsinstrumente zunehmende Aufmerksamkeit für den (Hoch-)Schuleinsatz. So lassen sich sportliche Trainingsprozesse und Wissenserwerb mit neuen (immersiven) Technologien wie Virtual Reality (neu) gestalten und unter anderem zur Reaktions- und Aufmerksamkeitsförderung im Training nutzen. Immersiv-interaktive Technologien ermöglichen zudem eine dreidimensionale, mehrperspektivische Bewegungs-darstellung.

Die Potenziale immersiver Technologien als Lehr-Lern-Medien und Trainingsinstrumente sowohl für (hoch-)schulische Bildungsprozesse als auch im Sport rücken zunehmend in den wissenschaftlichen Fokus, die Implementierung als Lehr-Lern-Medium ist jedoch insbesondere im (hoch-)schulischen Sportunterricht bisher wenig verbreitet. Die Hemmschwelle für eine breite, flächendeckende Implementierung als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument ist möglicherweise im Ressourcenaufwand zur Erstellung von Virtual Reality-Inhalten begründet, die zum Beispiel Programmierkenntnisse oder den Einsatz entsprechender technischer Hilfsmittel voraussetzen. Eine weitere Begründung liegt möglicherweise in der fehlenden Informationsverbreitung zu neueren Lehr-Lern- und Trainingsmöglichkeiten durch immersive Technologien.

Ausgehend von den Vorgaben innerhalb des Projektrahmens digiMINT¹ am Institut für Schulpädagogik und Didaktik (kurz: ISD) des Karlsruher Instituts für Technologie (kurz: KIT), welcher virtuelle Lernumgebungen unter anderem in Naturwissenschaften und Sport thematisiert, wurde in der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation der Fokus auf die ressourcenschonende 360°-Videotechnologie als Bindeglied zwischen immersiven Virtual Reality-Anwendungen und herkömmlichen Videos gewählt.

Für einen Einstieg zur Verwendung immersiver Technologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument eignet sich die 360°-Videotechnologie, die die Vorteile herkömmlicher Videos für Lehr-Lern-Prozesse und als Trainingsinstrument mit immersiven Lernerfahrungen und mehrperspektivischen Reflexionsmöglichkeiten erweitert. Trotz der zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten werden 360°-Videos als spezifisches Videoformat und Bindeglied zwischen herkömmlichen Videos und immersiver Technologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument bisher kaum eingesetzt. Hier bietet sich ungenutztes Potenzial zu deren Anwendung und Implementierung insbesondere im Sport.

Die Einsatzmöglichkeiten und Potenziale der 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument sollen in der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation aufgezeigt werden. Dabei stehen drei übergeordnete Forschungsfragen im Vordergrund:

- 1) Welche Einsatzbereiche der 360°-Videotechnologie lassen sich im Bildungsbereich und im Sport identifizieren?*
- 2) Mit welchen Intentionen wird die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium für Bildungsprozesse und als Trainingsinstrument im Sport eingesetzt?*
- 3) Welche Potenziale weist die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument auf?*

Neben den drei übergeordneten Forschungsfragen werden zwei weitere untergeordnete Forschungsfragen formuliert:

¹ Im Projekt „Digitalisiertes Lernen in der MINT-Lehrkräftebildung (digiMINT)“ werden digitale Lern-kontexte in den MINT-Fächern entwickelt, erprobt, evaluiert und für den Transfer in die Schulpraxis vorbereitet. Im Rahmen von digiMINT erfolgt dies in den Fächern Mathematik, Informatik, fächer-übergreifend in den Naturwissenschaften (und Sport) und Technik sowie in den Bildungswissenschaften (https://www.hoc.kit.edu/zlb/Forschung_DigiMINT.php).

4) Welche vorhandenen methodisch-didaktischen Lehr-Lern- und Trainingskonzepte existieren zum Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument?

5) Welche Nutzen werden 360°-Videos zur selbstständigen Aneignung von Bewegungen im Vergleich zur herkömmlichen Videotechnologie zugesprochen?

Die Ergebnisse der Arbeit legen vielfältige Einsatzmöglichkeiten von 360°-Videos im Sport dar und zeigen verschiedene Potenziale der 360°-Videotechnologie exemplarisch an einem entwickelten methodisch-didaktischen Konzept auf, um zum einen die positiven Effekte durch 360°-Videos für den (hoch-)schulischen Sportkontext wie auch für die Bewegungsförderung zu nutzen, zum anderen Perspektiven und Transfermöglichkeiten sowohl für die Sportlehrer*innenausbildung als auch für die Weiterentwicklung von Online-Sportangeboten im Breitensport herzustellen.

Die vorliegende publikationsbasierte Dissertation ist wie folgt aufgebaut: Zunächst werden im zweiten Kapitel definitorische und theoretische Hintergründe zu herkömmlicher Videotechnologie, immersiver Technologie und 360°-Videos als Lehr-Lern-Medien aufgezeigt. Im dritten Kapitel werden für den Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium unterschiedliche lerntheoretische Modelle als Rahmenbedingungen vorgestellt, die für die Entwicklung und Implementierung von 360°-Video-Lehr-Lern-Szenarien als notwendig betrachtet werden. Im vierten Kapitel werden die eingesetzten Forschungsmethoden und Vorgehensweisen vorgestellt, die in den sieben Publikationen der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation zum Einsatz kommen. Darauf folgen im fünften Kapitel eine komprimierte Darstellung und eine Diskussion der Ergebnisse. Das sechste Kapitel schließt die Arbeit mit einem Fazit und einem Ausblick ab.

Im Anhang befinden sich die Artikel (1, 2, 3, 4, 5 & 7) der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation im Originalformat sowie die verwendeten Erhebungsinstrumente der durchgeführten Studien. Artikel 6 wurde vom German Journal of Exercise and Sport Research final akzeptiert, befand sich jedoch noch im Formatierungsprozess zum Zeitpunkt des Druckes der vorliegenden Dissertation.

2 Hintergrund und Forschungsstand

Mit der ständigen Weiterentwicklung von digitalen Medientechnologien und deren Möglichkeiten zur Nutzung als Lehr-Lern-Medium werden neue Forschungsfelder für (hoch-)schulische Bildungsprozesse als auch speziell für den Sporteinsatz notwendig, die die möglichen Potenziale und Anwendungsmöglichkeiten analysieren (Wendeborn, 2021) und methodisch-didaktische Konzepte für den digitalen Medieneinsatz entwickeln. Für Lehr-Lern-Prozesse im Sport wird den digitalen Medien hohes Potenzial zugesprochen (Wendeborn, 2019), jedoch haben diese in der Literatur insbesondere im (hoch-)schulischen Sportkontext bisher wenig Beachtung gefunden (Zühlke et al., 2020). Die Vielfalt digitaler Lehr-Lern-Medien reicht von herkömmlichen Videos und App-Anwendungen zu immersiven Medien. Insbesondere bei immersiven Medien wie Virtual Reality (kurz: VR), Augmented Reality (kurz: AR) und 360°-Videos ist eine begriffliche Trennschärfe nicht immer vorhanden. Zusätzlich kommen übergeordnete Begriffe wie Mixed Reality (kurz: MR) oder Extended Reality (kurz: XR) hinzu, die eine Weiterentwicklung von AR beschreiben (Bäder & Kasper, 2020) oder VR und AR umfassen (Gossel, 2022; Windscheid & Rauterberg, 2022). Für eine gezielte Ausarbeitung der Potenziale und Anwendungsmöglichkeiten digitaler Medien und zur Konzipierung methodisch-didaktischer Lehr-Lern- und Trainings-arrangements wird, im Sinne einer Explikation (Opp, 2014), eine eindeutige begriffliche Verwendung als notwendig erachtet, sodass Ergebnisse und Aussagen unmissverständlich einer digitalen Medienanwendung zuzuordnen sind.

Die vorliegende publikationsbasierte Dissertation thematisiert ausschließlich die 360°-Videotechnologie und deren Potenziale, Anwendungsmöglichkeiten und methodisch-didaktische Vorgehensweisen als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument. Auf-grund der in der Literatur häufig identifizierten Nähe von 360°-Videos zu VR (Bäder & Kasper, 2020; Gossel, 2022; Wesner et al., 2020; Windscheid & Rauterberg, 2022) wird in den folgenden Kapiteln zunächst eine begriffliche Trennung beider digitaler Technologien vorgenommen. Da 360°-Videos jedoch sowohl Eigenschaften herkömmlicher Videotechnologie als auch von VR aufweisen, werden darauffolgend die Forschungsstände zur herkömmlichen Videotechnologie und VR als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument komprimiert dargestellt und mit dem Forschungsstand zu 360°-Videos abgeschlossen.

2.1 Definitiorische Trennung von Virtual Reality und 360°-Videos

Eine einheitliche Definition von Virtual Reality ist bisher nicht gegeben, jedoch besteht in der Literatur größtenteils Übereinstimmung bezüglich der charakteristischen Merkmale von VR (Dörner et al., 2019). VR ermöglicht Nutzenden die Bewegung in einer computergenerierten Welt (Bäder & Kasper, 2020), in der sie mit der virtuellen Umwelt interagieren und Handlungen aktiv steuern oder manipulieren (Gossel, 2022; Windscheid & Rauterberg, 2022). Eine Interaktion ist auf unterschiedliche Weise möglich. Spezielle Ausgabegeräte wie VR-Brillen und Head-Mounted-Displays (kurz: HMDs) setzen die Blickrichtung der Nutzenden in die virtuelle Anwendung um, Hand-controller erkennen bewusste Entscheidungen per Knopfdruck oder Handbewegungen der Nutzenden und transferieren diese in die virtuelle Handlung, auf die wiederum die computergenerierte Umwelt reagiert (Grimm et al., 2019a). Die Ausgabegeräte lassen sich dabei nach unterschiedlichen Kriterien klassifizieren, zum Beispiel nach dem Gesichtsfeld, welches die Wahrnehmung der Realität ohne Augen- oder Kopfbewegung beschreibt, nach dem Sichtfeld, welches den wahrgenommenen Blickwinkel innerhalb der technischen Anwendung beschreibt, oder auch nach der Latenz, die die Zeitspanne zwischen der Datenübertragung und einer möglichen Verzögerung der Datennutzung beschreibt (Grimm et al., 2019b). Aufgrund der Fokussierung der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation auf die 360°-Videotechnologie wird bezüglich der Ausgabegeräte nur auf HMDs eingegangen und auf eine ausführliche technische Beschreibung von VR-Brillen verzichtet. Als HMD werden sämtliche Displays bezeichnet, die unmittelbar vor den Augen der Nutzenden zum Einsatz kommen (ebd.). Durch ein integriertes Trackingsystem im entsprechenden Ausgabegerät werden die HMD-Bewegungen innerhalb der digitalen Anwendung umgesetzt und die Blickrichtung gesteuert (ebd.). Das verwendete Ausgabegerät, zum Beispiel ein Smartphone, kann dabei bereits als sogenanntes Cardboard-HMD in eine Pappkonstruktion integriert werden oder in einer speziellen, geschlossenen Smartphone-Halterung mit Kopfbefestigung angebracht sein (ebd.). Nach einem technologischen Ansatz wird VR größtenteils mit der Nutzung eines entsprechenden Wiedergabemediums, der VR-Brille, assoziiert (Dörner et al., 2019). Durch die Nutzung entsprechender Computersysteme werden immersiv-interaktive virtuelle Welten erzeugt. Hierbei steht die Nutzung technischer Geräte als charakteristisches Merkmal im Vordergrund.

Die Interaktionsmöglichkeiten innerhalb von VR-Anwendungen erfordern jedoch nicht nur das computergenerierte Verfolgen der VR-Brillen und Controller (sogenanntes Tracking), sondern auch die Möglichkeiten der virtuellen Bewegung selbst (Grimm et al.,

2019a). Dabei lassen sich die translatorischen, im Raum verschiebenden Bewegungen von Rotationsbewegungen um die Körperachse von Nutzenden und Objekten unterscheiden (ebd.). Diese Möglichkeiten der Bewegungen werden durch die Freiheitsgrade oder Degrees of Freedom (kurz: DoF) eines starren Körpers beschrieben (ebd.). Die translatorischen Bewegungen sind in drei DoFs zu unterteilen: Verschiebungen nach vorne und hinten (1), nach links und rechts (2) oder nach oben und unten (3). Ebenfalls lassen sich die rotatorischen Bewegungen um die vertikale Körperachse (4), um die horizontale Körperachse (5) oder um Neigungsbewegungen (6) differenzieren. Innerhalb einer VR-Anwendung sind alle sechs Freiheitsgrade sowohl für die Bewegungen des Nutzenden als auch für die computergenerierten Objekte möglich und bieten dadurch einen hohen charakteristischen Interaktionsgehalt.

Ebenfalls kann VR als immersive Erfahrungsmöglichkeit virtueller Welten verstanden werden, die sich mit Hilfe von Hardware betreten und erleben lassen (Dörner et al., 2019). Dabei gelten eher die subjektive Wahrnehmung und das Präsenzepfinden als charakteristische Merkmale von VR (ebd.). Der Begriff „Immersion“ wird dabei nicht einheitlich verwendet, ist jedoch ein wesentliches Merkmal der VR (ebd.). Auf der technischen Ebene bezeichnet Immersion den Einschluss sämtlicher Sinneseindrücke des Nutzenden innerhalb der VR-Anwendung (ebd.). Dieser objektiv messbare Einschluss lässt entsprechend mehrere Wiedergabegeräte zu (Dörner & Steinicke, 2019), der Nutzende soll von der realen Außenwelt möglichst ablenkungsfrei in die virtuelle Realität eintauchen (Dörner et al., 2019) und mit dieser interagieren (Petri & Witte, 2018), während möglichst viele Sinne – visuell, akustisch und haptisch – stimuliert werden (Dörner & Steinicke, 2019; Dörner et al., 2019). Petri und Witte (2018) klassifizieren die verwendeten Wiedergabemedien bezüglich ihres Immersionsgehaltes in vier Kategorien: Desktopbasiert (1), semi-immersiv (2), voll-immersiv (3) und Augmented Reality (4). Desktopbasiert sind zweidimensionale Computerbildschirmanwendungen, semi-immersiv beschreibt lebensgroße Leinwandprojektionen, als voll-immersiv gelten Anwendungen mit HMD-Einsatz (Petri & Witte, 2018). AR wird dagegen als Mischform zwischen realer Umwelt und virtuellen Objekten verstanden. Durch ein spezielles Kamerasystem in Tablets, Smartphones oder AR-Brillen werden zusätzliche Objekte oder Informationen während der Betrachtung der realen Umgebung im Display hinzugefügt.

Eine weitere Verwendung des Immersionsbegriffs wird in der Literatur auf mentaler Ebene mit dem subjektiven Präsenzerleben assoziiert (Dörner et al., 2019). Der Immersionsbegriff beschreibt dabei anhand der Einbindung möglichst aller Sinneswahrnehmungen durch die verwendeten Wiedergabemedien das subjektiv wahrgenommene Präsenzgefühl innerhalb der virtuellen Realität (Dörner & Steinicke, 2019; Meinert & Tuma, 2022). Eine hohe subjektive Präsenzwahrnehmung und ein Gefühl des

Eintauchens sind anzunehmen, wenn möglichst umfassend sämtliche Sinneseindrücke stimuliert werden und eine hohe Immersion durch entsprechenden Einsatz von Wiedergabemedien erzeugt wird (Dörner & Steinicke, 2019). Generell beschränkt sich der Immersionsbegriff auf mentaler Ebene jedoch nicht auf VR, sondern ist als eine subjektiv empfundene Präsenzwahrnehmung sowohl bei digitalen Anwendungen (Meinert & Tuma, 2022) als auch in anderen Kontexten, wie dem Lesen von Büchern oder dem Ansehen von Filmen, möglich ist (Dörner et al., 2019).

Ähnlich der uneinheitlichen Definition von Virtual Reality und dem unterschiedlichen Begriffsverständnis der Immersion (Dörner et al., 2019) fehlt in der Literatur eine eindeutige Zuordnung der 360°-Videotechnologie. Dabei herrscht zumindest größtenteils Einigkeit bezüglich der charakteristischen Merkmale von 360°-Videos. Als 360°-Videos werden Videoaufnahmen bezeichnet, die mit einem speziellen Kamerasystem, bestehend mindestens aus „zwei diametral zueinander angeordneten Kameralinsen“ (Windscheid & Rauterberg, 2022), Videoaufzeichnungen rund um einen Kamerastandpunkt im 360°-Rundumblick aufzeichnen (Meinert & Tuma, 2022). Beide Kameraaufnahmen, bei zwei Linsen jeweils etwas mehr als 180 Grad des Kamerasichtfeldes, werden anschließend mit einer entsprechenden Software übereinandergelegt (sogenanntes Stitching) und zu einer Videoaufnahme verbunden (Windscheid & Rauterberg, 2022), in der die Nutzenden beim Betrachten der 360°-Videos die Blickrichtung der Kameraperspektive im Rahmen rotatorischer Freiheitsgrade frei wählen können. Dementsprechend weisen 360°-Videos drei rotatorische Freiheitsgrade auf der x-, y- und z-Achse um den festen Kamerapunkt (Griffin et al., 2021) auf. Die Betrachtungsperspektive innerhalb von 360°-Videoaufzeichnungen kann frei nach oben oder unten, links oder rechts oder in der Neigung gewählt werden. Die Veränderung des aufgenommenen Kamerastandpunktes im Sinne von translatorischen Bewegungen innerhalb der digitalen Anwendung ist nicht möglich (Meinert & Tuma, 2022). Entsprechend der 360°-Rundumsicht lassen sich die in den 360°-Videoaufnahmen möglichen Blickrichtungsperspektiven in eine Hauptsichtfeldzone, eine seitliche Blickwahrnehmungszone, eine Hinter-dem-Hauptsichtfeld-Zone und eine Unter-der-Kamera-Zone klassifizieren (Feurstein & Neumann, 2022). Dies ist insbesondere für die Gestaltungsprozesse bedeutsam, damit die Aufmerksamkeit der Betrachtenden auf die relevanten Handlungen im 360°-Videoszenario gelenkt wird (ebd.).

360°-Videoaufnahmen lassen sich zum einen desktopbasiert betrachten, indem die Steuerung der Kameraperspektive per Maussteuerung erfolgt, zum anderen können 360°-Videoaufnahmen durch VR-Brillen und HMDs betrachtet (Feurstein & Neumann, 2022) und entsprechend der Kategorisierung von Petri und Witte (2018) den voll-immersiven Anwendungen zugeordnet werden. Insbesondere durch die mögliche Betrachtung von 360°-Videoaufnahmen mit einem HMD werden 360°-Videos in der Literatur

uneinheitlich auch als (unechte) VR-Anwendungen verstanden (Bäder & Kasper, 2020; Wesner et al., 2020). Andere Publikationen weisen auf eine Abgrenzung zu VR hin (Gossel, 2022). Auch unterschiedliche begriffliche Synonyme für 360°-Videos, wie VR-Videos, sphärische oder immersive Videos, werden in der Literatur verwendet (Windscheid & Rauterberg, 2022). Innerhalb der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation erfolgt zur Vermeidung einer begrifflichen Vermischung eine strikte Trennung zwischen Virtual Reality und 360°-Videotechnologie. Diese Abgrenzung wird insbesondere dadurch begründet, dass sich zum einen der Gestaltungsprozess von VR und 360°-Videos (Gossel, 2022; Windscheid & Rauterberg, 2022), zum anderen die Interaktionsmöglichkeiten innerhalb der beiden digitalen Anwendungen deutlich unterscheiden. Dennoch bieten 360°-Videoanwendungen durch die mögliche Immersion beim Betrachten mit HMDs eine niederschwellige Eintrittsmöglichkeit in virtuelle Realitäten (Feurstein & Neumann, 2022), sodass Erkenntnisse zu VR auch auf 360°-Videos zutreffen.

Da die aufgenommenen Handlungen um den Kamerastandpunkt der 360°-Videokamera erfolgen, ist der Kameraposition einer 360°-Videoaufnahme besondere Bedeutung zuzuschreiben. Der Kamerastandpunkt kann sowohl statisch als auch dynamisch gestaltet sein (Windscheid & Rauterberg, 2022). Meinert und Tuma (2022) differenzieren dabei zwischen drei Aufnahmegestaltungen: interaktions-zentriert, total-distanziert und mobile Kameraposition. Bei der interaktionszentrierten Aufnahme-gestaltung werden Handlungen um eine statische Kameraposition herum aufgenommen, die sich durch eine freie Blickrichtungswahl beobachten lassen. Charakteristisch für diese Kameragestaltung ist eine überschaubare Anzahl von aufgenommenen Akteuren (Meinert & Tuma, 2022). Bei der total-distanzierten Aufnahmegestaltung wird dagegen eine große Anzahl an Akteuren von einem ausgelagerten (erhöhten) statischen Kamerastandpunkt aus aufgenommen (ebd.). Während sowohl die interaktionszentrierte als auch die total-distanzierte Aufnahme-gestaltung überwiegend statische Aufnahmen generieren lassen sich bei der mobilen Aufnahmegestaltung die Kamerabewegungen während der Aufnahme dynamisch mitvariieren. Die Kamera ist dabei nicht an einem Kamerastandpunkt fixiert, sondern bewegt sich beispielsweise über Helmbefestigungen im digitalen Setting (ebd.).

Neben der Bedeutung des Kamerastandpunktes lassen sich auch die Zwecke der 360°-Videotechnologie in immersive, explorative oder praxisorientierte Nutzen differenzieren (Feurstein & Neumann, 2022). 360°-Videos ermöglichen die immersive Vermittlung von Gefühlen und Erfahrungen, explorative 360°-Videos zielen auf die Vermittlung von Inhalten mit erschwerten Rahmenbedingungen, zum Beispiel durch eine weite Ortsentfernung, ab. Exemplarische Demonstrationen und Handlungen lassen sich dagegen mit praxisorientierten 360°-Videos präsentieren (ebd.).

2.2 Videotechnologien als Lehr-Lern-Medium

Die Videotechnologie ist bereits ein breit eingesetztes Lehr-Lern-Medium (Brouwer, 2014; Börner et al., 2016; Gaudin & Chaliès, 2015). Herkömmliche Videos können beispielsweise Lehr-Lern-Prozesse begleiten, indem sie Möglichkeiten zur Selbst- und Fremdrelexion durch Videoaufnahmen bieten (Kleinknecht & Schneider, 2013). Ebenfalls lässt sich prozessorientiertes Lernen durch die realistische Präsentation und Visualisierung von Lehr-Lern-Inhalten durch einen Videoeinsatz unterstützen (Noetel et al., 2021). Zudem eignen sich Videos zur Motivationssteigerung beispielsweise aufgrund der authentischen Darstellungsmöglichkeiten von Lehr-Lern-Szenarien, die sich zu Analysezwecken für reflektierende und multiperspektivische Lehr-Lern-Prozesse nutzen lassen (Brouwer, 2014) und theoretische und praktische Lehr-Lern-Inhalte mit individueller Steuerung veranschaulichen (Brouwer, 2014; Gaudin & Chaliès, 2015) oder durch Erklärvideos visualisieren (Findeisen et al., 2019).

Diese beispielhaften Potenziale lassen sich auch im Sport identifizieren. Videos werden als Reflexions- und Analyseinstrument für sportliche Leistungen oder zur Veranschaulichung von Bewegung und Technik genutzt (Fischer & Krombholz, 2020), unterschiedliche Aufnahmeperspektiven dienen als Videofeedback (Hjort et al., 2018; Jastrow et al., 2022; Mödinger et al., 2022), als exemplarische Präsentation einer optimalen Bewegungsausführung (Fischer & Krombholz, 2020) oder als Abgleich mit der eigenen (Jastrow et al., 2022). Außerdem lässt sich mit Videos taktisches Verhalten trainieren (ebd.; Rekek et al., 2018).

Als Lehr-Lern-Medium unterstützen Videos auch unterschiedliche Lernarrangements und werden beispielsweise zur deklarativen Wissensvermittlung eingesetzt, um theoretisches Online-Lernen und praktische Präsenz-Übungszeit zeitoptimiert zu gewährleisten (Rudloff, 2017). Auf programmierten Lehr-Lern-Plattformen wie beispielsweise edubreak existieren im Rahmen von Ausbildungen in Sportverbänden weitere Blended-Learning-Konzepte, die insbesondere Videos mit Kommunikationsmöglichkeiten im Sinne eines „Social Video Learnings“ (Vohle, 2016) einsetzen.

2.3 Virtual Reality als Lehr-Lern-Medium

Immersive Technologien wie VR werden vereinzelt bereits als Lehr- und Lern-Medium im Hochschulkontext eingesetzt (Kavanagh et al., 2017) und bieten aufgrund der programmierten Umwelt authentische, jedoch geschützte Lernräume für zeitlose und räumlich uneingeschränkte Lernerfahrungen (Jensen & Konradsen, 2018). Dabei sind insbesondere

aufgrund der Immersion und Interaktion positive Einflüsse auf die Lernmotivation gegeben (ebd.; Dhimolea et al., 2022). Die hochrealistische Darstellung ermöglicht authentische Lernerfahrungen insbesondere für entdeckende Lehr-Lern-Prozesse (Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019; Pellas et al., 2020, 2021; Radianti et al., 2020). Eine Implementierung von individuell gestalteten VR-Anwendungen als Lehr-Lern-Medium ist jedoch schwierig, da diese für die eigene Unterrichtsgestaltung Programmierkenntnisse erfordern (Jensen & Konradsen, 2018; Kavanagh et al., 2017). Ebenfalls liegen aufgrund des eher jungen Forschungsfeldes bisher keine eindeutigen Ergebnisse zu Lerneffizienz vor (Jensen & Konradsen, 2018; Radianti et al., 2020).

Für den fachspezifischen Einsatz im Sport lassen sich VR-Anwendungen als zusätzlicher visueller Stimulus zur motivationalen Unterstützung (Neumann et al., 2018), als authentische, risiko- und verletzungsfreie Lernumgebungen (Kahlert et al., 2015; Wiesche et al., 2023) mit standardisierten und wiederholbaren Lern- und Trainingssituationen (Faure et al., 2019) oder auch für kognitive Trainingsprozesse zur Aufmerksamkeits- und Reaktionsverbesserung (Petri et al., 2019a, 2019b) nutzen. Eine verbreitete Implementierung als Trainingsinstrument insbesondere im (hoch-)schulischen Sportkontext ist jedoch bisher nicht gegeben (Lipinski et al., 2020) und die Integration in den Sportunterricht ressourcenbedingte als eher aufwendig zu bewerten (Fischer & Krombholz, 2020).

2.4 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium

Als spezifisches Videoformat greifen 360°-Videos videospezifische Potenziale als Lehr-Lern-Medium auf. Zudem ermöglichen 360°-Videos mit der Hinzunahme von VR-Brillen oder HMDs immersive Lehr-Lern-Erfahrungen. Aufgrund des vergleichbaren Gestaltungsprozesses herkömmlicher Videos bieten 360°-Videos im Gegensatz zu programmierter VR eine ressourcenschonende Möglichkeit, immersive Lehr-Lern-Erfahrungen ohne großen Programmier- und Gestaltungsaufwand zu nutzen (Feurstein & Neumann, 2022; Kavanagh et al., 2017; Roche et al., 2021). Dennoch erfolgt bisher kein breiter Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium, obwohl erste Übersichtsarbeiten Potenziale der 360°-Videotechnologie aufgrund des möglichen Rundumblicks und der realistisch-authentischen Videoaufnahmen für multiperspektivische Reflexion, zur authentischen Veranschaulichung und zur Erhöhung des Engagements und der Motivation feststellen (Pirker & Dengel, 2021; Ranieri et al., 2022; Roche et al., 2021; Snelson & Hsu, 2020). Eindeutige Aussagen zum Nutzen und zur Wirksamkeit als Lehr-Lern-Medium stehen jedoch noch aus.

Eher unbekannt sind auch die Einsatzbereiche und Zwecke von 360°-Videos im Sport. Vereinzelte SWOT-Analysen leiten zwar Potenziale für multiperspektivische Betrachtungsmöglichkeiten und authentische immersive Trainingserfahrungen ab (Kittel et al., 2020, 2023), ohne jedoch gezielt die Potenziale oder die Wirksamkeit des 360°-Videoeinsatzes zu untersuchen. Die vereinzelt Studien zu 360°-Videos im Sport (Bird et al., 2019; Boyer et al., 2023; Gänsluckner et al., 2017; Lindsay et al., 2023) sind größtenteils als explorativ zu bewerten.

Die zusätzliche Verwendung des VR-Begriffs für 360°-Videos und eine fehlende klare begriffliche Abgrenzung beider Technologien führen zu einer Vermischung der Potenziale von VR und 360°-Videos. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die bisherigen Anwendungen von 360°-Videos gezielt zu untersuchen, um deren Potenziale zu analysieren. Nur durch umfassende Erkenntnisse über die vorhandenen Potenziale kann deren Wirksamkeit überprüft werden, um pädagogisch-didaktische Konzepte zur Implementierung von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument zu erarbeiten.

3 Theoretischer Rahmen

Während in der Forschung überwiegend Potenziale von Extended Reality als Lehr-Lern-Instrument aufgezeigt werden, gibt es bisher für gezielte und lernerfolgversprechende 360°-Videoeinsätze wenig methodisch-didaktische Lehr-Lern-Konzepte. Insbesondere für die Ausarbeitung von 360°-Video-Lehr-Lern-Konzepten ist eine differenzierte Betrachtung und Abgrenzung der Technologien erforderlich, um die vorhandenen Lehr-Lern-Potenziale gezielt für Lehr-Lern-Prozesse oder Trainingsinhalte einbringen zu können. Dabei gilt es nicht nur die technologischen Möglichkeiten zu fokussieren, sondern, basierend auf den Lehr- und Lernzielen, die Potenziale der 360°-Videotechnologie auch unter Berücksichtigung der vorhandenen Ressourcen und Rahmenbedingungen einzusetzen (Schwan & Buder, 2006).

Obwohl zunächst auf Virtual-Reality-Anwendungen ausgelegt, lassen sich die vier von Schwan und Buder (2006) differenzierten Funktionsbereiche der VR-Technologie – Exploration (1), Konstruktion (2), Training (3) und Experiment (4) – zum Wissens-erwerb auch auf die 360°-Videotechnologie transferieren. Nach Schwan und Buder (2006) eignen sich VR-Anwendungen grundlegend zur Veranschaulichung von Lerninhalten. Dabei unterscheiden die Autoren zwischen abbildungsgetreuer Veranschaulichung mit hoher realistischer Darstellung (a), schematischer Veranschaulichung in eher grafischer Darstellung (b) sowie konkretisierender (c) und metaphorischer Veranschaulichung (d) durch abstrakte Darstellung.

Übertragen auf die 360°-Videotechnologie ist besonders durch die hohe realistische Rundumaufnahme der Realität um die 360°-Videokamera herum eine abbildungsgetreue Veranschaulichung (a) möglich. Obwohl VR-Anwendungen durch mögliche Handlungsm Manipulationen und höhere Freiheitsgrade mehr Interaktionsmöglichkeiten aufweisen, besitzen unter Berücksichtigung der Taxonomie der Interaktivität von Multimedia-Komponenten nach Schulmeister (2002) auch 360°-Videos durch die freie Blickrichtungssteuerung interaktive Möglichkeiten.

Sowohl die Veranschaulichung als auch die Interaktion, die für die vier differenzierten Funktionsbereiche zum Wissenserwerb von VR-Anwendungen wichtig sind (Schwan & Buder, 2006), lassen sich auf 360°-Videos adaptieren. Gerade zum prozeduralem Wissenserwerb ermöglichen 360°-Videos digitale Trainingswelten (3), um sich beispielsweise vordefinierte Bewegungsabläufe anzueignen. Durch den frei wählbaren 360°-Videorundblick lassen sich ebenfalls im Sinne der von Schwan und Buder (2006) genannten

Explorationswelten (1) digitale, zeitlich-räumlich unbegrenzte authentische und realistische Trainingsszenarien gestalten. Insbesondere die einfache Handhabung und Gestaltung von 360°-Videoaufnahmen eignet sich für die Lehr-Lern- Aufgabe der eigenen 360°-Videoaufnahmegestaltung (2). Dagegen ist die vierte Lernwelt – von Schwan und Buder (2006) als „Experimentierwelt“ bezeichnet – (4) bei 360°-Videos eher hintergründig, da keine Handlungsmanipulation innerhalb der 360°-Videoaufnahmen möglich ist. In einer leicht abgewandelten Betrachtung der eigentlichen Bedeutung der Experimentierwelt von Schwan und Buder (2006), in der VR-Anwendungen physikalische Raum-Zeit-Grenzen überwinden, in denen Lernende gefahrenlos Experimente durchführen können, sind mit 360°-Videos Experimente in einer mehrperspektivischen Betrachtung, jedoch ohne Handlungsmanipulation, auch immersiv erfahrbar.

Unter Berücksichtigung der Lehr-Lern-Ziele zeigt sich zunächst, dass die vielseitigen Potenziale von 360°-Videos für unterschiedliche Wissenserwerbe eingesetzt werden können. Dennoch gilt es neben den differenzierten Möglichkeiten zum Wissenserwerb auch lerntheoretische Modelle zum Einsatz digitaler Technologien für die Entwicklung von methodisch-didaktischen 360°-Video-Lehr-Lern-Konzepten zu berücksichtigen.

3.1 Cognitive Load Theory / Cognitive Theorey of Multimedia Learning

Die Cognitive Load Theory (kurz: CLT) geht von einer begrenzten Arbeitsgedächtnis-kapazität aus (Büning & Wirth, 2020; Kerres et al., 2022). Übersteigen während des Lernprozesses die zu verarbeitenden Informationen der Lernaufgabe diese kognitive Kapazität, kommt es bei Lernenden zu einer kognitiven Überforderung, die wiederum intrinsisch, extrinsisch oder lernrelevant begründet sein kann (Sweller, 2011). Muss während der Lernaufgabe eine hohe Informationsdichte durch eine zu hohe Anzahl an gleichzeitigen Informationen ohne ausreichendes Fachwissen verarbeitet werden, ist die kognitive Belastung intrinsisch charakterisiert (ebd.). Eine extrinsische kognitive Belastung erfolgt dagegen über die Gestaltung der Aufgaben oder der eingesetzten Lehr-Lern-Materialien (Makransky & Petersen, 2021), zum Beispiel durch das Fehlen von Informationen oder durch unnötige, irrelevante Informationen zur Aufgabenbewältigung (Sweller, 2011). Zur Aufgabenbewältigung werden durch fehlende Informationen im Lehr-Lern-Medium bei entsprechendem Fachwissen oder durch das notwendige Herausfiltern relevanter Informationen zusätzlich Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses beansprucht, die den Kompetenzerwerb und Lernzuwachs hemmen können (Makransky & Petersen, 2021). Insbesondere die extrinsische kognitive Belastung gilt es nach der CLT für die Konzipierung

methodisch-didaktischer Lehr-Lern-Einheiten zu reduzieren (Sweller, 2011). Die Cognitive Theory of Multimedia Learning (kurz: CTML) greift die Annahme der begrenzten Arbeitsgedächtniskapazität der CLT auf und erweitert diese mit sensorischen Einflüssen der visuellen und auditiven Informationskanäle zur Informationsverarbeitung sowie der Informationsdarbietung durch verbale oder nonverbale Informationsgestaltung (Büning & Wirth, 2020).

3.2 Cognitive Affective Model of Immersive Learning

Ein weiteres Modell, das sich mit Lernprozessen in immersiven VR-Welten auseinandersetzt, ist das Cognitive Affective Model of Immersive Learning (kurz: CAMIL) von Makransky und Petersen (2021). Das Modell, das ausschließlich immersive Lernumgebungen betrachtet, die basierend auf einem technologischen Immersionsverständnis mindestens ein HMD benötigen (Makransky & Petersen, 2021; Mulders, 2022), fokussiert die angewendeten didaktischen Methoden, auf denen der Einsatz von VR-Anwendungen für Lehr-Lern-Prozesse beruht (Makransky & Petersen, 2021). Für Makransky und Petersen (2021) ist nicht das Medium selbst für einen erfolgreichen Lehr-Lern-Prozess verantwortlich, sondern vielmehr die dahinterstehenden didaktischen Methoden (Mystakidis & Lympouridis, 2023), die es zu untersuchen gilt (Mulders, 2022).

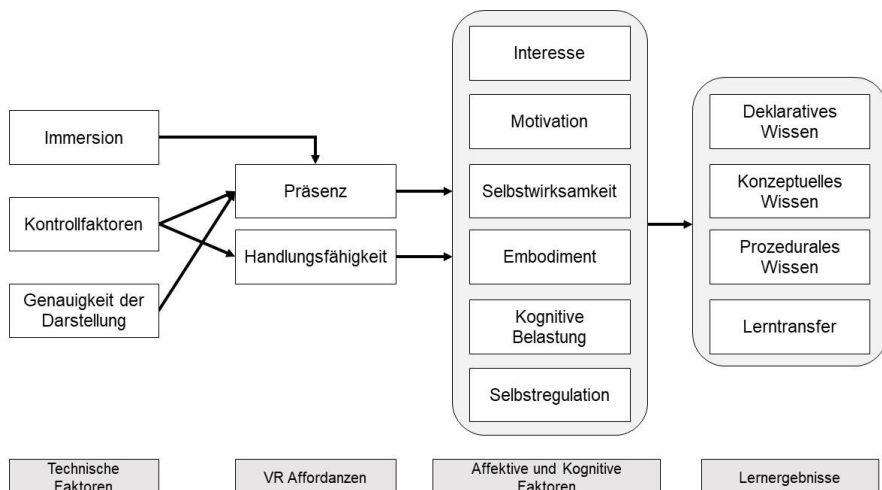


Abbildung 3.1: Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL) (Makransky & Petersen, 2021, S. 943) (eigene vereinfachte Darstellung).

Nach Makransky und Petersen (2021) sind VR-Anwendungen für Lehr-Lern-Prozesse dann vorteilhaft, wenn die Lehr-Lern-Ziele ein Präsenzgefühl und kontrollier- und steuerbare Handlungen erfordern (Makransky & Petersen, 2021). Die Handlungsfähigkeit und das Präsenzgefühl innerhalb der VR-Anwendung als eingesetztes Lehr-Lern-Medium, auch als Affordanzen bezeichnet (Mulders, 2022), werden durch die Immersion, durch die Kontrollfaktoren wie zum Beispiel die möglichen Freiheitsgrade und durch die Repräsentationsgenauigkeit wie die authentische Darstellung oder Latenz im Medium selbst beeinflusst (Makransky & Petersen, 2021; Mulders, 2022) (Abb. 3.1). Handlungsfähigkeit und Präsenzgefühl wirken sich wiederum auf das Interesse (1), die intrinsische Motivation (2), die Selbstwirksamkeit für Lehr-Lern-Prozesse (3), Embodiment und Körperwahrnehmung zur Interaktion mit der Umwelt (4), die kognitive Belastung (5) und die Selbstregulation (6) aus (Kerres et al., 2022; Makransky & Petersen, 2021; Mulders, 2022; Mystakidis & Lypouridis, 2023). Diese sechs affektiven und kognitiven Faktoren beeinflussen die Lehr-Lern-Prozesse sowohl für einen deklarativen als auch für einen prozeduralen Wissenserwerb sowie für den Wissenstransfer (Mulders, 2022). Keine Beachtung im CAMIL finden dagegen individuelle Dispositionen und Einstellungen der Lernenden (ebd.). Nach Makransky und Petersen (2021) gilt es mit dem CAMIL diese Wirkungszusammenhänge für Lehr-Lern-Prozesse mit verschiedenen didaktischen Methoden zu untersuchen.

3.3 Meaningful-immersive Virtual Reality-Learning Modell

Eine Weiterentwicklung des CTML ist das von Mulders (2022) entwickelte Meaningful-immersive Virtual Reality-Learning-Modell (kurz: M-iVR-L) (Abb. 3.2), das die Konzeption von VR-Anwendungen fokussiert (Mulders, 2022; Mulders et al., 2020). Wie das CAMIL von Makransky und Petersen (2021) nimmt das M-iVR-L-Modell immersive Anwendungen unter Berücksichtigung eines HMD-Einsatzes in den Blick, jedoch gilt es nach dem M-iVR-L-Modell, den Immersionsgrad an die Lehr-Lern-Ziele anzupassen. Nach Mulders et al. (2020) und dem M-iVR-L-Modell (Mulders, 2022) führt ein hoher Immersionsgrad nicht unbedingt zu besseren Lerneffekten. Basierend auf der Annahme der kognitiven Überforderung aufgrund des limitierten menschlichen Arbeitsgedächtnisses sind VR-Anwendungen generell unter Berücksichtigung der Lehr-Lern-Ziele und Rahmenbedingungen sowie einer Kosten-Nutzen-Abwägung entsprechend zu gestalten (ebd.).

Für einen lernförderlichen VR-Einsatz gilt es zum einen, die kognitive Belastung zum Beispiel im Sinne der CTML, durch eine ausschließlich relevante Informationsdarstellung zu reduzieren, zum anderen kognitive Lehr-Lern-Prozesse durch Segmentierung von Lehr-

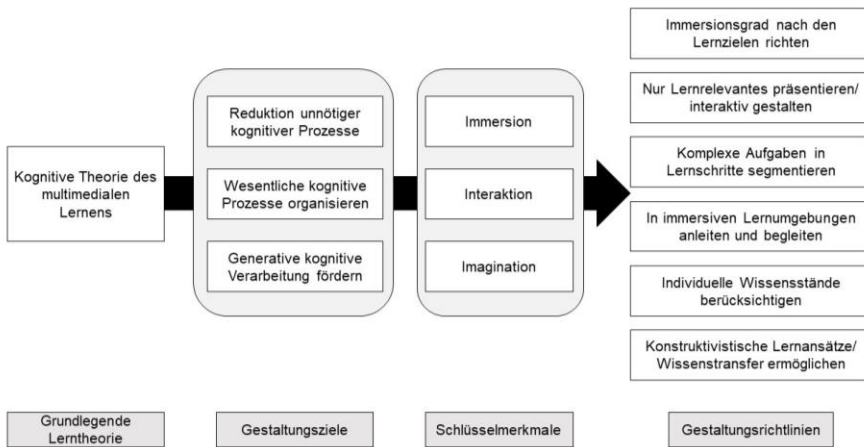


Abbildung 3.2: Meaningful-immersive Virtual Reality-Learning-Modell (M-iVR-L) (Mulders, 2022, S. 60) (eigene vereinfachte Darstellung).

Lern-Materialien und Anknüpfung an Vorwissen zu steuern (Mulders, 2022). Als drittes Ziel ist der kognitive Verarbeitungsprozess, beispielsweise durch eine Zusammenfassung, zu fördern (ebd.). Diese Ziele lassen sich nach dem M-iVR-L-Modell von Mulders (2022) durch die Berücksichtigung von sechs Gestaltungsrichtlinien von VR-Anwendungen erreichen (Mulders, 2022; Mulders et al., 2020). Der Immersionsgrad, zum Beispiel die authentische und realistische Darstellung innerhalb der VR-Anwendung, richtet sich nach den Lehr-Lern-Zielen (1). Lernrelevante, interaktive VR-Anwendungen mit realistisch-motorischen Handlungsmöglichkeiten unterstützen Lehr-Lern-Prozesse (2). Um einer kognitiven Überforderung insbesondere bei komplexen Lehr-Lern-Inhalten entgegenzuwirken, sind einzelne Lehr-Lern-Schritte zu segmentieren (3). Im Gegensatz zum CAMIL sind unterschiedliche individuelle Erfahrungen der Lernenden im Umgang mit VR-Anwendungen durch entsprechende Anleitung und Begleitung zu berücksichtigen (4) sowie Lehr-Lern-Inhalte innerhalb der VR-Anwendungen auf deren individuelle Wissensstände anzupassen (5). Abschließend sind im Sinne des Wissenstrfers konstruktivistische Lehr-Lern-Ansätze in oder durch VR-Anwendungen in den Lehr-Lern-Prozess einzubetten (6) (Mulders, 2022).

Sowohl das CAMIL von Makransky und Petersen (2021), insbesondere zur Untersuchung von didaktischen Methoden für immersive VR-Anwendungen, als auch das M-iVR-L-Modell von Mulders (2022) und deren empfohlene Gestaltungsrichtlinien zur VR-Konzeption für Lehr-Lern-Prozesse lassen sich auf die 360°-Videotechnologie transferieren. Obwohl weniger Kontrollmöglichkeiten und geringere Freiheitsgrade bei 360°-Videos im Vergleich

zu VR vorliegen, lassen sich neben einer reinen Videobeobachtung durch Betrachtung mit einem HMD auch interaktive motorische Lehr-Lern-Aufgaben gestalten und durch Immersion ein Präsenzgefühl hervorrufen, welches sich im Sinne des CAMIL auf Interesse, Motivation, Embodiment und kognitive Belastung auswirkt (Mulders, 2022; Mystakidis & Lypouridis, 2023), die wiederum die Lehr-Lern-Prozesse beeinflussen. Als ressourcenschonende und einfach zu handhabende immersive Videotechnologie wird den Empfehlungen einer Kosten-Nutzen-Abwägung und der Berücksichtigung von Rahmenbedingungen des M-iVR-L-Modells für den Einsatz von VR-Anwendungen entsprochen. Durch die gestalterischen Empfehlungen für VR-Anwendungen im M-iVR-L-Modell, lassen sich relevante Informationen durch eine gezielte 360°-Videoaufnahmegestaltung darstellen, durch authentische und realistische Videoaufnahmen die Immersion und das Präsenzgefühl beeinflussen und komplexe Lehr-Lern-Inhalte in mehrere 360°-Videoaufnahmen unterteilen, die wiederum differenzierte Lehr-Lern-Aufgaben, basierend auf individuellen Wissensständen, integrieren.

3.4 Technology Acceptance Model

Insbesondere für die Entwicklung und Implementierung (neuerer) digitaler Lehr-Lern-Medien und Trainingsinstrumente für Lehr-Lern-Prozesse liegt ein Forschungsfokus auf der Annahme und Akzeptanz dieser Innovationen (Gossel, 2022). Ein bereits etabliertes und gängiges Modell zur Überprüfung der Akzeptanz und Nutzenabsicht von digitalen Technologien als Lehr-Lern-Medien liefert das Technology Acceptance Model (kurz: TAM) nach Davis (1989; Gossel, 2022) und dessen Weiterentwicklung als Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (kurz: UTAUT) nach Venkatesh et al. (2003; Pletz & Zinn, 2018).

Ausgehend vom TAM gilt die Annahme, dass die tatsächliche Technologienutzung aus der Nutzenabsicht resultiert, die wiederum durch die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit und Nützlichkeit der Technologie beeinflusst wird (Abb. 3.3) (Davis, 1989; Pletz & Zinn, 2018). Die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit beschreibt den subjektiv empfundenen Aufwand, um die Technologie zu bedienen und beeinflusst die wahrgenommene Nützlichkeit und den subjektiv erhofften Mehrwert der Technologie. Auf diese beiden zentralen Parameter wirken wiederum externe Faktoren wie soziodemografische Daten oder Rahmenbedingungen (Pletz & Zinn, 2018). Das TAM beschreibt somit die Erwartung und Einstellung der Lernenden zur Technologie, aus denen die Nutzung und Akzeptanz der Technologie hervorgeht. Bei positiver Erwartung erfolgt eine positive Einstellung mit zu erwartender Technologienutzung (ebd.). Die UTAUT als Erweiterung baut auf dem TAM auf, klassifiziert jedoch zusätzlich weitere Einflussfaktoren der

Verhaltensabsicht wie soziale Einflüsse, Rahmenbedingungen, Selbstwirksamkeit und emotionale Beunruhigung (Venkatesh et al., 2003).

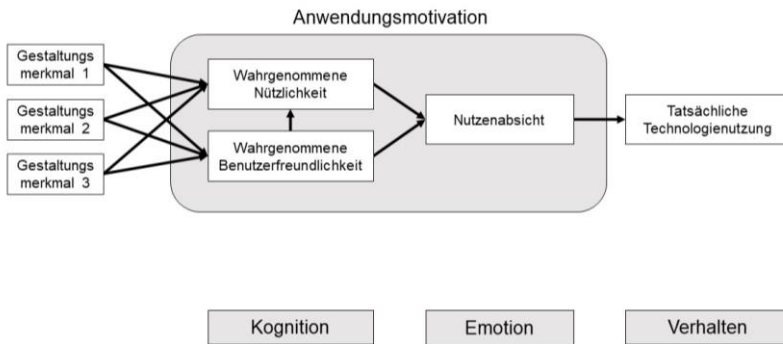


Abbildung 3.3: Technology acceptance model (TAM) (Davis, 1989, S. 24) (eigene Übersetzung und vereinfachte Darstellung).

4 Forschungsmethodik und Umsetzung

Als Bindeglied zwischen herkömmlichen Videos und Virtual Reality sind 360°-Videos eine spezifische Videotechnologie, die in der bisherigen Forschung aufgrund fehlender präziser Definition überwiegend als mögliche Gestaltungsform von VR verstanden und dargestellt wird. Dabei vermischen sich aufgezeigte Einsatzmöglichkeiten und Potenziale beider Technologien, eine eindeutige Abgrenzung ist nur in einigen Ausnahmen in der Forschungsliteratur vorhanden. Dementsprechend sind die Aussagen und Bewertungen zu Potenzialen und Einsatzmöglichkeiten von 360°-Videos nicht eindeutig, wenn diese insbesondere im Kontext der Forschung zu VR-Anwendungen aufgestellt werden. Im ersten Schritt der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation erfolgte entsprechend der thematischen Einarbeitung in das Forschungsfeld zu 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument zunächst eine unsystematische Internetrecherche in Google Scholar nach möglichen relevanten Artikeln und Beiträgen zu 360°-Videos. Im Zuge dessen konnte bereits eine Vielzahl an Synonymen und verwendeten Begriffen wie zum Beispiel „immersive Videos“, „VR-Videos“ oder „sphärische Videos“ ausgemacht werden, die für die Suchtermgenerierung der folgenden systematischen Literaturübersichten genutzt wurden. Ebenfalls konnten Beiträge ermittelt werden, die 360°-Videos als VR bezeichneten. Für eine systematische Vorgehensweise innerhalb der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation wurden daher im Vorfeld im Sinne einer Explikation eindeutige Kriterien und Charakteristiken (Opp, 2014) der 360°-Videotechnologie, entsprechend den bereits in Kapitel 2 dargestellten Kriterien von 360°-Videos, ausgearbeitet, die für das Begriffsverständnis und für die präzise Begriffsverwendung als Adäquatheitskriterium gelten. Wie bereits im komprimierten Forschungsstand in Kapitel 2 dargelegt, erhalten zwar VR-Anwendungen für Bildungs- und Trainingsprozesse in der Forschung zunehmend Aufmerksamkeit, die Forschungslage zu eindeutig klassifizierten 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und insbesondere als Trainingsinstrument ist dagegen eher rudimentär. Aufgrund der wenigen Forschungsbeiträge zur 360°-Videotechnologie ergaben sich zur Aufarbeitung des Forschungsdesiderats demnach fünf Forschungsfragen, die systematisch aufeinanderfolgend die Potenziale und Einsatzmöglichkeiten der 360°-Videotechnologie insbesondere als Trainingsinstrument thematisierten (Tab. 4.1):

Tabelle 4.1: Überblick der verwendeten quantitativen und qualitativen Forschungsmethoden.

Forschungsfragen	Forschungsmethoden
1) Welche Einsatzbereiche der 360°-Videotechnologie lassen sich im Bildungsbereich und im Sport identifizieren?	Qualitativ: Systematische Literaturrecherche mit induktiver und deduktiver Kategorienbildung (Artikel 1+2).
2) Mit welchen Intentionen wird die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium für Bildungsprozesse und als Trainingsinstrument im Sport eingesetzt?	Qualitativ: Systematische Literaturrecherche mit induktiver und deduktiver Kategorienbildung (Artikel 1+2).
3) Welche Potenziale weist die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument auf?	Qualitativ: Systematische Literaturrecherche mit induktiver und deduktiver Kategorienbildung (Artikel 1+2). Konzeptuell: Konzepterstellung und -diskussion der abgeleiteten Potenzialen aus den beiden systematischen Literaturrecherchen (Artikel 3). Quantitativ: Cross-Over-Studie (N=48) und Evaluation auf Basis des Technologieakzeptanzmodells und dessen Erweiterung durch die Einheitliche Theorie der Akzeptanz und Nutzung von Technologie (Artikel 6). Qualitativ: Induktive und deduktive Kategorisierung subjektiver Potenzialzuschreibungen der 360°-Videotechnologie und Vergleich mit den Kategorien aus den beiden systematischen Literaturübersichten (Artikel 7).
4) Welche vorhandenen methodisch-didaktischen Lehr-Lern- und Trainingskonzepte existieren zum Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument?	Qualitativ: Systematische Literaturrecherche mit induktiver und deduktiver Kategorienbildung (Artikel 1+2). Konzeptuell: Konzepterstellung und -diskussion über ein entwickeltes methodisch-didaktisches Trainingskonzept von 360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung (Artikel 3+4+5).
5) Welche Nutzen werden 360°-Videos zur selbstständigen Aneignung von Bewegungen im Vergleich zur herkömmlichen Videotechnologie zugesprochen?	Quantitativ: Cross-Over-Studie (N=48) und Evaluation auf Basis des Technologieakzeptanzmodells und dessen Erweiterung durch die Einheitliche Theorie der Akzeptanz und Nutzung von Technologie (Artikel 6). Qualitativ: Induktive und deduktive Kategorisierung subjektiver Potenzialzuschreibungen der 360°-Videotechnologie und Vergleich mit den Kategorien aus den beiden systematischen Literaturübersichten (Artikel 7).

4.1 Systematisierung der Einsatzmöglichkeiten und Potenziale von 360°-Videos für Bildungsprozesse und als Trainingsinstrument

Aufbauend auf den Ergebnissen und Erkenntnissen einer unsystematischen Vor-recherche und der thematischen Einarbeitung zu 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument durch eine einfache Suchbegriffseingabe („360°-Video“) in Google Scholar wurde ein Forschungsdesiderat zum gezielten Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium im fachunspezifischen Bildungs-kontext und insbesondere als Trainingsinstrument im Sportbereich festgestellt. Die wenigen gefundenen explorativen Beiträge zu 360°-Videos ergaben weder eine systematische Aufarbeitung von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium noch eine Darstellung von Potenzialen und methodisch-didaktischen Konzepten für fachunspezifische Bildungsprozesse oder den Sportbereich im Speziellen (Rosendahl & Wagner, 2020). Das bereits existierende Scoping-Review von Snelson und Hsu (2020) liefert zwar mit zwölf analysierten Beiträgen eine erste Übersicht zu 360°-Videos für Bildungszwecke, jedoch wurden innerhalb des Scoping-Reviews keine gezielten Forschungsfragen definiert und beantwortet. Zudem konnte bis dato keine spezifische Fokussierung auf den Sportbereich festgestellt werden. Daraus ergab sich als Erweiterung des vorhandenen Scoping-Reviews von Snelson und Hsu (2020) unter Berücksichtigung einer gezielten Forschungsfragengenerierung die Absicht, zwei systematische Literaturanalysen sowohl für unspezifische Bildungsprozesse als auch gezielt für den Sportbereich durchzuführen, um Einsatzbereiche und Potenziale der 360°-Videotechnologie systematisch zu identifizieren, abzuleiten und aufzuzeigen.

Gemäß der Vorgehensweise einer systematischen Literaturrecherche und ihrem kritisch-reflektierenden Entstehungsprozess ist zunächst eine eindeutige Deklaration des Forschungsgegenstandes erforderlich (Machi & McEvoy, 2016). Das weitere Vorgehen der systematischen Literaturrecherche sieht zudem klar definierte Forschungsfragen (Machi & McEvoy, 2016; Moher et al., 2011) zu einer bereits identifizierten Forschungslücke vor (Papaioannou et al., 2016), die anhand exakter und nachvollziehbarer Ein- und Ausschlusskriterien bezüglich relevanter Artikel sowie deren Evidenz-Bewertung zu beantworten sind (Moher et al., 2009; Papaioannou et al., 2016). Die Kategorienbestimmung für die Ein- und Ausschlusskriterien lässt sich ähnlich der Strukturierung mit deduktiver Kategorienanwendung innerhalb der qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring, 2015) gestalten. Entsprechend wurden drei Forschungsfragen für die systematische Literaturrecherche aufgestellt:

- 1) Welche Einsatzbereiche der 360°-Videotechnologie lassen sich im Bildungsbereich und im Sport identifizieren?
- 2) Mit welchen Intentionen wird die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium für Bildungsprozesse und als Trainingsinstrument im Sport eingesetzt?
- 3) Welche Potenziale weist die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument auf?

Neben der systematischen Aufarbeitung des Forschungsstandes ist die systematische Literaturrecherche durch eine eindeutig nachvollziehbare Vorgehensweise und Offenlegung der einzelnen Entstehungsschritte gekennzeichnet (Papaioannou et al., 2016), die durch Leitfäden für systematische Übersichten und Meta-Analysen wie das PRISMA-Statement empfohlen werden (Moher et al., 2009, 2011). Diese beinhalten neben einer nachvollziehbaren Offenlegung sämtlicher Vorgehensschritte auch die notwendige Bewertung der inkludierten Studien, deren Ergebnisse und Evidenz abschließend zur gezielten Beantwortung der Forschungsfragen diskutiert werden (Machi & McEvoy, 2016; Moher et al., 2011; Papaioannou et al., 2016).

Für die systematischen Literaturrecherchen sowohl für den unspezifischen Bildungsbereich (Artikel 1) als auch speziell mit Sportfokus (Artikel 2) wurde die empfohlene Vorgehensweise nach dem PRISMA-Statement (Moher et al., 2009) zur Orientierung herangezogen. In der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation wurde ausschließlich die 360°-Videotechnologie für Bildungs- und Trainingsprozesse als eindeutiger Forschungsgegenstand definiert. Durch die unsystematische Vorrecherche und deren erste Ergebnisse (Rosendahl & Wagner, 2020) sowie durch die Ergebnisse aus dem Scoping-Review (Snelson & Hsu, 2020) wurde eine fehlende einheitliche Begriffsverwendung des 360°-Videobegriffs festgestellt. Die identifizierten, mit dem Begriff der 360°-Videotechnologie assoziierten oder synonym verwendeten Begriffe wurden anschließend für die beiden systematischen Literaturrecherchen (Artikel 1 & 2) zur Suchtermgenerierung verwendet. Da sowohl innerhalb des Scoping-Reviews (Snelson & Hsu, 2020) als auch in den analysierten Artikeln und Beiträgen der unsystematischen Vorrecherche keine Fokussierung auf verschiedene Bildungssettings wie zum Beispiel (hoch-)schulische Institutionen oder berufliche Bildung zu erkennen war, wurde auf eine Setting-Fokussierung in der Suchtermgenerierung für die systematische Literaturrecherche im fachunspezifischen Bildungskontext (Artikel 1) verzichtet, um möglichst umfassende Ergebnisse zu Einsatzbereichen von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium zu erhalten. Zur Identifizierung als Trainingsinstrument im Sport (Artikel 2) wurde dagegen eine notwendige Einschränkung auf den Sportbereich in der Suchtermgenerierung vorgenommen.

Mit der Vorgehensweise der deduktiven Kategorienanwendung innerhalb der qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring, 2015) wurde zunächst als erstes Einschlusskriterium zur Bestimmung relevanter Artikel die begriffliche Verwendung des 360°-Videobegriffs oder dessen Assoziationen im Titel oder in der inhaltlichen Zusammenfassung festgelegt. Als Nächstes wurden, in Anlehnung an die deduktive Kategorienanwendung der qualitativen Inhaltsanalyse, die Kodierregeln zur Kategorienzuordnung definiert. Die zu analysierenden Artikel wurden zunächst bei beiden systematischen Literaturrecherchen aufgrund der bereits im Vorfeld identifizierten fehlenden eindeutigen Begriffsverwendung als „eindeutig mit 360°-Videobegriff“, als „naheliegend mit immersivem/sphärischem/VR-Videobegriff“ oder als „möglich trotz verwendetem VR-Begriff“ kategorisiert. Für die systematische Literaturrecherche im unspezifischen Bildungsbereich (Artikel 1) wurden zusätzlich die Fachdisziplinen „Sport“, „Sprachen“, „Medizin“, „Lehrer*innenbildung“ und „Naturwissenschaften“ im Vorfeld als zuzuordnende Kategorien aufgestellt, wobei innerhalb der Kategorie „Naturwissenschaften“ die spezifischen Fachzuordnungen „Mathematik“, „Informatik“, „Biologie“, „Chemie“, „Physik“ oder „Technik“ zusätzlich benannt wurden. Innerhalb der systematischen Literaturrecherche mit Sportfokus (Artikel 2) wurden dagegen die Kategorien der sportspezifischen Einsatzbereiche der 360°-Videotechnologie induktiv gewonnen. Aufgrund der wenigen inkludierten explorativen Beiträge zum Einsatz von 360°-Videos im Sportbereich wurde auf eine tiefere Evidenzbewertung der inkludierten Artikel innerhalb der systematischen Literaturrecherche mit Sportfokus (Artikel 2) verzichtet.

Für eine hohe Objektivität der Ergebnisse ist ein Re-Test im Rahmen einer Reliabilitätsüberprüfung durch eine wiederholte Zuordnung in Anlehnung an die Vorgehensweise der qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring, 2015) allein oder durch mehrere Kodierer möglich (Döring & Bortz, 2016a), beispielsweise durch zwei unabhängige Tester (Fröhlich et al., 2022), die basierend auf vordefinierten Kodierregeln und Kategorienbildung relevante Artikel klassifizieren.

Im Rahmen der systematische Übersichtsarbeiten (Artikel 1 & 2) wurde die Methode der Inter-Kodierer-Übereinstimmung mit zwei Kodierern bei nominalskalierten Kategorienzuordnung gewählt (Döring & Bortz, 2016a). Als erstes Reliabilitätsmaß lässt sich die prozentuale Übereinstimmung der Kategorienzuordnung berechnen, indem die Anzahl der übereinstimmenden Kodierungen durch die Anzahl aller kodierten Artikel dividiert wird (ebd.).

$$P_{\text{(prozentuale Übereinstimmung)}} = \frac{\text{Anzahl der übereinstimmenden kodierten Artikel}}{\text{Anzahl der gesamten Artikel}}$$

Eine gute Reliabilität ist gegeben, wenn der Wert der prozentualen Übereinstimmung nahe bei 100 % liegt (Döring & Bortz, 2016a).

Die einfache prozentuale Übereinstimmung bringt jedoch die Gefahr mit sich, dass zufällige Übereinstimmungen der Kategorienzuordnung durch beide Kodierer die Reliabilität verzerren. Um dieser zufälligen Kategorienzuordnung entgegenzuwirken, lässt sich mit dem Cohens-Kappa-Koeffizienten die prozentuale Übereinstimmung um die zufällige Kategorienzuordnung bereinigen (Döring & Bortz, 2016a). Dabei wird bei mehreren Kodierungskategorien die tatsächlich beobachtete Zuordnung der Artikel in die jeweilige Kategorie der jeweiligen Kodierer numerisch aufgelistet. Anschließend wird die Gesamtanzahl der jeweils zu erwartenden Kategorienzuordnung mit der tatsächlich erfolgten Anzahl gegengerechnet und zur Berechnung der prozentualen Zufallsübereinstimmung durch die Gesamtartikelanzahl dividiert. Von der beobachteten Häufigkeit der Kategorienzuordnung, die der prozentualen Übereinstimmung entspricht, wird abschließend die prozentuale Zufalls-übereinstimmung abgezogen (ebd).

$$K \text{ (Cohens Kappa-Koeffizient)} = \frac{p \text{ (prozentuale Übereinstimmung)} - pe \text{ (prozentuale Zufallsübereinstimmung)}}{1 - pe \text{ (prozentuale Zufallsübereinstimmung)}}$$

Nach der Bereinigung der zufälligen prozentualen Übereinstimmung kann von einer sehr guten Reliabilität ausgegangen werden, wenn der Cohens-Kappa-Koeffizient zwar deutlich weniger als 1 beträgt, jedoch mit dem Wert .75 eine bereinigte Übereinstimmung von mehr als 75 % aufweist (Döring & Bortz, 2016a).

4.2 Konzipierung methodisch-didaktischer Schritte für ein 360°-Videotrainingsszenario im Sport, basierend auf motorischen, kognitiven und medienspezifischen Lerntheorien

„Eine Innovation liegt im Schnittpunkt zwischen Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Wünschbarkeit. Ideen müssen auf alle drei Aspekte hin bewertet werden und nur wenn alle drei Aspekte berücksichtigt werden, kann eine Idee zur echten Innovation werden“ (Gürtler, 2019).

Dieser Grundgedanke des Design Thinking Ansatzes entspricht dabei den Empfehlungen der Kosten-Nutzen-Abwägung zur Implementierung von VR-Anwendungen als Lehr-Lern-Medium nach dem Meaningful-immersive Virtual Reality-Learning-Model von Mulders

(2022) und diente in der Konzipierung der 360°-Videotrainingseinheit als erste Überlegung.

4) Welche vorhandenen methodisch-didaktischen Lehr-Lern- und Trainingskonzepte existieren zum Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument?

Im Gegensatz zu einem spezifischen Design Thinking Projekt, welches durch eine interdisziplinäre Teamzusammensetzung kreative und innovative Problemlösungen konzipiert, wurde jedoch in der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation das methodisch-didaktische 360°-Videotrainingskonzept, aufbauend auf den Ergebnissen der systematischen Literaturübersicht, in Einzelarbeit durch den Doktoranden erstellt.

„Sollen Erfahrungen in der VR nicht nur ein Ein- und Abtauchen in eine andere Realität ermöglichen, sondern auch das Wiederauftauchen, bedarf es entsprechender pädagogischer und didaktischer Begleitung, Kontextualisierung und Reflexion. Anhaltspunkte für (Selbst-)Reflexionen bieten die Dimensionen des Körperlichen und damit die Frage, ob und wie Körper und Bewegung in der Virtuellen Realität adressiert werden“ (Wiesche et al., 2023).

Um eine pädagogisch-didaktische Konzipierung einer 360°-Video-Lehr-Lern-Einheit zu gewährleisten, wurde auf den Erkenntnissen der systematischen Literaturübersichten (Artikel 1 & 2) aufgebaut. Als Ergebnis konnte neben positiven motivationalen Anreizen ein hohes Potenzial von 360°-Videos für mehrperspektivische Analyse- oder Reflexionsprozesse identifiziert werden. Zudem zeigte die systematische Literaturübersicht Möglichkeiten zum 360°-Videoeinsatz für das Erlernen von Bewegungstechniken auf. Für die Konzipierung eines 360°-Videotrainingsszenarios galt es, diese Potenziale zu nutzen. Durch Beobachtung und Selbsterfahrung des Doktoranden bei coronabedingt erschwerten Trainingseinheiten im Karatetraining, die insbesondere auf Online-Training mit unterschiedlichen Onlinekonferenzsystemen oder Trainingsvideos basierten, wurde der Fokus auf digitale Trainingsmöglichkeiten im Sport gelegt. Ausgehend aus den Vorgaben innerhalb des Projektrahmens digiMINT, welcher virtuelle Lernumgebungen unter anderem in Naturwissenschaften und Sport thematisiert, wurde dabei der Fokus auf die 360°-Videotechnologie als Bindeglied zwischen VR-Anwendungen und herkömmlichen Videos gewählt. Gemäß der generellen Frage nach einem optimalen Methoden- und Medieneinsatz im Sportunterricht (Schmitt & Hanke, 2010) und der Kosten-Nutzen-Abwägung einer Innovation (Gürtler, 2019) zur Implementierung neuerer digitaler Lehr-Lern-Medien als Trainingsinstrumente (Mulders, 2022) wurde aufgrund der sportbiografischen Erfahrungen des Doktoranden im Karate zunächst die gängige Karate-

Trainingssituation, insbesondere für das spezifische Karate-Kata-Training, analysiert, um Möglichkeiten einer optimalen digitalen Trainingsunterstützung zu konzipieren.

Zunächst ist festzuhalten, dass der als Ausgangspunkt beobachtete Aufbau eines gängigen Karate-Kata-Trainings auf den langjährigen subjektiven Trainings-erfahrungen des Doktoranden in mehreren Karatevereinen beruht. Zum Erlernen einer Karate-Kata werden zunächst die Einzeltechniken angeeignet, die anschließend in einer festgelegten Reihenfolge und in einer definierten Schrittfolge innerhalb eines vorgegebenen Laufdiagramms, bestehend aus verschiedenen Schrittstellungen und Körperdrehungen, ausgeführt werden, die einen Kampf gegen mehrere (imaginäre) Angreifende symbolisieren (Grupp, 2018; Tartaglia, 2010). Diese Schrittfolge im definierten Laufdiagramm wird vom Trainer beziehungsweise von der Trainerin demonstriert, die Lernenden ahmen die Bewegungen in der Schrittfolge nach, bis sie schließlich die Bewegungsabfolge im vorgegebenen Laufdiagramm beherrschen. Die Technikvermittlung geschieht dabei überwiegend durch Demonstrieren und Nachahmen. Das eigentliche Ziel des Karate-Kata-Trainings besteht jedoch nicht im bloßen Beherrschen der Bewegungsabfolgen und Schrittdiagramme, sondern in der Umsetzung der Bewegungen zu Selbstverteidigungszwecken (ebd.). Als zusätzliche visuelle Trainingsunterstützung existieren mehrere bildliche Darstellungen der Schrittfolge (Abb. 4.1) verschiedener Autoren (Grupp, 2018; Tartaglia, 2010; Wedewardt, 2019), die jedoch aufgrund der gedruckten statisch-bildlichen Repräsentation weder den korrekten Ausführungsweg der einzelnen Techniken noch die entsprechende Bewegungsdynamik darstellen. Der Einsatz von Videotechnologie eignet sich daher im Gegensatz zu statischen Bildern besonders für die Repräsentation der Bewegungsdynamik (Dober, 2019). Es existieren bereits öffentlich zugängliche Trainingsvideos einzelner Karate-Katas, die die Bewegungsabläufe dynamisch veranschaulichen. Dabei wird die entsprechende Karate-Kata jedoch in einer vorbestimmten Kameraperspektive demonstriert. Das Bewegungslernen demonstrierter Bewegungen durch Beobachtung impliziert dagegen eine unterschiedliche Perspektivauswahl der Beobachtenden auf die Bewegungen selbst (Büning & Wirth, 2020). So sind die demonstrierten, auf sie selbst gerichteten Bewegungen für einige Trainierende hilfreicher, während andere die aus der entgegengesetzten Perspektive von hinten gerichteten Bewegungen als vorteilhafter empfinden (ebd.).

Der Trainingsaufbau eines Karate-Kata-Trainings entspricht dem Klassifizierungs-schema motorischer Fertigkeiten (Mechling et al., 2010; Meinel & Schnabel, 2015). In Anbetracht der Differenzierung sportmotorischer Bewegungen werden in Karate-Katas zunächst geschlossene Fertigkeiten verlangt, die aus einer Aneinanderreihung vorgegebener Bewegungskombinationen mit Hand- und Fußkombinationen und festgelegten Schrittfolgen bestehen. Erst mit der Erklärung und Interpretation der einzelnen

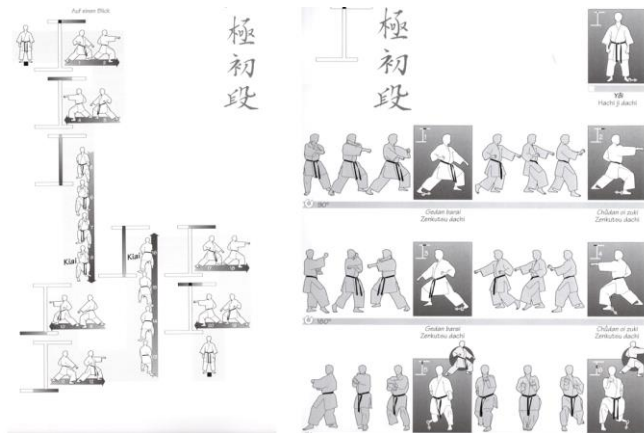


Abbildung 4.1: Exemplarisches Laufschemata der Karate-Kata Taikyoku Shodan (Tartaglia, 2010, S.14-15).

Bewegungen für Selbstverteidigungszwecke und dem zu erlernenden Verständnis der notwendigen Bewegungsdynamik, der Koordination und dem Kräfteinsatz lassen sich die zunächst geschlossenen Fertigkeiten in offene Fertigkeiten (Mechling et al., 2010) transferieren. Die anfangs erlernten Einzeltechniken werden im Karate-Kata-Training zu komplexen Bewegungs-zusammenhängen kombiniert. Dieser differenzierte Trainingsaufbau eines Karate-Kata-Trainings entspricht ebenfalls der Klassifizierung von Lernphasen (Schnabel et al., 2014) und lässt sich im Drei-Phasen-Modell nach Meinel und Schnabel (Hossner et al., 2013; Meinel & Schnabel, 2015) oder im vierstufigen Lernmodell des Techniktrainings integrieren (Hottenrott & Hoos, 2013). Zunächst erfolgt das grobkoordinative Erlernen (Meinel & Schnabel, 2015) des Laufschemas. Dabei stehen in dieser Phase nicht der richtige Kräfteinsatz oder die richtige Bewegungsdynamik im Fokus (ebd.). Erst im Anschluss werden in der zweiten feinkoordinativen Phase die Techniken verfeinert und abschließend in der dritten Phase die variable Verfügbarkeit (ebd.) der Karatetechniken in spezifischen Anwendungssituationen trainiert.

Insbesondere die Technikdemonstration durch den Trainer beziehungsweise Trainerin und die anschließende Nachahmung durch die Trainierenden beruhen auf der Lerntheorie „Lernen am Modell“ (Conzelmann et al., 2013). Unter der Begrifflichkeit „sozial-kognitive Theorie“ im Zusammenhang mit Albert Bandura et al. (1966) lassen sich innerhalb der Lerntheorie „Lernen am Modell“ grundlegend zwei Lernphasen unterscheiden: die Aneignungs- und die Ausführungsphase (Conzelmann et al., 2013). Für die Aneignungsphase durch die Beobachtung eines Modells ist es wichtig, die Aufmerksamkeit des Beobachters auf das Modell zu lenken. Dies kann visuell oder verbal unterstützt werden. Diese Phase ist durch kognitive Lernprozesse geprägt. In ihr wird eine optimale

Bewegungsausführung als Soll- und Zielbewegung vermittelt und von den Trainierenden angestrebt (Hossner et al., 2013). In der anschließenden Ausführungsphase lassen sich drei Effekte kategorisieren: Neue Verhaltensmuster werden erworben, bekannte Verhaltensmuster werden ausgelöst und aufgrund der erfahrenen Konsequenzen verstärkt oder gehemmt (Conzelmann et al., 2013).

Ausgehend von einem herkömmlichen Trainingsablauf eines Karate-Kata-Trainings in Präsenz wurden aufgrund der coronabedingten Hallenschließungen digitale Trainingsmöglichkeiten erörtert, die auf Basis des Cognitive Affective Model of Immersive Learning (Makransky & Petersen, 2021) und dem Meaningful-immersive Virtual Reality-Learning-Modell (Mulders, 2022) ressourcenschonend nach sechs Gestaltungsprinzipien zu entwickeln und einzusetzen sind (Tab. 4.2).

Aufgrund der einfachen Gestaltungsmöglichkeiten von 360°-Videos, welche jedoch Potenziale der Videotechnologie durch einen mehrperspektivischen, frei wählbaren Rundumblick und Immersionsmöglichkeiten erweitern, wurde im Sinne der Klassifizierung eines praxis-orientierten 360°-Videos (Feurstein & Neumann, 2022) zunächst ein dreistufiger Trainingsaufbau erarbeitet (Artikel 3) und im Rahmen der Konzepterprobung und fortlaufenden Verbesserung in ein vierstufiges beziehungsweise fünfstufiges 360°-Videotrainingkonzept für beobachtendes und nachahmendes Karate-Kata-Training weiterentwickelt (Abb. 4.2) (Artikel 4 & 5).

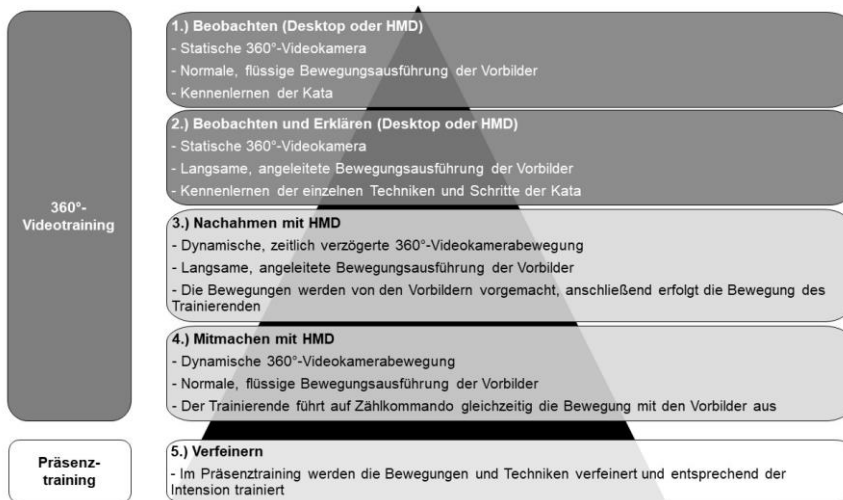


Abbildung 4.2: 360°-Videotrainingkonzept für beobachtendes und nachahmendes Bewegungslernen vordefiniert Bewegungsabfolgen.

Tabelle 4.2: Umsetzung lern-theoretischer Grundlagen im entwickelten 360°-Videotrainingkonzept.

Gestaltungsrichtlinien nach M-iVR-L-Modell (Mulders, 2022)	Umsetzung im 360°-Videotrainingkonzept
1. Immersionsgrad richtet sich nach den Lehr-Lern-Zielen.	Im ersten und zweiten Schritt gilt es, die vorge-machten Bewegungen und das Bewegungsschema der Kata zu beobachten und kennenzulernen. Der hierfür notwendige Immersionsgrad ist gering, sodass die Blickrichtungskontrolle innerhalb des 360°-Videos per Maus am Desktop (und HMD) erfolgen kann.
2. Lernrelevante Informationen und Interaktionen durch realistisch-motorische Handlungsmöglichkeiten unterstützen den Lehr-Lern-Prozess.	Im dritten und vierten Schritt wird neben der reinen Beobachtung eine Interaktion der Trainierenden gefordert. Es gilt, die vorgemachten Bewegungen und das Bewegungsschema nachzuahmen. Damit die Blickrichtung gesteuert werden kann und die Extremitäten zur Bewegungsnachahmung frei sind, wird ein HMD benötigt.
3. Segmentierung der Lehr-Lern-Schritte vermindern das Risiko der kognitiven Überforderung.	Die Trainierenden werden in vier aufeinanderfolgenden Schritten sowohl an eine zunehmende Immersion und komplexere Steuerung als auch an die Bewegungsabfolge herangeführt. In der Bewegungsabfolge werden die einzelnen Techniken zunächst segmentiert vorgemacht und vom Trainierenden nachgemacht. Erst im vierten Schritt erfolgt der Bewegungsablauf ohne Unterbrechung.
4. Individuelle Erfahrungen der Lernenden im Umgang mit der VR-Anwendung sind zu berücksichtigen.	Die einzelnen Schritte sind je nach Vorwissen der Trainierenden über den Umgang mit 360°-Videos und HMDs frei auswählbar, sodass einzelne Schritte übersprungen werden können.
5. Lehr-Lern-Inhalte sind innerhalb der VR-Anwendung auf individuelle Wissensstände anzupassen.	Die einzelnen Schritte sind je nach Vorwissen der Trainierenden über die vorgemachten Bewegungen und Bewegungsabfolge der Kata frei wählbar, sodass einzelne Schritte übersprungen werden können.
6. Wissenstransfer durch konstruktivistische Lehr-Lern-Ansätze in oder durch VR-Anwendungen ermöglichen.	Die 360°-Videos wurden mit einer Gruppe aufgenommen, die unterschiedliche Leistungsniveaus aufweisen. Da im Sinne einer grobkoordinativen Bewegungsaneignung nicht die Bewegungspfektion im Vordergrund steht, sondern vielmehr der Kenntniserwerb, lassen sich innerhalb des 360°-Videos auch die unterschiedlichen Leistungsniveaus der aufgenommenen Vorbilder entdecken und für ein Bewegungsverständnis miteinander vergleichen.

<p>Gestaltungsrichtlinien auf Basis unterschiedlicher Lernphasen (Meinel & Schnabel, 2015)</p>	<p>Das 360°-Videotrainingkonzept beruht auf einem Blended-Learning-Ansatz. Die 360°-Video-trainings-einheit zielt zunächst auf das grobkoordinative Kennenlernen der Kata-spezifischen Bewegungs-abfolge und des Laufschemas. Diese erste Lernphase erfolgt durch die Trainierenden selbstständig im digitalen Kontext. Durch das 360°-Videotraining mit den aufeinanderfolgenden Schritten, wird die Kata-spezifische Bewegungsabfolge und das Laufschemata zunehmend grobkoordinativ verinnerlicht, sodass im anschließenden Präsenztraining, die Sportlehrkraft bzw. der Trainer oder die Trainerin mit der zweiten fein-koordinativen Lernphase auf den homogenen Kenntnisstand der Trainierenden aufbauen kann, die abschließend mit möglichen Bewegungs-veränderungen und Bewegungsvariationen in der dritten Lernphase in Präsenz fortgeführt wird.</p>
<p>Gestaltungsrichtlinien auf Basis des Lernens am Modell (Bandura et al., 1966)</p>	<p>Das 360°-Videotraining lässt sich gemäß der zwei Lernphasen der sozial-kognitiven Theorie in eine Aneignungs- und Ausführungsphase gliedern, die sich wiederum in zwei unterschiedliche Phasen, der Beobachtungs- und Nachahmungsphase unterteilen. Innerhalb des 360°-Videos lassen sich im frei wählbaren Rundumblick um den Kamera-standpunkt, die Kameraperspektive auf vier Vorbilder zur Observation frei wählen. Sowohl mit auditiven Hinweisen zur demonstrierten Technik als auch mit Zwischenpausen zwischen den demonstrierten Techniken insbesondere in Schritt 2 und Schritt 3, können die Trainierenden sich jeweils im 360°-Videoszenario orientieren.</p> <p>In der anschließenden Ausführungsphase werden die Bewegungen in Schritt 3 nochmals vereinzelt vorge-macht und von den Trainierenden darauffolgend nachgeahmt.</p> <p>In Schritt 4 erfolgt die synchrone Bewegungs-ausführung zusammen mit den im 360°-Videotrainingkonzept aufgenommenen Vorbildern für die grob-koordinative Festigung der Karate-Kata.</p>

4.3 Evaluation der subjektiven Nutzenbewertung der 360°-Videotechnologie als visuelle Trainingsunterstützung durch das TAM-Modell

„Ob das Lernen mit bzw. aus 360°-Videos im Vergleich zu 16:9-Videos vorteilhaft ist, lässt sich aufgrund der derzeitigen Studienlage schwer beurteilen“ (Gold & Windscheid, 2022, S.170).

Anhand der Erkenntnisse aus den beiden systematischen Übersichtsarbeiten (Artikel 1 & 2) und den wenigen bestehenden explorativen Studien über 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und als visuelle Trainingsunterstützung im Sportkontext wurde ein Forschungsdesiderat bezüglich der Akzeptanz und Bewertung im Praxiseinsatz festgestellt. Um die 360°-Videotechnologie als eine Zukunftstechnologie (Gossel, 2022) im Sport zu etablieren, wird neben dem Aufzeigen von Potenzialen und der Erarbeitung methodisch-didaktischer Konzepte davon ausgegangen, dass diese auch als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument von Trainierenden akzeptiert und als nützlich bewertet werden. Da sich die Forschung zur 360°-Videotechnologie generell als junges Forschungsfeld bewerten lässt (Windscheid & Gold, 2022), existieren keine evidenzbasierten Lehr-Lern-Theorien zur 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium, aus denen sich bereits analysierte Hypothesen zur Überprüfung generieren ließen. Entsprechend wurde ein explorativer Forschungsansatz gewählt, der sowohl den Forschungsgegenstand genauer analysiert als auch erste Ansätze für eine zukünftige Hypothesenbildung liefert (Döring & Bortz, 2016c). In Anlehnung an die Grundlagen der Testkonstruktion nach Witte (2019) wurde auf Basis des ermittelten Forschungsdesiderats aus den systematischen Übersichtsarbeiten (Artikel 1 & 2) und des 360°-Videopotenzials einer individuell freiwählbaren, mehrperspektivischen Bewegungsbetrachtung durch eine aus den entwickelten Konzepten (Artikel 3, 4 & 5) übernommene 360°-Video-Rauten-Aufnahmegestaltung (Abb. 4.3) eine explorative, randomisierte Interventionsstudie (Artikel 4.3.2) im Cross-Over-Design durchgeführt.

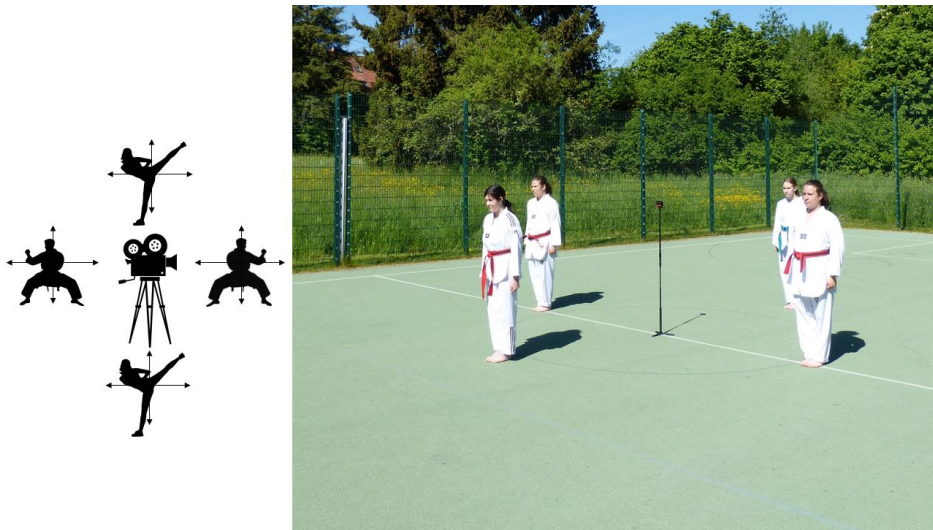


Abbildung 4.3: 360°-Video-Rauten-Aufnahmegestaltung und exemplarische Umsetzung im Taekwondo.

Entsprechend der als Forschungsdesiderat bewerteten fünften Forschungsfrage

5) Welche Nutzen werden 360°-Videos zur selbstständigen Aneignung von Bewegungen im Vergleich zur herkömmlichen Videotechnologie zugesprochen?

wurde explizit das validierte Technology Acceptance Model nach Davis (1989) als theoretische Grundlage zur Entwicklung eines Erhebungsinstrumentes herangezogen und durch einen modellierten Fragebogen zu Virtual-Reality-Anwendungen (Pletz et al., 2020) auf die 360°-Videotechnologie adaptiert. Vereinzelt negativ gepolte Items wurden zum Zweck einer einheitlichen Tendenz der Merkmalsausprägungen für die statistische Auswertung umgepolt, um Gesamtaussagen über eine positive oder negative Technologiebewertung zu ermöglichen (Döring & Bortz, 2016b). Zudem wurden die jeweiligen Einzelitems der verschiedenen Kategorien nach dem TAM-Modell zu latenten Variablen zusammengefasst. Da durch das entwickelte Cross-Over-Studiendesign zwei Messzeitpunkte gegeben waren, deren Messwerte in Abhängigkeit voneinander betrachtet werden müssen, und die Antwortskalen des eingesetzten Erhebungsinstrumentes in einer 7-stufigen Likert-Skala ordinalskaliert waren, wurden im ersten Schritt die erhobenen Messdaten auf eine Normalverteilung bei kleineren Stichproben durch den Kolmogorov-Smirnov-Test überprüft (Witte, 2019). Aufgrund einer nicht zutreffenden Normalverteilung wurden mit dem Wilcoxon-Signed-Rank-Test die Messergebnisse mit einem nicht-parametrischen Test für zwei abhängige Stichproben im zweiten Schritt ausgewertet (Rasch et al., 2014; Witte, 2019).

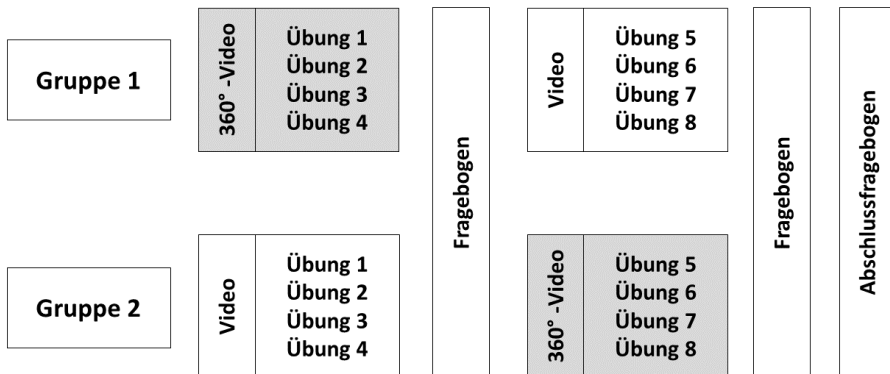


Abbildung 4.4: Entwickeltes Studiendesign einer randomisierten Cross-Over-Studie (Artikel 6 & 7).

4.4 Evaluation der subjektiv wahrgenommenen Potenziale der 360°-Videotechnologie als visuelle Trainingsunterstützung

„Der Innovationsentscheidungsprozess wiederum ist ein mentaler Prozess, bei dem ein Individuum bzw. eine entscheidende Einheit basierend auf Wissen über eine Innovation eine Einstellung entwickelt, über Annahme oder Ablehnung der Innovation entscheidet, die neue Idee implementiert und diese Entscheidung bestätigt“ (Rogers 2002, S. 990, zit. nach Gossel, 2022, S. 14).

Die systematischen Literaturrecherchen konnten bereits eine Vielfalt an Potenzialen der 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument aufzeigen, deren Evidenz sich jedoch nicht eindeutig belegen lässt, da es sich nur um vereinzelte explorative Studien handelte. Ebenfalls konnte nicht belegt werden, ob diese Potenziale im Sinne der Technologieakzeptanz und Nutzeneinschätzung von Anwendenden und Trainierenden auch erkannt werden. Entsprechend der Forschungsfrage

5) Welche Nutzen werden 360°-Videos zur selbstständigen Aneignung von Bewegungen im Vergleich zur herkömmlichen Videotechnologie zugesprochen?

wurden daher die theoretischen Potenzialkategorien aus den beiden systematischen Literaturrecherchen innerhalb der randomisierten Cross-Over-Studie mit einer offenen Fragestellung nach subjektiv wahrgenommenen positiven und negativen Aspekten zur 360°-Videotechnologie als visuelle Trainingsunterstützung überprüft. Dabei wurden

zunächst die Ergebnisse gemäß der Vorgehensweise einer strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2018; Mayring, 2015) auf Übereinstimmungen zwischen den aus den systematischen Literaturübersichten vordefinierten deduktiven Potenzialkategorien und den subjektiv bewerteten positiven Aspekten analysiert. Neben der deduktiven Kategorienanwendung (Mayring, 2015) wurde das Kategoriensystem induktiv erweitert. Neue, bisher nicht behandelte Aspekte wurden induktiv aus den gegebenen Antworten abgeleitet und als Themencodes inhaltlich kategorisiert (Kuckartz, 2018) (Abb. 4.5). Während die systematischen Literaturübersichten überwiegend positive Potenziale fokussierten, wurden im Rahmen der Evaluation der subjektiv wahrgenommenen Potenziale der 360°-Videotechnologie als visuelle Trainingsunterstützung auch negativ bewertete Aspekte induktiv kategorisiert.

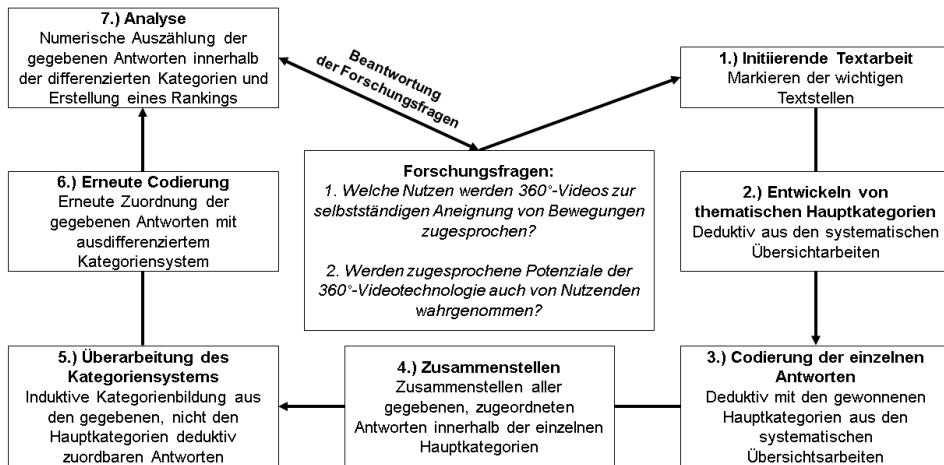


Abbildung 4.5: Ablaufschema einer inhaltlich strukturierenden Inhaltsanalyse (eigene Darstellung, in Anlehnung an Kuckartz, 2018, S.100) und Vorgehensweise innerhalb der Evaluation der subjektiv wahrgenommenen Potenziale der 360°-Videotechnologie 360°-Video-Rauten-Aufnahmegestaltung und exemplarische Umsetzung im Taekwondo.

4.5 Übersicht der Publikationen

Tabelle 4.3: Übersicht der eingereichten Publikationen der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation.

Artikel	Forschungsfrage	Artikelart
<p>Rosendahl, P., & Wagner, I. (2023). 360° videos in education – A systematic literature review on application areas and future potentials, <i>Education and Information Technologies</i>. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11549-9</p>	<p>F1 - Welche Einsatzbereiche der 360°-Videotechnologie lassen sich im Bildungsbereich und im Sport identifizieren? F2 - Mit welchen Intentionen wird die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium für Bildungsprozesse und als Trainingsinstrument im Sport eingesetzt? F3 - Welche Potenziale weist die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument auf? F4 - Welche vorhandenen methodisch-didaktischen Lehr-Lern- und Trainingskonzepte existieren zum Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument?</p>	<p>Artikel 1 Systematische Übersicht</p>
<p>Rosendahl, P., & Wagner, I. (2022). 360-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium, <i>Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge</i>, 62(2), 135-155.</p>	<p>F1 - Welche Einsatzbereiche der 360°-Videotechnologie lassen sich im Bildungsbereich und im Sport identifizieren? F2 - Mit welchen Intentionen wird die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium für Bildungsprozesse und als Trainingsinstrument im Sport eingesetzt? F3 - Welche Potenziale weist die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument auf? F4 - Welche vorhandenen methodisch-didaktischen Lehr-Lern- und Trainingskonzepte existieren zum Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument?</p>	<p>Artikel 2 Systematische Übersicht</p>
<p>Rosendahl, P., & Wagner, I. (2021). 360°-Videos zum Erlernen von Bewegungsmustern – eine Konzeptidee für den Einsatz als Lehr-Lernmedium, <i>Zeitschrift für Studium und Lehre in der Sportwissenschaft</i>, 4(3), 38-42.</p>	<p>F3 - Welche Potenziale weist die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument auf? F4 - Welche vorhandenen methodisch-didaktischen Lehr-Lern- und Trainingskonzepte existieren zum Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument?</p>	<p>Artikel 3 Konzept</p>

<p>Rosendahl, P., Klein, M., & Wagner, I. (2022). Immersive training for movement sequences: The use of 360° video technology to provide poomsae training in Taekwondo, <i>Journal of Physical Education and Sport</i>, 22(10), 2318-2325. https://doi.org/10.7752/jpes.2022.10295</p>	<p>F3 - Welche Potenziale weist die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument auf? F4 - Welche vorhandenen methodisch-didaktischen Lehr-Lern- und Trainingskonzepte existieren zum Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument?</p>	<p>Artikel 4 Konzept</p>
<p>Rosendahl, P., & Wagner, I. (2023). 360°-Videos für beobachtendes und nachahmendes Kata-Training im Karate, <i>SportPraxis</i>, 64(1), 54-58.</p>	<p>F3 - Welche Potenziale weist die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument auf? F4 - Welche vorhandenen methodisch-didaktischen Lehr-Lern- und Trainingskonzepte existieren zum Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument?</p>	<p>Artikel 5 Konzept</p>
<p>Rosendahl, P., Müller, M., & Wagner, I. (final akzeptiert). 360° videos as visual training support for independent movement acquisition – benefit evaluation with the TAM.</p>	<p>F3 - Welche Potenziale weist die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument auf? F5 - Welche Nutzen werden 360°-Videos zur selbstständigen Aneignung von Bewegungen im Vergleich zur herkömmlichen Videotechnologie zugesprochen?</p>	<p>Artikel 6 Quantitative Evaluation</p>
<p>Rosendahl, P., Müller, M., & Wagner, I. (2023). 360° videos as a visual training tool – a study on subjective perceptions, <i>Journal of Physical Education and Sport</i>, 23(4), 795-801. https://doi.org/10.7752/jpes.2023.04100</p>	<p>F3 - Welche Potenziale weist die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument auf? F5 - Welche Nutzen werden 360°-Videos zur selbstständigen Aneignung von Bewegungen im Vergleich zur herkömmlichen Videotechnologie zugesprochen?</p>	<p>Artikel 7 Qualitative Evaluation</p>

5 Publikationen

Die vorliegende publikationsbasierte Dissertation basiert auf sechs Publikationen mit Begutachtungsverfahren, die sich in zwei systematische Literaturrecherchen (Artikel 1 & 2), zwei Konzeptarbeiten (Artikel 3 & 4) und zwei Evaluationen (Artikel 6 & 7) differenzieren. Zusätzlich wird ein weiterer Artikel ohne Begutachtungsverfahren erwähnt, der die Weiterentwicklung des entwickelten 360°-Videotrainingkonzepts aufzeigt (Artikel 5).

In Artikel 1 und Artikel 2 wurden zunächst die Einsatzbereiche, Potenziale und Einsatzmöglichkeiten der 360°-Videotechnologie für Bildungs- und Trainingsprozesse identifiziert und diskutiert. Beide systematischen Literaturübersichten zeigen aufgrund des jungen Forschungsfeldes nur wenige Verwendungen der 360°-Videotechnologie in den unterschiedlichen Einsatzbereichen. Die Analyse im unspezifischen Bildungskontext konnte anhand einer numerischen Auszählung insbesondere Einsätze im medizinischen Bildungsbereich, im Spracherwerb, in den Naturwissenschaften und allgemein im Lehramtsstudium feststellen. Dabei wurden drei hauptsächliche Zwecke und Einsatzbereiche des 360°-Videoeinsatzes als Lehr-Lern-Medium identifiziert. 360°-Videos werden zur Beobachtung und Präsentation von Lerninhalten eingesetzt (1), um immersiv-interaktive Lernerfahrungen für den Theorie-Praxis-Transfer zu ermöglichen, (2) sowie zur Selbst- und Fremdrelexion aufgenommener Unterrichtssituationen verwendet (3).

Anhand der Analyse über die Einsatzbereiche im Sportkontext konnten vier Einsatzbereiche differenziert werden. Im Rahmen der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation lag der Interessenfokus auf dem Einsatz als Trainingsinstrument (1). Daneben wurden 360°-Videos jedoch auch für Marketing (2), in der Sportberichtserstattung (3) und im Tourismus (4) eingesetzt. Die spezifischen Einsatzbereiche von 360°-Videos im Sport bestätigten die identifizierten Potenziale der Analyse über den 360°-Videoeinsatz im unspezifischen Bildungsbereich und ergänzten diese mit Möglichkeiten zur Spielsituationserkennung und zur Techniks Schulung. Insbesondere als visuelles Trainingsinstrument für kognitive, mentale, technische oder reflektive Trainingsprozesse kamen 360°-Videos im Sport explorativ zum Einsatz.

Auf Basis der identifizierten Potenziale wurde in den Artikeln 3, 4 (und 5) ein methodisch-didaktisches 360°-Videotrainingkonzept für vordefinierte Bewegungen vorgestellt, erprobt und verfeinert. Dabei wurden insbesondere die frei wählbare Rundumsicht sowie die Möglichkeit der Immersion mit einer interaktionszentrierten und mobilen 360°-Videokameraposition (Meinert & Tuma, 2022) thematisiert. Angelehnt an die Lerntheorie

„Lernen am Modell“ wurde eine erste Konzeptidee zum beobachtenden und nachahmenden Bewegungslernen vordefinierter choreografischer Bewegungs-abfolgen für eine ästhetische Bewegungsgestaltung zur Diskussion vorgestellt (Artikel 3), um weitere Impulse zur Erarbeitung des methodisch-didaktischen Konzepts zu erhalten. Mit zunehmender Erprobung und Expertenrückmeldungen nach mehreren Präsentationen auf verschiedenen Fachtagungen wurden die einzelnen methodisch-didaktischen Schritte in einem 5-stufigen Trainingsaufbau für eine selbstständige, grobkoordinative Bewegung-saneignung differenziert (Artikel 4 & 5), um die meist knapp bemessene Praxiszeit sowohl für den Sportunterricht als auch für außerschulische Trainingsprozesse zu optimieren.

Für die Etablierung als zukünftige Bildungs- und Trainingstechnologie wurden in Artikel 6 und 7 Ergebnisse zur Technologieakzeptanz und zur Potenzialbewertung von 360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung vorgestellt, die im Rahmen einer randomisierten Cross-Over-Studie ermittelt wurden. Obwohl keine signifikanten Unterschiede zwischen der Nutzenbewertung von 360°-Videos und herkömmlichen Trainingsvideos identifiziert wurden, tendierten die Probanden dazu, 360°-Videos als zukünftige visuelle Trainingshilfe zu nutzen. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund des unterschiedlichen Ressourcenaufwandes bedeutsam, der für die Produktion der Videoformate aufgebracht wurde. Insbesondere die multi-perspektivische Rundumsicht der 360°-Videotechnik ermöglicht nach Ansicht der Probanden eine differenzierte Betrachtung der Bewegung aus verschiedenen Perspektiven für einen individuell steuerbaren Lernprozess. Daneben konnten weitere Möglichkeiten der 360°-Videotechnik als visuelles Trainingsinstrument aufgezeigt werden. Dabei wurde jedoch ebenfalls die Notwendigkeit von methodisch-didaktischen Konzepten zur erfolgreichen Verwendung von 360°-Videos ersichtlich.

Im Anschluss an die im Rahmen der publikationsbasierten Dissertation verfassten Artikel folgen eine Zusammenfassung und eine Diskussion der Ergebnisse sowie eine kritische Reflexion der Limitationen.

5.1 Artikel 1: 360° videos in education – A systematic literature review on application areas and future potentials

(Veröffentlichte Manuskriptfassung, lizenziert unter Lizenz CC BY 4.0)

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2024). 360° videos in education – A systematic literature review on application areas and future potentials. *Educ Inf Technol*, 29, 1319–1355. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11549-9>.

Abstract

As a teaching and learning medium, 360° videos offer new teaching-learning experiences. Through the possibility of immersion, individual 360° panoramic images, multi-perspective viewing options and interaction possibilities, they extend the advantages of conventional video technology. To understand the potential of using 360° video technology for educational processes, a systematic literature review analyzed previous scientific articles (N = 44) about the interdisciplinary use of 360° videos according to PRISMA guidelines. In the systematic literature selection, particular emphasis was placed on the conceptual distinction between virtual reality and 360° videos. By the authors, 360° videos are understood as a specific video format that has characteristics of virtual reality but is to be distinguished from virtual reality by the necessary real recording situation without programmed virtual environments. The results show a use of 360° videos mainly for three teaching-learning purposes: presentation and observation of teaching–learning content, immersive and interactive theory–practice mediation, and external and self-reflection. Combined with the added value of conventional video technology and other immersive technology such as virtual reality, five added value categories for its use as a teaching–learning medium were identified: To increase learning motivation and interest, to learn in authentic and realistic learning scenarios, for immersive and interactive learning experiences, for multi-perspective observation opportunities and for individual learning. These consisted primarily of positive motivational effects for authentic or immersive learning experiences.

Keywords: 360° video, immersive video, VR video, spherical video, omnidirectional video, eLearning; systematic literature review

Introduction

New teaching and learning experiences become possible with 360° videos. While the use of videos in teacher education is already well-established, the further development of video technology allows immersive and interactive applications in education which have a positive impact on motivation in learning processes (Kavanagh et al., 2017). In the past, financial costs and time-consuming systems limited the implementation of high-quality virtual reality and augmented reality applications in education. These barriers can be overcome nowadays due to increasingly cost-effective technology providers (Jensen & Konradsen, 2018) and new video technologies (Kavanagh et al., 2017). In particular, 360° videos provide a low-cost opportunity for video-based teaching (Kavanagh et al., 2016; Roche et al., 2021), which extends the advantages of traditional videos via immersion and multi-perspective reflection. Immersive experiences can now be sustainably implemented in the classroom using 360° videos in combination with desktop PCs, smartphones or even smartphones with low-cost head-mounted-displays such as cardboard.

The confusion and lack of differentiation between the terms 360° videos and virtual reality is addressed by Snelson and Hsu (2020) in their scoping review. Similarly, Roche et al. (2021) argue for a clear conceptual separation, e.g., due to the design process of both applications. They used a SWOT analysis to identify the strengths of 360° videos in teacher education. Ranieri et al. (2022) conducted a scoping review to investigate the uses and potentials of clearly defined 360° videos in education. In their search term, they exclusively used different spellings of the term 360° video. Therefore, it cannot be ruled out that due to the lack of a conceptual distinction between 360° videos and virtual reality in the literature, thematically relevant contributions were not recorded by the authors. In addition, no reference to conventional video technology could be established. However, we see the link to traditional video technology as necessary, as we understand 360° videos as a specific video format and agree with the argumentation of Roche et al. (2021).

Different video techniques and their use in teaching, for example for explanation or viewing classroom videos in teacher education (Gaudin & Chaliès, 2015) have been analyzed until now. We recognize a systematic linking of the educational potentials of conventional video technology with those of 360° videos as well as a sharp differentiation of 360° videos from virtual reality as an important addition to existing reviews (e.g., Pirker & Dengel, 2021; Ranieri et al., 2022; Kucher Dhimolea et al., 2022). To avoid future misunderstandings between 360° videos and virtual reality and to clarify the potentials of 360° video technology, we conducted a systematic review of 360° videos in education, building on

the scoping reviews by Snelson and Hsu (2020) and Ranieri et al. (2022), as well as the systematic reviews by Kavanagh et al. (2017) and Pirker and Dengel (2021).

Definition of terms

The 360° video technology enables the video recording of the real environment with special video cameras (Ranieri et al., 2022). As with conventional video technology, a video image of the real environment is created. The decisive common criterion is the video recording. A 360° video camera records the environment around it both statically at a fixed point and from a dynamically moving camera position. With 360° videos the user can freely choose his viewing angle in a 360° angle around the camera (Roche et al., 2021). These individually controllable options are called degrees of freedom (DoF). Three-hundred-and-sixty-degree-videos predominantly allow three DoF of rotation on the X, Y and Z axes around the fixed camera point (Griffin, Langlotz & Zollmann, 2021). Thus, the viewing perspective can be freely selected up or down, left or right, or in tilt. By freely choosing the viewing direction, viewers interact with the medium, but the recorded action cannot be manipulated when compared to programmed virtual reality (VR) scenarios (Roche et al., 2021). However, 360° videos can also be viewed via different playback media with different degrees of immersion, thus picking up on an important characteristic of virtual reality: immersion.

Immersion is the feeling of reality in a non-physical world (Ranieri et al., 2022). Different immersive technologies and their definitions complement each other and cannot be completely distinguished (Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019). For example, Pirker and Dengel (2021) distinguish in their systematic literature review between 360° VR-videos and real VR. Pellas et al. (2021) were able to include articles about 360° videos in their systematic review, although they only used the terms "immersive technology" or term variations of VR in their search term.

The definition of VR is not undisputed (Jensen & Konradsen, 2018; Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019). Kavanagh et al. (2017) state a minimum consensus definition of VR is a digital representation of a three-dimensional object and/or environment. Unlike 360° videos, programmed VR applications enable action control in a virtual world. The digital environments and actions are programmed, unlike 360° videos, while 360° videos record real environments and actions. In VR, other control options are offered in addition to action control. Thus, translational movements forward or backward, to the side or up and down are possible (Griffin, Langlotz & Zollmann, 2021). Accordingly, six DoF are characteristic for VR applications. The necessary requirements for the creation process of VR applications is thus higher than for 360° videos (Kavanagh et al., 2017).

360° videos and VR can be systematized according to the kinds of media used and their degree of immersion (Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019, Kucher Dhimolea et al., 2022). Low-immersive VR is defined as applications controlled with keyboard or mouse on the desktop, while high-immersive VR is defined as applications controlled with a head-mounted display (HMD), among others.

In general, 360° videos can be viewed or controlled in a low immersive manner on the desktop or in a highly immersive way with head-mounted-displays (HMD) and are also categorized under the term VR (Kucher Dhimolea et al., 2022; Pellas et al., 2020; Pellas et al., 2021; Rupp et al., 2016; 2019). On one hand, 360° videos are associated with the medium of video in general due to the recording and sequencing of moving images. On the other hand, it is associated with VR because of its immersive possibilities. We agree with the necessary terminological separation of both technologies proposed by Roche et al. (2021) and define 360° video as a specific video format that combines features of VR with conventional video technology.

State of Research

In general, digital media present new ways of teaching and learning. Traditional videos already offer extensive possibilities for visualization and reflection in education. Immersive technology offers the opportunity for more authentic learning processes. Due to the classification of 360° videos as a specific video format, conventional videos as a teaching-learning medium will be first analyzed and potentials identified (3.1) followed by an overview of research on immersive technologies such as VR (3.2). For a condensed presentation, primarily reviews were considered. Since 360° videos are considered to be video technology but also exhibit properties of immersive technologies, the potentials that need to be examined in this review are finally derived (3.3).

Traditional Videos in Education

Yousef, Chatti, and Schroeder (2014) were able to identify video benefits in process learning in their systematic literature review of video-based learning (n = 76); in particular to present and visualize content in an attractive and realistic way. However, they were also able to determine no difference in learning success between teaching with videos as compared to other methods. In contrast, Gaudin and Chaliès (2015) identified high motivational potential and authentic presentation possibilities through videos and the advantages they provide in enhancing the perception of teaching situations with reflexive learning processes. Based on their analysis of 255 articles, in a systematic literature review on the use of video in teacher education, videos have advantages in problem-

oriented presentations, provide multi-perspectivity to illustrate theoretical and practical content in contrast to text. Noetel et al. (2021) confirmed the potential video has for a more authentic and realistic way of learning. They analyzed the effects of video on learning in higher education with a systematic literature review (n = 105). As a result, they found strong benefits in the learning process were exhibited through a combination of video learning and traditional learning methods.

Immersive Technology in Education

Immersive technology such as VR applications are already used as a teaching–learning medium in higher education contexts, depending on the discipline (Kavanagh et al., 2017). In a systematic literature review, Kavanagh et al. examined 379 papers for their use of VR applications in higher education and their influence on learning motivation. They conclude that VR applications positively influence motivation in the learning process because of their immersive and interactive possibilities. In their systematic literature review (n = 18), Radianti et al. (2019) also mention the high realistic display capabilities of immersive technologies. VR applications enable interactive and realistic learning experiences based on discovery learning or learning by doing in an authentic and realistic virtual environment (ibid). Pellas et al. (2020) reached similar conclusions in their scoping review (n = 41). VR allows students to access realistic, high-quality educational resources with authentic simulations generated by computing devices. Due to the higher sense of authenticity in a realistic virtual environment combined with the interactivity they provide, students favor higher immersive virtual reality applications (Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019). It is assumed the novelty effect cannot be ruled out, because VR applications offer a new way of learning (ibid.). In another systematic review on the use of highly immersive VR in language learning (n = 32), Kucher Dhimolea, Kaplan-Rakowski & Lin (2022) found positive effects on motivation and learning engagement as well as on the reduction of speaking anxiety through VR. However, the authors also mentioned the effect sizes were related to both students' experiential use of the technology and technology acceptance. Longer experiences with VR and especially higher levels of immersion have more positive effects on learning outcomes (ibid). Besides the motivational impact of learning process and realistic learning experiences, Jensen and Konradsen (2018) summarized in their review (n = 21) that VR applications provide protected learning spaces for timeless learning experiences without spatial constraints.

However, the widespread implementation of VR applications as a learning medium is difficult because it requires knowledge in programming and computer science (Kavanagh et al., 2017). The increased resource requirements for VR applications as a learning medium are confirmed by the findings of Jensen and Konradsen (2018). High resource

requirements combined with unclear positive impact on learning outcomes lead to low usage of it as a teaching–learning medium (ibid). Radianti et al. (2019) arrive at a similar conclusion. Due to the high technical component of highly immersive VR, mobile VR can be used as a cost-effective alternative for educational processes, as it also provides experiences which are independent of spatial and temporal constraints (Pellas, Dengel & Christopoulos, 2020). Similar to Kavanagh et al. (2017), Jensen and Konradsen (2018) suggest the resource-efficient use of 360° videos.

360° Videos in Education

Three potentials of 360° videos as a teaching–learning medium were identified in a scoping review by Snelson and Hsu (2020) (n = 12). They are multi-perspective reflection, increased engagement and motivation. Mohd Adnan et al. (2020) also found a high positive evaluation of 360° videos and VR as a teaching–learning medium in their study (n = 560) especially for students' learning enjoyment. Independent, repeatable practice time is also mentioned alongside the immersive and interactive possibilities of 360° videos and VR (ibid.). Although VR has great potential for education due to the immersion and interaction it allows, Kavanagh et al. (2016) stated that its implementation is difficult due to its high cost and large quantity of resources it requires. In their case study, they proposed 360° videos as a cost-effective alternative to VR technology. However, the effectiveness of 360° videos as a learning medium still needs to be investigated. Snelson and Hsu (2020) confirm the call for studies on the effectiveness of 360° videos. They note most studies are rather exploratory and make few statements about learning effects, which are seen to greatly differ especially in terms of effectiveness. In their systematic review (n = 64), Pirker and Dengel (2021) examined the potential of both 360° videos and VR for educational processes. So far, the authors have found increased use in the medical field (28.1%), followed by history and social studies (12.5%). In general, 360° videos generate interest, especially in STEM subjects, enable discovery learning in different disciplines, and can be viewed with different output media, especially mobile devices (ibid.) The playback media have an influence on the perceived immersion content and thus on the perceived reality and authenticity. Ranieri et al. (2022) confirmed in their scoping review (n = 29) the positive effects of 360° videos on motivation, attention, information intake, and knowledge transfer. In particular, 360° videos can be used to link theory with practice, illustrate learning content, and develop learning scenarios. However, no clear evidence of a positive effect of 360° videos could be found for pure theory transfer, e.g. in the form of lectures (ibid). In addition to the medical field (n = 8), 360° videos are also used in teacher education (n = 4) (ibid). For example, in an exploratory study, Cross et al. (2022) used 360° videos in teacher education to perceive classroom situations. In contrast to conventional videos, the complexity of the classroom can be presented from multiple

perspectives in a 360° video. In their SWOT analysis on the use of 360° videos in teacher education, Roche et al. (2021) recognize a high potential for observational learning processes to improve teaching skills, explore teaching situation and reduce anxiety in classroom (ibid). Due to the low resource requirements of 360° videos, 360° videos can be used as a teaching-learning medium. However, despite a clear distinction from VR, the authors also note that a high level of immersion is also possible with HMD (ibid) and that further research is needed on immersive playback media in 360° video.

By using the VR term for 360° videos and systematically categorizing applications according to their immersive content, the potentials of VR and 360° videos are blended. However, it results in the need to specifically investigate the previous uses of 360° videos in order to analyze their potential. Only through comprehensive findings on their potentials can their effectiveness be verified. This systematic literature review is therefore intended to help. The findings of Snelson and Hsu (2020), Pirker and Dengel (2021), Roche et al. (2021), and Ranieri et al. (2022) are combined using a clear conceptual definition of 360° videos and VR and linked to the potential of traditional videos as a teaching-learning medium.

Methods

The aim of the review is to analyze areas of application of 360° videos in education and to present and discuss their potential for teaching and learning processes. Because of limited research about 360° videos as an educational medium, we focus on three broad research questions (RQ):

- 1) Which disciplines can be categorized using 360° videos as a teaching–learning medium?
- 2) What purposes can be categorized using 360° videos as a teaching–learning medium?
- 3) What potentials of 360° videos as a teaching–learning medium can be identified or derived from the categorized results?

A systematic literature review will be carried out to examine the areas of application, purposes and potential of using 360° videos as an educational medium. The approaches are based on the PRISMA statement and the recommended protocol (Moher et al., 2015) (Fig 1).

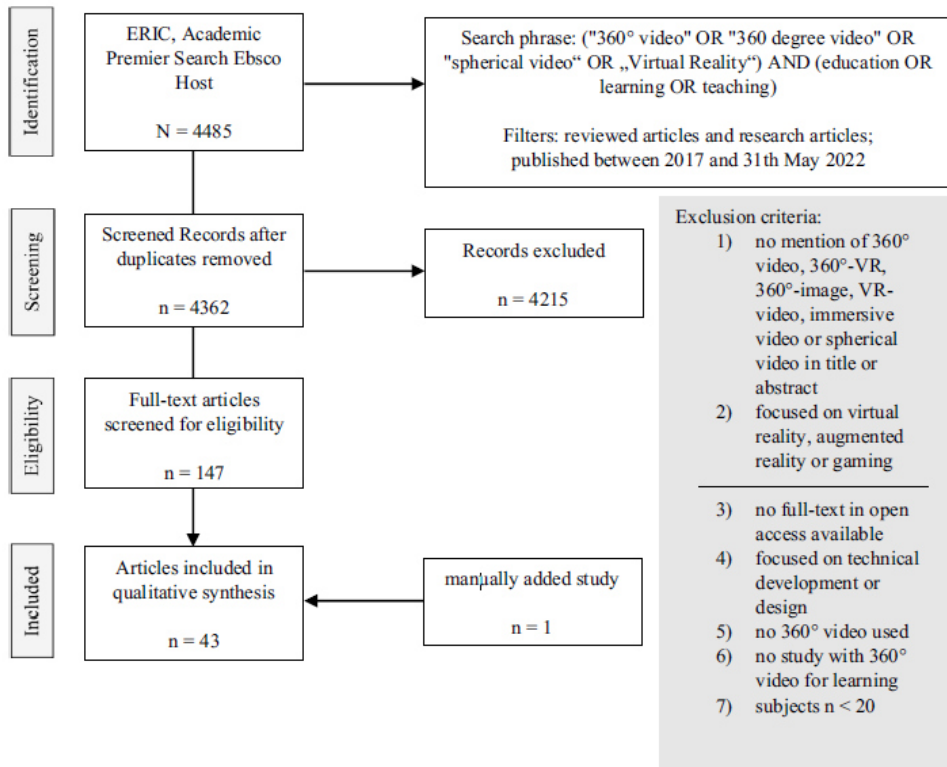


Fig. 1 PRISMA-Flowchart for identification and selection of research articles

Search Strategy

The previous reviews of 360° videos in education, which show the state of research, are supplemented by the search with a clear distinction from VR in order to show the potential of 360° videos more clearly. In particular, 360° videos became popular with the technical possibility of 360° videos on social media platforms and video portals between 2015 and 2017 (Ranieri et al., 2022). Roche et al. (2021) noted that 360° videos in teacher education have become more prominent in research, especially from 2018. Therefore, the period of selection in the search is limited to publications from the last 5 years: 2017–May 2022.

In order to obtain many studies of 360° videos as an educational learning medium and ensure quality, only peer reviewed papers in the English language will be included using the Education Resources Information Center (ERIC) and the Academic Search Premier EBSCOhost.

Keywords

The first step to obtain an initial overview of 360° videos in education was to conduct an unsystematic preliminary search of 360° videos on Google Scholar based on a funnel model. An unclear classification of 360° videos into sub-concepts, categories and synonyms emerged, as presented in the previous chapter. Reviews of VR (Kucher Dhimolea, Kaplan-Rakowski & Lin, 2022; Pellas, Dengel & Christopoulos et al., 2020) also address 360° videos. However, we understand 360° videos as a specific video format which has characteristics of VR but is to be distinguished from it due to the creation process or the predominantly limited DoF. The focus of our research was therefore to include only articles which clearly address a use of 360° videos for educational processes. Because it could be expected that only a small selection of relevant contributions would contain the term "360° video" as a single keyword, "Virtual Reality," under which 360° videos can also be categorized due to their lack of a clear definition, was added as a keyword. In addition, other terms such as "spherical videos" were added, which were found during the unsystematic preliminary search. The literature search was extended to the setting of education or teaching and learning purposes in a Boolean search string:

("360° video" OR "360 degree video" OR "spherical video" OR „Virtual Reality“) AND (education OR learning OR teaching)

Data Extraction

Using ERIC and Academic Search Premier EBSCO databases between April 2021 and 15 June 2022, a total of 4485 articles were identified. After duplicates were removed, 4362 studies were reviewed for thematic relevance based on their titles and abstracts by two independent coders. By using the additional search term "Virtual Reality", a large number of articles were found, but neither the title nor the abstract showed a thematic match to our exclusive research focus of 360° videos for education. In order to clearly distinguish 360° videos from VR and to prevent conceptual confusion, only articles which clearly used the term 360° video or term synonyms (360° VR, 360° image, VR video, immersive video, spherical video) either in the title or in the abstract were included as potentially relevant articles in our full-text analysis. For a further detailed analysis, articles with full-text availability were required. 147 contributions were considered relevant and analyzed in more detail. Articles that did not apply an empirical study or focused on technical aspects, camera technology, network transmission or the design of 360° videos were excluded. In 57 articles, both coders were able to establish a clear thematic reference to 360° video in the title or abstract. For 69 articles, both coders could not rule out the possibility that it was 360° video on the basis of the title or summary, even though the terms "360° VR", "360°

image", "VR video", "immersive video" or "spherical video" were used. One study was added after studying literature references (Mohd Adnan et al. 2020). The verification of the coding agreement of the titles and summaries according to their thematic assignment and relevance by the two coders showed an agreement of 98%. The adjusted reliability estimate with the Cohens-Kappa coefficient was $K = 0.81$, which can be classified as a moderate agreement. After the full text analysis, 44 articles (Tab1) could be included in the review as relevant for an overview of areas of use (RQ1) and purposes (RQ2) of 360° videos in education. Articles using 360° video technology as a teaching-learning medium within a study were evaluated as relevant. To minimize exploratory concept ideas, study relevance was determined with more than 20 subjects. First, included articles were inductively categorized according to the different disciplines and purpose of 360° videos in education. Second, the potentials of 360° video technology for teaching and learning processes are discussed on the basis of the categorized application areas and purposes in connection with the current state of research (RQ3).

Results

The focus was initially on identifying individual subject disciplines in order to obtain an overview of the use of 360° videos as a teaching-learning medium. Subsequently, the intended uses of 360° videos were inductively categorized. As per the third research question, the potentials were inductively derived from the analyzed studies.

Tab. 1: Overview of included literature N=44.

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Mohd Adnan et al. (2020)	Language	Questionnaire and group discussion	n = 560	<ul style="list-style-type: none"> Comparison of subjective experiences between 360° videos, VR and traditional foreign language learning. usability usability overall impression 	Not mentioned	<ul style="list-style-type: none"> 360° videos and virtual reality rated as useful learning media, especially the possibility of repeating independent of time and space and controlling the learning rate and cognitive load
Barić, Havranec, & Mänttinen (2020)	Driving school	Randomized controlled trial	n = 274	<ul style="list-style-type: none"> Comparison of the effect on attitude towards traffic behavior involving a color on the road with 2 different types of media: 360° video traditional video 	Reflection	<ul style="list-style-type: none"> Sense of reality was rated high Application was rated as immersive by the majority 360° videos were rated to have an influence on future driving behavior
Barridge et al. (2021)	Geography	Randomized controlled trial	n = 134	<ul style="list-style-type: none"> Comparison of learning about a report on the effects of climate change in Greenland with 3 different types of media: VR (360° video + HMD) 360° video + Desktop text 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> Subjects rate immersion significantly distinct ($p < .001$), highest for 360° videos + HMD followed by 360° videos + desktop and text Results show no direct effects of 360° videos + HMD on learning about climate change 360° videos + HMD and 360° videos + desktop achieve high sense of presence
Barsom et al. (2020)	First aid	Randomized controlled trial	n = 40	<ul style="list-style-type: none"> Comparison of learning cardiopulmonary resuscitation with 2 different types of media: VR (360° video) traditional video 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> No significant difference in knowledge test scores between 360° videos and traditional videos ($p = .064$) Significant knowledge increase, highest in 360° video group in pre-post comparison ($p = .035$) The 360° video group was significantly more successful in adhering to the correct sequence of cardiopulmonary resuscitation steps ($p = .006$) Both groups feel competent but higher self-confidence was demonstrated in the 360° video group
Boda & Brown (2020a)	Natural science	Randomized controlled trial	n = almost 400 (no exact specification)	<ul style="list-style-type: none"> Generating interest in science to demonstrate an experiment in an authentic and known environment with 360° video + HMD 	Observation with visual cues such as overlaid text	<ul style="list-style-type: none"> 360° videos enable learning growth and knowledge comprehension by relevance recognition through authentic presentation in familiar contexts (familiar environment) High theory-practice linkage with 360° videos 360° videos can increase interest in science due to authenticity in familiar context

Boda & Brown (2020b)	Natural science	Randomized controlled trial	n = almost 400 (no exact specification)	Generating interest in science to demonstrate an experiment in an authentic and known environment with 360° video + HMD	Observation with visual cues such as overlaid text	<ul style="list-style-type: none"> 360° videos enable learning growth and knowledge comprehension by recognition of concept relevance through authentic presentation in familiar contexts (familiar environment) High theory-practice linkage with 360° videos 360° videos can increase interest in science due to authenticity in familiar context
Calvert & Abadia (2020)	History	Randomized controlled trial	n = 79	Comparison of learning between high school and university students about a World War II military campaign and the life of a soldier with 2 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> VR 360° video 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> VR group show significantly higher mean scores for engagement ($p < .001$, $d = 0.74$) sense of presence ($p = 0.14$, $d = 1.13$) and empathy ($p < .001$, $d = 0.85$) Almost twice as many university students (80%) had no experience with VR when compared with high school students (47%) 360° video group also rated immersion and engagement positively VR group criticizes the difficulty of interacting with hand coordination and low realism 360° video group criticizes the lack of interaction in general
Chang et al. (2018)	Geography	Controlled trial	n = 44	Comparison of learning about the principle of erosion and geological change by creating or using spherical video content	Creation Observation	<ul style="list-style-type: none"> No differences in learning success between both learning approaches No differences between motivation seen through both learning approaches
Chang et al. (2019)	Medicine	Randomized controlled trial	n = 64	Comparison of learning performance in childbirth education with 2 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> spherical video-based VR (360° VR video + HMD) traditional video 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> 360° video group is significantly more motivated ($p < .05$, $\eta^2 = 0.121$) No significant difference in critical thinking 360° video group is significantly more satisfied with the learning scenario and their learning outcomes ($p < .01$, $\eta^2 = 0.177$)
Chao et al. (2021)	Medicine	Randomized controlled trial	n = 32	Comparison of learning about History Taking and Physical Examination Skills with 2 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> 360° VR video (360° video + HMD) traditional video + HMD 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> 360 video group achieve better learning skills ($p = .04$) for History taking and Physical Examination Skills 360° video group mention more fun to learn with risk for motion sickness Both groups do not differ much in terms of total cognitive load

Chen, Hung & Yeh (2021)	Engineering	Randomized controlled trial	n = 84	<p>Comparison of learning in a problem-based context in engineering to find solutions and present it in English using 2 different types of media:</p> <ul style="list-style-type: none"> VR (360° video) text 	<p>Observation with visual cues such as overlaid text</p>	<ul style="list-style-type: none"> 360° video group achieve higher learning gains for English 360° video group is more motivated to use English No significant difference in problem solving test ($p = .06$, $\eta^2 = 0.04$) 360° video group perform significantly better in the oral presentation performance than conventional learning methods ($p < .05$, $\eta^2 = 0.323$) 360° video group show significantly lower speech anxiety after intervention ($p < .001$, $\eta^2 = 0.160$) 360° video group exhibit higher motivation
Chen & Hwang (2020)	Language	Controlled trial	n = 93	<p>Comparison of learning English and reducing anxiety to speak in front of an audience with VR (360° video + HMD) and conventional learning methods</p>	<p>Observation</p>	<ul style="list-style-type: none"> 360° video group exhibit higher motivation Significantly higher improvement of writing skills ($p < .01$, $\eta^2 = 0.126$) (e.g. linguistic expressiveness and creative thinking) No significant difference in thematic coherence Higher learning engagement in 360° video group
Chen et al. (2022)	Language	Randomized controlled trial	n = 59	<p>Comparison of improving writing performance with 2 different types of learning methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> spherical video-based VR (360° video) traditional learning method 	<p>Observation Reflection with visual cues such as overlaid text</p>	<ul style="list-style-type: none"> 360° video group exhibit higher motivation Significantly higher improvement of writing skills ($p < .01$, $\eta^2 = 0.126$) (e.g. linguistic expressiveness and creative thinking) No significant difference in thematic coherence Higher learning engagement in 360° video group
Chien & Hwang (2021)	Cross-cultural learning	Randomized cross-over trial	n = 60	<p>Comparison of Intercultural Learning with 360° Videos + HMD and with 2 different learning methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> with guiding questions for observations without guiding questions for observations 	<p>Observation with visual cues such as overlaid text</p>	<ul style="list-style-type: none"> The group with guiding questions performed significantly better in culture presentation ($p .000 < .001$, $d = 0.66$) Significantly higher technology acceptance for group with guiding questions ($p = .014 < .05$, $d = 0.65$)
Dolgunsoz, Yildirim & Yildirim (2018)	Language	Randomized cross-over trial	n = 24	<p>Comparison of improving writing performance by writing a summary after watching documentations of 2 different types of media:</p> <ul style="list-style-type: none"> VR (360° video) traditional video 	<p>Observation</p>	<ul style="list-style-type: none"> The traditional video group performed significantly better in writing than the 360° video group ($p < .05$) 360° videos activate and motivate because of authenticity, sense of involvement and immersion Students have little experience with VR

Fertig & Kosko (2020)	Teacher education	Randomized controlled trial	n = 34	<p>Comparison of improving perceptual and attentional skills by watching recorded math lessons with 3 different types of media:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 360° video + HMD • 360° video + Desktop • traditional video 	<p>Reflection</p> <ul style="list-style-type: none"> • Both 360° video groups showed significantly higher results for immersion ($p = .004$) and presence ($p = .010$) than traditional video • No significant effect for immersion ($p = .613$) and presence ($p = .251$) between both 360° video groups • 360° videos + HMD improve attention and perceptual ability • Traditional video group perceived more detail after the first viewing, but both 360° video groups added more detail after second viewing 	<ul style="list-style-type: none"> • Both 360° video groups showed significantly higher results for immersion ($p = .004$) and presence ($p = .010$) than traditional video • No significant effect for immersion ($p = .613$) and presence ($p = .251$) between both 360° video groups • 360° videos + HMD improve attention and perceptual ability • Traditional video group perceived more detail after the first viewing, but both 360° video groups added more detail after second viewing
Han et al. (2022)	Teacher education	Randomized controlled trial	n = 148	<p>Comparison of sense of presence and improving empathy by watching 360° videos with 2 different levels of immersion and with 2 different types of perspective:</p> <ul style="list-style-type: none"> • VR video (360° video) + HMD • VR video (360° video) + desktop • First-Person perspective • Observer perspective 	<p>Observation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Significant higher immersion for HMD group ($p < .001$, $\eta^2 = 0.14$) • No significant effect for empathy ($p .90$, $\eta^2 < 0.001$) between HMD and desktop group • Slightly significant effect for empathy for Observer perspective ($p = .0052$, $\eta^2 = 0.026$) 	<ul style="list-style-type: none"> • Significant higher immersion for HMD group ($p < .001$, $\eta^2 = 0.14$) • No significant effect for empathy ($p .90$, $\eta^2 < 0.001$) between HMD and desktop group • Slightly significant effect for empathy for Observer perspective ($p = .0052$, $\eta^2 = 0.026$)
Hebbel-Seeger et al. (2021)	Media management	Experiment	n = 214	<p>Comparison of learning about materials management by following lectures with 2 different types of media</p> <ul style="list-style-type: none"> • 360° video • traditional video 	<p>Observation</p> <ul style="list-style-type: none"> • No significant difference in objective learning performance • The own learning performance is subjectively rated significantly better by the traditional video group ($p < .001$, $r = 0.322$) • Teacher-centered lecture in a 360° video is not a suitable didactic scenario despite authenticity and realism • More break-off reasons due to cybersickness were observed in the 360° video group 	<ul style="list-style-type: none"> • No significant difference in objective learning performance • The own learning performance is subjectively rated significantly better by the traditional video group ($p < .001$, $r = 0.322$) • Teacher-centered lecture in a 360° video is not a suitable didactic scenario despite authenticity and realism • More break-off reasons due to cybersickness were observed in the 360° video group
Huang, Hwang & Chang (2019)	Language	Randomized controlled trial	n = 65	<p>Comparison of learning Chinese after watching a route to the Jade Mountain with 2 different types of media</p> <ul style="list-style-type: none"> • spherical video-based VR (360° video) • traditional video 	<p>Observation</p> <ul style="list-style-type: none"> • 360° video group demonstrated significantly better writing performance regarding the content ($p = .01 < .05$) and appearance ($p = .01 < .05$) but not vocabulary ($p = .88$) • No significant differences in intrinsic or extrinsic motivation ($p = .42$) • More positive evaluation of 360° videos than traditional videos 	<ul style="list-style-type: none"> • 360° video group demonstrated significantly better writing performance regarding the content ($p = .01 < .05$) and appearance ($p = .01 < .05$) but not vocabulary ($p = .88$) • No significant differences in intrinsic or extrinsic motivation ($p = .42$) • More positive evaluation of 360° videos than traditional videos

Hwang, Chang & Chien (2022)	Medicine	Randomized controlled trial	n = 60	<p>Comparison of learning nurses' safety behaviors in chemical accidents with 360° videos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • spherical video-based VR (360° video) • traditional video + lecture 	<p>Observation and Interaction with visual cues such as overlaid text</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Higher sense of presence for 360° video group ($p = .000, r = 0.52$) • Greater learning a cue event for 360° video group ($p = .008, r = 0.32$) • Greater problem-solving tendency for 360° video group ($p = .000, r = 0.64$) • Greater critical-thinking awareness for 360° video group ($p = .000, r = 0.54$) • More positive evaluation of technology acceptance and usefulness of 360° videos than traditional videos
Jiang et al. (2021)	Natural science	Experiment	n = 39	<p>Generate interest among underrepresented cultural groups in careers in science with 360° video</p>	<p>Observation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Growing interest in STEM professions and High sense of presence • High sense of immersion with 360° videos when viewed with google Cardboard • Higher sense of satisfaction when watching 360° videos with google Cardboard
Johnson (2018)	Religion	Experiment	n = 53	<p>Learning about different religions with 360° videos</p>	<p>Reflection Observation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Benefits like immersion, participation and sense of presence of 360° videos were rated positively • Motion sickness was mentioned as a negative aspect
Jong et al. (2020)	Geography	Controlled trial	n = 566	<p>Learning about physical geography with two types of media in three categories of secondary schools:</p> <ul style="list-style-type: none"> • spherical video-based VR (360° video) • text 	<p>Observation with visual cues such as overlaid text</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Significantly better learning performance with 360° video units than with conventional teaching methods in all three categories of secondary schools (cat a: $p < .05, d = -0.28$; cat b: $p < .001, d = 0.60$; cat c: $p < .001, d = 0.51$) • Higher improvement in perception ability was seen in the 360° video group + HMD than in other groups
Kosko, Ferdig & Zolfaghari (2021)	Teacher education	Randomized controlled trial	n = 34	<p>Comparison of improving perception and attention skills by watching lessons in math with 3 different types of media:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 360° video + HMD • 360° video + Desktop • traditional video 	<p>Reflection Observation</p>	
Lanzieri et al. (2021)	Social work	Experiment	n = 30	<p>Learning about the working environment in social work by watching 360° videos</p>	<p>Observation with visual cues such as textual dialogues</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Only half of the students have experience with VR • Benefits are seen in reflection • The main benefit sought was an immersive and authentic experience

Lee et al. (2017)	Business Science	Randomized controlled trial	n = 34	Comparison of learning about a climbing tour with 2 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> • 360° video + HMD • 360° video + desktop without movement 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • Significantly higher enjoyment ($p < .05$) and interest ($p < .05$) in learning with 360° videos • No significant differences in comprehensibility • 360° videos + HMD offer authenticity and realism and lead to higher learning motivation • No benefit for a pure mediation of content • High realism and immersion • High motivation in learning with 360° videos • 360° videos provide a safety learning environment
Lee, Kim & Eom (2020)	Medicine	Experiment	n = 60	Learning about patients with schizophrenia by watching VR (360° video + HMD)	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • 360° video + HMD resulted in lower intentions to drink alcohol and drive only among female participants • High immersive 360 videos have the potential to prevent risky behavior but gender identification with recorded models has to be considered
Ma (2020)	Driving school	Randomized controlled trial	n = 107	Comparison of reducing risk behavior about alcohol on the road by watching 2 different 360° videos: <ul style="list-style-type: none"> • 360° video + HMD • 360° video + Desktop 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • No significant improvement in decision-making skills between 360° video + HMD and 360° video + desktop ($p = .27$, $\eta^2 = 0.07$) • Significantly improvement in decision-making skills with 360° videos ($p < .001$, $\eta^2 = 0.73$) • Both 360° video groups performed significantly better on the practical decision making in known game situations ($p \leq .001$) • For unknown game situations, only the 360° video group + HMD showed significantly better performance in decision-making skills ($p \leq .002$) • 360° videos + HMD enable a higher sense of immersion and presence leading to more authentic and realistic movements especially of the head
Pagé, Bernier & Trempe (2019)	Sport	Randomized controlled trial	n = 27	Comparison of improving perceptual skills and decision making in game situations in basketball with 3 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> • VR (360° video + HMD) • Computer Screen (360° video + Desktop) • traditional video 	Reflection	<ul style="list-style-type: none"> • Almost twice as many correct words were learned by the 360° group compared to the traditional video group
Repetto et al. (2021)	Language	Randomized controlled trial	n = 104	Comparison of learning English by watching several documentaries with 2 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> • 360° video • traditional video 	Observation in Blended Learning	

Ros et al. (2021)	Medicine	Randomized controlled trial	n = 89	<p>Comparison of learning about a surgery through 2 different lessons:</p> <ul style="list-style-type: none"> • traditional lecture • VR (360° video with annotations and additional information) 	<p>Observation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Participants who attended the traditional lecture showed significantly better results in the oral examination ($p < .001$). • 360° video group performed the procedure significantly more efficiently with fewer errors. They also completed practical implementation in less time ($p < .01$)
Rupp et al. (2019)	Education (not specific)	Randomized controlled trial	n = 136	<p>Comparison of learning about the International Space Station through 360° videos with different playback media</p> <ul style="list-style-type: none"> • 360° video + Smartphone • 360° video + Smartphone + HMD • 360° video + Low-end HMD • 360° video + High-end HMD 	<p>Observation with audio cues that provided information</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Better learning outcomes associated with high immersion • Higher engagement and interest associated with high immersion • High immersion associated with higher cyberstickness
Shadiev et al. (2021)	Cross-cultural learning	Experiment	n = 21	<p>Intercultural Learning with 360° Videos in the Exchange of Chinese and Uzbekistani Students:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 360° video for self-introduction • 360° video local culture introduction 	<p>Observation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Improving cross-cultural understanding • High sense of presence ($M = 5.6$, $SD = 0.949$) and immersion ($M = 5.61$, $SD = 1.014$) within the 360° video scenario (Scale between 1 = completely disagree and 7 = strongly agree) • Higher authenticity and immersion in real clinical scenarios with 360° videos • 360° videos represent a possible alternative to experiencing personal immersion in learning environments
Singh et al. (2020)	Medicine	Controlled trial	n = 34	<p>Comparison of learning about and improving interdisciplinary communication with 2 different types of media:</p> <ul style="list-style-type: none"> • VR (360° video) • traditional video 	<p>Observation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Significant difference in improvement between VR group and text group ($p < .0167$) • 360° VR showed higher learning efficiency than normal 2D videos
Tak et al. (2021)	Medicine	Randomized controlled trial	n = 30	<p>Comparison of learning to assess 360° VR self-learning media for a periodontal instrument operation with 3 different types of media:</p> <ul style="list-style-type: none"> • text • traditional video • 360° VR (360° video + HMD) 	<p>Observation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cues can direct users' attention, too many cues are distracting and cause stress about missing something • Learning with 360° videos requires a deep understanding about media design, speech, gesture and use of room space
Tan et al. (2020)	Teacher education	Experiment	n = 62 (Video 1) n = 43 (Video 2)	<p>Learning and improving attention with 360° classroom videos with different playback media for analyzing perceptual and attentional skills</p>	<p>Observation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Improvement of learning outcomes and understanding of laboratory behaviors • Positive evaluation especially due to the individual repeatability
Tauber, Levonis & Schweiker (2022)	Natural Science	Experiment	n = 30	<p>Prepare for a chemistry experiment in the lab and improve understanding in the lab environment with the 360°-video lab tour</p>	<p>Interaction with visual cues such as buttons</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Positive evaluation especially due to the individual repeatability

Taubert et al. (2019)	Medicine	Experiment	n = 72	Learning about palliative care and radiotherapy from a patient's perspective with VR (360° videos + HMD)	Observation	<ul style="list-style-type: none"> Highly positive evaluation and recommendation of 360° videos
Theelen, van den Beemt & den Brok (2019)	Teacher education (not specific)	Experiment	n = 141	Improving perception and attention skills by watching lessons with 360° video combined with traditional lectures	Reflection	<ul style="list-style-type: none"> 360° videos lead significantly ($p < .01$, $d = 0.8$) to the improvement of the ability to perceive teaching situations 360° videos combine theory and practice Watching 360° videos with HMD had no effect on users' observational skills
Theelen, van den Beemt & den Brok (2020a)	Teacher education (not specific)	Experiment	n = 141	Reducing preservice teachers' anxiety by watching lessons with 360° video combined with traditional lectures	Interaction	<ul style="list-style-type: none"> Combination of 360° videos and lectures led significantly to lower anxiety ($p < .01$, $d = 0.3$) & increased self-efficacy ($p < .05$, $d = 0.2$) 360° videos make it possible to practice teaching in front of a group
Theelen, van den Beemt & den Brok (2020b)	Teacher education (not specific)	Experiment	n = 141	Learning and linking theory with practice by watching lessons with 360° video combined with traditional lectures	Observation Reflection	<ul style="list-style-type: none"> Combination of theoretical lectures and 360° videos were useful in teacher education
Ulrich et al. (2021)	Medicine	Randomized controlled trial	n = 81	Comparison of learning in physical therapy in 3 different lessons: <ul style="list-style-type: none"> VR (360° video + HMD) traditional video traditional lecture 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> No significant superiority of 360° videos in learning effectiveness ($p = .227$) No significant difference between 360° videos and traditional videos in learning effectiveness ($p = .135$) 360° videos are significantly less effective in student learning satisfaction than traditional videos or lectures ($p = .007$)
Vallade et al. (2020)	Language	Experiment	n = 86	Reducing anxiety to speak in front of an audience with 360° video + HMD	Interaction	<ul style="list-style-type: none"> Participants rated 360° videos as useful for practicing graduation speeches High realism and authenticity reported because of real people in the video (as opposed to programmed VR people)
Yang et al. (2021)	Language	Randomized controlled trial	n = 40	Comparison of learning Chinese by discovering an island environment and diving tour with 2 different types of media <ul style="list-style-type: none"> spherical video-based VR (360° video) traditional video 	Observation with visual cues such as questions	<ul style="list-style-type: none"> 360° video group showed significantly better results in writing performance ($p = .017$) Higher learning motivation and interest demonstrated in the 360° video group

Disciplines Using 360° Videos as a teaching–learning medium

After a numerical count of the frequency of use of 360° videos within different disciplines, the individual studies were divided into different categories depending on their content. After analyzing the 44 articles, the main disciplines that use 360° videos as a teaching–learning medium (RQ 1) are medicine (n = 9), language (n = 8), teacher education (n = 7) and natural science (n = 7) as shown in Tab. 1. However, the separation of the individual categories was not always clearly definable. For example, a first-aid course to learn cardiopulmonary resuscitation (Barsom et al., 2020) can be assigned to both the medical category and general education, while traffic education measures (Barić, Havârneanu, & Măirean, 2020), such as alcohol consumption in road traffic (Ma, 2020), were assigned to the area of general education. Articles with different publication dates or publication media were counted individually, even if their literature indicated that they were the basis of large, comprehensive studies (Boda & Brown, 2020a, 2020b; Ferdig & Kosko, 2020; Kosko, Ferdig & Zolfaghari, 2021; Theelen, van den Beemt & den Brok, 2019, 2020a, 2020b).

The language category included all the main topics dealing with language comprehension (e.g., Huang, Hwang & Chang, 2019; Repetto et al., 2021), actual speaking and reducing anxiety to speak in front of an audience (e.g., Vallade et al., 2020). Reducing speech anxiety is also addressed with 360° videos in the separate category of teacher education (e.g., Theelen, van den Beemt & den Brok, 2020a), where contributions to improving classroom perception were also summarized. Studies using 360° videos in geography (Barnidge et al., 2021; Chang et al., 2018; Jong et al., 2020) were assigned to the natural sciences category to illustrate theory and practice (Boda & Brown, 2020a; 2020b) or to realistically present learning content in authentic environments (Barnidge et al., 2021; Chang et al., 2018; Jong et al., 2020). The authenticity of 360° videos is also used for cross-cultural learning (Chien & Hwang, 2021; Shadiev et al., 2021). In addition, singular disciplines such as history (Calvert & Abadia, 2020), engineering (Chen, Hung & Yeh, 2021), media management (Hebbel-Seeger et al., 2021), religion (Johnson, 2018), social work (Lanzieri et al., 2021), business (Lee et al., 2017), sports (Pagé, Bernier & Trempe, 2019), and education (Rupp et al., 2019) could be identified.

Purposes of Using 360° Videos as a teaching–learning medium

In summary, our analysis a total of three different purposes for 360° videos: observation and presentation of learning content in a 360° video scenario (e.g., Barnidge et al., 2021; Jong et al., 2020), immersive and interactive theory-practice teaching (e.g., Boda &

Brown, 2020a, 2020b; Ros et al., 2021), and self and peer-reflection (e.g., Johnson, 2018; Theelen, van den Beernt & den Brok, 2019, 2020a, 2020b).

The all-round view makes 360° videos particularly suitable for observational learning. Most studies compare the use of different teaching–learning media such as text, conventional videos, 360° videos or VR and their impact on learning motivation and success (e.g., Chang et al., 2019; Chao et al., 2021; Hwang, Chang & Chien, 2022; Tak et al., 2021). Some studies found a positive impact on learning engagement and motivation (e.g., Calvert & Abadia, 2020; Chang et al., 2019; Chen et al., 2022; Lee, Kim & Eom, 2020; Yang et al., 2021), while other studies found no difference in learning motivation despite the use of different teaching–learning media (Chang et al., 2018; Huang, Hwang & Chang, 2019). Similarly, no clear positive or negative effect on learning success can be identified through the use of 360° videos. For example, Dolgunsöz, Yildirim & Yildirim (2018) found higher learning motivation with of 360° videos compared to traditional videos but no difference in learning success in language learning. In contrast, Yang et al. (2021) found both higher motivation and higher learning success in Chinese learning. These divergent statements on the influence on learning success and learning motivation are also based on learners' previous experiences with 360° video technology. Although 360° videos offer a panoramic view, the opportunity can also be distracting and have a negative impact on learning success, while learning motivation could be more positive due to the novelty of the technology (Hebbel-Seeger et al., 2021). In addition to pure observation, 360° videos can be provided with additional tasks which can be used both during and after observation (e.g., Barsom et al., 2020).

Three-hundred-and-sixty-degree-videos can also be used to present content in an immersive way to increase interest in science and research and motivation to learn (e.g., Boda & Brown, 2020a, 2020b). They can be viewed on a desktop with a low immersion level or experienced with a highly immersive HMD (e.g., Barnidge et al., 2021; Han et al., 2020; Lee et al., 2017). The immersion level of the playback media influences both the immersive experience and the learner's motivation to learn. Highly immersive 360° videos seem to promote learning motivation and the immersion experience more strongly (Han et al., 2020; Lee et al., Ma, 2020). In particular, for foreign language learning, 360° videos enable immersion in foreign cultures and regions and allow students to apply language skills in real digital environments (e.g., Huang, Hwang & Chang, 2019; Yang et al., 2021). The interaction capabilities of 360° videos beyond controlling gaze direction or solving integrated tasks were identified in one article (Vallade et al., 2020). Participants were able to interact with the 360° video scenario in combination with HMD, using the immersion effect to learn a language and reduce the anxiety of speaking in front of a virtual audience. Participants interacted not only with the learning content, but also with the technology

itself. Realistic and authentic learning scenarios may also be implemented with 360° videos to reduce prospective teachers' classroom anxiety and allow student teachers to practice teaching (Theelen, van den Beemt & den Brok, 2020a). Due to the multi-perspective presentation possibilities and immersion through low and high immersive playback media, learning scenarios can be designed more authentically, realistically and more immersive compared to conventional videos (e.g. Chao et al., 2021; Hwang, Chang & Chien, 2022; Pagé, Bernier & Trempe, 2019).

In addition to observation and interaction, 360° videos are also useful for reflection. Theelen, van den Beemt and den Brok (2019) used 360° videos to identify teaching situations of prospective teachers and found an improvement in their perceptual ability. Ferdig and Kosko (2020; Kosko, Ferdig & Zolfaghari, 2021) also showed improved perceptions of prospective teachers through reflections on classroom situations. Outside of teacher training, Pagé, Bernier and Trempe (2019) were also able to achieve an improvement in recognizing and deciding tactical game situations in basketball with 360° videos.

Potentials of 360° Videos as a teaching–learning medium

The analysis of the included articles reveals 360° videos have a high potential for illustrating theory and practice through observation or reflection, increasing motivation and interest, creating authentic and realistic learning experiences and fostering interactive and immersive learning processes. However, it is also important to point out the limitations and restrictions of 360° videos as a teaching–learning medium.

In particular, 360° videos for observing and acquiring knowledge content are especially well suited to illustrate theory and practice (Ros et al., 2012). Theory-practice linkage has been demonstrated in the studies of Boda & Brown (2020a, 2020b) on the use of 360° videos for scientific phenomena and experiments in naturalistic settings. They can also be used to practically demonstrate single theoretical steps or theoretical procedures, e.g., for first aid (Barsom et al., 2020) or surgery (Ros et al., 2012). Reflective possibilities of 360° videos in combination with knowledge transfer in lectures can also be applied to illustrate social skills and interpersonal skills of the teacher–student relationship in a practical teacher education setting (Theelen, van den Beemt & den Brok, 2020b).

The studies also show the high learning motivation potential of 360° videos. Even if the suitability of 360° videos to increase learning motivation cannot be clearly demonstrated, the majority of studies do indicate higher learning motivation through its use (e.g., Chen, Hung & Yeh, 2021; Lee et al., 2017; Lee, Kim & Eom, 2020). However, there are also some studies that found no difference in learning motivation through 360° videos (Chang et al.,

2018) when compared to other learning media (Huang, Hwang & Chang, 2019). Only in medicine did Ulrich et al. (2021) find negative satisfaction and evaluation of 360° video technology as a teaching–learning medium for knowledge transfer compared to conventional physical therapist training.

The 360° video technology enable authentically perceived observation, interaction and reflection of recorded learning situations due to their all-round view. Learning content such as in social work (Lanzieri et al., 2021), can be illustrated in a realistic learning environment using video recordings of future workplaces. Perspective changes, for example the perception of patients in medical training courses, can also be conveyed more realistically with 360° videos (Lee, Kim & Eom, 2020; Taubert et al., 2019).

Compared to traditional video, the individually selectable 360° panoramic view increases the viewer's sense of presence, both on the desktop and with HMD. The vast majority of studies show significantly higher sense of presence and sense of realism ratings for 360° videos compared to traditional videos (e.g., Barnidge et al., 2021; Ferdig & Kosko, 2020; Lee, Kim & Eom, 2020; Pagé, Bernier & Trempe, 2019; Singh et al., 2020). Compared to programmed VR, which can still evoke higher immersion due to interaction possibilities and action manipulations, the study by Vallade et al. (2020) cites the realistic representation of people in a 360° video as an important added value of immersion and the perception of realism, although no action manipulations are possible. The immersion can be used to train presentations in front of an audience, reduce speech anxiety (ibid., Chen & Hwang, 2020) or prepare teaching situations in teacher training (Theelen, van den Beemt & den Brok, 2020a). The degree of immersion of the playback media has a significant impact on the effect of 360° videos as a teaching-learning medium, e.g. on the motivation to learn, the realistic and authentic feeling or even the learning success. Therefore, 360° videos with different immersion levels have been used in some studies (e.g., Ferdig & Kosko, 2020; Han et al., 2022; Kosko, Ferdig & Zolfaghari, 2021; Lee, et al., 2017, Ma, 2020). Regarding the immersion effect, Rupp et al. (2019) found a positive correlation between viewer engagement with the learning material and their interest in watching 360° videos through playback media with increasing immersion levels.

However, the immersive potential of 360° videos is positively evaluated even at low levels of immersion (Calvert & Abadia, 2020; Johnson, 2018; Lanzieri et al., 2021), especially when compared to traditional videos (e.g., Ferdig & Kosko, 2020, Hwang, Chang & Chien, 2022) that are also viewed through the same playback medium, e.g., an HMD (Chao et al., 2021).

In addition to the analyzed potentials, however, the limitations of 360° video technology must also be considered. Besides there being no clear statements on the influence on learning success, it is also necessary to select the appropriate learning arrangement. For example, Hebbel-Seeger et al. (2021) found in their experiment that teacher-centered lecture recordings with 360° videos have no added value when compared to conventional video recordings, despite their high authenticity and realism, because the desired camera focus is mostly frontal and the possible all-round view of 360° videos is not used. Theelen, van den Beemt & den Brok (2020b) were also unable to identify any added value from 360° videos for pure theory teaching. Likewise, Ulrich et al. (2021) showed that the predominantly positive motivational potential of 360° videos as a teaching–learning medium does not necessarily apply to a practice-oriented physiotherapy education. For a targeted use of 360° videos as a teaching–learning medium, it is therefore imperative that suitable didactic concepts are developed on the basis of potentials, which, depending on the subject discipline, also take into account the teaching arrangement. The degree of immersion of the playback media also plays an important role within the didactic concept in the evaluation of learning success. For a high learning success in observation tasks, a playback medium with a high degree of immersion is basically not always necessary.

As with other media, there are technical points of conflict and potential complications with 360° video technology. In addition to visual artifact issues or distortion within the 360° graphic video display, network and signal interference with playback media, as well as physical negative effects of the technology, are also possible (Azevedo et al., 2020). Despite the potential for immersion, the effect of potential motion sickness in users must be considered, which was also rated as a negative feeling by study participants (Hebbel-Seeger et al., 2021; Johnson, 2018; Rupp et al., 2019; Ranieri et al., 2022).

Discussion

The included articles show that 360° videos can be used for different purposes and disciplines and have specific potentials. In addition to the potentials we have already been mentioned from the literature analysis (see Chapter 5), further opportunities of 360° videos as a teaching–learning medium can be derived from the previous state of research on traditional videos and VR (see Chapter 3). In addition to the previous reviews, the potentials of 360° video technology can be derived with both traditional video technology and VR. On the one hand, 360° videos as a specific video format taps the potential of traditional video technology; on the other hand, 360° videos can also be viewed with immersive playback media equipment such as HMD, and the potentials of VR can be tapped into. Combining the four analyzed potentials of 360° videos as a teaching–learning medium from Chapter 5 and the presented potential of traditional videos and VR from Chapter 3,

a total of five categories of 360° video technology potentials in the context of education can be discussed.

Motivation and Interest

In their systematic literature review, Gaudin and Chaliès (2015) attest to videos' high motivational potential due to the authentic presentation possibilities of conventional video technology. Kavanagh et al. (2017) also find high motivation potential in VR due to its immersion and interaction possibilities. Authentic presentation, immersion and interaction possibilities are all exhibited in 360° videos. Chen & Hwang (2020) report a higher motivation score when using 360° videos to reduce anxiety when speaking in front of an audience. Dolgunsöz, Yildirim and Yildirim (2018) report that viewing and summarizing a documentary in 360° video format leads to higher motivational values than traditional video technology due to greater authenticity and immersion. In contrast, Huang, Hwang & Chang (2019) did not find any motivational differences between traditional video technology and 360° videos in language learning, although 360° videos were rated more highly as a learning medium. However, the vast majority of studies in our analysis attest high motivational potential and higher learner interest and engagement to 360° video technology (Calvert & Abadia, 2020; Lee, Kim & Eom, 2020) and confirm the findings of existing research (Pirker & Dengel, 2021; Ranieri et al., 2022; Snelson & Hsu, 2020). The influence on learning motivation can be explained not only by the actual subject interest of the learner, but also by the degree of immersion of the playback medium. A high degree of immersion obviously leads to higher learning motivation (Lee et al., 2017, Rupp et al., 2019). Since 360° videos have a higher immersion than conventional videos even with low immersive playback media, learning motivation can be increased in comparison to traditional videos (Chang et al., 2019, Chao et al., 2021, Yang et al., 2021).

Authenticity and Realism

Yousef, Chatti & Schroeder (2014), Gaudin & Chaliès (2015) and Noetel et al., (2021) address the potential of realistically and authentically presenting learning content using traditional video technology. Kaplan-Rakowski & Gruber (2019) and Radianti et al. (2019) also see the strengths of VR in the realistic representation and action controls that it allows. 360° videos do not allow direct action control, but the all-round view they provide makes it possible to create and perceive film locations even more realistically (Barić, Havârneanu, & Măirean, 2020). Boda & Brown (2020a, 2020b) used 360° videos to present scientific experiments outside of research laboratories in familiar surroundings. According to the authors, the authentic and realistic recreation of the experiments led to a higher interest in the participants in scientific research. The possibilities of such learning

experiences through 360° video recordings are also used by Lanzieri et al. (2021) for social work and by Lee, Kim & Eom (2020) in the medical-therapeutic field to design digital learning situations that are as close to work as possible. Especially with HMD, 360° videos have the ability to create learning experiences that appear far more realistic than traditional videos (Lee et al., 2017; Pagé, Bernier & Trempe, 2019).

Unlike programmed VR, 360° video, like traditional video technology, captures footage of the real environment. The depiction of the real environment achieves a high sense of reality for learners (Roche et al., 2021; Vallade et al., 2020). Compared to traditional videos, 360° videos offer a more realistic presentation of learning content and, through HMDs, take advantage of VR to add even more authenticity.

Immersion and Interactivity

Immersion and interaction, such as action control in VR, enable participation in the learning medium that is perceived as realistic and have positive effects on learner motivation and engagement (Kavanagh et al., 2017; Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019; Radianti et al., 2019). To evaluate the immersion potential of 360° videos, a distinction of immersion levels is necessary. Kucher Dhimolea, Kaplan-Rakowski & Lin (2022) show in particular the effects of highly immersive applications in language learning. Particularly positive motivating effects with highly immersion playback media can also be identified in the included studies (Chang et al., 2019; Chen & Hwang, 2020; Lee, Kim & Eom, 2020). Three-hundred-and-sixty-degree-videos enable multiple levels of immersion depending on whether users choose to view them on a desktop or through HMD. With HMD, the sense of presence is perceived as highly immersive (e. g. Barnidge et al., 2021; Calvert & Abadia, 2020; Ferdig & Kosko, 2020), although action control is not possible as it is in VR. The high motivation potential of perceived real participation in the VR learning medium (comparison with Chapter 3) is also present in 360° videos (Dolgunsöz, Yildirim & Yildirim, 2018; Rupp et al., 2019). The sense of presence and participation is evaluated to be positive (e. g. Barić, Havârneanu, & Măirean, 2020; Johnson, 2018) and increases in combination with immersive HMD (Barnidge et al., 2021; Rupp et al., 2019).

However, it is also important to note that in addition to using different immersive output media, 360° videos typically have a lower number of DoF compared to VR which in turn also affects immersion (Huang et al., 2017). Unlike conventional videos, 360° videos nevertheless enable immersive teaching–learning experiences and use the resulting motivational effects as in VR. Although the six DoF, and thus interaction, in VR is greater than in 360° videos, which typically feature only three DoF but allow for choice of viewing

direction or control of camera focus, these possibilities can also be used for discovery-based learning.

In general, the degree of immersion seems to influence the motivation to learn as well as the perception of realism and has to be taken into account in conceptual didactic considerations for the use of 360° videos as a teaching-learning medium.

Observation and Reflection with Multi-Perspectivity

Both Gaudin and Chaliès (2015) and Yousef, Chatti & Schroeder (2014) mention the potentials of conventional video technology for reflection processes. With videos, multiple perspectives with different video footage can be viewed to reflect on actions. The 360° all-round view expands the observation possibilities (Barić, Havârneanu, & Măirean, 2020; Ferdig & Kosko, 2020; Kosko, Ferdig & Zolfaghari, 2021; Pagé, Bernier & Trempe, 2019; Theelen, van den Beemt & den Brok, 2019, 2020a, 2020b). With text panels or buttons, which can also be implemented within the 360° videos as with conventional videos, attention and visual focus can thus be directed in the 360° panoramic view and thus support the learning process (Boda & Brown 2020a, 2020b; Tauber, Levonis & Schweiker, 2022). For instance, in teacher education, 360° videos can be used to record one's own teaching units and reflect on the reaction of the learners. Likewise, subject-specific learning content can be represented, which is acquired through observation, for example.

Individuality and Learning Control

Both conventional video technology (Noetel et al., 2021) and VR (Jensen & Konradsen, 2018; Radianti et al., 2019) offer the possibility of adapting learning content to individual pace and progress, for example, through the option of repeating content without a time limitation. As a specific video format, 360° videos also have individual control options and can adapt to the individual learning process especially when it comes to the repetition of educational content in a safe, authentic and realistic environment without risk. For instance, 360° videos are suitable for first aid courses (Barsom et al., 2020) or for driving lessons in driving schools (Barić, Havârneanu, & Măirean, 2020). In addition to the individual playback options of conventional videos, the panoramic view of 360° videos also offers greater individual observation, reflection and analysis options. The 360° video technology thus enables greater individual learning processes and is not limited to a predefined camera focus within the video recording.

Limitations

While a positive effect on learning motivation and student engagement through 360° video technology has been substantiated by the analysis, there is no clear evidence for the use of 360° videos or its advantages with regard to learning success. Positive, consistent and negative effects on learning success were all found through the use of 360° videos as a teaching–learning medium. In addition, no clear statements can be made about the effect of immersive content and different degrees of immersion on learning success either.

The different study designs, learning prerequisites and learning objectives in the various disciplines, as well as different expectations and prior experience in dealing with 360° videos, also make it difficult to compare learning outcomes. A cross-disciplinary statement about the effects on learning success is therefore not possible.

For a targeted study of whether 360° videos improve learning success, didactic concepts will be needed that implement their potential in suitable learning arrangements. It is noticeable that 360° videos already used as a teaching-learning medium are less based on a specific learning theory but are rather used exploratively. It is not just a matter of trying out 360° video technology on the basis of technical enthusiasm, but rather of making good use of its possibilities and potential from a pedagogical perspective. For example, the multi-perspective viewing possibilities of 360° video technology can be used both for observational learning processes in the sense of a cognitivist learning theory or also to open up learning environments in an individual constructivist way. Three- hundred-and-sixty-degree-videos can be used for illustration and understanding of learning content or they can instruct in the context of demonstration and imitation. For a comprehensive statement on 360° videos and their influence on learning success, a differentiated consideration of the relevant didactic concepts is necessary.

It is also important to clearly define the teaching-learning objectives to be achieved. For example, 360° videos can be used to acquire content-related learning skills as well as process-related skills such as independent exploration.

Depending on the subject discipline and learning task, both highly immersive and low-immersive playback media can be used for 360° videos. For observational tasks, a highly immersive playback medium does not seem to be necessary to achieve high learning success. In order to be able to make clear statements in the future about the potentials and effects on the learning effects of 360° videos and to compare them with other teaching-learning media, it is necessary to consider not only a clear definition and classification of

360° videos, but also the degree of immersion of the playback media and the possible DoF.

Likewise, the experience with 360° video technology as a teaching-learning medium itself and the duration of use must be taken into account in making clear statements about the learning success.

Conclusion

We deliberately chose to exclusively present the potentials and possible uses of 360° videos as a teaching and learning medium in order to clearly differentiate them from VR even though the research field on VR as a teaching-learning medium offers interesting approaches. Our analyzed articles show a variety of potentials of 360° videos as a teaching-learning medium. It can be used across disciplines for observational, reflective or interactive learning, to illustrate theory and practice to increase learning motivation or for immersive learning experiences.

For further discussion and research of 360° videos as a teaching-learning medium, it is also advisable to use the term clearly and distinguish it from VR. VR enables a higher degree of interaction and action manipulation, which can have an impact on learning processes. The extent to which these advantages of VR can also be compensated for by appropriate methodological-didactic concepts with 360° videos must be investigated in further studies.

As an advanced video format, 360° videos enhance the motivational potential of conventional videos and offer design options for authentic teaching-learning scenarios which can be experienced realistically. Even though 360° videos allow less interaction due to the lower DoF in contrast to VR, they still have an increased motivation potential compared to conventional video technology. A significant added value when compared to conventional video technology is the individually controllable omnidirectional view of 360° videos.

However, the results of our systematic literature review also reveal a lack of empirical engagement with 360° videos as a teaching and learning medium to date, most statements about learning success are premature. While some studies have demonstrated learning success through the use of 360° videos, these cannot be generalized or applied to other contexts. For a valuable use of 360° videos as a teaching-learning medium, methodological-didactic concepts are therefore necessary which take up the identified potentials and implement them in suitable learning arrangements on the basis of corresponding learning theories such as observational or discovery learning.

Conflicts of interest:

The authors declare that they have no competing interests. There are no financial or other relationships that might lead to conflicts of interest.

References

- Azevedo, R. G. d. A., Birkbeck, N., De Simone, F., Janatra, I., Adsumilli, B., & Frossard, P. (2020). Visual Distortions in 360° Videos. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 30(8), 2524–2537. <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2019.2927344>
- Barić, D., Havârneanu, G. M., & Măirean, C. (2020). Attitudes of learner drivers toward safety at level crossings: do they change after a 360° video-based educational intervention? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 69, 335–348. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.01.018>
- Barnidge, M., Sherrill, L. A., Kim, B., Cooks, E., Deavours, D., Viehouser, M., Broussard, R., & Zhang, J. (2022). The effects of virtual reality news on learning about climate change. *Mass Communication and Society*, 25(1), 1–24. <https://doi.org/10.1080/15205436.2021.1925300>
- Barsom, E. Z., Duijm, R. D., Dusseljee-Peute, L. W. P., Landman-van der Boom, E. B., van Lieshout, E. J., Jaspers, M. W., & Schijven, M. P. (2020). Cardiopulmonary resuscitation training for high school students using an immersive 360-degree virtual reality environment. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2050–206. <http://dx.doi.org/10.1111/bjet.13025>
- Boda, P. A., & Brown, B. (2020a). Priming urban learners' attitudes toward the relevancy of science: A mixed-methods study testing the importance of context. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(4), 567–596. <https://doi.org/10.1002/tea.21604>
- Boda, P. A., & Brown, B. (2020b). Designing for relationality in virtual reality: Context-specific learning as a primer for content relevancy. *Journal of Science Education and Technology*, 29(5), 691–702. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09849-1>
- Calvert, J., & Abadia, R. (2020). Impact of immersing university and high school students in educational linear narratives using virtual reality technology. *Computers & Education*, 159, 104005. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104005>

Chang, S. C., Hsu, T. C., Chen, Y. N., & Jong, M. S. Y. (2020). The effects of spherical video-based virtual reality implementation on students' natural science learning effectiveness. *Interactive Learning Environments*, 28(7), 915–929.

<https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1548490>

Chen, C. H., Hung, H. T., & Yeh, H. C. (2021). Virtual reality in problem-based learning contexts: Effects on the problem-solving performance, vocabulary acquisition and motivation of English language learners. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 851–860. <https://doi.org/10.1111/jcal.12528>

Chen, M. R. A., & Hwang, G. J. (2020). Effects of experiencing authentic contexts on English speaking performances, anxiety and motivation of EFL students with different cognitive styles. *Interactive Learning Environments*, 1–21.

<https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1734626>

Chen, Y. T., Li, M., Huang, C. Q., Han, Z. M., Hwang, G. J., & Yang, G. (2022). Promoting deep writing with immersive technologies: An SVVR-supported Chinese composition writing approach for primary schools. *British Journal of Educational Technology*, 1-21.

<https://doi.org/10.1111/bjet.13247>

Chien, S. Y., & Hwang, G. J. (2022). A question, observation, and organisation-based SVVR approach to enhancing students' presentation performance, classroom engagement, and technology acceptance in a cultural course. *British Journal of Educational Technology*, 53(2), 229-247. <https://doi.org/10.1111/bjet.13159>

Chang, C. Y., Sung, H. Y., Guo, J. L., Chang, B. Y., & Kuo, F. R. (2019). Effects of spherical video-based virtual reality on nursing students' learning performance in childbirth education training. *Interactive Learning Environments*, 30(3), 400-416.

<https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1661854>

Chao, Y., Chuang, H., Hisn, L., Kang, C., Fang, T., Li, H., Huang, C., Kuo, T.B.J., Yang, C.C.H., Shyu, H., Wang, S., Shyu, L., & Lee, L. (2021). Using a 360° Virtual Reality or 2D Video to Learn History Taking and Physical Examination Skills for Undergraduate Medical Students: Pilot Randomized Controlled Trial, *JMIR Serious Games* 2021, 9(4), e13124.

<https://doi.org/10.2196/13124>

Cross, S., Wolfenden, F., & Adinolfi, L. (2022). Taking in the complete picture: Framing the use of 360-degree video for teacher education practice and research. *Teaching and Teacher Education*, 111, 103597. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103597>

Dhimolea, T.K., Kaplan-Rakowski, R. & Lin, L. (2022). A Systematic Review of Research on High-Immersion Virtual Reality for Language Learning. *TechTrends*, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00717-w>

Dolgunsöz, E., Yildirim, G., & Yildirim, S. (2018). The effect of virtual reality on EFL writing performance. *Journal of Language and Linguistic Studies*, 14(1), 278–292.

Ferdig, R. E., & Kosko, K. W. (2020). Implementing 360 video to increase immersion, perceptual capacity, and teacher noticing. *TechTrends*, 64(6), 849–859. <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00522-3>

Gaudin, C., & Chaliès, S. (2015). Video viewing in teacher education and professional development: A literature review. *Educational Research Review*, 16, 41–67. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.06.001>

Griffin, R., Langlotz, T., & Zollmann, S. (2021). 6dive: 6 degrees-of-freedom immersive video editor. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 676895. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.676895>

Han, I., Shin, H. S., Ko, Y., & Shin, W. S. (2022). Immersive virtual reality for increasing presence and empathy. *Journal of Computer Assisted Learning*, 53, 229–247. <https://doi.org/10.1111/jcal.12669>

Hebbel-Seeger, A., Riehm, P., Kopischke, A., & Baranovskaa, M. (2021). LectureCast as 360 degree video: What impact do immersion and presence experience have on learning performance? *Athens Journal of Education*, 8(1), 23–36. <https://doi.org/10.30958/aje.8-1-2>

Hwang, G. J., Chang, C. C., & Chien, S. Y. (2022). A motivational model-based virtual reality approach to prompting learners' sense of presence, learning achievements, and higher-order thinking in professional safety training. *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/bjet.13196>

Huang, J., Chen, Z., Ceylan, D. & Jin, H. (2017). 6-DOF VR videos with a single 360-camera. *2017 IEEE Virtual Reality (VR)*, 37-44. <https://doi.org/10.1109/VR.2017.7892229>

Huang, H. L., Hwang, G. J., & Chang, C. Y. (2020). Learning to be a writer: A spherical video-based virtual reality approach to supporting descriptive article writing in high school Chinese courses. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1386–1405. <https://doi.org/10.1111/bjet.12893>

Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515–1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>

Jiang, Y., Popov, V., Li, Y., Myers, P., Dalrymple, O., & Spencer, J. (2021). “It’s Like I’m Really There”: Using VR Experiences for STEM Career Development. *J Sci Educ Technol*, 30, 877–888. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09926-z>

Johnson, C. D. (2018). Using virtual reality and 360-degree video in the religious studies classroom: An experiment. *Teaching Theology & Religion*, 21(3), 228–241. <https://doi.org/10.1111/teth.12446>

Jong, M. S. Y., Tsai, C. C., Xie, H., & Kwan-Kit Wong, F. (2020). Integrating interactive learner-immersed video-based virtual reality into learning and teaching of physical geography. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2064–2079. <https://doi.org/10.1111/bjet.12947>

Kaplan-Rakowski, R., & Gruber, A. (2019). Low-immersion versus high-immersion virtual reality: Definitions, classification, and examples with a foreign language focus. *Proceedings of the Innovation in Language Learning International Conference 2019*, 552–555.

Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B. & Plimmer, B. (2016). Creating 360 educational video: A case study. *Proceedings of the 28th Australian Conference on Computer-Human Interaction*, 34–39. <https://doi.org/10.1145/3010915.3011001>

Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of virtual reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85–119.

Kosko, K. W., Ferdig, R. E., & Zolfaghari, M. (2019). Preservice teachers’ noticing in the context of 360 video. *Proceedings of the 41st Annual Meeting of the North American Chapter for the Psychology of Mathematics Education*, 1167–1171.

Lanzieri, N., McAlpin, E., Shilane, D., & Samelson, H. (2021). Virtual reality: An immersive tool for social work students to interact with community environments. *Clinical Social Work Journal*, 49(2), 207–219. <https://doi.org/10.1007/s10615-021-00803-1>

- Lee, S. H., Sergueeva, K., Catangui, M., & Kandaurova, M. (2017). Assessing Google Cardboard virtual reality as a content delivery system in business classrooms. *Journal of Education for Business*, *92*(4), 153–160. <https://doi.org/10.1080/08832323.2017.1308308>
- Lee, Y., Kim, S. K., & Eom, M. R. (2020). Usability of mental illness simulation involving scenarios with patients with schizophrenia via immersive virtual reality: A mixed methods study. *PloS one*, *15*(9), e0238437. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238437>
- Ma, Z. (2020). The use of immersive stories to influence college students' attitudes and intentions related to drinking and driving. *Journal of American College Health*, 1–8. <https://doi.org/10.1080/07448481.2020.1842418>
- Mohd Adnan, A. H., Ya Shak, M. S., Abd Karim, R., Mohd Tahir, M. H., & Mohamad Shah, D. S. (2020). 360-degree videos, VR experiences and the application of Education 4.0 technologies in Malaysia for exposure and immersion. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, *5*(1), 373–381. <http://dx.doi.org/10.25046/aj050148>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., & Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, *4*(1), 1. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Noetel, M., Griffith, S., Delaney, O., Sanders, T., Parker, P., del Pozo Cruz, B., & Lonsdale, C. (2021). Video improves learning in higher education: A systematic review. *Review of Educational Research*, *91*(2), 204–236. <https://doi.org/10.3102/0034654321990713>
- Pagé, C., Bernier, P.-M., & Trempe, M. (2019). Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball. *Journal of Sports Science*, *37*(21), 2403–2410. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1638193>
- Pirker, J., & Dengel, A. (2021). The Potential of 360° Virtual Reality Videos and Real VR for Education—A Literature Review. *IEEE computer graphics and applications*, *41*(4), 76–89. <https://doi.org/10.1109/MCG.2021.3067999>
- Pellas, C., Dengel, A., & Christopoulos, A. (2020). A Scoping Review of Immersive Virtual Reality in STEM Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *13*(4), 748–761. <https://doi.org/10.1109/TLT.2020.3019405>
- Pellas, N., Mystakidis, S. & Kazanidis, I. (2021). Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A systematic review of the last decade scientific literature. *Virtual Reality*, *25*, 835–861. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00489-9>

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

Ranieri, M., Luzzi, D., Cuomo, S., & Bruni, I. (2022). If and how do 360° videos fit into education settings? Results from a scoping review of empirical research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1–21. <https://doi.org/10.1111/jcal.12683>

Repetto, C., Di Natale, A. F., Villani, D., Triberti, S., Germagnoli, S., & Riva, G. (2021). The use of immersive 360° videos for foreign language learning: A study on usage and efficacy among high-school students. *Interactive Learning Environments*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1863234>

Roche, L., Kittel, A., Cunningham, I., & Rolland, C. (2021). 360° video integration in teacher education: a SWOT analysis. *Frontiers in education*, 6. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.761176>

Ros, M., Neuwirth, L. S., Ng, S., Debien, B., Molinari, N., Gatto, F., & Lonjon, N. (2021). The effects of an immersive virtual reality application in first person point-of-view (IVRA-FPV) on the learning and generalized performance of a lumbar puncture medical procedure. *Educational Technology Research and Development*, 69(3), 1529–1556. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10003-w>

Rupp, M. A., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Odette, K. L., Smither, J. A., & McConnell, D. S. (2016). The effects of immersiveness and future VR expectations on subjective-experiences during an educational 360 video. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 60(1), 2108–2112. <https://doi.org/10.1177/1541931213601477>

Rupp, M. A., Odette, K. L., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Smither, J. A., & McConnell, D. S. (2019). Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360-degree videos. *Computers & Education*, 128, 256–268. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.015>

Shadiev, R., Wang, X., & Huang, Y.M. (2021). Cross-cultural learning in virtual reality environment: facilitating cross-cultural understanding, trait emotional intelligence, and sense of presence. *Education Tech Research*, 69, 2917–2936. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10044-1>

Singh, A., Ferry, D., Ramakrishnan, A., & Balasubramanian, S. (2020). Using virtual reality in biomedical engineering education. *Journal of Biomechanical Engineering*, 142(11). <https://doi.org/10.1115/1.4048005>

Snelson, C., & Hsu, Y.-C. (2020). Educational 360-degree videos in virtual reality: A scoping review. *TechTrends*, 64, 404–412.

Tak, N. Y., Lim, H. J., Lim, D. S., Hwang, Y. S., & Jung, I. H. (2022). Effect of self-learning media based on 360° virtual reality for learning periodontal instrument skills. *European Journal of Dental Education*. <https://doi.org/10.1111/eje.12769>

Tan, S., Wiebrands, M., O'Halloran, K., & Wignell, P. (2020). Analysing student engagement with 360-degree videos through multimodal data analytics and user annotations. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(5), 593–612. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1835708>

Tauber, A., Levonis, S., & Schweiker, S. (2022). Gamified Virtual Laboratory Experience for In-Person and Distance Students. *J. Chem. Educ*, 99, 1183-1189. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00642>

Taubert, M., Webber, L., Hamilton, T., Carr, M., & Harvey, M. (2019). Virtual reality videos used in undergraduate palliative and oncology medical teaching: results of a pilot study. *BMJ Supportive & Palliative Care*, 9(3), 281–285. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjspcare-2018-001720>

Theelen, H., van den Beemt, A., & den Brok, P. (2019). Using 360-degree videos in teacher education to improve preservice teachers' professional interpersonal vision. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(5), 582–594. <https://doi.org/10.1111/jcal.12361>

Theelen, H., van den Beemt, A., & den Brok, P. (2020a). Enhancing authentic learning experiences in teacher education through 360-degree videos and theoretical lectures: reducing preservice teachers' anxiety. *European Journal of Teacher Education*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1827392>

Theelen, H., van den Beemt, A., & den Brok, P. (2020b). Developing preservice teachers' interpersonal knowledge with 360-degree videos in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 89, 102992. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.102992>

Ulrich, F., Helms, N. H., Frandsen, U. P., & Rafn, A. V. (2021). Learning effectiveness of 360 video: Experiences from a controlled experiment in healthcare education. *Interactive Learning Environments*, 29(1), 98–111. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1579234>

Vallade, J. I., Kaufmann, R., Frisby, B. N., & Martin, J. C. (2021). Technology acceptance model: Investigating students' intentions toward adoption of immersive 360 videos for public speaking rehearsals. *Communication Education, 70*(2), 127–145.
<https://doi.org/10.1080/03634523.2020.1791351>

Yang, G., Chen, Y. T., Zheng, X. L., & Hwang, G. J. (2021). From experiencing to expressing: A virtual reality approach to facilitating pupils' descriptive paper writing performance and learning behavior engagement. *British Journal of Educational Technology, 52*(2), 807–823.
<https://doi.org/10.1111/bjet.13056>

Yousef, A. M. F., Chatti, M. A., & Schroeder, U. (2014). The state of video-based learning: A review and future perspectives. *International Journal on Advances in Life Sciences, 6*(3), 122–135

Artikel 1:

Rosendahl, P., Wagner, I. (2024). 360° videos in education – A systematic literature review on application areas and future potentials. *Educ Inf Technol, 29*, 1319–1355.
<https://doi.org/10.1007/s10639-022-11549-9>

5.2 Artikel 2: 360-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium

(Veröffentlichte Manuskriptfassung, zur Veröffentlichung durch den Verlag genehmigt worden)

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2022). 360-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, 62(2), 135-155.

Summary

360° videos extend the advantages of conventional videos with interaction spaces, multi-perspective reflection possibilities and immersion. To exploit their potential for teaching-learning processes in physical education, a systematic review of previous scientific contributions (n = 18) on the use of 360° videos in sports was conducted to derive opportunities for implementation as a teaching-learning medium in physical education. 360° videos are mainly used for cognitive, mental, technical and reflective training processes. Six value-added categories for use as a teaching-learning medium emerged inductively from the included contributions, mainly motivational effects, authentic and immersive learning experiences.

Zusammenfassung

360°-Videos erweitern die Vorteile herkömmlicher Videos mit Interaktionsspiel-räumen, mehrperspektivischen Reflexionsmöglichkeiten und Immersion. Um deren Potenziale für Lehr-Lernprozesse im Sport zu nutzen, wurden in einer systematischen Übersicht bisherige wissenschaftliche Beiträge (n = 18) zum Einsatz von 360°-Videos im Sport aufgearbeitet, um daraus Chancen zur Implementierung als Lehr-Lernmedium im Sport abzuleiten. 360°-Videos werden hauptsächlich für kognitive, mentale, technische und reflektive Trainingsprozesse verwendet. Aus den eingeschlossenen Beiträgen ergaben sich induktiv sechs Mehrwertkategorien zur Verwendung als Lehr-Lernmedium, vor allem motivationale Effekte, authentische und immersive Lernerfahrungen

Schlagnworte: 360°-Video, Sport, immersiv-interaktive Videos

Einleitung

Lehr-Lernprozesse im Sport sind allgegenwärtig, z. B. im Sportunterricht oder im Training. Videos können Lehr-Lernprozesse unterstützen und dabei Vorteile in der bildlichen Darstellung abstrakter Sachverhalte, komplexer Bewegungsabläufe oder dreidimensionaler Objekte aufweisen (Saubier, 2017). Ebenfalls bietet die Videotechnologie Möglichkeiten zur Selbst- und Fremdrelexion (Kleinknecht & Schneider, 2013), als Videofeedback und zum Aneignen von Techniken und Bewegungen durch Beobachtung im Sinne eines observativen Trainings (Fischer & Krombholz, 2020). Den weiterentwickelten audiovisuellen Medien werden im Sport hohe Potenziale für Lehr-Lernprozesse zugesprochen (Wendeborn, 2019), die jedoch in der Literatur bisher wenig Beachtung gefunden haben (Zühlke et al., 2020). Dabei ermöglichen immersiv-interaktive Technologien neue Lernerfahrungen, die die reine Darstellungs- und Betrachtungsebene verlassen, hohes Motivationspotenzial bieten (Jensen & Konradsen, 2018) und zu einer aktiven Auseinandersetzung mit dem Lehr-Lernmedium anregen (Hebbel-Seegeer, 2018). Erschwerten vormals Kosten- und Ressourcenfaktoren deren Einsatz, ist mit 360°-Videos eine kosten- und ressourcenschonende Videotechnologie verfügbar, die die Vorteile herkömmlicher Videos für Lehr-Lernprozesse mit Interaktionsspielräumen, immersiven Lernerfahrungen und mehrperspektivischen Reflexionsmöglichkeiten erweitert (Rupp et al., 2019). So lassen sich 360°-Videos mit Smartphones und dazugehörigen VR-Brillenhalterungen, z. B. aus Pappkartons, für 10 Euro bereits immersiv erleben, 360°-Kameras sind schon ab 50 Euro erhältlich. Um die Vorteile für Lehr-Lernprozesse im Sport zu nutzen, ist zunächst ein Überblick über bereits existierende Einsatzbereiche von 360°-Videos sowohl im als auch außerhalb des schulischen Sportunterrichts erforderlich, um Potenziale als Lehr-Lernmedium abzuleiten. Dies möchte das vorliegende systematische Review leisten.

Begriffsdefinition

Virtual Reality (kurz: VR) oder 360°-Videos erweitern herkömmliche Videoaufzeichnungen mit immersiven Interaktionsmöglichkeiten. Als Immersion wird dabei das Realitätsempfinden in einer nicht physischen Welt verstanden (Petri & Witte, 2018). Die verschiedenen immersiv-interaktiven Technologien und deren Definitionen ergänzen sich und lassen sich nicht in Gänze voneinander unterscheiden (Kavanagh et al., 2017). Programmierete VR-Anwendungen ermöglichen Handlungssteuerungen in einer virtuellen Welt und lassen sich nach verwendeten Wiedergabemedien und deren Immersionsgrad systematisieren (z. B. nach Petri & Witte, 2018): Desktop-VR, semi-immersiv und voll-immersiv. Desktop-VR werden am Computerbildschirm betrachtet und bieten aufgrund Blickrichtungssteuerung per Mausbewegung die geringste Immersion, semi-immersive VR sind in lebensgroßer Umgebung bspw. auf Leinwänden projiziert, voll-immersive VR

bieten mit Head-Mounted-Displays wie VR-Brillen den höchsten Immersionsgrad (ebd.), mit deren Hilfe sich Benutzende gefühlt real in einer digitalen Umwelt befinden. Eine einheitliche Definition von VR ist nicht gegeben (Kavanagh et al., 2017). Für Neumann et al. (2018) ist die Interaktion in einer programmierten Umwelt definitorisch, für Miah, Fenton und Chadwick (2020) dagegen die Immersion. Da sowohl Immersion als auch Interaktion, zwar ohne Handlungsmanipulation aber dennoch durch freie Blickrichtungswahl, bei 360°-Videos sowohl am Desktop als auch mit VR-Brillen möglich sind, lassen sich diese auch unter dem Begriff VR kategorisieren (Kavanagh et al., 2017), was eine eindeutige Begriffsverwendung erschwert (Bäder & Kasper, 2020).

Konsens scheint aber in einem Kern der Definition von 360°-Videos zu liegen. Es sind Videoaufzeichnungen einer Umgebung, in der die Blickrichtung von einem festgelegten statischen oder dynamischen Kamerastandort aus während der Videowiedergabe selbst gewählt wird (Hebbel-Seeger, 2018). Damit entsprechen 360°-Videos der dritten Stufe der Taxonomie der Interaktivität von Multimedia-Komponenten von Schulmeister (2002). Während die ersten beiden Stufen lediglich die Betrachtung von dargestellten Objekten vorsehen, bei denen diese Informationen und Instruktionen weitergeben, ist auf der dritten Stufe eine Variation der Darstellungsform innerhalb des Lehr-Lernmediums möglich ohne Veränderung der dargestellten Objekte oder Inhalte (ebd.). Die freie Blickrichtungswahl bei 360°-Videos ermöglicht dementsprechend die Veränderung der Darstellungsform und verlässt die reine Navigationsebene. Ein Einfluss auf die aufgenommene Handlung ist nicht möglich (Bäder & Kasper, 2020).

Forschungsstand

Generell werden digitalen Medien positive Effekte im Lehr-Lernprozess zu-gesprochen, deren Evidenz insbesondere auf Lernerfolg und Lerneffizienz kontrovers diskutiert wird. (Getto, Hintze & Kerres, 2018). Eine positive Auswirkung von digitalen Anwendungen auf die Lernmotivation wird dagegen überwiegend bejaht (Parong & Mayer, 2018). Digitale Medien ermöglichen neue Lehr-Lernwege, kooperative Zusammenarbeit, Visualisierung von Lerninhalten und Reflexionsprozesse. Für 360°-Videos gilt es, diese Potenziale aufzugreifen und bisherige Erkenntnisse zu identifizieren. Als Bindeglied zwischen herkömmlicher und immersiv-interaktiver Videotechnologie, werden zunächst relevante Aspekte zu herkömmlichen Videos (Kap. 3.1.) und immersiv-interaktiver Technologien (Kap 3.2.) aus einem sportunspezifischen und sportspezifischen Lehr-Lernkontext beispielhaft dargestellt, die mögliche Potenziale für 360°-Videos als Lehr-Lernmedium aufzeigen. Anschließend folgt eine kurze Übersicht über Erkenntnisse zum Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium im außersportlichen Lernsetting, die ebenfalls Potenziale für den Einsatz im Sport erkennen lassen (Kap. 3.3). Für eine komprimierte

Darstellung wurden primär Übersichtsarbeiten berücksichtigt und mit themenrelevanten Beiträgen ergänzt.

Videos als Lehr-Lernmedien

Ein bereits implementiertes Lehr-Lernmedium stellt das Video dar. Sowohl Brouwer (2014) als auch Gaudin und Chaliès (2015) untersuchten bspw. in ihren Reviews den Mehrwert von Videos in der Lehrer*innenbildung. Als Mehrwerte stellte Brouwer (n = 388) den Videoeinsatz zu Analysezwecken für eine professionellen Unterrichtswahrnehmung sowie Verknüpfungspotenzial von Theorie und Praxis fest. Gaudin und Chaliès (n = 255) bestätigten die Ergebnisse von Brouwer. Neben der Wahrnehmungsförderung von Unterrichtssituationen stellten sie ebenfalls ein hohes Motivationspotenzial und authentische Darstellungsmöglichkeiten durch Videos heraus. Auch Unterschiedliche Videoformate und deren methodisch-didaktischer Einsatz, bspw. in Form von visualisierten Lerninhalten durch Erklärvideos (Findeisen, Horn & Seifried, 2019) oder für Reflexionszwecke wurden bereits ausgiebig empirisch erforscht und belegen den Nutzen herkömmlicher Videotechnologie als vielseitiges Lehr-Lernmedium.

Diese beispielhaften Potenziale lassen sich auch im Sport identifizieren, bspw. dienen Videos als Reflexions- und Analyseinstrument für sportliche Leistungen oder zur Veranschaulichung von Bewegung und Technik (Fischer & Krombholz, 2020). Unterschiedliche Aufnahmeperspektiven dienen als Videofeedback (Hjort, Henriksen & Elbæk, 2018), zur exemplarischen Präsentation einer optimalen Bewegungsausführung (Fischer & Krombholz, 2020) und zum möglichen Abgleich mit der eigenen. Ebenfalls lässt sich mit Videos taktisches Verhalten trainieren (Rekik et al., 2018). Als Lehr-Lernmedium unterstützen Videos auch unterschiedliche Lernarrangements und werden bspw. zur deklarativen Wissensvermittlung eingesetzt, um theoretisches Online-Lernen und praktische Präsenz-Übungszeit zeitoptimiert zu gewährleisten (Rudloff, 2017). Auf programmierten Lehr-Lernplattformen wie bspw. edubreak existieren im Rahmen von Ausbildungen in Sportverbänden weitere spezifische Blended-Learning-Konzepte, die insbesondere Videoaufnahmen mit Kommunikationsmöglichkeiten im Sinne eines „Social Video Learnings“ (Vohle, 2016) einsetzen.

Für den Sportunterricht ist jedoch generell eine mangelnde empirische Auseinandersetzung mit dem Medieneinsatz festzustellen, obwohl diesem lern-förderliches Potenzial zugesprochen wird (Wendeborn, 2019). Neben hohen motivationalen Aspekten lassen sich auch Mehrwerte für reflexive und beobachtende Lehr-Lernprozesse durch Videos feststellen, die Potenzial in der Veranschaulichung aufweisen, die die 360°-Videotechnologie als weiterentwickeltes Videoformat aufgreifen.

Immersiv-interaktive Technologien als Lehr-Lernmedien

VR-Anwendungen werden je nach Fachdisziplin bereits unterschiedlich stark als Lehr-Lernmedium im hochschulischen Kontext eingesetzt (Kavanagh et al., 2017). In einem Systematic Literature Review untersuchten Kavanagh et al. 379 Beiträge auf deren Einsatz von VR in der hochschulischen Bildung und deren Einfluss auf die Lernmotivation. Insbesondere aufgrund der Interaktion und Immersion konnten positive Effekte von VR auf die Lernmotivation von Lernenden festgestellt werden. Dennoch scheinen notwendige Programmier- und Gestaltungskenntnisse die Implementierung von VR als benutzerfreundliches Lehr-Lernmedium zu erschweren (ebd.). Diesen erhöhten Ressourcenaufwand bestätigen Jensen und Konradsen (2018) in ihrem Review (n = 21). Zudem konnten sie keine Korrelation zwischen zunehmendem Immersionsgrad und positivem Lernerfolg feststellen. Jensen und Konradsen fassten zusammen, dass VR-Anwendungen geschützte Lernräume für zeitlose Lernerfahrungen ohne räumliche Beschränkungen bieten, jedoch aufgrund des hohen Ressourcenaufwandes, kombiniert mit nicht eindeutig belegbaren positiven Auswirkungen auf Lernerfolge, eher wenig als Lehr-Lernmedium eingesetzt werden. Wie bereits Kavanagh et al. (2017) schlagen Jensen und Konradsen daher die ressourcenschonende Verwendung von 360°Videos vor.

Im sportwissenschaftlichen Interesse liegt der Einsatz immersiv-interaktiver Technologien bereits länger (Neumann et al., 2018). In ihrem Systematic Literature Review (n = 20) konnten Neumann et al. überwiegend die Verwendung von VR als zusätzlichen visuellen Stimulus für physisches Training in Ausdauersportarten wie bspw. Rudern feststellen. Insbesondere motivationale Effekte sowie positive Auswirkungen auf das subjektive Anstrengungsgefühl konnten mit VR erzielt werden (ebd.), gleichzeitig wiesen Neumann et al. jedoch auf keine eindeutig belegte Leistungsverbesserung hin. Faure et al. (2019) untersuchten in einem Scoping Review (n = 30) den Einsatz von VR in Mannschaft-Ballsportarten. Als Mehrwert konnten sie die authentische und verletzungsfreie Lernumgebung sowie die standardisierte, wiederholbare Trainierbarkeit von Trainingssituationen ausmachen, die insbesondere bei kognitiven Trainingsprozessen (wie Aufmerksamkeitsschulung) zur Leistungsverbesserung führen können. Petri et al. (2019a; 2019b) konnten diese positiven Effekte für kognitive Trainingsprozesse im Karate bestätigen. Daneben können Pilot*innen im Motorsport VR nutzen, um in risikofreien Lernumgebungen realitätsnahe Streckenerfahrungen zu sammeln (Kahlert, van de Camp & Stiefelhagen, 2015). Zudem konnten Kahlert, van de Camp und Stiefelhagen in einem Experiment (n = 9) zeigen, dass sich VR auch zum Erlernen von Bewegungstechniken wie Jonglieren eignet.

Trotz einiger Studien zum Einsatz immersiv-interaktiver Technologien im Sport, ist eine breite empirische Studienlage zum gezielten Einsatz als Lehr-Lernmedium weniger gegeben (Lipinski et al., 2020) und die Integration in den Sportunterricht ressourcenbedingt eher aufwendig (Fischer & Krombolz, 2020).

360°-Videos als Lehr-Lernmedien

Snelson und Hsu (2020) konnten in einem Scoping Review (n = 12) die Verwendung von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium verschiedenen Fachdisziplinen zuordnen. Dabei wurde eine Dominanz im medizinischen Bereich (n = 4) festgestellt (ebd.). Nach Snelson und Hsu haben die meisten Beiträge eher explorativen Charakter, die getroffenen Aussagen über Effekte auf den Lernerfolg werden als divergent bewertet. Als Potenziale von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium wurden die mehrperspektivische Reflexion, Aktivierung und Motivierung ausgemacht (ebd.). Dagegen konnten Rupp et al. (2019) in einem randomisierten Experiment (n = 136) über den Einfluss von 360°-Videos auf den Lernerfolg eine Korrelation mit zunehmenden Immersionsgrad herausstellen. Die Betrachtung von 360°-Videos mit zunehmendem Immersionsgrad führten zu einer Steigerung von Lerninteresse und Lernmotivation (ebd.).

Eher unbekannt sind jedoch Einsatzbereiche und Intentionen von 360°-Videos im Sport. Um die Möglichkeiten für Lehr-Lernprozesse zu nutzen, wird eine systematische Übersicht wissenschaftlicher Beiträge zum Einsatz und Nutzen von 360°-Videos im Sport als notwendig erachtet, um daraus Chancen zur Implementierung als Lehr-Lernmedium abzuleiten.

Methodik

Allgemein gilt es, 360°-Videos und deren Einsatzbereiche im Sport aufzuzeigen, deren Potenzial zur Implementierung als Lehr-Lernmedium darzustellen und zu diskutieren. Dafür wurden drei Forschungsfragen aufgestellt:

- 1) Welche Einsatzbereiche der 360°-Videotechnologie lassen sich im Sport identifizieren?
- 2) Mit welchen Intentionen wird die 360°-Videotechnologie im Sport eingesetzt?
- 3) Welche Möglichkeiten zur zukünftigen Implementierung der 360°-Videotechnologie als Lehr-Lernmedium im Sport lassen sich aus dem systematisierten Forschungsstand deduzieren?

In dieser systematischen Übersichtsarbeit werden nationale und internationale Beiträge über den Einsatz von 360°-Videos im Sport analysiert. Zunächst wurden eingeschlossene Beiträge nach den verschiedenen Einsatzbereichen von 360°-Videos und deren Intention im Sport induktiv kategorisiert, um Erkenntnisse auf deren Verbreitung und Verwendungszweck im Sport zu erhalten (F1-F2). Im zweiten Schritt gilt es, Potenziale der 360°-Videotechnologie zur Implementierung als Lehr-Lernmedium im Sport auf Basis der kategorisierten Einsatzbereiche und Verwendungszwecke in Verbindung mit dem bisherigen Forschungsstandes zu diskutieren (F3).

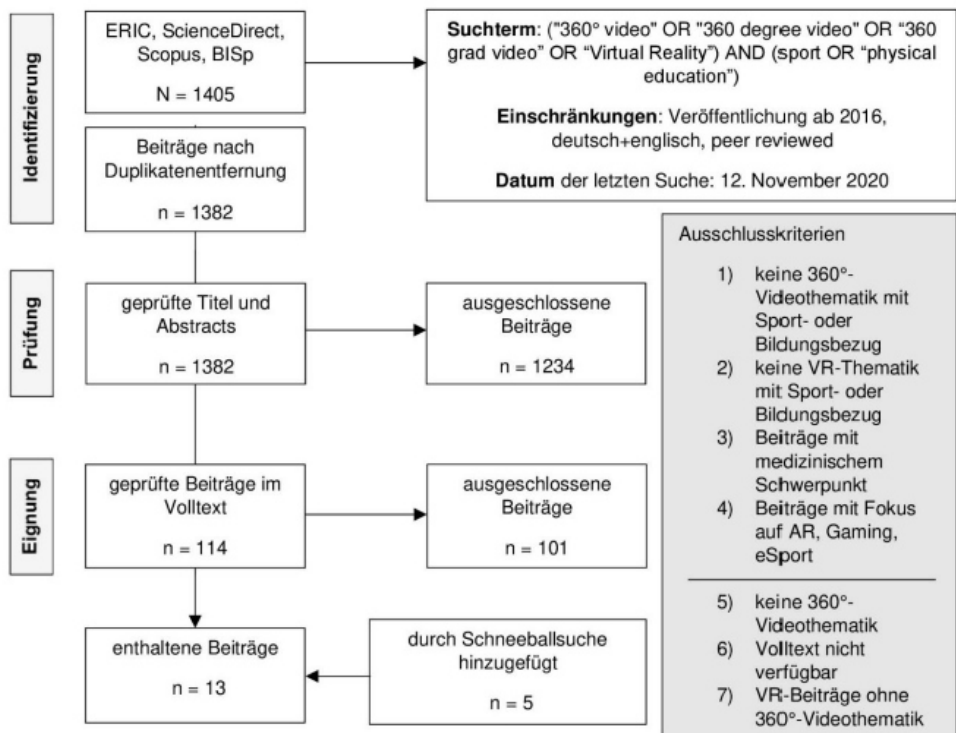


Abb. 1: Vorgehensweise nach dem Prisma-Statement (Moher et al., 2015)

Zunächst erfolgte eine Literaturrecherche in Education Resources Information Center (ERIC), Scencedirect, Scopus und des Bundesinstitut für Sportwissenschaft (BISp). Mit dem Suchterm ("360° video" OR "360 degree video" OR "360 grad video" OR "Virtual Reality") AND (sport OR "physical education") wurden englisch- und deutschsprachige Beiträge, die sich einem Review-Verfahren unterzogen haben, in ERIC, ScienceDirect und Scopus, ab dem Jahr 2016 bis 12. November 2020 eingeschlossen und mit weiteren Beiträgen durch die BISp-Datenbank SPOLIT ergänzt. Explorative Studien, Erfahrungsberichte und Übersichtsarbeiten wurden dabei berücksichtigt. Insgesamt konnten so N=1405

Treffer erzielt werden. deren Titel und Zusammenfassung anschließend auf die 360°-Videothematik im Sport hin (Ausschluss-kriterien 1-4) analysiert und im Sinne einer Reliabilitätsprüfung von zwei unabhängigen Kodierern bezüglich einer thematischen Zuordnung in fünf Kategorien (nicht relevant, 360°-Video + Sport, 360°-Video + Bildung, VR-Sport, VR + Bildung) kategorisiert wurden (siehe Abbildung 1).

Anschließend wurden sowohl die thematisch kategorisierten Beiträge mit eindeutigem 360°-Videobezug sowohl in Sport und Bildung, als auch die kategorisierten Beiträge mit VR, bei denen aufgrund fehlender eindeutiger Begriffsdefinition eine Verwendung der 360°-Videotechnologie durch die Beschreibung im Titel und Abstract nicht auszuschließen war, im Volltext auf die tatsächliche 360°-Videothematik im Sportfeld und Relevanz untersucht.

Ergebnisse

Die Überprüfung der Kodierübereinstimmung der Titel und Abstract nach deren thematischen Zuordnung und Relevanz durch die beiden Kodierenden ergab eine Übereinstimmung von 97 %. Die bereinigte Reliabilitätsschätzung mit dem Cohens-Kappa-Koeffizient betrug $K = 0,86$ und zeigte eine (fast) vollständige Übereinstimmung der Kodiererergebnisse und der thematischen Zuordnung. Insgesamt wurden 18 Beiträge (siehe Tabelle 1) in das Review eingeschlossen: 11 Beiträge thematisierten bereits die 360°-Videothematik im Sport- oder Bildungsbereich in ihrem Titel oder Abstract. Davon wurden neun Beiträge als eindeutig der 360°-Videokategorie zugeordnet in die Ergebnisanalyse eingeschlossen, während ein Beitrag zwar im Titel eine 360°-Perspektive thematisierte, jedoch im Volltext größtenteils auf Virtual Reality oder Augmented Reality fokussierte und ausgeschlossen wurde. Der zweite Beitrag wurde anhand des Titels und Abstracts sowohl der 360°-Videokategorie als auch der VR-Kategorie zugewiesen, jedoch nach Volltext-Analyse als relevant bewertet und in die Ergebnisanalyse eingeschlossen. 111 Beiträge konnten den Kategorien VR mit Sport- oder Bildungsbezug zugeordnet werden. Davon wurden vier Beiträge mit einer 360°-Videothematik im Sport identifiziert und in die Ergebnisanalyse eingeschlossen. Fünf weitere Beiträge mit einer 360°-Videothematik im Sport ergaben sich durch Schneeballsuche, die in den verschiedenen Datenbanken nicht erfasst sind, jedoch aufgrund zugeschriebener Expertise der jeweiligen Autoren diese überwiegenden Buchkapitel als relevant einer vollständigen Übersicht des breiten Einsatzfeldes von 360°-Videos im Sport bewertet wurden.

Tab. 4. Übersicht der eingeschlossenen Literatur. N = 18 (grau hinterlegt durch Schneeballsuche)

Autor*innen, Erscheinungsjahr, Titel	Beitragsformat
Appelbaum, L., & Erickson, G. (2016). <i>Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques</i>	Mapping Review
Bird et al. (2019). <i>Effects of music, video, and 360-degree video on cycle ergometer exercise at the ventilatory threshold</i>	explorative Studie (n = 18)
Bird, J. (2019). <i>The use of virtual reality head-mounted displays within applied sport psychology</i>	narrative Übersichtsarbeit
Fadde, P.J., & Zaichkowsky, L. (2019). <i>Training perceptual-cognitive skills in sports using technology</i>	narrative Übersichtsarbeit
Farley, O.R.L., Spencer, K., & Baudinet, L. (2020). <i>Virtual reality in sports coaching, skill acquisition and application to surfing: A review</i>	Mapping Review
Gänsluckner, M., Ebner, M., & Kamrat, I. (2017). <i>360 Degree Videos within a climbing mooc</i>	explorative Studie (n = 8)
Hebbel-Seeger, A. (2017). <i>360 Degrees Video and VR for Training and Marketing within Sports</i>	narrative Übersichtsarbeit + 2 Studien (n = 81, n = 24)
Hebbel-Seeger, A. (2018). <i>360-Video in Trainings- und Lernprozessen</i>	narrative Übersichtsarbeit
Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2018a). <i>360-Grad-Foto/Video in der Social Media-Kommunikation im Sport</i>	explorative Studie (n = 12)
Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2018b). <i>Innovative Medientechnologien im Sport – Videodrohnen, 360-Grad-Video und VR-Brillen</i>	narrative Übersichtsarbeit
Hebbel-Seeger, A. (2019). <i>Innovative Videotechnologien im Schneesport: mit Drohnen und 360-Grad-Video neue Perspektiven erschließen, kollaborativ bearbeiten und diskursiv nutzen</i>	narrative Übersichtsarbeit
Kittel et al. (2020a). <i>360° Virtual Reality: A SWOT Analysis in Comparison to Virtual Reality</i>	SWOT-Analyse
Kittel et al. (2020b). <i>Effectiveness of 360° virtual reality and match broadcast video to improve decision-making skill</i>	randomisierte Studie (n = 32)
Kittel et al. (2019). <i>Using 360° virtual reality as a decision-making assessment tool in sport</i>	randomisierte Studie (n = 28)
Pagé, C., Bernier, P.-M., & Trempe, M. (2019). <i>Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball</i>	randomisierte Studie (n = 27)
Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). <i>Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players</i>	explorative Studie (n = 20)
Piccione, J., Collet, J., & de Foe, A. (2019). <i>Virtual Skills training: the role of presence and agency</i>	randomisierte Studie (n = 23)
Ruhley, Brody J., Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2019). <i>VR, AR, Drohnen und 360-Grad-Kameras – die Zukunft von Sportmanagement und Sportkommunikation mit einem Blick auf die Situation in den USA</i>	narrative Übersichtsarbeit

Die ermittelten Einsatzbereiche (Forschungsfrage 1) von 360°-Videos im Sport sind vielfältig (siehe Tabelle 2), insbesondere die Übersichtsarbeiten erlauben kaum eine eindeutige thematische Zuordnung, sodass Mehrfachnennungen möglich sind. Zusammengefasst werden 360°-Videos hauptsächlich als Trainingsinstrument verwendet, zudem aber auch für die mediale Berichterstattung, für Marketing sowie für touristische Zwecke wie zur Darstellung von Skiregionen eingesetzt. Neben den Einsatzbereichen variieren auch die Verwendungszwecke (Forschungsfrage 2). Insbesondere auf die Trainingszwecke soll hierzu näher eingegangen werden, da diese im Gegensatz zu medialem oder touristischem Nutzen, die nachfolgend in einem gemeinsamen Kapitel nur angerissen werden, eher für die Verwendung als Lehr-Lernmedium im Sport geeignet scheinen. Den Beiträgen mit überwiegend trainingspezifischem Fokus konnten vier Trainingsintensionen induktiv zugeordnet werden, die in Anlehnung an die Übersicht zu sportmotorischen Fähigkeiten und sportlichen Leistungen von Hottenrott und Hoos (2013) in vereinfachter Form zusammengefasst worden sind:

Unter kognitiven Trainingsinhalten werden Aufmerksamkeits- und Konzentrationsschwerpunkte zusammengefasst, die für Entscheidungsprozesse in Spielsituationen oder für taktisches Verhalten bedeutsam sind (Hottenrott & Hoos, 2013). Beiträge, die vorwiegend 360°-Videos zur Wahrnehmungsförderung von Spielsituationen thematisierten, wurden dieser Kategorie zugeordnet (n = 9).

In Abgrenzung zum Überblick über psychologische Trainingsverfahren von Hottenrott und Hoos (2013), werden sowohl Körperwahrnehmungs- als auch motivationale Prozesse nicht separiert kategorisiert, sondern als mentales Training zur Motivationssteigerung, zur visuellen Unterstützung einer physischen Trainingseinheit oder zur Wettkampfvorbereitung zusammengefasst (n = 6).

Als ein weiterer Verwendungszweck wurden 360°-Videos zum Erlernen von Bewegungen oder Techniken eingesetzt (n = 2). Unter technischem Training, Teil des motorischen Trainings, werden der Erwerb, Entwicklung und Annäherung an sportartspezifische Technikleitbilder verstanden (Hottenrott & Hoos, 2013).

Daneben wurden Beiträge, bei denen 360°-Videos für Analyse- oder Reflexionsprozesse eingesetzt wurden, als reflexives Training kategorisiert. Dies kann ebenfalls Entscheidungsprozesse unterstützen, der Schwerpunkt liegt jedoch mehr auf reflexiven Lernprozessen durch Beobachtung und Analyse (n = 4).

Tab. 2. Übersicht der kategorisierten Einsatzbereiche von 360°-Videos

Autor*innen, Erscheinungsjahr, Titel	Training				Berichter- stattung	Marketing	Tourismus
	kognitiv	mental	technisch	reflexiv			
Appelbaum, L., & Erickson, G. (2016)		X					
Bird et al. (2019).		X					
Bird, J. (2019)	X	X		X			
Fadde, P.J., & Zaichkowsky, L. (2019)	X						
Farley, O.R.L., Spencer, K., & Baudinet, L. (2020)		X					
Gansluckner, M., Ebner, M., & Kamrat, I. (2017)		X	X		X	X	X
Hebbel-Seeger, A. (2017)		X					
Hebbel-Seeger, A. (2018)	X			X			
Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2018a)					X	X	
Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2018b)				X	X		X
Hebbel-Seeger, A. (2019)	X			X	X		X
Kittel et al. (2020a)	X	X					
Kittel et al. (2020b)	X						
Kittel et al. (2019)	X						
Pagé, C., Bernier, P.-M., & Trempe, M. (2019)	X						
Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018)	X						
Piccione, J., Collet, J., & de Foe, A. (2019)			X				
Ruihley, Brody J., Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2019)					X	X	

Kognitives Training

Laut dem Mapping Review von Fadde und Zaichkowsky (2019), eignen sich 360°-Videos zum Training der Wahrnehmungsfähigkeit sowie zum Einschätzen von Spielsituationen, die bspw. im American Football eingesetzt werden (ebd.). In einer randomisierten Kontrollgruppenstudie (n = 32) sowie in einer randomisierten Cross-Over-Studie mit Messwiederholung (n = 28) bei Schiedsrichtern im australischen Football untersuchten Kittel et al. (2020b, 2019) den Einsatz von 360°-Videos zur Verbesserung der Wahrnehmungsfähigkeit. In beiden Studien konnten Verbesserungen festgestellt werden (ebd.). Zudem zeigten die Proband*innen hohe Motivation und Freude im Training mit 360°-Videos (ebd.). Im Gegensatz zu Fadde und Zaichkowsky führen Kittel et al. (2020a) in ihrer SWOT-Analyse zu 360°-Videos und VR als Trainingsinstrument dagegen auch Schwächen für aktive Wahrnehmungs-Handlungsreaktionen auf, da aufgenommene Handlungen bei 360°-Videos nicht beeinflussbar sind (ebd.). Positive Trainingseffekte für Entscheidungsprozesse konnten Pagé, Bernier und Trempe (2019) in einer randomisierten Kontrollgruppenstudie (n = 27) mit 360°-Videos als Trainingsinstrument mit unterschiedlichen Immersionsgraden im Basketball belegen. Dagegen konnten Panchuk, Klusemann und Hadlow (2018) keine positiven Vorteile in ihrer explorativen Kontrollgruppenstudie (n = 20) über den 360°-Videoeinsatz zum Training von Handlungsentscheidungen im Basketball feststellen. Sowohl die Testgruppe mit 360°-Videos als Lehr-Lernmedium als auch die Kontrollgruppe im herkömmlichen Training erzielten positive Trainingseffekte für Entscheidungsprozesse, die jedoch keine Vorteile gegenüber einander aufwiesen (ebd.). Aufgrund der immersiven Lernerfahrung durch 360°-Videos, wies die Testgruppe jedoch höhere Motivation auf. Die positiven Trainingseffekte zur Entscheidungsfindung und Aufmerksamkeitsförderung werden auch in den Übersichtsarbeiten von Hebbel-Seeger erwähnt (2018, 2019).

Mentales Training

Hebbel-Seeger (2017) untersuchte in seiner Vergleichsstudie mit Kontrollgruppe den Einsatz von 360°-Videos als zusätzlichen visuellen Stimulus während einer Ergometer-Einheit und deren Effekte auf subjektives Anstrengungsempfinden und Motivation (n = 24). Motivationssteigernde Effekte durch 360°-Videos in Kombination mit niedrigem subjektiven Anstrengungsempfinden konnten dabei nur bei Personen mit niedriger wöchentlicher Trainingshäufigkeit festgestellt werden. Bei Personen mit hohen Trainingsfrequenzen und hohem Anstrengungsgrad werden 360°-Videos eher ablenkend mit verminderter Selbstwahrnehmung empfunden (ebd.). Motivationssteigernde Effekte konnten auch Bird et al. (2019) in ihrer Studie im within-subject-design bestätigen. Alle Probanden (n = 18) erhielten ebenfalls während eines Ergometer-Trainings aufeinanderfolgend

unterschiedliche audio-visuelle Stimuli. Am positivsten motivierte dabei das Betrachten von 360°-Videos durch eine VR-Brille während des Trainings kombiniert mit Musik (ebd.). Auch Farley, Spencer und Baudinet (2020) griffen in ihrem Mapping Review die Potenziale von 360°-Videos als zusätzlichen visuellen Stimulus bspw. zur Wettkampfvorbereitung im Surfsport auf. Durch das Betrachten von 360°-Videos mit einer VR-Brille, können so unterschiedliche Wellengänge mit einem sich darauf programmiert bewegenden Surfboard immersiv trainiert werden (ebd.). Neben dem motivationalen Potenzial führten Kittel et al. (2020a) innerhalb ihrer SWOT-Analyse die realistischen und authentischen Aufnahmen von Trainings- und Wettkampfumgebung als Stärken von 360°-Videos auf. Dies deckt sich mit den Einschätzungen von Appelbaum und Erickson (2016) sowie Bird (2019). Durch realitätsnahe 360°-Videos von Wettkampf- und Spielsituationen können sich Sportler*innen mental auf Wettkämpfe vorbereiten (ebd.). Auch zum Rehabilitationstraining von Sportler*innen lassen sich 360°-Videos als authentische risikofreie Trainingsräume nutzen, um durch Gruppentrainingsaufnahmen einem Isolationsgefühl in der Rehabilitationsphase entgegenzuwirken (ebd.).

Technisches Training

Gänsluckner, Ebner und Kamrat (2017) setzten 360°-Videos im Klettertraining ein und verglichen u. a. deren Akzeptanz und Bewertung als Lehr-Lernmedium (n = 8). Die Lernenden bewerteten die 360°-Videos mit einem höheren Lernnutzen als herkömmliche Videos, insbesondere die mehrperspektivische Analyse der Klettertechnik wurde vorteilhaft bewertet (ebd.). Der tatsächliche Lernerfolg wurde jedoch nicht erfasst. Dagegen konnten Piccione, Collett und De Foe (2019) positive Trainingseffekte mit 360°-Videos im Techniktraining im Golfsport (n = 23) aufzeigen. Dabei untersuchten sie in einer randomisierten Cross-Over-Studie u.a. den Trainingseffekt einer aktiv durchzuführenden VR-Anwendung und die passive Betrachtung eines 360°-Videos in Korrelation mit dem jeweils verbundenen Präsenzgefühl. Bei beiden Anwendungen konnten sie keinen signifikanten Unterschied im Trainingserfolg selbst sowie in Abhängigkeit mit dem empfundenen Präsenzgefühl feststellen (ebd.).

Reflexives Training

Neben Einsatzmöglichkeiten für kognitives Training der Wahrnehmungsfähigkeit, führte Hebbel-Seeger (2018) in seiner Übersichtsarbeit Potenziale von 360°-Video-Reflexionsprozessen der eigenen sportlichen Leistung am Beispiel des Segelsports auf. Insbesondere die mehrperspektivische Aufnahme mit wiederholbarer Betrachtungsmöglichkeit einer komplexen Handlung eignet sich demnach für reflexive Trainingsprozesse (ebd.). Auch Bird (2019) erwähnt diese Potenziale für Reflexionsprozesse am Beispiel des

American Footballs. Quarterbacks können mit 360°-Videos verschiedene Spielsituationen und Spielhandlungen in verschiedenen Blickrichtungen wiederholt reflektieren und analysieren.

Berichterstattung, Marketing, Tourismus

Nach Hebbel-Seeger (2017) ermöglichen 360°-Videos mit einem hoch-immersiven Wiedergabemedium das Empfinden von Gefühlen der Protagonist*innen bei Sportevents, bspw. bei 360°-Video-Livestreams von Formel1-Rennen (ebd.). Hebbel-Seeger und Horky (2018a) wiesen auch darauf hin, dass sich unterschiedliche 360°-Videoübertragungsansätze noch in einer Testphase befinden und bspw. 2016 bei den Olympischen Spielen in Rio getestet wurden (ebd.)

Ruihley, Hebbel-Seeger und Horky (2019) erwähnen, dass sich die Teilhabe an Sportevents oder auch die Kommunikation zwischen Sportvereinen und Fans mit 360°-Videos verstärken lassen (ebd.). Damit bestätigen sie die Studie von Hebbel-Seeger und Horky (2018a), die den Einsatz der 360°-Technologie zur Kommunikation auf Facebook-Seiten von Fußballvereinen untersuchten. Trotz geringer Einsatzverbreitung wurden 360°-Beiträge öfters angeschaut, geteilt und positiv bewertet als herkömmliche Foto- oder Videobeiträge (ebd.).

Nach Hebbel-Seeger (2017, 2019) und Hebbel-Seeger & Horky (2018b) lassen sich mit 360°-Videos auch immersive Erlebniserfahrungen von abgelegenen Orten für touristische Zwecke realisieren und veranschaulichten dies am Beispiel der Olympischen Spiele 2016 in Rio. Mit einer 360°-Kamera wurde eine Rudertrainingseinheit vor dem Zuckerhut in Rio aufgenommen, den Zuschauenden bot sich eine touristische Bootsexkursion (ebd.).

Diskussion

Zur Beantwortung der Forschungsfrage (3), welche Möglichkeiten sich aus dem systematisierten Forschungsstand zur zukünftigen Implementierung von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium im Sport ableiten lassen, wurden zunächst die ermittelten Ergebnisse erneut nach ihrem Potenzial hin differenziert. Leitend waren dabei aus dem Forschungsstand (Kap. 3) deduzierte Kategorien (Motivation, Reflexion), die um induktiv gewonnene ergänzt wurden. Einschränkend ist festzuhalten, dass die eingeschlossenen Beiträge aufgrund ihres unterschiedlichen Beitragsformats und Untersuchungsdesigns eindeutige Aussagen bezüglich der Mehrwerte von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium erschweren. Insbesondere die narrativen Übersichtsarbeiten sind nicht nur einem Bereich zuzuordnen, wurden aber als wichtige Erkenntnislieferanten in diesem jungen Feld hier im Review inkludiert. Aufgrund einer fehlenden eindeutig definitorischen Verwendung des 360°-

Videobegriffs sind weitere Formulierungen im Suchterm möglich, sodass nicht auszuschließen ist, dass weitere Literatur, die andere Termini nutzt, weitere Mehrwerte der 360°-Videotechnologie thematisiert. In unserer Literaturrecherche konnten insgesamt sechs Mehrwert-Kategorien gewonnen werden.

Motivation, Aktivierung (n = 8)

Das motivierende Potenzial herkömmlicher Videos (Gaudin & Chaliès, 2015) sowie 360°-Videos in der Bildung (Rupp et al., 2019, Snelson & Hsu, 2020) wird in den eingeschlossenen Übersichtsarbeiten des vorliegenden Reviews betont (Hebbel-Seeger & Horky, 2018a, Kittel et al., 2020a). Der motivierende Effekt durch 360°-Videos konnte auch in den Studien (Bird et al., 2019, Gänsluckner, Ebner & Kamrat, 2017, Kittel et al., 2019, 2020b, Panchuk, Klusemann & Hadlow, 2018) deutlich bestätigt werden. Insbesondere die authentische und realistisch (s.u.) empfundene 360°-Aufnahmeumgebung führte zu überwiegend positiven Bewertungen als Lehr-Lernmedium hinsichtlich der Motivation. Dies deckt sich auch mit den Untersuchungen von Kavanagh et al. (2017). Dabei ist jedoch nicht gänzlich auszuschließen, dass motivationsfördernde Effekte auf die empfundene Neuartigkeit des Lehr-Lernmediums zurückzuführen sind. Dennoch lässt sich das Motivationspotenzial für selbstständiges erstes Aneignen neuer Bewegungsmuster, bspw. in einem Inverted-Classroom (Rudloff, 2017) im Sportunterricht nutzen. Als zusätzlicher visueller Stimulus bringen 360°-Videos auch motivationale Effekte bei geringerem subjektiven Anstrengungsempfinden für das Sporttreiben selbst mit sich (Bird et al., 2019, Hebbel-Seeger, 2017).

Reflexion, Analyse (n = 2)

Für reflexive Lehr-Lernprozesse eignen sich 360°-Videos durch ihren mehr-perspektivischen Rundumblick. Hebbel-Seeger und Horky (2018b) erwähnten insbesondere die Möglichkeiten zur Selbstreflexion, die durch eigene 360°-Videoaufnahmen, z. B. mit Hilfe einer am Kopf befestigten Kamera, nicht nur die Außensicht der eigenen sportlichen Leistung abbildet, sondern vielmehr auch die Perspektive aus dem Spielgeschehen heraus. Die mehrperspektivische Nachbetrachtung eigener Handlungsentscheidungen stellt auch für Bird (2019) einen hohen Mehrwert dar. Durch den Rundumblick erweitern 360°-Videos die bisherigen Potenziale herkömmlicher Videos für Reflexions- und Analysezwecke (Brouwer, 2014, Gaudin & Chaliès, 2015). Im Sport lassen sich mit 360°-Videos dementsprechend verschiedene Reflexionsperspektiven zur Analyse sportlicher Leistung und für ein tieferes Bewegungsverständnis gestalten.

Erkennen, Entscheiden (n = 8)

Die im vorliegenden Review untersuchten Studien (Bird et al., 2019, Kittel et al., 2019, 2020b, Pagé, Bernier & Trempe, 2019) konnten insbesondere die Potenziale von 360°-Videos zur Verbesserung der Wahrnehmungsfähigkeit und zum Erkennen von Spielsituationen feststellen und bestätigen die Einschätzungen der ermittelten Übersichtsarbeiten von Appelbaum und Erickson (2016), Fadde und Zaichkowsky (2019) sowie Hebbel-Seeger (2018). Demgegenüber konnten Panchuk, Klusemann und Hadlow (2018) keine Vorteile von 360°-Videos gegenüber herkömmlichen Trainingsmethoden ausmachen. Werden jedoch die Forschungsergebnisse mit denen zu herkömmlichen Videos und immersiv-interaktiven Technologien verbunden, so lassen sich die Ergebnisse von Brouwer (2014), Gaudin und Chaliès (2015) sowie Faure et al. (2019) bestätigen, die dem Videoeinsatz zum Erkennen von Unterrichtssituationen hohen Mehrwert attestieren. Durch den Rundumblick lassen sich mit 360°-Videos noch authentischere Lernsituationen simulieren, die zur Verbesserung der professionellen Unterrichtswahrnehmung in der Sportlehrer*innenbildung oder auch zum Taktiktraining für Handlungsentscheidungen eingesetzt werden können.

Authentizität, Realismus (n = 7)

Mit herkömmlichen Videos lassen sich bereits authentische Lernszenarien gestalten (Gaudin & Chaliès, 2015), die mit immersiv-interaktiven Technologien noch realistischer empfunden werden können (Kahlert, van de Camp & Stiefelhagen, 2015). 360°-Videos ermöglichen mit ihrem Rundumblick gegenüber herkömmlichen Videos höher empfundene Authentizität und Realismus. Dieser Mehrwert wurde auch in den inkludierten Übersichtsbeiträgen betont (Appelbaum & Erickson, 2016, Hebbel-Seeger, 2018, 2019, Kittel et al., 2020a) und in den Studien positiv bewertet (Kittel et al., 2019, 2020b, Panchuk, Klusemann & Hadlow, 2018). Im Vergleich zu VR, die oft mit höherem Ressourcenaufwand einhergeht (Kavanagh et al., 2017), können Sportler*innen auch mit 360°-Videos authentisch-realistische Trainingssituationen erleben (Kittel et al., 2020a), die im Bildungskontext des Sports eine anschaulichere Verknüpfung von Bewegung und Wissen ermöglichen (Wagner, 2016).

Erleben, Immersion (n = 8)

Positive Effekte auf den Lernzuwachs konnten zwar bei VR-Anwendungen festgestellt werden (Kavanagh et al., 2017, Parong & Mayer, 2018, Rupp et al., 2019), dabei scheint es jedoch divergente Forschungsergebnisse zu geben. Piccione, Collet und de Foe (2019) machten keinen signifikanten Unterschied im Erlernen einer Golftechnik mit

zunehmenden Immersions- und Interaktionsgrad aus und bestätigen die Forschungsergebnisse von Jensen und Konradsen (2018). Dagegen konnten Kittel et al. (2019, 2020b) wiederum höhere Lerneffekte durch 360°-Videos im Gegensatz zu herkömmlichen Videos bei Schiedsrichterentscheidungen feststellen. Ob dies auf die Immersion zurückzuführen ist, ist nicht eindeutig auszumachen. Dass immersive Lernerfahrungen durch 360°-Videos für mentale Trainingsprozesse, bspw. zur Wettkampfvorbereitung, genutzt werden, zeigten jedoch die eingeschlossenen Übersichtsarbeiten (Appelbaum & Erickson, 2016, Farley, Spencer & Baudinet, 2020, Hebbel-Seeger 2017, 2018). Mit immersiven Technologien lassen sich verletzungsfreie Trainingsräume gestalten (Faure et al., 2019, Bird, 2019). Der Sport(-unterricht) könnte diese immersiven Lernerfahrungen im Sinne explorativen Lernens nutzen. Durch 360°-Videoaufnahmen lassen sich z. B. taktisches Spielverhalten im Mannschaftssport realitätsnah entdecken und aneignen.

Technikschulung, Bewegungslernen (n = 2)

Die Ergebnisse von Gänsluckner, Ebner und Kamrat (2017) als auch Piccione, Collet und de Foe (2019) zeigen auf, dass sich Technik- und Bewegungslernen mit 360°-Videos unterstützen lassen und bestätigen das Experiment von Kahlert, van de Camp und Stiefelhagen (2015), die VR zum Jonglagelernen einsetzten. Dementsprechend lassen sich bspw. 360°-Video-Lehr-Lerneinheiten für Bewegungslernen durch Beobachtung gestalten, die wiederum im Sportunterricht oder außerschulischen Sport für selbstständige Lernprozesse genutzt werden können. Allerdings fehlen eindeutige und vergleichbare Studien, die den tatsächlichen Lernerfolg belegen.

Zusammenfassung und Ausblick

360°-Videos ermöglichen reflexive und beobachtende Lehr-Lernprozesse, die bereits einzeln für mehrperspektivische Analysen von Spielsituationen oder zur Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsförderung eingesetzt werden. Daneben bieten 360°-Videos motivationales Potenzial sowie Gestaltungsmöglichkeiten für authentische Lehr-Lernszenarien, die durch immersive Wiedergabemedien realitätsnah empfunden werden können und das Gefühl der Teilhabe einer digitalen Trainingsgruppe ermöglichen. Als Lehr-Lernmedium im Sport lassen sich die Potenziale kosten- und ressourcenschonend im Vergleich zu VR-Anwendungen, mit Hilfe eigener Smartphones, kombiniert mit kostengünstigen VR-Brillenhalterungen, umsetzen. Es gilt jedoch nicht nur aufgrund technischer Begeisterung den Fokus auf die technischen neuen digitalen Möglichkeiten zu legen, sondern vielmehr die digitalen Möglichkeiten und deren Potenziale aus einer pädagogischen Perspektive sinnvoll einzusetzen.

Dabei ist allerdings auffallend, dass bereits eingesetzte 360°-Videos kaum auf einer spezifischen Lerntheorie basieren, sondern eher explorativ eingesetzt werden. Z. B. ließen sich mit 360°-Videos in Anlehnung an eine konstruktivistische Lerntheorie verschiedene individuell erschließbare Lernszenarien umsetzen. Ebenfalls böte die mehrperspektivische Betrachtungsmöglichkeit innerhalb eines 360°-Videos Anknüpfungen an die Lerntheorie „Lernen am Modell.“ Als großen Mehrwert ermöglichen 360°-Videos mehrere Blickrichtungen. Die unterschiedlichen Blickperspektiven können genutzt werden, um Bewegungen einer Gruppenaufnahme aus Frontal- oder Seitperspektive für ein intensiveres Bewegungsverständnis zu beobachten. Dadurch lassen sich bspw. 360°-Videos in einem Flipped-Classroom-Ansatz für das selbstständige Aneignen vordefinierter Bewegungsabfolgen durch Beobachtung und Nachahmung nutzen. Nach erfolgter selbstständiger digitaler Bewegungsaneignung, lassen sich in einem zeitoptimierten Präsenzunterricht, ausgehend von einer gemeinsamen Bewegungsbasis aus, Bewegungen reflektieren, verfeinern und gestalten.

In Anbetracht der geringen empirischen Auseinandersetzung mit 360°-Videos als Lehr-Lernmedium im Sport sind Aussagen zum Lernoutput verfrüht. In einigen Studien konnten zwar Lernerfolge durch 360°-Videoeinsatz verzeichnet werden, diese lassen sich jedoch weder verallgemeinern noch waren sie in Vergleichsstudien mit Kontrollgruppen bestätigt. Für eine Implementierung von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium im (hoch-)schulischen Sportunterricht oder als Trainingsinstrument, sind daher zunächst theoriefundierte Lehr-Lernkonzepte notwendig, die aufbauend auf lerntheoretischen Überlegungen die bisherigen eher explorativ erkundeten Potenziale, die in dem vorliegenden Systematic Literature Review ermittelt worden sind, umsetzen. Im Rahmen des digiMINT-Projektes am Karlsruher Institut für Technologie im Arbeitsbereich interdisziplinäre Didaktik der MINT-Fächer und des Sports werden dahingehend 360°-Video-Lehr-Lerneinheiten entwickelt, erprobt und evaluiert.

Literatur

Appelbaum, L., & Erickson, G. (2016). Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 11(1), 160–189.

Bäder, J., & Kasper, M.-A., (2020). E-Learning-Tools: Technische Möglichkeiten und deren Einfluss auf didaktische Entscheidungen. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S. 131–158). Springer VS.

Bird, J., Karageorghis, C., Baker, S., & Brookes, D. (2019). Effects of music, video, and 360-degree video on cycle ergometer exercise at the ventilatory threshold. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 29(8), 1161–1173.

Bird, J. (2019). The use of virtual reality head-mounted displays within applied sport psychology. *Journal of Sport Psychology in Action*, 11(2), 115–128.

Brouwer, N. (2014). Was lernen Lehrpersonen durch die Arbeit mit Videos? Ergebnisse eines Dezenniums empirischer Forschung. *Beiträge zur Lehre-rinnen- und Lehrerbildung*, 32(2), 176–195.

Fadde, P.J., & Zaichkowsky, L. (2019). Training perceptual-cognitive skills in sports using technology. *Journal of Sport Psychology in Action*, 9(4), 239–248.

Farley, O.R.L., Spencer, K., & Baudinet, L. (2020). Virtual reality in sports coaching, skill acquisition and application to surfing: A review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(3), 535–548.

Faure, C., Limballe, A., Bideau, B., & Kulpa, R. (2020). Virtual reality to assess and train team ball sports performance: A scoping review. *Journal of sports Sciences*, 38(2), 192–205.

Findeisen, S., Horn, S., & Seifried, J. (2019). Lernen durch Videos – Empirische Befunde zur Gestaltung von Erklärvideos. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 16–36.

Fischer, B., & Krombholz, A. (2020). Videoeinsatz beim Lernen sportlicher Techniken. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S. 13–27). Springer VS.

Gänsluckner, M., Ebner, M., & Kamrat, I. (2017). 360 Degree Videos within a Climbing MOOC. In International Association for Development of the Information Society (Ed.), *14th International Conference of Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2017)*, 43–50.

Gaudin, C., & Chaliès, S. (2015). Video viewing in teacher education and professional development: A literature review. *Educational Research Review*, 16, 41–67.

Getto, B., Hintze, P., & Kerres, M. (2018). (Wie) Kann Digitalisierung zur Hochschulentwicklung beitragen?. In B. Getto, P. Hintze & M. Kerres (Hrsg.), *Digitalisierung und Hochschulentwicklung. Proceedings zur 26. Tagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. in Duisburg-Essen* (S. 13–25). Münster: Waxmann Verlag.

Hebbel-Seeger, A. (2017). 360 degrees video and VR for training and marketing within sports. *Athens Journal of Sports*, 4(4), 243–261.

Hebbel-Seeger, A. (2018). 360-Video in Trainings- und Lernprozessen. In U. Dittler & C. Kreidl (Hrsg.), *Hochschule der Zukunft – Beiträge zur zukunftsorientierten Gestaltung von Hochschulen* (S. 265–290). Springer VS.

Hebbel-Seeger, A. (2019). Innovative Videotechnologien im Schneesport: mit Drohnen und 360-Grad-Video neue Perspektiven erschließen, kollaborativ bearbeiten und diskursiv nutzen. *Skilauf und Snowboard in Lehre und Forschung, Schriften der ASH (25)* (S. 106–129). Feldhaus Verlag GmbH & Co. KG.

Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2018a). 360-Grad-Foto/Video in der Social Media-Kommunikation im Sport. In C. G. Grimmer (Hrsg.), *Sportkommunikation in digitalen Medien* (S. 179–195). Springer VS.

Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2018b). Innovative Medientechnologien im Sport – Videodrohnen, 360-Grad-Video und VR-Brillen. In T. Horky, H.-J. Stiehler & T. Schierl (Hrsg.), *Die Digitalisierung des Sports in den Medien* (S. 241–274). Herbert von Halem Verlag.

Hjort, A., Henriksen, K., & Elbæk, L. (2018). Player-Driven Video Analysis to Enhance Reflective Soccer Practice in Talent Development. *International Journal of Game-Based Learning*, 8(2), 29–43.

Hottenrott, K., & Hoos, O. (2013). Sportmotorische Fähigkeiten und sportliche Leistungen – Trainingswissenschaften. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport – Das Lehrbuch für das Sportstudium* (S. 439–501). Springer.

Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515–1529.

Kahlert, T., van de Camp, F., & Stiefelhagen, R. (2015). Learning to Juggle in an Interactive Virtual Reality Environment. In C. Stephanidis (Hrsg.), *International Conference on Human-Computer Interaction* (S. 196–201). Springer.

Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85–119.

Kittel, A., Larkin, P., Elsworthy, N., & Spittle, M. (2019). Using 360° virtual reality as a decision-making assessment tool in sport. *Journal of Science and Medicine in Sport*, (22), 1049–1053.

Kittel, A., Larkin, P., Cunningham, I., & Spittle, M. (2020a). 360° Virtual Reality: A SWOT Analysis in Comparison to Virtual Reality. *Frontiers in Psychology*, (11).

Kittel, A., Larkin, P., Elsworthy, N., Lindsay, R., & Spittle, M. (2020b). Effectiveness of 360° virtual reality and match broadcast video to improve decision-making skill. *Science and Medicine in Football*, (4), 255–262.

Kleinknecht, M., & Schneider, J. (2013). What do teachers think and feel when analyzing videos of themselves and other teachers teaching?. *Teaching and Teacher Education*, (33), 13–23.

Lipinski, K., Schäfer, C., Weber, A.-C., & Wiesche, D. (2020). Virtual Reality Moves – Interdisziplinäre Lehrkonzeption zur Entwicklung einer forschenden Haltung mittels Bewegung in, mit und durch Virtual Reality. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S. 207–229). Springer VS.

Miah, A., Fenton, A., & Chadwick, S. (2020). Virtual Reality and Sports: The Rise of Mixed, Augmented, Immersive, and Esports Experiences. In S. Schmidt (Hrsg.), *21st Century Sports* (S. 249–262). Springer Nature Switzerland AG.

Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., & Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic reviews*, 4(1), 1.

Neumann, D., Moffitt, R., Thomas, P., Loveday, K., Watling, D., Lombard, C., Antonova, S., & Tremeer, M. (2018). A systematic review of the application of interactive virtual reality to sport. *Virtual Reality*, 22(3), 183–198.

Pagé, C., Bernier, P.-M., & Trempe, M. (2019). Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball. *Journal of Sports Science*, 37(21), 2403–2410.

Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players. *Frontiers in Psychology*, (9), 2315.

Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785–797.

Petri, K., & Witte, K. (2018). Anwendung virtueller Realität im Sport. In: K. Witte (Hrsg.), *Ausgewählte Themen der Sportmotorik für das weiterführende Studium (Band 2)* (S. 99–129). Springer Spektrum.

Petri, K., Emmermacher, P., Masik, S., & Witte, K. (2019a). Comparison of response quality and attack recognition in karate kumite between reality and virtual reality – a pilot study. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, 8(4), 55–63.

Petri, K., Steffen Masik, S., Danneberg, M., Emmermacher, P., & Witte, K. (2019b). Possibilities To Use A Virtual Opponent For Enhancements Of Reactions And Perception Of Young Karate Athletes. *International Journal of Computer Science in Sport*, 18(2), 20–33.

Piccione, J., Collet, J., & de Foe, A. (2019). Virtual Skills training: the role of presence and agency, *Heliyon* 5(11), e02583.

Rekik, G., Khacharem, A., Belkhir, Y., Bali, N., & Jarraya, M. (2018). The instructional benefits of dynamic visualizations in the acquisition of basketball tactical actions. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1–8.

Rudloff, C. (2017). Inverted-Classroom-Modell im Fach Bewegung und Sport in der Primarstufenausbildung an der Pädagogischen Hochschule Wien. Eine Design-Based Research-Studie in der Lehrveranstaltung „Leichtathletik“. In C. Igel (Hrsg.), *Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. in Chemnitz* (S. 140–146). Waxmann Verlag.

Ruihley, B., Hebbel-Seeger, A., & Horkey, T. (2019). VR, AR, Drohnen und 360-Grad-Kameras – die Zukunft von Sportmanagement und Sportkommunikation mit einem Blick auf die Situation in den USA. In R. Wadsack & G. Wach (Hrsg.), *Digitale Disruption und Sportmanagement* (S. 167–184). Frankfurt a. M.: Peter Lang Verlag.

Rupp, M. A., Odette, K. L., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Smither, J. A., & McConnell, D. S. (2019). Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360-degree videos. *Computers & Education*, 128, 256–268.

Saubier, F. (2017). Lernen mit Videos. Das TIB AV-Portal als Repositorium für offene Lernressourcen. In C. Igel (Hrsg.), *Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. in Chemnitz* (S. 202–208). Waxmann Verlag.

Schulmeister, R. (2002). Taxonomie der Interaktivität von Multimedia – Ein Beitrag zur aktuellen Metadaten-Diskussion. *it-Information Technology*, 44(4), 193–199.

Snelson, C., & Hsu, Y.-C. (2020). Educational 360-Degree Videos in Virtual Reality: a Scoping Review. *TechTrends*, (64), 404–412.

Vohle, F. (2016). Social Video Learning. Eine didaktische Zäsur. In A.-W. Scheer & C. Wahter (Hrsg.), *Digitale Bildungslandschaften* (S. 175–185). IMC.

Wagner, I. (2016). *Wissen im Sportunterricht (Edition Schulsport, Bd. 31)*. Meyer & Meyer.

Wendeborn, T. (2019). Digitalisierung als (weiteres) Themenfeld für die Sportpraxis? *Sportpraxis*, 9(10), 4–6.

Zühlke, M., Steinberg, C., Rudi, H., & Jenett, F. (2020). #digitanz-lite – Ergebnisse der Begleitforschung zum Einsatz digitaler kreativer Tools im Sportunterricht und deren Bedeutung für die Lehrer*innenbildung. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, ... & D. Schmeinck (Hrsg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung* (S. 71–76). Waxmann Verlag.

Artikel 2:

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2022). 360-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, 62(2), 135-155.

5.3 Artikel 3: 360-Videos zum Erlernen von Bewegungsmustern-eine Konzeptidee für den Einsatz als Lehr-Lernmedium

(Veröffentlichte Manuskriptfassung, lizenziert unter Lizenz CC BY 4.0)

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2021). 360-Videos zum Erlernen von Bewegungsmustern-eine Konzeptidee für den Einsatz als Lehr-Lernmedium. *Zeitschrift für Studium und Lehre in der Sportwissenschaft*, 4(3), 38-42.

Zusammenfassung

360°-Videos bieten immersive und interaktive Gestaltungsmöglichkeiten für Lehr-Lernprozesse in authentischer Lernumgebung. Da diese in Gänze bisher noch kaum genutzt werden, stellt der Beitrag eine Konzeptidee für das digitale Vermitteln und Erlernen von vordefinierten Bewegungsmustern bzw. Bewegungsabfolgen vor. Die Konzeptidee zeigt am Beispiel einer Karate-Kata methodisch-didaktische Schritte für digitales selbstständiges Bewegungslernen vordefinierter Bewegungsabläufe und Bewegungscho-reografien. Neben der Beobachtung aus mehreren Perspektiven werden dabei Immersion und Interaktion von 360°-Videos genutzt.

Schlüsselwörter/Kategorien: Sport, 360°-Video, Bewegungslernen, Karate

Einleitung

Videos sind ein weit eingesetztes Lehr-Lernmedium (Börner et al., 2016) und finden im schulischen, hochschulischen und außerschulischen Sport Verwendung. Dank Vorteilen in der bildlichen Darstellung abstrakter Sachverhalte oder komplexer dynamischer Bewegungsabläufe in einem dreidimensionalen Raum (Saubier, 2017), werden sie insbesondere als Videofeedback und zur exemplarischen Präsentation einer optimalen Bewegungsausführung (Fischer & Krombholz, 2020), sowie zum möglichen Bewegungsvergleich durch Eigenaufnahmen und zur Taktikschulung (Dober, 2019) genutzt. Als eher neuer Ansatz greift die 360°-Videotechnologie die Vorteile herkömmlicher Videos für Lehr-Lernprozesse auf und bereichert sie um immersive-interaktive Erfahrungen, die die Lernmotivation für selbstständiges Lernen steigern können (Kavanagh et al., 2016; 2017) und Lehr-Lern-Potenziale offerieren.

Für Lehr-Lernprozesse im Sport wird digitalen Medien hohes Potenzial zugesprochen (Wendeborn, 2019), was jedoch bisher bspw. im schulischen Sportunterricht wenig erforscht ist (Zühlke et al., 2020). Daher werden in Anlehnung an ein Proof of Concept erste Ideen einer 360°-Video-Lehr-Lerneinheit zum Bewegungslernen vordefinierter Bewegungsabfolgen am Beispiel einer Karate-Kata skizziert. Dieses Konzept könnte sowohl in der Aus- als auch in der Fortbildung von Sportlehrkräften, im Sportunterricht oder als Trainingsinstrument Anwendung finden.

Begriffsklärung

360°-Videos sind Videoaufnahmen, die bei deren Wiedergabe einen individuell steuerbaren Rundumblick von einem vorgegebenen statischen oder dynamischen Standpunkt aus ermöglichen (Hebbel-Seeger, 2018). Im Sinne der dritten Stufe der Taxonomie der Interaktivität von Multimedia-Komponenten von Schulmeister (2002) interagieren die Betrachtenden durch die freie Blickrichtungswahl mit dem Medium und verändern die entsprechende Darstellungsoptik, die aufgenommene Handlung bzw. die Inhalte sind im Vergleich zu programmierten Virtual-Reality (kurz: VR) Szenarien nicht manipulierbar (Bäder & Kasper, 2020).

Unter Immersion wird das Anwesenheits- und Realitätsempfinden innerhalb einer digitalen Anwendung verstanden (Petri & Witte, 2018). Immersive Medien können sowohl eher wenig immersiv am Desktop mit Blickrichtungssteuerung per Mausbewegung als auch hochimmersiv mit hochauflösenden VR-Brillen und Blickrichtungssteuerung per Kopfbewegung betrachtet werden, die üblicherweise von VR-Anwendungen bekannt

sind. Auch 360°-Videos lassen sich ebenfalls mit verschiedenen, nach deren Immersionsgrad systematisierten Ausgabemedien, betrachten.

Die verschiedenen Definitionen und Eigenschaften immersiv-interaktiver Technologien wie bspw. VR oder 360°-Videos lassen sich nicht in Gänze voneinander unterscheiden (Kavanagh et al., 2017).

360°-Videos als Lehr-Lernmedium im Sport

Der Einsatz von Videotechnologie eignet sich im Gegensatz zu statischen Bildern besonders für den Bereich der Bewegung und daher für Sportkontexte. Durch Videos können Bewegungsabläufe demonstriert, nachgemacht und verstanden werden (Dober, 2019), insbesondere durch eine Verknüpfung des Videolernens mit der sozial-kognitiven Lerntheorie „Lernen am Modell“ nach Bandura. Denn durch Beobachtung einer anvisierten als optimal eingestuften Bewegungsausführung eines aufgenommenen Vorbilds (Fischer & Krombolz, 2020), können Bewegungsmuster gut angeeignet und ausgeführt werden. Des Weiteren werden bspw. unterschiedliche Aufnahmeperspektiven herkömmlicher Videoaufzeichnungen als Videofeedback sportlicher Leistung eingesetzt (Hjort, Henriksen & Elbæk, 2018) oder unterstützen theoretisches Online-Lernen für eine zeitoptimierte Praxis in Präsenzzeit (Rudloff, 2017).

Immersive Videotechnologien wie VR ermöglichen eine dreidimensionale Bewegungsdarstellung in einer geschützten Lernumgebung (Jensen & Konradsen, 2018) und werden bereits zum Reaktionstraining oder zur Aufmerksamkeitsförderung im Sport eingesetzt (Petri et al., 2019), teilweise werden in interaktiven Videosimulationen komplexe Bewegungen oder Handlungen separiert trainiert (Hebbel-Seeger, Kretschmann & Vohle, 2013). Aufgrund von notwendigen Programmierkenntnissen, sowie technischer und finanzieller Ressourcen gehen insbesondere die Erstellung von VR-Anwendungen und deren Implementierung im Sport mit höherem Aufwand einher (Fischer & Krombolz, 2020), jedoch steht mit 360°-Videos eine ressourcenschonende immersive-interaktive Videotechnologie zur Verfügung. Denn die Preisspannen für 360°-Kameras (bereits ab 50 Euro erhältlich) und VR-Brillen variieren je nach Qualitätsanspruch und erwünschtem Immersionsgrad und werden aufgrund technischer Entwicklungen zunehmend günstiger; die mit ihnen erzeugten 360°-Videos lassen sich mit Hilfe von herkömmlichen Smartphones und dazugehörigen VR-Halterungen, z.B. aus Pappkartons (bspw. google Cardboard), für 10 Euro bereits immersiv erleben.

Während vereinzelt bereits VR-Anwendungen weiter Einzug in den Sport als Lehr-Lernmedium oder Trainingsinstrument erhalten, ist eine Verwendung von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium im schulischen Sport oder der hochschulischen Ausbildung bisher weniger bekannt. Im außerschulischen Sport werden sie vereinzelt als kognitives Trainingsinstrument zur Aufmerksamkeitsförderung (Kittel et al., 2020), zur mehrperspektivischen Reflexion und Analyse von Spielsituationen und eigener Leistung (Panchuk, Klusemann & Hadlow, 2018), zur mentalen Vorbereitung auf Wettkampfumgebungen (Appelbaum & Erickson, 2016) und zur Motivationssteigerung eingesetzt (Hebbel-Seeger, 2017). Durch VR-Brillen ist zudem eine gefühlte Trainingsteilnahme mit 360°-Videoaufnahmen möglich (Farley, Spencer & Baudinet, 2019).

360°-Videos scheinen somit vielfältige Einsatzmöglichkeiten und Mehrwerte zu bieten, die als Lehr-Lernmedium und Trainingsinstrument nutzbar sind. Ähnlich dem Ansatz der 360°-Bewegungsanalyse Pythagoras (Büning & Wirth, 2020) können durch den 360°-Kamerarundumblick mehrere Perspektiven auf Bewegungen beobachtet werden. Durch Wiedergabe der 360°-Kameraaufnahmen mit VR-Brillen entstehen immersive Trainingsmöglichkeiten, die innerhalb eines Blended-Learning-Ansatzes für selbstständiges digitales Bewegungserlernen und einen zeitoptimierten Präsenzunterricht sowohl in der Aus- als auch in der Fortbildung von Sportlehrkräften sowie im Sportunterricht genutzt werden können. Durch die selbstständige Aneignung der Bewegungsabfolge im Selbststudium lassen sich Präsenzzeiten zur Bewegungsverfeinerung und Reflexion gezielter nutzen, ohne zunächst die Bewegungsabfolge zu lehren, zu lernen und zu trainieren.

Konzeptidee

Die Konzeptidee konzentriert sich zunächst auf das Modelllernen durch Beobachtung und Nachahmung für vordefinierte Bewegungsabfolgen. Durch 360°-Videoaufnahmen von Vorbildern, die die Bewegungsabfolge möglichst optimal ausführen, können in Anlehnung an das Modell-Lernen nach Banduras, die einzelnen Bewegungen zunächst beobachtet werden, um anschließend die Bewegungsabfolge anzueignen.

Aufbauend auf dem individualisierten Lernfortschritt der Lernenden, werden mit aufeinanderfolgenden 360°-Videoaufnahmen, gemäß den methodischen Prinzipien der Sportdidaktik, die Anforderungen an die Bewegungsausführung gesteigert. Die Konzeptidee ist in verschiedenen Lehr-Lern-Arrangements, u.a. im Flipped-Classroom-Ansatz anwendbar, sodass sich Lernende selbstständig vordefinierte Bewegungsabfolgen online in ihrem eigenen Lerntempo aneignen, um anschließend gemeinsam, ausgehend von einer gleichen Bewegungsbasis, die Bewegungen in einem zeitoptimierten Präsenzunterricht zu reflektieren, zu verfeinern und umzugestalten. Die einzelnen aufeinanderfolgenden

Schritte 1-3 sind frei wählbar, sodass Lernende zwischen reiner Beobachtung und Observation, Nachahmung oder synchroner Mitbewegungen gemäß ihres Leistungsstandes entscheiden können, um die Bewegungsabfolge zunächst zu beobachten, nachzuahmen oder zu festigen.

Die Umsetzung der Konzeptidee zum Bewegungslernen mit 360°-Videos wird am Beispiel der Shotokan-Karate-Kata „Taikyoku Shodan“ aufgezeigt und lässt sich generell auf weitere vordefinierte Bewegungsformen oder Choreografien transferieren.

Herkömmliche Trainingsvideos bilden meist nur eine Perspektive auf die Bewegungen ab, überwiegend aus der frontalen Ansicht. Für die Aneignung einer Bewegungsabfolge durch Beobachtung und für ein genaueres Bewegungs- und Technikverständnis ist jedoch auch die Beobachtung der Seit- oder Rückansicht der Bewegungen notwendig. Erst aus unterschiedlichen Blickperspektiven wird ersichtlich, ob bspw. die Hüfte bei Bewegungen gerade oder abgedreht ist oder die Knie in verschiedenen Standpositionen durchgestreckt oder angewinkelt sind. Die 360°-Video-Lehr-Lerneinheit setzt an diesem Punkt an, greift die bisherigen Vorteile herkömmlicher Videos wie bspw. die Darstellung und wiederholbare Reflexion komplexer Bewegungsabläufe auf und erweitert die Beobachtungsmöglichkeiten mit unterschiedlichen Blickrichtungen. Dadurch eignet sich das Konzept sowohl für die Aus- und Fortbildung von Sportlehrkräften sowie für den Sportunterricht, dabei gleichermaßen als zusätzliches Trainingsinstrument in Sportarten mit vordefinierten Bewegungsabfolgen.

Durchführung der Konzeptidee

Die Durchführung der 360°-Video-Lehr-Lerneinheit erfolgt in vier Schritten, die auf die Beobachtung, Durchführung, Festigung und Reflexion der Kata zielen. Aufgrund unterschiedlicher Zielsetzung unterscheiden sich die 360°-Videoaufnahmen der einzelnen Schritte in ihrer Kameraführung sowie in der aufgenommenen Bewegungsdynamik der Vorbilder. Der schematische Aufnahaufbau bleibt gleich. Die 360°-Videokamera wird in der Mitte eines Raumes platziert. Um die Kamera herum werden mit ausreichend Platz vier Vorbilder in Form einer Raute aufgestellt, die die Kata in ihrer Bewegungsausführung möglichst synchron ausführen (Abb.1). Dadurch können die Beobachtenden die Techniken und Bewegungsabfolgen je nach Blickrichtungswahl in Sagital- oder Frontalebene aus mehreren Perspektiven betrachten.

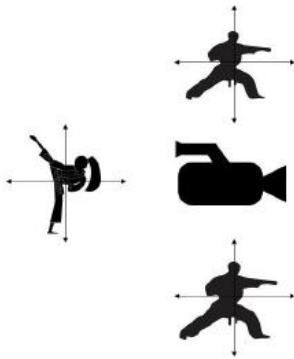


Abb. 1: Anordnung mit statischer Kameraposition.

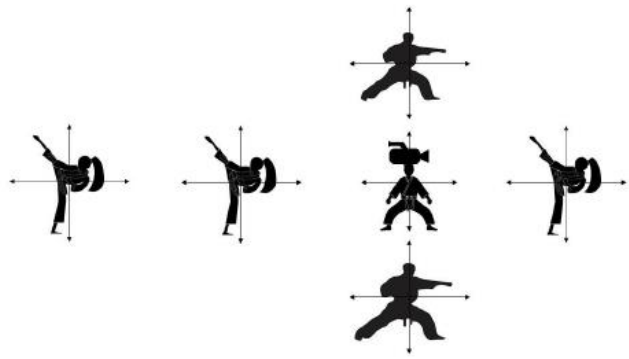


Abb. 2: Anordnung mit dynamischer Kameraposition.

Beobachten und Aneignen

Im ersten Schritt erfolgt die 360°-Videoaufnahme mit einer statischen Kameraposition, deren Kamerafokus in etwa auf Kopf- und Schulterhöhe der Vorbilder ausgerichtet ist, damit die Blickebene mit den aufgenommenen Vorbildern übereinstimmt.

Das Ziel dieser 360°-Videoaufnahme ist das selbstständige Kennenlernen der Techniken und Bewegungsabfolge durch Beobachtung. Dies kann sowohl wenig immersiv per Desktopsteuerung als auch immersiv mit Hilfe von VR-Brillen erfolgen, ist jedoch für Aneignung und Lernen der Bewegungsabfolge zunächst nicht notwendig.

Die Bewegungsausführung der Vorbilder erfolgt für ein besseres Verständnis und Nachvollziehbarkeit in einem langsamen Tempo. Durch die statische Kameraposition können sich Beobachtende die Bewegungsabfolge und Techniken aus der Front-, Rück-, oder Seitenansicht der Vorbilder am Desktop aneignen.

Zur Förderung des Bewegungsverständnis und zur Verknüpfung von mehreren Sinneskanälen und Reizen, lassen sich bspw. Audioerklärungen und/oder Beobachtungsaufgaben für Reflexionsprozesse der Bewegungsabfolgen in die 360°-Videoaufnahmen mit Software-Programmen für interaktive Inhaltsgestaltung wie bspw. „H5P“ integrieren, die die Beobachtenden beantworten.

Durchführen und Einüben

Im zweiten Schritt gilt es nicht nur zu beobachten, sondern die Bewegungsabfolge in reduziertem Bewegungstempo selbstständig einzuüben. Die Kata wird nun mit einer dynamischen Kameraposition wiederholt in einem langsamen Bewegungstempo aufgenommen. Dazu wird die 360°-Kamera auf dem Kopf eines fünften Vorbildes befestigt, dass

in der Mitte der Raute platziert ist und sich gemäß den entsprechenden Bewegungsrichtungen leicht verzögert versetzt mitbewegt (Abb. 2).

Es ist nicht erforderlich, dass das fünfte Vorbild auch die Techniken oder die exakte Kopfbewegung durchführt. Durch die befestigte Kameraposition, bleibt der Rundumblick auf die Vorbilder erhalten und bietet eine individuelle Betrachtung der Bewegungsabfolge. Die Beobachtenden können dadurch die Techniken der vier Vorbilder der Raute zunächst nochmals mehrperspektivisch beobachten und anschließend nachmachen.

Das Ziel ist das selbstständige Einüben der Kata. Nach deren Aneignung durch Beobachtung im ersten Schritt, führen die Trainierenden nun die Bewegungsabfolge in Echtzeit mit der 360°-Videowiedergabe aus. Dabei ist ein höherer Immersionsgrad und die Betrachtung durch festfixierte VR-Brillen oder VR-Brillen-Halterungen notwendig, damit eine gleichzeitige Bewegungsausführung mit der 360°-Videowiedergabe unabhängig von festen Desktopgeräten möglich wird. Durch den höheren Immersionsgrad nehmen die Trainierenden gefühlt die Position innerhalb der aufgenommenen Vorbilder-Raute ein und werden Teil dieser digitalen Trainingsgruppe.

Festigen und Verfeinern

Im dritten Schritt gilt es, die Kata nun in ihrem eigentlichen Bewegungstempo zu verfeinern. Dabei wird in einer dritten 360°-Videoaufnahme, gleichbleibend der Aufnahmegestaltung aus Schritt 2, die Dynamik und Kräfteinsatz der Bewegungen erhöht. Gleichzeitig erfolgt die synchrone Mitbewegung des fünften Vorbildes in der Mitte gemäß der Bewegungsabfolge der Vorbilder der Raute. Als Orientierung zur synchronen Bewegungsausführung mit den Vorbildern sind auditive Zählkommandos hilfreich, damit eine gleichzeitige Bewegung mit den Vorbildern möglich wird. Auf ein beliebiges Signal hin, bewegen sich die Vorbilder in der Aufnahme. Der Trainierende hat die Aufgabe, sich nach gegebenem Signal entsprechend der Bewegungsausführung mitzubewegen und gefühlt die Mitte-Position der Raute einzunehmen.

Das Ziel der dritten 360°-Videoaufnahme liegt in der selbstständigen Verfeinerung der Bewegungsabfolge. Nach langsamer Durchführung und Einübung innerhalb des zweiten Schrittes werden nun im dritten Schritt die Techniken und Bewegungsabfolgen flüssiger. Durch die VR-Brille trainieren die Lernenden weiter gefühlt in der digitalen Trainingsgruppe.

Reflektieren und Neugestalten

Nachdem die vordefinierte Bewegungsabfolge online innerhalb der 360°-Video-Lehr-Lerninheit selbstständig gefestigt wurde, lässt sich nun im Präsenzunterricht die Bewegung reflektieren und umgestalten. Die Präsenzzeit lässt sich nach Beobachtung, Durchführung und Festigung von vordefinierten Bewegungsmustern zeitoptimiert für tiefere Reflexionsprozesse nutzen, ohne zunächst die Bewegungsabfolge zu vermitteln. In Kleingruppen können anschließend bspw. Bewegungsaufgaben zur Umgestaltung von Ausdruck oder Dynamik im Sinne einer Förderung der ästhetischen Bewegungsgestaltung gestellt werden, die jedoch auf einer gleichen Bewegungsbasis beruhen.

Diskussion

Im Sinne eines Proof of Concept ist die vorgestellte Lehr-Lernkonzeption von 360°-Videos im Sport als möglich zu bewerten. In der Literatur zeigen sich erste Potenziale von 360°-Videos über Zuwächse der Akzeptanz und des Trainingserfolgs im außerschulischen Sportkontext, insbesondere für reflexive und analytische Lehr-Lernprozesse. Lernende nehmen dabei jedoch nur eine beobachtende Rolle ein, eine aktive Interaktion mit dem Medium für Bewegungslernen ist nicht bekannt. Die meisten Studien sind als explorativ zu bewerten, eine tatsächliche Eignung von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium im Sport ist noch nicht belegt. Die wenigen evaluierten Einsatzmöglichkeiten lassen größtenteils keine spezifisch angewandte Lerntheorie wie bspw. eine kognitivistische Lerntheorien erkennen.

Demensprechend existieren keine anleitenden methodisch-didaktischen Schritte für einen spezifischen 360°-Videoeinsatz im Sport, an denen sich die vorgestellte Konzeptidee orientieren konnte. Angelehnt an die kognitivistische Lerntheorie „Lernen am Modell“ sollen daher erste Impulse zur Erarbeitung für ein methodisch-didaktisches Konzept geliefert werden. Der 4-stufige Aufbau gliedert sich in selbständiges Kennenlernen, Aneignen und Verfeinern vordefinierter Bewegungsabfolgen und lässt sich so bspw. innerhalb eines Flipped-Classroom-Ansatzes umsetzen. Vordefinierte Bewegungsabfolgen lassen sich damit selbstständig online aneignen, die anschließend in der Präsenzzeit reflektiert und umgestaltet werden können. Dadurch entfällt das vorherige Kennenlernen und Aneignen einer Bewegungsabfolge innerhalb der Präsenzzeit, die damit zeitoptimiert zur Förderung von Ausdrucksmöglichkeiten, Reflexion oder Bewegungsverfeinerung genutzt werden kann.

Die Konzeptidee greift bereits bekannte positive Potenziale von 360°-Videos auf und erweitert diese mit immersiven-interaktiven Lernschritten für ein beobachtendes und aktiv nachahmendes Bewegungslernen für vordefinierte Bewegungsabfolgen in einer digitalen Trainingsgruppe. Die Auswirkungen statischer und dynamischer 360°-Kameraführungen wurden in den aufbauend methodisch-didaktischen Schritten berücksichtigt. Eine dynamische Kameraposition, verbunden mit einem immersiven Ausgabemedium, kann Unwohlsein, sogenannte „motion sickness“, auslösen. Diese kann entstehen, wenn visuelles Bewegungsempfinden innerhalb einer immersiven Anwendung mit tatsächlich realer physischer Bewegung nicht übereinstimmt (Hebbel-Seeger et al., 2019). Daher werden zunächst die Bewegungen mit statischen 360°-Videoaufnahmen beobachtend selbstständig angeeignet. Für die Aneignung der Bewegungsabfolge durch Beobachtung im ersten Schritt ist zunächst kein Ausgabe- bzw. Betrachtungsmedium mit hohem Immersionsgrad notwendig und kann am Desktop erfolgen. Erst wenn die Trainierenden die Bewegungsabfolge kennen, werden festfixierte VR-Brillen bzw. VR-Brillenhalterung für Smartphones für die synchrone Durchführung der Bewegungsabfolgen mit der 360°-Videoaufnahme notwendig. Dabei gleicht die reale synchrone Bewegung dem visuellen Bewegungsempfinden durch die dynamische Kameraführung, eine Reduzierung von Motion-Sickness wird daher angenommen.

Die technische Weiterentwicklung von Kamerasystemen und immersiver Technologien, ermöglichen zunehmend günstige und einfach gestaltbare Anwendungen. 360°-Videoaufnahmen lassen sich einfach gestalten und mit zusätzlichen Bewegungsaufgaben und interaktiven Inhalten durch verschiedene Software wie bspw. „H5P“ einfach ergänzen.

Es stellt sich weiterführend die noch offene Frage, ob die vorgestellte Konzeptidee auch über das Bewegungslernen vordefinierter Bewegungen bzw. Choreografien hinaus als Trainingsinstrument für taktische oder vordefinierte Bewegungsabfolgen im Mannschaftssport ebenfalls umsetzbar ist. Im American Football lassen sich bspw. taktische Positionsbewegungen, die einem festdefinierten Taktikplan entsprechen, aneignen und trainieren.

Fazit

Lehr-Lernprozess in der Sportlehrer*innenausbildung lassen sich mit 360°-Videos durch mehrere Beobachtungsperspektiven, Immersion und Interaktion in einer authentischen Lernumgebung digital unterstützen. Daneben lassen sich unterschiedliche Lehr-Lern-Arrangements gestalten, die Online- und Präsenzlernen für Bewegungen und Techniken ermöglichen. Im Rahmen des digiMINT-Projektes des Karlsruher Instituts für Technologie werden 360°-Video-Lehr-Lerneinheiten für die Lehramtsausbildung im Sport und in

weiteren Fachdisziplinen entwickelt und in Lehr-Lern-Laboren evaluiert, um daraus methodisch-didaktische Konzepte sowie Lerneinheiten abzuleiten. Erste Evaluationsergebnisse bezüglich deren Eignung als Lehr-Lernmedium und motivationaler Lernförderung werden Mitte 2022 erwartet.

Literatur

Appelbaum, L. & Erickson, G. (2016). Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 11(1), 160–189.

Bäder, J. & Kasper, M.-A., (2020). E-Learning-Tools: Technische Möglichkeiten und deren Einfluss auf didaktische Entscheidungen. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S.131–158). Springer VS.

Börner, C., Schaarschmidt, N., Meschzan, T. & Frin, S. (2016). Innovation in der Lehre–Sind Videos im Hochschulalltag angekommen. In J. Wachtler, H.-P. Steinbacher, O. Gröblinger, ... & C. Freisleben-Teutscher (Hrsg.), *Digitale Medien: Zusammenarbeit in der Bildung* (S. 258–263). Waxmann.

Büning, C. & Wirth, C. (2020). Multimediales selbstreguliertes Lernen im Lehramtsstudium Sport am Beispiel der Pythagoras 360° Echtzeit-Bewegungsanalyse. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S.69–88). Springer VS.

Dober, R. (2019) Medieneinsatz im Sportunterricht. *Sportpraxis*, 9(10), 7–12.

Farley, O.R.L., Spencer, K. & Baudinet, L. (2020). Virtual reality in sports coaching, skill acquisition and application to surfing: A review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(3), 535–548.

Fischer, B. & Krombholz, A. (2020). Videoeinsatz beim Lernen sportlicher Techniken. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S.13–27). Springer VS.

Hebbel-Seeger, A., Kretschmann, R. & Vohle, F. (2013). Bildungstechnologien im Sport. Forschungsstand, Einsatzgebiete und Praxisbeispiele. In M. Ebner & S. Schön (Hrsg.) *L37. Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien* (2. Auflage). TU Graz.

Hebbel-Seeger, A. (2017). 360 degrees video and VR for training and marketing within sports. *Athens Journal of Sports*, 4(4), 243–261.

Hebbel-Seeger, A. (2018). 360-Video in Trainings- und Lernprozessen. In U. Dittler & C. Kreidl (Hrsg.), *Hochschule der Zukunft – Beiträge zur zukunftsorientierten Gestaltung von Hochschulen* (S. 265–290). Springer VS.

Hebbel-Seeger, A., Kopischke, A., Riehm, P. & Baranowskaa, M. (2019). LectureCast als 360°-Video. Welchen Einfluss haben Immersion und Präsenzerleben auf die Lernleistung. In J. Hafer, M. Mauch & M. Schumann (Hrsg.), *Teilhabe in der digitalen Bildungswelt* (S.118–127). Waxmann Verlag.

Hjort, A., Henriksen, K., & Elbæk, L. (2018). Player-Driven Video Analysis to Enhance Reflective Soccer Practice in Talent Development. *International Journal of Game-Based Learning*, 8(2), 29–43.

Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515–1529.

Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B. & Plimmer, B. (2016). Creating 360 educational video: a case study. In *Proceedings of the 28th Australian Conference on Computer-Human Interaction*, 34–39.

Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B. & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science & Technology Education*, 10(2), 85–119.

Kittel, A., Larkin, P., Elsworthy, N., Lindsay, R., & Spittle, M. (2020). Effectiveness of 360° virtual reality and match broadcast video to improve decision-making skill. *Science and Medicine in Football*, (4), 255–262.

Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players. *Frontiers in Psychology*, (9), 2315.

Petri, K. & Witte, K. (2018). Anwendung virtueller Realität im Sport. In K. Witte (Hrsg.), *Ausgewählte Themen der Sportmotorik für das weiterführende Studium (Band 2)*, (S.99–129). Springer Spektrum.

Petri, K., Emmermacher, P., Masik, S. & Witte, K. (2019). Comparison of response quality and attack recognition in karate kumite between reality and virtual reality – a pilot study. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, 8(4), 55–63.

Rudloff, C. (2017). Inverted-Classroom-Modell im Fach Bewegung und Sport in der Primarstufenausbildung an der Pädagogischen Hochschule Wien. Eine Design-Based Research-Studie in der Lehrveranstaltung „Leichtathletik“. In C. Igel (Hrsg.), *Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. in Chemnitz* (S. 140–146). Waxmann Verlag.

Saubier, F. (2017). Lernen mit Videos. Das TIB AV-Portal als Repository für offene Lernressourcen. In C. Igel (Hrsg.), *Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. in Chemnitz* (S.202–208). Waxmann Verlag.

Schulmeister, R. (2002). Taxonomie der Interaktivität von Multimedia – Ein Beitrag zur aktuellen Metadaten-Diskussion. *it-Information Technology*, 44(4), 193–199.

Wendeborn, T. (2019). Digitalisierung als (weiteres) Themenfeld für die Sportpraxis? *Sportpraxis*, 9(10), 4–6.

Zühlke, M., Steinberg, C., Rudi, H. & Jenett, F. (2020). #digitanz-lite – Ergebnisse der Begleitforschung zum Einsatz digitaler kreativer Tools im Sportunterricht und deren Bedeutung für die Lehrer*innenbildung. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, ... & D. Schmeinck (Hrsg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung* (S.71–76). Waxmann Verlag.

Grafiken

frei verwendbare Vektorgrafiken auf pixabay.com (Zugriff am 21.01.2021 unter <https://pixabay.com/de/vectors/search/karate/>)

Artikel 3:

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2021). 360-Videos zum Erlernen von Bewegungsmustern-eine Konzeptidee für den Einsatz als Lehr-Lernmedium. *Zeitschrift für Studium und Lehre in der Sportwissenschaft*, 4(3), 38-42

5.4 Artikel 4: Immersive training for movement sequences: The use of 360° video technology to provide poomsae training in Taekwondo

(Veröffentlichte Manuskriptfassung, lizenziert unter der Lizenz CC BY-NC-ND 3.0)

Rosendahl, P., Klein, M., & Wagner, I. (2022). Immersive training for movement sequences: The use of 360° video technology to provide poomsae training in Taekwondo. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(10), 2318-2325. <https://doi.org/10.7752/jpes.2022.10295>.

Abstract

Background: The use of video technology is an established method of training. As an extended video format, 360° videos expand the potential of conventional videos with immersive and interactive design possibilities and combine conventional video technology with immersive technologies in a resource-saving manner. In sports, 360° videos can be used as tactical training tools to support reflection and analysis and to illustrate movements. In particular, 360° videos can be used to create a recorded authentic learning environment to support observational, multi-perspective training. *Approach:* This paper presents the use of 360° video training for the observation and imitation of movement sequences in poomsae training in taekwondo (or kata training in karate), using the example of the Taegeuk II Jang poomsae. The successive four-step concept can not only be applied to poomsae training in Taekwondo, but can also be transferred to other predefined movement forms and choreographies. *Purpose:* By using playback media with different degrees of immersion, the movement sequence can be observed, imitated, and followed in successive steps to enable the feeling of participating in a digital training group. *Conclusions:* The possible applications of 360° video technology in sports are versatile and offer new, immersive possibilities for simple and accessible training design. Training processes that are predominantly done through observational and imitative learning can be accompanied or shifted to home training with the presented 360° video training concept. In particular, 360° videos are suitable for reflective and observational training due to the multiple perspectives provided by the 360° view, which remain to be evaluated.

Key Words: 360° video, digital motion learning, digital training, immersive technology, poomsae, taekwondo

Introduction

Conventional videos are an established training tool thanks to the visual representation of complex dynamic movement sequences (Saurbier, 2017). Countless publicly accessible training videos of various movement patterns serve as exemplary presentations of optimal movement execution and enable independent familiarization with movements and movement sequences through observation (Fischer & Krombolz, 2020).

Immersive technologies such as virtual reality (VR) enable, on the one hand, a three-dimensional presentation of movement, and on the other hand, repeatable training opportunities in a protected learning environment (Jensen & Konradsen, 2018) and are already being used in a variety of ways in sports (Le Noury et al., 2022), for example, for reaction training and attention enhancement in karate (Petri et al., 2019a, 2019b). VR applications can also be used for observational teaching/learning processes to deepen knowledge and improve movement execution (Petri et al., 2019d). However, the required technical and financial resources make the implementation of VR applications in sports costly (Fischer & Krombolz, 2020), for example, due to the need for programming skills. On the other hand, 360° video technology is a resource-saving, immersive-interactive technology that combines the advantages of conventional videos with immersive and interactive application possibilities for multi-perspective reflection processes (Rupp et al., 2019, Wesner et al., 2020) without requiring elaborate design skills. For example, with 360° videos, motion sequences can be observed more precisely, and with the help of immersive output or playback media, physical training can take place simultaneously with observation.

Publicly accessible training videos of taekwondo poomsae and karate katas that present movement sequences can be viewed on video portals such as the official YouTube channel of the German Karate Association. However, to the best of our knowledge, 360° videos have not yet been used as training tools to allow observation and imitation in poomsae or kata training. Three hundred and sixty degree videos open up new digital avenues for content delivery and instruction. To utilize 360° video technology as a training tool for movement learning and to demonstrate its advantages, a four-step concept for the digital training of the Taegeuk II Jang poomsae is presented, which is transferable to other pre-defined movement sequences.

Clarification of Terms

Immersion can be described as a feeling of presence and reality within a digital world (Petri & Witte, 2018). However, the concept of immersion also has a technical component, which characterized the output and playback functions of an application (Dörner et

al., 2019). These two definitions are used differently in the literature; thus, a clear definition of the term “immersion” is lacking.

The definitions of different immersive-interactive technologies complement each other and make it difficult to find a uniform conceptual definition (Kavanagh et al., 2017, Dörner et al., 2019). However, despite the different ways of defining immersive-interactive technologies, they share several technological characteristics (Dörner et al., 2019). Programmed VR applications enable interactive manipulations of action and can be systematized according to the output media used and their degree of immersion (e.g., Petri & Witte, 2018). Both VR and 360° videos can be experienced with the lowest degree of immersion on a computer desktop by mouse movement or can be highly immersive using head-mounted displays (HMD) such as VR headsets, which provide gaze direction control by head movement, allowing users to feel as if they are really in a programmed digital environment and to interact with this environment (Le Noury et al., 2022).

As an intermediary between video format and VR application, 360° videos enable an individually controllable panoramic view around a given static or dynamically moving camera position during playback (Hebbel-Seeger, 2018). While the recording focus of the camera and the associated viewing direction are individually controllable, manipulation or control of the recorded action is not possible as it is with programmed VR scenarios (Le Noury et al., 2022, Bäder & Kasper, 2020).

In this article, form (poomsae) training in the Korean martial art taekwondo is used as an example. The term taekwondo has existed since 1955 (Moenig, 2015), and the origins of this martial art are found in Japanese karate (Moenig et al., 2014). Since taekwondo has existed, different conceptions of form running have developed. For example, the originator of taekwondo, Choi Hong Hi, based on his experiences with Shotokan karate, initially developed a system that included 24 so-called hyeong (형) (predefined movement patterns), which were later renamed teul (틀), for the International Taekwondo Federation (ITF). Later, the World Taekwondo Federation (WTF, renamed World Taekwondo in 2017) developed a new form system, which currently consists of 17 so-called poomsae (품새).

360° Videos as Training Tools

Digital media are said to have great potential to support teaching/learning processes in sports (Wendeborn, 2019), but this potential has been the focus of little research to date (Zühlke et al., 2020; Vogt et al., 2019). Conventional videos are used in the sports context as a tool for reflection on and analysis of athletic performance or to illustrate movement

and technique (Hebbel-Seeger et al., 2013). In contrast to static images, the use of video technology is particularly suitable for representing the dynamics of movement (Dober, 2019). Through different recording perspectives, the targeted optimal movement patterns of role models can be observed, which serve as exemplary movement presentation (Fischer & Kromholz, 2020) with which the trainee can seek to align their own movement, for example, through self-recording and video feedback (Hjort et al., 2018).

The multiple training benefits of conventional videos are enhanced by 360° videos to include interaction, immersion, reflection, and analysis (Rosendahl & Wagner, 2022). The 360° view allows motion sequences to be observed from different viewing positions, providing opportunities for multi-perspective observation, for example, in the 360° Pythagoras motion analysis system (Büning & Wirth, 2020), thereby enabling a deeper understanding of motion.

Using immersive output media, 360° videos can also be accompanied by physical activity (Hebbel-Seeger, 2017, Farley et al., 2020), providing not only passive observational training but also active imitative movement learning in a resource-efficient manner. Depending on the desired level of immersion and the quality requirements, 360° video cameras are available for as little as €100. With the use of a conventional smartphone in combination with a Cardboard as HMD, immersive training possibilities can be implemented for observational and imitative *poomsae* or *kata* training, providing the feeling of active participation in a digital training group.

Rosendahl and Wagner's (2022) systematic review highlights the diverse uses of 360° videos in sports. This technology is already being used sporadically and exploratively as a cognitive training tool for attention enhancement (Kittel et al., 2020), for multi-perspective reflection on and analysis of game situations and athletic performance (Panchuk et al., 2018), for mental preparation for competition environments (Appelbaum & Erickson, 2016), and for motivation enhancement in sports (Hebbel-Seeger, 2017). In a concept paper, Rosendahl & Wagner (2021) provided a concept idea for the use of 360° videos as an approach to teaching/learning predefined movement sequences in sports. However, to date, there has been no in-depth conceptual analysis of the use of 360° video technology to support teaching/learning processes in martial arts, although some research on immersive-interactive technologies, such as VR in karate, has been conducted (Petri & Witte, 2018, Petri et al., 2019a, 2019b, 2019c). The Kuro-Obi World channel on the YouTube video platform provides a 360° video recording of the karate *kata* "Heian Shodan" (Kuro-Obi World, 2017). However, this video does not highlight the use of 360° video technology specifically as a training tool. Although other 360° videos with different

disciplinary focuses are showcased on YouTube (MDV Communication, 2016), these could be considered in general to be technical gimmicks for the purposes of marketing.

Learning Forms (Poomsae) through Observation and Imitation

In this paper, we focus on forms in taekwondo, which are sequences of pre-determined movements with different hand and foot combinations that symbolize fights against several (imaginary) attackers. To learn a new form, it is first necessary to acquire the repertoire of individual techniques (stances, hand techniques, foot techniques, etc.). Once these isolated techniques are mastered, the sequence (movement pattern) of turns and steps, etc. is gradually worked out. Different methods can be used to do this. Often, the trainer first presents the complete form to the training group. The trainees then enact the form in its entirety, with the trainer giving the command to run movement by movement and the learners following these commands step by step. Afterward, the trainees practice key sequences separately. Finally, the sequences are combined, and in the last step, the trainees run the form without any input from the trainer. Another approach is to learn the form sequentially, starting with the first movement, adding the second movement, the third, and so on, and gradually building up the entire sequence of the form. Again, in the final step, the trainees perform the form from beginning to end without any input from the trainer.

The implementation of a 360° video teaching unit for movement learning is shown by using the example of the Taegeuk II Jang poomsae (Fig.1). This approach can generally be transferred to other poomsae.

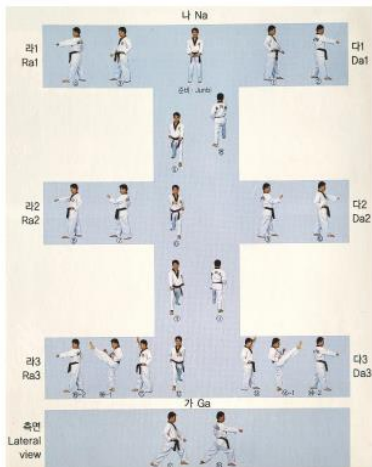


Figure 1: Taegeuk II Jang (Kukkiwon, 2005, p. 314)

In the first poomsae, Taegeuk Il Jang, two stances, four hand techniques, and one foot technique are taught (Kang & Song, 2007). The hand techniques include three blocking techniques at the three predefined height levels—the lower level (arae), the middle level (momtong), and the upper level (olgeul)—as well as the straight fist punch (both the equal and mutual variants) at the middle level. The two stances include the short forward stance (apseogi) and the deep forward bending stance (apgubi). As a foot technique, the frontal snap kick (apchagi) is taught. Thus, this first form offers a comprehensive repertoire of movements at three height levels, along with defensive and offensive measures and hand and foot techniques without, however, overtaxing the novice trainee.

Methods

Concept

The presented concept idea focuses on the observation and imitation of predefined movement sequences and can be used for poomsae training in taekwondo (and kata training in karate). Following Bandura's model of learning (Bandura, 1966, 2008), the targeted sequence of movements is presented in a 360° video format by role models whose sequence of movements is independently acquired by learners in three stages that involve increasing immersion and activity levels; in these stages, the learner first observes, then imitates, and finally synchronously produces the movement sequence along with the models.

The concept idea is based on a flipped classroom approach; that is, trainees first watch the movement sequence at home before practicing it in the context of face-to-face training. In contrast with conventional training videos for taekwondo, which predominantly show the movement sequences of poomsae from only one perspective, 360° video training enables a multi-perspective view of the movement execution. To create the multi-perspective view, four role models are positioned in the shape of a rhombus, with the video camera positioned at the center of the formation (Fig.2); the role models perform the sequence of movements as synchronously as possible. This schematic recording design remains the same during the three stages of the 360° video training. Due to the rhombus shape, the movements and step sequences can be viewed from both frontal and sagittal perspectives. From the different viewing perspectives, hip and pelvic movements or joint positions can be highlighted, which is helpful for the acquisition of the movement sequence and allows for a more precise understanding of movement and techniques (Fig.3).

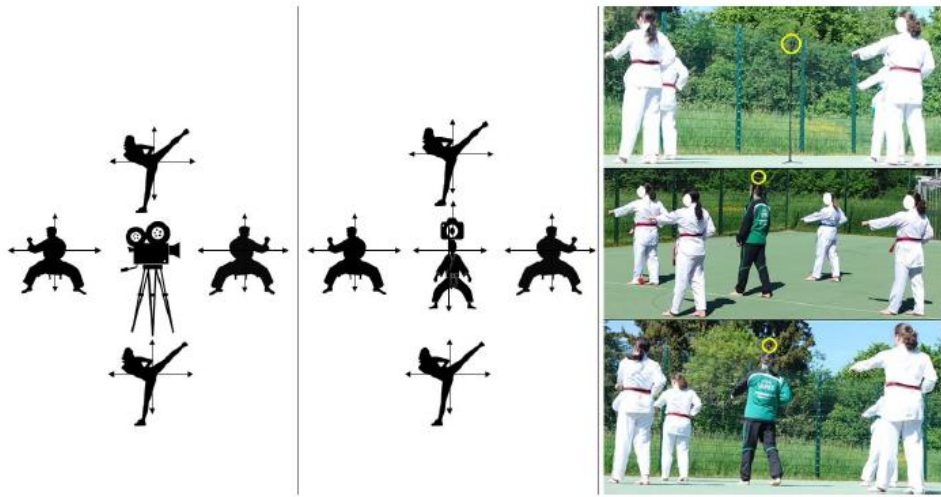


Figure 2: Design with static (1) and dynamic (2) 360° video camera movements and (3) camera position during the 360° video recordings



Figure 3: Viewing perspectives in a 360° video recording in panoramic view (lower picture)

The first step is independent observation of the 360° video recording. The observation can be done in a low immersive way via desktop control and does not require immersive playback media, such as a head-mounted display (HMD). In combination with interactive observation tasks (e.g., created with H5P software), observation foci can be highlighted within the video recording for a deeper understanding of movement.

In the second step (imitation of the sequence of movements) and the third step (consolidation of the poomsae), immersive playback media, for example, a smartphone with a Cardboard, are necessary to allow simultaneous physical movement with playback of the 360° video footage.

The fourth step, which takes place in the context of face-to-face training, focuses on technique refinement and detailed movement execution. Trainees have already independently learned the step and movement sequences of the poomsae, so time resources can be used for time-optimized movement work and refinement.

Three hundred and sixty degree video recordings can be created for conventional poomsae training without large investments of time or money. Since 360° video cameras allow an all-round view around the camera location, knowledge of camera movement is initially secondary, so the relevant action always remains within the 360° camera focus. Depending on the camera brand, easy-to-use apps exist for post-processing, with which the 360° videos can easily be uploaded to common video portals such as YouTube.

Results

Procedure

Step 1 – Observing and Acquiring: The first training step comprises independent observation of the Taegeuk Il Jang poomsae, which is performed by the role models at a slow pace. The 360° video recording is done with a static camera positioned at head or shoulder height in the middle of the rhombus formation so that the viewing plane matches the recorded role models. The trainee has the task of independently learning the techniques and sequence of movements of the poomsae by observing. It is a good idea to supplement the 360° video recording with observation tasks and audio explanations running in parallel, first, to guide the focus of the trainee's gaze on the role models and to counteract spatial disorientation, and second, to link several sensory channels and stimuli with each other. Before undertaking the second step, the trainee should be familiar with the sequence of movements and the movement techniques of the poomsae. Below, the possible observation potentials of the 360° video recording are described by focusing on several movement sequences in the Taegeuk Il Jang poomsae.

The poomsae begins with the parallel stance (kibbon chunbi seogi), in which the left foot is placed to the left in the short forward stance (apsoegi) (quarter turn to the left) and, at the same time, a forearm outward block is executed with the left arm at the lower level (arae makgi). This is followed by a forward step with the right foot, also in the short forward stance, with an equilateral fist punch at the middle level (montong pandae chirugi). In the 360° video, thanks to the all-round view and the rhomboid formation, the correct arm movement in both the defense and attack techniques with the corresponding upper body movement can now be viewed from the front and the side as well as from behind, depending on the model being observed.

This is followed by a change of direction with a half turn to the right by placing the right foot in the opposite direction in the short forward stance. This is followed by an outward forearm block with the right arm at the lower level. In the 360° video scenario, the foot positions of the rotation can be repeatedly observed from different viewing perspectives. This is followed by a forward step with the left foot in the short forward stance with an equilateral fist strike at the middle level. Then, another change of direction occurs, this time a quarter turn to the left. Now, the left foot assumes the deep forward bending position (abgubi). This is followed by a hand technique combination in quick succession, namely, a forearm outer side block outward at the lower level (left), followed by a mutual fist punch at the middle level (momtong baro chirugi, right). In the 360° video recording, in addition to the correct foot position, the corresponding hand movements can be repeatedly analyzed from different viewing perspectives.

It can be seen that, in the first step, several observation possibilities are provided by the 360° video recording. This is helpful both for becoming familiar with the movement sequences and for gaining a deeper understanding of the technique through a detailed demonstration.

Step 2 – Imitating and Practicing: The second step in the training involves independent practice of the sequence of movements with an immersive playback medium. By adding a head-mounted display (VR headset or smartphone with a Cardboard), the trainee can control the direction of the 360° video camera.

The poomsae are now recorded using dynamic camera movements, where the video camera is mounted on the head of a fifth model, who is positioned in the center of the rhombus and who moves with a time delay according to the corresponding directions of movement of the poomsae and the other models. Depending on the 360° video camera brand, various mounts exist for dynamic camera movements; for example, an action camera can

be attached to a bicycle helmet to record a dynamic video that gives observers the perspective of the person recording.

In this step, the 360° video camera position maintains an all-around view of the role models and provides a choice of perspective on the sequence of movements. The trainee can thus continue to observe the techniques of the four role models from the center of the rhombus in a multi-perspective manner and subsequently imitate them.

The dynamic offset camera movement, in combination with observation by an HMD, enables the trainee to imitate the movement sequence of the poomsae. First, the movement execution in this poomsae with the turn to the left in apsoegi with simultaneous arae makgi is performed by the models, who remain in position briefly after executing these movements. Subsequently, after a command signal, the central model moves in the 360° video recording according to the direction of movement of the models. Only after that, the models of the rhombus formation perform the next technique ("apsoegi" with "montong pandae chirugi") with subsequent imitation of the fifth model within the 360° video recording. This repetitive process is maintained in the second step. In this way, the trainees are first shown the movements and then given an opportunity to imitate them. In addition to observing the movements, the goal of the trainees is now to physically move after the command signal and to imitate the techniques. Due to the higher immersion level achieved with the head-mounted display, the trainees feel like they are in the position of the camera, and they become part of this digital training group. In addition, audio cues or digital movement cues can be given to accompany and guide the movements to be imitated.

Step 3 – Performing and Consolidating: In the third 360° video recording, the models increase the speed, fluidity, and force of the poomsae techniques while they maintain their formation in a rhombus shape. In contrast to the staggered dynamic 360° video camera movements in step two, in this recording, the fifth model in the middle of the rhomboid formation now performs movements synchronously with the movements of the other models. To facilitate this synchronicity, counting commands are given. These commands also support the synchronous co-movement of the trainee so that the movement to be executed corresponds to the digital direction of movement of the video camera guidance in the video recording.

Step 4 – Refining and Applying: The fourth step of the 360° video training concept takes place in the context of face-to-face training. With the help of the three 360° video recordings in the first three steps of the training, the trainees have independently acquired the basics of the Taegeuk Il Jang poomsae. They have learned the sequence and direction of

the movements of the poomsae and can implement them in a rough form. In the fourth step, face-to-face training time is used to refine and optimize the techniques by focusing on movement intensity and the detailed execution of the movements of the poomsae.

Discussion

The 360° video training concept offers a simple and resource-saving immersive training option for efficient poomsae training in taekwondo. As an enhanced video format, 360° videos take advantage of conventional video technology while extending it to provide an immersive training experience with opportunities for active interaction, consistent with cognitive learning theories such as model learning. Observation and the imitation of movements performed by a teacher are predominantly used in the first steps of teaching poomsae in taekwondo; the use of 360° videos is compatible with this approach and opens up new time- and cost-saving training possibilities. These training possibilities can be transferred beyond martial arts to other predefined movement forms, where movement sequences, e.g. of choreographies, are initially acquired through observation, demonstration and imitation. Time-optimized, the step sequences can be worked out independently in order to use face-to-face training times for refinement and optimization.

The possible uses of 360° videos for reflective or cognitive training, which have been demonstrated in a previous systematic review (Rosendahl & Wagner, 2022), can be adapted to observational and imitative training of predefined movement sequences (Rosendahl & Wagner, 2021), in particular for poomsae training in taekwondo. The four-stage structure with the flipped classroom approach enables learners to independently learn the basic movement sequences of poomsae and then proceed to face-to-face training to refine their movements and technique. The gradual increase in the degree of immersion and activity over the course of the first three steps of the 360° video training reduces the risk of motion sickness. With the use of immersive playback media and dynamic 360° video camera movements, visually perceived movements may not correspond to real-life movements, thus triggering discomfort (Hebbel-Seeger et al., 2019). Therefore, it is important that, in the first step of the training, trainees learn the sequence of movements with the initial observation-only task and a static 360° video camera position. In the second step, the dynamic 360° video camera movement is offset in time to the movements of the models and the trainees are shown the movement sequences again by the recorded models, which they then imitate. It is only once the trainees have learned the sequence of movements of the poomsae that the recorded movements of the role models are executed synchronously with the dynamic 360° video camera movement; this design is intended to prevent motion sickness as far as possible.

Conclusions

The possible applications of 360° video technology in sports are versatile and offer new, immersive possibilities for simple and accessible training design (Rosendahl & Wagner, 2021). In particular, 360° videos are suitable for reflective and observational training due to the multiple perspectives provided by the 360° view. The use of 360° videos for the observational and imitative training that constitute the first steps in learning a poomsae or kata can be used in combination with immersive playback media to make the most of face-to-face training time to refine trainees' technique.

In addition, previous studies on 360° videos as a training tool have identified motivational potential with 360° video technology. However, the reported motivational effects may be due to the perceived novelty of the 360° video training experience by learners with no prior experience (Kavanagh et al., 2017). Likewise, general conclusions about training success are premature, as most studies tend to have exploratory research designs (Rosendahl & Wagner, 2022). Therefore, the next step is to investigate the motivational effects of 360° video training as well its training success and benefits. Future studies could extend the research to additional poomsae or katas, that is, ones that involve more techniques, directions, and movement variations as well as higher difficulty levels. Furthermore, it would be interesting to examine the effectiveness of the method as a function of the training experience. For further discussion and research of 360° videos as a teaching–learning medium, it is also advisable to use the term clearly and distinguish it from VR. In particular, 360° videos are also distinguished from virtual reality by their ease of design and use.

As part of the digiMINT project at Karlsruhe Institute of Technology, the 360° video training concept in sports is being developed, tested, and evaluated.

Conflicts of interest: The authors declare that they have no competing interests. There are no financial or other relationships that might lead to conflicts of interest.

References:

Appelbaum, L. & Erickson, G. (2016). Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 11(1), 160–189. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2016.1266376>

Bäder, J. & Kasper, M.-A., (2020). E-learning tools: Technical possibilities and their influence on didactic decisions. [In German: E-Learning-Tools: Technische Möglichkeiten und deren Einfluss auf didaktische Entscheidungen]. In B. Fischer & A. Paul (Eds.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport*, (p. 131–158). Springer VS.

Bandura, A., Grusec, J. E., & Menlove, F. L. (1966). Observational Learning as a Function of Symbolization and Incentive Set. *Child Development*, 37(3), 499. <https://doi.org/10.2307/1126674>

Bandura, A. (2008). Observational Learning. In W. Donsbach (Eds.), *The International Encyclopedia of Communication*. John Wiley & Sons, Ltd.

Büning, C. & Wirth, C. (2020). Multi-media self-regulated learning in physical teacher education using Pythagoras 360° real-time motion analysis as an example. [In German: Multimediales selbstreguliertes Lernen im Lehramtsstudium Sport am Beispiel der Pythagoras 360° Echtzeit-Bewegungsanalyse. In B. Fischer & A. Paul (Eds.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport*], (p. 69–88). Springer VS.

Dober, R. (2019). Use of media in physical education. [In German: Medieneinsatz im Sportunterricht]. *Sportpraxis*, 9(10), 7–12.

Dörner, R., Broll, W., Grimm, P., Jung, B., & Göbel, M. (2019). Introduction to virtual and augmented reality. [In German: Einführung in Virtual und Augmented Reality. In R. Dörner, W. Broll, P. Grimm & B. Jung (Eds.), *Virtual und Augmented Reality (VR/AR) (2nd ed.)*], (p. 1-42). Springer Vieweg.

Farley, O.R.L., Spencer, K. & Baudinet, L. (2020). Virtual reality in sports coaching, skill acquisition and application to surfing: A review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(3), 535–548. <https://doi.org/10.14198/jhse.2020.153.06>

Fischer, B., & Krombholz, A. (2020). Video use in learning athletic techniques. [In German: Videoeinsatz beim Lernen sportlicher Techniken. In B. Fischer & A. Paul (Eds.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport*], (p. 13–27). Springer VS.

Hebbel-Seeger, A., Kretschmann, R. & Vohle, F. (2013). Educational technologies in sports. State of research, fields of application and practical examples. [In German: Bildungstechnologien im Sport. Forschungsstand, Einsatzgebiete und Praxisbeispiele. In M. Ebner & S. Schön (Eds.) *L3T. Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien (2nd ed.)*]. TU Graz. <https://doi.org/10.25656/01:8384>

Hebbel-Seeger, A. (2017). 360 degrees video and VR for training and marketing within sports. *Athens Journal of Sports*, 4(4), 243–262. <https://doi.org/10.30958/ajsopo.4.4.1>

Hebbel-Seeger, A. (2018). 360 video in training and learning processes . [In German: 360-Video in Trainings- und Lernprozessen. In U. Dittler & C. Kreidl (Eds.), *Hochschule der Zukunft – Beiträge zur zukunftsorientierten Gestaltung von Hochschulen*], (p. 265–290). Springer VS.

Hebbel-Seeger, A., Kopischke, A., Riehm, P. & Baranowskaa, M. (2019). LectureCast as 360° video. What influence do immersion and classroom experience have on learning performance? [In German: LectureCast als 360°-Video. Welchen Einfluss haben Immersion und Präsenzerleben auf die Lernleistung. In J. Hafer, M. Mauch & M. Schumann (Eds.), *Teilhabe in der digitalen Bildungswelt*], (p. 118–127). Waxmann Verlag. <https://doi.org/10.25656/01:18016>

Hjort, A., Henriksen, K., & Elbæk, L. (2018). Player-Driven Video Analysis to Enhance Reflective Soccer Practice in Talent Development. *International Journal of Game-Based Learning*, 8(2), 29–43. <http://doi.org/10.4018/IJGBL.2018040103>

Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515–1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>

Kang, I., & Song, N. (2007). 태권도공인품새해설: *Explanation of Official Taekwondo Poomsae*. Korean Book Services.

Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B. & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science & Technology Education*, 10(2), 85–119.

Kukkiwon. (2005). *Taekwondo Textbook: 태권도교본* (1st ed.). Oseong Chulpansa.

Moenig, U. (2015). *Taekwondo: From a Martial Art to a Martial Sport*. Routledge.

Moenig, U., Cho, S., & Kwak, T.-Y. (2014). Evidence of Taekwondo's Roots in Karate: An Analysis of the Technical Content of Early Taekwondo Literature. *Korea Journal*, 54(2), 150–178. (accessed https://www.ekoreajournal.net/issue/view_pop.htm?Idx=3671)

Le Noury, P., Polman, R., Maloney, M., & Gorman, A. (2022). A Narrative Review of the Current State of Extended Reality Technology and How it can be Utilised in Sport. *Sports Medicine*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01669-0>

Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players. *Frontiers in Psychology*, (9), 2315. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02315>

Petri, K. & Witte, K. (2018). Application of virtual reality in sports. [In German: Anwendung virtueller Realität im Sport. In K. Witte (Eds.), *Ausgewählte Themen der Sportmotorik für das weiterführende Studium (Vol. 2)*], (p. 99-129). Springer Spektrum.

Petri, K., Bandow, N., Masik, S. & Witte, K. (2019a). Improvement of early recognition of attacks in karate kumite due to training in virtual reality. *Journal Sport Area*, 4(2), 294-308. [https://doi.org/10.25299/sportarea.2019.vol4\(2\).3370](https://doi.org/10.25299/sportarea.2019.vol4(2).3370)

Petri, K., Emmermacher, P., Masik, S. & Witte, K. (2019b). Comparison of response quality and attack recognition in karate kumite between reality and virtual reality – a pilot study. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, 8(4), 55-63. <http://dx.doi.org/10.26524/ijpefs1946>

Petri, K., Emmermacher, P., Danneberg, M., Masik, S., Eckardt, F., Weichelt, S., Bandow, N., & Witte, K. (2019c). Training using virtual reality improves response behaviour in karate kumite. *Sports Engineering*, 22, 1-12. <http://dx.doi.org/10.1007/s12283-019-0299-0>

Petri, K., Timmerevers, C., Luxemburg, J., Emmermacher, P., Ohl, C.-D., Danneberg, Masik, S., & Witte, K. (2019d). Improvement of movement execution in karate due to observational learning with a virtual reality application for smartphones – a pilot study. *Journal of Martial Arts*, 2(1). https://doi.org/10.15495/ojs_25678221_21_119

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2021). 360° videos for learning movement patterns - a concept idea for use as a teaching-learning medium (concept paper). [In German: 360°-Videos zum Erlernen von Bewegungsmustern – eine Konzeptidee für den Einsatz als Lehr-Lernmedium (Werkstattbericht)]. *Zeitschrift für Studium und Lehre in der Sportwissenschaft*, 4(3), 38-42.

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2022). 360 video technology in sports – a systematic review of areas of application and potentials as a teaching-learning medium. [In German: 360-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium]. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, 62(2), 135.

Rupp, M. A., Odette, K. L., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Smither, J. A., & McConnell, D. S. (2019). Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360-degree videos. *Computers & Education*, 128, 256–268. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.015>

Saubier, F. (2017). Learning with videos. The TIB AV Portal as a Repository for Open Learning Resources. [In German: Lernen mit Videos. Das TIB AV-Portal als Repositorium für offene Lernressourcen. In C. Igel (Eds.), *Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. in Chemnitz*], (p. 202–208). Waxmann Verlag. <https://doi.org/10.25656/01:16144>

Vogt, T., Rehlinghaus, K., & Klein, D. (2019). School sport facing digitalisation: A brief conceptual review on a strategy to teach and promote media competence transferred to physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 19, 1424-1428. <https://doi.org/10.7752/jpes.2019.s4206>

Wendeborn, T. (2019). Digitization as (another) topic area for sports practice?. [In German: Digitalisierung als (weiteres) Themenfeld für die Sportpraxis?]. *Sportpraxis*, 9(10), 4–6.

Wesner, C., Fischer, B., & Krombholz, A. (2020). Hardware: Technical requirements and possibilities for the recording and playback of sport motor movement sequences. [In German: Hardware: Technische Voraussetzungen und Möglichkeiten für die Aufnahme und Wiedergabe von sportmotorischen Bewegungsabläufen. In B. Fischer & A. Paul (Eds.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport*], (p. 13–27). Springer VS.

Zühlke, M., Steinberg, C., Rudi, H., & Jenett, F. (2020). #digitanz-lite - Results of the accompanying research on the use of digital creative tools in physical education and their significance for teacher education. [In German: #digitanz-lite – Ergebnisse der Begleitforschung zum Einsatz digitaler kreativer Tools im Sportunterricht und deren Bedeutung für die Lehrer*innenbildung. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, ... & D. Schmeinck (Eds.), *Bildung, Schule, Digitalisierung*], (p. 71–76). Waxmann Verlag.

Videos

Kuro-obi World (2017) on YouTube (accessed 20.10.2022)
<https://www.youtube.com/watch?v=bellp93g9ac&t=34s>

mdvcommunication (2016) on YouTube (accessed 20.10.2022)
<https://www.youtube.com/watch?v=DJ9pVEHIIHA>

Graphics:

free to use vector graphics on pixabay.com

Artikel 4:

Rosendahl, P., Klein, M., & Wagner, I. (2022). Immersive training for movement sequences: The use of 360° video technology to provide poomsae training in Taekwondo. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(10), 2318-2325.
<https://doi.org/10.7752/jpes.2022.10295>

5.5 Artikel 5: 360°-Videos für beobachtendes und nachahmendes Kata-Training im Karate

(Akzeptierte Manuskriptfassung, zur Veröffentlichung durch den Verlag genehmigt worden)

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2023). 360°-Videos für beobachtendes und nachahmendes Kata-Training im Karate. *SportPraxis*, 64(1), 54-58.

In Zeiten der Corona-Pandemie werden Sportlehrer*innen und Trainer*innen vor neue Herausforderungen gestellt, Sport- und Trainingsangebote weiterhin trotz Schließungen zu gewährleisten. Digitale Trainingsmöglichkeiten, z.B. mit Videoeinsatz, wurden entsprechend erprobt. Einen neuen Ansatz bietet die 360°-Videotechnologie. In 360°-Videos können Betrachtende ihre Blickperspektive um die Kamera herum selbst wählen. Mit einfachen Schritten lässt sich diese Möglichkeit für beobachtende Trainingsprozesse nutzen, z.B. um sich eine Bewegungsabfolge anzueignen. Im vorliegenden Beitrag wird ein einfach gestaltbares methodisch-didaktisches Konzept vorgestellt, welches bereits im Karate-Kata-Training exemplarisch erprobt wird und sich auch auf andere Sportbereiche transferieren lässt. Mit 360°-Videos lassen sich bspw. biomechanische oder technische Bewegungsmerkmale von Sprungvariationen aus unterschiedlichen Blickperspektiven für den Sportunterricht darstellen und mit dem 360°-Videotrainingkonzept vordefinierte Bewegungen wie Tanzchoreografien beobachtend und nachahmend (kennen-)lernen.

Einleitung

Der Videoeinsatz zur Trainingsunterstützung in unterschiedlichen Sportarten ist bereits etabliert. Im Vergleich zu statischen Bildern repräsentieren Videos auch die Bewegungsdynamik von Bewegungen. Als Reflexions- und Analyseinstrument sportlicher Leistung oder zur Veranschaulichung von Bewegung und Technik werden Videos entsprechend verwendet (Fischer & Krombholz, 2020). Für Karate existieren bspw. öffentlich zugängliche Trainingsvideos von Karate-Katas, die die Bewegungsabläufe der einzelnen Katas veranschaulichen. Eine Karate-Kata ist eine festgelegte Form von Bewegungsabläufen, ähnlich einer Choreografie. Ursprünglich wurden in verschiedenen Karate-Katas unterschiedliche Techniken und Bewegungsabläufe für die Selbstverteidigung verschlüsselt.

Neben der Videotechnologie werden auch immersive Technologien wie Virtual Reality für das sportliche Training genutzt (Le Noury, 2022) und z.B. zum Reaktionstraining oder zur Aufmerksamkeitsförderung im Karate eingesetzt (Petri & Witte, 2018).

360°-Videos verbinden herkömmliche Videos mit immersiver Technologie. Insbesondere mit den weiterentwickelten technischen Möglichkeiten auf Social-Media-Plattformen und Videoportalen wie Facebook oder Youtube, wurden 360°-Videos vor allem zwischen 2015 und 2017 bekannt (Ranieri et al., 2022). Durch die individuelle Steuerung einer 360°-Rundumsicht, lassen sich mit 360°-Videos verschiedene Aufnahmeperspektiven einnehmen und im Sport vordefinierte Bewegungsabläufe, wie z.B. Karate-Katas, differenzierter beobachten, mit Hilfe von immersiven Wiedergabemedien wie VR-Brillen sogar gleichzeitig mittrainieren.

Begriffsklärung

Wie bei herkömmlicher Videotechnik auch, werden bei 360°-Videos Aufnahmen der realen Umgebung erstellt. Die 360°-Videokamera nimmt die Umgebung entweder statisch an einem festen Punkt oder aus einer dynamisch bewegten Kameraposition in einer 360°-Rundumsicht auf. Aufgrund der realen Videoaufzeichnung verstehen wir daher 360°-Videos als ein spezifisches Videoformat, das jedoch Merkmale von Virtual Reality (kurz: VR), wie z.B. Immersion, aufweist.

Als Immersion wird unter anderem das Anwesenheitsempfinden innerhalb einer digitalen nicht physischen Welt bezeichnet (Petri & Witte, 2018). Bezüglich der Immersionsgrade differenzieren Petri & Witte (2018) z.B. zwischen einem geringen Immersionsgrad bei Desktop-VR mit Bildschirmbetrachtung und Maussteuerung und voll-immersiven Anwendungen mit einem Head-Mounted-Display (kurz: HMD) wie VR-Brillen.

Im Gegensatz zur realen 360°-Videoaufnahmen charakterisieren wir die programmierte, manipulierbare Umwelt als ein wesentliches Hauptmerkmal von VR. Dies konstituiert nach Le Noury et al. (2022) das zentrale Trennungskriterium zwischen VR und 360°-Videos. Die aufgenommene Handlung ist bei einem 360°-Video somit zwar nicht veränderbar, der Nutzende kann jedoch seine Blickrichtung um die 360°-Videokamera herum sowohl am Desktop per Maussteuerung oder aber auch per Kopfbewegung mit einem HMD frei wählen.

360°-Videos als Trainingsinstrument

360°-Videos werden bereits explorativ z.B. als kognitives Trainingsinstrument zur Aufmerksamkeitsförderung oder zur mehrperspektivischen Reflexion von Spielsituationen

eingesetzt (Rosendahl & Wagner, 2022). Insbesondere für beobachtende Lehr-Lernprozesse ergeben sich mit 360°-Videos neue, einfach zu gestaltende Vermittlungsmöglichkeiten, z.B. hinsichtlich vordefinierter Bewegungsabfolgen (Rosendahl & Wagner, 2021). Die praktische Körpererfahrung, z.B. die motorische Wahrnehmung von Muskelkontraktionen, ist jedoch für Lehr-Lernprozesse insbesondere bei komplexen Bewegungen mit 360°-Videos nicht zu ersetzen (Wirth & Büning, 2021). Entsprechend lassen sich 360°-Videos als ergänzende Trainingsinstrumente verwenden, ersetzen jedoch nicht das Präsenztraining.

Hochwertige 360°-Videokameras und HMDs sind teuer. Dennoch gibt es sowohl bei 360°-Videokameras als auch bei HMDs kostengünstige Varianten, die in Kombination mit herkömmlichen Smartphones als VR-Brillen genutzt werden können. Hierbei ist eine grobe Preisrichtlinie bei 360°-Videokameras ab ca. 130 Euro (z.B. Samsung SM-R210NZWADBT Gear 360) und bei HMDs für Smartphones ab ca. 20 Euro (z.B. VR-PRIMUS® VX3 VR Brille) zu erwähnen. Die 360°-Videokameras sind größtenteils benutzerfreundlich gestaltet, entsprechende mediengestalterische Kenntnisse sind je nach Qualitätsanspruch nicht erforderlich. Die 360°-Videos lassen sich anschließend kostenlos in gängigen Videoportalen wie Youtube in einem geschützten Kanal für Trainierende hochladen.

Auf Youtube existieren bereits einige 360°-Videos auf kampfsportspezifischen Kanälen (z.B. „kuro-obi-world“), diese weisen jedoch keine gezielte Verwendung als Trainingsinstrument auf, sondern dienen eher als Marketinginstrument für Trainingseinblicke. Wir stellen daher eine konzeptionelle Verwendung als Trainingsinstrument für ein Karate-Kata-Training vor, die jedoch auch auf andere vordefinierte Bewegungsabfolgen transferierbar ist.

360°-Videotrainingskonzept

Das 360°-Videotrainingskonzept konzentriert sich auf kognitivistisches Lernen durch Beobachtung und Nachahmung und baut auf der Konzeptidee zum Einsatz von 360°-Videos für vordefinierte Bewegungsmuster auf (Rosendahl & Wagner, 2021). Es werden Bewegungen aus unterschiedlichen Perspektiven beobachtet, wie auch bei bestehenden 360°-Bewegungsanalysesystemen wie z.B. Pythagoras an der Sporthochschule Köln (Wirth & Büning, 2021). Dafür wird eine entsprechende Aufnahmegestaltung benötigt (Abbildung 1). Für die Beobachtung von Bewegungen von vorne, von hinten und auch von der Seite werden mindestens vier Aufnahmemodelle (Vorbilder) um die 360°-Videokamera herum in Form einer Raute platziert.

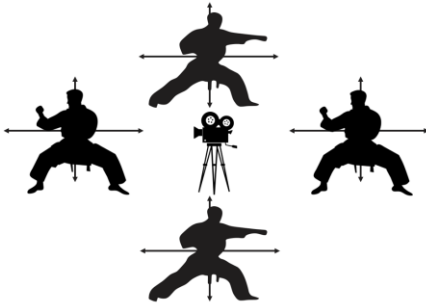


Abbildung 1: Aufnahmegestaltung

Die individuelle Wahl der Blickrichtung ermöglicht durch die Rauten-Aufstellung von Vorbildern, die Bewegungen mehrperspektivisch zu beobachten. Im Sportunterricht lassen sich damit bspw. biomechanische Bewegungsmerkmale erklären oder die Bewegungsphasen von Sprungvariationen mehrperspektivisch erkennen. Mit dem 360°-Videotrainingkonzept können Choreografien innerhalb einer Gruppe aus unterschiedlichen Betrachtungswinkeln beobachtet und angeeignet werden. Dadurch lassen sich ganz allgemein Bewegungsabfolgen selbstständig online aneignen bzw. vorbereiten, um anschließend zeitoptimiert das Präsenztraining zur Technikoportimierung zu nutzen und Trainingsausfälle, zumindest bezüglich der Aneignung der Bewegungsabfolge, zu kompensieren.

Das 360°-Videotrainingkonzept für das Kata-Training besteht aus fünf Schritten (Abbildung 2):

Im ersten Schritt wird die Karate-Kata von den Vorbildern im normalen Bewegungstempo mit einem festen Kamerastandpunkt (statisch) aufgenommen. Die Trainierenden können anschließend die Kata in ihrem Bewegungsablauf im optimalen Bewegungsfluss im frei wählbaren 360°-Rundumblick am Desktop per Maussteuerung beobachten.

Im zweiten Schritt wird die Kata mit auditiver Anleitung der jeweiligen Technik von den Vorbildern Schritt für Schritt mit einem statischen Kamerastandpunkt aufgenommen. Der Bewegungsfluss der Kata wird unterbrochen, die Trainierenden können die einzelnen Techniken nun aus verschiedenen Blickperspektiven am Desktop per Maussteuerung beobachten.

Im dritten Schritt gilt es, die Beobachtung mit der Nachahmung zu kombinieren. Damit die Trainierenden die gezeigten Techniken nachahmen können, ist nun eine Betrachtung des 360°-Videos mit einem HMD notwendig, sodass die Extremitäten der Trainierenden

frei bewegbar sind und die Blickrichtungssteuerung per Kopfbewegung im HMD erfolgt. Außerdem wird eine dynamische Kamerabewegung benötigt, die sich entsprechend den

Bewegungsrichtungen der Kata mitbewegt. Während die Raute-Formation der Vorbilder weiterhin bestehen bleibt, wird die 360°-Videokamera nicht mehr auf einem statischen Stativ befestigt, sondern per Kopfhaltung bei einem fünften Vorbild fixiert (Abbildung 3). Das fünfte Vorbild bewegt sich während der dritten 360°-Videoaufnahme entsprechend den Bewegungen der Kata zeitversetzt mit, d.h. die Vorbilder führen die einzelnen Techniken auditiv angeleitet vor, das fünfte Vorbild ahmt diese anschließend nach. Die Trainierenden haben nun die Möglichkeit mit einem HMD, die Kameraposition einzunehmen. Die aufgenommenen Bewegungen des fünften Vorbildes lassen sich dadurch als die eigenen Bewegungen visuell simulieren.

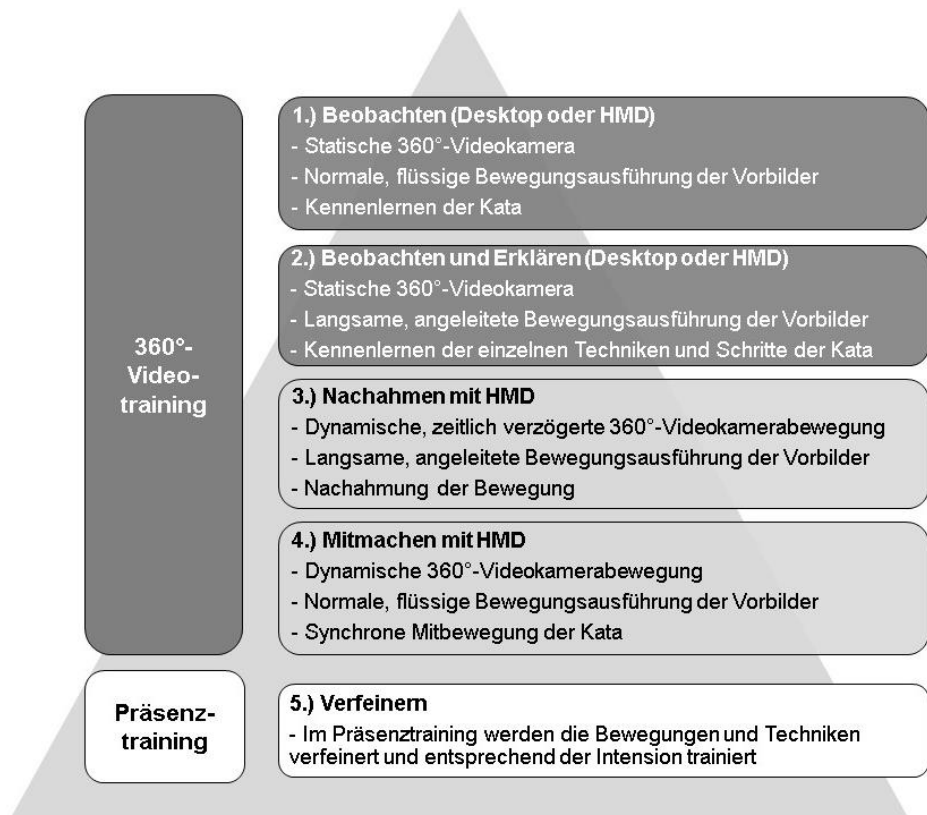


Abbildung 2: 360°-Videotrainingkonzept



Abbildung 3: Aufnahmegestaltung mit dynamischer Kamerafixierung (rot markiert)

Der vierte Schritt schließt das 360°-Videotraining mit der synchronen Mitbewegung ab. Wie beim dritten Schritt erfordert die synchrone Mitbewegung der Trainierenden ein HMD. Die Kata wird nun in ihrem normalen Bewegungsfluss von allen fünf Vorbildern durchgeführt, die Kamera bewegt sich dynamisch mit. Die Trainierenden haben die Möglichkeit, die Kata in ihrem Bewegungsfluss synchron mit den Vorbildern zu trainieren und gefühlt die Rolle des fünften Vorbildes einzunehmen.

Der fünfte Schritt findet im Präsenztraining statt. Die Trainer*innen können auf den groben Vorkenntnissen der Trainierenden bezüglich der Bewegungsabläufe der Kata aufbauen, und zeitsparend Techniken korrigieren, verfeinern und festigen. Dadurch lassen sich Trainingszeiten optimieren. Auch zur Prüfungsvorbereitung lässt sich das 360°-Videotrainingkonzept im Sinne eines digitalen Nachschlagewerks z.B. für Kata-Demonstrationen nutzen.

Exemplarische Umsetzung und Bedeutung des 360°-Videotrainingkonzepts

Die Umsetzung, die Bedeutung und die Vorteile des 360°-Videotrainingkonzept wird am Beispiel der Kata „Taikyoku Shodan“ aufgezeigt. Als Vorbilder haben sich neun Karatekas bereit erklärt, das 360°-Videotraining zu veranschaulichen. Die Raute-Formation wurde entsprechend erweitert und die neun Vorbilder rund um die Kamera herum aufgestellt (Abbildung 4).

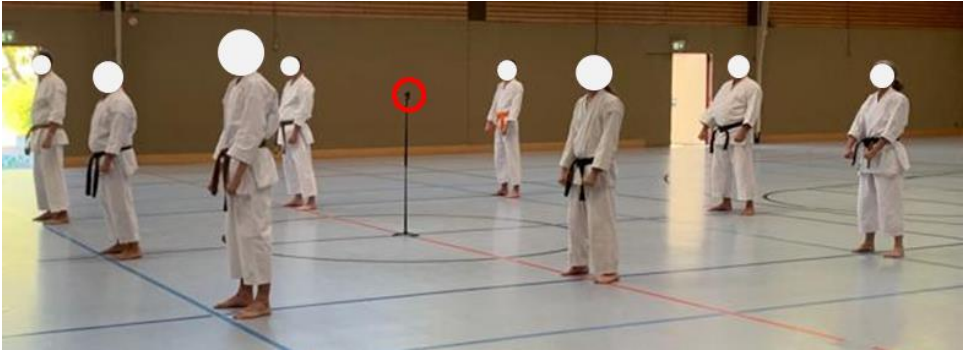


Abbildung 4: Aufnahmegestaltung mit 9 Vorbildern um eine statische Kamera (rot markiert)

In der Kata „Taikyoku Shodan“ werden zwei Grundtechniken, der gerade Faustschlag „Oi-Zuki“ und die Abwehrtechnik „Gedan-Barai“ in vordefinierter Schrittabfolge trainiert. Für den geraden Faustschlag „Oi-Zuki“ ist aufgrund der Schlagkraftentwicklung eine leichte Rotation der Hüfte erforderlich, die in Endposition wieder gerade ausgerichtet ist. Im Gegensatz dazu ist der Oberkörper und die Hüfte bei der Abwehrbewegung entsprechend abgedreht. Für die Erkennung der Hüftbewegung ist eine mehrperspektivische Betrachtung notwendig, die bei einem herkömmlichen Video mit einer festdefinierten Kameraperspektive nicht möglich ist. Im 360°-Video kann dank des freiwählbaren Rundblicks und der Rauten-Aufstellung nun entsprechend die korrekte Hüftbewegung oder auch die Armhöhe jeweils von vorne, von der Seite oder von hinten betrachtet werden (Abbildung 5).



Abbildung 5: Exemplarische Darstellung der Technik „Oi-Zuki“ in einer 360°-Video in Panorama-Ansicht

Schlussbemerkung

Eine Herausforderung könnte sich unter dem Begriff „Motion-Sickness“ herauskristalisieren. Die betroffenen Personen erfahren z.B. Schwindel, wenn die tatsächlichen physischen Bewegungsabläufe nicht mit den visuell wahrgenommenen Bewegungen übereinstimmen. Dieser Effekt kann z.B. bei der Nutzung von HMDs eintreten. Da jedoch die Bewegungsrichtung innerhalb der Aufnahme vorgemacht wird, die anschließend

nachgeahmt werden soll, gleicht die synchrone, physische Bewegung dem visuellen Bewegungsempfinden. Eine Reduzierung von Motion-Sickness wird angenommen und in anvisierten differenzierten Evaluationen berücksichtigt.

Sowohl für vordefinierte Bewegungsmuster wie z.B. Tanzchoreografien als auch für Theorie-Praxis-Veranschaulichungen lassen sich 360°-Videos mit wenig Aufwand nutzen (Rosendahl & Wagner, 2022). 360°-Videos können z.B. in Form von Hausaufgaben oder in einem Flipped-Classroom-Ansatz für eine selbstständige Aneignung einer choreografierten Bewegungsform eingesetzt werden, die anschließend im Sportunterricht reflektiert und verfeinert wird. Ebenfalls lassen sich 360°-Videos auch im Trainingsprozess anwenden, z.B. zur taktischen Vermittlung von Spielsituationen. 360°-Videos unterstützen so eine zeitoptimierte Nutzung von Präsenzunterricht und Training.

Im ersten Schritt wurde die 360°-Videotechnologie im Karate-Kata-Training erprobt und das 360°-Videotrainingkonzept weiterentwickelt. Im zweiten Schritt gilt es nun, das Konzept für andere Sportarten und -inhalte zu testen und ggf. zu adaptieren (Abb. 6). Erstes Feedback zeigt, dass die einfachen Einsatz- und Gestaltungsmöglichkeiten interessierte Sportlehrer*innen und Trainer*innen ermutigen, die 360°-Videotechnologie als digitales Trainingsinstrument zukünftig vermehrt einzusetzen.



Abbildung 6: 360°-Videoaufnahme-Panoramaansicht-Sprungvariationen

Literatur

Fischer, B., & Krombholz, A. (2020). Videoeinsatz beim Lernen sportlicher Techniken. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport*, (S. 13–27). Springer VS.

Le Noury, P., Polman, R., Maloney, M., & Gorman, A. (2022). A Narrative Review of the Current State of Extended Reality Technology and How it can be Utilised in Sport. *Sports Medicine*, 1-17.e.

Petri, K. & Witte, K. (2018). Anwendung virtueller Realität im Sport. In K. Witte (Hrsg.), *Ausgewählte Themen der Sportmotorik für das weiterführende Studium (Band 2)*, (S. 99-129). Berlin: Springer Spektrum.

Ranieri, M., Luzzi, D., Cuomo, S., & Bruni, I. (2022). If and how do 360° videos fit into education settings? Results from a scoping review of empirical research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1– 21.

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2021). 360°-Videos zum Erlernen von Bewegungsmustern – eine Konzeptidee für den Einsatz als Lehr-Lernmedium (Werkstattbericht). *Zeitschrift für Studium und Lehre in der Sportwissenschaft*, 4(3), 38-42.

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2022). 360-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge Jahrgang 62(2)*, 135.

Wirth, C. & Büning, C. (2021). Zur Bedeutung von Bewegungserfahrung in der digitalen Lehre und ihre Perspektiven. In C. Steinberg & B. Bonn (Hrsg.), *Digitalisierung und Sportwissenschaft*, (S.149-161).

Grafiken

frei verwendbare Vektorgrafiken auf pixabay.com (Zugriff am 21.01.2021 unter <https://pixabay.com/de/vectors/search/karate/>)

Artikel 5:

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2023). 360°-Videos für beobachtendes und nachahmendes Kata-Training im Karate. *SportPraxis*, 64(1), 54-58.

5.6 Artikel 6: 360° videos as visual training support for independent movement acquisition – benefit evaluation with the TAM

(Veröffentlichte Manuskriptfassung, lizenziert unter Lizenz CC BY 4.0)

Rosendahl, P., Müller, M. & Wagner, I. (2024). A 360° video as visual training support for independent movement acquisition—benefit evaluation with the TAM. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s12662-023-00930-6>

Abstract

A 360° video combines the potential of conventional video technology with immersive-interactive design opportunities. The multi-perspective viewing option within a 360° video also enables possible applications as visual training support for motor learning. There are already first methodical-didactic approaches to movement learning; nevertheless, research on 360° video technology can largely be classified as exploratory. This paper presents the use of 360° video as a visual training aid for the independent movement acquisition of various fascial movement exercises. In an intervention study, two randomized groups (N = 48) were used to evaluate the subjective benefit. Following the Technology Acceptance Model, subjective benefit perception and rating of format were compared after two crossover interventions with 360° videos and/or conventional training videos. No significant differences were found for perceived usefulness ($z = -1.014$, $p = 0.31$, $r = 0.105$) or perceived ease of use ($z = -1.278$, $p = 0.201$, $r = 0.132$). The same applies for intensity of use ($z = -.247$, $p = 0.805$, $r = 0.025$) and overall subjective rating ($z = -1.745$, $p = 0.081$, $r = 0.18$). Although no significant differences were found in the evaluation of benefits, the subjects tended to use 360° videos as visual training support ($M = 3.4$, $SD = 1.581$) on a 7-point scale (1 = 360° videos). Even if a generalized statement on 360° videos as visual training support is not possible due to low effect strengths, it can be stated that 360° videos are at least perceived as useful as visual training tools.

Keywords: 360° video, digital motion learning, digital training, immersive technology

Introduction

Conventional video technology is already widely used as a teaching-learning medium for educational processes (Noetel et al., 2021), which also has high training potential in sports as an established training tool thanks to the visual representation of complex dynamic movement sequences (Rekik et al., 2018). Additionally, it is used, for example, as a video feedback (Mödinger et al., 2021; Potdevin et al., 2018) and analysis tool (Ruzicka & Milošova, 2019) or to teach tactics (Koekoek et al., 2019) in sports.

Immersive technologies, such as virtual reality, which have a higher level of interaction with the medium and enable realistically perceived training experiences (Miah et al., 2020), offer further training potential (Fadde & Zaichkowsky, 2018; Le Noury et al., 2022), for example, for reaction training in karate (Petri et al., 2019), as a training tool for techniques (Pastel et al., 2022), for tactics training (Pagé et al., 2019), or for perceptual enhancement (Appelbaum & Erickson, 2016).

Videos that are 360°, as a link between conventional video technology and immersive technology, pick up the training potentials of conventional training videos, expand observation possibilities, and combine them with immersive training experiences. However, so far 360° videos tend to be used exploratively as training tools, although they show high training potentials for improving attention and perception of, for example, game situations (Fadde & Zaichkowsky, 2019; Kittel et al., 2020b; Panchuk et al., 2018) or tactics training (Pagé et al., 2019) in combination with high motivational effects (Bird et al., 2019; Hebbel-Seegeer, 2017). In addition to clear evidence from increased research on suitability as a training tool, there is still a lack of competencies for the use of digital media in sports applying methodological concepts (Vogt et al., 2019). For individual training content, for example, for predefined movement sequences and choreographies, such as poomsae forms in taekwondo or kata in karate, initial training steps have already been demonstrated using 360° video technology (Rosendahl et al., 2022; Rosendahl & Wagner, 2023b). An evidence-based evaluation of 360° videos as a useful training tool for learning movements is not yet possible due to the exploratory research situation, but the few studies on 360° videos as a training tool indicate a positive training benefit (Kittel et al., 2020a; Paraskevaidis & Fokides, 2020; Piccione et al., 2019; Rosendahl et al., 2023). In summary, the few SWOT analyses or systematic literature reviews show strengths, weaknesses, and potential applications of 360° video technology, such as multi-perspective panoramic images for action observation in addition to a positive evaluation of 360° video technology (Kittel et al., 2020a; 2023; Lindsay et al., 2023; Rosendahl & Wagner, 2022; 2023a).

In particular, this freely selectable multi-perspective viewing option in 360° videos expands the possibility of observation. Individual learning of movements by observing demonstrated movements implies an individually desired perspective of the observer on the movements themselves (Büning & Wirth, 2020). Thus, for some observers, the demonstrated movements directed towards themselves are more helpful, for other observers, the movements directed from the opposite perspective from behind with the associated possibility of synchronous movement execution are more advantageous (ibid.). Others also desire lateral representations. With conventional video technology, these individually selectable viewing options of movements are only associated with multiple camera settings and post-processing efforts. The 360° video technique allows a free choice of viewing direction and thus a possible different perspective on the demonstrated movements without such an effort (Rosendahl et al., 2023) and without use of virtual reality applications (Lindsay et al., 2022).

The aim of this study was to compare 360° videos and conventional videos as visual training support, focusing especially on the individual multi-perspective viewing option within 360° videos. Our research intent relates to two issues, one is the usefulness of the video formats and the other is the subjective evaluation of the two video formats as visual learning supports. The benefits of 360° video technology's multi-perspective viewing option as a visual training support has already been reviewed in a small amount of literature (Kittel et al., 2020a; 2023; Lindsay et al., 2023), however a differentiated evaluation of the subjective benefit assessments was only carried out in individual cases (Rosendahl et al., 2023). Therefore, a comparative study with conventional video technology was conducted to address the missing evaluations on the benefit assessment of 360° videos as visual training support for movement acquisition, and to determine the subjective benefit assessment of the trainees, based on the recognized Technology Acceptance Model (TAM) by Davis (1989) and following its extension model, the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) by Venkatesh et al. (2003). According to the TAM, the subjective utility evaluation of digital technologies can be derived and determined from the three variables of perceived usefulness, perceived ease of use, and subjective attitude toward digital media.

Definition of terms

In 360° videos, video recordings of the real environment are created around a special 360° video camera (Ranieri et al., 2022). Within the 360° videos, the viewing angle is subsequently freely selectable by the user in a 360° panoramic view around the camera (Roche et al., 2021). Such individually controllable options are referred to as degrees of freedom (DoF). In a 360° video, the user can control individual gaze rotations on the X-, Y-, and

Z- axes around the fixed point of the camera (Griffin et al., 2021) and freely look up, down, left, or right or tilt within the 360° video recording. In comparison, virtual reality (VR) applications offer translational movements forward and backward, horizontal or vertical movements, in addition to rotations around the camera; thus, there are three additional DoFs that enable movements within the digital scenario (Griffin et al., 2021). Furthermore, these are predominantly programmed environments, so action manipulation is possible. However, in 360° videos, influencing the recorded action is not readily feasible (Roche et al., 2021). The necessary requirements for programming skills for the creation of VR applications are therefore to be estimated as rather higher and more elaborate compared to 360° video recordings (Jensen & Konradsen, 2018; Kavanagh et al., 2017; Lindsay et al., 2022).

In addition, 360° videos can be viewed via different playback media with different degrees of immersion, thus picking up on the immersion function of VR. If the immersion concept refers to the mental level, immersion describes the feeling of reality in a non-physical world (Ranieri et al., 2022); on the technical level, however, immersion refers to the specific playback medium that enables a high feeling of reality (Dörner et al., 2019). Both 360° videos and VR can be systematized according to the type of media used and their level of immersion (Dhimolea et al., 2022; Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019). Low-immersive VR is defined as applications controlled with a keyboard or mouse on the desktop, while high-immersive VR is defined as applications controlled with a head-mounted display (HMD), among others (Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019; Le Noury et al., 2022).

The immersive potential of 360° videos with HMD has positive effects, especially on motivation and engagement (Kittel et al., 2020a; Rosendahl & Wagner, 2022; 2023a) and presents video content more authentically and realistically than conventional videos (Kittel et al., 2023; Lindsay et al., 2023), for example, regarding problem-based learning content or for presenting teaching-learning situations in physical education teacher training (Kittel et al., 2023). On the other hand, the benefits of high immersion must themselves be questioned (Boyer et al., 2023). Depending on learning content, a high degree of immersion combined with a high degree of presence opens up possibilities for the acquisition of movement, especially since the movements can be imitated or traced with free limbs when using an HMD (Lindsay et al., 2023; Rosendahl et al., 2022). For pure observation purposes, rather the individually controllable multiple viewing option is seen as high potential of 360° videos (Rosendahl et al., 2023), which in turn can also be used less immersive as a desktop application (Rosendahl & Wagner, 2023a).

The different uses of the term “immersive” and the lack of a clear definition of 360° videos and VR make it difficult to make clear statements about 360° videos as a training tool and

teaching or learning medium (Rosendahl & Wagner, 2023a). Therefore, we advocate considering 360° videos separately from VR (Roche et al., 2021) and understanding 360° video technology as a link between videos and VR applications, which should, however, be classified as a specific video format due to the design process but with the characteristics of VR applications (Rosendahl & Wagner, 2023a).

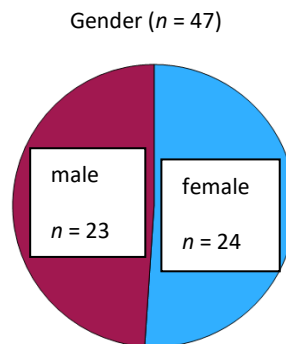
Methods

Sampling

A total of 50 students of the 5th semester as part of the module "Sport as a stress modulator with fascial movements" in the 5th semester of the B.A. program "Sport-Health-Leisure Education" at the "Karlsruhe University of Education", took part in the study. Two persons were excluded from the evaluation because their questionnaires were handed in too incomplete. In the included sample (N = 48), 51.1% were female with one missing statement. The mean age of the sample was 22.35 years (SD = 2.173), with two missing statements (Tab. 1).

Table 1: Sociodemographic data of the subjects

	Age
Valid	46
Missing	2
Mean	22.35
Median	21.50
Std. Deviation	2.173
Range	9
Minimum	20
Maximum	29



Research design

To determine the subjective benefit assessment of 360° video technology as a visual training support for the independent learning of eight fascial movement exercises compared to conventional training videos, both eight 360° videos and eight conventional training videos were used as visual training support in an exploratory randomized intervention study with a cross-over design (Fig. 1). The subjects were given the task of learning eight fascial movement exercises with printed movement instructions and four 360° videos and four conventional training videos as visual training support within a 90-minute seminar session; their benefits were also evaluated using a questionnaire based on the TAM (Davis, 1986; 1989) and the UTAUT model (Venkatesh et al., 2003). After four movement exercises with the corresponding video format, the questionnaire response was given directly, followed by the other four movement exercises with a different video format and subsequent survey. In addition, previous knowledge and user experience with 360° video technology and conventional videos were surveyed in order to classify the processing of 360° videos and their benefits. Finally, a survey was conducted on the tendency to prefer a video format for visual training support and on the positive and negative aspects of the different video formats.

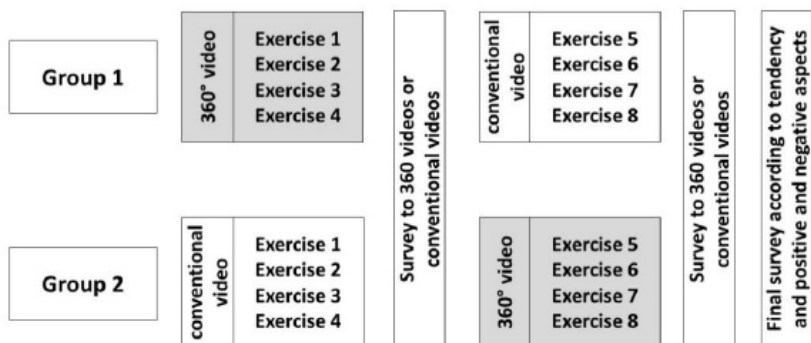


Figure 1: Design of research

Materials

The fascia movement exercises were all taken from the “fascial low intensity” program (Fessler & Müller, 2020). As part of the specific module “Sport as a stress modulator with fascial movements” in the 5th semester of the B.A. program „Sport-Health-Leisure-Education“ of the Karlsruhe University of Education, the program “fascial low intensity” by Fessler and Müller (2020) is included as basic literature for the students. Two exercises of each of the five myofascial pathways were selected to address the fascial training

principles of mobilization, stretching, toning, and vibration. A detailed written description of the fascial movement exercises were provided to the participants from the individual book chapters, and visual training support was provided by short, approximately 20-second 360° videos (Fig. 2 & 3) and conventional video clips (Fig. 4) of the targeted final movement execution, with an auditory explanation.



Figure 2: All four possible viewing perspectives in a 360° video recording, shown in the panoramic view



Figure 3: One possible viewing perspective in a 360° video with specific 360° video recording setting



Figure 4: Viewing frontal perspective in a conventional video with specific conventional video recording setting

For this study comparing conventional videos with 360° videos, 360° videos of fascial movements of four models in a diamond formation around the Insta360 ONE RS twin edition camera were recorded in 4K image resolution and edited with the Insta360 Studio editing software. In contrast to the exploratory 360° video recordings, the included professional training videos of the "fascial low intensity" program of Fessler and Müller (2020) were created within the framework of a project "Beyond school – Flexible careers in pedagogical professions" (2014-2020; total volume 2.1 million Euros) supported by the German Federal Ministry of Education and Research. These videos were recorded in HD in a video studio environment with three highly professional Broadcast-Cameras, each with different, changing camera perspectives (close-up or overall view) and camera angles over several months and professionally edited over a period of one year with Final

Cut Pro for commercial release in combination with the "fascial low intensity" program by Fessler and Müller (2020).

The video clips, each in 360° video format and conventional video format, were created according to the randomized groups in two separate video playlists on YouTube, the links of which were sent to each group online. Since the immersive potential of 360° videos was not to be explored and the handling and application of the two video formats as visual training support was to be implemented as simply as possible and without further technical aids other than PC, mobile phone or tablet, the 360° videos were not viewed with an HMD. The students were free to view both video formats with their mobile phone, tablet or PC in the sense of a "bring your own device" approach.

Measuring instruments

Two questionnaires corresponding to the video format used were applied for the survey to assess the usefulness of the two video formats after each of the four movement acquisitions of the fascial movement exercises. To determine prior experience with each video format, questions were asked about intended use for entertainment purposes, specifically for fitness issues, as a learning medium, or no previous experiences. The questionnaires corresponded to the measurement instruments based on the TAM by Davis (1986; 1989), the extension by the UTAUT (Venkatesh et al., 2003), and the adapted reformulation of the questionnaire items by Pletz et al. (2020) suitable for VR applications. The evaluation was predominantly based on a 7-point Likert scale (1 = "does not apply at all", 4 = "partially applies" and 7 = "applies very much"). In addition, a subjective evaluation of the respective video format as visual training support was queried (10 items, e.g., "The fascia movement exercises are clearly conveyed in the 360° videos/conventional videos"). Finally, the tendency to choose a video format was asked after the intervention ("If you had to choose a visual training support for independent movement acquisition, which teaching-learning medium would it be?"; 1 = "360° videos", 4 = "partly-partially", and 7 = "conventional videos") and in open-ended items for positive or negative aspects.

Technology acceptance

Based on the TAM (Davis, 1986; 1989) and considering the UTAUT (Venkatesh et al., 2003), ratings of perceived usefulness (4 items, e.g., "I find the 360° videos/conventional videos useful as a visual training support"), perceived ease of use (4 items, e.g., "360° videos/conventional videos are easy to use as visual training support"), and intention to use (4 items, e.g., "If 360° videos/conventional videos are available, I would use them as visual training support for movement acquisition of fascia movement exercises") were

adapted from the questionnaire modeled for VR by Pletz et al. (2020). According to the thematic focus on movement and sport and the university setting, the questionnaire items were adapted and profession- or work-relevant phrases from the original questionnaire (e.g., “If I use the technology, the probability of a salary increase increases”) were modified (e.g., “360° videos / conventional videos facilitate my movement acquisition of fascia movement exercises”) or omitted.

Data analysis

The evaluation was carried out with the statistical program SPSS version 29, where an alpha level of 0.05 was used for all statistical tests. In the context of the interest query and the overall evaluation, negatively polarized items were used in isolated cases, such as those that queried the evaluation as boring or for indifference. For these items, the polarity was reversed so that the highest characteristic expression could be associated with a positive interest rating. For the utility rating of the two video formats, the individual items of the respective categories “interest,” “perceived usefulness,” “perceived ease of use,” “intention to use,” and “rating” were combined according to the TAM to form a latent variable for the respective video format and, since the prerequisites were not met with the Kolmogorov–Smirnov test for parametric tests, were analyzed with the Wilcoxon signed-rank test. Responses to the positive and negative aspects of the 360° videos from the open-ended survey at the end of the intervention are presented as examples to illustrate the quantitative results.

Results

Utilization

In addition to the sociodemographic information (Tab. 1), the subjects’ previous experiences with the two video technologies were documented (Fig. 5). Accordingly, within the item “usage behavior”, multiple answers were used to ask about the use of both video formats for “entertainment purposes”, as a “fitness and training device”, as a “teaching and learning medium” or “not used in any way”. The clear majority of subjects (89.1%) did not yet use 360° videos in any form (Tab. 2). Only five subjects used 360° videos for entertainment purposes. Compared to traditional video technology, where 9.1% of subjects reported not using video in any form, video technology is used for entertainment purposes (84.1%) as well as a teaching and learning medium (79.5%) and a fitness tool (75%), as expected. The low level of prior experience of the subjects with 360° videos supports the statements of Kittel et al. (2023) that the possible applications and potentials of 360° video technology, particularly in sports, are not well known and researched.

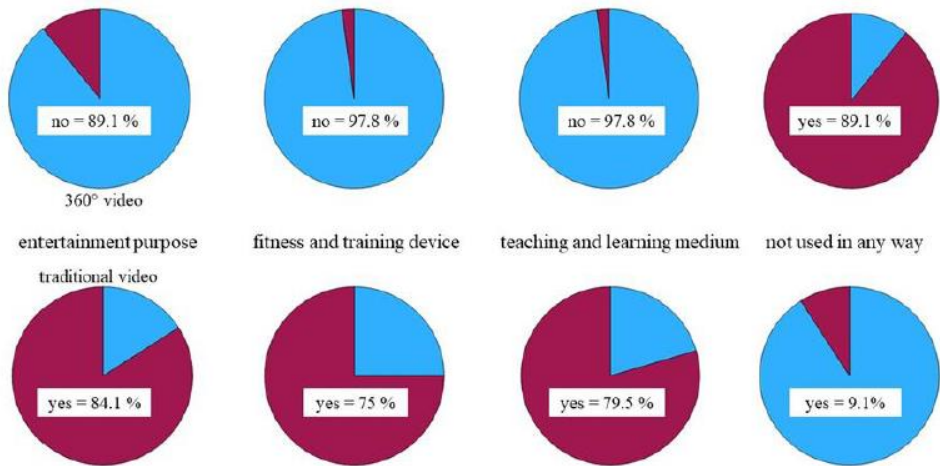


Figure 5: Utilization and purpose of 360° videos and conventional videos

Table 2: Utilization and purpose of 360° videos and conventional videos

		360° videos for en- tertainment	360° videos for fitness training	360° videos as a learning tool	360° videos not used in any way
N	Valid	46	46	46	46
	Missing	2	2	2	2
Mean		.11	.02	.02	.89
Median		.00	.00	.00	1.00
Std. Deviation		.315	.147	.147	.315
Range		1	1	1	1
Yes		5	1	1	41
No		41	45	45	5
		videos for entertainment	videos for fitness	videos as a learning tool	videos not used in any way
N	Valid	44	44	44	44
	Missing	4	4	4	4
Mean		.84	.75	.80	.09
Median		1.00	1.00	1.00	.00
Std. Deviation		.370	.438	.408	.291
Range		1	1	1	1
Yes		37	33	35	4
No		7	11	9	40

Thematic interest

Singular interest in 360° videos as visual training support (“I find 360° videos/conventional videos interesting as visual training support”) is not significantly different from interest in conventional training videos ($z = -1.654$, $p = 0.098$, $r = 0.271$). Nevertheless, the subjects showed high thematic interest in both 360° video technology ($M = 6.02$, $SD = 1.17$) and conventional training videos ($M = 5.7$, $SD = 1.093$) for visual training support.

Comparison of the two latent variables “K1-topic interest-360° videos” and “K2-topic interest-conventional videos” also revealed no significant difference ($z = -0.507$, $p = 0.612$, $r = 0.05$). For both 360° videos and conventional videos, the subjects expressed high thematic interest in the latent construct (360° videos: $M = 5.69$, $SD = 1.185$; videos: $M = 5.73$, $SD = 0.79$).

To rule out that the predominant lack of prior experience of the subjects with 360° video technology leads to a lack of interest in the technology, a correlation between the lack of prior experience (89.1% = “not used in any way”) and thematic interest as a latent variable (“K1-topic interest-360° videos”) was calculated with Pearson-Chi correlation. In a second correlation, the existing prior experiences (10.9% = “entertainment purposes”, 2.2% = “fitness and training device”, 2.2% = “teaching and learning medium”) were summarized as a latent variable (“K11 experience-360° videos”) and tested for the relationship to thematic interest as a latent construct (“K1-topic interest-360° videos”) using Spearman correlation. Both the results of the Pearsons-Chi correlation ($p = 0.332$) and the results according to Spearman ($p = 0.132$, $r = 0.225$) indicate no significant correlation between lack of prior experience with 360° video technology and thematic interest. The small effect size also suggests that even without prior experience in using 360° videos, a tendency towards high interest in this rather newer technology as a training tool could thus be possible. Due to the lack of correlations and the low effect size, it can be assumed that prior experience in the use of 360° videos does not influence the thematic interest in this technology.

Perceived usefulness

A significant difference in the rating of the singular item (“I find the 360° videos/conventional videos useful as visual training support”) could not be found ($z = -0.038$, $p = 0.97$, $r = 0.004$). For the singular item, subjects rated both 360° videos ($M = 6$, $SD = 1.504$, $R = 6$) and conventional videos ($M = 6.11$, $SD = 0.875$, $R = 3$, $\min = 4$) as useful visual training support, with slight advantages for conventional videos.

A comparison of the two latent variables, “K3-Perceived usefulness-360° videos” (M = 5.87, SD = 1.268) and “K4-Perceived usefulness-conventional videos” (M = 5.85, SD = 0.702), revealed no significant difference ($z = -1.014$, $p = 0.31$, $r = 0.105$).

Perceived ease of use

No significant difference ($z = -1.333$, $p = 0.183$, $r = 0.137$) could be found in the singular item evaluation (“360° videos/conventional videos are easy to use as visual training support”) or in the singular item evaluation (“I find the 360° videos/conventional videos easy to control”) ($z = -1.827$, $p = 0.068$, $r = 0.188$). Both video formats are described as easy to use (360° videos: M = 5.85, SD = 1.351; videos: M = 6.19, SD = 0.97) and easy to control (360° videos: M = 5.89, SD = 1.418; videos: M = 6.32, SD = 0.958), with slight advantages for conventional videos. This is also reflected in the range of the responses (360° videos: R = 6; videos: R = 3, min = 4).

Comparison of the latent variables “K5-Perceived Ease of Use-360° Videos” (M = 6.04, SD = 1.037) and “K6-Perceived Ease of Use-Conventional Videos” (M = 6.28, SD = 0.699) showed no significant differences in perceived ease of use ($z = -1.278$, $p = 0.201$, $r = 0.132$), confirming a simple control for both.

Intention of use

The singular item value (“If 360° videos/conventional videos are available, I would use them as visual training support for movement acquisition of fascial movement exercises”) is not significantly different from each other ($z = -1.562$, $p = 0.118$, $r = 0.161$) and, when available, shows high intentions to use for both 360° videos (M = 5.62, SD = 1.483, R = 6) and with slight advantages for the conventional video technique (M = 6, SD = 0.978) with lower range of attributed intentions to use (R = 3, min = 4).

Comparison of the latent variables “K7-estimate of intensity of use-360° videos” and “K8-estimate of intensity of use-conventional videos” also showed no significant difference ($z = -0.247$, $p = 0.805$, $r = 0.025$) in subjectively assessed intensity of use.

Table 3: Wilcoxon test results of the latent variable constructs

	Latent variable K2 Interest conventional videos	Latent variable K4 Perceived usefulness conventional videos	Latent variable K6 Perceived ease of use conventional videos	Latent variable K8 Intention of use conventional videos	Latent variable K10 Rating conventional videos
	K1 Interest 360° videos	K3 Perceived usefulness 360° videos	K5 Perceived ease of use 360° videos	K7 Intention of use 360° videos	K9 Rating 360° videos
Z	-.507 ^b	-1.014 ^b	-1.278 ^c	-.247 ^b	-1.745 ^b
symp. Sig. (2-tailed)	.612	.310	.201	.805	.081

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

c. Based on negative ranks.

Rating

In the latent variables “K9-evaluation of the medium 360° videos” and “K10-evaluation of the medium conventional videos,” no significant differences with a small effect size could be found in the final evaluation of the two video formats as visual training support ($z = -1.745$, $p = 0.081$, $r = 0.18$). Both 360° videos ($M = 5.8$, $SD = 0.918$) and conventional videos ($M = 5.62$, $SD = 0.732$) were predominantly positively evaluated as visual training support, with conventional video technology ($R = 2.8$, $\min = 4.2$) showing a significantly more homogeneous range of evaluation than 360° videos ($R = 4.3$, $\min = 2.7$).

Even though no significant differences in the assessment of the usefulness of 360° videos and conventional video technology as visual training support can be identified, the subjects tended to use 360° videos as a future video format for visual training support ($M = 3.4$, $SD = 1.581$). In particular, the feedback from the open question categories shows positive assessments regarding the free choice of perspective as well as the viewing of movements from both the frontal and sagittal planes (“With the 360° videos, it was very positively noticed that you can freely choose the perspective. The viewing angle is adjusted as desired. This allows you to focus more on details.”). This multi-perspective view of movements leads to a vivid and differentiated representation of movements (“vivid, movement visible from all sides, more differentiated”). In contrast to the strikingly frequently mentioned multi-perspective viewing option as a positive potential of 360° videos as visual training support, the individually controllable viewing direction was evaluated by individual subjects as confusing (“much too confusing”) and overwhelming (“since you

could focus on several people and viewing angles at the same time, you would have to know beforehand which movement and perspective you want to analyze”). The individual differences in the movement execution of the role models within the 360° videos also led to confusion for some subjects regarding the movement executions that were specifically shown and rated as optimal (“the four people should perform the exercise in the same way, as it is confusing if the body posture is different”).

Discussion

The main focus of our exploratory study was to evaluate the utility of 360° videos as visual training support. To this end, two research questions were posed:

- 1) What advantages do students attribute to the two different video formats as visual training support for movement acquisition?
- 2) How do students evaluate two different video formats as visual training support for independent movement acquisition?

The results show no significant differences in benefit ratings between 360° videos and conventional video technology as visual training support. The small effect size also indicates that the small differences do not allow for a clear statement about a higher benefit rating for a specific video format. This should be evaluated critically and limits clear statements about the preferred video format. It is assumed that with comparable video recordings, especially due to the equivalent recording quality and movement execution and with longer video duration, the effect size allows clearer statements about the different evaluation of the benefits of the video formats. However, the low effect size can also be interpreted in this way, that although the limitation within the study due to the different video quality, the high-quality conventional videos were not rated better.

However, the homogeneous evaluation behavior of the subjects for conventional video technology in the individual categories of the TAM, as well as in the overall evaluation, is striking, whereas 360° videos show a heterogeneous evaluation spectrum in all categories. It can be assumed that the rather heterogeneous evaluation behavior for 360° videos is due to the unfamiliar video format, as shown by the scarcely available empirical data (Kittel et al., 2020b; Paraskevaïdis & Fokides, 2020). Conventional videos as visual training support, on the other hand, are already familiar to the subjects, both in terms of control and handling as well as potential benefits, as also confirmed by Paraskevaïdis and Fokides (2020) in their study on volleyball skill acquisition with 360° videos. Nevertheless, the survey on thematic interest in both conventional videos and 360° videos shows curiosity about their use as visual training support, even if conventional videos are already familiar.

The lack of previous experience with 360° video technology tends not to affect interest in the technology. However, a possible novelty effect of 360° video technology should be evaluated critically. However, since both 360° videos predominantly generate interest without prior experience and conventional videos with a majority of familiar use, the novelty effect of 360° videos tends to be of minor relevance.

Although no significant differences can be identified in the benefit assessment of the two video formats, a tendency toward 360° videos as visual training support is evident among the subjects. This tendency could be due to the high motivational potential of 360° videos (Paraskevaïdis & Fokides, 2020) and support Kittel et al.'s (2020a) assumption that 360° videos are more entertaining to evaluate than screen-based approaches.

In our opinion, attributing the motivation and trend of the future use of video formats solely to a possible novelty effect of 360° videos (Hebbel-Seeger, 2017) falls short of the mark because the positive aspects of 360° videos mentioned above show clear differences from conventional video technology. The presumed advantages of the multi-perspective viewing possibility of movements for the acquisition of 360° videos from the methodical-didactic training concept of Rosendahl et al. (2022; Rosendahl & Wagner, 2023b) were recognized and named by the participants and support the statements and results of the qualitative survey on subjective perception and assessment of 360° videos as visual training support by Rosendahl et al. (2023). Viewing movements from freely selectable, different viewing angles enables a more detailed understanding of movements with the help of 360° videos as visual training support, which is not readily possible with conventional videos. At the same time, this free control of viewing direction is also unfamiliar, as reported by participants, confirming the findings of Boyer et al., (2023), Paraskevaïdis and Fokides (2020) and Rosendahl et al. (2023), and requires a methodical-didactic concept for introducing the use of the technology to counteract blurring and disorientation within the 360° video (Paraskevaïdis & Fokides, 2020; Rosendahl et al., 2022; 2023). To address the disorientation caused by the freely selectable multi-perspective viewing option within 360° video scenario, Boyer et al. (2023) or Roche et al. (2021) suggest integrating cues into the 360° video.

In the qualitative survey on the subjective perception of 360° videos as visual training support by Rosendahl et al. (2023), in addition to a possible disorientation in the 360° video scenario due to a lack of methodological-didactic concepts and diverse multi-perspective viewing options, the different movement executions of the role models in the 360° videos were also mentioned as negative, which led to confusion during movement acquisition. In contrast to the highly professional, conventional video recordings with video models in the commercial marketing of the "facial low intensity" program by

Fessler and Müller (2020), only students who were familiar with fascial movements were recruited as exploratory models for the 360° video recordings. Nevertheless, these differentiated movement executions of the four role models in the 360° video situation can be used for analysis purposes (e.g., as a trainer within a training group to train the recognition of movement errors and to demonstrate error corrections). However, for independent learning of a targeted movement execution classified as optimal with the aid of 360° videos as visual training support, care must be taken to ensure that the four role models are executed correctly and as homogeneously as possible in the 360° video situation.

In addition to the differentiated movement execution of the four role models in the 360° video situation, the qualitative differences of the video formats should be mentioned as a limitation of our study. However, although there are major differences between the recording environments and especially between the recording and editing time efforts of the two video formats, there is no significant difference in the evaluation of conventional videos or 360° videos as visual training support. This is remarkable because both video formats differ mainly in the use of their resources. Conventional video technology requires at least two camera systems for motion display from different camera perspectives and an increased post-processing phase for synchronous montage of the different video recordings. In 360° video technology, on the other hand, multiple models are needed for a single video shot, which are placed around the camera position accordingly. While the conventional training videos were recorded and edited in a professional studio environment due to their commercial exploitation in a period of one year, the explorative 360° videos were recorded in a gym and able to achieve high approval ratings as a visual training tool even with a total effort of two days. From our point of view, the 360° video technique is advantageous in terms of design effort, as it also allows individual control of the desired camera perspective by the user, which, however, initially appears unfamiliar to most users and requires some guidance and introduction. Especially the easy handling of this technology and the low effort promise potentials as future visual training support.

Despite this significant difference in the quality of the recording design, the 360° videos were rated as providing the same level of visual training support as the professional conventional training videos. Thus, 360° videos are believed to have great potential as visual training support if they are also available in equivalent recording quality. However, the actual usefulness of 360° videos as visual training support for movement acquisition in the context of a qualitative movement assessment cannot be determined with our study and is not part of the present article. Measuring the learning and training success of 360° videos would therefore be the next research step.

Conclusion

Due to the nonsignificant results and the small effect size, clear statements on the different benefit evaluations of 360° videos and conventional video technology as visual training support are not possible. Nevertheless, it can be stated that 360° videos were rated as useful visual training support despite the lower recording quality and did not show a significant negative utility rating compared to highly professional conventional training videos. Similarly, a trend in future video use toward the 360° video format is evident (Rosendahl et al., 2023). Future research would be interested in further comparisons of the two video formats with equivalent recording quality.

Based on our results, we can conclude that 360° videos take up the training potentials of conventional video technology and expand them without much creative effort through multi-perspective observation of movement. As visual training support, 360° videos are, therefore, at least as suitable as conventional training videos. In addition, the potential of 360° videos has not yet been fully exploited, as there is still a lack of experience in using this video technology, especially since methodological-didactic concepts for its use in sports are largely lacking. A methodical-didactic concept and guided use of 360° videos can counteract cognitive overload, loss of focus, and disorientation in a 360° video setting (Boyer et al., 2023; Rosendahl et al., 2022).

Statements and Declarations:

The authors declare that they have no competing interests. There are no financial or other relationships that might lead to conflicts of interest.

References

- Appelbaum, L., & Erickson, G. (2016). Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, *11*(1), 160–189. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2016.1266376>
- Bird, J., Karageorghis, C., Baker, S., & Brookes, D. (2019). Effects of music, video, and 360-degree video on cycle ergometer exercise at the ventilatory threshold. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *29*(8), 1161–1173. <https://doi.org/10.1111/sms.13453>

Büning, C. & Wirth, C. (2020). Multi-media self-regulated learning in physical teacher education using Pythagoras 360° real-time motion analysis as an example. [Multimediales selbstreguliertes Lernen im Lehramtsstudium Sport am Beispiel der Pythagoras 360° Echtzeit-Bewegungsanalyse. In B. Fischer & A. Paul (Eds.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport*], (p. 69–88). Springer VS.

Boyer, S., Rochat, N., & Rix-Lièvre, G. (2023). Uses of 360° video in referees' reflectivity training: Possibilities and limitations. *Frontiers in Psychology*, 14, 1068396. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1068396>

Davis, F. D. (1986). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results. *PhD, Massachusetts Institute of Technology*. Cambridge.

Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319. <https://doi.org/10.2307/249008>

Dhimolea, T. K., Kaplan-Rakowski, R., & Lin, L. (2022). A systematic review of research on high-immersion virtual reality for language learning. *TechTrends*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00717-w>

Dörner, R., Broll, W., Grimm, P., Jung, B., & Göbel, M. (2019). Einführung in Virtual und Augmented Reality [Introduction to virtual and augmented reality]. In R. Dörner, W. Broll, P. Grimm & B. Jung (Eds.), *Virtual und Augmented Reality (VR/AR) (2nd ed.)*, (p. 1-42). Springer Vieweg.

Fadde, P.J., & Zaichkowsky, L. (2019). Training perceptual-cognitive skills in sports using technology. *Journal of Sport Psychology in Action*, 9(4), 239–248. <https://doi.org/10.1080/21520704.2018.1509162>

Fessler, N., & Müller, M. (2020). *Faszien low intensity*. Hofmann Verlag.

Griffin, R., Langlotz, T., & Zollmann, S. (2021). 6dive: 6 degrees-of-freedom immersive video editor. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 676895. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.676895>

Hebbel-Seeger, A. (2017). 360 degrees video and VR for training and marketing within sports. *Athens Journal of Sports*, 4(4), 243–262. <https://doi.org/10.30958/ajspo.4.4.1>

Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515–1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>

Kaplan-Rakowski, R., & Gruber, A. (2019). Low-immersion versus high-immersion virtual reality: Definitions, classification, and examples with a foreign language focus. *Proceedings of the Innovation in Language Learning International Conference 2019*, 552–555.

Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science & Technology Education*, 10(2), 85–119.

Kittel, A., Larkin, P., Cunningham, I., & Spittle, M. (2020a). 360° Virtual Reality: A SWOT Analysis in Comparison to Virtual Reality. *Frontiers in Psychology*, (11). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.563474>

Kittel, A., Larkin, P., Elsworthy, N., Lindsay, R., & Spittle, M. (2020b). Effectiveness of 360° virtual reality and match broadcast video to improve decision-making skill. *Science and Medicine in Football*, (4), 255–262. <https://doi.org/10.1080/24733938.2020.1754449>

Kittel, A., Spittle, M., Larkin, P., & Spittle, S. (2023). 360° VR: Application for exercise and sport science education. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 977075. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.977075>

Koekoek, J., van der Kamp, J., Walinga, W., & van Hilvoorde, I. (2019). Exploring students' perceptions of video-guided debates in a game-based basketball setting, *Physical Education and Sport Pedagogy*, 24(5), 519-533. <https://doi.org/10.1080/17408989.2019.1635107>

Le Noury, P., Polman, R., Maloney, M., & Gorman, A. (2022). A Narrative Review of the Current State of Extended Reality Technology and How it can be Utilised in Sport. *Sports Medicine*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01669-0>

Lindsay, R., Kittel, A., & Spittle, M. (2022). Motor imagery and action observation: a case for the integration of 360 VR. *Frontiers in Psychology*, 13, 880185. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.880185>

Lindsay, R., Spittle, S., & Spittle, M. (2023). Skill adaption in sport and movement: Practice design considerations for 360° VR. *Frontiers in Psychology*, 14, 1124530. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1124530>

Miah, A., Fenton, A., & Chadwick, S. (2020). Virtual Reality and Sports: The Rise of Mixed, Augmented, Immersive, and Esports Experiences. In S. Schmidt (Hrsg.), *21st Century Sports* (S. 249–262). Springer Nature Switzerland AG. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50801-2_15

Mödinger, M., Woll, A., & Wagner, I. (2022). Video-based visual feedback to enhance motor learning in physical education—a systematic review. *German Journal of Exercise and Sport Research*, (52), 447–460. <https://doi.org/10.1007/s12662-021-00782-y>

Noetel, M., Griffith, S., Delaney, O., Sanders, T., Parker, P., del Pozo Cruz, B., & Lonsdale, C. (2021). Video improves learning in higher education: A systematic review. *Review of Educational Research*, 91(2), 204–236. <https://doi.org/10.3102/0034654321990713>

Pagé, C., Bernier, P.-M., & Trempe, M. (2019). Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball. *Journal of Sports Science*, 37(21), 2403–2410. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1638193>

Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players. *Frontiers in Psychology*, (9), 2315. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02315>

Pastel, S., Petri, K., Chen, C. H., Wiegand Cáceres, A. M., Stirnatis, M., Nübel, C., ... & Witte, K. (2022). Training in virtual reality enables learning of a complex sports movement. *Virtual Reality*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00679-7>

Paraskevaidis, P., & Fokides, E. (2020). Using 360° Videos for Teaching Volleyball Skills to Primary School Students. *Open Journal for Information Technology*, 3(1), 21-38. <https://doi.org/10.32591/coas.ojit.0301.03021p>

Petri, K., Emmermacher, P., Masik, S., & Witte, K. (2019b). Comparison of response quality and attack recognition in karate kumite between reality and virtual reality – a pilot study. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, 8(4), 55-63. <http://dx.doi.org/10.26524/ijpefs1946>

Pletz, C., Lemke, M., & Deininger, L. (2020). Technologieakzeptanz des virtuellen Verkaufsraums VR2GO in der Firma ANDREAS STIHL AG & CO. KG. [Technology acceptance of the virtual VR2GO salesroom in the company ANDREAS STIHL AG & CO. KG]. In B. Zinn (Eds.): *Virtual, Augmented und Cross Reality in Praxis und Forschung. Technologiebasierte Erfahrungswelten in der beruflichen Aus- und Weiterbildung—Theorie und Anwendung* (p.257-283). Franz Steiner Verlag.

Piccione, J., Collet, J., & de Foe, A. (2019). Virtual Skills training: the role of presence and agency, *Heliyon* 5(11), e02583. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02583>

Potdevin, F., Vors, O., Huchez, A., Lamour, M., Davids, K., & Schnitzler, C. (2018). How can video feedback be used in physical education to support novice learning in gymnastics? Effects on motor learning, self-assessment and motivation, *Physical Education and Sport Pedagogy*, 23(6), 559-574. <https://doi.org/10.1080/17408989.2018.1485138>

Ranieri, M., Luzzi, D., Cuomo, S., & Bruni, I. (2022). If and how do 360° videos fit into education settings? Results from a scoping review of empirical research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1– 21. <https://doi.org/10.1111/jcal.12683>

Rekik, G., Khacharem, A., Belkhir, Y., Bali, N., & Jarraya, M. (2018). The instructional benefits of dynamic visualizations in the acquisition of basketball tactical actions. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1–8. <https://doi.org/10.1111/jcal.12312>

Roche, L., Kittel, A., Cunningham, I., & Rolland, C. (2021). 360° video integration in teacher education: a SWOT analysis. *Frontiers in education*, (6). <https://doi.org/10.3389/educ.2021.761176>

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2022). 360 video technology in sports – a systematic review of areas of application and potentials as a teaching-learning medium. [In German: 360-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium]. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, 62(2), 135-155.

Rosendahl, P., Klein, M., & Wagner, I. (2022). Immersive training for movement sequences: The use of 360° video technology to provide poomsae training in Taekwondo. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(10), 2318 – 2325. <https://doi.org/10.7752/jpes.2022.10295>

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2023a). 360° videos in education – A systematic literature review on application areas and future potentials. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11549-9>

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2023b). 360° videos for observing and imitating kata training in karate. [In German: 360°-Videos für beobachtendes und nachahmendes Kata-Training im Karate]. *SportPraxis*, 64(1), 54-58.

Rosendahl, P., Müller, M., & Wagner, I. (2023). 360 videos as a visual training tool—a study on subjective perceptions. *Journal of Physical Education and Sport*, 23(4), 795-801. <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.04100>

Ruzicka, I., & Milova, J. (2021). Increasing the efficiency of motor learning with the help of video analysis. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 14(4), 723–730.

<https://doi.org/10.18844/cjes.v11i4.1217>

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.

<https://doi.org/10.2307/30036540>

Vogt, T., Rehlinghaus, K., & Klein, D. (2019). School sport facing digitalisation: A brief conceptual review on a strategy to teach and promote media competence transferred to physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 19, 1424-1428.

<https://doi.org/10.7752/jpes.2019.s4206>

Artikel 6:

Rosendahl, P., Müller, M. & Wagner, I. (2024). A 360° video as visual training support for independent movement acquisition—benefit evaluation with the TAM. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s12662-023-00930-6>

5.7 Artikel 7: 360 videos as a visual training tool – a study on subjective perceptions

(Veröffentlichte Manuskriptfassung, lizenziert unter der Lizenz CC BY-NC-ND 3.0)

Rosendahl, P., Müller, M., & Wagner, I. (2023). 360 videos as a visual training tool—a study on subjective perceptions. *Journal of Physical Education and Sport*, 23(4), 795-801. <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.04100>.

Abstract

Background: The development of digital media has led to new possibilities for digital aids in teaching and learning processes. Immersive playback media, such as virtual reality glasses and head-mounted displays, enable authentic digital training processes that are perceived as being close to reality; the potential of these media must be explored. As a link between video technology and immersive technologies, 360° video offers low-threshold training opportunities due to its resource-saving design (e.g., multi-perspective viewing options and immersive training experiences). Approach: Based on the potentials of 360° video as a teaching–learning medium in a non-specific educational context, the present qualitative study investigates the subjective perceptions the added value of 360° video technology from the perspective of users (N = 48), categorizes these perceptions and compares them with the results of the few explorative studies on 360° videos in the context of sports. Results: In particular, according to the subjects, the multi-perspective, all-round view of 360° video technology enables a differentiated view of movement from different perspectives for a very individually controllable learning process. According to the subjects, the different perspectives of the movement lead to a deeper understanding, which favors the acquisition of the movement. In contrast, the positive aspects of the easy handling and control of 360° videos mentioned in the literature cannot be confirmed without specific instruction. Conclusions: Our study was able to demonstrate the possibilities of 360° video technology as a visual training tool, especially if high-quality 360° video recordings are available and used within the framework of a methodological-didactic concept.

Key Words: 360° video, digital motion learning, digital training, immersive technology

Introduction

Virtual reality, 360° videos, augmented reality, as well as mixed and extended reality are becoming increasingly popular subjects of research in sports science. However, the use of digital media for mediation purposes, for illustration, or for analysis and reflection processes (Ruzicka & Milova, 2021) is not a new phenomenon. For example, classic video is used for video feedback through recording one's own movement (Mödinger et al., 2022) or reflection on recordings of game situations and tactical decision-making behavior (Koekoek et al., 2019). On the other hand, research is increasingly addressing the potential uses of immersive digital media, such as virtual reality (Faure et al., 2020), which can be used to program athletic training content to be perceived as realistic (Miah et al., 2020) and provide training opportunities in a digital training environment (Le Noury et al., 2022). In particular, 360° videos can be classified as a link between traditional video technology and virtual reality (Rosendahl & Wagner, 2023). Both immersive training possibilities (Rosendahl et al., 2022) and classical video applications for training purposes, such as illustration or observation of a targeted movement execution presented as optimal (Paraskevaidis & Fokides, 2020), can be easily designed with 360° videos. Nevertheless, the possibilities for training and other applications of 360° videos in sports are still poorly explored. However, the few studies on 360° videos in sports show a high application potential, be it for cognitive training content to improve attention and perception processes, to increase motivation, reflection skills, or even motor learning (Hebbel-Seeger, 2017; Kittel et al., 2020a; Rosendahl & Wagner, 2022). Drawing on the few exploratory studies of 360° videos in sports, this study presents the results of a qualitative interview following an intervention in which 360° videos were used as a visual training tool for independent movement acquisition.

Clarification of terms

In contrast to programmed virtual reality (VR) experiences, 360° videos are video recordings of the real environment, wherein the viewing perspective around the 360° video camera can be freely selected within the 360° video recording (Ranieri et al., 2022). This allows three rotating degrees of freedom within the digital application, so that the gaze perspective can be moved left and right, up and down, or by tilting (Griffin et al., 2021). In contrast to VR, which has six degrees of freedom, with translational movements forward and backward, sideways, and up and down (Griffin et al., 2021). This allows, for example, a freely selectable 360° all-around view, even around an observed object. Conversely, the all-around view in 360° videos is only around the camera viewpoint. Furthermore, action manipulation of the recorded action is not readily possible in 360° videos; in contrast, action manipulation is possible in programmed VR applications (Roche

et al., 2021). While action manipulation and freedom of movement in VR contribute to a high degree of realistic sensation within digital applications, the environments are predominantly digitally generated. On the other hand, 360° videos are recordings of real-world environments, which in turn provide a high degree of authenticity and realism in training experiences (Rosendahl & Wagner, 2022); this can be enhanced by immersive playback media, such as head-mounted displays (HMDs) (Rosendahl & Wagner, 2023). Despite their proximity to VR, we agree with Roche et al. (2021) and argue that 360° videos should be classified as a distinct immersive video format (Rosendahl & Wagner, 2023).

State of research

The use of 360° video technology or immersive technology as a teaching–learning medium or training tool is rather rare in research (Pellas et al., 2021; Ranieri et al., 2022). For the non-specific education sector, there are few studies on the use of 360° videos as a teaching–learning medium (Pirker & Dengel, 2021; Ranieri et al., 2022; Rosendahl & Wagner, 2023; Snelson & Hsu, 2020); regarding their use as a teaching–learning medium in sports in particular, only one German-language literature review could be identified (Rosendahl & Wagner, 2022). The few studies on the use of 360° videos as a training tool in sports (Kittel et al., 2020a; Pagé et al., 2019; Panchuk et al., 2018; Paraskevaidis & Fokides, 2020; Rosendahl et al., 2022) are rather exploratory in nature. Due to the lack of definitional distinction from VR, the potentials of 360° video can also be identified in and derived from reviews of VR applications as a teaching–learning medium in non-specific educational settings (Kavanagh et al., 2017; Dhimolea et al., 2022; Pellas et al., 2021) and in sports (Farley et al., 2020). SWOT analyses of 360° video versus VR (Kittel et al., 2020b) and their use in teacher education (Roche et al., 2021) complement the reviews.

Due to the sports focus of this article, the sport-specific potentials of 360° video derived from the reviews by Rosendahl and Wagner (2022) and Farley et al. (2020) are presented and supplemented by the potential identified from the further reviews and SWOT analyses. Especially due to the fact that 360° videos are recordings of a real environment, they offer the potential for training experiences perceived as authentic and realistic (Farley et al., 2020; Kittel et al., 2020b; Roche et al., 2021; Rosendahl & Wagner, 2022; 2023), as well as, at the same time, particularly motivating and activating (Dhimolea et al., 2022; Kavanagh et al., 2017; Kittel et al., 2020b; Pirker & Dengel, 2021; Rosendahl & Wagner, 2022; 2023; Snelson & Hsu, 2020). Realistic 360° video recordings offer high reflective potential for analyses (Ranieri et al., 2022; Rosendahl & Wagner, 2022; 2023), which may be particularly useful for cognitive learning processes (Ranieri et al., 2022), for example, to improve perceptual skills or for decision making in game situations (Kittel et al., 2020b; Rosendahl & Wagner, 2022). Especially when using immersive playback media, such as

HMDs, 360° videos create a realistic sense of presence within the digital application and also exhibit high immersion potential (Farley et al., 2020; Kavanagh et al., 2017; Kittel et al., 2020b; Pirker & Dengel, 2021; Rosendahl & Wagner, 2022; 2023). In addition, 360° videos also support technique training and movement acquisition through observation (Farley et al., 2020; Rosendahl & Wagner, 2022) and offer applications for performance enhancement (Pirker & Dengel, 2021; Ranieri et al., 2022). Pirker and Dengel (2021) were also able to identify a high application potential for teaching–learning processes due to the user-friendly design or handling of 360° video technology, confirming the findings of Kittel et al. (2020b) and Roche et al. (2021) on the resource-efficient design and application of 360° videos as a teaching–learning medium for knowledge acquisition. Furthermore, learning processes and learning speed can be individually controlled and designed with 360° videos (Rosendahl & Wagner, 2023).

Methods

The aim of this explorative study is to record the advantages and disadvantages of 360° video technology as a visual training support from the user's point of view and to compare these results with the potentials already known or assumed from previous research. The question is whether the added value and potentials of 360° video technology are also perceived by the users. As part of a randomized intervention study on the benefits of 360° videos as a visual training support, an open-ended questionnaire was used for this purpose. The questionnaire inquired about positive and negative aspects of 360° video post-intervention. Responses were deductively categorized according to positive and negative aspects of 360° video already known from the literature (Rosendahl & Wagner, 2022; Kittel et al., 2020b). New aspects not previously covered were inductively derived from the given answers and categorized. Finally, a numerical ranking of the identified positive and negative aspects of 360° video technology as a visual training support was performed and a ranking list was generated. Answers that could not be clearly assigned to a potential were assigned several times to the individual potential categories and counted for the numerical category ranking. As part of the intervention study on the usefulness of 360° videos and conventional training videos as a visual training support, subjects (N = 48) of the B.A. program Sport-Health-Leisure-Education of the Karlsruhe University of Education participated in the survey. Of these subjects, the responses of n = 48 could be included in the qualitative evaluation of the positive aspects of 360° video, and n = 44 also mentioned negative aspects and suggestions for improvement of 360° video as a visual training support.

Materials

The 360° videos used show short, approximately 20-second movement sequences of a total of eight fascial movement exercises from the “Fascia low intensity” program (Fessler & Müller, 2020). Each individual movement exercise was recorded using a specific recording design and set-up (Rosendahl et al., 2022). In a diamond formation around the 360° video camera (Fig. 1), four models performed the fascial movement exercises so that the movements of the recorded models could be observed in the 360° panoramic view (Fig. 2) from frontal and sagittal perspectives. In addition, auditory cues were integrated into the 360° videos. Written movement instructions, visualized using the 360° videos, were also used for independent movement acquisition. Subjects viewed the 360° videos on a laptop, smartphone, or tablet without using a HMD.



Figure 1: Recording design



Figure 2: Viewing perspectives in a 360° video recording in panoramic view

Results

A total of seven categories of added value and potentials of 360° video as a visual training support were generated and derived from the open question (Table 1). The deductively assigned added value categories (multi-perspectivity, fun & motivation, individuality, and operation) support the previously identified potentials from the various systematic reviews (Chapter 3). In contrast, the inductively reassigned potentials (variety, differentiation, comprehensibility) extend the findings on 360° video as a visual training support. Since the 360° videos were not viewed with an HMD, the two potentials already mentioned in the state of research section (immersion and authenticity or realism) were not relevant in our study and were accordingly not mentioned in the subjects' responses.

Table 1: Added value categories of positive aspects with exemplary keywords

Multi-perspective all-round visibility	Easier to understand movement	Individuality	Differentiated observation	Demonstration of various movements	Fun & motivation	Handling / control
(n = 41)	(n = 12)	(n = 11)	(n = 11)	(n = 5)	(n = 3)	(n = 2)
deductive	inductive	deductive	inductive	inductive	deductive	deductive
<ul style="list-style-type: none"> • All angles • All perspectives • All views • Panoramic view 	<ul style="list-style-type: none"> • Easier understanding • Complete insight • Movement easier to understand • Better to learn 	<ul style="list-style-type: none"> • Individual camera • Individual control • Self-decide • Self-select • Customize viewing angle 	<ul style="list-style-type: none"> • Differentiated • More details • Better overview • Accurate implementation 	<ul style="list-style-type: none"> • Comparison of movements • Different movements • Comparison of the participants • Different executions 	<ul style="list-style-type: none"> • More attractive • Good view • Inspiring 	<ul style="list-style-type: none"> • Easy to use

By far the most frequently addressed potential category is the multi-perspectivity of the movements facilitated by the all-round view of the 360° videos (n = 41), followed by better understanding of the movements (n = 12), individuality (n = 11), and differentiated viewing options (n = 11). Subjects also positively perceived that, especially due to the specific design of the 360° video recordings, the different movement executions of different models could be compared within one video recording (n = 5). However, this was also commonly mentioned as a negative aspect (n = 14; Table 2), and in some cases, the recorded movements were even rated as faulty (n = 8). The number of participants who

reported higher motivation and enjoyment resulting from the 360° videos as a visual training aid was rather low ($n = 3$). In addition, the number of positive perceptions of the control and operation of the 360° videos ($n = 2$) was significantly lower than the number of opposite, negative evaluations ($n = 10$).

Table 2: Categories of negative aspects with exemplary keywords

Different movement executions ($n = 14$)	Handling / control ($n = 10$)	Video quality ($n = 9$)	Incorrect movement execution ($n = 8$)	Camera perspective ($n = 7$)	Different models ($n = 6$)
<ul style="list-style-type: none"> • Uniform movement execution • Coordinated movement execution 	<ul style="list-style-type: none"> • Too much sweep • Too much spinning • Handling 	<ul style="list-style-type: none"> • Light conditions • Out of focus • Length 	<ul style="list-style-type: none"> • Correct execution of the movements • Clean execution of the movements 	<ul style="list-style-type: none"> • Top view is missing • Bottom view is missing • Unfavorable perspective 	<ul style="list-style-type: none"> • Filming similar people • Filming only one person

The quality of the 360° videos in terms of length, video setting, and lighting conditions was also criticized ($n = 9$), although it was pointed out in advance of the study that the quality of the exploratory 360° video recordings should not be the focus of the evaluation. In addition, the lack of audio explanations was a source of negative evaluation ($n = 6$); however, it should be noted that audio explanations were present in the 360° videos, and it can be assumed that the subjects forgot to activate the audio track when viewing the 360° videos on the YouTube portal.

Discussion

Multi-perspective all-round visibility

The most frequently mentioned positive aspect of 360° video technology was the all-around view (“the possibility to see the exercise from any perspective and at any point in time”), which supports previous assumptions and findings about the potentials of 360° videos both in the non-specific educational sector (Pirker & Dengel, 2021; Rosendahl & Wagner, 2023) and in sports (Kittel et al., 2020a, b; Paraskevaidis & Fokides, 2020; Roche et al., 2021; Rosendahl & Wagner, 2022; Rosendahl et al., 2022). It can be seen that the possibility of observing movements from different angles in our specific recording design represents an important added value of 360° video (“from all sides you can observe everything best”); this was recognized by the subjects in comparison to conventional video technology (“view from behind and from the side to eliminate ambiguities”). However, it should also be noted that the free design of the viewing direction also brings with it the

danger of confusion (“much too confusing”) and that, in addition to clear work instructions, corresponding methodological-didactic concepts are also necessary. The all-round view in 360° videos, in combination with an HMD, can also be used for teacher education and instructor training, for example, to utilize the immersion potential in the context of simulated group instruction for training purposes (Kittel et al., 2020b; Pirker & Dengel, 2021; Rosendahl & Wagner, 2022; 2023).

Design and handling

Conventional training videos can also show different perspectives of movements, but this requires several camera systems for recording synchronous motion demonstrations or several video recordings for recording asynchronous motion representation, which subsequently have to be merged and designed by editing software; this requires additional effort and contrasts with the identified potentials of 360° videos as a resource-saving application design (Pirker & Dengel, 2021; Kittel et al., 2020b; Roche et al., 2021). With 360° videos, movements can be presented from different angles if the methodological-didactic conception and specific recording design are appropriate (Paraskevaidis & Fokides, 2020; Rosendahl et al., 2022). Despite the fact that the ease of use of 360° videos is mentioned throughout the literature (Pirker & Dengel, 2021; Kittel et al., 2020b; Roche et al., 2021), this was only confirmed by two subjects (“easy to use”). Significantly more subjects felt overwhelmed by the control (“you don’t know what to look for or what is right”). The gaze direction control within the 360° video scenario was unfamiliar to some subjects (“too much waving and turning”). Paraskevaidis and Fokides (2020) suggest that negative perceptions of the suitability of 360° videos as a training tool are due to a lack of experience in using 360° videos and their controls. The negative evaluation as a training tool provides a possible explanation for Dhimolea et al.’s (2022) findings that short, infrequent uses of VR tend to be less successful, while more frequent use of VR as a teaching–learning medium leads to positive learning gains. Appropriate methodological-didactic steps (Rosendahl et al., 2022) can be taken to introduce subjects to the use and control of 360° videos and to counteract disorientation. Orientation aids, both auditory and with visual markers in the video itself, support gaze direction control. However, for a targeted design of 360° videos for a successful training benefit, it is also necessary that trainers and teachers have a qualification in media competence (Vogt et al., 2019).

Observation

Some subjects seemed to have difficulty selecting and adopting a suitable perspective for observation, which is already predefined in conventional training videos (“automatic rotation of the camera,” “automatic change of perspective”). This confirms the assumptions

of Rosendahl et al. (2022) that for successful use of 360° video technology as a visual training tool, an appropriate methodological-didactic concept has to be elaborated. While a preselected viewing direction in the training video can be controlled by auditory cues in the context of cognitivist learning theories for a purely observational learning of movements or for reflection and analysis processes (Ranieri et al., 2022; Rosendahl & Wagner, 2022, 2023), in terms of constructivist learning theories, user choice in viewing direction and the estimation of the optimal viewing angle for movement assessment is advantageous (Paraskevaïdis & Fokides, 2020). Accordingly, which training objectives are to be achieved on which learning path should be clearly defined in advance when using 360° videos as a training tool.

Individuality

A great added value is seen in the individual design of learning processes through individual choice of the viewing direction (“unbound by the camera movement,” “individual control”). Although the possibility of a free choice of perspective seemed overwhelming for individual subjects (“develop a method where you do not have to change the perspective yourself”), the majority evaluated individual control as beneficial for their own learning process (“you could decide yourself how long you look at which position,” “subjective perception and change of perspective during the exercise”). This confirms the potential of 360° video as an individual teaching–learning medium as identified in the review article by Rosendahl and Wagner (2023).

Differentiation and understanding

With 360° videos, observation of motions in the frontal and sagittal planes is made possible within a single video recording if the recording is appropriately designed (“axes can be seen better”). Due to the multi-perspective viewing option, a differentiated motion observation is possible, which seems to be useful for independent motion capture (“this allows to focus more on details,” “can focus on individual body parts”). In order to make optimal use of this added value, care must be taken to ensure that the movements of the recorded models are as identical and synchronous as possible. Rosendahl et al. (2022) present a methodological-didactic training concept for the use of synchronous movement recordings within a 360° video scenario for given movement sequences in Taekwondo.

Video quality

Although subjects were informed in advance of the study that the 360° video recordings were exploratory and designed without the highest quality standards, the lighting conditions, blurriness, and video length were criticized. In addition to the central written

movement instructions, the 360° videos were also available to the subjects as a brief visual representation aid. Accordingly, a methodological-didactic introduction of the target movement within the 360° video recordings was omitted and only the target movement was demonstrated visually. The recordings were made in a gymnasium, so quality comparisons with professionally recorded, studio-quality training videos are not meaningful. The recorded 360° videos are recordings in 4K image resolution that were made available to the test subjects via YouTube in a protected channel. When viewing the 360° videos on YouTube, the quality is not always set at the highest level but depends upon, among other things, the data transfer rate of the available Internet. We assume that when the subjects viewed the 360° videos during the seminar in the gymnasium, the highest possible image quality was not automatically retrieved on YouTube and, accordingly, a lack of video sharpness was observed in individual cases. Nevertheless, despite the lacking video quality, it can be stated that 360° video technology was generally evaluated as a positive visual training tool. For further research, it would be interesting to create studio-quality 360° videos in high resolution and make them available as a visual training tool.

Motivation

In contrast, the evaluation of 360° video as a motivating or activating teaching–learning medium and training tool was rather low (“more attractive for participants,” “more inspiring”). However, this is highlighted in the research literature as a special potential of 360° videos (Dhimoela et al., 2022; Kavanagh et al., 2017; Kittel et al., 2020b; Pirker & Dengel, 2021; Rosendahl & Wagner, 2022; 2023; Snelson & Hsu, 2020). We suspect that the open-ended task without specific guidance during the intervention might have unsettled or even overwhelmed the subjects. This would explain the negative perceptions of the individual camera control and viewing options in addition to the reserved evaluation of the motivational potential and would be in line with the findings of Paraskevaidis and Fokides (2020), who suggest that negative evaluations of 360° videos as a training tool may arise due to a lack of guidance and accompaniment during the task as well as a lack of experience using 360° videos. Both the lack of experience using 360° videos and our open task setting in terms of a constructivist learning approach would therefore be possible explanations for the low evaluation of 360° videos as a motivating and activating training tool in our study. This should be investigated in further research.

Variety of models

Deviations in the execution of movements by the models in the 360° video recordings were evaluated differently by the subjects. On the one hand, this provides opportunities for comparison of movement execution (“compare the movement sequences,” “compare

the participants”); on the other hand, deviations lead to confusion and misunderstanding during movement acquisition (“all subjects should execute the exercises in the same way” “the four subjects should execute the exercise in the same way, as it is confusing if the posture is different”). In the intervention, subjects had the task of learning the target movement with the help of written movement instructions and with visual training support through the 360° videos. In contrast to the study by Paraskevidis and Fokides (2020), who recruited professional volleyball players for technique training and performance improvement in volleyball, our study recruited students for movement demonstration in our 360° video scenarios, who were familiar with the fascial movement exercises but were not tested for perfection. Accordingly, the included models differed in both physical condition and movement performance. We must critically note that for independent learning of a target movement presented as optimal, our material design was rather disadvantageous. Nevertheless, a different movement execution with different models within 360° videos could be used for analysis and reflection processes to clarify movement differences, to address different body states with different movement executions, and to train attention to differences and use it, for example, within an assessment for the identification of movement errors or for movement correction within sports teacher and trainer training.

Conclusion

With regard to the classification of 360° videos in the category of video formats, it can be stated that 360° videos expand the possibilities and potentials of conventional video technology. The results largely confirm the potentials identified in the few reviews on 360° video as a teaching and learning medium. However, our survey of positive and negative aspects also showed that methodological-didactic concepts are necessary for successful use of 360° video as a training tool so that the potentials of motivation and activation and user-friendliness and usability identified in the literature come to fruition. With targeted guidance and accompaniment, 360° video technology can enable both cognitivist and constructivist learning processes. In addition, a need for professional, high-quality 360° video recordings as a training tool is apparent. Depending on the task, 360° videos can be used for multi-perspective demonstration of a movement execution that is considered optimal or for analysis purposes and movement comparisons. For further research, it is important to make greater use of these potentials for training and teaching–learning processes and to investigate them for possible increases in performance and learning.

Conflicts of interest: The authors declare that they have no competing interests. There are no financial or other relationships that might lead to conflicts of interest.

References:

- Dhimolea, T. K., Kaplan-Rakowski, R., & Lin, L. (2022). A systematic review of research on high-immersion virtual reality for language learning. *TechTrends*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00717-w>
- Farley, O.R.L., Spencer, K. & Baudinet, L. (2020). Virtual reality in sports coaching, skill acquisition and application to surfing: A review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(3), 535–548. <https://doi.org/10.14198/jhse.2020.153.06>
- Faure, C., Limballe, A., Bideau, B., & Kulpa, R. (2020). Virtual reality to assess and train team ball sports performance: A scoping review. *Journal of sports Sciences*, 38(2), 192-205. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1689807>
- Fessler, N., & Müller, M. (2020). *Faszien low intensity*. Hofmann Verlag.
- Griffin, R., Langlotz, T., & Zollmann, S. (2021). 6dive: 6 degrees-of-freedom immersive video editor. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 676895. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.676895>
- Hebbel-Seeger, A. (2017). 360 degrees video and VR for training and marketing within sports. *Athens Journal of Sports*, 4(4), 243–262. <https://doi.org/10.30958/ajspo.4.4.1>
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B. & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science & Technology Education*, 10(2), 85–119.
- Kittel, A., Larkin, P., Elsworth, N., Lindsay, R., & Spittle, M. (2020a). Effectiveness of 360° virtual reality and match broadcast video to improve decision-making skill. *Science and Medicine in Football*, (4), 255–262. <https://doi.org/10.1080/24733938.2020.1754449>
- Kittel, A., Larkin, P., Cunningham, I., & Spittle, M. (2020b). 360° Virtual Reality: A SWOT Analysis in Comparison to Virtual Reality. *Frontiers in Psychology*, (11). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.563474>
- Koekoek, J., van der Kamp, J., Walinga, W., & van Hilvoorde, I. (2019). Exploring students' perceptions of video-guided debates in a game-based basketball setting, *Physical Education and Sport Pedagogy*, 24(5), 519-533. <https://doi.org/10.1080/17408989.2019.1635107>

Le Noury, P., Polman, R., Maloney, M., & Gorman, A. (2022). A Narrative Review of the Current State of Extended Reality Technology and How it can be Utilised in Sport. *Sports Medicine*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01669-0>

Miah, A., Fenton, A., & Chadwick, S. (2020). Virtual Reality and Sports: The Rise of Mixed, Augmented, Immersive, and Esports Experiences. In S. Schmidt (Hrsg.), *21st Century Sports* (S. 249–262). Springer Nature Switzerland AG. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50801-2_15

Mödinger, M., Woll, A., & Wagner, I. (2022). Video-based visual feedback to enhance motor learning in physical education—a systematic review. *German Journal of Exercise and Sport Research*, (52), 447–460. <https://doi.org/10.1007/s12662-021-00782-y>

Pagé, C., Bernier, P.-M., & Trempe, M. (2019). Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball. *Journal of Sports Science*, 37(21), 2403–2410. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1638193>

Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players. *Frontiers in Psychology*, (9), 2315. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02315>

Paraskevaïdis, P., & Fokides, E. (2020). Using 360° Videos for Teaching Volleyball Skills to Primary School Students. *Open Journal for Information Technology*, 3(1), 21-38. <https://doi.org/10.32591/coas.ojit.0301.03021p>

Pellas, N., Mystakidis, S., & Kazanidis, I. (2021). Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A systematic review of the last decade scientific literature. *Virtual Reality*, 25(3), 835-861. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00489-9>

Pirker, J., & Dengel, A. (2021). The potential of 360 virtual reality videos and real VR for education—a literature review. *IEEE computer graphics and applications*, 41(4), 76-89. <https://doi.org/10.1109/MCG.2021.3067999>

Ranieri, M., Luzzi, D., Cuomo, S., & Bruni, I. (2022). If and how do 360° videos fit into education settings? Results from a scoping review of empirical research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1– 21. <https://doi.org/10.1111/jcal.12683>

Roche, L., Kittel, A., Cunningham, I., & Rolland, C. (2021). 360° video integration in teacher education: a SWOT analysis. *Frontiers in education* (6). <https://doi.org/10.3389/educ.2021.761176>

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2022). 360 video technology in sports – a systematic review of areas of application and potentials as a teaching-learning medium. [In German: 360-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium]. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, 62(2), 135.

Rosendahl, P., Klein, M., & Wagner, I. (2022). Immersive training for movement sequences: The use of 360° video technology to provide poomsae training in Taekwondo. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(10), 2318 – 2325.
<https://doi.org/10.7752/jpes.2022.10295>

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2023). 360° videos in education – A systematic literature review on application areas and future potentials. *Education and Information Technologies*.
<https://doi.org/10.1007/s10639-022-11549-9>

Ruzicka, I., & Milova, J. (2021). Increasing the efficiency of motor learning with the help of video analysis. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 14(4), 723–730.
<https://doi.org/10.18844/cjes.v11i4.1217>

Snelson, C., & Hsu, Y.-C. (2020). Educational 360-degree videos in virtual reality: A scoping review. *TechTrends*, 64, 404–412.

Vogt, T., Rehlinghaus, K., & Klein, D. (2019). School sport facing digitalisation: A brief conceptual review on a strategy to teach and promote media competence transferred to physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 19, 1424-1428.
<https://doi.org/10.7752/jpes.2019.s4206>

Artikel 7:

Rosendahl, P., Müller, M., & Wagner, I. (2023). 360 videos as a visual training tool—a study on subjective perceptions. *Journal of Physical Education and Sport*, 23(4), 795-801.
<https://doi.org/10.7752/jpes.2023.04100>

5.8 Ergebnisse und Diskussion

Nachfolgend werden zentrale Ergebnisse der durchgeführten systematischen Literaturübersichten, Konzeptarbeiten und Evaluationen komprimiert präsentiert und anhand der identifizierten Forschungsfragen diskutiert und analysiert.

1) Welche Einsatzbereiche der 360°-Videotechnologie lassen sich im Bildungsbereich und im Sport identifizieren?

Die systematische Übersichtsarbeit über 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium im unspezifischen Bildungsbereich (**Artikel 1**) hat in den analysierten Artikeln eine Vielzahl an Einsatzbereichen aufgezeigt und bestätigt die bisherige explorative Forschung zu diesem Thema (Pirker & Dengel, 2021). Ein Erklärungsansatz für die auffällig hohe numerische Anzahl der ausgedehnten Einsatzbereiche im medizinischen Bereich, die auch in anderen Übersichtsarbeiten zum Potenzial von 360°- beziehungsweise VR-Videos (Pirker & Dengel, 2021) festgestellt wurde, wird in den Möglichkeiten der theoretischen Veranschaulichung komplexer Themengebiete (Ros et al., 2021) oder in der Unterstützung beim prozeduralen Wissenserwerb (Singh et al., 2020) vermutet. Dabei nutzt und verbindet der 360°-Videoeinsatz die Potenziale der herkömmlichen Videotechnologie (Noetel et al., 2021) mit authentischen und immersiven Lernerfahrungen der virtuellen Realität (Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019; Pellas et al., 2020, 2021; Radianti et al., 2020). Gerade die realistische Darstellungsmöglichkeit von komplexen medizinischen Prozessabläufen durch 360°-Videos ermöglicht ein wiederholbares, risikofreies Lernen und realitätsnahes Erleben der Lernenden im authentischen Setting (Pirker & Dengel, 2021). Dies würde auch die ebenfalls hohe numerische Gewichtung in naturwissenschaftlichen Fachdisziplinen erklären, bei denen die 360°-Videotechnologie aufwendige Experimente ressourcenschonend durch einen wiederholbaren 360°-Videoeinsatz als Lehr-Lern-Medium realistisch-authentisch erlebbar macht (Boda & Brown, 2020a; 2020b; Tauber et al., 2022). Dagegen überrascht die vermehrte Verwendung von 360°-Videos zum Fremdsprachenlernen und Sprechtraining. Mit dem Einsatz von 360°-Videos lassen sich zum einen das Sprachverständnis durch Zuhören und Beobachtung aufgenommener Handlungen in einer authentischen Lernumgebung einüben (Repetto et al., 2021; Yang et al., 2021), zum anderen lässt sich durch kollaboratives und entdeckendes Lernen der Spracheinsatz trainieren (Mohd Adnan et al., 2020). Dies bestätigt einerseits die Erkenntnisse der Übersichtsarbeit von Pirker und Dengel (2021), andererseits wird mit dem Einsatz von 360°-Videos als Trainingsinstrument für Vorträge und Präsentationen zur Reduzierung von Vortragsangst vor einem Auditorium eine zusätzliche Komponente aufgezeigt (Chen & Hwang, 2020; Vallade et al., 2021). Diese Komponente wird unter anderem auch in der

Lehramtsausbildung aufgegriffen (Theelen et al., 2020), wobei 360°-Videos jedoch beispielsweise auch zur Aufmerksamkeitsverbesserung im Sinne einer professionellen Unterrichtswahrnehmung eingesetzt werden (Ferdig & Kosko, 2020).

Die systematische Übersichtsarbeit mit spezifischem Sportfokus (**Artikel 2**) konnte mit den eingeschlossenen Artikeln die identifizierte explorative Forschungslage der SWOT-Analyse von Kittel et al. (2020) bestätigen. Aufgrund des jungen Forschungsfeldes und um den geringen sportwissenschaftlichen Diskurs der 360°-Videotechnologie vollständig zu erschließen und aufzuzeigen, wurden neben explorativen Studien auch Übersichtsarbeiten eingeschlossen, die jedoch aufgrund ihrer Beitragsform keine eindeutige Kategorienzuordnung ermöglichten und mehrere Einsatzbereiche benannten. Zur Beantwortung der Forschungsfrage konnten vier induktiv abgeleitete Einsatzbereiche für die 360°-Videotechnologieverwendung kategorisiert werden: als Trainingsinstrument (1), zur medialen Sportberichterstattung (2), als Sportmarketinginstrument (3) und für den Sporttourismus (4).

2) Mit welchen Intentionen wird die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium für Bildungsprozesse und als Trainingsinstrument im Sport eingesetzt?

Die Intentionen zum Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument, die sowohl in der fachunspezifischen als auch in der sportspezifischen systematischen Literaturübersicht genannt wurden, reichen von bisherigen Verwendungszwecken herkömmlicher Videotechnologien bis hin zu immersiven Lehr-Lernerfahrungen (Boda & Brown, 2020a; Ros et al., 2021). Die bisherigen Verwendungszwecke herkömmlicher Videos, zum Beispiel zur Veranschaulichung und Verknüpfung von Theorie und Praxis (Gaudin & Chaliès, 2015), lassen sich auch in den identifizierten Intentionen des 360°-Videoeinsatzes als Lehr-Lern-Medium innerhalb der fachunspezifischen Literaturübersicht (**Artikel 1**) feststellen. Sowohl herkömmliche Videotechnologie (Noetel et al., 2021) als auch 360°-Videos (Barnidge et al., 2022) werden zur realistischen Präsentation und Visualisierung von Lehr-Lern-Inhalten eingesetzt (Jong et al., 2020). Auch zur Selbst- und Fremdrelexion durch Eigen- und Fremdaufnahmen lassen sich herkömmliche Videos (Kleinknecht & Schneider, 2013) und 360°-Videos (Theelen et al., 2020) gleichermaßen verwenden.

Mit dem Fokus auf Lehr-Lern- und Trainingsprozessen wurde dagegen in der sportspezifischen Literaturübersicht (**Artikel 2**) auf den vermehrten Einsatzbereich von 360°-Videos als Trainingsinstrument geachtet. Dabei wurden 360°-Videos für kognitive Trainingsprozesse zum Beispiel zur Verbesserung der Aufmerksamkeit eingesetzt (Panchuk et al., 2018), als mentale Unterstützung zur Motivationssteigerung (Bird et al., 2019), als

reflexives Trainingsinstrument zur Selbstreflexion (Bird, 2019) und für technisches Training (Gänsluckner et al., 2017). Die sportspezifischen Verwendungszwecke von 360°-Videos lassen sich in den identifizierten Intentionen von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium im unspezifischen Bildungsbereich wiederfinden und darauf übertragen. Sowohl als Reflexionsinstrument von Selbst- und Fremdaufnahmen als auch zur Theorie-Praxis-Veranschaulichung im Rahmen einer Technikpräsentation und -veranschaulichung werden 360°-Videos entsprechend genutzt. Auch die bereits motivationssteigernde Intention durch einen herkömmlichen Videoeinsatz (Gaudin & Chaliès, 2015) wird mit der Verwendung von 360°-Videos in beiden systematischen Übersichtsarbeiten aufgegriffen (Kittel et al., 2020). Diese zeigen insbesondere die Verwendung von 360°-Videos für Beobachtungszwecke (Pagé et al., 2019; Tan et al., 2020). Daneben weist die systematische Literaturübersicht im unspezifischen Bildungsbereich jedoch auch interaktive Verwendungszwecke auf (Tauber et al., 2022; Vallade et al., 2021), die im Sportsetting bisher weniger Beachtung gefunden haben.

3) Welche Potenziale weist die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument auf?

Observation

Sowohl innerhalb der beiden systematischen Literaturübersichten (**Artikel 1 & 2**) als auch in den Ergebnissen der beiden durchgeführten Studien zur Technologieakzeptanz (**Artikel 6**) und zur Potenzialbewertung (**Artikel 7**) liegt das größte Potenzial der 360°-Videos bei observierend-beobachtenden Lehr-Lern-Prozessen. Dies deckt sich mit dem bereits bekannten Beobachtungspotenzial herkömmlicher Videos, welches beispielsweise zur Veranschaulichung (Gaudin & Chaliès, 2015) und Erklärung (Findeisen et al., 2019) genutzt wird. Auch im Sport lassen sich mit Hilfe von Videopräsentationen optimale Bewegungsausführungen beobachten (Fischer & Krombholz, 2020). Als spezifisches Videoformat erweitern 360°-Videos mit einem mehrperspektivischen Rundumblick das Observationspotenzial (Lanzieri et al., 2021). Dieses Observationspotenzial lässt sich im Sport insbesondere zur Verbesserung der Wahrnehmungsfähigkeit und zum Erkennen von Spielsituationen nutzen (Bird et al., 2019; Pagé et al., 2019). Der frei wählbare Rundumblick ermöglicht es dabei, das Handlungsgeschehen um die Kamera herum zu beobachten und wahrzunehmen, sodass die festgelegte Kameraperspektive nicht bereits wie bei herkömmlichen Videos vordefiniert und eingeschränkt ist. Die individuell steuerbare Blickrichtung innerhalb der 360°-Videos für Lehr-Lern-Prozesse durch Beobachtung und Wahrnehmung steht dabei, wenn auch in reduzierter Form und ohne Handlungsmanipulationsmöglichkeiten, im Einklang mit der Forderung nach Kontroll- und Steuerfaktoren bei VR-Anwendungen für erfolgreiche Lehr-Lern-Prozesse nach dem CAMIL-Modell von

Makransky und Petersen (2021). Diese Möglichkeit der frei wählbaren Kameraperspektive ist auch der meistgenannte positive Aspekt der 360°-Videotechnologie in den beiden Studien zur Technologieakzeptanz (**Artikel 6**) und Potenzialbewertung (**Artikel 7**). Dabei lässt sich der Rundumblick bei einer interaktions-zentrierten Aufnahmegestaltung (Meinert & Tuma, 2022) mit Aufnahmecomplexen, in einer Rauten-Formation um die 360°-Videokamera herum platziert, auch zur Beobachtung von Bewegungen nutzen und ermöglicht die Observation von aufgenommenen Bewegungen in unterschiedlichen Körperebenen. Dieses Potenzial lässt sich insbesondere für ein mehrperspektivisches Bewegungsverständnis nutzen. Gleichzeitig ermöglicht es neue Wege der Bewegungsaufnahme durch mehrperspektivische Observationsmöglichkeiten mit 360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung, die im entwickelten methodisch-didaktischen 360°-Videotrainingskonzept zur selbstständigen Aneignung vordefinierter Bewegungsabfolgen genutzt werden (**Artikel 3, 4 & 5**). Es gilt jedoch anzumerken, dass das mehrperspektivische Beobachtungspotenzial von 360°-Videos eine Heranführung zum Umgang und zur Bedienung der 360°-Videoanwendung benötigt, um einer Orientierungslosigkeit der Lernenden entgegenzuwirken und relevante Handlungen im 360°-Videoszenario nicht zu übersehen (Gold & Windscheid, 2022). Insbesondere die individuell steuerbare Blickrichtung wird als Chance und Risiko zugleich bewertet (**Artikel 7**) und ist in der methodisch-didaktischen Konzipierung von 360°-Video-Lehr-Lern-Einheiten zu berücksichtigen.

Reflexion

Die Analyse der systematischen Literaturübersicht im unspezifischen Bildungsbereich (**Artikel 1**) zeigt hohes Verwendungspotenzial der 360°-Videotechnologie für die Theorie-Praxis-Verknüpfung insbesondere für reflektierendes Lernen (Ros et al., 2021). Die bisher bereits bekannten Reflexionspotenziale der herkömmlichen Videotechnologie zur Selbst- und Fremdrelexion (Brouwer, 2014; Gaudin & Chaliès, 2015; Kleinknecht & Schneider, 2013) werden durch den möglichen mehr-perspektivischen Rundumblick im 360°-Videoszenario erweitert, aus dem neue Möglichkeiten resultieren. Auch in der sport-spezifischen Literaturübersicht (**Artikel 2**) wird das Reflexionspotenzial von 360°-Videos für sportliche Handlungen betont (Hebbel-Seeger & Horky, 2018). Obwohl in den beiden durchgeführten Studien zur Technologieakzeptanz (**Artikel 6**) und Potenzialbewertung (**Artikel 7**) die unterschiedlich aufgenommene Bewegungsausführung der Vorbilder gemäß der spezifischen interaktions-zentrierten Aufnahmegestaltung (Meinert & Tuma, 2022) einer Rauten-Formation um die 360°-Videokamera kritisch bewertet wurde, lässt sich daraus Potenzial zur Fremdrelexion ableiten. In Bezug auf die Gestaltungsrichtlinien des M-iVR-L-Modells nach Mulders (2022) lassen sich 360°-Videos gemäß konstruktivistischen Lehr-Lern-Ansätzen demnach zum Identifizieren und Reflektieren von

biomechanischen und physiologischen Bewegungsunterschieden und zur Fehleranalyse verwenden.

Motivation

In beiden systematischen Literaturübersichten (**Artikel 1 & 2**) wird der 360°-Videotechnologie zwar ein Steigerungspotenzial der Lernbereitschaft und Motivation zugesprochen (Bird et al., 2019; Chen et al., 2021; Panchuk et al., 2018), die Evidenz lässt sich jedoch nicht eindeutig mit den analysierten Beiträgen belegen. Auch in den beiden durchgeführten Studien zur Technologieakzeptanz (**Artikel 6**) und subjektiven Potenzialbewertung (**Artikel 7**) von 360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung wird das in der Literatur genannte Motivationspotenzial eher gering bewertet. Obwohl im Vergleich mit anderen Lehr-Lern-Medien wie der herkömmlichen Videotechnologie keine eindeutig höhere Lernmotivation durch einen 360°-Videoeinsatz identifizierbar ist (Huang et al., 2020), tritt sowohl in den Literaturübersichten (**Artikel 1 & 2**) als auch in den beiden Studien (**Artikel 6 & 7**) zumindest keine geringere Lernmotivation durch einen 360°-Videoeinsatz auf. In Bezug auf die methodisch-didaktischen und gestalterischen Rahmenrichtlinien von VR-Anwendungen im Kontext des CAMIL-Modells (Makransky & Petersen, 2021) und des M-iVR-L-Modells (Mulders, 2022), welche der Handlungsfähigkeit und dem Präsenzgefühl einer VR-Anwendung hohes Motivationspotenzial zusprechen, wird anhand der Studienergebnisse zur Potenzialbewertung (**Artikel 7**) die Notwendigkeit methodisch-didaktischer Konzepte für einen motivierenden 360°-Videoeinsatz hervorgehoben. Ohne eine entsprechende Anleitung, insbesondere zum Umgang mit und zur Handhabung des 360°-Videos, ist das motivierende Potenzial aufgrund einer möglichen Überforderung der Lernenden nicht verwendbar. Um dem entgegenzuwirken, ist zunächst eine Heranführung im Umgang mit 360°-Videos erforderlich, bevor sich diese als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument motivierend einsetzen lassen. Dies deckt sich mit den Gestaltungsrichtlinien des M-iVR-L-Modells nach Mulders (2022), das die Berücksichtigung der individuellen Erfahrung im Umgang mit der jeweiligen (immersiven) Anwendung fordert, sowie mit dem entwickelten 360°-Videotrainingkonzept (**Artikel 3, 4 & 5**), das mit zunächst beobachtenden Aufgaben mit überwiegend bekannter Technologienutzung am Desktop oder Handy und erst anschließender Benutzung immersiver Wiedergabemedien umgesetzt wurde.

Interaktion und Immersion

VR-Anwendungen als Lehr-Lern-Medien wird aufgrund des möglichen Immersionseffektes und der Interaktionsmöglichkeiten hohes Motivationspotenzial zugesprochen (Dhimolea et al., 2022; Kavanagh et al., 2017; Radianti et al., 2020). Die

hohe Interaktion mit Handlungsmanipulation, beispielsweise durch das Experimentieren innerhalb einer VR-Anwendung, bietet hohes Lehr-Lern-Potenzial zum prozeduralen Wissenserwerb (Zender et al., 2022). Obwohl sich die Interaktion bei 360°-Videos auf die Blickrichtungswahl der Kameraperspektive beschränkt und im Gegensatz zu VR-Anwendungen eine Handlungsmanipulation und Interaktion mit virtuellen Objekten oder Avataren (Wiesche et al., 2023) innerhalb der 360°-Videoaufnahmen nicht möglich ist, ist dennoch gegenüber herkömmlicher Videotechnologie eine erhöhte Interaktion gemäß der dritten Stufe der Taxonomie der Interaktivität von Multimediakomponenten nach Schulmeister (2002) festzuhalten. Während die ersten beiden Stufen lediglich die Betrachtung von Objekten vorsehen und damit herkömmliche Videos in diese Stufen einzuordnen sind, lassen sich Multimediaanwendungen der dritten Stufe zuordnen, die eine Variation der Darstellungsform innerhalb des Lehr-Lern-Mediums ohne Veränderung, zum Beispiel eine Handlungsmanipulation, ermöglichen (Schulmeister, 2002). Entsprechend ist eine erhöhte Interaktion in 360°-Videos gegenüber herkömmlicher Videotechnologie bereits durch die technischen Besonderheiten als Potenzial herauszustellen, auch wenn die Interaktionsmöglichkeiten im Vergleich zu VR-Anwendungen geringer ausfallen.

Zudem bietet die 360°-Videotechnologie die Möglichkeit, unterschiedliche (immersive) Wiedergabemedien zur Betrachtung zu nutzen. 360°-Videos lassen sich, entsprechend der Kategorisierung in wenig immersive und hoch immersive Ausgabe-medien nach Petri und Witte (2018) sowohl wenig immersiv am Desktop als auch hoch immersiv mit einer VR-Brille oder einem HMD betrachten. Beide systematischen Literaturübersichten (**Artikel 1 & 2**) bestätigen das Immersionspotenzial der 360°-Videotechnologie insbesondere für motivationale Effekte (Barnidge et al., 2022; Ferdig & Kosko, 2020; Kittel et al., 2020). Bezüglich eines höheren Lern- beziehungsweise Trainingserfolges aufgrund des Immersionspotenzials von 360°-Videos ist jedoch keine signifikante Aussage zu treffen. Die Gestaltungsrichtlinien nach dem M-iVR-L-Modell (Mulders, 2022) empfehlen bezüglich des Immersionsgrades von immersiven Anwendungen die Anpassung an die Lehr-Lern-Ziele. In den beiden Studien zur Technologieakzeptanz (**Artikel 6**) und subjektiven Potenzialbewertung (**Artikel 7**) war das Lehr-Lern-Ziel die selbstständige Bewegungserneuerung durch Beobachtung mit visueller Trainingsunterstützung. Zur Erreichung dieses Lehr-Lern-Ziels wurde weder ein hoher Immersionsgrad in der Anwendungsgestaltung selbst noch durch die benutzten Wiedergabemedien als notwendig erachtet, sondern vielmehr der Rundumblick zur mehrperspektivischen Bewegungsbeobachtung durch eine interaktions-zentrierten Aufnahmegestaltung (Meinert & Tuma, 2022) fokussiert. Auch im entwickelten 360°-Videotrainingkonzept (**Artikel 3, 4 & 5**) findet sich das Gestaltungsprinzip des M-iVR-L-Modells (Mulders, 2022) zur Anpassung an die Lehr-Lern-Ziele

wieder. In den ersten beiden Stufen wird die Bewegungsaneignung lediglich mit Observations- und Beobachtungsaufgaben unterstützt und angebahnt. Für diese Observation und Beobachtung ist, gemäß der Empfehlung des M-iVR-L-Modells (ebd.), das Wiedergabemedium an das Lernziel angepasst, sodass zunächst keine immersiven Wiedergabemedien notwendig sind und die Betrachtung wenig immersiv am Desktop erfolgen kann. Erst mit Veränderung des Lernziels, der Nachahmung der demonstrierten Bewegungen, werden immersive Wiedergabemedien notwendig, die eine freie Körperbewegung trotz Observation ermöglichen. In diesem Fall wird das Immersionspotenzial der 360°-Videotechnologie genutzt, um die mit einer mobilen 360°-Videokameraposition (Meinert & Tuma, 2022) aufgenommenen Bewegungen innerhalb einer digitalen Trainingsgruppe nachzuahmen.

Authentizität und Realismus

Die authentische Darstellungsmöglichkeit von aufgenommenen realen Handlungen und Umgebungen wird bereits mit herkömmlichem Videoeinsatz, beispielsweise zur Theorie-Praxis-Veranschaulichung oder zur Lernmotivationssteigerung, genutzt (Gaudin & Chaliès, 2015). Auch VR-Anwendungen wird aufgrund der möglichen Handlungsmanipulation innerhalb des digitalen Settings eine hohe Authentizität zugesprochen (Kavanagh et al., 2017). Bei der Authentizitätsbewertung gilt es jedoch zu prüfen, ob sich das Authentizitätspotenzial auf die Handlung selbst oder auf die Abbildung der Handlung oder der Umwelt bezieht. Eine hohe Authentizität ist dabei nicht zwingend an eine möglichst realistisch gestaltete Lernumgebung gebunden (Schwan & Buder, 2006). Da VR-Handlungen zwar Handlungsmanipulationen ermöglichen und daraus hohes authentisches Potenzial resultiert (Neumann et al., 2018), sie jedoch überwiegend in einer künstlich programmierten Umwelt stattfinden (Bäder & Kasper, 2020), besteht das Authentizitätspotenzial der 360°-Videoabbildung insbesondere in der authentischen Abbildung von realen Umwelten und aufgenommenen Handlungen. Dieses Potenzial wird in beiden systematischen Literaturübersichten (**Artikel 1 & 2**) bestätigt (Kittel et al., 2020; Lanzieri et al., 2021; Panchuk et al., 2018).

Technikschulung

Herkömmliche Videotechnologie wird zur Veranschaulichung und Demonstration für den prozeduralen Wissenserwerb eingesetzt, um beispielsweise im Rahmen von Erklärvideos und Tutorials Möglichkeiten zur Problemlösung aufzuzeigen (Findeisen et al., 2019). Unter dem Aspekt der Wissensvermittlung lassen sich auch Sporttechniken mit Hilfe von Videotechnologie aneignen, die als optimal eingestufte Bewegungen demonstriert werden und sich durch Observation und Nachahmung erlernen lassen (Fischer & Krombholz,

2020). Sowohl in der fachunspezifischen (**Artikel 1**) als auch in der sportspezifischen systematischen Literaturübersicht (**Artikel 2**) werden 360°-Videos für den prozeduralen Wissenserwerb eingesetzt und der mehrperspektivische Rundumblick um die 360°-Videokamera herum genutzt (Barsom et al., 2020; Gänsluckner et al., 2017). Durch den mehrperspektivischen Rundumblick lassen sich sowohl synchrone als auch konsekutive Arbeits- und Trainingsschritte im 360°-Video abbilden und demonstrieren, die durch Observation erlernbar sind. Das entwickelte methodisch-didaktische 360°-Videotrainingskonzept geht dabei noch einen Schritt weiter und bezieht den Immersionseffekt zur Technikaneignung mit ein (**Artikel 3, 4 & 5**). Mit der Betrachtung durch ein immersives Wiedergabemedium, welches die Blickrichtungssteuerung per Kopfbewegung und damit frei bewegliche Extremitäten ermöglicht, lassen sich 360°-Videos auch nutzen, um demonstrierte Techniken nachzuahmen und selbstständig grobkoordinativ anzueignen.

Ressourceneinsatz und Gestaltungsaufwand

In Anbetracht der Empfehlungen des M-iVR-L-Modells von Mulders (2022) zur Kosten-Nutzen-Abwägung in der Gestaltung digitaler Lehr-Lern-Materialien weisen 360°-Videos insbesondere gegenüber herkömmlicher Videotechnologie und VR-Anwendungen hohes Potenzial im ressourcenschonenden Umgang und Gestaltungsprozess auf. Im Gegensatz zu VR-Anwendungen, die zwar eine erhöhte Interaktion durch Handlungsmanipulationen ermöglichen, erfordert der Gestaltungsprozess von 360°-Videos als spezifisches Videoformat keine Programmierkenntnisse. Während keine signifikanten Unterschiede in der Technologieakzeptanz zwischen 360°-Videos und herkömmlicher Videotechnologie vorliegen (**Artikel 6**), ist eine Tendenz der Lernenden und Trainierenden zu 360°-Videos als zukünftige visuelle Trainingsunterstützung gegeben. In Zusammenhang mit dem unterschiedlichen Ressourceneinsatz von lediglich explorativen 360°-Videoaufnahmen im Vergleich zu professionellen Studioaufnahmen für hochwertige Trainingsvideos rechtfertigt der bewertete Mehrwert der Technologieakzeptanz eher einen zukünftigen 360°-Videoeinsatz. Auch wenn die kritisierte 360°-Videoqualität in der Potenzialbewertung zu berücksichtigen ist (**Artikel 7**), überwiegt in beiden Studien die positive Bewertung der 360°-Videotechnologie als visuelle Trainingsunterstützung.

4) Welche vorhandenen methodisch-didaktischen Lehr-Lern- und Trainingskonzepte existieren zum Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument?

Die Analyse sowohl der unspezifischen (**Artikel 1**) als auch der sportspezifischen systematischen Übersichtsarbeit (**Artikel 2**) bestätigt ein Forschungsdesiderat für spezifische methodisch-didaktische 360°-Video-Lehr-Lern- und Trainingskonzepte (Feurstein & Neumann, 2022). Der Großteil der identifizierten Studien beider Übersichtsarbeiten

beschränkt sich im 360°-Videoeinsatz auf Beobachtungs- und Reflexionsprozesse, die jedoch nicht nach einem speziell für einen 360°-Videoeinsatz entwickelten methodisch-didaktischen Konzept erfolgen. Die in der Literatur bisher verwendeten 360°-Video-Lehr-Lern- und Trainingseinheiten berücksichtigen zwar verschiedene lerntheoretische Überlegungen, die insbesondere zur Vorbeugung einer kognitiven Überforderung die Notwendigkeit einer Segmentierung von Arbeitsschritten in immersiven Lehr-Lern-Anwendungen betonen (Kerres et al., 2022), jedoch eine lerntheoretisch-begründete Verwendung mit einem entsprechenden methodisch-didaktischen Lehr-Lern-Konzept für 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument ist vakant. Für VR-Anwendungen als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument gelten dagegen insbesondere konstruktivistische (Schwan & Buder, 2006), experimentelle (Mystakidis & Lympouridis, 2023) und spielerische Lernansätze (Wiesche et al., 2023) als geeignet. Werden 360°-Videos als spezifisches Videoformat klassifiziert, welches die Eigenschaften herkömmlicher Videotechnologie durch die Potenziale von VR-Anwendungen und technischen Möglichkeiten erweitert, so lassen sich zum einen bereits etablierte lerntheoretische Modelle wie beobachtende und konstruktivistische Lernansätze mit 360°-Videos umsetzen, zum anderen Lernansätze und Gestaltungsrichtlinien wie das CAMIL-Modell (Makransky & Petersen, 2021) oder das M-iVR-L-Modell (Mulders, 2022) für immersive Lehr-Lern-Anwendungen auf 360°-Videos transferieren. Das entwickelte 360°-Video-trainingskonzept (**Artikel 3, 4 & 5**), welches auf den Gestaltungsrichtlinien des M-iVR-L-Modells nach Mulders (2022) für VR-Anwendungen beruht und auf die 360°-Video-technologie transferiert, basiert dabei grundlegend auf dem Modelllernen durch Beobachtung und Nachahmung (Bandura et al., 1966), welches als praxisorientiertes 360°-Video die Bewegungsabläufe in den ersten beiden Arbeitsschritten demonstriert (Feurstein & Neumann, 2022), jedoch auch als immersives 360°-Video im dritten und vierten Schritt auf die gefühlte Teilhabe in einer digitalen Trainingsgruppe abzielt. Während die beiden Studien zur Technologieakzeptanz (**Artikel 6**) und subjektiven Potenzialbewertung (**Artikel 7**) als Lehr-Lern-Ziel die selbstständige Bewegungs-aneignung mit Hilfe visueller Trainingsunterstützung durch 360°-Videos beinhalten, ermöglicht der frei wählbare, mehrperspektivische Rundumblick der 360°-Video-kamera auch die 360°-Videoverwendung für entdeckende Lernprozesse, die sich für einen gegenseitigen Austausch als sogenanntes Social Video Learning ebenfalls nutzen lassen (Hebbel-Seeger & Vohle, 2022) und eine differenzierte Bewegungs-analyse aus unterschiedlichen Beobachtungsperspektiven ermöglichen.

Das entwickelte methodisch-didaktische 360°-Videotrainingskonzept (**Artikel 3, 4 & 5**) berücksichtigt neben der lerntheoretischen Einordnung auch die auf unterschiedlichen Lernphasen basierende organisatorische Einbettung in den Unterrichts- und

Trainingsverlauf. Dabei wird die Idee einer zeitoptimierten Praxisphase im Flipped-Classroom-Ansatz zur Orientierung genutzt, um die knapp bemessene Bewegungszeit im Sportunterricht oder Training zur Übung und Verfeinerung zu nutzen und dafür notwendige (mögliche) Vorkenntnisse bereits in Selbstlernphasen zu vermitteln (Rudloff, 2017). Die zeit- und ortsungebundene Verfügbarkeit eines digitalen (immersiven) Trainingssettings zur Selbstlernphase ermöglicht die individuelle Organisation von Lern- und Trainingsprozessen durch den Lernenden (Düking et al., 2018) und das grobkoordinative Kennenlernen von Bewegungen. Dabei lassen sich die 360°-Videos für die selbstständige Lernphase zur Förderung des Bewegungsverständnisses mit Interaktionen durch interaktive Softwareprogramme anreichern und beispielsweise digitale Beobachtungsaufgaben für Reflexionsprozesse integrieren (**Artikel 3**).

5) Welche Nutzen werden 360°-Videos zur selbstständigen Aneignung von Bewegungen im Vergleich zur herkömmlichen Videotechnologie zugesprochen?

Aus den identifizierten Potenzialen der beiden systematischen Übersichtsarbeiten (**Artikel 1 & 2**) und insbesondere aus den Ergebnissen beider Studien zur Technologieakzeptanz (**Artikel 6**) und subjektiven Potenzialbewertung (**Artikel 7**) der 360°-Videotechnologie lassen sich mehrperspektivische Beobachtungsnutzen ableiten, die eine selbstständige Bewegungsaneignung unterstützen. Als spezifisches Videoformat greift die 360°-Videotechnologie die bereits etablierten Nutzen des herkömmlichen Videoeinsatzes als Repräsentationsmedium von optimal klassifizierten Bewegungen oder als Reflexionsinstrument (Fischer & Krombholz, 2020) auf, erweitert diese Nutzen jedoch um die individuell kontrollierbare, mehrperspektivische 360°-Videokamerarundumsicht. Dadurch lassen sich im Sinne eines erweiterten observativen Trainings (ebd.) Bewegungen aus unterschiedlichen Perspektiven und Körperachsen betrachten (**Artikel 3, 4, 6, 7 & 5**), die insbesondere bei herkömmlichen Videos aufgrund eines vordefinierten Kamerablickwinkels sowie der Bildschirmbegrenzung nicht möglich sind (Howahl et al., 2021). Auch wenn eine frei wählbare 360°-Rundumsicht um das zu beobachtende Objekt wie bei einer 360°-Bewegungsanalyse (Wirth & Büning, 2021) in den 360°-Videoaufnahmen nicht möglich ist, lassen sich dennoch mit einer spezifischen 360°-Videoaufnahmegestaltung die demonstrierten Bewegungen (jedoch von mehreren Objekten) aus einer Frontal- oder Sagittalebene betrachten und ermöglichen dadurch eine individuell wählbare Beobachtungsperspektive auf die demonstrierten Bewegungen, die für die Bewegungsaneignung durch Beobachtung und Nachahmung notwendig ist (Büning & Wirth, 2020). Dieser Nutzen wird sowohl in der Studie zur Technologieakzeptanz (**Artikel 6**) als auch in der Studie zur subjektiven Potenzialbewertung (**Artikel 7**) deutlich positiv bewertet.

Wird dabei zusätzlich der gestalterische oder technische Aufwand berücksichtigt, so lässt sich mit 360°-Videos, wenn auch im Vergleich mit hochwertigen 360°-Bewegungsanalysesystemen wie zum Beispiel dem Pythagoras-360°-Echtzeit-Bewegungsanalyse-system (Wirth & Büning, 2021), eine praxistaugliche mehrperspektivische Bewegungsanalyse in abgeschwächter Form zur selbstständigen Bewegungsaneignung durch eine frei wählbare Observations-perspektive nutzen. Eine lediglich „passive Rolle der Rezipientinnen und Rezipienten“ (ebd.) wie bei der Nutzung von herkömmlichen Videos ist damit nicht gegeben. Im Vergleich zu herkömmlichen Videos und deren geringeren Interaktionsmöglichkeiten bieten 360°-Videos aufgrund der individuell steuerbaren Kamera-perspektive eine aktive Auseinandersetzung mit dem Lern- und Trainingsmaterial.

Durch eine gezielte methodisch-didaktische Konzipierung von 360°-Video-Lehr-Lern- und Trainingseinheiten lassen sich unter Hinzuziehung von HMDs und VR-Brillen auch Immersionseffekte bei 360°-Videos zur selbstständigen grobkoordinativen Bewegungsaneignung durch Nachahmung nutzen (**Artikel 3, 4 & 5**). Dies deckt sich mit den Empfehlungen von Wirth und Büning (2021), die für eine erfolgreiche Bewegungsaneignung eine motorische Praxiserfahrung als notwendig erachten. In einem immersiven, digitalen Trainingssetting im Rahmen eines Flipped-Classroom-Ansatzes lassen sich demonstrierte Bewegungen mit Hilfe von 360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung nicht nur beobachten und rezipieren, sondern auch motorisch erlebbar machen und nach der selbstständigen grobkoordinativen Aneignung in einer Präsenzphase verfeinern und reflektieren. Mit dem Einsatz von 360°-Videos und immersiven Wiedergabemedien lässt sich auch der Immersionseffekt für ein gefühlte Teilhabe innerhalb einer digitalen Trainingsgruppe nutzen, der bereits als wesentliches Potenzial von VR-Anwendungen im Sport gilt (Wendeborn, 2021)

5.9 Limitationen

Beide Literaturübersichten (**Artikel 1 & 2**) konnten eine fehlende eindeutige Definition von 360°-Videos (Kavanagh et al., 2017) und deren Medienzuordnung zu Extended Reality (Gossel, 2022), Virtual Reality (Bäder & Kasper, 2020; Wesner et al., 2020; Windscheid & Rauterberg, 2022) oder als spezifisches Videoformat (Hebbel-Seeger, 2018) bestätigen. Diese fehlende eindeutige Begriffsverwendung für 360°-Videos, zum Beispiel bezeichnet als „VR-Videos“ (Han et al., 2022), „VR-passiv“ (Piccione et al., 2019), „360°-VR“ (Lindsay et al., 2023) „360° virtual environment“ (Farley et al., 2020) oder „spherical video-based VR“ (Chang et al., 2020), erschwerten die umfassende Literaturrecherche innerhalb der beiden Übersichtsarbeiten. Durch die zunächst durchgeführte Analyse von Artikeltitel und -zusammenfassung konnte das in den Artikeln vorhandene Medienformat nicht immer eindeutig der 360°-Videothematik zugeordnet werden, sodass nicht auszuschließen ist, dass mögliche relevante Artikel aufgrund unterschiedlicher begrifflicher Verwendungen und mangelnder Beschreibung ausgeschlossen wurden. Für die zukünftige wissenschaftliche Auseinandersetzung ist den Ausführungen von Roche et al. (2021) und Windscheid und Rauterberg (2022) zuzustimmen, dass 360°-Videos als spezifisches Videoformat in eindeutiger Abgrenzung zu VR zu definieren sind.

Das relativ junge Forschungsfeld zu 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium (Windscheid & Gold, 2022) konnte durch die Ergebnisse der beiden systematischen Literaturübersichten (**Artikel 1 & 2**) bestätigt werden. Während VR-Anwendungen als Lehr-Lern-Medium zwar ebenfalls ein junges Forschungsfeld im (hoch-)schulischen Kontext darstellen (Lipinski et al., 2020), deren Nutzen, Potenziale und Lehr-Lern-Erfolge jedoch im Gegensatz zu 360°-Videos bereits differenzierter diskutiert werden (Pellas et al., 2020, 2021), reicht die bisherige, eher als explorativ zu bewertende Studienlage zu 360°-Videos (Ranieri et al., 2022) für evidenzbasierte Aussagen beispielsweise zum Lernerfolg nicht aus (Gold & Windscheid, 2022), obwohl die abgeleiteten Stärken und Einsatzmöglichkeiten aus bisherigen Übersichtsarbeiten (Pirker & Dengel, 2021) und SWOT-Analysen (Roche et al., 2021) breitgefächerte Forschungsvorschläge unterbreiten.

In Anbetracht des Anfertigungszeitraums der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation konnte nur die interaktionszentrierte Aufnahmegestaltung (Meinert & Tuma, 2022) des entwickelten methodisch-didaktischen 360°-Videotrainingkonzepts (**Artikel 3, 4 & 5**) auf Technologieakzeptanz (**Artikel 6**) und subjektive Potenzialbewertung (**Artikel 7**) evaluiert werden. Die bewegungsdemonstrierenden Personen platzierten sich innerhalb der 360°-Videos in einer Rauten-Formation. In dieser Formation lassen sich mehrperspektivische Beobachtungsmöglichkeiten von Bewegungen gestalten, deren

Potenziale auch erkannt wurden (**Artikel 6 & 7**). Dennoch können keine evidenzbasierten Aussagen über den tatsächlichen Lern- und Trainingserfolg der selbstständigen Bewegungsaneignung gemacht werden.

Im Vergleich mit herkömmlichen Trainingsvideos wurden die eingesetzten 360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung mindestens gleichwertig positiv mit leichten zukünftigen Nutzentendenzen bewertet (**Artikel 6**), auch wenn aufgrund der nichtsignifikanten Ergebnisse und der geringen Effektgröße keine eindeutigen Aussagen zur unterschiedlichen Nutzenbewertung beider Videoformate getroffen werden können. Dennoch ist ein Trend in der zukünftigen Videonutzung hin zum 360°-Videoformat erkennbar. Es gilt kritisch festzuhalten, dass sich beide Videoformate in ihrer Videoqualität deutlich unterscheiden. Da die herkömmlichen Videoaufnahmen hochprofessionell in einer Studioumgebung für kommerzielle Zwecke erstellt wurden, war es sowohl aus zeitlichen als auch aus finanziellen Gründen nicht möglich, die eingesetzten 360°-Videoaufnahmen in gleicher Qualität zu gestalten. Dennoch wurden die explorativen 360°-Videos mindestens als ebenbürtig bewertet, was sich insbesondere aufgrund des geringeren Gestaltungsaufwandes als wesentlicher Vorteil von 360°-Videos gegenüber herkömmlicher Videotechnologie bezeichnen lässt

6 Fazit und Ausblick

Die vorliegende publikationsbasierte Dissertation liefert mit der Fokussierung auf die 360°-Videotechnologie eine klare Abgrenzung zur Virtual-Reality-Forschung und ordnet somit die Forschungsergebnisse eindeutig der 360°-Videotechnologie zu. Im Gegensatz zur Vermischung von Forschungsergebnissen zu neueren (immersiven) digitalen Medien durch begriffliche Unklarheiten, Definitionen und Verwendungen bietet die vorliegende publikationsbasierte Dissertation mit eindeutig zuordbaren Ergebnissen eine Orientierung für die zukünftige Verwendung von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument und leistet einen Beitrag zum tieferen Verständnis von Lehr-Lern-Erfahrungen und Trainingsprozessen durch 360°-Videos.

Die beiden systematischen Literaturübersichten konnten zahlreiche Einsatzmöglichkeiten von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument aufzeigen und deren Potenziale zur Gestaltung von Lehr-Lern- und Trainingsprozessen ableiten. Insbesondere die Literaturübersicht zum 360°-Videoeinsatz im Sport, die in dieser Form bis dato auch im internationalen Forschungsbereich nicht durchgeführt wurde, liefert eine systematische Aufarbeitung und Ableitung von 360°-Videotrainingspotenzialen und zeigt zukünftige Einsatzmöglichkeiten und Verwendungszwecke auf.

Sowohl die fachunspezifische als auch die sportspezifische systematische Literaturübersicht konnten für eine zukünftige 360°-Videoverwendung als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument fehlende spezifische methodisch-didaktische Konzepte feststellen, die jedoch für einen erfolgreichen 360°-Videoeinsatz zur Gestaltung und Unterstützung für Lehr-Lern- und Trainingsprozesse notwendig sind. Im Zuge der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation konnte auf Basis der identifizierten Potenziale aus den beiden systematischen Literaturübersichten ein methodisch-didaktisches 360°-Videotrainingkonzept entwickelt und vorgestellt werden, welches sowohl lerntheoretische Ansätze als auch (immersive) multimediale Gestaltungsrichtlinien berücksichtigt. Das entwickelte methodisch-didaktische 360°-Videotrainingkonzept liefert eine erste Idee und möglicherweise Orientierung für die Entwicklung weiterer methodisch-didaktischer Konzepte sowohl im Bildungsbereich als auch speziell für den Sport.

Insbesondere das mehrperspektivische Observationspotenzial der 360°-Video-technologie wurde für die selbstständige Bewegungsaneignung mit visueller Trainingsunterstützung in den beiden Studien genutzt und auf die Technologieakzeptanz und subjektive Potenzialbewertung untersucht. Sowohl die Technologieakzeptanz als auch die subjektive

Potenzialbewertung weisen hohe Zustimmungswerte der Probanden für einen zukünftigen Technologieeinsatz von 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument auf. Mit Fokus auf das Sportfeld konnten beide explorative Studien die identifizierten und abgeleiteten Potenziale der beiden systematischen Übersichtsarbeiten aus Anwender*innen-Sicht bestätigen. Dadurch lassen sich zukünftige Forschungsvorhaben zu 360°-Videos im Sport- und Bildungsbereich auch mit dem identifizierten hohen Technologieinteresse und der positiven Potenzialbewertung begründen.

Das entwickelte methodisch-didaktische 360°-Videotrainingkonzept innerhalb der vorliegenden publikationsbasierten Dissertation konzentriert sich auf vordefinierte Bewegungsabfolgen und Choreografien. Dennoch wurde die darin enthaltene spezifische 360°-Videoaufnahmegestaltung auch für eine selbstständige Bewegungsaneignung von Fitnessübungen übernommen. Die Position der 360°-Videokamera ist ein identifizierter zentraler Faktor bei der Erstellung von 360°-Videos. Einerseits lässt sich mit einer totaldistanzierten 360°-Videokameraposition der Blick von außen auf ein Geschehen abbilden, andererseits ermöglicht eine interaktionszentrierte Kameraposition einen Rundumblick innerhalb eines Geschehens selbst (Meinert & Tuma, 2022). Als dritte Variante lässt sich eine unterschiedliche Wirkung der Kameraposition aus der Ich-Perspektive oder aus der Dritten-Person-Perspektive vermuten. Für den erfolgreichen Transfer eines 360°-Videoeinsatzes sowohl unter Berücksichtigung differenzierter Lehr-Lern-Ziele als auch zur unterschiedlichen Potenzialnutzung ist eine unterschiedliche Kameraposition für unterschiedliche Fachdisziplinen und Sportarten ratsam.

Mit den aufgezeigten Einsatzbereichen und Potenzialen und den Transfer-möglichkeiten des entwickelten methodisch-didaktischen 360°-Videotrainingkonzepts leistet die vorliegende publikationsbasierte Dissertation auch einen Beitrag zur Digitalisierung von Bildung und sportlichen Trainingsmöglichkeiten. Zukünftig gilt es jedoch, die Lehr-Lern- und Trainingsprozesse durch einen 360°-Videoeinsatz zu überprüfen. Die wenigen Studien zeigen zwar positive Tendenzen im Lern- und Trainingserfolg, eindeutige evidenzbasierte Aussagen zum Lernerfolg durch 360°-Videos fehlen jedoch bisher.

Neben der fehlenden Evidenz für erfolgreiche Lehr-Lern-Prozesse und Trainingsfortschritte gilt es auch mögliche negative Begleiterscheinungen immersiver Technologien wie zum Beispiel „motion sickness“ oder kognitive Überlastung für einen erfolgreichen 360°-Videoeinsatz als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument zu überprüfen.

Zusammengefasst konnte die vorliegende publikationsbasierte Dissertation eindeutig zuordbare Potenziale der 360°-Videotechnologie für Bildungs- und Trainingsprozesse

aufzeigen. Das bereits von herkömmlicher Videotechnologie bekannte Observations-potenzial wurde um einen mehrperspektivischen Rundumblick bei 360°-Videos erweitert und, kombiniert mit dem Immersionspotenzial, in einem eigens entwickelten methodisch-didaktischen Konzept aufgegriffen und anhand zweier Einsatz-möglichkeiten im Sport, für choreografisches Bewegungslernen und zur Bewegungsaneignung von Fitnessbewegungen, positiv auf die Technologieakzeptanz und subjektive Nutzenbewertung evaluiert. Zudem gilt es festzuhalten, dass sich weitere Potenziale der 360°-Videotechnologie durch (noch) zu entwickelnde methodisch-didaktische 360°-Video-Lehr-Lern-Konzepte zukünftig nutzen lassen, deren Lehr-Lern- und Trainingserfolg jedoch noch zu evaluieren ist. Ebenfalls lassen sich technologische Schwerpunkte, wie zum Beispiel die eingesetzte 360°-Video-kameraposition oder auch mögliche Begleiterscheinungen wie „motion sickness“, in zukünftiger Forschung zu 360°-Videos als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument thematisieren.

Die vorliegende publikationsbasierte Dissertation hat hierfür eine Grundlage geliefert, um die 360°-Videotechnologie als zukünftiges, ressourcenschonendes Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument erfolgreich zu etablieren. Bis dahin ist es jedoch noch ein langer Weg und viel Überzeugungsarbeit ist bei Sportlehrkräften und Trainer*innen noch zu leisten.

"Holzhacken ist deshalb so beliebt, weil man bei dieser Tätigkeit den Erfolg sofort sieht"
(Albert Einstein, zitiert nach Eißler-Rauh, 2005, S. 33).

7 Literatur

Bandura, A., Grusec, J. E., & Menlove, F. L. (1966). Observational Learning as a Function of Symbolization and Incentive Set. *Child Development*, 37(3), 499.

<https://doi.org/10.2307/1126674>

Barnidge, M., Sherrill, L. A., Kim, B., Cooks, E., Deavours, D., Viehouser, M., Broussard, R., & Zhang, J. (2022). The effects of virtual reality news on learning about climate change. *Mass Communication and Society*, 25(1), 1–24.

<https://doi.org/10.1080/15205436.2021.1925300>

Barsom, E. Z., Duijm, R. D., Dusseljee-Peute, L. W. P., Landman-van der Boom, E. B., van Lieshout, E. J., Jaspers, M. W., & Schijven, M. P. (2020). Cardiopulmonary resuscitation training for high school students using an immersive 360-degree virtual reality environment. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2050–206.

<http://dx.doi.org/10.1111/bjet.13025>

Bäder, J. & Kasper, M.-A., (2020). E-Learning-Tools: Technische Möglichkeiten und deren Einfluss auf didaktische Entscheidungen. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S.131-158). Springer VS.

Bird, J. (2019). The use of virtual reality head-mounted displays within applied sport psychology. *Journal of Sport Psychology in Action*, 11(2), 115–128.

<https://doi.org/10.1080/21520704.2018.1563573>

Bird, J., Karageorghis, C., Baker, S., & Brookes, D. (2019). Effects of music, video, and 360-degree video on cycle ergometer exercise at the ventilatory threshold. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 29(8), 1161-1173. <https://doi.org/10.1111/sms.13453>

Boda, P. A., & Brown, B. (2020a). Priming urban learners' attitudes toward the relevancy of science: A mixed-methods study testing the importance of context. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(4), 567–596. <https://doi.org/10.1002/tea.21604>

Boda, P. A., & Brown, B. (2020b). Designing for relationality in virtual reality: Context-specific learning as a primer for content relevancy. *Journal of Science Education and Technology*, 29(5), 691–702. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09849-1>

Boyer, S., Rochat, N., & Rix-Lièvre, G. (2023). Uses of 360° video in referees' reflectivity training: Possibilities and limitations. *Frontiers in Psychology*, 14, 1068396.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1068396>

Börner, C., Schaarschmidt, N., Meschzan, T. & Frin, S. (2016). Innovation in der Lehre – Sind Videos im Hochschulalltag angekommen. In J. Wachtler, H.-P. Steinbacher, O. Gröbinger, ... & C. Freisleben-Teutscher (Hrsg.), *Digitale Medien: Zusammenarbeit in der Bildung* (S. 258-263). Waxmann.

Brouwer, N. (2014). Was lernen Lehrpersonen durch die Arbeit mit Videos? Ergebnisse eines Dezenniums empirischer Forschung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung* 32(2), 176-195. <https://doi.org/10.25656/01:13864>

Büning, C. & Wirth, C. (2020). Multimediales selbstreguliertes Lernen im Lehramtsstudium Sport am Beispiel der Pythagoras 360° Echtzeit-Bewegungsanalyse. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S.69-88). Springer VS.

Chang, S. C., Hsu, T. C., Chen, Y. N., & Jong, M. S. Y. (2020). The effects of spherical video-based virtual reality implementation on students' natural science learning effectiveness. *Interactive Learning Environments*, 28(7), 915–929.

<https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1548490>

Chen, M. R. A., & Hwang, G. J. (2020). Effects of experiencing authentic contexts on English speaking performances, anxiety and motivation of EFL students with different cognitive styles. *Interactive Learning Environments*, 1–21.

<https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1734626>

Chen, C. H., Hung, H. T., & Yeh, H. C. (2021). Virtual reality in problem-based learning contexts: Effects on the problem-solving performance, vocabulary acquisition and motivation of English language learners. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 851–860. <https://doi.org/10.1111/jcal.12528>

Conzelmann, A., Hänsel, F., & Höner, O. (2013). Individuum und Handeln – Sportpsychologie. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport – Das Lehrbuch für das Sportstudium* (S. 269-335). Springer Spektrum.

Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319. <https://doi.org/10.2307/249008>.

Dober, R. (2019). Medieneinsatz im Sportunterricht. *Sportpraxis*, 9(10), 7-12.

- Döring, N. & Bortz, J. (2016a). Datenerhebung. In N. Döring & J. Bortz (Hrsg.), *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*, (5. Auflage) (S. 321-577). Springer.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016b). Datenaufbereitung. In N. Döring & J. Bortz (Hrsg.), *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*, (5. Auflage) (S. 580-595). Springer.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016c). Datenanalyse. In N. Döring & J. Bortz (Hrsg.), *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*, (5. Auflage) (S. 597-784). Springer.
- Dörner, R., Broll, W., Jung, B., Grimm, P., & Göbel, M. (2019). Einführung in Virtual und Augmented Reality. In R. Dörner, W. Broll, P. Grimm & B. Jung (Hrsg.), *Virtual und Augmented Reality (VR/AR)*, (2. Auflage) (S. 1-42). Springer Vieweg.
- Dörner R., & Steinicke, F. (2019). Wahrnehmungsaspekte von VR. In R. Dörner, W. Broll, P. Grimm & B. Jung (Hrsg.), *Virtual und Augmented Reality (VR/AR)*, (2. Auflage) (S. 43-78). Springer Vieweg.
- Dhimolea, T.K., Kaplan-Rakowski, R. & Lin, L. (2022). A Systematic Review of Re-search on High-Immersion Virtual Reality for Language Learning. *TechTrends*, 1-15.
<https://doi.org/10.1007/s11528-022-00717-w>
- Düking, P., Holmberg, H. C., & Sperlich, B. (2018). The potential usefulness of virtual reality systems for athletes: a short SWOT analysis. *Frontiers in Physiology*, 128.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00128>
- Eißler-Rauh, D. (2005). *Erfolg. Zitate*. Books on Demand GmbH.
- Farley, O.R.L., Spencer, K. & Baudinet, L. (2020). Virtual reality in sports coaching, skill acquisition and application to surfing: A review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(3), 535-548. <https://doi.org/10.14198/jhse.2020.153.06>
- Faure, C., Limballe, A., Bideau, B., & Kulpa, R. (2019). Virtual reality to assess and train team ball sports performance: A scoping review. *Journal of sports Sciences*, 38(2), 192-205. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1689807>
- Ferdig, R. E., & Kosko, K. W. (2020). Implementing 360 video to increase immersion, perceptual capacity, and teacher noticing. *TechTrends*, 64(6), 849–859.
<https://doi.org/10.1007/s11528-020-00522-3>

Feurstein, M., & Neumann, G. (2022). Ein konzeptionelles Modell zur Gestaltung von 360°-Video Lehr-Lernszenarien im Kontext der Hochschullehre. In J. Windscheid & B. Gold (Hrsg.), *360°-Videos in der empirischen Sozialforschung* (S. 65-101). Springer Fachmedien.

Findeisen, S., Horn, S., & Seifried, J. (2019). Lernen durch Videos – Empirische Befunde zur Gestaltung von Erklärvideos. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 16-36. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2019.10.01.X>

Fischer, B., & Krombholz, A. (2020). Videoeinsatz beim Lernen sportlicher Techniken. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S. 13-27). Springer VS.

Fischer, B., & Paul, A. (2020). Digitale Medien: Instrumente und Gegenstand von Lehr-Lernprozessen in der universitären SportlehrerInnenbildung. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S. 3-10). Springer VS.

Fröhlich, M., Mayerl, J., & Pieter, A. (2022). Sportwissenschaft: Methodologie und Methoden. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Grundlagen von Sport und Sportwissenschaft* (S. 77-93). Springer Spektrum.

Gaudin, C., & Chaliès, S. (2015). Video viewing in teacher education and professional development: A literature review. *Educational Research Review*, 16, 41-67. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.06.001>

Gänsluckner, M., Ebner, M., & Kamrat, I. (2017). 360 Degree Videos within a Climbing MOOC. In International Association for Development of the Information Society (Ed.), *14th International Conference of Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2017)*, 43-50.

Gold, B., & Windscheid, J. (2022). 360°-Videos in der Lehrer*innenbildung – die Rolle des Videotyps und des Beobachtungsschwerpunktes für das Präsenzerleben und die kognitive Belastung. In J. Windscheid & B. Gold (Hrsg.), *360°-Videos in der empirischen Sozialforschung* (S. 165-191). Springer Fachmedien.

Gossel, B. (2022). Technologische Potenziale in sozialwissenschaftlicher Forschung und Lehre. In J. Windscheid & B. Gold (Hrsg.), *360°-Videos in der empirischen Sozialforschung* (S. 9-34). Springer Fachmedien.

Griffin, R., Langlotz, T., & Zollmann, S. (2021). 6dive: 6 degrees-of-freedom immersive video editor. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 676895. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.676895>

- Grimm, P., Broll, W., Herold, R., & Hummel, J. (2019a). VR/AR-Eingabegeräte und Tracking. In R. Dörner, W. Broll, P. Grimm & B. Jung (Hrsg.), *Virtual und Augmented Reality (VR/AR)*, (2. Auflage) (S. 117-162). Springer Vieweg.
- Grimm, P., Broll, W., Herold, R., Reiners, D., & Cruz-Neira., C. (2019b). VR/AR-Ausgabegeräte. In R. Dörner, W. Broll, P. Grimm & B. Jung (Hrsg.), *Virtual und Augmented Reality (VR/AR)*, (2. Auflage) (S. 163-217). Springer Vieweg.
- Grupp, J. (2018). *Shotokan Karate – Technik-Training-Prüfung*, (9. Auflage). Meyer & Meyer.
- Gürtler, J. (2019). *Nur Australien fehlt mir noch*.
- Han, I., Shin, H. S., Ko, Y., & Shin, W. S. (2022). Immersive virtual reality for increasing presence and empathy. *Journal of Computer Assisted Learning*, 53, 229–247. <https://doi.org/10.1111/jcal.12669>
- Hebbel-Seeger, A. (2018). 360-Video in Trainings- und Lernprozessen. In U. Dittler & C. Kreidl (Hrsg.), *Hochschule der Zukunft – Beiträge zur zukunftsorientierten Gestaltung von Hochschulen* (S. 265-290). Springer VS.
- Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2018). Innovative Medientechnologien im Sport – Videodrohnen, 360-Grad-Video und VR-Brillen. In T. Horky, H.-J. Stiehler & T. Schierl (Hrsg.), *Die Digitalisierung des Sports in den Medien* (S. 241–274). Herbert von Halem Verlag.
- Hebbel-Seeger, A., & Vohle, F. (2022). 360°-Video mit Social Video Learning – Forschungsperspektiven sichten und aushandeln. In J. Windscheid & B. Gold (Hrsg.), *360°-Videos in der empirischen Sozialforschung* (S. 145-163). Springer Fachmedien.
- Hjort, A., Henriksen, K., & Elbæk, L. (2018). Player-Driven Video Analysis to Enhance Reflective Soccer Practice in Talent Development. *International Journal of Game-Based Learning*, 8(2), 29-43. <https://doi.org/10.4018/IJGBL.2018040103>
- Hossner, E.-J., Müller, H., & Voelcker-Rehage, C. (2013). Koordination sportlicher Bewegungen – Sportmotorik. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport – Das Lehrbuch für das Sportstudium* (S. 211-267). Springer Spektrum.
- Hottenrott, K., & Hoos, O. (2013). Sportmotorische Fähigkeiten und sportliche Leistungen – Trainingswissenschaften. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport – Das Lehrbuch für das Sportstudium* (S. 439-501). Springer Spektrum.

Howahl, S., Kaptan, D., & Zühlke, M. (2021). Digitalisierte Tanzbildung im Livestream. In C. Steinberg & B. Bonn (Hrsg.), *Digitalisierung und Sportwissenschaft* (S.163-180). Academia

Huang, H. L., Hwang, G. J., & Chang, C. Y. (2020). Learning to be a writer: A spherical video-based virtual reality approach to supporting descriptive article writing in high school Chinese courses. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1386–1405. <https://doi.org/10.1111/bjet.12893>

Jastrow, F., Greve, S., Thumel, M., Diekhoff, H., & Süßenbach, J. (2022). Digital technology in physical education: a systematic review of research from 2009 to 2020. *German Journal of Exercise and Sport Research*, (52), 504-528. <https://doi.org/10.1007/s12662-022-00848-5>

Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515-1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>

Jong, M. S. Y., Tsai, C. C., Xie, H., & Kwan-Kit Wong, F. (2020). Integrating interactive learner-immersed video-based virtual reality into learning and teaching of physical geography. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2064–2079. <https://doi.org/10.1111/bjet.12947>

Kahlert, T., van de Camp, F., & Stiefelhagen, R. (2015). Learning to Juggle in an Interactive Virtual Reality Environment. In C. Stephanidis (Hrsg.), *International Conference on Human-Computer Interaction* (S. 196-201). Springer.

Kaplan-Rakowski, R., & Gruber, A. (2019). Low-immersion versus high-immersion virtual reality: Definitions, classification, and examples with a foreign language focus. *Proceedings of the Innovation in Language Learning International Conference 2019*, 552–555.

Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of virtual reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85-119.

Kerres, M., Mulders, M., & Buchner, J. (2022). Virtuelle Realität: Immersion als Erlebnisdimension beim Lernen mit visuellen Informationen. *Medienpädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 47, 312-330. <https://doi.org/10.21240/mpaed/47/2022.04.15.X>

- Kittel, A., Larkin, P., Cunningham, I., & Spittle, M. (2020). 360° Virtual Reality: A SWOT Analysis in Comparison to Virtual Reality. *Frontiers in Psychology*, (11). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.563474>
- Kittel, A., Spittle, M., Larkin, P., & Spittle, S. (2023). 360° VR: Application for exercise and sport science education. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 977075. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.977075>
- Kleinknecht, M., & Schneider, J. (2013). What do teachers think and feel when analyzing videos of themselves and other teachers teaching?. *Teaching and Teacher Education*, (33), 13-23. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.02.002>
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung, (4. Auflage)*. Beltz Juventa.
- Lanzieri, N., McAlpin, E., Shilane, D., & Samelson, H. (2021). Virtual reality: An immersive tool for social work students to interact with community environments. *Clinical Social Work Journal*, 49(2), 207–219. <https://doi.org/10.1007/s10615-021-00803-1>
- Lindsay, R., Spittle, S., & Spittle, M. (2023). Skill adaption in sport and movement: Practice design considerations for 360° VR. *Frontiers in Psychology*, 14, 1124530. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1124530>
- Lipinski, K., Schäfer, C., Weber, A.-C., & Wiesche, D. (2020). Virtual Reality Moves – Interdisziplinäre Lehrkonzeption zur Entwicklung einer forschenden Haltung mittels Bewegung in, mit und durch Virtual Reality. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S. 207-229). Springer VS.
- Machi, L. A., & McEvoy, B. T. (2016). *The literature review: Six steps to success, (3. Auflage)*. Corwin.
- Makransky, G., & Petersen, G.B. (2021). The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): a Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. *Educational Psychology Review*, 33, 937-958. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2>
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse, (12. Auflage)*. Beltz Verlag.
- Mechling, H., Effenberg, A.O., & Bös, K. (2010). Bewegungswissenschaftliche Ansätze. In N. Fessler, A. Hummel & G. Stibbe (Hrsg.), *Handbuch Schulsport* (S. 105-121). Hofmann Verlag.

Meinel, K., & Schnabel, G. (2015). Motorisches Lernen. In K. Meinel & G. Schnabel (Hrsg.), *Bewegungslehre – Sportmotorik, (12. Auflage)* (S. 144-211). Meyer & Meyer Verlag.

Meinert, L., & Tuma, R. (2022). 360°-Videoaufnahmen als Daten der Videographie – Zusammenhang von Aufzeichnung, Repräsentation und Forschungsgegenstand. In J. Windscheid & B. Gold (Hrsg.), *360°-Videos in der empirischen Sozialforschung* (S. 35-64). Springer Fachmedien.

Mohd Adnan, A. H., Ya Shak, M. S., Abd Karim, R., Mohd Tahir, M. H., & Mohamad Shah, D. S. (2020). 360-degree videos, VR experiences and the application of Education 4.0 technologies in Malaysia for exposure and immersion. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 5(1), 373–381. <http://dx.doi.org/10.25046/aj050148>

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group*. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of internal medicine*, 151(4), 264-269. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2011). Bevorzugte Report Items für systematische Übersichten und Meta-Analysen: Das PRISMA-Statement. *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 136(08), e9-e15. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1272978>

Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., & Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>

Mödinger, M., Woll, A., & Wagner, I. (2022). Video-based visual feedback to enhance motor learning in physical education—a systematic review. *German Journal of Exercise and Sport Research*, (52), 447-460. <https://doi.org/10.1007/s12662-021-00782-y>

Mulders, M., Buchner, J., & Kerres, M. (2020). A framework for the use of immersive virtual reality in learning environments. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15(24), 208-224. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i24.16615>

Mulders, M. (2022). *Jenseits von Medienvergleichen: Komplexe Zusammenhänge des Lernens in Virtual Reality am Beispiel des Anne Frank VR House*. Doctoral dissertation.

Mystakidis, S., & Lympouridis, V. (2023). Immersive Learning. *Encyclopedia*, 3(2), 396-405. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3020026>

- Neumann, D., Moffitt, R., Thomas, P., Loveday, K., Watling, D., Lombard, C., Antonova, S., & Tremeer, M. (2018). A systematic review of the application of interactive virtual reality to sport. *Virtual Reality*, 22(3), 183-198. <https://doi.org/10.1007/s10055-017-0320-5>
- Noetel, M., Griffith, S., Delaney, O., Sanders, T., Parker, P., del Pozo Cruz, B., & Lonsdale, C. (2021). Video improves learning in higher education: A systematic review. *Review of Educational Research*, 91(2), 204-236. <https://doi.org/10.3102/0034654321990713>
- Opp, K.-D. (2014). *Methodologie der Sozialwissenschaften, (7. Auflage)*. Springer VS.
- Pagé, C., Bernier, P.-M., & Trempe, M. (2019). Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball. *Journal of Sports Science*, 37(21), 2403–2410. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1638193>
- Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players. *Frontiers in Psychology*, (9), 2315. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02315>
- Papaioannou, D., Sutton, A., & Booth, A. (2016). *Systematic approaches to a successful literature review, (2. Auflage)* (S. 1-336). Sage.
- Pellas, C., Dengel, A., & Christopoulos, A. (2020). A Scoping Review of Immersive Virtual Reality in STEM Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(4), 748-761. <https://doi.org/10.1109/TLT.2020.3019405>
- Pellas, N., Mystakidis, S. & Kazanidis, I. (2021). Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A systematic review of the last decade scientific literature. *Virtual Reality*, 25, 835-861. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00489-9>
- Petri, K. & Witte, K. (2018). Anwendung virtueller Realität im Sport. In K. Witte (Hrsg.), *Ausgewählte Themen der Sportmotorik für das weiterführende Studium, (Band 2)* (S. 99-129). Springer Spektrum.
- Petri, K., Emmermacher, P., Masik, S., & Witte, K. (2019a). Comparison of response quality and attack recognition in karate kumite between reality and virtual reality – a pilot study. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, 8(4), 55-63. <https://doi.org/10.26524/ijpefs1946>

Petri, K., Steffen Masik, S., Danneberg, M., Emmermacher, P., & Witte, K. (2019b). Possibilities To Use A Virtual Opponent For Enhancements Of Reactions And Perception Of Young Karate Athletes. *International Journal of Computer Science in Sport*, 18(2), 20-33. <https://doi.org/10.2478/ijcss-2019-0011>

Piccione, J., Collet, J., & de Foe, A. (2019). Virtual Skills training: the role of presence and agency, *Heliyon* 5(11), e02583. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02583>

Pirker, J., & Dengel, A. (2021). The Potential of 360° Virtual Reality Videos and Real VR for Education—A Literature Review. *IEEE computer graphics and applications*, 41(4), 76-89. <https://doi.org/10.1109/MCG.2021.3067999>

Pletz, C., & Zinn, B. (2018). Technologieakzeptanz von virtuellen Lern- und Arbeitsumgebungen in technischen Domänen. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 6(4). <https://doi.org/10.48513/joted.v6i4.143>

Pletz, C., Lemke, M., & Deininger, L. (2020). Technologieakzeptanz des virtuellen Verkaufsrums VR2GO in der Firma ANDREAS STIHL AG & CO. KG. In B. Zinn (Hrsg.), *Virtual, Augmented und Cross Reality in Praxis und Forschung. Technologiebasierte Erfahrungswelten in der beruflichen Aus- und Weiterbildung – Theorie und Anwendung* (S. 257-283). Franz Steiner Verlag.

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

Ranieri, M., Luzzi, D., Cuomo, S., & Bruni, I. (2022). If and how do 360° videos fit into education settings? Results from a scoping review of empirical research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1-21. <https://doi.org/10.1111/jcal.12683>

Rasch, B., Frieese, M., Hofmann, W., & Naumann, E. (2014). Verfahren für Rangdaten. In B. Rasch, M. Frieese, W. Hofmann & E. Naumann (Hrsg.), *Quantitative Methoden 2, (4. Auflage)* (S. 93-110). Springer-Verlag.

Rekik, G., Khacharem, A., Belkhir, Y., Bali, N., & Jarraya, M. (2018). The instructional benefits of dynamic visualizations in the acquisition of basketball tactical actions. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(1), 74-81. <https://doi.org/10.1111/jcal.12312>

- Repetto, C., Di Natale, A. F., Villani, D., Triberti, S., Germagnoli, S., & Riva, G. (2021). The use of immersive 360° videos for foreign language learning: A study on usage and efficacy among high-school students. *Interactive Learning Environments*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1863234>
- Roche, L., Kittel, A., Cunningham, I., & Rolland, C. (2021). 360° video integration in teacher education: a SWOT analysis. *Frontiers in education*, (6). <https://doi.org/10.3389/educ.2021.761176>
- Rogers, E. M. (2002). Diffusion of preventive innovations. *Addictive behaviors*, 27(6), 989–993. [https://doi.org/10.1016/S0306-4603\(02\)00300-3](https://doi.org/10.1016/S0306-4603(02)00300-3)
- Ros, M., Neuwirth, L. S., Ng, S., Debien, B., Molinari, N., Gatto, F., & Lonjon, N. (2021). The effects of an immersive virtual reality application in first person point-of-view (IVRA-FPV) on the learning and generalized performance of a lumbar puncture medical procedure. *Educational Technology Research and Development*, 69(3), 1529–1556. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10003-w>
- Rosendahl, P., & Wagner, I. (2020). Immersive Videotechnologie im Sport. Ein Review über Einsatzmöglichkeiten, Bewertungen und Akzeptanz von 360°-Videos zum Kompetenzerwerb sowie zur Motivationssteigerung innerhalb des Sports. In M. Sprenger, C. Dindorf, S. Defren, B. Steinke, & M. Fröhlich (Hrsg.), *# Sport# Gesundheit# Digital: Der Kongress zu Chancen und Risiken der Digitalisierung in Sport und Gesundheit der Technischen Universität Kaiserslautern*, (S. 208–211). Technische Universität Kaiserslautern.
- Rudloff, C. (2017). Inverted-Classroom-Modell im Fach Bewegung und Sport in der Primarstufenausbildung an der Pädagogischen Hochschule Wien. Eine Design-Based Research-Studie in der Lehrveranstaltung „Leichtathletik“. In C. Igel (Hrsg.), *Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. in Chemnitz* (S. 140–146). Waxmann Verlag. <https://doi.org/10.25656/01:16127>
- Rupp, M. A., Odette, K. L., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Smither, J. A., & McConnell, D. S. (2019). Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360-degree videos. *Computers & Education*, 128, 256–268. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.015>
- Saubier, F. (2017). Lernen mit Videos. Das TIB AV-Portal als Repositorium für offene Lernressourcen. In C. Igel (Hrsg.), *Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. in Chemnitz* (S. 202–208). Waxmann Verlag. <https://doi.org/10.25656/01:16144>

Schmitt, K., & Hanke, U. (2010). Methoden und Medien. In N. Fessler, A. Hummel & G. Stibbe (Hrsg.), *Handbuch Schulsport* (S. 212-226). Hofmann Verlag.

Schnabel, G., Harre, H.-D., & Krug, J. (2014). Wesen und Entwicklung von Hauptfaktoren sportlicher Leistungen. In G. Schnabel, H.-D. Harre & J. Krug (Hrsg.), *Trainingslehre – Trainingswissenschaft, (3. Auflage)* (S. 95-201). Meyer & Meyer Verlag.

Schulmeister, R. (2002). Taxonomie der Interaktivität von Multimedia – Ein Beitrag zur aktuellen Metadaten-Diskussion. *it-Information Technology*, 44(4), 193-199.

Schwan, S., & Buder, J. (2006). Virtuelle Realität und E-Learning. *e-teaching.org, Portalbereich Didaktisches Design*.

Singh, A., Ferry, D., Ramakrishnan, A., & Balasubramanian, S. (2020). Using virtual reality in biomedical engineering education. *Journal of Biomechanical Engineering*, 142(11). <https://doi.org/10.1115/1.4048005>

Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. *Psychology of learning and motivation*, 55, 37-76. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>

Snelson, C., & Hsu, Y.-C. (2020). Educational 360-Degree Videos in Virtual Reality: a Scoping Review. *TechTrends*, (64), 404-412. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00474-3>

Tan, S., Wiebrands, M., O'Halloran, K., & Wignell, P. (2020). Analysing student engagement with 360-degree videos through multimodal data analytics and user annotations. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(5), 593–612. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1835708>

Tartaglia, F. (2010). *Shôtôkan-Kata bis zum Schwarzgurt, (9. Auflage)*. Spectra – Design & Verlag.

Tauber, A., Levonis, S., & Schweiker, S. (2022). Gamified Virtual Laboratory Experience for In-Person and Distance Students. *J. Chem. Educ*, 99, 1183-1189. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00642>

Theelen, H., van den Beemt, A., & den Brok, P. (2020). Enhancing authentic learning experiences in teacher education through 360-degree videos and theoretical lectures: reducing preservice teachers' anxiety. *European Journal of Teacher Education*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1827392>

- Vallade, J. I., Kaufmann, R., Frisby, B. N., & Martin, J. C. (2021). Technology acceptance model: Investigating students' intentions toward adoption of immersive 360 videos for public speaking rehearsals. *Communication Education, 70*(2), 127–145. <https://doi.org/10.1080/03634523.2020.1791351>
- Venkatesh, V., Morris, B., Davis, G. G., & Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly, 27* (3), 425. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Vohle, F. (2016). Social Video Learning. Eine didaktische Zäsur. In A.-W. Scheer & C. Wahter (Hrsg.), *Digitale Bildungslandschaften* (S. 175-185). IMC.
- Wedewardt, C. (2019). *Das Heian Kata Bunkai Phänomen*. BoD – Books on Demand.
- Wendeborn, T. (2019). Digitalisierung als (weiteres) Themenfeld für die Sportpraxis? *Sportpraxis, 9*(10), 4-6.
- Wendeborn, T. (2021). Digitalisierung in der Sportwissenschaft – Den Blick über den Tellerrand wagen. In C. Steinberg & B. Bonn (Hrsg.), *Digitalisierung und Sportwissenschaft* (S. 19-28). Academia.
- Wesner, C., Fischer, B., & Krombholz, A. (2020). Hardware: Technische Voraussetzungen und Möglichkeiten für die Aufnahme und Wiedergabe von sportmotorischen Bewegungsabläufen. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S. 29-41). Springer VS.
- Wiesche, D., Klinge, A., & Przybylka, N. (2023). Eintauchen, Abtauchen und Wiederauftauchen: Fruchtbare Bildungsmomente in Bewegung, Spiel und Sport in Virtuellen Realitäten. In: Balz, E., Bindel, T. (Hrsg.), *Bildungszugänge im Sport. Bildung und Sport, 29*, (S. 97-108). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-38895-9_8
- Wirth, C. & Büning, C. (2021). Zur Bedeutung von Bewegungserfahrung in der digitalen Lehre und ihre Perspektiven. In C. Steinberg & B. Bonn (Hrsg.), *Digitalisierung und Sportwissenschaft* (S.149-161). Academia.
- Windscheid, J., & Gold, B. (2022). Einleitung. In J. Windscheid & B. Gold (Hrsg.), *360°-Videos in der empirischen Sozialforschung* (S. 1-5). Springer Fachmedien.
- Windscheid, J., & Rauterberg, T. (2022). Technische Rahmenbedingungen bei der Produktion von 360°-Videos. In J. Windscheid & B. Gold (Hrsg.), *360°-Videos in der empirischen Sozialforschung* (S. 103-142). Springer Fachmedien.

Witte, K. (2019). Grundlagen der Testtheorie und Testkonstruktion. In K. Witte (Hrsg.), *Angewandte Statistik in der Bewegungswissenschaft (Band3)*, (S. 139-158). Springer Spektrum.

Yang, G., Chen, Y. T., Zheng, X. L., & Hwang, G. J. (2021). From experiencing to expressing: A virtual reality approach to facilitating pupils' descriptive paper writing performance and learning behavior engagement. *British Journal of Educational Technology*, 52(2), 807–823. <https://doi.org/10.1111/bjet.13056>

Zender, R., Buchner, J., Schäfer, C., Wiesche, D., Kelly, K., & Tüshaus, L. (2022). Virtual Reality für Schüler: Innen: Ein «Beipackzettel» für die Durchführung immersiver Lernszenarien im schulischen Kontext. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 47, 26-52. <https://doi.org/10.21240/mpaed/47/2022.04.02.X>

Zühlke, M., Steinberg, C., Rudi, H., & Jenett, F. (2020). #digitanz-lite – Ergebnisse der Begleitforschung zum Einsatz digitaler kreativer Tools im Sportunterricht und deren Bedeutung für die Lehrer*innenbildung. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, ... & D. Schmeinck (Hrsg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung* (S. 71-76). Waxmann Verlag

8 Anhang

Artikel 1 (veröffentlichte Fassung, lizenziert unter Lizenz CC BY 4.0):

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2023). 360° videos in education – A systematic literature review on application areas and future potentials, *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11549-9>

Artikel 2 (veröffentlichte Fassung, genehmigt durch den Verlag):

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2022). 360-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium, *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, 62(2), 135-155.

Artikel 3 (veröffentlichte Fassung, lizenziert unter Lizenz CC BY 4.0):

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2021). 360°-Videos zum Erlernen von Bewegungsmustern – eine Konzeptidee für den Einsatz als Lehr-Lernmedium, *Zeitschrift für Studium und Lehre in der Sportwissenschaft*, 4(3), 38-42.

Artikel 4 (veröffentlichte Fassung, lizenziert unter Lizenz CC BY-NC-ND 3.0):

Rosendahl, P., Klein, M., & Wagner, I. (2022). Immersive training for movement sequences: The use of 360° video technology to provide poomsae training in Taekwondo, *Journal of Physical Education and Sport*, 22(10), 2318 - 2325. <https://doi.org/10.7752/jpes.2022.10295>

Artikel 5 (akzeptierte Manuskriptfassung, genehmigt durch den Verlag):

Rosendahl, P., & Wagner, I. (2023). 360°-Videos für beobachtendes und nachahmendes Kata-Training im Karate, *SportPraxis*.

Artikel 6 (veröffentlichte Fassung, lizenziert unter Lizenz CC BY 4.0):

Rosendahl, P., Müller, M., & Wagner, I. (2024). A 360° video as visual training support for independent movement acquisition—benefit evaluation with the TAM. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s12662-023-00930-6>

Artikel 7 (veröffentlichte Fassung, lizenziert unter Lizenz CC BY-NC-ND 3.0):

Rosendahl, P., Müller, M., & Wagner, I. (2023). 360 videos as a visual training tool—a study on subjective perceptions. *Journal of Physical Education and Sport*, 23(4), 795-801. <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.041>



360° videos in education – A systematic literature review on application areas and future potentials

Philipp Rosendahl¹ · Ingo Wagner¹

Received: 23 March 2022 / Accepted: 20 December 2022
© The Author(s) 2023

Abstract

As a teaching and learning medium, 360° videos offer new teaching-learning experiences. Through the possibility of immersion, individual 360° panoramic images, multi-perspective viewing options and interaction possibilities, they extend the advantages of conventional video technology. To understand the potential of using 360° video technology for educational processes, a systematic literature review analyzed previous scientific articles ($N=44$) about the interdisciplinary use of 360° videos according to PRISMA guidelines. In the systematic literature selection, particular emphasis was placed on the conceptual distinction between virtual reality and 360° videos. By the authors, 360° videos are understood as a specific video format that has characteristics of virtual reality but is to be distinguished from virtual reality by the necessary real recording situation without programmed virtual environments. The results show a use of 360° videos mainly for three teaching-learning purposes: presentation and observation of teaching-learning content, immersive and interactive theory-practice mediation, and external and self-reflection. Combined with the added value of conventional video technology and other immersive technology such as virtual reality, five added value categories for its use as a teaching-learning medium were identified: To increase learning motivation and interest, to learn in authentic and realistic learning scenarios, for immersive and interactive learning experiences, for multi-perspective observation opportunities and for individual learning. These consisted primarily of positive motivational effects for authentic or immersive learning experiences.

Keywords 360° video · Immersive video · VR video · Spherical video · Omnidirectional video · eLearning · Systematic literature review

✉ Philipp Rosendahl
philipp.rosendahl@kit.edu

Ingo Wagner
ingo.wagner@kit.edu

¹ Institute for School Pedagogy and Didactics (ISD), Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe, Germany

1 Introduction

New teaching and learning experiences become possible with 360° videos. While the use of videos in teacher education is already well-established, the further development of video technology allows immersive and interactive applications in education which have a positive impact on motivation in learning processes (Kavanagh et al., 2017). In the past, financial costs and time-consuming systems limited the implementation of high-quality virtual reality and augmented reality applications in education. These barriers can be overcome nowadays due to increasingly cost-effective technology providers (Jensen & Konradsen, 2018) and new video technologies (Kavanagh et al., 2017). In particular, 360° videos provide a low-cost opportunity for video-based teaching (Kavanagh et al., 2016; Roche et al., 2021), which extends the advantages of traditional videos via immersion and multi-perspective reflection. Immersive experiences can now be sustainably implemented in the classroom using 360° videos in combination with desktop PCs, smartphones or even smartphones with low-cost head-mounted-displays such as cardboard.

The confusion and lack of differentiation between the terms 360° videos and virtual reality is addressed by Snelson and Hsu (2020) in their scoping review. Similarly, Roche et al. (2021) argue for a clear conceptual separation, e.g., due to the design process of both applications. They used a SWOT analysis to identify the strengths of 360° videos in teacher education. Ranieri et al. (2022) conducted a scoping review to investigate the uses and potentials of clearly defined 360° videos in education. In their search term, they exclusively used different spellings of the term 360° video. Therefore, it cannot be ruled out that due to the lack of a conceptual distinction between 360° videos and virtual reality in the literature, thematically relevant contributions were not recorded by the authors. In addition, no reference to conventional video technology could be established. However, we see the link to traditional video technology as necessary, as we understand 360° videos as a specific video format and agree with the argumentation of Roche et al. (2021).

Different video techniques and their use in teaching, for example for explanation or viewing classroom videos in teacher education (Gaudin & Chaliès, 2015) have been analyzed until now. We recognize a systematic linking of the educational potentials of conventional video technology with those of 360° videos as well as a sharp differentiation of 360° videos from virtual reality as an important addition to existing reviews (e.g., Pirker & Dengel, 2021; Ranieri et al., 2022; Dhimolea et al., 2022). To avoid future misunderstandings between 360° videos and virtual reality and to clarify the potentials of 360° video technology, we conducted a systematic review of 360° videos in education, building on the scoping reviews by Snelson and Hsu (2020) and Ranieri et al. (2022), as well as the systematic reviews by Kavanagh et al. (2017) and Pirker and Dengel (2021).

2 Definition of terms

The 360° video technology enables the video recording of the real environment with special video cameras (Ranieri et al., 2022). As with conventional video technology, a video image of the real environment is created. The decisive common criterion is the video recording. A 360° video camera records the

environment around it both statically at a fixed point and from a dynamically moving camera position. With 360° videos the user can freely choose his viewing angle in a 360° angle around the camera (Roche et al., 2021). These individually controllable options are called degrees of freedom (DoF). Three-hundred-and-sixty-degree-videos predominantly allow three DoF of rotation on the X, Y and Z axes around the fixed camera point (Griffin, Langlotz & Zollmann, 2021). Thus, the viewing perspective can be freely selected up or down, left or right, or in tilt. By freely choosing the viewing direction, viewers interact with the medium, but the recorded action cannot be manipulated when compared to programmed virtual reality (VR) scenarios (Roche et al., 2021). However, 360° videos can also be viewed via different playback media with different degrees of immersion, thus picking up on an important characteristic of virtual reality: immersion.

Immersion is the feeling of reality in a non-physical world (Ranieri et al., 2022). Different immersive technologies and their definitions complement each other and cannot be completely distinguished (Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019). For example, Pirker and Dengel (2021) distinguish in their systematic literature review between 360° VR-videos and real VR. Pellas et al. (2021) were able to include articles about 360° videos in their systematic review, although they only used the terms "immersive technology" or term variations of VR in their search term.

The definition of VR is not undisputed (Jensen & Konradsen, 2018; Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019). Kavanagh et al. (2017) state a minimum consensus definition of VR is a digital representation of a three-dimensional object and/or environment. Unlike 360° videos, programmed VR applications enable action control in a virtual world. The digital environments and actions are programmed, unlike 360° videos, while 360° videos record real environments and actions. In VR, other control options are offered in addition to action control. Thus, translational movements forward or backward, to the side or up and down are possible (Griffin et al., 2021). Accordingly, six DoF are characteristic for VR applications. The necessary requirements for the creation process of VR applications is thus higher than for 360° videos (Kavanagh et al., 2017).

360° videos and VR can be systematized according to the kinds of media used and their degree of immersion (Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019, Kucher Dhimolea et al., 2022). Low-immersive VR is defined as applications controlled with keyboard or mouse on the desktop, while high-immersive VR is defined as applications controlled with a head-mounted display (HMD), among others.

In general, 360° videos can be viewed or controlled in a low immersive manner on the desktop or in a highly immersive way with head-mounted-displays (HMD) and are also categorized under the term VR (Kucher Dhimolea et al., 2022; Pellas et al., 2020, 2021; Rupp et al., 2016, 2019). On one hand, 360° videos are associated with the medium of video in general due to the recording and sequencing of moving images. On the other hand, it is associated with VR because of its immersive possibilities. We agree with the necessary terminological separation of both technologies proposed by Roche et al. (2021) and define 360° video as a specific video format that combines features of VR with conventional video technology.

3 State of research

In general, digital media present new ways of teaching and learning. Traditional videos already offer extensive possibilities for visualization and reflection in education. Immersive technology offers the opportunity for more authentic learning processes. Due to the classification of 360° videos as a specific video format, conventional videos as a teaching-learning medium will be first analyzed and potentials identified (3.1) followed by an overview of research on immersive technologies such as VR (3.2). For a condensed presentation, primarily reviews were considered. Since 360° videos are considered to be video technology but also exhibit properties of immersive technologies, the potentials that need to be examined in this review are finally derived (3.3).

3.1 Traditional videos in education

Yousef et al. (2014) were able to identify video benefits in process learning in their systematic literature review of video-based learning ($n=76$); in particular to present and visualize content in an attractive and realistic way. However, they were also able to determine no difference in learning success between teaching with videos as compared to other methods. In contrast, Gaudin and Chaliès (2015) identified high motivational potential and authentic presentation possibilities through videos and the advantages they provide in enhancing the perception of teaching situations with reflexive learning processes. Based on their analysis of 255 articles, in a systematic literature review on the use of video in teacher education, videos have advantages in problem-oriented presentations, provide multi-perspectivity to illustrate theoretical and practical content in contrast to text. Noetel et al. (2021) confirmed the potential video has for a more authentic and realistic way of learning. They analyzed the effects of video on learning in higher education with a systematic literature review ($n=105$). As a result, they found strong benefits in the learning process were exhibited through a combination of video learning and traditional learning methods.

3.2 Immersive technology in education

Immersive technology such as VR applications are already used as a teaching-learning medium in higher education contexts, depending on the discipline (Kavanagh et al., 2017). In a systematic literature review, Kavanagh et al. examined 379 papers for their use of VR applications in higher education and their influence on learning motivation. They conclude that VR applications positively influence motivation in the learning process because of their immersive and interactive possibilities. In their systematic literature review ($n=18$), Radianti et al. (2020) also mention the high realistic display capabilities of immersive technologies. VR applications enable interactive and realistic learning experiences based on discovery learning or learning by doing in an authentic and realistic virtual environment (ibid). Pellas et al. (2020) reached similar conclusions in their scoping review ($n=41$). VR allows students to access realistic, high-quality educational resources with authentic simulations

generated by computing devices. Due to the higher sense of authenticity in a realistic virtual environment combined with the interactivity they provide, students favor higher immersive virtual reality applications (Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019). It is assumed the novelty effect cannot be ruled out, because VR applications offer a new way of learning (ibid.). In another systematic review on the use of highly immersive VR in language learning ($n=32$), Dhimolea et al. (2022) found positive effects on motivation and learning engagement as well as on the reduction of speaking anxiety through VR. However, the authors also mentioned the effect sizes were related to both students' experiential use of the technology and technology acceptance. Longer experiences with VR and especially higher levels of immersion have more positive effects on learning outcomes (ibid). Besides the motivational impact of learning process and realistic learning experiences, Jensen and Konradsen (2018) summarized in their review ($n=21$) that VR applications provide protected learning spaces for timeless learning experiences without spatial constraints.

However, the widespread implementation of VR applications as a learning medium is difficult because it requires knowledge in programming and computer science (Kavanagh et al., 2017). The increased resource requirements for VR applications as a learning medium are confirmed by the findings of Jensen and Konradsen (2018). High resource requirements combined with unclear positive impact on learning outcomes lead to low usage of it as a teaching–learning medium (ibid). Radianti et al. (2020) arrive at a similar conclusion. Due to the high technical component of highly immersive VR, mobile VR can be used as a cost-effective alternative for educational processes, as it also provides experiences which are independent of spatial and temporal constraints (Pellas et al., 2020). Similar to Kavanagh et al. (2017), Jensen and Konradsen (2018) suggest the resource-efficient use of 360° videos.

3.3 360° videos in education

Three potentials of 360° videos as a teaching–learning medium were identified in a scoping review by Snelson and Hsu (2020) ($n=12$). They are multi-perspective reflection, increased engagement and motivation. Mohd Adnan et al. (2020) also found a high positive evaluation of 360° videos and VR as a teaching–learning medium in their study ($n=560$) especially for students' learning enjoyment. Independent, repeatable practice time is also mentioned alongside the immersive and interactive possibilities of 360° videos and VR (ibid.). Although VR has great potential for education due to the immersion and interaction it allows, Kavanagh et al. (2016) stated that its implementation is difficult due to its high cost and large quantity of resources it requires. In their case study, they proposed 360° videos as a cost-effective alternative to VR technology. However, the effectiveness of 360° videos as a learning medium still needs to be investigated. Snelson and Hsu (2020) confirm the call for studies on the effectiveness of 360° videos. They note most studies are rather exploratory and make few statements about learning effects, which are seen to greatly differ especially in terms of effectiveness. In their systematic review ($n=64$), Pirker and Dengel (2021) examined the potential of both 360° videos and VR for educational processes. So far, the authors have found increased use in the medical field (28.1%), followed by history

and social studies (12.5%). In general, 360° videos generate interest, especially in STEM subjects, enable discovery learning in different disciplines, and can be viewed with different output media, especially mobile devices (ibid.) The playback media have an influence on the perceived immersion content and thus on the perceived reality and authenticity. Ranieri et al. (2022) confirmed in their scoping review ($n=29$) the positive effects of 360° videos on motivation, attention, information intake, and knowledge transfer. In particular, 360° videos can be used to link theory with practice, illustrate learning content, and develop learning scenarios. However, no clear evidence of a positive effect of 360° videos could be found for pure theory transfer, e.g. in the form of lectures (ibid). In addition to the medical field ($n=8$), 360° videos are also used in teacher education ($n=4$) (ibid). For example, in an exploratory study, Cross et al. (2022) used 360° videos in teacher education to perceive classroom situations. In contrast to conventional videos, the complexity of the classroom can be presented from multiple perspectives in a 360° video. In their SWOT analysis on the use of 360° videos in teacher education, Roche et al. (2021) recognize a high potential for observational learning processes to improve teaching skills, explore teaching situation and reduce anxiety in classroom (ibid). Due to the low resource requirements of 360° videos, 360° videos can be used as a teaching-learning medium. However, despite a clear distinction from VR, the authors also note a that high level of immersion is also possible with HMD (ibid) and that further research is needed on immersive playback media in 360° video.

By using the VR term for 360° videos and systematically categorizing applications according to their immersive content, the potentials of VR and 360° videos are blended. However, it results in the need to specifically investigate the previous uses of 360° videos in order to analyze their potential. Only through comprehensive findings on their potentials can their effectiveness be verified. This systematic literature review is therefore intended to help. The findings of Snelson and Hsu (2020), Pirker and Dengel (2021), Roche et al. (2021), and Ranieri et al. (2022) are combined using a clear conceptual definition of 360° videos and VR and linked to the potential of traditional videos as a teaching-learning medium.

4 Methods

The aim of the review is to analyze areas of application of 360° videos in education and to present and discuss their potential for teaching and learning processes. Because of limited research about 360° videos as an educational medium, we focus on three broad research questions (RQ):

1. Which disciplines can be categorized using 360° videos as a teaching–learning medium?
2. What purposes can be categorized using 360° videos as a teaching–learning medium?
3. What potentials of 360° videos as a teaching–learning medium can be identified or derived from the categorized results?

A systematic literature review will be carried out to examine the areas of application, purposes and potential of using 360° videos as an educational medium. The approaches are based on the PRISMA statement and the recommended protocol (Moher et al., 2015) (Fig. 1).

4.1 Search strategy

The previous reviews of 360° videos in education, which show the state of research, are supplemented by the search with a clear distinction from VR in order to show the potential of 360° videos more clearly. In particular, 360° videos became popular with the technical possibility of 360° videos on social media platforms and video portals between 2015 and 2017 (Ranieri et al., 2022). Roche et al. (2021) noted that 360° videos in teacher education have become more prominent in research, especially from 2018. Therefore, the period of selection in the search is limited to publications from the last 5 years: 2017– May 2022.

In order to obtain many studies of 360° videos as an educational learning medium and ensure quality, only peer reviewed papers in the English language will be included using the Education Resources Information Center (ERIC) and the Academic Search Premier EBSCOhost.

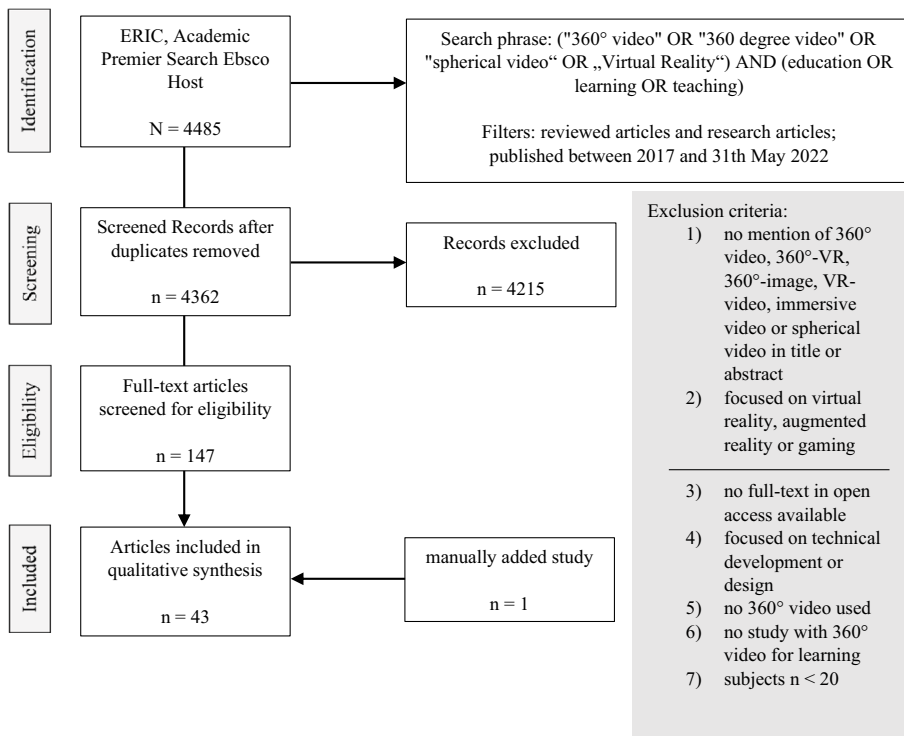


Fig. 1 PRISMA-Flowchart for identification and selection of research articles

4.2 Keywords

The first step to obtain an initial overview of 360° videos in education was to conduct an unsystematic preliminary search of 360° videos on Google Scholar based on a funnel model. An unclear classification of 360° videos into sub-concepts, categories and synonyms emerged, as presented in the previous chapter. Reviews of VR (Dhimolea et al., 2022; Pellas et al., 2020) also address 360° videos. However, we understand 360° videos as a specific video format which has characteristics of VR but is to be distinguished from it due to the creation process or the predominantly limited DoF. The focus of our research was therefore to include only articles which clearly address a use of 360° videos for educational processes. Because it could be expected that only a small selection of relevant contributions would contain the term "360° video" as a single keyword, "Virtual Reality," under which 360° videos can also be categorized due to their lack of a clear definition, was added as a keyword. In addition, other terms such as "spherical videos" were added, which were found during the unsystematic preliminary search. The literature search was extended to the setting of education or teaching and learning purposes in a Boolean search string:

4.3 Data extraction

Using ERIC and Academic Search Premier EBSCO databases between April 2021 and 15 June 2022, a total of 4485 articles were identified. After duplicates were removed, 4362 studies were reviewed for thematic relevance based on their titles and abstracts by two independent coders. By using the additional search term "Virtual Reality", a large number of articles were found, but neither the title nor the abstract showed a thematic match to our exclusive research focus of 360° videos for education. In order to clearly distinguish 360° videos from VR and to prevent conceptual confusion, only articles which clearly used the term 360° video or term synonyms (360° VR, 360° image, VR video, immersive video, spherical video) either in the title or in the abstract were included as potentially relevant articles in our full-text analysis. For a further detailed analysis, articles with full-text availability were required. 147 contributions were considered relevant and analyzed in more detail. Articles that did not apply an empirical study or focused on technical aspects, camera technology, network transmission or the design of 360° videos were excluded. In 57 articles, both coders were able to establish a clear thematic reference to 360° video in the title or abstract. For 69 articles, both coders could not rule out the possibility that it was 360° video on the basis of the title or summary, even though the terms "360° VR", "360° image", "VR video", "immersive video" or "spherical video" were used. One study was added after studying literature references (Mohd Adnan et al. 2020). The verification of the coding agreement of the titles and summaries according to their thematic assignment and relevance by the two coders showed an agreement of 98%. The adjusted reliability estimate with the Cohens-Kappa coefficient was $K=0.81$, which can be classified as a moderate agreement. After the full text analysis, 44 articles (Table 1) could be included in the review as relevant for an overview of areas of use (RQ1) and purposes (RQ2) of 360° videos

in education. Articles using 360° video technology as a teaching-learning medium within a study were evaluated as relevant. To minimize exploratory concept ideas, study relevance was determined with more than 20 subjects. First, included articles were inductively categorized according to the different disciplines and purpose of 360° videos in education. Second, the potentials of 360° video technology for teaching and learning processes are discussed on the basis of the categorized application areas and purposes in connection with the current state of research (RQ3).

5 Results

The focus was initially on identifying individual subject disciplines in order to obtain an overview of the use of 360° videos as a teaching-learning medium. Subsequently, the intended uses of 360° videos were inductively categorized. As per the third research question, the potentials were inductively derived from the analyzed studies.

5.1 Disciplines using 360° videos as a teaching-learning medium

After a numerical count of the frequency of use of 360° videos within different disciplines, the individual studies were divided into different categories depending on their content. After analyzing the 44 articles, the main disciplines that use 360° videos as a teaching-learning medium (RQ 1) are medicine ($n=9$), language ($n=8$), teacher education ($n=7$) and natural science ($n=7$) as shown in Table 1. However, the separation of the individual categories was not always clearly definable. For example, a first-aid course to learn cardiopulmonary resuscitation (Barsom et al., 2020) can be assigned to both the medical category and general education, while traffic education measures (Barić et al., 2020), such as alcohol consumption in road traffic (Ma, 2020), were assigned to the area of general education. Articles with different publication dates or publication media were counted individually, even if their literature indicated that they were the basis of large, comprehensive studies (Boda & Brown, 2020a, b; Ferdig & Kosko, 2020; Kosko et al., 2019; Theelen et al., 2019, 2020a, b).

The language category included all the main topics dealing with language comprehension (e.g., Huang et al., 2020; Repetto et al., 2021), actual speaking and reducing anxiety to speak in front of an audience (e.g., Vallade et al., 2021). Reducing speech anxiety is also addressed with 360° videos in the separate category of teacher education (e.g., Theelen et al., 2020a), where contributions to improving classroom perception were also summarized. Studies using 360° videos in geography (Barnidge et al., 2022; Chang et al., 2020; Jong et al., 2020) were assigned to the natural sciences category to illustrate theory and practice (Boda & Brown, 2020a, b) or to realistically present learning content in authentic environments (Barnidge et al., 2022; Chang et al., 2020; Jong et al., 2020). The authenticity of 360° videos is also used for cross-cultural learning (Chien & Hwang, 2022; Shadiev et al., 2021). In addition, singular disciplines such as history (Calvert & Abadia,

Table 1 Overview of included literature $N=44$

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Mohd Adnan et al. (2020)	Language	Questionnaire and group discussion	$n = 560$	Comparison of subjective experiences between 360° videos, VR and traditional foreign language learning: <ul style="list-style-type: none"> • usefulness • usability • overall impression 	Not mentioned	<ul style="list-style-type: none"> • 360° videos and virtual reality rated as useful learning media, especially the possibility of repeating independent of time and space and controlling the learning rate and cognitive load
Barić et al. (2020)	Driving school	Randomized controlled trial	$n = 274$	Comparison of the effect on attitude towards traffic behavior involving alcohol on the road with 2 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> • 360° video • traditional video 	Reflection	<ul style="list-style-type: none"> • Sense of reality was rated high • Application was rated as immersive by the majority • 360° videos were rated to have an influence on future driving behavior
Barnidge et al. (2022)	Geography	Randomized controlled trial	$n = 134$	Comparison of learning about a report on the effects of climate change in Greenland with 3 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> • VR (360° video+HMD) • 360° video + Desktop • text 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • Subjects rate immersion significantly distinct ($p < .001$), highest for 360° videos + HMD followed by 360° videos + desktop and text • Results show no direct effects of 360° videos + HMD on learning about climate change • 360° videos + HMD and 360° videos + desktop achieve high sense of presence

Table 1 (continued)

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Barsom et al. (2020)	First aid	Randomized controlled trial	$n = 40$	Comparison of learning cardiopulmonary resuscitation with 2 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> • VR (360° video) • traditional video 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • No significant difference in knowledge test scores between 360° videos and traditional videos ($p = .064$) • Significant knowledge increase, highest in 360° video group in pre-post comparison ($p = .035$) • The 360° video group was significantly more successful in adhering to the correct sequence of cardiopulmonary resuscitation steps ($p = .006$) • Both groups feel competent but higher self-confidence was demonstrated in the 360° video group
Boda and Brown (2020a)	Natural science	Randomized controlled trial	$n =$ almost 400 (no exact specification)	Generating interest in science to demonstrate an experiment in an authentic and known environment with 360° video + HMD	Observation with visual cues such as overlaid text	<ul style="list-style-type: none"> • 360° videos enable learning growth and knowledge comprehension by relevance recognition through authentic presentation in familiar contexts (familiar environment) • High theory-practice linkage with 360° videos • 360° videos can increase interest in science due to authenticity in familiar context

Table 1 (continued)

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Boda and Brown (2020b)	Natural science	Randomized controlled trial	$n =$ almost 400 (no exact specification)	Generating interest in science to demonstrate an experiment in an authentic and known environment with 360° video + HMD	Observation with visual cues such as overlaid text	<ul style="list-style-type: none"> • 360° videos enable learning growth and knowledge comprehension by recognition of concept relevance through authentic presentation in familiar contexts (familiar environment) • High theory–practice linkage with 360° videos • 360° videos can increase interest in science due to authenticity in familiar context
Calvert and Abadia (2020)	History	Randomized controlled trial	$n = 79$	Comparison of learning between high school and university students about a World War II military campaign and the life of a soldier with 2 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> • VR • 360° video 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • VR group show significantly higher mean scores for engagement ($p < .001$, $d = 0.74$) sense of presence ($p = .014$, $d = 1.13$) and empathy ($p < .001$, $d = 0.85$) • Almost twice as many university students (80%) had no experience with VR when compared with high school students (47%) • 360° video group also rated immersion and engagement positively • VR group criticizes the difficulty of interacting with hand coordination and low realism • 360° video group criticizes the lack of interaction in general

Table 1 (continued)

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Chang et al. (2020)	Geography	Controlled trial	$n = 44$	Comparison of learning about the principle of erosion and geological change by creating or using spherical video content	Creation Observation	<ul style="list-style-type: none"> No differences in learning success between both learning approaches No differences between motivation seen through both learning approaches
Chang et al. (2019)	Medicine	Randomized controlled trial	$n = 64$	Comparison of learning performance in childbirth education with 2 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> spherical video-based VR (360° VR video + HMD) traditional video 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> 360° video group is significantly more motivated ($p < .05$, $\eta^2 = 0.121$) No significant difference in critical thinking 360° video group is significantly more satisfied with the learning scenario and their learning outcomes ($p < .01$, $\eta^2 = 0.177$)
Chao et al. (2021)	Medicine	Randomized controlled trial	$n = 32$	Comparison of learning about History Taking and Physical Examination Skills with 2 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> 360° VR video (360° video + HMD) traditional video + HMD 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> 360 video group achieve better learning skills ($p = .04$) for History taking and Physical Examination Skills 360° video group mention more fun to learn with risk for motion sickness Both groups do not differ much in terms of total cognitive load

Table 1 (continued)

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Chen et al. (2021)	Engineering	Randomized controlled trial	$n = 84$	Comparison of learning in a problem-based context in engineering to find solutions and present it in English using 2 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> • VR (360° video) • text 	Observation with visual cues such as overlaid text	<ul style="list-style-type: none"> • 360° video group achieve higher learning gains for English • 360° video group is more motivated to use English • No significant difference in problem solving test ($p = .06$, $\eta^2 = 0.04$)
Chen and Hwang (2020)	Language	Controlled trial	$n = 93$	Comparison of learning English and reducing anxiety to speak in front of an audience with VR (360° video + HMD) and conventional learning methods	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • 360° video group perform significantly better in the oral presentation performance than conventional learning methods ($p < .05$, $\eta^2 = 0.323$) • 360° video group show significantly lower speech anxiety after intervention ($p < .001$, $\eta^2 = 0.160$) • 360° video group exhibit higher motivation
Chen et al. (2022)	Language	Randomized controlled trial	$n = 59$	Comparison of improving writing performance with 2 different types of learning methods: <ul style="list-style-type: none"> • spherical video-based VR (360° video) • traditional learning method 	Observation Reflection with visual cues such as overlaid text	<ul style="list-style-type: none"> • Significantly higher improvement of writing skills ($p < .01$, $\eta^2 = 0.126$) (e.g. linguistic expressiveness and creative thinking) • No significant difference in thematic coherence • Higher learning engagement in 360° video group

Table 1 (continued)

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Chien and Hwang (2022)	Cross-cultural learning	Randomized cross-over trial	$n = 60$	<p>Comparison of Intercultural Learning with 360° Videos + HMD and with 2 different learning methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> • with guiding questions for observations • without guiding questions for observations 	Observation with visual cues such as overlaid text	<ul style="list-style-type: none"> • The group with guiding questions performed significantly better in culture presentation ($p = .000 < .001$, $d = 0.66$) • Significantly higher technology acceptance for group with guiding questions ($p = .014 < .05$, $d = 0.65$)
Dolgunsöz et al. (2018)	Language	Randomized cross-over trial	$n = 24$	<p>Comparison of improving writing performance by watching a summary after watching documentations of 2 different types of media:</p> <ul style="list-style-type: none"> • VR (360° video) • traditional video 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • The traditional video group performed significantly better in writing than the 360° video group ($p < .05$) • 360° videos activate and motivate because of authenticity, sense of involvement and immersion • Students have little experience with VR

Table 1 (continued)

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Ferdig and Kosko (2020)	Teacher education	Randomized controlled trial	$n = 34$	<p>Comparison of improving perceptual and attentional skills by watching recorded math lessons with 3 different types of media:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 360° video+HMD • 360° video+ Desktop • traditional video 	Reflection	<ul style="list-style-type: none"> • Both 360° video groups showed significantly higher results for immersion ($p = .004$) and presence ($p = .010$) than traditional video • No significant effect for immersion ($p = .613$) and presence ($p = .251$) between both 360° video groups • 360° videos+HMD improve attention and perceptual ability • Traditional video group perceived more detail after the first viewing, but both 360° video groups added more detail after second viewing
Han et al. (2022)	Teacher education	Randomized controlled trial	$n = 148$	<p>Comparison of sense of presence and improving empathy by watching 360° videos with 2 different levels of immersion and with 2 different types of perspective:</p> <ul style="list-style-type: none"> • VR video (360° video)+HMD • VR video (360° video)+desktop • First-Person perspective • Observer perspective 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • Significant higher immersion for HMD group ($p < .001$, $\eta^2 = 0.14$) • No significant effect for empathy ($p = .90$, $\eta^2 < 0.001$) between HMD and desktop group • Slightly significant effect for empathy for Observer perspective ($p = .0052$, $\eta^2 = 0.026$)

Table 1 (continued)

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Hebbel-Seeger et al. (2021)	Media management	Experiment	$n = 214$	<p>Comparison of learning about materials management by following lectures with 2 different types of media</p> <ul style="list-style-type: none"> • 360° video • traditional video 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • No significant difference in objective learning performance • The own learning performance is subjectively rated significantly better by the traditional video group ($p < .001$, $r = 0.322$) • Teacher-centered lecture in a 360° video is not a suitable didactic scenario despite authenticity and realism • More break-off reasons due to cybersickness were observed in the 360° video group
Huang et al. (2020)	Language	Randomized controlled trial	$n = 65$	<p>Comparison of learning Chinese after watching a route to the Jade Mountain with 2 different types of media</p> <ul style="list-style-type: none"> • spherical video-based VR (360° video) • traditional video 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • 360° video group demonstrated significantly better writing performance regarding the content ($p = .01 < .05$) and appearance ($p = .01 < .05$) but not vocabulary ($p = .88$) • No significant differences in intrinsic ($p = .16$) or extrinsic motivation ($p = .42$) • More positive evaluation of 360° videos than traditional videos

Table 1 (continued)

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Hwang et al. (2022)	Medicine	Randomized controlled trial	$n = 60$	Comparison of learning nurses' safety behaviors in chemical accidents with 360° videos: <ul style="list-style-type: none"> • spherical video-based VR (360° video) • traditional video+lecture 	Observation and Interaction with visual cues such as overlaid text	<ul style="list-style-type: none"> • Higher sense of presence for 360° video group ($p = .000$, $r = 0.52$) • Greater learning achievement for 360° video group ($p = .008$, $r = 0.32$) • Greater problem-solving tendency for 360° video group ($p = .000$, $r = 0.64$) • Greater critical-thinking awareness for 360° video group ($p = .000$, $r = 0.54$) • More positive evaluation of technology acceptance and usefulness of 360° videos than traditional videos
Jiang et al. (2021)	Natural science	Experiment	$n = 39$	Generate interest among under-represented cultural groups in careers in science with 360° video	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • Growing interest in STEM professions and High sense of presence • High sense of immersion with 360° videos when viewed with google Cardboard • Higher sense of satisfaction when watching 360° videos with google Cardboard
Johnson (2018)	Religion	Experiment	$n = 53$	Learning about different religions with 360° videos	Reflection Observation	<ul style="list-style-type: none"> • Benefits like immersion, participation and sense of presence of 360° videos were rated positively • Motion sickness was mentioned as a negative aspect

Table 1 (continued)

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Jong et al. (2020)	Geography	Controlled trial	$n = 566$	Learning about physical geography with two types of media in three categories of secondary schools: <ul style="list-style-type: none"> • spherical video-based VR (360° video) • text 	Observation with visual cues such as overlaid text	<ul style="list-style-type: none"> • Significantly better learning performance with 360° video units than with conventional teaching methods in all three categories of secondary schools (cat a: $p < .05$, $d = 0.28$; cat b: $p < .001$, $d = 0.60$; cat c: $p < .001$, $d = 0.51$)
Kosko et al. (2019)	Teacher education	Randomized controlled trial	$n = 34$	Comparison of improving perception and attention skills by watching lessons in math with 3 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> • 360° video + HMD • 360° video + Desktop • traditional video 	Reflection Observation	<ul style="list-style-type: none"> • Higher improvement in perception ability was seen in the 360° video group + HMD than in other groups
Lanzieri et al. (2021)	Social work	Experiment	$n = 30$	Learning about the working environment in social work by watching 360° videos	Observation with visual cues such as textual dialogues	<ul style="list-style-type: none"> • Only half of the students have experience with VR • Benefits are seen in reflection • The main benefit sought was an immersive and authentic experience
Lee et al. (2017)	Business Science	Randomized controlled trial	$n = 34$	Comparison of learning about a climbing tour with 2 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> • 360° video + HMD • 360° video + desktop without movement 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • Significantly higher enjoyment ($p < .05$) and interest ($p < .05$) in learning with 360° videos • No significant differences in comprehensibility • 360° videos + HMD offer authenticity and realism and lead to higher learning motivation • No benefit for a pure mediation of content

Table 1 (continued)

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Lee et al. (2020)	Medicine	Experiment	$n = 60$	Learning about patients with schizophrenia by watching VR (360° video + HMD)	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • High realism and immersion • High motivation in learning with 360° videos • 360° videos provide a safety learning environment
Ma (2020)	Driving school	Randomized controlled trial	$n = 107$	Comparison of reducing risk behavior about alcohol on the road by watching 2 different 360° videos: <ul style="list-style-type: none"> • 360° video + HMD • 360° video + Desktop 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • 360° video + HMD resulted in lower intentions to drink alcohol and drive only among female participants • High immersive 360 videos have the potential to prevent risky behavior but gender identification with recorded models has to be considered

Table 1 (continued)

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Pagé et al. (2019)	Sport	Randomized controlled trial	$n = 27$	<p>Comparison of improving perceptual skills and decision making in game situations in basketball with 3 different types of media:</p> <ul style="list-style-type: none"> • VR (360° video + HMD) • Computer Screen (360° video + Desktop) • traditional video 	Reflection	<ul style="list-style-type: none"> • No significant improvement in decision-making skills between 360° video + HMD and 360° video + desktop ($p = .27$, $\eta^2 = 0.07$) • Significantly improvement in decision-making skills with 360° videos ($p < .001$, $\eta^2 = 0.73$) • Both 360° video groups performed significantly better on the practical decision making in known game situations ($p \leq .001$) • For unknown game situations, only the 360° video group + HMD showed significantly better performance in decision-making skills ($p \leq .002$) • 360° videos + HMD enable a higher sense of immersion and presence leading to more authentic and realistic movements especially of the head
Repetto et al. (2021)	Language	Randomized controlled trial	$n = 104$	<p>Comparison of learning English by watching several documentations with 2 different types of media:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 360° video • traditional video 	Observation in Blended Learning	<ul style="list-style-type: none"> • Almost twice as many correct words were learned by the 360° group compared to the traditional video group

Table 1 (continued)

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Ros et al. (2021)	Medicine	Randomized controlled trial	$n = 89$	<p>Comparison of learning about a surgery through 2 different lessons:</p> <ul style="list-style-type: none"> • traditional lecture • VR (360° video with annotations and additional information) 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • Participants who attended the traditional lecture showed significantly better results in the oral examination ($p < .001$). • 360° video group performed the procedure significantly more efficiently with fewer errors. They also completed practical implementation in less time ($p < .01$)
Rupp et al. (2019)	Education (not specific)	Randomized controlled trial	$n = 136$	<p>Comparison of learning about the International Space Station through 360° videos with different playback media</p> <ul style="list-style-type: none"> • 360° video + Smartphone • 360° video + Smartphone + HMD • 360° video + Low-end HMD • 360° video + High-end HMD 	Observation with audio cues that provided information	<ul style="list-style-type: none"> • Better learning outcomes associated with high immersion • Higher engagement and interest associated with high immersion • High immersion associated with higher cybersickness
Shadiev et al. (2021)	Cross-cultural learning	Experiment	$n = 21$	<p>Intercultural Learning with 360° Videos in the Exchange of Chinese and Uzbekistani Students:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 360° video for self-introduction • 360° video local culture introduction 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • Improving cross-cultural understanding • High sense of presence ($M = 5.6$, $SD = 0.949$) and immersion ($M = 5.61$, $SD = 1.014$) within the 360° video scenario (Scale between 1 = completely disagree and 7 = strongly agree)

Table 1 (continued)

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Singh et al. (2020)	Medicine	Controlled trial	$n = 34$	Comparison of learning about and improving interdisciplinary communication with 2 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> • VR (360° video) • traditional video 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • Higher authenticity and immersion in real clinical scenarios with 360° videos • 360° videos represent a possible alternative to experiencing personal immersion in learning environments
Tak et al. (2022)	Medicine	Randomized controlled trial	$n = 30$	Comparison of learning to assess 360° VR self-learning media for a periodontal instrument operation with 3 different types of media: <ul style="list-style-type: none"> • text • traditional video • 360° VR (360° video + HMD) 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • Significant difference in improvement between VR group and text group ($p < .0167$) • 360° VR showed higher learning efficiency than normal 2D videos
Tan et al. (2020)	Teacher education	Experiment	$n = 62$ (Video 1) $n = 43$ (Video 2)	Learning and improving attention with 360° classroom videos with different playback media for analyzing perceptual and attentional skills	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • Cues can direct users' attention, too many cues are distracting and cause stress about missing something • Learning with 360° videos requires a deep understanding about media design, speech, gesture and use of room space • Improvement of learning outcomes and understanding of laboratory behaviors • Positive evaluation especially due to the individual repeatability
Tauber et al. (2022)	Natural Science	Experiment	$n = 30$	Prepare for a chemistry experiment in the lab and improve understanding in the lab environment with the 360° video lab tour	Interaction with visual cues such as buttons	<ul style="list-style-type: none"> • Improvement of learning outcomes and understanding of laboratory behaviors • Positive evaluation especially due to the individual repeatability

Table 1 (continued)

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Taubert et al. (2019)	Medicine	Experiment	$n = 72$	Learning about palliative care and radiotherapy from a patient's perspective with VR (360° videos + HMD)	Observation	<ul style="list-style-type: none"> Highly positive evaluation and recommendation of 360° videos
Theelen et al. (2019)	Teacher education (not specific)	Experiment	$n = 141$	Improving perception and attention skills by watching lessons with 360° video combined with traditional lectures	Reflection	<ul style="list-style-type: none"> 360° videos lead significantly ($p < .01$, $d = 0.8$) to the improvement of the ability to perceive teaching situations 360° videos combine theory and practice Watching 360° videos with HMD had no effect on users' observational skills
Theelen et al. (2020a)	Teacher education (not specific)	Experiment	$n = 141$	Reducing preservice teachers' anxiety by watching lessons with 360° video combined with traditional lectures	Interaction	<ul style="list-style-type: none"> Combination of 360° videos and lectures led significantly to lower anxiety ($p < .01$, $d = 0.3$) & increased self-efficacy ($p < .05$, $d = 0.2$)
Theelen et al. (2020b)	Teacher education (not specific)	Experiment	$n = 141$	Learning and linking theory with practice by watching lessons with 360° video combined with traditional lectures	Observation Reflection	<ul style="list-style-type: none"> 360° videos make it possible to practice teaching in front of a group Combination of theoretical lectures and 360° videos were useful in teacher education

Table 1 (continued)

Author	Subject	Study Design	Participants	Content	Type of Learning	Key findings
Ulrich et al. (2021)	Medicine	Randomized controlled trial	$n = 81$	Comparison of learning in physical therapy in 3 different lessons: <ul style="list-style-type: none"> • VR (360° video+HMD) • traditional video • traditional lecture 	Observation	<ul style="list-style-type: none"> • No significant superiority of 360° videos in learning effectiveness ($p = .227$) • No significant difference between 360° videos and traditional videos in learning effectiveness ($p = .135$) • 360° videos are significantly less effective in student learning satisfaction than traditional videos or lectures ($p = .007$)
Vallade et al. (2021)	Language	Experiment	$n = 86$	Reducing anxiety to speak in front of an audience with 360°video+HMD	Interaction	<ul style="list-style-type: none"> • Participants rated 360° videos as useful for practicing graduation speeches • High realism and authenticity reported because of real people in the video (as opposed to programmed VR people)
Yang et al. (2021)	Language	Randomized controlled trial	$n = 40$	Comparison of learning Chinese by discovering an island environment and diving tour with 2 different types of media <ul style="list-style-type: none"> • spherical video-based VR (360° video) • traditional video 	Observation with visual cues such as questions	<ul style="list-style-type: none"> • 360° video group showed significantly better results in writing performance ($p = .017$) • Higher learning motivation and interest demonstrated in the 360° video group

2020), engineering (Chen et al., 2021), media management (Hebbel-Seeger et al., 2021), religion (Johnson, 2018), social work (Lanzieri et al., 2021), business (Lee et al., 2017), sports (Pagé et al., 2019), and education (Rupp et al., 2019) could be identified.

5.2 Purposes of using 360° videos as a teaching-learning medium

In summary, our analysis a total of three different purposes for 360° videos: observation and presentation of learning content in a 360° video scenario (e.g., Barnidge et al., 2022; Jong et al., 2020), immersive and interactive theory-practice teaching (e.g., Boda & Brown, 2020a, b; Ros et al., 2021), and self and peer-reflection (e.g., Johnson, 2018; Theelen et al., 2019, 2020a, b).

The all-round view makes 360° videos particularly suitable for observational learning. Most studies compare the use of different teaching–learning media such as text, conventional videos, 360° videos or VR and their impact on learning motivation and success (e.g., Chang et al., 2019; Chao et al., 2021; Hwang et al., 2022; Tak et al., 2022). Some studies found a positive impact on learning engagement and motivation (e.g., Calvert & Abadia, 2020; Chang et al., 2019; Chen et al., 2022; Lee et al., 2020; Yang et al., 2021), while other studies found no difference in learning motivation despite the use of different teaching–learning media (Chang et al., 2020; Huang et al., 2020). Similarly, no clear positive or negative effect on learning success can be identified through the use of 360° videos. For example, Dolgunsöz et al. (2018) found higher learning motivation with of 360° videos compared to traditional videos but no difference in learning success in language learning. In contrast, Yang et al. (2021) found both higher motivation and higher learning success in Chinese learning. These divergent statements on the influence on learning success and learning motivation are also based on learners' previous experiences with 360° video technology. Although 360° videos offer a panoramic view, the opportunity can also be distracting and have a negative impact on learning success, while learning motivation could be more positive due to the novelty of the technology (Hebbel-Seeger et al., 2021). In addition to pure observation, 360° videos can be provided with additional tasks which can be used both during and after observation (e.g., Barsom et al., 2020).

Three-hundred-and-sixty-degree-videos can also be used to present content in an immersive way to increase interest in science and research and motivation to learn (e.g., Boda & Brown, 2020a, b). They can be viewed on a desktop with a low immersion level or experienced with a highly immersive HMD (e.g., Barnidge et al., 2022; Han et al., 2022; Lee et al., 2017). The immersion level of the playback media influences both the immersive experience and the learner's motivation to learn. Highly immersive 360° videos seem to promote learning motivation and the immersion experience more strongly (Han et al., 2022; Lee et al., 2020; Ma, 2020). In particular, for foreign language learning, 360° videos enable immersion in foreign cultures and regions and allow students to apply language skills in real digital environments (e.g., Huang et al., 2020; Yang et al., 2021). The interaction capabilities of 360° videos beyond controlling gaze direction or solving integrated tasks were identified in one article (Vallade et al., 2021). Participants were able to interact with the 360° video

scenario in combination with HMD, using the immersion effect to learn a language and reduce the anxiety of speaking in front of a virtual audience. Participants interacted not only with the learning content, but also with the technology itself. Realistic and authentic learning scenarios may also be implemented with 360° videos to reduce prospective teachers' classroom anxiety and allow student teachers to practice teaching (Theelen et al., 2020a). Due to the multi-perspective presentation possibilities and immersion through low and high immersive playback media, learning scenarios can be designed more authentically, realistically and more immersive compared to conventional videos (e.g. Chao et al., 2021; Hwang et al., 2022; Pagé et al., 2019).

In addition to observation and interaction, 360° videos are also useful for reflection. Theelen, van den Beemt and den Brok (2019) used 360° videos to identify teaching situations of prospective teachers and found an improvement in their perceptual ability. Ferdig and Kosko (2020; Kosko et al., 2019) also showed improved perceptions of prospective teachers through reflections on classroom situations. Outside of teacher training, Pagé et al. (2019) were also able to achieve an improvement in recognizing and deciding tactical game situations in basketball with 360° videos.

5.3 Potentials of 360° videos as a teaching–learning medium

The analysis of the included articles reveals 360° videos have a high potential for illustrating theory and practice through observation or reflection, increasing motivation and interest, creating authentic and realistic learning experiences and fostering interactive and immersive learning processes. However, it is also important to point out the limitations and restrictions of 360° videos as a teaching–learning medium.

In particular, 360° videos for observing and acquiring knowledge content are especially well suited to illustrate theory and practice (Ros et al., 2021). Theory–practice linkage has been demonstrated in the studies of Boda and Brown (2020a, b) on the use of 360° videos for scientific phenomena and experiments in naturalistic settings. They can also be used to practically demonstrate single theoretical steps or theoretical procedures, e.g., for first aid (Barsom et al., 2020) or surgery (Ros et al., 2021). Reflective possibilities of 360° videos in combination with knowledge transfer in lectures can also be applied to illustrate social skills and interpersonal skills of the teacher–student relationship in a practical teacher education setting (Theelen et al., 2020b).

The studies also show the high learning motivation potential of 360° videos. Even if the suitability of 360° videos to increase learning motivation cannot be clearly demonstrated, the majority of studies do indicate higher learning motivation through its use (e.g., Chen et al., 2021; Lee et al., 2017, 2020). However, there are also some studies that found no difference in learning motivation through 360° videos (Chang et al., 2020) when compared to other learning media (Huang, Hwang & Chang, 2020). Only in medicine did Ulrich et al. (2021) find negative satisfaction and evaluation of 360° video technology as a teaching–learning medium for knowledge transfer compared to conventional physical therapist training.

The 360° video technology enable authentically perceived observation, interaction and reflection of recorded learning situations due to their all-round view.

Learning content such as in social work (Lanzieri et al., 2021), can be illustrated in a realistic learning environment using video recordings of future workplaces. Perspective changes, for example the perception of patients in medical training courses, can also be conveyed more realistically with 360° videos (Lee et al., 2020; Taubert et al., 2019).

Compared to traditional video, the individually selectable 360° panoramic view increases the viewer's sense of presence, both on the desktop and with HMD. The vast majority of studies show significantly higher sense of presence and sense of realism ratings for 360° videos compared to traditional videos (e.g., Barnidge et al., 2022; Ferdig & Kosko, 2020; Lee et al., 2020; Pagé et al., 2019; Singh et al., 2020). Compared to programmed VR, which can still evoke higher immersion due to interaction possibilities and action manipulations, the study by Vallade et al. (2021) cites the realistic representation of people in a 360° video as an important added value of immersion and the perception of realism, although no action manipulations are possible. The immersion can be used to train presentations in front of an audience, reduce speech anxiety (ibid., Chen & Hwang, 2020) or prepare teaching situations in teacher training (Theelen et al., 2020a). The degree of immersion of the playback media has a significant impact on the effect of 360° videos as a teaching-learning medium, e.g. on the motivation to learn, the realistic and authentic feeling or even the learning success. Therefore, 360° videos with different immersion levels have been used in some studies (e.g., Ferdig & Kosko, 2020; Han et al., 2022; Kosko et al., 2019; Lee, et al., 2017, Ma, 2020). Regarding the immersion effect, Rupp et al. (2019) found a positive correlation between viewer engagement with the learning material and their interest in watching 360° videos through playback media with increasing immersion levels.

However, the immersive potential of 360° videos is positively evaluated even at low levels of immersion (Calvert & Abadia, 2020; Johnson, 2018; Lanzieri et al., 2021), especially when compared to traditional videos (e.g., Ferdig & Kosko, 2020, Hwang et al., 2022) that are also viewed through the same playback medium, e.g., an HMD (Chao et al., 2021).

In addition to the analyzed potentials, however, the limitations of 360° video technology must also be considered. Besides there being no clear statements on the influence on learning success, it is also necessary to select the appropriate learning arrangement. For example, Hebbel-Seeger et al. (2021) found in their experiment that teacher-centered lecture recordings with 360° videos have no added value when compared to conventional video recordings, despite their high authenticity and realism, because the desired camera focus is mostly frontal and the possible all-round view of 360° videos is not used. Theelen et al. (2020b) were also unable to identify any added value from 360° videos for pure theory teaching. Likewise, Ulrich et al. (2021) showed that the predominantly positive motivational potential of 360° videos as a teaching-learning medium does not necessarily apply to a practice-oriented physiotherapy education. For a targeted use of 360° videos as a teaching-learning medium, it is therefore imperative that suitable didactic concepts are developed on the basis of potentials, which, depending on the subject discipline, also take into account the teaching arrangement. The degree of immersion of the playback media also plays an important role within the didactic concept in the evaluation of learning

success. For a high learning success in observation tasks, a playback medium with a high degree of immersion is basically not always necessary.

As with other media, there are technical points of conflict and potential complications with 360° video technology. In addition to visual artifact issues or distortion within the 360° graphic video display, network and signal interference with playback media, as well as physical negative effects of the technology, are also possible (Azevedo et al., 2020). Despite the potential for immersion, the effect of potential motion sickness in users must be considered, which was also rated as a negative feeling by study participants (Hebbel-Seeger et al., 2021; Johnson, 2018; Rupp et al., 2019; Ranieri et al., 2022).

6 Discussion

The included articles show that 360° videos can be used for different purposes and disciplines and have specific potentials. In addition to the potentials we have already been mentioned from the literature analysis (see Chap. 5), further opportunities of 360° videos as a teaching–learning medium can be derived from the previous state of research on traditional videos and VR (see Chap. 3). In addition to the previous reviews, the potentials of 360° video technology can be derived with both traditional video technology and VR. On the one hand, 360° videos as a specific video format taps the potential of traditional video technology; on the other hand, 360° videos can also be viewed with immersive playback media equipment such as HMD, and the potentials of VR can be tapped into. Combining the four analyzed potentials of 360° videos as a teaching–learning medium from Chap. 5 and the presented potential of traditional videos and VR from Chap. 3, a total of five categories of 360° video technology potentials in the context of education can be discussed.

6.1 Motivation and interest

In their systematic literature review, Gaudin and Chaliès (2015) attest to videos' high motivational potential due to the authentic presentation possibilities of conventional video technology. Kavanagh et al. (2017) also find high motivation potential in VR due to its immersion and interaction possibilities. Authentic presentation, immersion and interaction possibilities are all exhibited in 360° videos. Chen and Hwang (2020) report a higher motivation score when using 360° videos to reduce anxiety when speaking in front of an audience. Dolgunsöz, Yildirim and Yildirim (2018) report that viewing and summarizing a documentary in 360° video format leads to higher motivational values than traditional video technology due to greater authenticity and immersion. In contrast, Huang et al. (2020) did not find any motivational differences between traditional video technology and 360° videos in language learning, although 360° videos were rated more highly as a learning medium. However, the vast majority of studies in our analysis attest high motivational potential and higher learner interest and engagement to 360° video technology (Calvert & Abadia, 2020; Lee et al., 2020) and confirm the findings of existing research (Pirker

& Dengel, 2021; Ranieri et al., 2022; Snelson & Hsu, 2020). The influence on learning motivation can be explained not only by the actual subject interest of the learner, but also by the degree of immersion of the playback medium. A high degree of immersion obviously leads to higher learning motivation (Lee et al., 2017, Rupp et al., 2019). Since 360° videos have a higher immersion than conventional videos even with low immersive playback media, learning motivation can be increased in comparison to traditional videos (Chang et al., 2019, Chao et al., 2021, Yang et al., 2021).

6.2 Authenticity and realism

Yousef et al. (2014), Gaudin and Chaliès (2015) and Noetel et al. (2021) address the potential of realistically and authentically presenting learning content using traditional video technology. Kaplan-Rakowski and Gruber (2019) and Radianti et al. (2020) also see the strengths of VR in the realistic representation and action controls that it allows. 360° videos do not allow direct action control, but the all-round view they provide makes it possible to create and perceive film locations even more realistically (Barić et al., 2020). Boda and Brown (2020a, b) used 360° videos to present scientific experiments outside of research laboratories in familiar surroundings. According to the authors, the authentic and realistic recreation of the experiments led to a higher interest in the participants in scientific research. The possibilities of such learning experiences through 360° video recordings are also used by Lanzieri et al. (2021) for social work and by Lee et al. (2020) in the medical-therapeutic field to design digital learning situations that are as close to work as possible. Especially with HMD, 360° videos have the ability to create learning experiences that appear far more realistic than traditional videos (Lee et al., 2017; Pagé et al., 2019).

Unlike programmed VR, 360° video, like traditional video technology, captures footage of the real environment. The depiction of the real environment achieves a high sense of reality for learners (Roche et al., 2021; Vallade et al., 2021). Compared to traditional videos, 360° videos offer a more realistic presentation of learning content and, through HMDs, take advantage of VR to add even more authenticity.

6.3 Immersion and interactivity

Immersion and interaction, such as action control in VR, enable participation in the learning medium that is perceived as realistic and have positive effects on learner motivation and engagement (Kavanagh et al., 2017; Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019; Radianti et al., 2020). To evaluate the immersion potential of 360° videos, a distinction of immersion levels is necessary. Kucher Dhimolea, Kaplan-Rakowski and Lin (2022) show in particular the effects of highly immersive applications in language learning. Particularly positive motivating effects with highly immersion playback media can also be identified

in the included studies (Chang et al., 2019; Chen & Hwang, 2020; Lee et al., 2020). Three-hundred-and-sixty-degree-videos enable multiple levels of immersion depending on whether users choose to view them on a desktop or through HMD. With HMD, the sense of presence is perceived as highly immersive (e. g. Barnidge et al., 2022; Calvert & Abadia, 2020; Ferdig & Kosko, 2020), although action control is not possible as it is in VR. The high motivation potential of perceived real participation in the VR learning medium (comparison with Chap. 3) is also present in 360° videos (Dolgunsöz et al., 2018; Rupp et al., 2019). The sense of presence and participation is evaluated to be positive (e. g. Barić et al., 2020; Johnson, 2018) and increases in combination with immersive HMD (Barnidge et al., 2022; Rupp et al., 2019).

However, it is also important to note that in addition to using different immersive output media, 360° videos typically have a lower number of DoF compared to VR which in turn also affects immersion (Huang et al., 2017). Unlike conventional videos, 360° videos nevertheless enable immersive teaching–learning experiences and use the resulting motivational effects as in VR. Although the six DoF, and thus interaction, in VR is greater than in 360° videos, which typically feature only three DoF but allow for choice of viewing direction or control of camera focus, these possibilities can also be used for discovery-based learning.

In general, the degree of immersion seems to influence the motivation to learn as well as the perception of realism and has to be taken into account in conceptual didactic considerations for the use of 360° videos as a teaching–learning medium.

6.4 Observation and reflection with multi-perspectivity

Both Gaudin and Chaliès (2015) and Yousef et al. (2014) mention the potentials of conventional video technology for reflection processes. With videos, multiple perspectives with different video footage can be viewed to reflect on actions. The 360° all-round view expands the observation possibilities (Barić et al., 2020; Ferdig & Kosko, 2020; Kosko et al., 2019; Pagé et al., 2019; Theelen et al., 2019, 2020a, b). With text panels or buttons, which can also be implemented within the 360° videos as with conventional videos, attention and visual focus can thus be directed in the 360° panoramic view and thus support the learning process (Boda & Brown 2020a, b; Tauber et al., 2022). For instance, in teacher education, 360° videos can be used to record one’s own teaching units and reflect on the reaction of the learners. Likewise, subject-specific learning content can be represented, which is acquired through observation, for example.

6.5 Individuality and learning control

Both conventional video technology (Noetel et al., 2021) and VR (Jensen & Konradsen, 2018; Radianti et al., 2020) offer the possibility of adapting learning content to

individual pace and progress, for example, through the option of repeating content without a time limitation. As a specific video format, 360° videos also have individual control options and can adapt to the individual learning process especially when it comes to the repetition of educational content in a safe, authentic and realistic environment without risk. For instance, 360° videos are suitable for first aid courses (Barsom et al., 2020) or for driving lessons in driving schools (Barić et al., 2020). In addition to the individual playback options of conventional videos, the panoramic view of 360° videos also offers greater individual observation, reflection and analysis options. The 360° video technology thus enables greater individual learning processes and is not limited to a predefined camera focus within the video recording.

6.6 Limitations

While a positive effect on learning motivation and student engagement through 360° video technology has been substantiated by the analysis, there is no clear evidence for the use of 360° videos or its advantages with regard to learning success. Positive, consistent and negative effects on learning success were all found through the use of 360° videos as a teaching–learning medium. In addition, no clear statements can be made about the effect of immersive content and different degrees of immersion on learning success either.

The different study designs, learning prerequisites and learning objectives in the various disciplines, as well as different expectations and prior experience in dealing with 360° videos, also make it difficult to compare learning outcomes. A cross-disciplinary statement about the effects on learning success is therefore not possible.

For a targeted study of whether 360° videos improve learning success, didactic concepts will be needed that implement their potential in suitable learning arrangements. It is noticeable that 360° videos already used as a teaching–learning medium are less based on a specific learning theory but are rather used exploratively. It is not just a matter of trying out 360° video technology on the basis of technical enthusiasm, but rather of making good use of its possibilities and potential from a pedagogical perspective. For example, the multi-perspective viewing possibilities of 360° video technology can be used both for observational learning processes in the sense of a cognitivist learning theory or also to open up learning environments in an individual constructivist way. Three- hundred-and-sixty-degree-videos can be used for illustration and understanding of learning content or they can instruct in the context of demonstration and imitation. For a comprehensive statement on 360° videos and their influence on learning success, a differentiated consideration of the relevant didactic concepts is necessary.

It is also important to clearly define the teaching–learning objectives to be achieved. For example, 360° videos can be used to acquire content-related learning skills as well as process-related skills such as independent exploration.

Depending on the subject discipline and learning task, both highly immersive and low-immersive playback media can be used for 360° videos. For observational tasks, a highly immersive playback medium does not seem to be necessary to achieve high learning success. In order to be able to make clear statements in the future about the

potentials and effects on the learning effects of 360° videos and to compare them with other teaching–learning media, it is necessary to consider not only a clear definition and classification of 360° videos, but also the degree of immersion of the playback media and the possible DoF.

Likewise, the experience with 360° video technology as a teaching–learning medium itself and the duration of use must be taken into account in making clear statements about the learning success.

7 Conclusion

We deliberately chose to exclusively present the potentials and possible uses of 360° videos as a teaching and learning medium in order to clearly differentiate them from VR even though the research field on VR as a teaching–learning medium offers interesting approaches. Our analyzed articles show a variety of potentials of 360° videos as a teaching–learning medium. It can be used across disciplines for observational, reflective or interactive learning, to illustrate theory and practice to increase learning motivation or for immersive learning experiences.

For further discussion and research of 360° videos as a teaching–learning medium, it is also advisable to use the term clearly and distinguish it from VR. VR enables a higher degree of interaction and action manipulation, which can have an impact on learning processes. The extent to which these advantages of VR can also be compensated for by appropriate methodological–didactic concepts with 360° videos must be investigated in further studies.

As an advanced video format, 360° videos enhance the motivational potential of conventional videos and offer design options for authentic teaching–learning scenarios which can be experienced realistically. Even though 360° videos allow less interaction due to the lower DoF in contrast to VR, they still have an increased motivation potential compared to conventional video technology. A significant added value when compared to conventional video technology is the individually controllable omnidirectional view of 360° videos.

However, the results of our systematic literature review also reveal a lack of empirical engagement with 360° videos as a teaching and learning medium to date, most statements about learning success are premature. While some studies have demonstrated learning success through the use of 360° videos, these cannot be generalized or applied to other contexts. For a valuable use of 360° videos as a teaching–learning medium, methodological–didactic concepts are therefore necessary which take up the identified potentials and implement them in suitable learning arrangements on the basis of corresponding learning theories such as observational or discovery learning.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL. This project is part of the “Qualitätsoffensive Lehrerbildung”, a joint initiative of the Federal Government and the Länder which aims to improve the quality of teacher training. The programme is funded by the Federal Ministry of Education and Research. The authors are responsible for the content of this publication.

Data availability Not applicable.

Declarations

Conflicts of interest The authors declare that they have no competing interests. There are no financial or other relationships that might lead to conflicts of interest.

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

References

- Azevedo, R. G. A., Birkbeck, N., De Simone, F., Janatra, I., Adsumilli, B., & Frossard, P. (2020). Visual distortions in 360° videos. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 30(8), 2524–2537. <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2019.2927344>
- Barić, D., Havârneanu, G. M., & Măirean, C. (2020). Attitudes of learner drivers toward safety at level crossings: do they change after a 360° video-based educational intervention? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 69, 335–348. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.01.018>
- Barnidge, M., Sherrill, L. A., Kim, B., Cooks, E., Deavours, D., Viehouser, M., Broussard, R., & Zhang, J. (2022). The effects of virtual reality news on learning about climate change. *Mass Communication and Society*, 25(1), 1–24. <https://doi.org/10.1080/15205436.2021.1925300>
- Barsom, E. Z., Duijm, R. D., Dusseljee-Peute, L. W. P., Landman-van der Boom, E. B., van Lieshout, E. J., Jaspers, M. W., & Schijven, M. P. (2020). Cardiopulmonary resuscitation training for high school students using an immersive 360-degree virtual reality environment. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2050–2206. <https://doi.org/10.1111/bjet.13025>
- Boda, P. A., & Brown, B. (2020a). Priming urban learners' attitudes toward the relevancy of science: A mixed-methods study testing the importance of context. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(4), 567–596. <https://doi.org/10.1002/tea.21604>
- Boda, P. A., & Brown, B. (2020b). Designing for relationality in virtual reality: Context-specific learning as a primer for content relevancy. *Journal of Science Education and Technology*, 29(5), 691–702. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09849-1>
- Calvert, J., & Abadia, R. (2020). Impact of immersing university and high school students in educational linear narratives using virtual reality technology. *Computers & Education*, 159, 104005. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104005>
- Chang, C. Y., Sung, H. Y., Guo, J. L., Chang, B. Y., & Kuo, F. R. (2019). Effects of spherical video-based virtual reality on nursing students' learning performance in childbirth education training. *Interactive Learning Environments*, 30(3), 400–416. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1661854>
- Chang, S. C., Hsu, T. C., Chen, Y. N., & Jong, M. S. Y. (2020). The effects of spherical video-based virtual reality implementation on students' natural science learning effectiveness. *Interactive Learning Environments*, 28(7), 915–929. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1548490>
- Chao, Y., Chuang, H., Hisn, L., Kang, C., Fang, T., Li, H., Huang, C., Kuo, T. B. J., Yang, C. C. H., Shyu, H., Wang, S., Shyu, L., & Lee, L. (2021). Using a 360° virtual reality or 2D video to learn history taking and physical examination skills for undergraduate medical students: pilot randomized controlled trial. *JMIR Serious Games* 2021, 9(4), e13124. <https://doi.org/10.2196/13124>
- Chen, M. R. A., & Hwang, G. J. (2020). Effects of experiencing authentic contexts on English speaking performances, anxiety and motivation of EFL students with different cognitive styles. *Interactive Learning Environments*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1734626>

- Chen, C. H., Hung, H. T., & Yeh, H. C. (2021). Virtual reality in problem-based learning contexts: Effects on the problem-solving performance, vocabulary acquisition and motivation of English language learners. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 851–860. <https://doi.org/10.1111/jcal.12528>
- Chen, Y. T., Li, M., Huang, C. Q., Han, Z. M., Hwang, G. J., & Yang, G. (2022). Promoting deep writing with immersive technologies: An SVVR-supported Chinese composition writing approach for primary schools. *British Journal of Educational Technology*, 1–21. <https://doi.org/10.1111/bjet.13247>
- Chien, S. Y., & Hwang, G. J. (2022). A question, observation, and organisation-based SVVR approach to enhancing students' presentation performance, classroom engagement, and technology acceptance in a cultural course. *British Journal of Educational Technology*, 53(2), 229–247. <https://doi.org/10.1111/bjet.13159>
- Cross, S., Wolfenden, F., & Adinolfi, L. (2022). Taking in the complete picture: Framing the use of 360-degree video for teacher education practice and research. *Teaching and Teacher Education*, 111, 103597. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103597>
- Dhimolea, T. K., Kaplan-Rakowski, R., & Lin, L. (2022). A systematic review of research on high-immersion virtual reality for language learning. *TechTrends*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00717-w>
- Dolgunsöz, E., Yildirim, G., & Yildirim, S. (2018). The effect of virtual reality on EFL writing performance. *Journal of Language and Linguistic Studies*, 14(1), 278–292.
- Ferdig, R. E., & Kosko, K. W. (2020). Implementing 360 video to increase immersion, perceptual capacity, and teacher noticing. *TechTrends*, 64(6), 849–859. <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00522-3>
- Gaudin, C., & Chaliès, S. (2015). Video viewing in teacher education and professional development: A literature review. *Educational Research Review*, 16, 41–67. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.06.001>
- Griffin, R., Langlotz, T., & Zollmann, S. (2021). 6dive: 6 degrees-of-freedom immersive video editor. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 676895. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.676895>
- Han, I., Shin, H. S., Ko, Y., & Shin, W. S. (2022). Immersive virtual reality for increasing presence and empathy. *Journal of Computer Assisted Learning*, 53, 229–247. <https://doi.org/10.1111/jcal.12669>
- Hebbel-Seeger, A., Riehm, P., Kopischke, A., & Baranovskaa, M. (2021). LectureCast as 360 degree video: What impact do immersion and presence experience have on learning performance? *Athens Journal of Education*, 8(1), 23–36. <https://doi.org/10.30958/aje.8-1-2>
- Hwang, G. J., Chang, C. C., & Chien, S. Y. (2022). A motivational model-based virtual reality approach to prompting learners' sense of presence, learning achievements, and higher-order thinking in professional safety training. *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/bjet.13196>
- Huang, J., Chen, Z., Ceylan, D., & Jin, H. (2017). 6-DOF VR videos with a single 360-camera. *2017 IEEE Virtual Reality (VR)*, 37–44. <https://doi.org/10.1109/VR.2017.7892229>
- Huang, H. L., Hwang, G. J., & Chang, C. Y. (2020). Learning to be a writer: A spherical video-based virtual reality approach to supporting descriptive article writing in high school Chinese courses. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1386–1405. <https://doi.org/10.1111/bjet.12893>
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515–1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
- Jiang, Y., Popov, V., Li, Y., Myers, P., Dalrymple, O., & Spencer, J. (2021). “It’s like i’m really there”: Using VR experiences for STEM career development. *Journal of Science Education and Technology*, 30, 877–888. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09926-z>
- Johnson, C. D. (2018). Using virtual reality and 360-degree video in the religious studies classroom: An experiment. *Teaching Theology & Religion*, 21(3), 228–241. <https://doi.org/10.1111/teth.12446>
- Jong, M. S. Y., Tsai, C. C., Xie, H., & Kwan-Kit Wong, F. (2020). Integrating interactive learner-immersed video-based virtual reality into learning and teaching of physical geography. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2064–2079. <https://doi.org/10.1111/bjet.12947>
- Kaplan-Rakowski, R., & Gruber, A. (2019). Low-immersion versus high-immersion virtual reality: Definitions, classification, and examples with a foreign language focus. *Proceedings of the Innovation in Language Learning International Conference 2019*, 552–555.
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2016). Creating 360 educational video: A case study. *Proceedings of the 28th Australian Conference on Computer-Human Interaction*, 34–39. <https://doi.org/10.1145/3010915.3011001>

- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of virtual reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85–119.
- Kosko, K. W., Ferdig, R. E., & Zolfaghari, M. (2019). Preservice teachers' noticing in the context of 360 video. *Proceedings of the 41st Annual Meeting of the North American Chapter for the Psychology of Mathematics Education*, 1167–1171.
- Lanzieri, N., McAlpin, E., Shilane, D., & Samelson, H. (2021). Virtual reality: An immersive tool for social work students to interact with community environments. *Clinical Social Work Journal*, 49(2), 207–219. <https://doi.org/10.1007/s10615-021-00803-1>
- Lee, S. H., Sergueeva, K., Catangui, M., & Kandaurova, M. (2017). Assessing Google Cardboard virtual reality as a content delivery system in business classrooms. *Journal of Education for Business*, 92(4), 153–160. <https://doi.org/10.1080/08832323.2017.1308308>
- Lee, Y., Kim, S. K., & Eom, M. R. (2020). Usability of mental illness simulation involving scenarios with patients with schizophrenia via immersive virtual reality: A mixed methods study. *PLoS One*, 15(9), e0238437. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238437>
- Ma, Z. (2020). The use of immersive stories to influence college students' attitudes and intentions related to drinking and driving. *Journal of American College Health*, 1–8. <https://doi.org/10.1080/07448481.2020.1842418>
- Mohd Adnan, A. H., Shak, Y., Karim, M. S. A., Mohd Tahir, R., & Mohamad Shah, D. S. (2020). 360-degree videos, VR experiences and the application of Education 4.0 technologies in Malaysia for exposure and immersion. *Advances in Science Technology and Engineering Systems Journal*, 5(1), 373–381. <https://doi.org/10.25046/aj050148>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., & Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Noetel, M., Griffith, S., Delaney, O., Sanders, T., Parker, P., del Pozo Cruz, B., & Lonsdale, C. (2021). Video improves learning in higher education: A systematic review. *Review of Educational Research*, 91(2), 204–236. <https://doi.org/10.3102/0034654321990713>
- Pagé, C., Bernier, P. M., & Trempe, M. (2019). Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball. *Journal of Sports Science*, 37(21), 2403–2410. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1638193>
- Pellas, C., Dengel, A., & Christopoulos, A. (2020). A scoping review of immersive virtual reality in STEM education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(4), 748–761. <https://doi.org/10.1109/TLT.2020.3019405>
- Pellas, N., Mystakidis, S., & Kazanidis, I. (2021). Immersive virtual reality in K-12 and Higher Education: A systematic review of the last decade scientific literature. *Virtual Reality*, 25, 835–861. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00489-9>
- Pirker, J., & Dengel, A. (2021). The potential of 360° virtual reality videos and real VR for education—A literature review. *IEEE computer graphics and applications*, 41(4), 76–89. <https://doi.org/10.1109/MCG.2021.3067999>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Ranieri, M., Luzzi, D., Cuomo, S., & Bruni, I. (2022). If and how do 360° videos fit into education settings? Results from a scoping review of empirical research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1–21. <https://doi.org/10.1111/jcal.12683>
- Repetto, C., Di Natale, A. F., Villani, D., Triberti, S., Germagnoli, S., & Riva, G. (2021). The use of immersive 360° videos for foreign language learning: A study on usage and efficacy among high-school students. *Interactive Learning Environments*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1863234>
- Roche, L., Kittel, A., Cunningham, I., & Rolland, C. (2021). 360° video integration in teacher education: a SWOT analysis. In *Frontiers in education* (Vol. 6). <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.761176>
- Ros, M., Neuwirth, L. S., Ng, S., Debien, B., Molinari, N., Gatto, F., & Lonjon, N. (2021). The effects of an immersive virtual reality application in first person point-of-view (IVRA-PPV) on the learning and generalized performance of a lumbar puncture medical procedure. *Educational Technology Research and Development*, 69(3), 1529–1556. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10003-w>
- Rupp, M. A., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Odette, K. L., Smither, J. A., & McConnell, D. S. (2016). The effects of immersiveness and future VR expectations on subjective-experiences during an educational 360 video. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 60(1), 2108–2112. <https://doi.org/10.1177/1541931213601477>

- Rupp, M. A., Odette, K. L., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Smither, J. A., & McConnell, D. S. (2019). Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360-degree videos. *Computers & Education*, *128*, 256–268. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.015>
- Shadiev, R., Wang, X., & Huang, Y. M. (2021). Cross-cultural learning in virtual reality environment: facilitating cross-cultural understanding, trait emotional intelligence, and sense of presence. *Education Tech Research*, *69*, 2917–2936. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10044-1>
- Singh, A., Ferry, D., Ramakrishnan, A., & Balasubramanian, S. (2020). Using virtual reality in biomedical engineering education. *Journal of Biomechanical Engineering*, *142*(11). <https://doi.org/10.1115/1.4048005>
- Snelson, C., & Hsu, Y. C. (2020). Educational 360-degree videos in virtual reality: A scoping review. *Tech-Trends*, *64*, 404–412.
- Tak, N. Y., Lim, H. J., Lim, D. S., Hwang, Y. S., & Jung, I. H. (2022). Effect of self-learning media based on 360° virtual reality for learning periodontal instrument skills. *European Journal of Dental Education*. <https://doi.org/10.1111/eje.12769>
- Tan, S., Wiebrands, M., O'Halloran, K., & Wignell, P. (2020). Analysing student engagement with 360-degree videos through multimodal data analytics and user annotations. *Technology Pedagogy and Education*, *29*(5), 593–612. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1835708>
- Tauber, A., Levonis, S., Schweiker, S., & Students, D. (2022). *Journal of Chemical Education*, *99*, 1183–1189. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00642>
- Taubert, M., Webber, L., Hamilton, T., Carr, M., & Harvey, M. (2019). Virtual reality videos used in undergraduate palliative and oncology medical teaching: results of a pilot study. *BMJ Supportive & Palliative Care*, *9*(3), 281–285. <https://doi.org/10.1136/bmjspcare-2018-001720>
- Theelen, H., van den Beemt, A., & den Brok, P. (2019). Using 360-degree videos in teacher education to improve preservice teachers' professional interpersonal vision. *Journal of Computer Assisted Learning*, *35*(5), 582–594. <https://doi.org/10.1111/jcal.12361>
- Theelen, H., van den Beemt, A., & den Brok, P. (2020a). Enhancing authentic learning experiences in teacher education through 360-degree videos and theoretical lectures: reducing preservice teachers' anxiety. *European Journal of Teacher Education*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1827392>
- Theelen, H., van den Beemt, A., & den Brok, P. (2020b). Developing preservice teachers' interpersonal knowledge with 360-degree videos in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, *89*, 102992. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.102992>
- Ulrich, F., Helms, N. H., Frandsen, U. P., & Rafn, A. V. (2021). Learning effectiveness of 360 video: Experiences from a controlled experiment in healthcare education. *Interactive Learning Environments*, *29*(1), 98–111. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1579234>
- Vallade, J. I., Kaufmann, R., Frisby, B. N., & Martin, J. C. (2021). Technology acceptance model: Investigating students' intentions toward adoption of immersive 360 videos for public speaking rehearsals. *Communication Education*, *70*(2), 127–145. <https://doi.org/10.1080/03634523.2020.1791351>
- Yang, G., Chen, Y. T., Zheng, X. L., & Hwang, G. J. (2021). From experiencing to expressing: A virtual reality approach to facilitating pupils' descriptive paper writing performance and learning behavior engagement. *British Journal of Educational Technology*, *52*(2), 807–823. <https://doi.org/10.1111/bjet.13056>
- Yousef, A. M. F., Chatti, M. A., & Schroeder, U. (2014). The state of video-based learning: A review and future perspectives. *International Journal on Advances in Life Sciences*, *6*(3), 122–135.

Publisher's note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Philipp Rosendahl & Ingo Wagner

360°-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium

Summary

360° videos extend the advantages of conventional videos with interaction spaces, multi-perspective reflection possibilities and immersion. To exploit their potential for teaching-learning processes in physical education, a systematic review of previous scientific contributions (n = 18) on the use of 360° videos in sports was conducted to derive opportunities for implementation as a teaching-learning medium in physical education. 360° videos are mainly used for cognitive, mental, technical and reflective training processes. Six value-added categories for use as a teaching-learning medium emerged inductively from the included contributions, mainly motivational effects, authentic and immersive learning experiences.

Zusammenfassung

360°-Videos erweitern die Vorteile herkömmlicher Videos mit Interaktionsspielräumen, mehrperspektivischen Reflexionsmöglichkeiten und Immersion. Um deren Potenziale für Lehr-Lernprozesse im Sport zu nutzen, wurden in einer systematischen Übersicht bisherige wissenschaftliche Beiträge (n = 18) zum Einsatz von 360°-Videos im Sport aufgearbeitet, um daraus Chancen zur Implementierung als Lehr-Lernmedium im Sport abzuleiten. 360°-Videos werden hauptsächlich für kognitive, mentale, technische und reflektive Trainingsprozesse verwendet. Aus den eingeschlossenen Beiträgen ergaben sich induktiv sechs Mehrwertkategorien zur Verwendung als Lehr-Lernmedium, vor allem motivationale Effekte, authentische und immersive Lernerfahrungen.

Schlagworte: 360°-Video, Sport, immersiv-interaktive Videos

1. Einleitung

Lehr-Lernprozesse im Sport sind allgegenwärtig, z. B. im Sportunterricht oder im Training. Videos können Lehr-Lernprozesse unterstützen und dabei Vorteile in der bildlichen Darstellung abstrakter Sachverhalte, komplexer Bewegungsabläufe oder dreidimensionaler Objekte aufweisen (Saubier, 2017). Ebenfalls bietet die Videotechnologie Möglichkeiten zur Selbst- und Fremdrelexion (Kleinknecht & Schneider, 2013), als Videofeedback und zum Aneignen von Techniken und Bewegungen durch Beobachtung im Sinne eines observativen Trainings (Fischer & Krombholz, 2020). Den weiterentwickelten audiovisuellen Medien werden im Sport hohe Potenziale für Lehr-Lernprozesse zugesprochen (Wendeborn, 2019), die jedoch in der Literatur bisher wenig Beachtung gefunden haben (Zühlke et al., 2020). Dabei ermöglichen immersiv-interaktive Technologien neue Lernerfahrungen, die die reine Darstellungs- und Betrachtungsebene verlassen, hohes Motivationspotenzial bieten (Jensen & Konradsen, 2018) und zu einer aktiven Auseinandersetzung mit dem Lehr-Lernmedium anregen (Hebbel-Seeger, 2018). Erschwerten vormals Kosten- und Ressourcenfaktoren deren Einsatz, ist mit 360°-Videos eine kosten- und ressourcenschonende Videotechnologie verfügbar, die die Vorteile herkömmlicher Videos für Lehr-Lernprozesse mit Interaktionsspielräumen, immersiven Lernerfahrungen und mehrperspektivischen Reflexionsmöglichkeiten erweitert (Rupp et al., 2019). So lassen sich 360°-Videos mit Smartphones und dazugehörigen VR-Brillenhalterungen, z. B. aus Pappkartons, für 10 Euro bereits immersiv erleben, 360°-Kameras sind schon ab 50 Euro erhältlich. Um die Vorteile für Lehr-Lernprozesse im Sport zu nutzen, ist zunächst ein Überblick über bereits existierende Einsatzbereiche von 360°-Videos sowohl im als auch außerhalb des schulischen Sportunterrichts erforderlich, um Potenziale als Lehr-Lernmedium abzuleiten. Dies möchte das vorliegende systematische Review leisten.

2. Begriffsdefinition

Virtual Reality (kurz: VR) oder 360°-Videos erweitern herkömmliche Videoaufzeichnungen mit immersiven Interaktionsmöglichkeiten. Als Immersion wird dabei das Realitätsempfinden in einer nicht physischen Welt verstanden (Petri & Witte, 2018). Die verschiedenen immersiv-interaktiven Technologien und deren Definitionen ergänzen sich und lassen sich nicht in Gänze voneinander unterscheiden (Kavanagh et al., 2017). Programmierte VR-Anwendungen ermöglichen Handlungssteuerungen in einer virtuellen Welt und lassen sich nach verwendeten Wiedergabemedien und deren Immersionsgrad systematisieren (z. B. nach Petri & Witte, 2018): Desktop-VR, semi-immersiv und voll-immersiv. Desktop-VR werden am Computerbildschirm betrachtet und bieten aufgrund Blickrichtungssteuerung per Mausbewegung die geringste Immersion, semi-immersive VR sind in lebensgroßer Umgebung bspw. auf Leinwänden projiziert, voll-immersive VR bieten mit Head-Mounted-Displays wie VR-Brillen den

höchsten Immersionsgrad (ebd.), mit deren Hilfe sich Benutzende gefühlt real in einer digitalen Umwelt befinden. Eine einheitliche Definition von VR ist nicht gegeben (Kavanagh et al., 2017). Für Neumann et al. (2018) ist die Interaktion in einer programmierten Umwelt definitorisch, für Miah, Fenton und Chadwick (2020) dagegen die Immersion. Da sowohl Immersion als auch Interaktion, zwar ohne Handlungsmanipulation aber dennoch durch freie Blickrichtungswahl, bei 360°-Videos sowohl am Desktop als auch mit VR-Brillen möglich sind, lassen sich diese auch unter dem Begriff VR kategorisieren (Kavanagh et al., 2017), was eine eindeutige Begriffsverwendung erschwert (Bäder & Kasper, 2020).

Konsens scheint aber in einem Kern der Definition von 360°-Videos zu liegen. Es sind Videoaufzeichnungen einer Umgebung, in der die Blickrichtung von einem festgelegten statischen oder dynamischen Kamerastandort aus während der Videowiedergabe selbst gewählt wird (Hebbel-Seeger, 2018). Damit entsprechen 360°-Videos der dritten Stufe der Taxonomie der Interaktivität von Multimedia-Komponenten von Schulmeister (2002). Während die ersten beiden Stufen lediglich die Betrachtung von dargestellten Objekten vorsehen, bei denen diese Informationen und Instruktionen weitergeben, ist auf der dritten Stufe eine Variation der Darstellungsform innerhalb des Lehr-Lernmediums möglich ohne Veränderung der dargestellten Objekte oder Inhalte (ebd.). Die freie Blickrichtungswahl bei 360°-Videos ermöglicht dementsprechend die Veränderung der Darstellungsform und verlässt die reine Navigationsebene. Ein Einfluss auf die aufgenommene Handlung ist nicht möglich (Bäder & Kasper, 2020).

3. Forschungsstand

Generell werden digitalen Medien positive Effekte im Lehr-Lernprozess zugesprochen, deren Evidenz insbesondere auf Lernerfolg und Lerneffizienz kontrovers diskutiert wird. (Getto, Hintze & Kerres, 2018). Eine positive Auswirkung von digitalen Anwendungen auf die Lernmotivation wird dagegen überwiegend bejaht (Parong & Mayer, 2018). Digitale Medien ermöglichen neue Lehr-Lernwege, kooperative Zusammenarbeit, Visualisierung von Lerninhalten und Reflexionsprozesse. Für 360°-Videos gilt es, diese Potenziale aufzugreifen und bisherige Erkenntnisse zu identifizieren. Als Bindeglied zwischen herkömmlicher und immersiv-interaktiver Videotechnologie, werden zunächst relevante Aspekte zu herkömmlichen Videos (Kap. 3.1.) und immersiv-interaktiver Technologien (Kap 3.2.) aus einem sportunspezifischen und sportspezifischen Lehr-Lernkontext beispielhaft dargestellt, die mögliche Potenziale für 360°-Videos als Lehr-Lernmedium aufzeigen. Anschließend folgt eine kurze Übersicht über Erkenntnisse zum Einsatz von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium im außersportlichen Lernsetting, die ebenfalls Potenziale für den Einsatz im Sport erkennen lassen (Kap. 3.3). Für eine komprimierte Darstellung wurden primär Übersichtsarbeiten berücksichtigt und mit themenrelevanten Beiträgen ergänzt.

3.1 Videos als Lehr-Lernmedien

Ein bereits implementiertes Lehr-Lernmedium stellt das Video dar. Sowohl Brouwer (2014) als auch Gaudin und Chaliès (2015) untersuchten bspw. in ihren Reviews den Mehrwert von Videos in der Lehrer*innenbildung. Als Mehrwerte stellte Brouwer (n = 388) den Videoeinsatz zu Analyse Zwecken für eine professionelle Unterrichtswahrnehmung sowie Verknüpfungspotenzial von Theorie und Praxis fest. Gaudin und Chaliès (n = 255) bestätigten die Ergebnisse von Brouwer. Neben der Wahrnehmungsförderung von Unterrichtssituationen stellten sie ebenfalls ein hohes Motivationspotenzial und authentische Darstellungsmöglichkeiten durch Videos heraus. Auch unterschiedliche Videoformate und deren methodisch-didaktischer Einsatz, bspw. in Form von visualisierten Lerninhalten durch Erklärvideos (Findeisen, Horn & Seifried, 2019) oder für Reflexionszwecke wurden bereits ausgiebig empirisch erforscht und belegen den Nutzen herkömmlicher Videotechnologie als vielseitiges Lehr-Lernmedium.

Diese beispielhaften Potenziale lassen sich auch im Sport identifizieren, bspw. dienen Videos als Reflexions- und Analyseinstrument für sportliche Leistungen oder zur Veranschaulichung von Bewegung und Technik (Fischer & Krombholz, 2020). Unterschiedliche Aufnahmeperspektiven dienen als Videofeedback (Hjort, Henriksen & Elbæk, 2018), zur exemplarischen Präsentation einer optimalen Bewegungsausführung (Fischer & Krombholz, 2020) und zum möglichen Abgleich mit der eigenen. Ebenfalls lässt sich mit Videos taktisches Verhalten trainieren (Rekik et al., 2018). Als Lehr-Lernmedium unterstützen Videos auch unterschiedliche Lernarrangements und werden bspw. zur deklarativen Wissensvermittlung eingesetzt, um theoretisches Online-Lernen und praktische Präsenz-Übungszeit zeitoptimiert zu gewährleisten (Rudloff, 2017). Auf programmierten Lehr-Lernplattformen wie bspw. edubreak existieren im Rahmen von Ausbildungen in Sportverbänden weitere spezifische Blended-Learning-Konzepte, die insbesondere Videoaufnahmen mit Kommunikationsmöglichkeiten im Sinne eines „Social Video Learnings“ (Vohle, 2016) einsetzen.

Für den Sportunterricht ist jedoch generell eine mangelnde empirische Auseinandersetzung mit dem Medieneinsatz festzustellen, obwohl diesem lernförderliches Potenzial zugesprochen wird (Wendeborn, 2019). Neben hohen motivationalen Aspekten lassen sich auch Mehrwerte für reflexive und beobachtende Lehr-Lernprozesse durch Videos feststellen, die Potenzial in der Veranschaulichung aufweisen, die die 360°-Videotechnologie als weiterentwickeltes Videoformat aufgreifen.

3.2 Immersiv-interaktive Technologien als Lehr-Lernmedien

VR-Anwendungen werden je nach Fachdisziplin bereits unterschiedlich stark als Lehr-Lernmedium im hochschulischen Kontext eingesetzt (Kavanagh et al.,

2017). In einem Systematic Literature Review untersuchten Kavanagh et al. 379 Beiträge auf deren Einsatz von VR in der hochschulischen Bildung und deren Einfluss auf die Lernmotivation. Insbesondere aufgrund der Interaktion und Immersion konnten positive Effekte von VR auf die Lernmotivation von Lernenden festgestellt werden. Dennoch scheinen notwendige Programmier- und Gestaltungskenntnisse die Implementierung von VR als benutzerfreundliches Lehr-Lernmedium zu erschweren (ebd.). Diesen erhöhten Ressourcenaufwand bestätigen Jensen und Konradsen (2018) in ihrem Review (n = 21). Zudem konnten sie keine Korrelation zwischen zunehmendem Immersionsgrad und positivem Lernerfolg feststellen. Jensen und Konradsen fassten zusammen, dass VR-Anwendungen geschützte Lernräume für zeitlose Lernerfahrungen ohne räumliche Beschränkungen bieten, jedoch aufgrund des hohen Ressourcenaufwandes, kombiniert mit nicht eindeutig belegbaren positiven Auswirkungen auf Lernerfolge, eher wenig als Lehr-Lernmedium eingesetzt werden. Wie bereits Kavanagh et al. (2017) schlugen Jensen und Konradsen daher die ressourcenschonende Verwendung von 360-Videos vor.

Im sportwissenschaftlichen Interesse liegt der Einsatz immersiv-interaktiver Technologien bereits länger (Neumann et al., 2018). In ihrem Systematic Literature Review (n = 20) konnten Neumann et al. überwiegend die Verwendung von VR als zusätzlichen visuellen Stimulus für physisches Training in Ausdauersportarten wie bspw. Rudern feststellen. Insbesondere motivationale Effekte sowie positive Auswirkungen auf das subjektive Anstrengungsgefühl konnten mit VR erzielt werden (ebd.), gleichzeitig wiesen Neumann et al. jedoch auf keine eindeutig belegte Leistungsverbesserung hin. Faure et al. (2019) untersuchten in einem Scoping Review (n = 30) den Einsatz von VR in Mannschaft-Ballsportarten. Als Mehrwert konnten sie die authentische und verletzungsfreie Lernumgebung sowie die standardisierte, wiederholbare Trainierbarkeit von Trainingssituationen ausmachen, die insbesondere bei kognitiven Trainingsprozessen (wie Aufmerksamkeitsschulung) zur Leistungsverbesserung führen können. Petri et al. (2019a, 2019b) konnten diese positiven Effekte für kognitive Trainingsprozesse im Karate bestätigen. Daneben können Pilot*innen im Motorsport VR nutzen, um in risikofreien Lernumgebungen realitätsnahe Streckenerfahrungen zu sammeln (Kahlert, van de Camp & Stiefelhagen, 2015). Zudem konnten Kahlert, van de Camp und Stiefelhagen in einem Experiment (n = 9) zeigen, dass sich VR auch zum Erlernen von Bewegungstechniken wie Jonglieren eignet.

Trotz einiger Studien zum Einsatz immersiv-interaktiver Technologien im Sport, ist eine breite empirische Studienlage zum gezielten Einsatz als Lehr-Lernmedium weniger gegeben (Lipinski et al., 2020) und die Integration in den Sportunterricht ressourcenbedingt eher aufwendig (Fischer & Krombolz, 2020).

3.3 360°-Videos als Lehr-Lernmedien

Snelson und Hsu (2020) konnten in einem Scoping Review (n = 12) die Verwendung von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium verschiedenen Fachdisziplinen zuordnen. Dabei wurde eine Dominanz im medizinischen Bereich (n = 4) festgestellt (ebd.). Nach Snelson und Hsu haben die meisten Beiträge eher explorativen Charakter, die getroffenen Aussagen über Effekte auf den Lernerfolg werden als divergent bewertet. Als Potenziale von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium wurden die mehrperspektivische Reflexion, Aktivierung und Motivierung ausgemacht (ebd.). Dagegen konnten Rupp et al. (2019) in einem randomisierten Experiment (n = 136) über den Einfluss von 360°-Videos auf den Lernerfolg eine Korrelation mit zunehmenden Immersionsgrad herausstellen. Die Betrachtung von 360°-Videos mit zunehmendem Immersionsgrad führten zu einer Steigerung von Lerninteresse und Lernmotivation (ebd.).

Eher unbekannt sind jedoch Einsatzbereiche und Intentionen von 360°-Videos im Sport. Um die Möglichkeiten für Lehr-Lernprozesse zu nutzen, wird eine systematische Übersicht wissenschaftlicher Beiträge zum Einsatz und Nutzen von 360°-Videos im Sport als notwendig erachtet, um daraus Chancen zur Implementierung als Lehr-Lernmedium abzuleiten.

4. Methodik

Allgemein gilt es, 360°-Videos und deren Einsatzbereiche im Sport aufzuzeigen, deren Potenzial zur Implementierung als Lehr-Lernmedium darzustellen und zu diskutieren. Dafür wurden drei Forschungsfragen aufgestellt:

(1) Welche Einsatzbereiche der 360°-Videotechnologie lassen sich im Sport identifizieren? (2) Mit welchen Intentionen wird die 360°-Videotechnologie im Sport eingesetzt? (3) Welche Möglichkeiten zur zukünftigen Implementierung der 360°-Videotechnologie als Lehr-Lernmedium im Sport lassen sich aus dem systematisierten Forschungsstand deduzieren?

In dieser systematischen Übersichtsarbeit werden nationale und internationale Beiträge über den Einsatz von 360°-Videos im Sport analysiert. Zunächst wurden eingeschlossene Beiträge nach den verschiedenen Einsatzbereichen von 360°-Videos und deren Intention im Sport induktiv kategorisiert, um Erkenntnisse auf deren Verbreitung und Verwendungszweck im Sport zu erhalten (F1-F2). Im zweiten Schritt gilt es, Potenziale der 360°-Videotechnologie zur Implementierung als Lehr-Lernmedium im Sport auf Basis der kategorisierten Einsatzbereiche und Verwendungszwecke in Verbindung mit dem bisherigen Forschungsstand zu diskutieren (F3).

Zunächst erfolgte eine Literaturrecherche in Education Resources Information Center (ERIC), Sciencedirect, Scopus und dem Bundesinstitut für Sportwis-

senschaft (BISp). Mit dem Suchterm (“360° video” OR “360 degree video” OR “360 grad video” OR “Virtual Reality”) AND (sport OR “physical education”) wurden englisch- und deutschsprachige Beiträge, die sich einem Review-Verfahren unterzogen haben, in ERIC, ScienceDirect und Scopus, ab dem Jahr 2016 bis 12. November 2020 eingeschlossen und mit weiteren Beiträgen durch die BISp-Datenbank SPOLIT ergänzt. Explorative Studien, Erfahrungsberichte und Übersichtsarbeiten wurden dabei berücksichtigt. Insgesamt konnten so N = 1405 Treffer erzielt werden. deren Titel und Zusammenfassung anschließend auf die 360°-Videothematik im Sport hin (Ausschlusskriterien 1–4) analysiert und im Sinne einer Reliabilitätsprüfung von zwei unabhängigen Kodierern bezüglich einer thematischen Zuordnung in fünf Kategorien (nicht relevant, 360°-Video + Sport, 360°-Video + Bildung, VR + Sport, VR + Bildung) kategorisiert wurden (siehe Abbildung 1).

Anschließend wurden sowohl die thematisch kategorisierten Beiträge mit eindeutigem 360°-Videobezug sowohl in Sport und Bildung, als auch die kategorisierten Beiträge mit VR, bei denen aufgrund fehlender eindeutiger Begriffsdefinition eine Verwendung der 360°-Videotechnologie durch die Beschreibung im Titel und Abstract nicht auszuschließen war, im Volltext auf die tatsächliche 360°-Videothematik im Sportfeld und Relevanz untersucht.

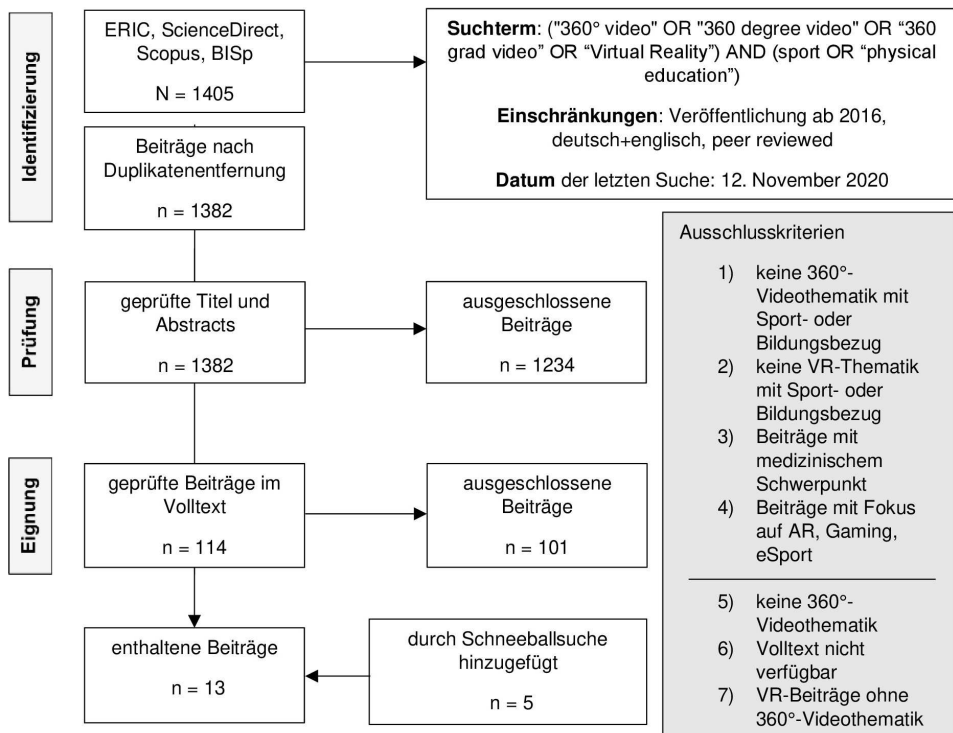


Abb. 1. Vorgehensweise nach dem Prisma-Statement (Moher et al., 2015)

Tab. 4. Übersicht der eingeschlossenen Literatur N = 18 (grau hinterlegt durch Schneeballsuche)

Autor*innen, Erscheinungsjahr, Titel	Beitragsformat
Appelbaum, L., & Erickson, G. (2016). <i>Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques</i>	Mapping Review
Bird et al. (2019). <i>Effects of music, video, and 360-degree video on cycle ergometer exercise at the ventilatory threshold</i>	explorative Studie (n = 18)
Bird, J. (2019). <i>The use of virtual reality head-mounted displays within applied sport psychology</i>	narrative Übersichtsarbeit
Fadde, P. J., & Zaichkowsky, L. (2019). <i>Training perceptual-cognitive skills in sports using technology</i>	narrative Übersichtsarbeit
Fatley, O R L., Spencer, K., & Baudinet, L. (2020). <i>Virtual reality in sports coaching, skill acquisition and application to surfing: A review</i>	Mapping Review
Gänsluckner, M., Ebner, M., & Kamrat, I. (2017). <i>360 Degree Videos within a climbing mooc</i>	explorative Studie (n = 8)
Hebbel-Seeger, A. (2017). <i>360 Degrees Video and VR for Training and Marketing within Sports</i>	narrative Übersichtsarbeit + 2 Studien (n = 81, n = 24)
Hebbel-Seeger, A. (2018). <i>360-Video in Trainings- und Lernprozessen</i>	narrative Übersichtsarbeit
Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2018a). <i>360-Grad-Foto/Video in der Social Media-Kommunikation im Sport</i>	explorative Studie (n = 12)
Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2018b). <i>Innovative Medientechnologien im Sport – Videodrohnen, 360-Grad-Video und VR-Brillen</i>	narrative Übersichtsarbeit
Hebbel-Seeger, A. (2019). <i>Innovative Videotechnologien im Schneesport: mit Drohnen und 360-Grad-Video neue Perspektiven erschließen, kollaborativ bearbeiten und diskursiv nutzen</i>	narrative Übersichtsarbeit
Kittel et al. (2020a). <i>360° Virtual Reality: A SWOT Analysis in Comparison to Virtual Reality</i>	SWOT-Analyse
Kittel et al. (2020b). <i>Effectiveness of 360° virtual reality and match broadcast video to improve decision-making skill</i>	randomisierte Studie (n = 32)
Kittel et al. (2019). <i>Using 360° virtual reality as a decision-making assessment tool in sport</i>	randomisierte Studie (n = 28)
Pagé, C., Bernier, P.-M., & Trempe, M. (2019). <i>Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball</i>	randomisierte Studie (n = 27)
Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). <i>Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players</i>	explorative Studie (n = 20)
Piccione, J., Collet, J., & de Foe, A. (2019). <i>Virtual Skills training: the role of presence and agency</i>	randomisierte Studie (n = 23)
Ruihley, Brody J., Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2019). <i>VR, AR, Drohnen und 360-Grad-Kameras – die Zukunft von Sportmanagement und Sportkommunikation mit einem Blick auf die Situation in den USA</i>	narrative Übersichtsarbeit

5. Ergebnisse

Die Überprüfung der Kodierübereinstimmung der Titel und Abstract nach deren thematischen Zuordnung und Relevanz durch die beiden Kodierenden ergab eine Übereinstimmung von 97 %. Die bereinigte Reliabilitätsschätzung mit dem Cohens-Kappa-Koeffizient betrug $K = 0,86$ und zeigte eine (fast) vollständige Übereinstimmung der Kodierergebnisse und der thematischen Zuordnung. Insgesamt wurden 18 Beiträge (siehe Tabelle 1) in das Review eingeschlossen: 11 Beiträge thematisierten bereits die 360°-Videothematik im Sport- oder Bildungsbereich in ihrem Titel oder Abstract. Davon wurden neun Beiträge als eindeutig der 360°-Videokategorie zugeordnet in die Ergebnisanalyse eingeschlossen, während ein Beitrag zwar im Titel eine 360°-Perspektive thematisierte, jedoch im Volltext größtenteils auf Virtual Reality oder Augmented Reality fokussierte und ausgeschlossen wurde. Der zweite Beitrag wurde anhand des Titels und Abstracts sowohl der 360°-Videokategorie als auch der VR-Kategorie zugewiesen, jedoch nach Volltext-Analyse als relevant bewertet und in die Ergebnisanalyse eingeschlossen. 11 Beiträge konnten den Kategorien VR mit Sport- oder Bildungsbezug zugeordnet werden. Davon wurden vier Beiträge mit einer 360°-Videothematik im Sport identifiziert und in die Ergebnisanalyse eingeschlossen. Fünf weitere Beiträge mit einer 360°-Videothematik im Sport ergaben sich durch Schneeballsuche, die in den verschiedenen Datenbanken nicht erfasst sind, jedoch aufgrund zugeschriebener Expertise der jeweiligen Autoren diese überwiegenden Buchkapitel als relevant einer vollständigen Übersicht des breiten Einsatzfeldes von 360°-Videos im Sport bewertet wurden.

Die ermittelten Einsatzbereiche (Forschungsfrage 1) von 360°-Videos im Sport sind vielfältig (siehe Tabelle 2), insbesondere die Übersichtsarbeiten erlauben kaum eine eindeutige thematische Zuordnung, sodass Mehrfachnennungen möglich sind. Zusammengefasst werden 360°-Videos hauptsächlich als Trainingsinstrument verwendet, zudem aber auch für die mediale Berichterstattung, für Marketing sowie für touristische Zwecke wie zur Darstellung von Ski-regionen eingesetzt. Neben den Einsatzbereichen variieren auch die Verwendungszwecke (Forschungsfrage 2). Insbesondere auf die Trainingszwecke soll hierzu näher eingegangen werden, da diese im Gegensatz zu medialem oder touristischem Nutzen, die nachfolgend in einem gemeinsamen Kapitel nur angerissen werden, eher für die Verwendung als Lehr-Lernmedium im Sport geeignet scheinen. Den Beiträgen mit überwiegend trainingspezifischem Fokus konnten vier Trainingsintensionen induktiv zugeordnet werden, die in Anlehnung an die Übersicht zu sportmotorischen Fähigkeiten und sportlichen Leistungen von Hottenrott und Hoos (2013) in vereinfachter Form zusammengefasst worden sind:

Unter kognitiven Trainingsinhalten werden Aufmerksamkeits- und Konzentrations-schwerpunkte zusammengefasst, die für Entscheidungsprozesse in Spiel-

situationen oder für taktisches Verhalten bedeutsam sind (Hottenrott & Hoos, 2013). Beiträge, die vorwiegend 360°-Videos zur Wahrnehmungsförderung von Spielsituationen thematisierten, wurden dieser Kategorie zugeordnet (n = 9).

In Abgrenzung zum Überblick über psychologische Trainingsverfahren von Hottenrott und Hoos (2013), werden sowohl Körperwahrnehmungs- als auch motivationale Prozesse nicht separiert kategorisiert, sondern als mentales Training zur Motivationssteigerung, zur visuellen Unterstützung einer physischen Trainingseinheit oder zur Wettkampfvorbereitung zusammengefasst (n = 6).

Als ein weiterer Verwendungszweck wurden 360°-Videos zum Erlernen von Bewegungen oder Techniken eingesetzt (n = 2). Unter technischem Training, Teil des motorischen Trainings, werden der Erwerb, Entwicklung und Annäherung an sportartspezifische Technikleitbilder verstanden (Hottenrott & Hoos, 2013).

Daneben wurden Beiträge, bei denen 360°-Videos für Analyse- oder Reflexionsprozesse eingesetzt wurden, als reflexives Training kategorisiert. Dies kann ebenfalls Entscheidungsprozesse unterstützen, der Schwerpunkt liegt jedoch mehr auf reflexiven Lernprozessen durch Beobachtung und Analyse (n = 4).

5.1 Kognitives Training

Laut dem Mapping Review von Fadde und Zaichkowsky (2019), eignen sich 360°-Videos zum Training der Wahrnehmungsfähigkeit sowie zum Einschätzen von Spielsituationen, die bspw. im American Football eingesetzt werden (ebd.). In einer randomisierten Kontrollgruppenstudie (n = 32) sowie in einer randomisierten Cross-Over-Studie mit Messwiederholung (n = 28) bei Schiedsrichtern im australischen Football untersuchten Kittel et al. (2020b, 2019) den Einsatz von 360°-Videos zur Verbesserung der Wahrnehmungsfähigkeit. In beiden Studien konnten Verbesserungen festgestellt werden (ebd.). Zudem zeigten die Proband*innen hohe Motivation und Freude im Training mit 360°-Videos (ebd.). Im Gegensatz zu Fadde und Zaichkowsky führen Kittel et al. (2020a) in ihrer SWOT-Analyse zu 360°-Videos und VR als Trainingsinstrument dagegen auch Schwächen für aktive Wahrnehmungshandlungsreaktionen auf, da aufgenommene Handlungen bei 360°-Videos nicht beeinflussbar sind (ebd.). Positive Trainingseffekte für Entscheidungsprozesse konnten Pagé, Bernier und Trempe (2019) in einer randomisierten Kontrollgruppenstudie (n = 27) mit 360°-Videos als Trainingsinstrument mit unterschiedlichen Immersionsgraden im Basketball belegen. Dagegen konnten Panchuk, Klusemann und Hadlow (2018) keine positiven Vorteile in ihrer explorativen Kontrollgruppenstudie (n = 20) über den 360°-Videoeinsatz zum Training von Handlungsentscheidungen im Basketball feststellen. Sowohl die Testgruppe mit 360°-Videos als Lehr-Lernmedium als auch die Kontrollgruppe im herkömmlichen Training erzielten positive Trainingseffekte für Entscheidungsprozesse, die jedoch keine Vorteile gegenüber einander aufwiesen

(ebd.). Aufgrund der immersiven Lernerfahrung durch 360°-Videos, wies die Testgruppe jedoch höhere Motivation auf. Die positiven Trainingseffekte zur Entscheidungsfindung und Aufmerksamkeitsförderung werden auch in den Übersichtsarbeiten von Hebbel-Seeger erwähnt (2018, 2019).

5.2 Mentales Training

Hebbel-Seeger (2017) untersuchte in seiner Vergleichsstudie mit Kontrollgruppe den Einsatz von 360°-Videos als zusätzlichen visuellen Stimulus während einer Ergometer-Einheit und deren Effekte auf subjektives Anstrengungsempfinden und Motivation (n = 24). Motivationssteigernde Effekte durch 360°-Videos in Kombination mit niedrigem subjektiven Anstrengungsempfinden konnten dabei nur bei Personen mit niedriger wöchentlicher Trainingshäufigkeit festgestellt werden. Bei Personen mit hohen Trainingsfrequenzen und hohem Anstrengungsgrad werden 360°-Videos eher ablenkend mit verminderter Selbstwahrnehmung empfunden (ebd.). Motivationssteigernde Effekte konnten auch Bird et al. (2019) in ihrer Studie im within-subject-design bestätigen. Alle Probanden (n = 18) erhielten ebenfalls während eines Ergometer-Trainings aufeinanderfolgend unterschiedliche audiovisuelle Stimuli. Am positivsten motivierte dabei das Betrachten von 360°-Videos durch eine VR-Brille während des Trainings kombiniert mit Musik (ebd.). Auch Farley, Spencer und Baudinet (2020) griffen in ihrem Mapping Review die Potenziale von 360°-Videos als zusätzlichen visuellen Stimulus bspw. zur Wettkampfvorbereitung im Surfsport auf. Durch das Betrachten von 360°-Videos mit einer VR-Brille, können so unterschiedliche Wellengänge mit einem sich darauf programmiert bewegenden Surfboard immersiv trainiert werden (ebd.). Neben dem motivationalen Potenzial führten Kittel et al. (2020a) innerhalb ihrer SWOT-Analyse die realistischen und authentischen Aufnahmen von Trainings- und Wettkampfumgebung als Stärken von 360°-Videos auf. Dies deckt sich mit den Einschätzungen von Appelbaum und Erickson (2016) sowie Bird (2019). Durch realitätsnahe 360°-Videos von Wettkampf- und Spielsituationen können sich Sportler*innen mental auf Wettkämpfe vorbereiten (ebd.). Auch zum Rehabilitationstraining von Sportler*innen lassen sich 360°-Videos als authentische risikofreie Trainingsräume nutzen, um durch Gruppentrainingsaufnahmen einem Isolationsgefühl in der Rehabilitationsphase entgegenzuwirken (ebd.).

5.3 Technisches Training

Gänsluckner, Ebner und Kamrat (2017) setzten 360°-Videos im Klettertraining ein und verglichen u. a. deren Akzeptanz und Bewertung als Lehr-Lernmedium (n = 8). Die Lernenden bewerteten die 360°-Videos mit einem höheren Lernnutzen als herkömmliche Videos, insbesondere die mehrperspektivische Analyse der Klettertechnik wurde vorteilhaft bewertet (ebd.). Der tatsächliche Lernerfolg wurde jedoch nicht erfasst. Dagegen konnten Piccione, Collett und

De Foe (2019) positive Trainingseffekte mit 360°-Videos im Techniktraining im Golfsport (n = 23) aufzeigen. Dabei untersuchten sie in einer randomisierten Cross-Over-Studie u. a. den Trainingseffekt einer aktiv durchzuführenden VR-Anwendung und die passive Betrachtung eines 360°-Videos in Korrelation mit dem jeweils verbundenen Präsenzgefühl. Bei beiden Anwendungen konnten sie keinen signifikanten Unterschied im Trainingserfolg selbst sowie in Abhängigkeit mit dem empfundenen Präsenzgefühl feststellen (ebd.).

5.4 Reflexives Training

Neben Einsatzmöglichkeiten für kognitives Training der Wahrnehmungsfähigkeit, führte Hebbel-Seeger (2018) in seiner Übersichtsarbeit Potenziale von 360°-Video-Reflexionsprozessen der eigenen sportlichen Leistung am Beispiel des Segelsports auf. Insbesondere die mehrperspektivische Aufnahme mit wiederholbarer Betrachtungsmöglichkeit einer komplexen Handlung eignet sich demnach für reflexive Trainingsprozesse (ebd.). Auch Bird (2019) erwähnt diese Potenziale für Reflexionsprozesse am Beispiel des American Footballs. Quarterbacks können mit 360°-Videos verschiedene Spielsituationen und Spielhandlungen in verschiedenen Blickrichtungen wiederholt reflektieren und analysieren.

5.5 Berichterstattung, Marketing, Tourismus

Nach Hebbel-Seeger (2017) ermöglichen 360°-Videos mit einem hochimmersiven Wiedergabemedium das Nach-Empfinden von Gefühlen der Protagonist*innen bei Sportevents, bspw. bei 360°-Video-Livestreams von Formel1-Rennen (ebd.). Hebbel-Seeger und Horky (2018a) wiesen auch darauf hin, dass sich unterschiedliche 360°-Videoübertragungsansätze noch in einer Testphase befinden und bspw. 2016 bei den Olympischen Spielen in Rio getestet wurden (ebd.).

Ruihley, Hebbel-Seeger und Horky (2019) erwähnen, dass sich die Teilhabe an Sportevents oder auch die Kommunikation zwischen Sportvereinen und Fans mit 360°-Videos verstärken lassen (ebd.). Damit bestätigen sie die Studie von Hebbel-Seeger und Horky (2018a), die den Einsatz der 360°-Technologie zur Kommunikation auf Facebook-Seiten von Fußballvereinen untersuchten. Trotz geringer Einsatzverbreitung wurden 360°-Beiträge öfters angeschaut, geteilt und positiv bewertet als herkömmliche Foto- oder Videobeiträge (ebd.).

Nach Hebbel-Seeger (2017, 2019) und Hebbel-Seeger & Horky (2018b) lassen sich mit 360°-Videos auch immersive Erlebniserfahrungen von abgelegenen Orten für touristische Zwecke realisieren und veranschaulichten dies am Beispiel der Olympischen Spiele 2016 in Rio. Mit einer 360°-Kamera wurde eine Rudertrainingseinheit vor dem Zuckerhut in Rio aufgenommen, den Zuschauenden bot sich eine touristische Bootsexkursion (ebd.).

Tab. 2. Übersicht der kategorisierten Einsatzbereiche von 360°-Videos

Autor*innen, Erscheinungsjahr, Titel	Training				Berichter- stattung	Marketing	Tourismus
	kognitiv	mental	technisch	reflexiv			
Appelbaum, L., & Erickson, G. (2016)		X					
Bird et al. (2019).		X					
Bird, J. (2019)	X	X		X			
Fadde, P. J., & Zaichkowsky, L. (2019)	X						
Farley, O.R.L., Spencer, K., & Baudinet, L. (2020)		X					
Gánsluckner, M., Ebner, M., & Kamrat, I. (2017)			X				
Hebbel-Seeger, A. (2017)		X			X	X	X
Hebbel-Seeger, A. (2018)	X			X			
Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2018a)					X	X	
Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2018b)				X	X		X
Hebbel-Seeger, A. (2019)	X			X	X		X
Kittel et al. (2020a)	X	X					
Kittel et al. (2020b)	X						
Kittel et al. (2019)	X						
Pagé, C., Bernier, P.-M., & Trempe, M. (2019)	X						
Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018)	X						
Piccione, J., Collet, J., & de Foe, A. (2019)			X				
Ruihley, Brody J., Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2019)					X	X	

6. Diskussion

Zur Beantwortung der Forschungsfrage (3), welche Möglichkeiten sich aus dem systematisierten Forschungsstand zur zukünftigen Implementierung von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium im Sport ableiten lassen, wurden zunächst die ermittelten Ergebnisse erneut nach ihrem Potenzial hin differenziert. Leitend waren dabei aus dem Forschungsstand (Kap. 3) deduzierte Kategorien (Motivation, Reflexion), die um induktiv gewonnene ergänzt wurden. Einschränkend ist festzuhalten, dass die eingeschlossenen Beiträge aufgrund ihres unterschiedlichen Beitragsformats und Untersuchungsdesigns eindeutige Aussagen bezüglich der Mehrwerte von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium erschweren. Insbesondere die narrativen Übersichtsarbeiten sind nicht nur einem Bereich zuzuordnen, wurden aber als wichtige Erkenntnislieferanten in diesem jungen Feld hier im Review inkludiert. Aufgrund einer fehlenden eindeutig definitorischen Verwendung des 360°-Videobegriffs sind weitere Formulierungen im Suchterm möglich, sodass nicht auszuschließen ist, dass weitere Literatur, die andere Termini nutzt, weitere Mehrwerte der 360°-Videotechnologie thematisiert. In unserer Literaturrecherche konnten insgesamt sechs Mehrwert-Kategorien gewonnen werden.

6.1 Motivation, Aktivierung (n = 8)

Das motivierende Potenzial herkömmlicher Videos (Gaudin & Chaliès, 2015) sowie 360°-Videos in der Bildung (Rupp et al., 2019, Snelson & Hsu, 2020) wird in den eingeschlossenen Übersichtsarbeiten des vorliegenden Reviews betont (Hebbel-Seeger & Horky, 2018a, Kittel et al., 2020a). Der motivierende Effekt durch 360°-Videos konnte auch in den Studien (Bird et al., 2019, Gänsluckner, Ebner & Kamrat, 2017, Kittel et al., 2019, 2020b, Panchuk, Klusmann & Hadlow, 2018) deutlich bestätigt werden. Insbesondere die authentische und realistisch (s. u.) empfundene 360°-Aufnahmeumgebung führte zu überwiegend positiven Bewertungen als Lehr-Lernmedium hinsichtlich der Motivation. Dies deckt sich auch mit den Untersuchungen von Kavanagh et al. (2017). Dabei ist jedoch nicht gänzlich auszuschließen, dass motivationsfördernde Effekte auf die empfundene Neuartigkeit des Lehr-Lernmediums zurückzuführen sind. Dennoch lässt sich das Motivationspotenzial für selbstständiges erstes Aneignen neuer Bewegungsmuster, bspw. in einem Inverted-Classroom (Rudloff, 2017) im Sportunterricht nutzen. Als zusätzlicher visueller Stimulus bringen 360°-Videos auch motivationale Effekte bei geringerem subjektiven Anstrengungsempfinden für das Sporttreiben selbst mit sich (Bird et al., 2019, Hebbel-Seeger, 2017).

6.2 Reflexion, Analyse (n = 2)

Für reflexive Lehr-Lernprozesse eignen sich 360°-Videos durch ihren mehrperspektivischen Rundumblick. Hebbel-Seeger und Horky (2018b) erwähnten insbesondere die Möglichkeiten zur Selbstreflexion, die durch eigene 360°-Video-

aufnahmen, z. B. mit Hilfe einer am Kopf befestigten Kamera, nicht nur die Außensicht der eigenen sportlichen Leistung abbildet, sondern vielmehr auch die Perspektive aus dem Spielgeschehen heraus. Die mehrperspektivische Nachbetrachtung eigener Handlungsentscheidungen stellt auch für Bird (2019) einen hohen Mehrwert dar. Durch den Rundumblick erweitern 360°-Videos die bisherigen Potenziale herkömmlicher Videos für Reflexions- und Analysezwecke (Brouwer, 2014, Gaudin & Chaliès, 2015). Im Sport lassen sich mit 360°-Videos dementsprechend verschiedene Reflexionsperspektiven zur Analyse sportlicher Leistung und für ein tieferes Bewegungsverständnis gestalten.

6.3 Erkennen, Entscheiden (n = 8)

Die im vorliegenden Review untersuchten Studien (Bird et al., 2019, Kittel et al., 2019, 2020b, Pagé, Bernier & Trempe, 2019) konnten insbesondere die Potenziale von 360°-Videos zur Verbesserung der Wahrnehmungsfähigkeit und zum Erkennen von Spielsituationen feststellen und bestätigen die Einschätzungen der ermittelten Übersichtsarbeiten von Appelbaum und Erickson (2016), Fadde und Zaichkowsky (2019) sowie Hebbel-Seeger (2018). Demgegenüber konnten Panchuk, Klusemann und Hadlow (2018) keine Vorteile von 360°-Videos gegenüber herkömmlichen Trainingsmethoden ausmachen. Werden jedoch die Forschungsergebnisse mit denen zu herkömmlichen Videos und immersiv-interaktiven Technologien verbunden, so lassen sich die Ergebnisse von Brouwer (2014), Gaudin und Chaliès (2015) sowie Faure et al. (2019) bestätigen, die dem Videoeinsatz zum Erkennen von Unterrichtssituationen hohen Mehrwert attestieren. Durch den Rundumblick lassen sich mit 360°-Videos noch authentischere Lernsituationen simulieren, die bspw. zur Verbesserung der professionellen Unterrichtswahrnehmung in der Sportlehrer*innenbildung oder auch zum Taktiktraining für Handlungsentscheidungen eingesetzt werden können.

6.4 Authentizität, Realismus (n = 7)

Mit herkömmlichen Videos lassen sich bereits authentische Lernszenarien gestalten (Gaudin & Chaliès, 2015), die mit immersiv-interaktiven Technologien noch realistischer empfunden werden können (Kahlert, van de Camp & Stiefelhagen, 2015). 360°-Videos ermöglichen mit ihrem Rundumblick gegenüber herkömmlichen Videos höher empfundene Authentizität und Realismus. Dieser Mehrwert wurde auch in den inkludierten Übersichtsbeiträgen betont (Appelbaum & Erickson, 2016, Hebbel-Seeger, 2018, 2019, Kittel et al., 2020a) und in den Studien positiv bewertet (Kittel et al., 2019, 2020b, Panchuk, Klusemann & Hadlow, 2018). Im Vergleich zu VR, die oft mit höherem Ressourcenaufwand einhergeht (Kavanagh et al., 2017), können Sportler*innen auch mit 360°-Videos authentisch-realistische Trainingssituationen erleben (Kittel et al., 2020a), die im Bildungskontext des Sports eine anschaulichere Verknüpfung von Bewegung und Wissen ermöglichen (Wagner, 2016).

6.5 Erleben, Immersion (n = 8)

Positive Effekte auf den Lernzuwachs konnten zwar bei VR-Anwendungen festgestellt werden (Kavanagh et al., 2017, Parong & Mayer, 2018, Rupp et al., 2019), dabei scheint es jedoch divergente Forschungsergebnisse zu geben. Piccione, Collet und de Foe (2019) machten keinen signifikanten Unterschied im Erlernen einer Golftechnik mit zunehmenden Immersions- und Interaktionsgrad aus und bestätigen die Forschungsergebnisse von Jensen und Konraden (2018). Dagegen konnten Kittel et al. (2019, 2020b) wiederum höhere Lerneffekte durch 360°-Videos im Gegensatz zu herkömmlichen Videos bei Schiedsrichterentscheidungen feststellen. Ob dies auf die Immersion zurückzuführen ist, ist nicht eindeutig auszumachen. Dass immersive Lernerfahrungen durch 360°-Videos für mentale Trainingsprozesse, bspw. zur Wettkampfvorbereitung, genutzt werden, zeigten jedoch die eingeschlossenen Übersichtsarbeiten (Appelbaum & Erickson, 2016, Farley, Spencer & Baudinet, 2020, Hebbel-Seegeer 2017, 2018). Mit immersiven Technologien lassen sich verletzungsfreie Trainingsräume gestalten (Faure et al., 2019, Bird, 2019). Der Sport(-unterricht) könnte diese immersiven Lernerfahrungen im Sinne explorativen Lernens nutzen. Durch 360°-Videoaufnahmen lassen sich z. B. taktisches Spielverhalten im Mannschaftssport realitätsnah entdecken und aneignen.

6.6 Technikschiulung, Bewegungslernen (n = 2)

Die Ergebnisse von Gänsluckner, Ebner und Kamrat (2017) als auch Piccione, Collet und de Foe (2019) zeigen auf, dass sich Technik- und Bewegungslernen mit 360°-Videos unterstützen lassen und bestätigen das Experiment von Kahlert, van de Camp und Stiefelhagen (2015), die VR zum Jonglagelernen einsetzten. Dementsprechend lassen sich bspw. 360°-Video-Lehr-Lerneinheiten für Bewegungslernen durch Beobachtung gestalten, die wiederum im Sportunterricht oder außerschulischen Sport für selbstständige Lernprozesse genutzt werden können. Allerdings fehlen eindeutige und vergleichbare Studien, die den tatsächlichen Lernerfolg belegen.

7. Zusammenfassung und Ausblick

360°-Videos ermöglichen reflexive und beobachtende Lehr-Lernprozesse, die bereits vereinzelt für mehrperspektivische Analysen von Spielsituationen oder zur Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsförderung eingesetzt werden. Daneben bieten 360°-Videos motivationales Potenzial sowie Gestaltungsmöglichkeiten für authentische Lehr-Lernszenarien, die durch immersive Wiedergabemedien realitätsnah empfunden werden können und das Gefühl der Teilhabe einer digitalen Trainingsgruppe ermöglichen. Als Lehr-Lernmedium im Sport lassen sich die Potenziale kosten- und ressourcenschonend im Vergleich zu VR-Anwendungen, mit Hilfe eigener Smartphones, kombiniert mit kostengünstigen VR-Brillenhalterungen, umsetzen. Es gilt jedoch nicht nur

aufgrund technischer Begeisterung den Fokus auf die technischen neuen digitalen Möglichkeiten zu legen, sondern vielmehr die digitalen Möglichkeiten und deren Potenziale aus einer pädagogischen Perspektive sinnvoll einzusetzen.

Dabei ist allerdings auffallend, dass bereits eingesetzte 360°-Videos kaum auf einer spezifischen Lerntheorie basieren, sondern eher explorativ eingesetzt werden. Zum Beispiel ließen sich mit 360°-Videos in Anlehnung an eine konstruktivistische Lerntheorie verschiedene individuell erschließbare Lernszenarien umsetzen. Ebenfalls böte die mehrperspektivische Betrachtungsmöglichkeit innerhalb eines 360°-Videos Anknüpfungen an die Lerntheorie „Lernen am Modell.“ Als großen Mehrwert ermöglichen 360°-Videos mehrere Blickrichtungen. Die unterschiedlichen Blickperspektiven können genutzt werden, um Bewegungen einer Gruppenaufnahme aus Frontal- oder Seitperspektive für ein intensiveres Bewegungsverständnis zu beobachten. Dadurch lassen sich bspw. 360°-Videos in einem Flipped-Classroom-Ansatz für das selbstständige Aneignen vordefinierter Bewegungsabfolgen durch Beobachtung und Nachahmung nutzen. Nach erfolgter selbstständiger digitaler Bewegungsaneignung, lassen sich in einem zeitoptimierten Präsenzunterricht, ausgehend von einer gemeinsamen Bewegungsbasis aus, Bewegungen reflektieren, verfeinern und gestalten.

In Anbetracht der geringen empirischen Auseinandersetzung mit 360°-Videos als Lehr-Lernmedium im Sport sind Aussagen zum Lernoutput verfrüht. In einigen Studien konnten zwar Lernerfolge durch 360°-Videoeinsatz verzeichnet werden, diese lassen sich jedoch weder verallgemeinern noch waren sie in Vergleichsstudien mit Kontrollgruppen bestätigt. Für eine Implementierung von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium im (hoch-)schulischen Sportunterricht oder als Trainingsinstrument, sind daher zunächst theoriefundierte Lehr-Lernkonzepte notwendig, die aufbauend auf lerntheoretischen Überlegungen die bisherigen eher explorativ erkundeten Potenziale, die in dem vorliegenden Systematic Literature Review ermittelt worden sind, umsetzen. Im Rahmen des digiMINT-Projektes am Karlsruher Institut für Technologie im Arbeitsbereich interdisziplinäre Didaktik der MINT-Fächer und des Sports werden dahingehend 360°-Video-Lehr-Lerneinheiten entwickelt, erprobt und evaluiert.

Literatur

Appelbaum, L., & Erickson, G. (2016). Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 11(1), 160–189 .

Bäder, J., & Kasper, M.-A., (2020). E-Learning-Tools: Technische Möglichkeiten und deren Einfluss auf didaktische Entscheidungen. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S. 131–158). Springer VS.

- Bird, J., Karageorghis, C., Baker, S., & Brookes, D. (2019). Effects of music, video, and 360-degree video on cycle ergometer exercise at the ventilatory threshold. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 29(8), 1161–1173.
- Bird, J. (2019). The use of virtual reality head-mounted displays within applied sport psychology. *Journal of Sport Psychology in Action*, 11(2), 115–128.
- Brouwer, N. (2014). *Was lernen Lehrpersonen durch die Arbeit mit Videos? Ergebnisse eines Dezenniums empirischer Forschung. Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung* 32(2), 176–195.
- Fadde, P. J., & Zaichkowsky, L. (2019). Training perceptual-cognitive skills in sports using technology. *Journal of Sport Psychology in Action*, 9(4), 239–248.
- Farley, O. R. L., Spencer, K., & Baudinet, L. (2020). Virtual reality in sports coaching, skill acquisition and application to surfing: A review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(3), 535–548.
- Faure, C., Limballe, A., Bideau, B., & Kulpa, R. (2020). Virtual reality to assess and train team ball sports performance: A scoping review. *Journal of sports Sciences*, 38(2), 192–205.
- Findeisen, S., Horn, S., & Seifried, J. (2019). Lernen durch Videos – Empirische Befunde zur Gestaltung von Erklärvideos. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 16–36.
- Fischer, B., & Krombholz, A. (2020). Videoeinsatz beim Lernen sportlicher Techniken. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S. 13–27). Springer VS.
- Gänsluckner, M., Ebner, M., & Kamrat, I. (2017). 360 Degree Videos within a Climbing MOOC. In International Association for Development of the Information Society (Ed.), *14th International Conference of Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2017)*, 43–50.
- Gaudin, C., & Chaliès, S. (2015). Video viewing in teacher education and professional development: A literature review. *Educational Research Review*, 16, 41–67.
- Getto, B., Hintze, P., & Kerres, M. (2018). (Wie) Kann Digitalisierung zur Hochschulentwicklung beitragen?. In B. Getto, P. Hintze & M. Kerres (Hrsg.), *Digitalisierung und Hochschulentwicklung. Proceedings zur 26. Tagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. in Duisburg-Essen* (S. 13–25). Münster: Waxmann Verlag.
- Hebbel-Seeger, A. (2017). 360 degrees video and VR for training and marketing within sports. *Athens Journal of Sports*, 4(4), 243–261.
- Hebbel-Seeger, A. (2018). 360-Video in Trainings- und Lernprozessen. In U. Dittler & C. Kreidl (Hrsg.), *Hochschule der Zukunft – Beiträge zur zukunftsorientierten Gestaltung von Hochschulen* (S. 265–290). Springer VS.

- Hebbel-Seeger, A. (2019). Innovative Videotechnologien im Schneesport: mit Drohnen und 360-Grad-Video neue Perspektiven erschließen, kollaborativ bearbeiten und diskursiv nutzen. In *Skilaut und Snowboard in Lehre und Forschung, Schriften der ASH (25)* (S. 106–129). Feldhaus Verlag GmbH & Co. KG.
- Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2018a). 360-Grad-Foto/Video in der Social Media-Kommunikation im Sport. In C. G. Grimmer (Hrsg.), *Sportkommunikation in digitalen Medien* (S. 179–195). Springer VS.
- Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2018b). Innovative Medientechnologien im Sport – Videodrohnen, 360-Grad-Video und VR-Brillen. In T. Horky, H.-J. Stiehler & T. Schierl (Hrsg.), *Die Digitalisierung des Sports in den Medien* (S. 241–274). Herbert von Halem Verlag.
- Hjort, A., Henriksen, K., & Elbæk, L. (2018). Player-Driven Video Analysis to Enhance Reflective Soccer Practice in Talent Development. *International Journal of Game-Based Learning*, 8(2), 29–43.
- Hottenrott, K., & Hoos, O. (2013). Sportmotorische Fähigkeiten und sportliche Leistungen – Trainingswissenschaften. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport – Das Lehrbuch für das Sportstudium* (S. 439–501). Springer.
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515–1529.
- Kahlert, T., van de Camp, F., & Stiefelhagen, R. (2015). Learning to Juggle in an Interactive Virtual Reality Environment. In C. Stephanidis (Hrsg.), *International Conference on Human-Computer Interaction* (S. 196–201). Springer.
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85–119.
- Kittel, A., Larkin, P., Elsworthy, N., & Spittle, M. (2019). Using 360° virtual reality as a decision-making assessment tool in sport. *Journal of Science and Medicine in Sport*, (22), 1049–1053.
- Kittel, A., Larkin, P., Cunningham, I., & Spittle, M. (2020a). 360° Virtual Reality: A SWOT Analysis in Comparison to Virtual Reality. *Frontiers in Psychology*, (11).
- Kittel, A., Larkin, P., Elsworthy, N., Lindsay, R., & Spittle, M. (2020b). Effectiveness of 360° virtual reality and match broadcast video to improve decision-making skill. *Science and Medicine in Football*, (4), 255–262.
- Kleinknecht, M., & Schneider, J. (2013). What do teachers think and feel when analyzing videos of themselves and other teachers teaching?. *Teaching and Teacher Education*, (33), 13–23.
- Lipinski, K., Schäfer, C., Weber, A.-C., & Wiesche, D. (2020). Virtual Reality Moves – Interdisziplinäre Lehrkonzeption zur Entwicklung einer forschenden Haltung mittels Bewegung in, mit und durch Virtual Reality. In B. Fischer & A.

Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S. 207–229). Springer VS.

Miah, A., Fenton, A., & Chadwick, S. (2020). Virtual Reality and Sports: The Rise of Mixed, Augmented, Immersive, and Esports Experiences. In S. Schmidt (Hrsg.), *21st Century Sports* (S. 249–262). Springer Nature Switzerland AG.

Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., & Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic reviews*, 4(1), 1.

Neumann, D., Moffitt, R., Thomas, P., Loveday, K., Watling, D., Lombard, C., Antonova, S., & Tremeer, M. (2018). A systematic review of the application of interactive virtual reality to sport. *Virtual Reality*, 22(3), 183–198.

Pagé, C., Bernier, P.-M., & Trempe, M. (2019). Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball. *Journal of Sports Science*, 37(21), 2403–2410.

Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players. *Frontiers in Psychology*, (9), 2315.

Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785–797.

Petri, K., & Witte, K. (2018). Anwendung virtueller Realität im Sport. In K. Witte (Hrsg.), *Ausgewählte Themen der Sportmotorik für das weiterführende Studium* (Band 2) (S. 99–129). Springer Spektrum.

Petri, K., Emmermacher, P., Masik, S., & Witte, K. (2019a). Comparison of response quality and attack recognition in karate kumite between reality and virtual reality – a pilot study. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, 8(4), 55–63.

Petri, K., Steffen Masik, S., Danneberg, M., Emmermacher, P., & Witte, K. (2019b). Possibilities To Use A Virtual Opponent For Enhancements Of Reactions And Perception Of Young Karate Athletes. *International Journal of Computer Science in Sport*, 18(2), 20–33.

Piccione, J., Collet, J., & de Foe, A. (2019). Virtual Skills training: the role of presence and agency, *Heliyon* 5(11), e02583.

Rekik, G., Khacharem, A., Belkhir, Y., Bali, N., & Jarraya, M. (2018). The instructional benefits of dynamic visualizations in the acquisition of basketball tactical actions. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1–8.

Rudloff, C. (2017). Inverted-Classroom-Modell im Fach Bewegung und Sport in der Primarstufenausbildung an der Pädagogischen Hochschule Wien. Eine Design-Based Research-Studie in der Lehrveranstaltung „Leichtathletik“. In C.

Igel (Hrsg.), *Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. in Chemnitz* (S. 140–146). Waxmann Verlag.

Ruihley, B., Hebbel-Seeger, A., & Horky, T. (2019). VR, AR, Drohnen und 360-Grad-Kameras – die Zukunft von Sportmanagement und Sportkommunikation mit einem Blick auf die Situation in den USA. In R. Wadsack & G. Wach (Hrsg.), *Digitale Disruption und Sportmanagement* (S. 167–184). Frankfurt a. M.: Peter Lang Verlag.

Rupp, M. A., Odette, K. L., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Smither, J. A., & McConnell, D. S. (2019). Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360-degree videos. *Computers & Education*, 128, 256–268.

Saubier, F. (2017). Lernen mit Videos. Das TIB AV-Portal als Repositorium für offene Lernressourcen. In C. Igel (Hrsg.), *Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. in Chemnitz* (S. 202–208). Waxmann Verlag.

Schulmeister, R. (2002). Taxonomie der Interaktivität von Multimedia – Ein Beitrag zur aktuellen Metadaten-Diskussion. *it-Information Technology*, 44(4), 193–199.

Snelson, C., & Hsu, Y.-C. (2020). Educational 360-Degree Videos in Virtual Reality: a Scoping Review. *TechTrends*, (64), 404–412.

Vohle, F. (2016). Social Video Learning. Eine didaktische Zäsur. In A.-W. Scheer & C. Wahter (Hrsg.), *Digitale Bildungslandschaften* (S. 175–185). IMC.

Wagner, I. (2016). *Wissen im Sportunterricht* (Edition Schulsport, Bd. 31). Meyer & Meyer.

Wendeborn, T. (2019). Digitalisierung als (weiteres) Themenfeld für die Sportpraxis? *Sportpraxis*, 9(10), 4–6.

Zühlke, M., Steinberg, C., Rudi, H., & Jenett, F. (2020). #digitanz-lite – Ergebnisse der Begleitforschung zum Einsatz digitaler kreativer Tools im Sportunterricht und deren Bedeutung für die Lehrer*innenbildung. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hoffhues, J. König, & D. Schmeinck (Hrsg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung* (S. 71–76). Waxmann Verlag.

Verfasser

Rosendahl, Philipp, Interdisziplinäre Didaktik, Zentrum für Lehrerbildung, Karlsruher Institut für Technologie

Wagner, Ingo, Jun.-Prof. Dr., Leiter des Arbeitsbereiches Interdisziplinäre Didaktik am Institut für Schulpädagogik und Didaktik, Karlsruher Instituts für Technologie

360°-Videos zum Erlernen von Bewegungsmustern - eine Konzeptidee für den Einsatz als Lehr-Lernmedium

Philipp Rosendahl, Ingo Wagner

Schlüsselwörter Sport, 360°-Video, Bewegungslernen, Karate

ZUSAMMENFASSUNG

360°-Videos bieten immersive und interaktive Gestaltungsmöglichkeiten für Lehr-Lernprozesse in authentischer Lernumgebung. Da diese in Gänze bisher noch kaum genutzt werden, stellt der Beitrag eine Konzeptidee für das digitale Vermitteln und Erlernen von vordefinierten Bewegungsmustern bzw. Bewegungsabfolgen vor. Die Konzeptidee zeigt am Beispiel einer Karate-Kata methodisch-didaktische Schritte für digitales selbstständiges Bewegungslernen vordefinierter Bewegungsabläufe und Bewegungschoreografien. Neben der Beobachtung aus mehreren Perspektiven werden dabei Immersion und Interaktion von 360°-Videos genutzt.

1. EINLEITUNG

Videos sind ein weit eingesetztes Lehr-Lernmedium (Börner et al., 2016) und finden im schulischen, hochschulischen und außerschulischen Sport Verwendung. Dank Vorteilen in der bildlichen Darstellung abstrakter Sachverhalte oder komplexer dynamischer Bewegungsabläufe in einem dreidimensionalen Raum (Saubier, 2017), werden sie insbesondere als Videofeedback und zur exemplarischen Präsentation einer optimalen Bewegungsausführung (Fischer & Krombholz, 2020) sowie zum möglichen Bewegungsvergleich durch Eigenaufnahmen und zur Taktikschulung (Dober, 2019) genutzt. Als eher neuer Ansatz greift die 360°-Videotechnologie die Vorteile herkömmlicher Videos für Lehr-Lernprozesse auf und bereichert sie um immersive-interaktive Erfahrungen, die die Lernmotivation für selbstständiges Lernen steigern können (Kavanagh et al., 2016; 2017) und Lehr-Lern-Potenziale offerieren. Für Lehr-Lernprozesse im Sport wird digitalen Medien hohes Potenzial zugesprochen (Wendeborn, 2019), was jedoch bisher bspw. im schulischen Sportunterricht wenig erforscht ist (Zühlke et al., 2020). Daher werden in Anlehnung an ein Proof of Concept erste Ideen einer 360°-Video-Lehr-Lerneinheit zum Bewegungslernen vordefinierter Bewegungsabfolgen am Beispiel einer Karate-Kata skizziert. Dieses Konzept könnte sowohl in der Aus- als auch in der Fortbildung von Sportlehrkräften, im Sportunterricht oder als Trainingsinstrument Anwendung finden.

2. BEGRIFFSKLÄRUNG

360°-Videos sind Videoaufnahmen, die bei deren Wiedergabe einen individuell steuerbaren Rundumblick von einem vorgegebenen statischen oder dynamischen Stand-

punkt aus ermöglichen (Hebbel-Seeger, 2018). Im Sinne der dritten Stufe der Taxonomie der Interaktivität von Multimedia-Komponenten von Schulmeister (2002) interagieren die Betrachtenden durch die freie Blickrichtungswahl mit dem Medium und verändern die entsprechende Darstellungsoptik, die aufgenommene Handlung bzw. die Inhalte sind im Vergleich zu programmierten Virtual-Reality (kurz: VR) Szenarien nicht manipulierbar (Bäder & Kasper, 2020).

Unter Immersion wird das Anwesenheits- und Realitätsempfinden innerhalb einer digitalen Anwendung verstanden (Petri & Witte, 2018). Immersive Medien können sowohl eher wenig immersiv am Desktop mit Blickrichtungssteuerung per Mausebewegung als auch hochimmersiv mit hochauflösenden VR-Brillen und Blickrichtungssteuerung per Kopfbewegung betrachtet werden, die üblicherweise von VR-Anwendungen bekannt sind. Auch 360°-Videos lassen sich ebenfalls mit verschiedenen, nach deren Immersionsgrad systematisierten Ausgabemedien, betrachten. Die verschiedenen Definitionen und Eigenschaften immersiv-interaktiver Technologien wie bspw. VR oder 360°-Videos lassen sich nicht in Gänze voneinander unterscheiden (Kavanagh et al., 2017).

3. 360°-VIDEOS ALS LEHR-LERNMEDIUM IM SPORT

Der Einsatz von Videotechnologie eignet sich im Gegensatz zu statischen Bildern besonders für den Bereich der Bewegung und daher für

Sportkontexte. Durch Videos können Bewegungsabläufe demonstriert, nachgemacht und verstanden werden (Dober, 2019), insbesondere durch eine Verknüpfung des Videolernens mit der sozial-kognitiven Lerntheorie „Lernen am Modell“ nach Bandura. Denn durch Beobachtung einer anvisierten als optimal eingestuften Bewegungsabführung eines aufgenommenen Vorbilds (Fischer & Krombolz, 2020), können Bewegungsmuster gut angeeignet und ausgeführt werden. Des Weiteren werden bspw. unterschiedliche Aufnahmeperspektiven herkömmlicher Videoaufzeichnungen als Videofeedback sportlicher Leistung eingesetzt (Hjort, Henriksen & Elbæk, 2018) oder unterstützen theoretisches Online-Lernen für eine zeitoptimierte Praxis in Präsenzzeit (Rudloff, 2017).

Immersive Videotechnologien wie VR ermöglichen eine dreidimensionale Bewegungsdarstellung in einer geschützten Lernumgebung (Jensen & Konradsen, 2018) und werden bereits zum Reaktionstraining oder zur Aufmerksamkeitsförderung im Sport eingesetzt (Petri et al., 2019). Teilweise werden in interaktiven Videosimulationen komplexe Bewegungen oder Handlungen separiert trainiert (Hebel-Seegeer, Kretschmann & Vohle, 2013). Aufgrund von notwendigen Programmierkenntnissen sowie technischer und finanzieller Ressourcen gehen insbesondere die Erstellung von VR-Anwendungen und deren Implementierung im Sport mit höherem Aufwand einher (Fischer & Krombolz, 2020). Jedoch steht mit 360°-Videos eine ressourcenschonende immersive-interaktive Videotechnologie zur Verfügung. Denn die Preisspannen für 360°-Kameras (bereits ab 50 Euro erhältlich) und VR-Brillen variieren je nach Qualitätsanspruch und erwünschtem Immersionsgrad und werden aufgrund technischer Entwicklungen zunehmend günstiger; die mit ihnen erzeugten 360°-Videos lassen sich mit Hilfe von herkömmlichen Smartphones und dazugehörigen VR-Halterungen, z.B. aus Pappkartons (bspw. google Cardboard) für 10 Euro bereits immersiv erleben.

Während vereinzelt bereits VR-Anwendungen weiter Einzug in den Sport als Lehr-Lernmedium oder Trainingsinstrument erhalten, ist eine Verwendung von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium im schulischen Sport oder der hochschulischen Ausbildung bisher weniger bekannt. Im außerschulischen Sport werden sie vereinzelt als kognitives Trainingsinstrument zur Aufmerksamkeitsförderung (Kittel et al., 2020), zur mehrperspektivischen Reflexion und Analyse von Spielsituationen und eigener Leistung (Panchuk, Klusemann & Hadlow, 2018), zur mentalen Vorbereitung auf Wettkampfumgebungen (Appelbaum & Erickson, 2016) und zur

Motivationssteigerung eingesetzt (Hebel-Seegeer, 2017). Durch VR-Brillen ist zudem eine gefühlte Trainingsteilnahme mit 360°-Videoaufnahmen möglich (Farley, Spencer & Baudinet, 2019).

360°-Videos scheinen somit vielfältige Einsatzmöglichkeiten und Mehrwerte zu bieten, die als Lehr-Lernmedium und Trainingsinstrument nutzbar sind. Ähnlich dem Ansatz der 360°-Bewegungsanalyse Pythagoras (Büning & Wirth, 2020) können durch den 360°-Kamerarundumblick mehrere Perspektiven auf Bewegungen beobachtet werden. Durch Wiedergabe der 360°-Kameraaufnahmen mit VR-Brillen entstehen immersive Trainingsmöglichkeiten, die innerhalb eines Blended-Learning-Ansatzes für selbstständiges digitales Bewegungserlernen und einen zeitoptimierten Präsenzunterricht sowohl in der Aus- als auch in der Fortbildung von Sportlehrkräften sowie im Sportunterricht genutzt werden können. Durch die selbstständige Aneignung der Bewegungsabfolge im Selbststudium lassen sich Präsenzzeiten zur Bewegungsverfeinerung und Reflexion gezielter nutzen, ohne zunächst die Bewegungsabfolge zu lehren, zu lernen und zu trainieren.

4. KONZEPTIDEE

Die Konzeptidee konzentriert sich zunächst auf das Modelllernen durch Beobachtung und Nachahmung für vordefinierte Bewegungsabfolgen. Durch 360°-Videoaufnahmen von Vorbildern, die die Bewegungsabfolge möglichst optimal ausführen, können in Anlehnung an das Modell-Lernen nach Banduras, die einzelnen Bewegungen zunächst beobachtet werden, um anschließend die Bewegungsabfolge anzueignen.

Aufbauend auf dem individualisierten Lernfortschritt der Lernenden, werden mit aufeinanderfolgenden 360°-Videoaufnahmen, gemäß den methodischen Prinzipien der Sportdidaktik, die Anforderungen an die Bewegungsausführung gesteigert. Die Konzeptidee ist in verschiedenen Lehr-Lern-Arrangements, u.a. im Flipped-Classroom-Ansatz anwendbar, sodass sich Lernende selbstständig vordefinierte Bewegungsabfolgen online in ihrem eigenen Lerntempo aneignen, um anschließend gemeinsam, ausgehend von einer gleichen Bewegungsbasis, die Bewegungen in einem zeitoptimierten Präsenzunterricht zu reflektieren, zu verfeinern und umzugestalten. Die einzelnen aufeinanderfolgenden Schritte 1-3 sind frei wählbar, sodass Lernende zwischen reiner Beobachtung und Observation, Nachahmung oder synchroner Mitbewegungen gemäß ihres Leistungsstandes entscheiden können, um die Bewegungsabfolge zunächst zu beobachten, nachzuahmen oder zu festigen.

Die Umsetzung der Konzeptidee zum Bewegungslernen mit 360°-Videos wird am Beispiel der Shotokan-Karate-Kata „Taikyoku Shodan“ aufgezeigt und lässt sich generell auf weitere vordefinierte Bewegungsformen oder Choreografien transferieren.

Herkömmliche Trainingsvideos bilden meist nur eine Perspektive auf die Bewegungen ab, überwiegend aus der frontalen Ansicht. Für die Aneignung einer Bewegungsabfolge durch Beobachtung und für ein genaueres Bewegungs- und Technikverständnis ist jedoch auch die Beobachtung der Seit- oder Rückansicht der Bewegungen notwendig. Erst aus unterschiedlichen Blickperspektiven wird ersichtlich, ob bspw. die Hüfte bei Bewegungen gerade oder abgedreht ist oder die Knie in verschiedenen Standpositionen durchgestreckt oder angewinkelt sind. Die 360°-Video-Lehr-Lerneinheit setzt an diesem Punkt an, greift die bisherigen Vorteile herkömmlicher Videos wie bspw. die Darstellung und wiederholbare Reflexion komplexer Bewegungsabläufe auf und erweitert die Beobachtungsmöglichkeiten mit unterschiedlichen Blickrichtungen. Dadurch eignet sich das Konzept sowohl für die Aus- und Fortbildung von Sportlehrkräften sowie für den Sportunterricht, dabei gleichermaßen als zusätzliches Trainingsinstrument in Sportarten mit vordefinierten Bewegungsabfolgen.

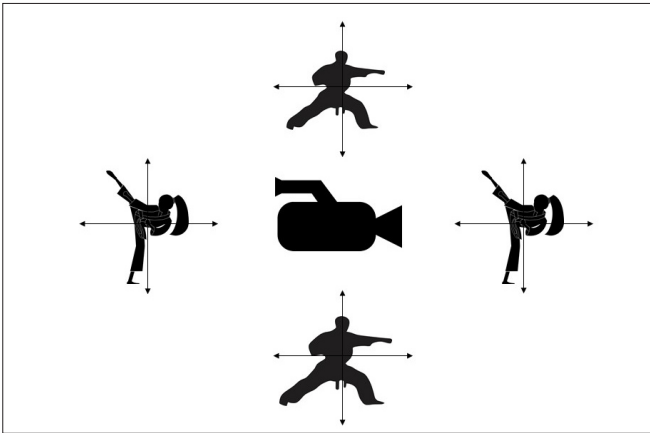


Abb. 1 Anordnung mit statischer Kameraposition

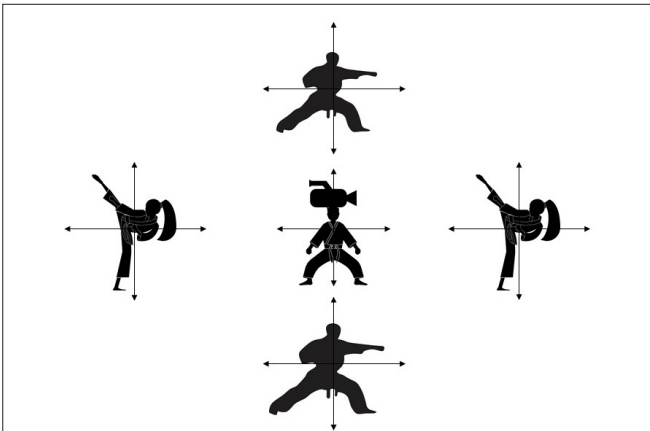


Abb. 2. Anordnung mit dynamischer Kameraposition.

5. DURCHFÜHRUNG DER KONZEPTIDEE

Die Durchführung der 360°-Video-Lehr-Lerneinheit erfolgt in vier Schritten, die auf die Beobachtung, Durchführung, Festigung und Reflexion der Kata zielen. Aufgrund unterschiedlicher Zielsetzung unterscheiden sich die 360°-Videoaufnahmen der einzelnen Schritte in ihrer Kameraführung sowie in der aufgenommenen Bewegungsdynamik der Vorbilder. Der schematische Aufnahmearbeitsaufbau bleibt gleich. Die 360°-Videokamera wird in der Mitte eines Raumes platziert. Um die Kamera herum werden mit ausreichend Platz vier Vorbilder in Form einer Raute aufgestellt, die die Kata in ihrer Bewegungsausführung möglichst synchron ausführen (Abb.1). Dadurch können die Beobachtenden die Techniken und Bewegungsabfolgen je nach Blickrichtungswahl in Sagital- oder Frontalebene aus mehreren Perspektiven betrachten.

5.1. Beobachten und Aneignen

Im ersten Schritt erfolgt die 360°-Videoaufnahme mit einer statischen Kameraposition, deren Kamerafokus in etwa auf Kopf- und Schulterhöhe der Vorbilder ausgerichtet ist, damit die Blickebene mit den aufgenommenen Vorbildern übereinstimmt.

Das Ziel dieser 360°-Videoaufnahme ist das selbstständige Kennenlernen der Techniken und Bewegungsabfolge durch Beobachtung. Dies kann sowohl wenig immersiv per Desktopsteuerung als auch immersiv mit Hilfe von VR-Brillen erfolgen, ist jedoch für Aneignung und Lernen der Bewegungsabfolge zunächst nicht notwendig.

Die Bewegungsausführung der Vorbilder erfolgt für ein besseres Verständnis und Nachvollziehbarkeit in einem langsamen Tempo. Durch die statische Kameraposition können sich Beobachtende die Bewegungsabfolge und Techniken aus der Front-, Rück-, oder Seitansicht der Vorbilder am Desktop aneignen.

Zur Förderung des Bewegungsverständnis und zur Verknüpfung von mehreren Sinneskanälen und Reizen, lassen sich bspw. Audioerklärungen und/oder Beobachtungsaufgaben für Reflexionsprozesse der Bewegungsabfolgen in die 360°-Videoaufnahmen mit Software-Programmen für interaktive Inhaltsgestaltung wie bspw. „H5P“ integrieren, die die Beobachtenden beantworten.

5.2. Durchführen und Einüben

Im zweiten Schritt gilt es nicht nur zu beobachten, sondern die Bewegungsabfolge in reduziertem Bewegungstempo selbstständig einzuüben. Die Kata wird nun mit einer dynamischen Kameraposition wiederholt in einem langsamen Bewegungstempo aufgenommen. Dazu wird die 360°-Kamera auf dem Kopf eines fünften Vorbildes befestigt, dass in der Mitte der Raute platziert ist und sich gemäß den entsprechenden Bewegungsrichtungen leicht verzögert versetzt mitbewegt (Abb. 2). Es ist nicht erforderlich, dass das fünfte Vorbild auch die Techniken oder die exakte Kopfbewegung durchführt. Durch die befestigte Kameraposition, bleibt der Rundumblick auf die Vorbilder erhalten und bietet eine individuelle Betrachtung der Bewegungsabfolge. Die Beobachtenden können dadurch die Techniken der vier Vorbilder der Raute zunächst nochmals mehrperspektivisch beobachten und anschließend nachmachen.

Das Ziel ist das selbstständige Einüben der Kata. Nach deren Aneignung durch Beobachtung im ersten Schritt, führen die Trainierenden nun die Bewegungsabfolge in Echtzeit mit der 360°-Videowiedergabe aus. Dabei ist ein höherer Immersionsgrad und die Betrachtung durch festfixierte VR-Brillen oder VR-Brillen-Halterungen notwendig, damit eine gleichzeitige Bewegungsausführung mit der 360°-Videowiedergabe unabhängig von festen Desktopgeräten möglich wird. Durch den höheren Immersionsgrad nehmen die Trainierenden gefühlt die Position innerhalb der aufgenommenen Vorbilder-Raute ein und werden Teil dieser digitalen Trainingsgruppe.

5.3. Festigen und Verfeinern

Im dritten Schritt gilt es, die Kata nun in ihrem eigentlichen Bewegungstempo zu verfeinern. Dabei wird in einer dritten 360°-Videoaufnahme, gleichbleibend der Aufnahmegestaltung aus Schritt 2, die Dynamik und Kräfteinsatz der Bewegungen erhöht. Gleichzeitig erfolgt die synchrone Mitbewegung des fünften Vorbildes in der Mitte gemäß der Bewegungsabfolge der Vorbilder der Raute. Als Orientierung zur synchronen Bewegungsausführung mit den Vorbildern sind auditive Zählkommandos hilfreich, damit eine gleichzeitige Bewegung mit den Vorbildern möglich wird. Auf ein beliebiges Signal hin, bewegen sich die Vorbilder in der Aufnahme. Der Trainierende hat die Aufgabe, sich nach gegebenem Signal entsprechend der Bewegungsausführung mitzubewegen und gefühlt die Mitte-Position der Raute einzunehmen.

Das Ziel der dritten 360°-Videoaufnahme liegt in der selbstständigen Verfeinerung der Bewegungsabfolge. Nach langsamer Durchführung und Einübung innerhalb des zweiten Schrittes werden nun im dritten Schritt die Techniken und Bewegungsabfolgen flüssiger. Durch die VR-Brille trainieren die Lernenden weiter gefühlt in der digitalen Trainingsgruppe.

5.4. Reflektieren und Umgestalten

Nachdem die vordefinierte Bewegungsabfolge online innerhalb der 360°-Video-Lehr-Lerneinheit selbstständig gefestigt wurde, lässt sich nun im Präsenzunterricht die Bewegung reflektieren und umgestalten. Die Präsenzzeit lässt sich nach Beobachtung, Durchführung und Festigung von vordefinierten Bewegungsmustern zeitoptimiert für tiefere Reflexionsprozesse nutzen, ohne zunächst die Bewegungsabfolge zu vermitteln. In Kleingruppen können anschließend bspw. Bewegungsaufgaben zur Umgestaltung von Ausdruck oder Dynamik im Sinne einer Förderung der ästhetischen Bewegungsgestaltung gestellt werden, die jedoch auf einer gleichen Bewegungsbasis beruhen.

6. DISKUSSION

Im Sinne eines Proof of Concept ist die vorgestellte Lehr-Lernkonzeption von 360°-Videos im Sport als möglich zu bewerten. In der Literatur zeigen sich erste Potenziale von 360°-Videos über Zuwächse der Akzeptanz und des Trainingserfolgs im außerschulischen Sportkontext, insbesondere für reflexive und analytische Lehr-Lernprozesse. Lernende nehmen dabei jedoch nur eine beobachtende Rolle ein, eine aktive Interaktion mit dem Medium für Bewegungslernen ist nicht bekannt. Die meisten

Studien sind als explorativ zu bewerten, eine tatsächliche Eignung von 360°-Videos als Lehr-Lernmedium im Sport ist noch nicht belegt. Die wenigen evaluierten Einsatzmöglichkeiten lassen größtenteils keine spezifisch angewandte Lerntheorie wie bspw. eine kognitivistische Lerntheorien erkennen.

Demensprechend existieren keine anleitenden methodisch-didaktischen Schritte für einen spezifischen 360°-Videoeinsatz im Sport, an denen sich die vorgestellte Konzeptidee orientieren konnte. Angelehnt an die kognitivistische Lerntheorie „Lernen am Modell“ sollen daher erste Impulse zur Erarbeitung für ein methodisch-didaktisches Konzept geliefert werden. Der 4-stufige Aufbau gliedert sich in selbständiges Kennenlernen, Aneignen und Verfeinern vordefinierter Bewegungsabfolgen und lässt sich so bspw. innerhalb eines Flipped-Classroom-Ansatzes umsetzen. Vordefinierte Bewegungsabfolgen lassen sich damit selbstständig online aneignen, die anschließend in der Präsenzzeit reflektiert und umgestaltet werden können. Dadurch entfällt das vorherige Kennenlernen und Aneignen einer Bewegungsabfolge innerhalb der Präsenzzeit, die damit zeitoptimiert zur Förderung von Ausdrucksmöglichkeiten, Reflexion oder Bewegungsverfeinerung genutzt werden kann.

Die Konzeptidee greift bereits bekannte positive Potenziale von 360°-Videos auf und erweitert diese mit immersiven-interaktiven Lernschritten für ein beobachtendes und aktiv nachahmendes Bewegungslernen für vordefinierte Bewegungsabfolgen in einer digitalen Trainingsgruppe. Die Auswirkungen statischer und dynamischer 360°-Kameraführungen wurden in den aufbauend methodisch-didaktischen Schritten berücksichtigt. Eine dynamische Kameraposition, verbunden mit einem immersiven Ausgabemedium, kann Unwohlsein, sogenannte „motion sickness“, auslösen. Diese kann entstehen, wenn visuelles Bewegungsempfinden innerhalb einer immersiven Anwendung mit tatsächlich realer physischer Bewegung nicht übereinstimmt (Hebbel-Seeger et al., 2019). Daher werden zunächst die Bewegungen mit statischen 360°-Videoaufnahmen beobachtend selbstständig angeeignet. Für die Aneignung der Bewegungsabfolge durch Beobachtung im ersten Schritt ist zunächst kein Ausgabe- bzw. Betrachtungsmedium mit hohem Immersionsgrad notwendig und kann am Desktop erfolgen. Erst wenn die Trainierenden die Bewegungsabfolge kennen, werden festfixierte VR-Brillen bzw. VR-Brillenhalterung für Smartphones für die synchrone Durchführung der Bewegungsabfolgen mit der 360°-Videoaufnahme notwendig. Dabei gleicht die reale synchrone Bewegung dem visuellen Bewegungsempfinden durch die dynamische Kameraführung, eine Reduzierung von Motion-Sickness wird daher angenommen.

Die technische Weiterentwicklung von Kamerasystemen und immersiver Technologien, ermöglichen zunehmend günstige und einfach gestaltbare Anwendungen. 360°-Videoaufnahmen lassen sich einfach gestalten und mit zusätzlichen Bewegungsaufgaben und interaktiven Inhalten durch verschiedene Software wie bspw. „H5P“ einfach ergänzen. Es stellt sich weiterführend die noch offene Frage, ob die vorgestellte Konzeptidee auch über das Bewegungslernen vordefinierter Bewegungen bzw. Choreografien hinaus als Trainingsinstrument für taktische oder vordefinierte Bewegungsabfolgen im Mannschaftssport ebenfalls umsetzbar ist. Im American Football lassen sich bspw. taktische Positionsbewegungen, die einem festdefinierten Taktikplan entsprechen, aneignen und trainieren.

7. FAZIT

Lehr-Lernprozess in der Sportlehrer*innenausbildung lassen sich mit 360°-Videos durch mehrere Beobachtungsperspektiven, Immersion und Interaktion in einer authentischen Lernumgebung digital unterstützen. Daneben lassen sich unterschiedliche Lehr-Lern-Arrangements gestalten, die Online- und Präsenzlernen für Bewegungen und Techniken ermöglichen. Im Rahmen des digiMINT-Projektes des Karlsruher Instituts für Technologie werden 360°-Video-Lehr-Lerneinheiten für die Lehramtsausbildung im Sport und in weiteren Fachdisziplinen entwickelt und in Lehr-Lern-Laboren evaluiert, um daraus methodisch-didaktische Konzepte sowie Lerneinheiten abzuleiten. Erste Evaluationsergebnisse bezüglich deren Eignung als Lehr-Lernmedium und motivationaler Lernförderung werden Mitte 2022 erwartet.

Literatur

Appelbaum, L. & Erickson, G. (2016). Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 11(1), 160–189.

Bäder, J. & Kasper, M.-A., (2020). E-Learning-Tools: Technische Möglichkeiten und deren Einfluss auf didaktische Entscheidungen. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S.131–158). Wiesbaden: Springer VS.

Börner, C., Schaarschmidt, N., Meschzan, T. & Frin, S. (2016). Innovation in der Lehre – Sind Videos im Hochschulalltag angekommen. In J. Wachtler, H.-P. Steinbacher, O. Gröbinger, ... & C. Freisleben-Teutscher (Hrsg.), *Digitale Medien: Zusammenarbeit in der Bildung* (S. 258–263). Münster: Waxmann.

Büning, C. & Wirth, C. (2020). Multimediales selbstreguliertes Lernen im Lehramtsstudium Sport am Beispiel der Pythagoras 360° Echtzeit-Bewegungsanalyse. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S.69–88). Wiesbaden: Springer VS.

Dober, R. (2019) Medieneinsatz im Sportunterricht. *Sportpraxis*, 9(10), 7–12.

Farley, O.R.L., Spencer, K. & Baudinet, L. (2020). Virtual reality in sports coaching, skill acquisition and application to surfing: A review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(3), 535–548.

Fischer, B. & Krombholz, A. (2020). Videoeinsatz beim Lernen sportlicher Techniken. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (S.13–27). Wiesbaden: Springer VS.

Hebbel-Seeger, A., Kretschmann, R. & Vohle, F. (2013). Bildungstechnologien im Sport. Forschungsstand, Einsatzgebiete und Praxisbeispiele. In M. Ebner & S. Schön (Hrsg.) *L3T. Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien* (2. Auflage). Graz: TU Graz.

Hebbel-Seeger, A. (2017). 360 degrees video and VR for training and marketing within sports. *Athens Journal of Sports*, 4(4), 243–261.

Hebbel-Seeger, A. (2018). 360-Video in Trainings- und Lernprozessen. In U. Dittler & C. Kreidl (Hrsg.), *Hochschule der Zukunft – Beiträge zur zukunftsorientierten Gestaltung von Hochschulen* (S. 265–290). Wiesbaden: Springer VS.

Hebbel-Seeger, A., Kopschke, A., Riehm, P. & Baranowska, M. (2019). LectureCast als 360°-Video. Welchen Einfluss haben Immersion und Präsenzerleben auf die Lernleistung. In J. Hafer, M. Mauch & M. Schumann (Hrsg.), *Teilhabe in der digitalen Bildungswelt* (S.118–127). Münster: Waxmann Verlag.

Hjort, A., Henriksen, K., & Elbæk, L. (2018). Player-Driven Video Analysis to Enhance Reflective Soccer Practice in Talent Development. *International Journal of Game-Based Learning*, 8(2), 29–43.

Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515–1529.

Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B. & Plimmer, B. (2016). Creating 360 educational video: a case study. In *Proceedings of the 28th Australian Conference on Computer-Human Interaction*, 34–39.

Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B. & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science & Technology Education*, 10(2), 85–119.

Kittel, A., Larkin, P., Elsworth, N., Lindsay, R., & Spittle, M. (2020). Effectiveness of 360° virtual reality and match broadcast video to improve decision-making skill. *Science and Medicine in Football*, (4), 255–262.

Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players. *Frontiers in Psychology*, (9), 2315.

Petri, K. & Witte, K. (2018). *Anwendung virtueller Realität im Sport*. In K. Witte (Hrsg.), *Ausgewählte Themen der Sportmotorik für das weiterführende Studium* (Band 2), (S.99–129). Heidelberg: Springer Spektrum.

Petri, K., Emmermacher, P., Masik, S. & Witte, K. (2019). Comparison of response quality and attack recognition in karate kumite between reality and virtual reality – a pilot study. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, 8(4), 55–63.

Rudloff, C. (2017). Inverted-Classroom-Modell im Fach Bewegung und Sport in der Primarstufenausbildung an der Pädagogischen Hochschule Wien. Eine Design-Based Research-Studie in der Lehrveranstaltung „Leichtathletik“. In C. Igel (Hrsg.), *Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. in Chemnitz* (S. 140–146). Münster: Waxmann Verlag.

Saubier, F. (2017). Lernen mit Videos. Das TIB AV-Portal als Repositorium für offene Lernressourcen. In C. Igel (Hrsg.), *Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. in Chemnitz* (S.202–208). Münster: Waxmann Verlag.

Schulmeister, R. (2002). Taxonomie der Interaktivität von Multimedia – Ein Beitrag zur aktuellen Metadaten-Diskussion. *it-Information Technology*, 44(4), 193–199.

Wendeborn, T. (2019). Digitalisierung als (weitere) Themenfeld für die Sportpraxis? *Sportpraxis*, 9(10), 4–6.

Zühlke, M., Steinberg, C., Rudi, H. & Jenett, F. (2020). #digitanz-lite – Ergebnisse der Begleitforschung zum Einsatz digitaler kreativer Tools im Sportunterricht und deren Bedeutung für die Lehrer*innenbildung. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, ... & D. Schmeick (Hrsg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung* (S.71–76). Münster: Waxmann Verlag.

Graphik

frei verwendbare Vektorgrafiken auf pixabay.com (Zugriff am 21.01.2021 unter <https://pixabay.com/de/vectors/search/karate/>)

Philipp Rosendahl

ist seit 2020 als Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Interdisziplinäre Didaktik der MINT-Fächer und des Sports am Institut für Sport und Sportwissenschaften des Karlsruher Instituts für Technologie beschäftigt. In der Forschung beschäftigt er sich dort im Rahmen seiner Dissertation mit 360° Videotechnologie und deren Verwendung als Lehr-Lernmedium.
philipp.rosendahl@kit.edu

Jun.-Prof. Dr. Ingo Wagner

leitet seit 2018 den Arbeitsbereich „Interdisziplinäre Didaktik der MINT-Fächer und des Sports“ am Karlsruher Institut für Technologien (KIT). Dort forscht er gemeinsam mit seinem Team zur Digitalisierung in Bildungskontexten, u. a. in den fachübergreifenden Projekten digiMINT und digiLAB.

Immersive training for movement sequences: The use of 360° video technology to provide poomsae training in Taekwondo

PHILIPP ROSENDAHL¹, MARKUS KLEIN², INGO WAGNER³

^{1,3} Institute for School Pedagogy and Didactics (ISD), Karlsruhe Institute of Technology, GERMANY

² Institute of Sports Science, Saarland University, GERMANY

Published online: October 31, 2022

(Accepted for publication October 15, 2022)

DOI:10.7752/jpes.2022.10295

Abstract

Background: The use of video technology is an established method of training. As an extended video format, 360° videos expand the potential of conventional videos with immersive and interactive design possibilities and combine conventional video technology with immersive technologies in a resource-saving manner. In sports, 360° videos can be used as tactical training tools to support reflection and analysis and to illustrate movements. In particular, 360° videos can be used to create a recorded authentic learning environment to support observational, multi-perspective training. **Approach:** This paper presents the use of 360° video training for the observation and imitation of movement sequences in poomsae training in taekwondo (or kata training in karate), using the example of the Taeguk II Jang poomsae. The successive four-step concept can not only be applied to poomsae training in Taekwondo, but can also be transferred to other predefined movement forms and choreographies. **Purpose:** By using playback media with different degrees of immersion, the movement sequence can be observed, imitated, and followed in successive steps to enable the feeling of participating in a digital training group. **Conclusions:** The possible applications of 360° video technology in sports are versatile and offer new, immersive possibilities for simple and accessible training design. Training processes that are predominantly done through observational and imitative learning can be accompanied or shifted to home training with the presented 360° video training concept. In particular, 360° videos are suitable for reflective and observational training due to the multiple perspectives provided by the 360° view, which remain to be evaluated. **Key Words:** 360° video, digital motion learning, digital training, immersive technology, poomsae, taekwondo

Introduction

Conventional videos are an established training tool thanks to the visual representation of complex dynamic movement sequences (Saubier, 2017). Countless publicly accessible training videos of various movement patterns serve as exemplary presentations of optimal movement execution and enable independent familiarization with movements and movement sequences through observation (Fischer & Krombholz, 2020). Immersive technologies such as virtual reality (VR) enable, on the one hand, a three-dimensional presentation of movement, and on the other hand, repeatable training opportunities in a protected learning environment (Jensen & Konradsen, 2018) and are already being used in a variety of ways in sports (Le Noury et al., 2022), for example, for reaction training and attention enhancement in karate (Petri et al., 2019a, 2019b). VR applications can also be used for observational teaching/learning processes to deepen knowledge and improve movement execution (Petri et al., 2019d).

However, the required technical and financial resources make the implementation of VR applications in sports costly (Fischer & Krombolz, 2020), for example, due to the need for programming skills. On the other hand, 360° video technology is a resource-saving, immersive-interactive technology that combines the advantages of conventional videos with immersive and interactive application possibilities for multi-perspective reflection processes (Rupp et al., 2019, Wesner et al., 2020) without requiring elaborate design skills. For example, with 360° videos, motion sequences can be observed more precisely, and with the help of immersive output or playback media, physical training can take place simultaneously with observation.

Publicly accessible training videos of taekwondo poomsae and karate katas that present movement sequences can be viewed on video portals such as the official YouTube channel of the German Karate Association. However, to the best of our knowledge, 360° videos have not yet been used as training tools to allow observation and imitation in poomsae or kata training. Three hundred and sixty degree videos open up new digital avenues for content delivery and instruction. To utilize 360° video technology as a training tool for movement learning and to demonstrate its advantages, a four-step concept for the digital training of the Taeguk II Jang poomsae is presented, which is transferable to other predefined movement sequences.

Clarification of Terms

Immersion can be described as a feeling of presence and reality within a digital world (Petri & Witte, 2018). However, the concept of immersion also has a technical component, which characterized the output and playback functions of an application (Dörner et al., 2019). These two definitions are used differently in the literature; thus, a clear definition of the term “immersion” is lacking.

The definitions of different immersive-interactive technologies complement each other and make it difficult to find a uniform conceptual definition (Kavanagh et al., 2017, Dörner et al., 2019). However, despite the different ways of defining immersive-interactive technologies, they share several technological characteristics (Dörner et al., 2019). Programmed VR applications enable interactive manipulations of action and can be systematized according to the output media used and their degree of immersion (e.g., Petri & Witte, 2018). Both VR and 360° videos can be experienced with the lowest degree of immersion on a computer desktop by mouse movement or can be highly immersive using head-mounted displays (HMD) such as VR headsets, which provide gaze direction control by head movement, allowing users to feel as if they are really in a programmed digital environment and to interact with this environment (Le Noury et al., 2022).

As an intermediary between video format and VR application, 360° videos enable an individually controllable panoramic view around a given static or dynamically moving camera position during playback (Hebbel-Seeger, 2018). While the recording focus of the camera and the associated viewing direction are individually controllable, manipulation or control of the recorded action is not possible as it is with programmed VR scenarios (Le Noury et al., 2022, Bäder & Kasper, 2020).

In this article, form (poomsae) training in the Korean martial art taekwondo is used as an example. The term taekwondo has existed since 1955 (Moenig, 2015), and the origins of this martial art are found in Japanese karate (Moenig et al., 2014). Since taekwondo has existed, different conceptions of form running have developed. For example, the originator of taekwondo, Choi Hong Hi, based on his experiences with Shotokan karate, initially developed a system that included 24 so-called hyeong (형) (predefined movement patterns), which were later renamed teul (뿔), for the International Taekwondo Federation (ITF). Later, the World Taekwondo Federation (WTF, renamed World Taekwondo in 2017) developed a new form system, which currently consists of 17 so-called poomsae (품새).

360° Videos as Training Tools

Digital media are said to have great potential to support teaching/learning processes in sports (Wendeborn, 2019), but this potential has been the focus of little research to date (Zühlke et al., 2020; Vogt et al., 2019). Conventional videos are used in the sports context as a tool for reflection on and analysis of athletic performance or to illustrate movement and technique (Hebbel-Seeger et al., 2013). In contrast to static images, the use of video technology is particularly suitable for representing the dynamics of movement (Dober, 2019). Through different recording perspectives, the targeted optimal movement patterns of role models can be observed, which serve as exemplary movement presentation (Fischer & Krombholz, 2020) with which the trainee can seek to align their own movement, for example, through self-recording and video feedback (Hjort et al., 2018). The multiple training benefits of conventional videos are enhanced by 360° videos to include interaction, immersion, reflection, and analysis (Rosendahl & Wagner, 2022). The 360° view allows motion sequences to be observed from different viewing positions, providing opportunities for multi-perspective observation, for example, in the 360° Pythagoras motion analysis system (Büning & Wirth, 2020), thereby enabling a deeper understanding of motion.

Using immersive output media, 360° videos can also be accompanied by physical activity (Hebbel-Seeger, 2017, Farley et al., 2020), providing not only passive observational training but also active imitative movement learning in a resource-efficient manner. Depending on the desired level of immersion and the quality requirements, 360° video cameras are available for as little as €100. With the use of a conventional smartphone in combination with a Cardboard as HMD, immersive training possibilities can be implemented for observational and imitative poomsae or kata training, providing the feeling of active participation in a digital training group.

Rosendahl and Wagner’s (2022) systematic review highlights the diverse uses of 360° videos in sports. This technology is already being used sporadically and exploratively as a cognitive training tool for attention enhancement (Kittel et al., 2020), for multi-perspective reflection on and analysis of game situations and athletic performance (Panchuk et al., 2018), for mental preparation for competition environments (Appelbaum & Erickson, 2016), and for motivation enhancement in sports (Hebbel-Seeger, 2017). In a concept paper, Rosendahl & Wagner (2021) provided a concept idea for the use of 360° videos as an approach to teaching/learning predefined movement sequences in sports. However, to date, there has been no in-depth conceptual analysis of the use of 360° video technology to support teaching/learning processes in martial arts, although some research on immersive-interactive technologies, such as VR in karate, has been conducted (Petri & Witte, 2018, Petri et al., 2019a, 2019b, 2019c). The Kuro-Obi World channel on the YouTube video platform provides a 360° video recording of the karate kata “Heian Shodan” (Kuro-Obi World, 2017). However, this video does not highlight the use of 360° video technology specifically as a training tool. Although other 360° videos with different disciplinary focuses are showcased on YouTube (MDV Communication, 2016), these could be considered in general to be technical gimmicks for the purposes of marketing.

Learning Forms (Poomsae) through Observation and Imitation

In this paper, we focus on forms in taekwondo, which are sequences of pre-determined movements with different hand and foot combinations that symbolize fights against several (imaginary) attackers. To learn a new form, it is first necessary to acquire the repertoire of individual techniques (stances, hand techniques, foot techniques, etc.). Once these isolated techniques are mastered, the sequence (movement pattern) of turns and steps, etc. is gradually worked out. Different methods can be used to do this. Often, the trainer first presents the complete form to the training group. The trainees then enact the form in its entirety, with the trainer giving the command to run movement by movement and the learners following these commands step by step. Afterward, the trainees practice key sequences separately. Finally, the sequences are combined, and in the last step, the trainees run the form without any input from the trainer. Another approach is to learn the form sequentially, starting with the first movement, adding the second movement, the third, and so on, and gradually building up the entire sequence of the form. Again, in the final step, the trainees perform the form from beginning to end without any input from the trainer.

Both methods of learning/teaching lead to trainees mastering the sequence of a new form. Only then does the detailed work begin, including refining the tempo of the movement combinations and increasing the fluidity of the movements with their respective transitions and connections. In East Asian martial arts, techniques are predominantly taught by demonstration and imitation. Therefore, the use of 360° videos to present the movement sequences is a very welcome addition to the training process, especially in the teaching/learning of a new poomsae.

The Taegeuk II Jang Poomsae

The implementation of a 360° video teaching unit for movement learning is shown by using the example of the Taegeuk II Jang poomsae (Fig.1). This approach can generally be transferred to other poomsae.

In the first poomsae, Taegeuk II Jang, two stances, four hand techniques, and one foot technique are taught (Kang & Song, 2007). The hand techniques include three blocking techniques at the three predefined height levels—the lower level (arae), the middle level (momtong), and the upper level (olgeul)—as well as the straight fist punch (both the equal and mutual variants) at the middle level. The two stances include the short forward stance (apseogi) and the deep forward bending stance (apgubi). As a foot technique, the frontal snap kick (apchagi) is taught. Thus, this first form offers a comprehensive repertoire of movements at three height levels, along with defensive and offensive measures and hand and foot techniques without, however, overtaxing the novice trainee.

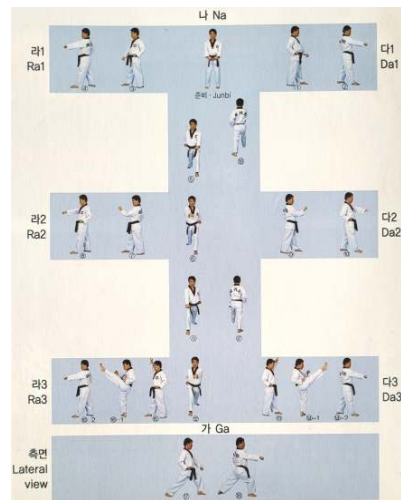


Figure 1: Taegeuk II Jang (Kukkiwon, 2005, p. 314)

Methods

Concept

The presented concept idea focuses on the observation and imitation of predefined movement sequences and can be used for poomsae training in taekwondo (and kata training in karate). Following Bandura's model of learning (Bandura, 1966, 2008), the targeted sequence of movements is presented in a 360° video format by role models whose sequence of movements is independently acquired by learners in three stages that involve increasing immersion and activity levels; in these stages, the learner first observes, then imitates, and finally synchronously produces the movement sequence along with the models.

The concept idea is based on a flipped classroom approach; that is, trainees first watch the movement sequence at home before practicing it in the context of face-to-face training. In contrast with conventional training videos for taekwondo, which predominantly show the movement sequences of poomsae from only one perspective, 360° video training enables a multi-perspective view of the movement execution. To create the multi-perspective view, four role models are positioned in the shape of a rhombus, with the video camera positioned at the center of the formation (Fig.2); the role models perform the sequence of movements as synchronously as possible. This schematic recording design remains the same during the three stages of the 360° video training. Due to the rhombus shape, the movements and step sequences can be viewed from both frontal and sagittal perspectives. From the different viewing perspectives, hip and pelvic movements or joint positions can be highlighted, which is helpful for the acquisition of the movement sequence and allows for a more precise understanding of movement and techniques (Fig.3).

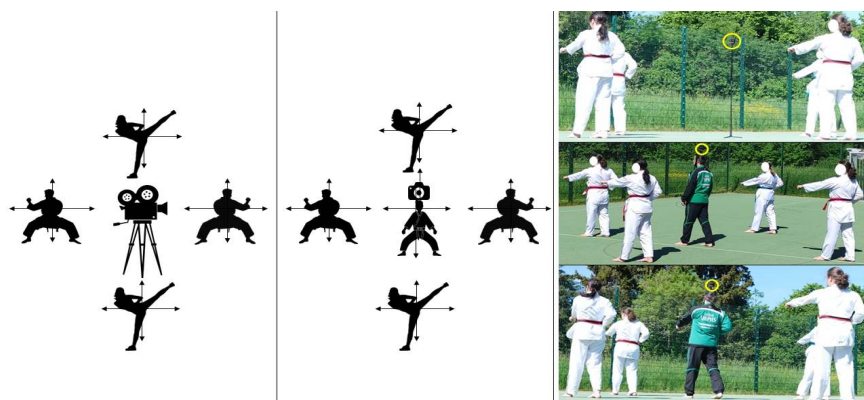


Figure 2: Design with static (1) and dynamic (2) 360° video camera movements and (3) camera position during the 360° video recordings

The first step is independent observation of the 360° video recording. The observation can be done in a low immersive way via desktop control and does not require immersive playback media, such as a head-mounted display (HMD). In combination with interactive observation tasks (e.g., created with H5P software), observation foci can be highlighted within the video recording for a deeper understanding of movement.

In the second step (imitation of the sequence of movements) and the third step (consolidation of the poomsae), immersive playback media, for example, a smartphone with a Cardboard, are necessary to allow simultaneous physical movement with playback of the 360° video footage.

The fourth step, which takes place in the context of face-to-face training, focuses on technique refinement and detailed movement execution. Trainees have already independently learned the step and movement sequences of the poomsae, so time resources can be used for time-optimized movement work and refinement.

Three hundred and sixty degree video recordings can be created for conventional poomsae training without large investments of time or money. Since 360° video cameras allow an all-round view around the camera location, knowledge of camera movement is initially secondary, so the relevant action always remains within the 360° camera focus. Depending on the camera brand, easy-to-use apps exist for post-processing, with which the 360° videos can easily be uploaded to common video portals such as YouTube.



Figure 3: Viewing perspectives in a 360° video recording in panoramic view (lower picture)

Results

Procedure

Step 1 – Observing and Acquiring: The first training step comprises independent observation of the Taegeuk Il Jang poomsae, which is performed by the role models at a slow pace. The 360° video recording is done with a static camera positioned at head or shoulder height in the middle of the rhombus formation so that the viewing plane matches the recorded role models. The trainee has the task of independently learning the techniques and sequence of movements of the poomsae by observing. It is a good idea to supplement the 360° video recording with observation tasks and audio explanations running in parallel, first, to guide the focus of the trainee's gaze on the role models and to counteract spatial disorientation, and second, to link several sensory channels and stimuli with each other. Before undertaking the second step, the trainee should be familiar with the sequence of movements and the movement techniques of the poomsae. Below, the possible observation potentials of the 360° video recording are described by focusing on several movement sequences in the Taegeuk Il Jang poomsae.

The poomsae begins with the parallel stance (kibbon chunbi seogi), in which the left foot is placed to the left in the short forward stance (apsoegi) (quarter turn to the left) and, at the same time, a forearm outward block is executed with the left arm at the lower level (arae makgi). This is followed by a forward step with the right foot, also in the short forward stance, with an equilateral fist punch at the middle level (montong pandae chirugi). In the 360° video, thanks to the all-round view and the rhomboid formation, the correct arm movement in both the defense and attack techniques with the corresponding upper body movement can now be viewed from the front and the side as well as from behind, depending on the model being observed.

This is followed by a change of direction with a half turn to the right by placing the right foot in the opposite direction in the short forward stance. This is followed by an outward forearm block with the right arm at the lower level. In the 360° video scenario, the foot positions of the rotation can be repeatedly observed from different viewing perspectives. This is followed by a forward step with the left foot in the short forward stance with an equilateral fist strike at the middle level. Then, another change of direction occurs, this time a quarter turn to the left. Now, the left foot assumes the deep forward bending position (abgubi). This is followed by a hand technique combination in quick succession, namely, a forearm outer side block outward at the lower level (left), followed by a mutual fist punch at the middle level (momtong baro chirugi, right). In the 360° video recording, in addition to the correct foot position, the corresponding hand movements can be repeatedly analyzed from different viewing perspectives.

It can be seen that, in the first step, several observation possibilities are provided by the 360° video recording. This is helpful both for becoming familiar with the movement sequences and for gaining a deeper understanding of the technique through a detailed demonstration.

Step 2 – Imitating and Practicing: The second step in the training involves independent practice of the sequence of movements with an immersive playback medium. By adding a head-mounted display (VR headset or smartphone with a Cardboard), the trainee can control the direction of the 360° video camera. The poomsae are now recorded using dynamic camera movements, where the video camera is mounted on the head of a fifth model, who is positioned in the center of the rhombus and who moves with a time delay according to the corresponding directions of movement of the poomsae and the other models. Depending on the 360° video camera brand, various mounts exist for dynamic camera movements; for example, an action camera can be attached to a bicycle helmet to record a dynamic video that gives observers the perspective of the person recording.

In this step, the 360° video camera position maintains an all-around view of the role models and provides a choice of perspective on the sequence of movements. The trainee can thus continue to observe the techniques of the four role models from the center of the rhombus in a multi-perspective manner and subsequently imitate them.

The dynamic offset camera movement, in combination with observation by an HMD, enables the trainee to imitate the movement sequence of the poomsae. First, the movement execution in this poomsae with the turn to the left in apsoegi with simultaneous arae makgi is performed by the models, who remain in position briefly after executing these movements. Subsequently, after a command signal, the central model moves in the 360° video recording according to the direction of movement of the models. Only after that, the models of the rhombus formation perform the next technique ("apsoegi" with "montong pandae chirugi") with subsequent imitation of the fifth model within the 360° video recording. This repetitive process is maintained in the second step. In this way, the trainees are first shown the movements and then given an opportunity to imitate them. In addition to observing the movements, the goal of the trainees is now to physically move after the command signal and to imitate the techniques. Due to the higher immersion level achieved with the head-mounted display, the trainees feel like they are in the position of the camera, and they become part of this digital training group. In addition, audio cues or digital movement cues can be given to accompany and guide the movements to be imitated.

Step 3 – Performing and Consolidating: In the third 360° video recording, the models increase the speed, fluidity, and force of the poomsae techniques while they maintain their formation in a rhombus shape. In contrast to the staggered dynamic 360° video camera movements in step two, in this recording, the fifth model in

the middle of the rhomboid formation now performs movements synchronously with the movements of the other models. To facilitate this synchronicity, counting commands are given. These commands also support the synchronous co-movement of the trainee so that the movement to be executed corresponds to the digital direction of movement of the video camera guidance in the video recording.

Step 4 – Refining and Applying: The fourth step of the 360° video training concept takes place in the context of face-to-face training. With the help of the three 360° video recordings in the first three steps of the training, the trainees have independently acquired the basics of the Taegeuk Il Jang poomsae. They have learned the sequence and direction of the movements of the poomsae and can implement them in a rough form. In the fourth step, face-to-face training time is used to refine and optimize the techniques by focusing on movement intensity and the detailed execution of the movements of the poomsae.

Discussion

The 360° video training concept offers a simple and resource-saving immersive training option for efficient poomsae training in taekwondo. As an enhanced video format, 360° videos take advantage of conventional video technology while extending it to provide an immersive training experience with opportunities for active interaction, consistent with cognitive learning theories such as model learning. Observation and the imitation of movements performed by a teacher are predominantly used in the first steps of teaching poomsae in taekwondo; the use of 360° videos is compatible with this approach and opens up new time- and cost-saving training possibilities. These training possibilities can be transferred beyond martial arts to other predefined movement forms, where movement sequences, e.g. of choreographies, are initially acquired through observation, demonstration and imitation. Time-optimized, the step sequences can be worked out independently in order to use face-to-face training times for refinement and optimization.

The possible uses of 360° videos for reflective or cognitive training, which have been demonstrated in a previous systematic review (Rosendahl & Wagner, 2022), can be adapted to observational and imitative training of predefined movement sequences (Rosendahl & Wagner, 2021), in particular for poomsae training in taekwondo. The four-stage structure with the flipped classroom approach enables learners to independently learn the basic movement sequences of poomsae and then proceed to face-to-face training to refine their movements and technique. The gradual increase in the degree of immersion and activity over the course of the first three steps of the 360° video training reduces the risk of motion sickness. With the use of immersive playback media and dynamic 360° video camera movements, visually perceived movements may not correspond to real-life movements, thus triggering discomfort (Hebbel-Seeger et al., 2019). Therefore, it is important that, in the first step of the training, trainees learn the sequence of movements with the initial observation-only task and a static 360° video camera position. In the second step, the dynamic 360° video camera movement is offset in time to the movements of the models and the trainees are shown the movement sequences again by the recorded models, which they then imitate. It is only once the trainees have learned the sequence of movements of the poomsae that the recorded movements of the role models are executed synchronously with the dynamic 360° video camera movement; this design is intended to prevent motion sickness as far as possible.

Conclusions

The possible applications of 360° video technology in sports are versatile and offer new, immersive possibilities for simple and accessible training design (Rosendahl & Wagner, 2021). In particular, 360° videos are suitable for reflective and observational training due to the multiple perspectives provided by the 360° view. The use of 360° videos for the observational and imitative training that constitute the first steps in learning a poomsae or kata can be used in combination with immersive playback media to make the most of face-to-face training time to refine trainees' technique.

In addition, previous studies on 360° videos as a training tool have identified motivational potential with 360° video technology. However, the reported motivational effects may be due to the perceived novelty of the 360° video training experience by learners with no prior experience (Kavanagh et al., 2017). Likewise, general conclusions about training success are premature, as most studies tend to have exploratory research designs (Rosendahl & Wagner, 2022). Therefore, the next step is to investigate the motivational effects of 360° video training as well its training success and benefits. Future studies could extend the research to additional poomsae or katas, that is, ones that involve more techniques, directions, and movement variations as well as higher difficulty levels. Furthermore, it would be interesting to examine the effectiveness of the method as a function of the training experience. For further discussion and research of 360° videos as a teaching-learning medium, it is also advisable to use the term clearly and distinguish it from VR. In particular, 360° videos are also distinguished from virtual reality by their ease of design and use.

As part of the digiMINT project at Karlsruhe Institute of Technology, the 360° video training concept in sports is being developed, tested, and evaluated.

Conflicts of interest: The authors declare that they have no competing interests. There are no financial or other relationships that might lead to conflicts of interest.

Funding:

This project is part of the “Qualitätsoffensive Lehrerbildung”, a joint initiative of the Federal Government and the Federal States which aims to improve the quality of teacher training. The programme is funded by the Federal Ministry of Education and Research. The authors are responsible for the content of this publication.

References:

- Appelbaum, L. & Erickson, G. (2016). Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 11(1), 160–189. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2016.1266376>
- Bäder, J. & Kasper, M.-A., (2020). E-learning tools: Technical possibilities and their influence on didactic decisions. [In German: E-Learning-Tools: Technische Möglichkeiten und deren Einfluss auf didaktische Entscheidungen. In B. Fischer & A. Paul (Eds.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport*], (p. 131–158). Springer VS.
- Bandura, A., Grusec, J. E., & Menlove, F. L. (1966). Observational Learning as a Function of Symbolization and Incentive Set. *Child Development*, 37(3), 499. <https://doi.org/10.2307/1126674>
- Bandura, A. (2008). Observational Learning. In W. Donsbach (Eds.), *The International Encyclopedia of Communication*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Büning, C. & Wirth, C. (2020). Multi-media self-regulated learning in physical teacher education using Pythagoras 360° real-time motion analysis as an example. [In German: Multimediales selbstreguliertes Lernen im Lehramtsstudium Sport am Beispiel der Pythagoras 360° Echtzeit-Bewegungsanalyse. In B. Fischer & A. Paul (Eds.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport*], (p. 69–88). Springer VS.
- Dober, R. (2019). Use of media in physical education. [In German: Medieneinsatz im Sportunterricht]. *Sportpraxis*, 9(10), 7–12.
- Dörner, R., Broll, W., Grimm, P., Jung, B., & Göbel, M. (2019). Introduction to virtual and augmented reality. [In German: Einführung in Virtual und Augmented Reality. In R. Dörner, W. Broll, P. Grimm & B. Jung (Eds.), *Virtual and Augmented Reality (VR/AR)* (2nd ed.)], (p. 1-42). Springer Vieweg.
- Farley, O.R.L., Spencer, K. & Baudinet, L. (2020). Virtual reality in sports coaching, skill acquisition and application to surfing: A review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(3), 535–548. <https://doi.org/10.14198/jhse.2020.153.06>
- Fischer, B., & Krombholz, A. (2020). Video use in learning athletic techniques. [In German: Videoeinsatz beim Lernen sportlicher Techniken. In B. Fischer & A. Paul (Eds.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport*], (p. 13–27). Springer VS.
- Hebbel-Seeger, A., Kretschmann, R. & Vohle, F. (2013). Educational technologies in sports. State of research, fields of application and practical examples. [In German: Bildungstechnologien im Sport. Forschungsstand, Einsatzgebiete und Praxisbeispiele. In M. Ebner & S. Schön (Eds.) *L3T. Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien* (2nd ed.)]. TU Graz. <https://doi.org/10.25656/01:8384>
- Hebbel-Seeger, A. (2017). 360 degrees video and VR for training and marketing within sports. *Athens Journal of Sports*, 4(4), 243–262. <https://doi.org/10.30958/ajspo.4.4.1>
- Hebbel-Seeger, A. (2018). 360 video in training and learning processes . [In German: 360-Video in Trainings- und Lernprozessen. In U. Dittler & C. Kreidl (Eds.), *Hochschule der Zukunft – Beiträge zur zukunftsorientierten Gestaltung von Hochschulen*], (p. 265–290). Springer VS.
- Hebbel-Seeger, A., Kopischke, A., Riehm, P. & Baranowskaa, M. (2019). LectureCast as 360° video. What influence do immersion and classroom experience have on learning performance? [In German: LectureCast als 360°-Video. Welchen Einfluss haben Immersion und Präsenzerleben auf die Lernleistung. In J. Hafer, M. Mauch & M. Schumann (Eds.), *Teilhabe in der digitalen Bildungswelt*], (p. 118–127). Waxmann Verlag. <https://doi.org/10.25656/01:18016>
- Hjort, A., Henriksen, K., & Elbæk, L. (2018). Player-Driven Video Analysis to Enhance Reflective Soccer Practice in Talent Development. *International Journal of Game-Based Learning*, 8(2), 29–43. <http://doi.org/10.4018/IJGBL.2018040103>
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515–1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
- Kang, I., & Song, N. (2007). 태권도공인품새해설: Explanation of Official Taekwondo Poomsae. Korean Book Services.
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B. & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science & Technology Education*, 10(2), 85–119.
- Kukkiwon. (2005). Taekwondo Textbook: 태권도교본 (1st ed.). Oseong Chulpansa.
- Moening, U. (2015). Taekwondo: From a Martial Art to a Martial Sport. Routledge.
- Moening, U., Cho, S., & Kwak, T.-Y. (2014). Evidence of Taekwondo’s Roots in Karate: An Analysis of the Technical Content of Early Taekwondo Literature. *Korea Journal*, 54(2), 150–178. (accessed https://www.ekoreajournal.net/issue/view_pop.htm?idx=3671)

- Le Noury, P., Polman, R., Maloney, M., & Gorman, A. (2022). A Narrative Review of the Current State of Extended Reality Technology and How it can be Utilised in Sport. *Sports Medicine*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01669-0>
- Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players. *Frontiers in Psychology*, (9), 2315. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02315>
- Petri, K. & Witte, K. (2018). Application of virtual reality in sports. [In German: Anwendung virtueller Realität im Sport. In K. Witte (Eds.), *Ausgewählte Themen der Sportmotorik für das weiterführende Studium* (Vol. 2)], (p. 99-129). Springer Spektrum.
- Petri, K., Bandow, N., Masik, S. & Witte, K. (2019a). Improvement of early recognition of attacks in karate kumite due to training in virtual reality. *Journal Sport Area*, 4(2), 294-308. [https://doi.org/10.25299/sportarea.2019.vol4\(2\).3370](https://doi.org/10.25299/sportarea.2019.vol4(2).3370)
- Petri, K., Emmermacher, P., Masik, S. & Witte, K. (2019b). Comparison of response quality and attack recognition in karate kumite between reality and virtual reality – a pilot study. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, 8(4), 55-63. <http://dx.doi.org/10.26524/ijpefs1946>
- Petri, K., Emmermacher, P., Danneberg, M., Masik, S., Eckardt, F., Weichelt, S., Bandow, N., & Witte, K. (2019c). Training using virtual reality improves response behaviour in karate kumite. *Sports Engineering*, 22, 1-12. <http://dx.doi.org/10.1007/s12283-019-0299-0>
- Petri, K., Timmerevers, C., Luxemburg, J., Emmermacher, P., Ohl, C.-D., Danneberg, Masik, S., & Witte, K. (2019d). Improvement of movement execution in karate due to observational learning with a virtual reality application for smartphones – a pilot study. *Journal of Martial Arts*, 2(1). <https://doi.org/10.15495/ojs.25678221.21.119>
- Rosendahl, P., & Wagner, I. (2021). 360° videos for learning movement patterns - a concept idea for use as a teaching-learning medium (concept paper). [In German: 360°-Videos zum Erlernen von Bewegungsmustern – eine Konzeptidee für den Einsatz als Lehr-Lernmedium (Werkstattbericht)]. *Zeitschrift für Studium und Lehre in der Sportwissenschaft*, 4(3), 38-42.
- Rosendahl, P., & Wagner, I. (2022). 360 video technology in sports – a systematic review of areas of application and potentials as a teaching-learning medium. [In German: 360-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium]. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, 62(2), 135.
- Rupp, M. A., Odette, K. L., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Smither, J. A., & McConnell, D. S. (2019). Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360-degree videos. *Computers & Education*, 128, 256–268. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.015>
- Saubier, F. (2017). Learning with videos. The TIB AV Portal as a Repository for Open Learning Resources. [In German: Lernen mit Videos. Das TIB AV-Portal als Repositorium für offene Lernressourcen. In C. Igel (Eds.), *Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. in Chemnitz*], (p. 202–208). Waxmann Verlag. <https://doi.org/10.25656/01:16144>
- Vogt, T., Rehlinghaus, K., & Klein, D. (2019). School sport facing digitalisation: A brief conceptual review on a strategy to teach and promote media competence transferred to physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 19, 1424-1428. <https://doi.org/10.7752/jpes.2019.s4206>
- Wendeborn, T. (2019). Digitization as (another) topic area for sports practice?. [In German: Digitalisierung als (weiteres) Themenfeld für die Sportpraxis?]. *Sportpraxis*, 9(10), 4–6.
- Wesner, C., Fischer, B., & Krombholz, A. (2020). Hardware: Technical requirements and possibilities for the recording and playback of sport motor movement sequences. [In German: Hardware: Technische Voraussetzungen und Möglichkeiten für die Aufnahme und Wiedergabe von sportmotorischen Bewegungsabläufen. In B. Fischer & A. Paul (Eds.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport*], (p. 13–27). Springer VS.
- Zühlke, M., Steinberg, C., Rudi, H., & Jenett, F. (2020). #digitanz-lite - Results of the accompanying research on the use of digital creative tools in physical education and their significance for teacher education. [In German: #digitanz-lite – Ergebnisse der Begleitforschung zum Einsatz digitaler kreativer Tools im Sportunterricht und deren Bedeutung für die Lehrer*innenbildung. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, ... & D. Schmeinck (Eds.), *Bildung, Schule, Digitalisierung*], (p. 71–76). Waxmann Verlag.

Videos

- Kuro-obi World (2017) on YouTube (accessed 20.10.2022) <https://www.youtube.com/watch?v=bellp93g9ac&t=34s>
- mdvcommunication (2016) on YouTube (accessed 20.10.2022) <https://www.youtube.com/watch?v=DJ9pVEHIIHA>

Graphics:

free to use vector graphics on pixabay.com

360°-Videos für beobachtendes und nachahmendes Kata-Training im Karate

Philipp Rosendahl & Ingo Wagner

In Zeiten der Corona-Pandemie werden Sportlehrer*innen und Trainer*innen vor neue Herausforderungen gestellt, Sport- und Trainingsangebote weiterhin trotz Schließungen zu gewährleisten. Digitale Trainingsmöglichkeiten, z.B. mit Videoeinsatz, wurden entsprechend erprobt. Einen neuen Ansatz bietet die 360°-Videotechnologie. In 360°-Videos können Betrachtende ihre Blickperspektive um die Kamera herum selbst wählen. Mit einfachen Schritten lässt sich diese Möglichkeit für beobachtende Trainingsprozesse nutzen, z.B. um sich eine Bewegungsabfolge anzueignen. Im vorliegenden Beitrag wird ein einfach gestaltbares methodisch-didaktisches Konzept vorgestellt, welches bereits im Karate-Kata-Training exemplarisch erprobt wird und sich auch auf andere Sportbereiche transferieren lässt. Mit 360°-Videos lassen sich bspw. biomechanische oder technische Bewegungsmerkmale von Sprungvariationen aus unterschiedlichen Blickperspektiven für den Sportunterricht darstellen und mit dem 360°-Videotrainingkonzept vordefinierte Bewegungen wie Tanzchoreografien beobachtend und nachahmend (kennen-)lernen.

Einleitung

Der Videoeinsatz zur Trainingsunterstützung in unterschiedlichen Sportarten ist bereits etabliert. Im Vergleich zu statischen Bildern repräsentieren Videos auch die Bewegungsdynamik von Bewegungen. Als Reflexions- und Analyseinstrument sportlicher Leistung oder zur Veranschaulichung von Bewegung und Technik werden Videos entsprechend verwendet (Fischer & Krombholz, 2020). Für Karate existieren bspw. öffentlich zugängliche Trainingsvideos von Karate-Katas, die die Bewegungsabläufe der einzelnen Katas veranschaulichen. Eine Karate-Kata ist eine festgelegte Form von Bewegungsabläufen, ähnlich einer Choreografie. Ursprünglich wurden in verschiedenen Karate-Katas unterschiedliche Techniken und Bewegungsabläufe für die Selbstverteidigung verschlüsselt.

Neben der Videotechnologie werden auch immersive Technologien wie Virtual Reality für das sportliche Training genutzt (Le Noury, 2022) und z.B. zum Reaktionstraining oder zur Aufmerksamkeitsförderung im Karate eingesetzt (Petri & Witte, 2018).

360°-Videos verbinden herkömmliche Videos mit immersiver Technologie. Insbesondere mit den weiterentwickelten technischen Möglichkeiten auf Social-Media-Plattformen und Videoportalen wie Facebook oder Youtube, wurden 360°-Videos vor allem zwischen 2015 und 2017 bekannt (Ranieri et al., 2022). Durch die individuelle Steuerung einer 360°-Rundumsicht, lassen sich mit 360°-Videos verschiedene Aufnahmeperspektiven einnehmen und im Sport vordefinierte Bewegungsabläufe, wie z.B. Karate-Katas, differenzierter beobachten, mit Hilfe von immersiven Wiedergabemedien wie VR-Brillen sogar gleichzeitig mittrainieren.

1. Begriffsklärung

Wie bei herkömmlicher Videotechnik auch, werden bei 360°-Videos Aufnahmen der realen Umgebung erstellt. Die 360°-Videokamera nimmt die Umgebung entweder statisch an einem festen Punkt oder aus einer dynamisch bewegten Kameraposition in einer 360°-Rundumsicht auf. Aufgrund der realen Videoaufzeichnung verstehen wir daher 360°-Videos als ein spezifisches Videoformat, das jedoch Merkmale von Virtual Reality (kurz: VR), wie z.B. Immersion, aufweist.

Als Immersion wird unter anderem das Anwesenheitsempfinden innerhalb einer digitalen nicht physischen Welt bezeichnet (Petri & Witte, 2018). Bezüglich der Immersionsgrade differenzieren Petri & Witte (2018) z.B. zwischen einem geringen Immersionsgrad bei Desktop-VR mit Bildschirmbetrachtung und Maussteuerung und voll-immersiven Anwendungen mit einem Head-Mounted-Display (kurz: HMD) wie VR-Brillen.

Im Gegensatz zur realen 360°-Videoaufnahmen charakterisieren wir die programmierte, manipulierbare Umwelt als ein wesentliches Hauptmerkmal von VR. Dies konstituiert nach Le Noury et al. (2022) das zentrale Trennungskriterium zwischen VR und 360°-Videos. Die aufgenommene Handlung ist bei einem 360°-Video somit zwar nicht veränderbar, der Nutzende kann jedoch seine Blickrichtung um die 360°-Videokamera herum sowohl am Desktop per Maussteuerung oder aber auch per Kopfbewegung mit einem HMD frei wählen.

2. 360°-Videos als Trainingsinstrument

360°-Videos werden bereits explorativ z.B. als kognitives Trainingsinstrument zur Aufmerksamkeitsförderung oder zur mehrperspektivischen Reflexion von Spielsituationen eingesetzt (Rosendahl & Wagner, 2022). Insbesondere für beobachtende Lehr-Lernprozesse ergeben sich mit 360°-Videos neue, einfach zu gestaltende Vermittlungsmöglichkeiten, z.B. hinsichtlich vordefinierter Bewegungsabfolgen (Rosendahl & Wagner, 2021). Die praktische Körpererfahrung, z.B. die motorische Wahrnehmung von Muskelkontraktionen, ist jedoch für Lehr-Lernprozesse insbesondere bei komplexen Bewegungen mit 360°-Videos nicht zu ersetzen (Wirth & Büning, 2021). Entsprechend lassen sich 360°-Videos als ergänzende Trainingsinstrumente verwenden, ersetzen jedoch nicht das Präsenztraining.

Hochwertige 360°-Videokameras und HMDs sind teuer. Dennoch gibt es sowohl bei 360°-Videokameras als auch bei HMDs kostengünstige Varianten, die in Kombination mit herkömmlichen Smartphones als VR-Brillen genutzt werden können. Hierbei ist eine grobe Preisrichtlinie bei 360°-Videokameras ab ca. 130 Euro (z.B. Samsung SM-R210NZWADBT Gear 360) und bei HMDs für Smartphones ab ca. 20 Euro (z.B. VR-PRIMUS® VX3 VR Brille) zu erwähnen. Die 360°-Videokameras sind größtenteils benutzerfreundlich gestaltet, entsprechende mediengestalterische Kenntnisse sind je nach Qualitätsanspruch nicht erforderlich. Die 360°-Videos lassen sich anschließend kostenlos in gängigen Videoportalen wie Youtube in einem geschützten Kanal für Trainierende hochladen.

Auf Youtube existieren bereits einige 360°-Videos auf kampsportspezifischen Kanälen (z.B. „kurobi-world“), diese weisen jedoch keine gezielte Verwendung als Trainingsinstrument auf, sondern dienen eher als Marketinginstrument für Trainingseinblicke. Wir stellen daher eine konzeptionelle Verwendung als Trainingsinstrument für ein Karate-Kata-Training vor, die jedoch auch auf andere vordefinierte Bewegungsabfolgen transferierbar ist.

3. 360°-Videotrainingskonzept

Das 360°-Videotrainingskonzept konzentriert sich auf kognitivistisches Lernen durch Beobachtung und Nachahmung und baut auf der Konzeptidee zum Einsatz von 360°-Videos für vordefinierte Bewegungsmuster auf (Rosendahl & Wagner, 2021). Es werden Bewegungen aus unterschiedlichen Perspektiven beobachtet, wie auch bei bestehenden 360°-Bewegungsanalysesystemen wie z.B. Pythagoras an der Sporthochschule Köln (Wirth & Büning, 2021). Dafür wird eine entsprechende Aufnahmegestaltung benötigt (Abbildung 1). Für die Beobachtung von Bewegungen von vorne, von hinten und auch von der Seite werden mindestens vier Aufnahmemodelle (Vorbilder) um die 360°-Videokamera herum in Form einer Raute platziert.

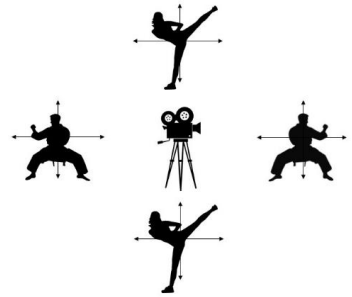


Abbildung 1: Aufnahmegestaltung

Die individuelle Wahl der Blickrichtung ermöglicht durch die Rauten-Aufstellung von Vorbildern, die Bewegungen mehrperspektivisch zu beobachten. Im Sportunterricht lassen sich damit bspw. biomechanische Bewegungsmerkmale erklären oder die Bewegungsphasen von Sprungvariationen mehrperspektivisch erkennen. Mit dem 360°-Videotrainingskonzept können Choreografien innerhalb einer Gruppe aus unterschiedlichen Betrachtungswinkeln beobachtet und angeeignet werden. Dadurch lassen sich ganz allgemein Bewegungsabfolgen selbstständig online aneignen bzw. vorbereiten, um anschließend zeitoptimiert das Präsenztraining zur Techniko Optimierung zu nutzen und Trainingsausfälle, zumindest bezüglich der Aneignung der Bewegungsabfolge, zu kompensieren.

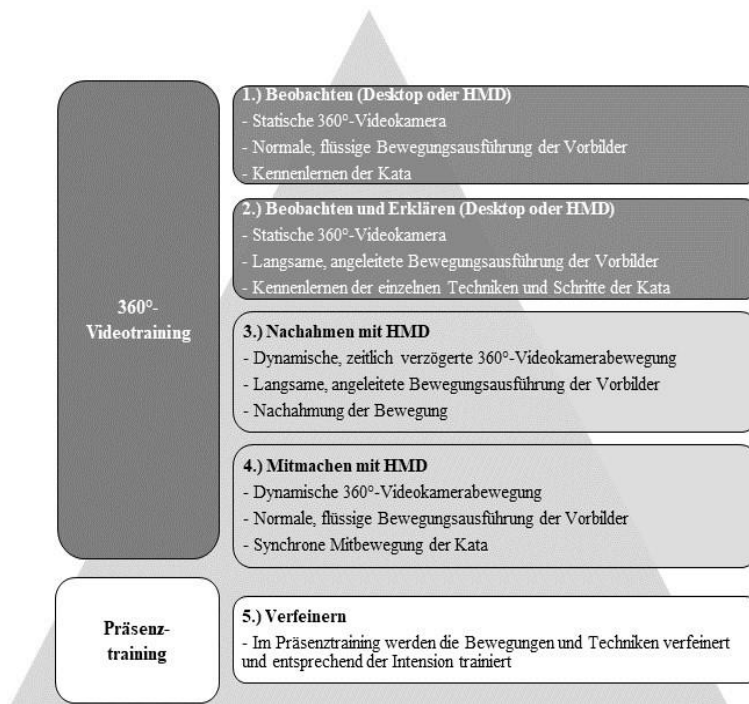


Abbildung 2: 360°-Videotrainingskonzept

Das 360°-Videotrainingkonzept für das Kata-Training besteht aus fünf Schritten (Abbildung 2):

Im ersten Schritt wird die Karate-Kata von den Vorbildern im normalen Bewegungstempo mit einem festen Kamerastandpunkt (statisch) aufgenommen. Die Trainierenden können anschließend die Kata in ihrem Bewegungsablauf im optimalen Bewegungsfluss im frei wählbaren 360°-Rundumblick am Desktop per Maussteuerung beobachten.

Im zweiten Schritt wird die Kata mit auditiver Anleitung der jeweiligen Technik von den Vorbildern Schritt für Schritt mit einem statischen Kamerastandpunkt aufgenommen. Der Bewegungsfluss der Kata wird unterbrochen, die Trainierenden können die einzelnen Techniken nun aus verschiedenen Blickperspektiven am Desktop per Maussteuerung beobachten.

Im dritten Schritt gilt es, die Beobachtung mit der Nachahmung zu kombinieren. Damit die Trainierenden die gezeigten Techniken nachahmen können, ist nun eine Betrachtung des 360°-Videos mit einem HMD notwendig, sodass die Extremitäten der Trainierenden frei bewegbar sind und die Blickrichtungssteuerung per Kopfbewegung im HMD erfolgt. Außerdem wird eine dynamische Kamerabewegung benötigt, die sich entsprechend den Bewegungsrichtungen der Kata mitbewegt. Während die Raute-Formation der Vorbilder weiterhin bestehen bleibt, wird die 360°-Videokamera nicht mehr auf einem statischen Stativ befestigt, sondern per Kopfhaltung bei einem fünften Vorbild fixiert (Abbildung 3). Das fünfte Vorbild bewegt sich während der dritten 360°-Videoaufnahme

entsprechend den Bewegungen der Kata zeitversetzt mit, d.h. die Vorbilder führen die einzelnen Techniken auditiv angeleitet vor, das fünfte Vorbild ahmt diese anschließend nach. Die Trainierenden haben nun die Möglichkeit mit einem HMD, die Kameraposition einzunehmen. Die aufgenommenen Bewegungen des fünften Vorbildes lassen sich dadurch als die eigenen Bewegungen visuell simulieren.



Abbildung 3: Aufnahmegestaltung mit dynamischer Kamerafixierung (rot markiert)

Der vierte Schritt schließt das 360°-Videotraining mit der synchronen Mitbewegung ab. Wie beim dritten Schritt erfordert die synchrone Mitbewegung der Trainierenden ein HMD. Die Kata wird nun in ihrem normalen Bewegungsfluss von allen fünf Vorbildern durchgeführt, die Kamera bewegt sich dynamisch mit. Die Trainierenden haben die Möglichkeit, die Kata in ihrem Bewegungsfluss synchron mit den Vorbildern zu trainieren und gefühlt die Rolle des fünften Vorbildes einzunehmen.

Der fünfte Schritt findet im Präsenztraining statt. Die Trainer*innen können auf den groben Vorkenntnissen der Trainierenden bezüglich der Bewegungsabläufe der Kata aufbauen, und zeitsparend Techniken korrigieren, verfeinern und festigen. Dadurch lassen sich Trainingszeiten optimieren. Auch zur Prüfungsvorbereitung lässt sich das 360°-Videotrainingkonzept im Sinne eines digitalen Nachschlagewerks z.B. für Kata-Demonstrationen nutzen.

4. Exemplarische Umsetzung und Bedeutung des 360°-Videotrainingkonzepts

Die Umsetzung, die Bedeutung und die Vorteile des 360°-Videotrainingkonzepts wird am Beispiel der Kata „Taikyoku Shodan“ aufgezeigt. Als Vorbilder haben sich neun Karatekas bereit erklärt, das

360°-Videotraining zu veranschaulichen. Die Raute-Formation wurde entsprechend erweitert und die neun Vorbilder rund um die Kamera herum aufgestellt (Abbildung 4).



Abbildung 4: Aufnahmegestaltung mit 9 Vorbildern um eine statische Kamera (rot markiert)

In der Kata „Taikyoku Shodan“ werden zwei Grundtechniken, der gerade Faustschlag „Oi-Zuki“ und die Abwehrtechnik „Gedan-Barai“ in vordefinierter Schrittabfolge trainiert. Für den geraden Faustschlag „Oi-Zuki“ ist aufgrund der Schlagkraftentwicklung eine leichte Rotation der Hüfte erforderlich, die in Endposition wieder gerade ausgerichtet ist. Im Gegensatz dazu ist der Oberkörper und die Hüfte bei der Abwehrbewegung entsprechend abgedreht. Für die Erkennung der Hüftbewegung ist eine mehrperspektivische Betrachtung notwendig, die bei einem herkömmlichen Video mit einer festdefinierten Kameraperspektive nicht möglich ist. Im 360°-Video kann dank des frei wählbaren Rundumblicks und der Rauten-Aufstellung nun entsprechend die korrekte Hüftbewegung oder auch die Armhöhe jeweils von vorne, von der Seite oder von hinten betrachtet werden (Abbildung 5).



Abbildung 5: Exemplarische Darstellung der Technik „Oi-Zuki“ in einer 360°-Video in Panorama-Ansicht

5. Schlussbemerkung

Eine Herausforderung könnte sich unter dem Begriff „Motion-Sickness“ herauskristallisieren. Die betroffenen Personen erfahren z.B. Schwindel, wenn die tatsächlichen physischen Bewegungsabläufe nicht mit den visuell wahrgenommenen Bewegungen übereinstimmen. Dieser Effekt kann z.B. bei der Nutzung von HMDs eintreten. Da jedoch die Bewegungsrichtung innerhalb der Aufnahme vorgemacht wird, die anschließend nachgeahmt werden soll, gleicht die synchrone, physische Bewegung dem visuellen Bewegungsempfinden. Eine Reduzierung von Motion-Sickness wird angenommen und in anvisierten differenzierten Evaluationen berücksichtigt.

Sowohl für vordefinierte Bewegungsmuster wie z.B. Tanzchoreografien als auch für Theorie-Praxis-Veranschaulichungen lassen sich 360°-Videos mit wenig Aufwand nutzen (Rosendahl & Wagner, 2022). 360°-Videos können z.B. in Form von Hausaufgaben oder in einem Flipped-Classroom-Ansatz für eine selbstständige Aneignung einer choreografierten Bewegungsform eingesetzt werden, die anschließend im Sportunterricht reflektiert und verfeinert wird. Ebenfalls lassen sich 360°-Videos auch im Trainingsprozess anwenden, z.B. zur taktischen Vermittlung von Spielsituationen. 360°-Videos unterstützen so eine zeitoptimierte Nutzung von Präsenzunterricht und Training.

Im ersten Schritt wurde die 360°-Videotechnologie im Karate-Kata-Training erprobt und das 360°-Videotrainingkonzept weiterentwickelt. Im zweiten Schritt gilt es nun, das Konzept für andere Sportarten und -inhalte zu testen und ggf. zu adaptieren (Abb. 6). Erstes Feedback zeigt, dass die einfachen Einsatz- und Gestaltungsmöglichkeiten interessierte Sportlehrer*innen und Trainer*innen

ermutigen, die 360°-Videotechnologie als digitales Trainingsinstrument zukünftig vermehrt einzusetzen.

Literatur

- Fischer, B., & Krombholz, A. (2020). Videoeinsatz beim Lernen sportlicher Techniken. In B. Fischer & A. Paul (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport*, (S. 13–27). Springer VS.
- Le Noury, P., Polman, R., Maloney, M., & Gorman, A. (2022). A Narrative Review of the Current State of Extended Reality Technology and How it can be Utilised in Sport. *Sports Medicine*, 1-17.e.
- Petri, K. & Witte, K. (2018). Anwendung virtueller Realität im Sport. In K. Witte (Hrsg.), *Ausgewählte Themen der Sportmotorik für das weiterführende Studium (Band 2)*, (S. 99-129). Berlin: Springer Spektrum.
- Ranieri, M., Luzzi, D., Cuomo, S., & Bruni, I. (2022). If and how do 360° videos fit into education settings? Results from a scoping review of empirical research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1– 21.
- Rosendahl, P., & Wagner, I. (2021). 360°-Videos zum Erlernen von Bewegungsmustern – eine Konzeptidee für den Einsatz als Lehr-Lernmedium (Workstattbericht). *Zeitschrift für Studium und Lehre in der Sportwissenschaft*, 4(3), 38-42.
- Rosendahl, P., & Wagner, I. (2022). 360-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge Jahrgang 62(2)*, 135.
- Wirth, C. & Büning, C. (2021). Zur Bedeutung von Bewegungserfahrung in der digitalen Lehre und ihre Perspektiven. In C. Steinberg & B. Bonn (Hrsg.), *Digitalisierung und Sportwissenschaft*, (S.149-161).

Grafiken

frei verwendbare Vektorgrafiken auf pixabay.com (Zugriff am 21.01.2021 unter <https://pixabay.com/de/vectors/search/karate/>)

Abbildungen

Die Bild- und Videorechte liegen bei den Autoren. Für die Umsetzung des 360°-Videotrainingkonzept im Karate (und Taekwondo-Training), bedanken wir uns bei den Sportler*innen der Karate-Abteilung des TSV Dagersheim e.V. (sowie bei der Taekwondo Union Saar e.V., Taekwondo Hochwald e.V. und Taekwondo-Club Bierbach e.V.), die sich für exemplarische Aufnahmen und für eine erste Umsetzung zur Verfügung gestellt haben.



Philipp Rosendahl ist seit 2020 als Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Interdisziplinäre Didaktik der MINT-Fächer und des Sports am Institut für Schulpädagogik und Didaktik des Karlsruher Instituts für Technologie beschäftigt. In der Forschung befasst er sich im Rahmen seiner Dissertation mit der 360°-Videotechnologie.



Dr. Ingo Wagner, arbeitet als Jun.-Professor und Leiter des Arbeitsbereiches für interdisziplinäre Didaktik der MINT-Fächer und des Sports am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), www.isd.kit.edu, E-Mail: ingo.wagner@kit.edu

Ger J Exerc Sport Res
<https://doi.org/10.1007/s12662-023-00930-6>
 Received: 24 February 2023
 Accepted: 24 November 2023

© The Author(s) 2024



Philipp Rosendahl¹ · Marcus Müller² · Ingo Wagner¹

¹ Department of Interdisciplinary Didactics of STEM Subjects and Sports, Institute for School Pedagogy and Didactics (ISD), Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Karlsruhe, Germany

² Institute for Physical Education and Sport, Karlsruhe University of Education, Karlsruhe, Germany

A 360° video as visual training support for independent movement acquisition—benefit evaluation with the TAM

Introduction

Conventional video technology is already widely used as a teaching–learning medium for educational processes (Noetel et al., 2021), which also has high training potential in sports as an established training tool thanks to the visual representation of complex dynamic movement sequences (Rekik, Khacharem, Belkhir, Bali, & Jarraya, 2018). Additionally, it is used, for example, as a video feedback (Möding, Woll, & Wagner, 2022; Potdevin et al., 2018) and analysis tool (Ruzicka & Milova, 2021) or to teach tactics (Koekoek, van der Kamp, Walinga, & van Hilvoorde, 2019) in sports.

Immersive technologies, such as virtual reality, which have a higher level of interaction with the medium and enable realistically perceived training experiences (Miah, Fenton, & Chadwick, 2020), offer further training potential (Fadde & Zaichkowsky, 2018; Le Noury, Polman, Maloney, & Gorman, 2022), for example, for reaction training in karate (Petri, Emmermacher, Masik, & Witte, 2019), as a training tool for techniques (Pastel et al., 2022), for tactics training (Pagé, Bernier, & Trempe, 2019), or for perceptual enhancement (Appelbaum & Erickson, 2016).

Videos that are 360°, as a link between conventional video technology and immersive technology, adopt the training potentials of conventional training videos, expand observation possibili-

ties, and combine them with immersive training experiences. To date, however, 360° videos tend to be used exploratively as training tools, although they show high training potentials for improving attention and perception of, for example, game situations (Fadde & Zaichkowsky, 2019; Kittel, Larkin, Elsworth, Lindsay, & Spittle, 2020b; Panchuk, Klusemann, & Hadlow, 2018) or tactics training (Pagé et al., 2019) in combination with high motivational effects (Bird, Karageorghis, Baker, & Brookes, 2019; Heibel-Seeger, 2017). Apart from clear evidence from increased research on suitability as a training tool, there is still a lack of competencies for the use of digital media in sports applying methodological concepts (Vogt, Rehlinghaus, & Klein, 2019). For individual training content, for example, for predefined movement sequences and choreographies, such as poomsae forms in taekwondo or kata in karate, initial training steps have already been demonstrated using 360° video technology (Rosendahl, Klein, & Wagner, 2022; Rosendahl & Wagner, 2023b). An evidence-based evaluation of 360° videos as a useful training tool for learning movements is not yet possible due to the exploratory research situation, but the few studies available of 360° videos as a training tool indicate a positive training benefit (Kittel, Larkin, Cunningham, & Spittle, 2020a; Paraskevaidis & Fokides, 2020; Piccione, Collet, & de Foe, 2019; Rosendahl, Müller, & Wagner, 2023). In summary, the few SWOT (strengths,

weaknesses, opportunities, and threats) analyses or systematic literature reviews show strengths, weaknesses, and potential applications of 360° video technology, such as multi-perspective panoramic images for action observation in addition to a positive evaluation of 360° video technology (Kittel et al., 2020a; Kittel, Spittle, Larkin, & Spittle, 2023; Lindsay, Spittle, & Spittle, 2023; Rosendahl & Wagner, 2022; Rosendahl & Wagner, 2023a).

In particular, this freely selectable multi-perspective viewing option in 360° videos expands the possibility of observation. Individual learning of movements by observing demonstrated movements involves an individually desired perspective of the observer on the movements themselves (Büning & Wirth, 2020). Thus, for some observers, the demonstrated movements directed toward themselves are more helpful, for other observers, the movements directed from the opposite perspective from behind, with the associated possibility of synchronous movement execution, are more advantageous (ibid.). Others also desire lateral representations. With conventional video technology, these individually selectable viewing options of movements are only associated with multiple camera settings and post-processing efforts. The 360° video technique allows for a free choice of viewing direction and thus a possible different perspective on the demonstrated movements without such an effort (Rosendahl et al., 2023)

and without the use of virtual reality applications (Lindsay, Kittel, & Spittle, 2022).

The aim of this study was to compare 360° videos and conventional videos as visual training support, focusing especially on the individual multi-perspective viewing option in 360° videos. Our research intent relates to two issues: One is the usefulness of the video formats and the other is the subjective evaluation of the two video formats as visual learning supports. The benefits of 360° video technology's multi-perspective viewing option as a visual training support has already been reviewed in a small number of studies (Kittel et al., 2020a; Kittel et al., 2023; Lindsay et al., 2023); however, a differentiated evaluation of the subjective benefit assessments was only carried out in individual cases (Rosendahl et al., 2023). Therefore, a comparative study with conventional video technology was conducted to address the missing evaluation of the benefit assessment of 360° videos as visual training support for movement acquisition, and to determine the subjective benefit assessment of the trainees, based on the well-recognized technology acceptance model (TAM) by Davis (1989) and following its extension model, the unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT) by Venkatesh, Morris, Davis, and Davis (2003). According to the TAM, the subjective utility evaluation of digital technologies can be derived and determined from the three variables of perceived usefulness, perceived ease of use, and subjective attitude toward digital media.

Definition of terms

In 360° videos, video recordings of the real environment are created around a special 360° video camera (Ranieri, Luzzi, Cuomo, & Bruni, 2022). In the 360° videos, the viewing angle is subsequently freely selectable by the user in a 360° panoramic view around the camera (Roche, Kittel, Cunningham, & Rolland, 2021). Such individually controllable options are referred to as *degrees of freedom* (DoF). In a 360° video, the user can control individual gaze rotations on the X-, Y-, and Z-axes around

the fixed point of the camera (Griffin, Langlotz, & Zollmann, 2021) and freely look up, down, left, or right or tilt in the 360° video recording. By comparison, virtual reality (VR) applications offer translational movements forward and backward, horizontal or vertical movements, in addition to rotations around the camera; thus, there are three additional DoFs that enable movements in the digital scenario (Griffin et al., 2021). Furthermore, these are predominantly programmed environments, and thus action manipulation is possible. However, in 360° videos, influencing the recorded action is not very feasible (Roche et al., 2021). The necessary requirements for programming skills for the creation of VR applications are therefore estimated to be quite higher and more elaborate compared to 360° video recordings (Jensen & Konradsen, 2018; Kavanagh, Luxton-Reilly, Wuensche, & Plimmer, 2017; Lindsay et al., 2022).

In addition, 360° videos can be viewed via different playback media with different degrees of immersion, thus picking up on the immersion function of VR. While the immersion concept refers to the mental level, immersion describes the feeling of reality in a non-physical world (Ranieri et al., 2022); on the technical level, however, immersion refers to the specific playback medium that enables a high feeling of reality (Dörner, Broll, Grimm, Jung, & Göbel, 2019). Both 360° videos and VR can be systematized according to the type of media used and their level of immersion (Dhimolea, Kaplan-Rakowski, & Lin, 2022; Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019). Low-immersive VR is defined as applications controlled with a keyboard or mouse on the desktop, while high-immersive VR is defined as applications controlled with a head-mounted display (HMD), among others (Kaplan-Rakowski & Gruber, 2019; Le Noury et al., 2022).

The immersive potential of 360° videos with HMD has positive effects, especially on motivation and engagement (Kittel et al., 2020a; Rosendahl & Wagner, 2022; Rosendahl & Wagner, 2023a) and presents video content more authentically and realistically than conventional videos (Kittel et al., 2023; Lindsay et al.,

2023), for example, regarding problem-based learning content or for presenting teaching-learning situations in physical education teacher training (Kittel et al., 2023). On the other hand, the benefits of high immersion themselves must be questioned (Boyer, Rochat, & Rix-Lièvre, 2023). Depending on learning content, a high degree of immersion combined with a high degree of presence opens up possibilities for the acquisition of movement, especially since the movements can be imitated or traced with free limbs when using an HMD (Lindsay et al., 2023; Rosendahl et al., 2022). For purely observation purposes, the individually controllable multiple viewing option is seen as a high potential of 360° videos (Rosendahl et al., 2023), which in turn can also be used less immersively as a desktop application (Rosendahl & Wagner, 2023a).

The different uses of the term “immersive” and the lack of a clear definition of 360° videos and VR make it difficult to provide clear statements about 360° videos as a training tool and teaching or learning medium (Rosendahl & Wagner, 2023a). Therefore, we advocate considering 360° videos separately from VR (Roche et al., 2021) and understanding 360° video technology as a link between videos and VR applications, which should, however, be classified as a specific video format due to the design process but with the characteristics of VR applications (Rosendahl & Wagner, 2023a).

Methods

Sampling

A total of 50 students in the fifth semester as part of the module “Sport as a stress modulator with fascial movements” of the BA program “Sport-Health-Leisure-Education” of the Karlsruhe University of Education, took part in the study. Two persons were excluded from the evaluation because their questionnaires were handed in incomplete. In the included sample ($N=48$), 51.1% of the participants were female with one missing statement. The mean age of the sample was 22.35 years ($SD=2.173$), with two missing statements (Table 1; Fig. 1).

Research design

To determine the subjective benefit assessment of 360° video technology as a visual training support for the independent learning of eight fascial movement exercises compared to conventional training videos, eight 360° videos and eight conventional training videos were used as visual training support in an exploratory randomized intervention study with a cross-over design (■ Fig. 2). The participants were given the task of learning eight fascial movement exercises with printed movement instructions and four 360° videos and four conventional training videos as visual training support during a 90-min seminar session; their benefits were also evaluated using a questionnaire based on the TAM (Davis, 1986; Davis, 1989) and the UTAUT model (Venkatesh et al., 2003). After four movement exercises with the corresponding video format, the questionnaire response was given directly, followed by the other four movement exercises with a different video format and subsequent survey. In addition, previous knowledge and user experience with 360° video technology and conventional videos were surveyed in order to classify the processing of 360° videos and their benefits. Finally, a survey was conducted on the tendency to prefer a video format for visual training support and on the positive and negative aspects of the different video formats.

Materials

The fascial movement exercises were all taken from the “fascial low intensity” program (Fessler & Müller, 2020). As part of the specific module “Sport as a stress modulator with fascial movements” in the fifth semester of the BA program “Sport-Health-Leisure-Education” of the Karlsruhe University of Education, the program “fascial low intensity” by Fessler and Müller (2020) is included as basic literature for the students. Two exercises of each of the five myofascial pathways were selected to address the fascial training principles of mobilization, stretching, toning, and vibration. A detailed written description of the fascial move-

Ger J Exerc Sport Res <https://doi.org/10.1007/s12662-023-00930-6>
© The Author(s) 2024

P. Rosendahl · M. Müller · I. Wagner

A 360° video as visual training support for independent movement acquisition—benefit evaluation with the TAM

Abstract

A 360° video combines the potential of conventional video technology with immersive–interactive design opportunities. The multi-perspective viewing option within a 360° video also enables possible applications as visual training support for motor learning. There are already first methodological–didactic approaches to movement learning; nevertheless, research on 360° video technology can largely be classified as exploratory. This article presents the use of 360° video as a visual training aid for the independent movement acquisition of various fascial movement exercises. In an intervention study, two randomized groups ($N = 48$) were used to evaluate the subjective benefit. Following the technology acceptance model, subjective benefit perception and rating of format were compared after two crossover interventions with 360° videos and/or conventional training videos. No signi-

ficant differences were found for perceived usefulness ($z = -1.014$, $p = 0.31$, $r = 0.105$) or perceived ease of use ($z = -1.278$, $p = 0.201$, $r = 0.132$). The same applies for intensity of use ($z = -0.247$, $p = 0.805$, $r = 0.025$) and overall subjective rating ($z = -1.745$, $p = 0.081$, $r = 0.18$). Although no significant differences were found in the evaluation of benefits, the participants tended to use 360° videos as visual training support ($M = 3.4$, $SD = 1.581$) on a 7-point scale (1 = 360° videos). Although a generalized statement on 360° videos as visual training support is not possible due to low effect strengths, it can be stated that 360° videos are perceived at least as useful as visual training tools.

Keywords

360° video · Digital motion learning · Digital training · Immersive video technology · Video learning

ment exercises was provided to the participants from the individual book chapters, and visual training support was provided by short, approximately 20-s 360° videos (■ Figs. 3 and 4) and conventional video clips (■ Fig. 5) of the targeted final movement execution, with an auditory explanation.

For this study comparing conventional videos with 360° videos, the 360° videos of fascial movements of four models in a diamond formation around the Insta360 ONE RS twin-edition camera were recorded in 4K image resolution and edited with the Insta360 Studio editing software. In contrast to the exploratory 360° video recordings, the professional training videos of the fascial low-intensity program of Fessler and Müller that were included (2020) were created within the framework of the project “Beyond school – Flexible careers in pedagogical professions” (2014–2020; total volume 2.1 million Euros) supported by the German Federal Ministry of Education and Research. These videos were recorded in HD in a video studio environment with three highly professional broadcast

cameras, each with different, changing camera perspectives (close-up or overall view) and camera angles over several months and professionally edited over a period of 1 year with Final Cut Pro for commercial release in combination with the fascial low-intensity program by Fessler and Müller (2020).

The video clips, each in 360° video format and conventional video format, were created according to the randomized groups in two separate video playlists on YouTube, the links of which were sent to each group online. Since the immersive potential of 360° videos was not to be explored, and the handling and application of the two video formats as visual training support were to be implemented as simply as possible and without further technical aids other than PC, mobile phone, or tablet, the 360° videos were not viewed with an HMD. The students were free to view both video formats with their mobile phone, tablet, or PC in the sense of a “bring your own device” approach.

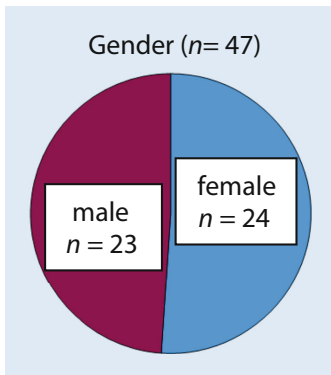


Fig. 1 ▲ Gender of test subjects

Measuring instruments

Two questionnaires corresponding to the video format used were applied for the survey to assess the usefulness of the two video formats after each of the four movement acquisitions of the fascial movement exercises. To determine prior experience with each video format, questions were asked about intended use for entertainment purposes, specifically for fitness issues, as a learning medium, or no previous experiences. The questionnaires corresponded to the measurement instruments based on the TAM by Davis (1986; Davis, 1989), the extension by the UTAUT (Venkatesh et al., 2003), and the adapted reformulation of the questionnaire items by Pletz, Lemke, and Deininger (2020) suitable for VR applications. The evaluation was predominantly based on a 7-point Likert scale (1 = *does not apply at all*, 4 = *partially applies*, and 7 = *applies very much*). In addition, a subjective evaluation of the respective video format as visual training support was queried (10 items, e.g., “The fascia movement exercises are clearly conveyed in the 360° videos/conventional videos”). Finally, the tendency to choose a video format was asked after the intervention (“If you had to choose a visual training support for independent movement acquisition, which teaching-learning medium would it be?”; 1 = *360° videos*, 4 = *partly–partially*, and 7 = *conventional videos*) and in open-ended items for positive or negative aspects.

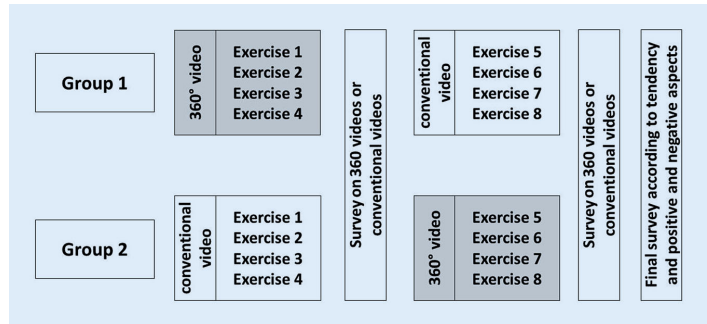


Fig. 2 ▲ Design of the study

Technology acceptance

Based on the TAM (Davis, 1986; Davis, 1989) and considering the UTAUT (Venkatesh et al., 2003), ratings of perceived usefulness (four items, e.g., “I find the 360° videos/conventional videos useful as a visual training support”), perceived ease of use (four items, e.g., “360° videos/conventional videos are easy to use as visual training support”), and intention to use (four items, e.g., “If 360° videos/conventional videos are available, I would use them as visual training support for movement acquisition of fascia movement exercises”) were adapted from the questionnaire modeled for VR by Pletz et al. (2020). According to the thematic focus on movement and sport and the university setting, the questionnaire items were adapted and profession- or work-relevant phrases from the original questionnaire (e.g., “If I use the technology, the probability of a salary increase increases”) were modified (e.g., “360° videos/conventional videos facilitate my movement acquisition of fascia movement exercises”) or omitted.

Data analysis

The evaluation was carried out with the statistical program SPSS version 29, where an alpha level of 0.05 was used for all statistical tests. In the context of the query of interest and the overall evaluation, negatively polarized items were used in isolated cases, such as those that queried the evaluation as boring or for

indifference. For these items, the polarity was reversed so that the highest characteristic expression could be associated with a positive interest rating. For the utility rating of the two video formats, the individual items of the respective categories “interest,” “perceived usefulness,” “perceived ease of use,” “intention to use,” and “rating” were combined according to the TAM to form a latent variable for the respective video format and, since the prerequisites were not met with the Kolmogorov–Smirnov test for parametric tests, were analyzed with the Wilcoxon signed-rank test. Responses to the positive and negative aspects of the 360° videos from the open-ended survey at the end of the intervention are presented as examples to illustrate the quantitative results.

Results

Utilization

In addition to the sociodemographic information (Table 1), the participants’ previous experiences with the two video technologies were documented (Fig. 6). Accordingly, within the item “usage behavior,” multiple answers were used to ask about the use of both video formats for “entertainment purposes,” as a “fitness and training device,” as a “teaching and learning medium,” or “not used in any way.” The clear majority of participants (89.1%) had not yet used 360° videos in any form (Table 2). Only five participants used 360° videos for enter-

Table 1 Sociodemographic data of the participants

	Age (years)
Valid	46
Missing	2
Mean	22.35
Median	21.50
Standard deviation	2.173
Range	9
Minimum	20
Maximum	29

tainment purposes. Compared to traditional video technology, where 9.1% of participants reported not using video in any form, video technology was used for entertainment purposes (84.1%) as well as a teaching and learning medium (79.5%) and a fitness tool (75%), as expected. The low level of prior experience of the participants with 360° videos supports the statements of Kittel et al. (2023) that the possible applications and potential of 360° video technology, particularly in sports, are not well known and researched.

Thematic interest

Singular interest in 360° videos as visual training support (“I find 360° videos/conventional videos interesting as visual training support”) was not significantly different from interest in conventional training videos ($z = -1.654, p = 0.098, r = 0.271$). Nevertheless, the participants showed high thematic interest in both 360° video technology ($M = 6.02, SD = 1.17$) and conventional training videos ($M = 5.7, SD = 1.093$) for visual training support.

Comparison of the two latent variables “K1-topic interest-360° videos” and “K2-topic interest-conventional videos” also revealed no significant difference ($z = -0.507, p = 0.612, r = 0.05$) (Table 3). For both 360° videos and conventional videos, the participants expressed high thematic interest in the latent construct (360° videos: $M = 5.69, SD = 1.185$; videos: $M = 5.73, SD = 0.79$).

To rule out that the predominant lack of prior experience of the participants with 360° video technology led to a lack of interest in the tech-

Table 2 Utilization and purpose of 360° videos and conventional videos

		360° videos for entertainment	360° videos for fitness training	360° videos as a learning tool	360° videos not used in any way
N	Valid	46	46	46	46
	Missing	2	2	2	2
Mean		0.11	0.02	0.02	0.89
Median		0.00	0.00	0.00	1.00
Standard deviation		0.315	0.147	0.147	0.315
Range		1	1	1	1
Yes		5	1	1	41
No		41	45	45	5
		Videos for entertainment	Videos for fitness	Videos as a learning tool	Videos not used in any way
N	Valid	44	44	44	44
	Missing	4	4	4	4
Mean		0.84	0.75	0.80	0.09
Median		1.00	1.00	1.00	0.00
Standard deviation		0.370	0.438	0.408	0.291
Range		1	1	1	1
Yes		37	33	35	4
No		7	11	9	40

nology, a correlation between the lack of prior experience (89.1% = “not used in any way”) and thematic interest as a latent variable (“K1-topic interest-360° videos”) was calculated with Pearson- χ correlation. In a second correlation, the existing prior experiences (10.9% = “entertainment purposes,” 2.2% = “fitness and training device,” 2.2% = “teaching and learning medium”) were summarized as a latent variable (“K11 experience-360° videos”) and tested for the relationship to thematic interest as a latent construct (“K1-topic interest-360° videos”) using Spearman correlation. Both the results of the Pearson- χ correlation ($p = 0.332$) and the results according to Spearman ($p = 0.132, r = 0.225$) indicate no significant correlation between lack of prior experience with 360° video technology and thematic interest. The small effect size also suggests that even without prior experience in using 360° videos, a tendency toward high interest in this rather newer technology as a training tool was thus possible. Due to the lack of correlations and the low effect size, it can be assumed that prior experience in the use of 360° videos did not influence the thematic interest in this technology.

Perceived usefulness

A significant difference in the rating of the singular item (“I find the 360° videos/conventional videos useful as visual training support”) was not found ($z = -0.038, p = 0.97, r = 0.004$). For the singular item, participants rated both 360° videos ($M = 6, SD = 1.504, R = 6$) and conventional videos ($M = 6.11, SD = 0.875, R = 3, min = 4$) as useful visual training support, with slight advantages for conventional videos.

A comparison of the two latent variables, “K3-Perceived usefulness-360° videos” ($M = 5.87, SD = 1.268$) and “K4-Perceived usefulness-conventional videos” ($M = 5.85, SD = 0.702$), revealed no significant difference ($z = -1.014, p = 0.31, r = 0.105$).

Perceived ease of use

No significant difference ($z = -1.333, p = 0.183, r = 0.137$) was found in the singular item evaluation (“360° videos/conventional videos are easy to use as visual training support”) or in the singular item evaluation (“I find the 360° videos/conventional videos easy to control”; $z = -1.827, p = 0.068, r = 0.188$). Both video formats were described as easy to



Fig. 3 ◀ All four possible viewing perspectives in a 360° video recording, shown in panoramic view



Fig. 4 ▲ One possible viewing perspective in a 360° video with specific 360° video recording setting

Fig. 5 ▲ Viewing frontal perspective in a conventional video with specific conventional video recording setting

use (360° videos: $M=5.85$, $SD=1.351$; videos: $M=6.19$, $SD=0.97$) and easy to control (360° videos: $M=5.89$, $SD=1.418$; videos: $M=6.32$, $SD=0.958$), with slight advantages for conventional videos. This is also reflected in the range of the responses (360° videos: $R=6$; videos: $R=3$, $min=4$).

Comparison of the latent variables “K5-Perceived Ease of Use-360° Videos” ($M=6.04$, $SD=1.037$) and “K6-Perceived Ease of Use-Conventional Videos” ($M=6.28$, $SD=0.699$) showed no significant differences in perceived ease of use ($z=-1.278$, $p=0.201$, $r=0.132$), confirming a simple control for both.

Intention of use

The singular item value (“If 360° videos/conventional videos are available, I would use them as visual training support for movement acquisition of fascial movement exercises”) is not significantly different from the other ($z=-1.562$, $p=0.118$, $r=0.161$) and, when available, shows high intentions to use for both 360° videos ($M=5.62$, $SD=1.483$, $R=6$) and with slight advantages for the conventional video technique ($M=6$, $SD=$

0.978) with a lower range of attributed intentions to use ($R=3$, $min=4$).

Comparison of the latent variables “K7-estimate of intensity of use-360° videos” and “K8-estimate of intensity of use-conventional videos” also showed no significant difference ($z=-0.247$, $p=0.805$, $r=0.025$) in subjectively assessed intensity of use (■ Table 3).

Rating

In the latent variables “K9-evaluation of the medium 360° videos” and “K10-evaluation of the medium conventional videos,” no significant differences with a small effect size were found in the final evaluation of the two video formats as visual training support ($z=-1.745$, $p=0.081$, $r=0.18$). Both 360° videos ($M=5.8$, $SD=0.918$) and conventional videos ($M=5.62$, $SD=0.732$) were predominantly positively evaluated as visual training support, with conventional video technology ($R=2.8$, $min=4.2$) showing a significantly more homogeneous range of evaluation than 360° videos ($R=4.3$, $min=2.7$).

Even though no significant differences in the assessment of the usefulness

of 360° videos and conventional video technology as visual training support were identified, the participants tended to use 360° videos as a future video format for visual training support ($M=3.4$, $SD=1.581$). In particular, the feedback from the open-question categories showed positive assessments regarding the free choice of perspective as well as the viewing of movements from both the frontal and sagittal planes (“With the 360° videos, it was very positively noticed that you can freely choose the perspective. The viewing angle is adjusted as desired. This allows you to focus more on details.”). This multi-perspective view of movements leads to a vivid and differentiated representation of movements (“vivid, movement visible from all sides, more differentiated”). In contrast to the strikingly frequently mentioned multi-perspective viewing option as a positive potential of 360° videos as visual training support, the individually controllable viewing direction was evaluated by individual participants as confusing (“much too confusing”) and overwhelming (“Since you could focus on several people and viewing angles at the same time, you would have to

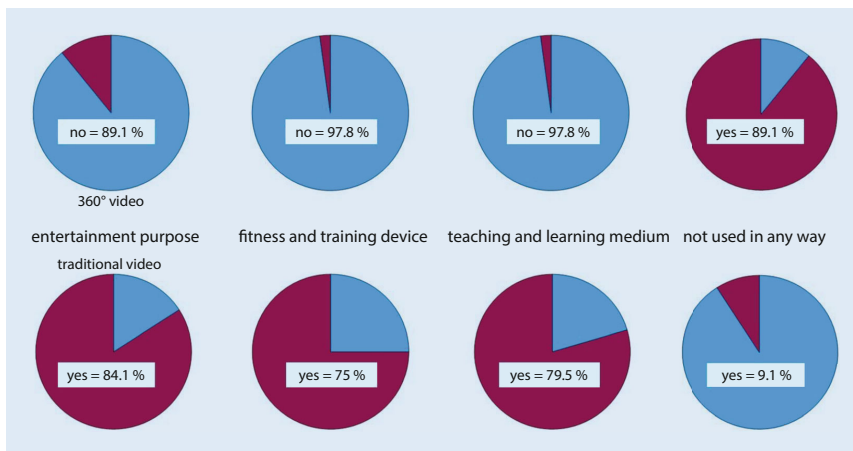


Fig. 6 Utilization and purpose of 360° videos and conventional videos

know beforehand which movement and perspective you want to analyze”). The individual differences in the movement execution of the role models in the 360° videos also led to confusion for some participants regarding the movement executions that were specifically shown and rated as optimal (“The four people should perform the exercise in the same way, as it is confusing if the body posture is different”).

Discussion

The main focus of our exploratory study was to evaluate the utility of 360° videos as visual training support. To this end, two research questions were posed:

1. What advantages do students attribute to the two different video formats as visual training support for movement acquisition?
2. How do students evaluate two different video formats as visual training support for independent movement acquisition?

The results show no significant differences in benefit ratings between 360° videos and conventional video technology as visual training support. The small effect size also indicates that the small differences do not allow for a clear statement about a higher benefit rating for a specific video format. This should be evaluated critically and limits clear statements about the preferred video format.

It is assumed that with comparable video recordings, especially due to the equivalent recording quality and movement execution and with longer video duration, the effect size allows for clearer statements about the different evaluation of the benefits of the video formats. However, the low effect size can also be interpreted in this way, that despite the limitation in the study due to the different video quality, the high-quality conventional videos were not rated better.

However, the homogeneous evaluation behavior of the participants for conventional video technology in the individual categories of the TAM, as well as in the overall evaluation, is striking, whereas 360° videos had a heterogeneous evaluation spectrum in all categories. It can be assumed that the rather heterogeneous evaluation behavior for 360° videos is due to the unfamiliar video format, as shown by the scarcely available empirical data (Kittel et al., 2020b; Paraskevaïdis & Fokides, 2020). Conventional videos as visual training support, on the other hand, are already familiar to the participants, both in terms of control and handling as well as potential benefits, as also confirmed by Paraskevaïdis and Fokides (2020) in their study on volleyball skill acquisition with 360° videos. Nevertheless, the survey on thematic interest in both conventional videos and 360° videos shows curiosity about their use as visual training support, even if conventional videos are already familiar. The lack

of previous experience with 360° video technology tends not to affect interest in the technology. Nevertheless, a possible novelty effect of 360° video technology should be evaluated critically. However, since 360° videos predominantly without prior experience and conventional videos with a majority of familiar use both generate interest, the novelty effect of 360° videos tends to be of minor relevance.

Although no significant differences were identified in the benefit assessment of the two video formats, a tendency toward 360° videos as visual training support was evident among the participants. This tendency could be due to the high motivational potential of 360° videos (Paraskevaïdis & Fokides, 2020) and support Kittel and colleagues’ (2020a) assumption that 360° videos are more entertaining to evaluate than screen-based approaches.

In our opinion, attributing the motivation and trend of the future use of video formats solely to a possible novelty effect of 360° videos (Hebbel-Seeger, 2017) falls short of the mark because the positive aspects of 360° videos mentioned earlier show clear differences from conventional video technology. The presumed advantages of the multi-perspective viewing possibility of movements for the acquisition of 360° videos from the methodological–didactic training concept of Rosendahl et al. (2022; Rosendahl & Wagner, 2023b) were recognized and named by the participants

Table 3 Wilcoxon test results of the latent variable constructs

	Latent variable K2 Interest conventional videos	Latent variable K4 Perceived usefulness conventional videos	Latent variable K6 Perceived ease of use conventional videos	Latent variable K8 Intention of use conventional videos	Latent variable K10 Rating conventional videos
	K1 Interest 360° videos	K3 Perceived usefulness 360° videos	K5 Perceived ease of use 360° videos	K7 Intention of use 360° videos	K9 Rating 360° videos
Z	-0.507 ^b	-1.014 ^b	-1.278 ^c	-0.247 ^b	-1.745 ^b
Symp. Sig. (2-tailed)	0.612	0.310	0.201	0.805	0.081

^aWilcoxon signed rank Test^bBased on positive rank^cBased on negative rank

and support the statements and results of the qualitative survey on subjective perception and assessment of 360° videos as visual training support by Rosendahl et al. (2023). Viewing movements from freely selectable, different viewing angles enables a more detailed understanding of movements with the help of 360° videos as visual training support, which is not readily possible with conventional videos. At the same time, this free control of viewing direction is also unfamiliar, as reported by participants, confirming the findings of Boyer et al., (2023), Paraskevidis and Fokides (2020), and Rosendahl et al. (2023), and requires a methodological–didactic concept for introducing the use of the technology to counteract blurring and disorientation in the 360° video (Paraskevidis & Fokides, 2020; Rosendahl et al., 2022; Rosendahl et al., 2023). To address the disorientation caused by the freely selectable multi-perspective viewing option in the 360° video scenario, Boyer et al. (2023) and Roche et al. (2021) suggest integrating cues into the 360° video.

In the qualitative survey on the subjective perception of 360° videos as visual training support by Rosendahl et al. (2023), in addition to a possible disorientation in the 360° video scenario due to a lack of methodological–didactic concepts and diverse multi-perspective viewing options, the different movement executions of the role models in the 360° videos were also mentioned as negative, which led to confusion during movement acquisition. In contrast to the highly professional, conventional video recordings with video models in the commercial marketing of the fascial

low-intensity program by Fessler and Müller (2020), only students who were familiar with fascial movements were recruited as exploratory models for the 360° video recordings. Nevertheless, these differentiated movement executions of the four role models in the 360° video situation can be used for analysis purposes (e.g., as a trainer in a training group to train the recognition of movement errors and to demonstrate error corrections). However, for independent learning of a targeted movement execution classified as optimal with the aid of 360° videos as visual training support, care must be taken to ensure that the four role models are executed correctly and as homogeneously as possible in the 360° video situation.

In addition to the differentiated movement execution of the four role models in the 360° video situation, the qualitative differences of the video formats should be mentioned as a limitation of our study. However, although there were major differences between the recording environments and especially between the recording and editing time efforts of the two video formats, there is no significant difference in the evaluation of conventional videos or 360° videos as visual training support. This is remarkable because both video formats differ mainly in the use of their resources. Conventional video technology requires at least two camera systems for motion display from different camera perspectives and an increased post-processing phase for synchronous montage of the different video recordings. In 360° video technology, on the other hand, multiple models are needed for a single video shot, which are

placed around the camera position accordingly. While the conventional training videos were recorded and edited in a professional studio environment due to their commercial exploitation over a period of 1 year, the explorative 360° videos were recorded in a gym and were able to achieve high approval ratings as a visual training tool even with a total effort of 2 days. From our point of view, the 360° video technique is advantageous in terms of design effort, as it also enables individual control of the desired camera perspective by the user, which, however, initially appears unfamiliar to most users and requires some guidance and introduction. Especially the easy handling of this technology and the low effort hold potential as future visual training support.

Despite this significant difference in the quality of the recording design, the 360° videos were rated as providing the same level of visual training support as the professional conventional training videos. Thus, 360° videos are believed to have great potential as visual training support if they are also available in equivalent recording quality. However, the actual usefulness of 360° videos as visual training support for movement acquisition in the context of a qualitative movement assessment cannot be determined with our study and is not part of the present article. Measuring the learning and training success of 360° videos would therefore be the next research step.

Conclusion

Due to the nonsignificant results and the small effect size, clear statements on the different benefit evaluations of 360° videos and conventional video technology as visual training support are not possible. Nevertheless, it can be stated that 360° videos were rated as useful visual training support despite the lower recording quality and did not show a significant negative utility rating compared to highly professional conventional training videos. Similarly, a trend in future video use toward the 360° video format is evident (Rosendahl et al., 2023). Future research should focus on further comparisons of the two video formats with equivalent recording quality.

Based on our results, we can conclude that 360° videos adopt the training potentials of conventional video technology and expand them without much creative effort through multi-perspective observation of movement. As visual training support, 360° videos are, therefore, at least as suitable as conventional training videos. In addition, the potential of 360° videos has not yet been fully exploited, as there is still a lack of experience in using this video technology, especially since methodological–didactic concepts for its use in sports are largely lacking. A methodological–didactic concept and guided use of 360° videos can counteract cognitive overload, loss of focus, and disorientation in a 360° video setting (Boyer et al., 2023; Rosendahl et al., 2022).

Corresponding address



Philipp Rosendahl
Department of Interdisciplinary Didactics of STEM Subjects and Sports, Institute for School Pedagogy and Didactics (ISD), Karlsruhe Institute of Technology (KIT) Karlsruhe, Germany
philipp.rosendahl@kit.edu

Funding. This project is part of the “Qualitätsoffensive Lehrerbildung,” a joint initiative of the Federal Government and the Federal States that aims to improve the quality of teacher training. The program is funded by the Federal Ministry of Education and Research. The authors are responsible for the content of this publication.

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Declarations

Conflict of interest. P. Rosendahl, M. Müller and I. Wagner declare that they have no competing interests.

For this article no studies with human participants or animals were performed by any of the authors. All studies mentioned were in accordance with the ethical standards indicated in each case.

Open Access. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

References

- Appelbaum, L., & Erickson, G. (2016). Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 11(1), 160–189. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2016.1266376>.
- Bird, J., Karageorghis, C., Baker, S., & Brookes, D. (2019). Effects of music, video, and 360-degree video on cycle ergometer exercise at the ventilatory threshold. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(8), 1161–1173. <https://doi.org/10.1111/sms.13453>.
- Boyer, S., Rochat, N., & Rix-Livière, G. (2023). Use of 360° video in referees' reflectivity training: possibilities and limitations. *Frontiers in Psychology*, 14, 1068396. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1068396>.
- Bünning, C., & Wirth, C. (2020). Multi-media self-regulated learning in physical teacher education using Pythagoras 360° real-time motion analysis as an example. In B. Fischer & A. Paul (Eds.), *Lehren und Lernen mit und in digitalen Medien im Sport* (pp. 69–88). Springer VS. Multimediales selbstreguliertes Lernen im Lehramtsstudium Sport am Beispiel der Pythagoras 360° Echtzeit-Bewegungsanalyse.
- Davis, F.D. (1986). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology. PhD
- Davis, F.D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319. <https://doi.org/10.2307/249008>.
- Dhimolea, T.K., Kaplan-Rakowski, R., & Lin, L. (2022). A systematic review of research on high-

immersion virtual reality for language learning. *TechTrends*. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00717-w>.

- Dörner, R., Broll, W., Grimm, P., Jung, B., & Göbel, M. (2019). Einführung in Virtual und Augmented Reality [Introduction to virtual and augmented reality]. In R. Dörner, W. Broll, P. Grimm & B. Jung (Eds.), *Virtual und Augmented Reality (VR/AR)* (2nd edn., pp. 1–42). Springer Vieweg.
- Fadde, P.J., & Zaichkowsky, L. (2018). Training perceptual-cognitive skills in sports using technology. *Journal of Sport Psychology in Action*, 9(4), 239–248. <https://doi.org/10.1080/21520704.2018.1509162>.
- Fessler, N., & Müller, M. (2020). *Faszien low intensity*. Verlag: Hofmann.
- Griffin, R., Langlotz, T., & Zollmann, S. (2021). 6dive: 6 degrees-of-freedom immersive video editor. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 676895. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.676895>.
- Hebbel-Seeger, A. (2017). 360 degrees video and VR for training and marketing within sports. *Athens Journal of Sports*, 4(4), 243–262. <https://doi.org/10.30958/ajspo.4.4.1>.
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515–1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>.
- Kaplan-Rakowski, R., & Gruber, A. (2019). *Low-immersion versus high-immersion virtual reality: definitions, classification, and examples with a foreign language focus*. Proceedings of the Innovation in Language Learning International Conference 2019. (pp. 552–555).
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science & Technology Education*, 10(2), 85–119.
- Kittel, A., Larkin, P., Cunningham, I., & Spittle, M. (2020a). 360° virtual reality: a SWOT analysis in comparison to virtual reality. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.563474>.
- Kittel, A., Larkin, P., Elsworth, N., Lindsay, R., & Spittle, M. (2020b). Effectiveness of 360° virtual reality and match broadcast video to improve decision-making skill. *Science and Medicine in Football*. <https://doi.org/10.1080/24733938.2020.1754449>.
- Kittel, A., Spittle, M., Larkin, P., & Spittle, S. (2023). 360° VR: Application for exercise and sport science education. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 977075. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.977075>.
- Koekoek, J., van der Kamp, J., Walinga, W., & van Hilvoorde, I. (2019). Exploring students' perceptions of video-guided debates in a game-based basketball setting. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 24(5), 519–533. <https://doi.org/10.1080/17408989.2019.1635107>.
- Le Noury, P., Polman, R., Maloney, M., & Gorman, A. (2022). A narrative review of the current state of extended reality technology and how it can be utilised in sport. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01669-0>.
- Lindsay, R., Kittel, A., & Spittle, M. (2022). Motor imagery and action observation: a case for the integration of 360 VR. *Frontiers in Psychology*, 13, 880185. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.880185>.
- Lindsay, R., Spittle, S., & Spittle, M. (2023). Skill adaptation in sport and movement: Practice design considerations for 360° VR. *Frontiers in*

- Psychology*, 14, 1124530. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1124530>.
- Miah, A., Fenton, A., & Chadwick, S. (2020). Virtual reality and sports: the rise of mixed, augmented, Immersive, and Esports experiences. In S. Schmidt (Ed.), *21st century sports* (pp. 249–262). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50801-2_15.
- Möding, M., Woll, A., & Wagner, I. (2022). Video-based visual feedback to enhance motor learning in physical education—a systematic review. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 5(2), 447–460. <https://doi.org/10.1007/s12662-021-00782-y>.
- Noetel, M., Griffith, S., Delaney, O., Sanders, T., Parker, P., del Pozo, C. B., & Lonsdale, C. (2021). Video improves learning in higher education: A systematic review. *Review of Educational Research*, 91(2), 204–236. <https://doi.org/10.3102/0034654321990713>.
- Pagé, C., Bernier, P.-M., & Trempe, M. (2019). Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball. *Journal of Sports Science*, 37(21), 2403–2410. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1638193>.
- Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02315>.
- Paraskevaidis, P., & Fokides, E. (2020). Using 360° videos for teaching volleyball skills to primary school students. *Open Journal for Information Technology*, 3(1), 21–38. <https://doi.org/10.32591/coas.ojit.0301.03021p>.
- Pastel, S., Petri, K., Chen, C. H., Wiegand Cáceres, A. M., Stirmatis, M., Nübel, C., & Witte, K. (2022). Training in virtual reality enables learning of a complex sports movement. *Virtual Reality*. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00679-7>.
- Petri, K., Emmermacher, P., Masik, S., & Witte, K. (2019). Comparison of response quality and attack recognition in karate kumite between reality and virtual reality—a pilot study. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, 8(4), 55–63. <https://doi.org/10.26524/ijpefs1946>.
- Piccione, J., Collet, J., & de Foe, A. (2019). Virtual Skills training: the role of presence and agency. *Heliyon*, 5(11), e2583. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02583>.
- Pletz, C., Lemke, M., & Deininger, L. (2020). Technologieakzeptanz des virtuellen Verkaufsraums VR2GO in der Firma ANDREAS STIHL AG & CO. KG. [Technology acceptance of the virtual VR2GO salesroom in the company ANDREAS STIHL AG & CO. KG]. In B. Zinn (Ed.), *Virtual, Augmented and Cross Reality in Praxis und Forschung. Technologiebasierte Erfahrungswelten in der beruflichen Aus- und Weiterbildung – Theorie und Anwendung* (pp. 257–283). Franz Steiner.
- Potdevin, F., Vors, O., Huchez, A., Lamour, M., Davids, K., & Schnitzler, C. (2018). How can video feedback be used in physical education to support novice learning in gymnastics? Effects on motor learning, self-assessment and motivation. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 23(6), 559–574. <https://doi.org/10.1080/17408989.2018.1485138>.
- Ranieri, M., Luzzi, D., Cuomo, S., & Bruni, I. (2022). If and how do 360° videos fit into education settings? Results from a scoping review of empirical research. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.12683>.
- Rekik, G., Khacharem, A., Belkhir, Y., Bali, N., & Jarraya, M. (2018). The instructional benefits of dynamic visualizations in the acquisition of basketball tactical actions. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.12312>.
- Roche, L., Kittel, A., Cunningham, I., & Rolland, C. (2021). 360° video integration in teacher education: a SWOT analysis. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.761176>.
- Rosendahl, P., & Wagner, I. (2022). 360videotechnology in sports—a systematic review of areas of application and potentials as a teaching-learning medium. [In German: 360-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium]. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, 62(2), 135–155.
- Rosendahl, P., & Wagner, I. (2023a). 360° videos in education—a systematic literature review on application areas and future potentials. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11549-9>.
- Rosendahl, P., & Wagner, I. (2023b). 360° videos for observing and imitating kata training in karate. [In German: 360°-Videos für beobachtendes und nachahmendes Kata-Training im Karate]. *SportPraxis*, 64(1), 54–58.
- Rosendahl, P., Klein, M., & Wagner, I. (2022). Immersive training for movement sequences: The use of 360° video technology to provide poomsae training in Taekwondo. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(10), 2318–2325. <https://doi.org/10.7752/jpes.2022.10295>.
- Rosendahl, P., Müller, M., & Wagner, I. (2023). 360 videos as a visual training tool—a study on subjective perceptions. *Journal of Physical Education and Sport*, 23(4), 795–801. <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.04100>.
- Ruzicka, I., & Milova, J. (2021). Increasing the efficiency of motor learning with the help of video analysis. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 14(4), 723–730. <https://doi.org/10.18844/cjes.v14i4.1217>.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>.
- Vogt, T., Rehlinghaus, K., & Klein, D. (2019). School sport facing digitalisation: A brief conceptual review on a strategy to teach and promote media competence transferred to physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 19, 1424–1428. <https://doi.org/10.7752/jpes.2019.s4206>.

Publisher's Note. Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

360° videos as a visual training tool – a study on subjective perceptions

PHILIPP ROSENDAHL¹, MARCUS MÜLLER², INGO WAGNER³

^{1,3}Institute for School Pedagogy and Didactics (ISD), Karlsruhe Institute of Technology, GERMANY

²Institute for Physical Education and Sport, Karlsruhe University of Education, GERMANY

Published online: April 30, 2023

(Accepted for publication April 15, 2023)

DOI:10.7752/jpes.2023.04100

Abstract

Background: The development of digital media has led to new possibilities for digital aids in teaching and learning processes. Immersive playback media, such as virtual reality glasses and head-mounted displays, enable authentic digital training processes that are perceived as being close to reality; the potential of these media must be explored. As a link between video technology and immersive technologies, 360° video offers low-threshold training opportunities due to its resource-saving design (e.g., multi-perspective viewing options and immersive training experiences). **Approach:** Based on the potentials of 360° video as a teaching–learning medium in a non-specific educational context, the present qualitative study investigates the subjective perceptions the added value of 360° video technology from the perspective of users (N = 48), categorizes these perceptions and compares them with the results of the few explorative studies on 360° videos in the context of sports. **Results:** In particular, according to the subjects, the multi-perspective, all-round view of 360° video technology enables a differentiated view of movement from different perspectives for a very individually controllable learning process. According to the subjects, the different perspectives of the movement lead to a deeper understanding, which favors the acquisition of the movement. In contrast, the positive aspects of the easy handling and control of 360° videos mentioned in the literature cannot be confirmed without specific instruction. **Conclusions:** Our study was able to demonstrate the possibilities of 360° video technology as a visual training tool, especially if high-quality 360° video recordings are available and used within the framework of a methodological-didactic concept.

Key Words: 360° video, digital motion learning, digital training, immersive technology

Introduction

Virtual reality, 360° videos, augmented reality, as well as mixed and extended reality are becoming increasingly popular subjects of research in sports science. However, the use of digital media for mediation purposes, for illustration, or for analysis and reflection processes (Ruzicka & Milova, 2021) is not a new phenomenon. For example, classic video is used for video feedback through recording one's own movement (Mödinger et al., 2022) or reflection on recordings of game situations and tactical decision-making behavior (Koekoek et al., 2019). On the other hand, research is increasingly addressing the potential uses of immersive digital media, such as virtual reality (Faure et al., 2020), which can be used to program athletic training content to be perceived as realistic (Miah et al., 2020) and provide training opportunities in a digital training environment (Le Noury et al., 2022). In particular, 360° videos can be classified as a link between traditional video technology and virtual reality (Rosendahl & Wagner, 2023). Both immersive training possibilities (Rosendahl et al., 2022) and classical video applications for training purposes, such as illustration or observation of a targeted movement execution presented as optimal (Paraskevaidis & Fokides, 2020), can be easily designed with 360° videos. Nevertheless, the possibilities for training and other applications of 360° videos in sports are still poorly explored. However, the few studies on 360° videos in sports show a high application potential, be it for cognitive training content to improve attention and perception processes, to increase motivation, reflection skills, or even motor learning (Hebbel-Seeger, 2017; Kittel et al., 2020a; Rosendahl & Wagner, 2022). Drawing on the few exploratory studies of 360° videos in sports, this study presents the results of a qualitative interview following an intervention in which 360° videos were used as a visual training tool for independent movement acquisition.

Clarification of terms

In contrast to programmed virtual reality (VR) experiences, 360° videos are video recordings of the real environment, wherein the viewing perspective around the 360° video camera can be freely selected within the 360° video recording (Ranieri et al., 2022). This allows three rotating degrees of freedom within the digital application, so that the gaze perspective can be moved left and right, up and down, or by tilting (Griffin et al., 2021). In contrast to VR, which has six degrees of freedom, with translational movements forward and backward, sideways, and up and down (Griffin et al., 2021). This allows, for example, a freely selectable 360° all-around view, even around an observed object. Conversely, the all-around view in 360° videos is only around the camera viewpoint. Furthermore, action manipulation of the recorded action is not readily possible in 360°

videos; in contrast, action manipulation is possible in programmed VR applications (Roche et al., 2021). While action manipulation and freedom of movement in VR contribute to a high degree of realistic sensation within digital applications, the environments are predominantly digitally generated. On the other hand, 360° videos are recordings of real-world environments, which in turn provide a high degree of authenticity and realism in training experiences (Rosendahl & Wagner, 2022); this can be enhanced by immersive playback media, such as head-mounted displays (HMDs) (Rosendahl & Wagner, 2023). Despite their proximity to VR, we agree with Roche et al. (2021) and argue that 360° videos should be classified as a distinct immersive video format (Rosendahl & Wagner, 2023).

State of research

The use of 360° video technology or immersive technology as a teaching–learning medium or training tool is rather rare in research (Pellas et al., 2021; Ranieri et al., 2022). For the non-specific education sector, there are few studies on the use of 360° videos as a teaching–learning medium (Pirker & Dengel, 2021; Ranieri et al., 2022; Rosendahl & Wagner, 2023; Snelson & Hsu, 2020); regarding their use as a teaching–learning medium in sports in particular, only one German-language literature review could be identified (Rosendahl & Wagner, 2022). The few studies on the use of 360° videos as a training tool in sports (Kittel et al., 2020a; Pagé et al., 2019; Panchuk et al., 2018; Paraskevaïdis & Fokides, 2020; Rosendahl et al., 2022) are rather exploratory in nature. Due to the lack of definitional distinction from VR, the potentials of 360° video can also be identified in and derived from reviews of VR applications as a teaching–learning medium in non-specific educational settings (Kavanagh et al., 2017; Dhimolea et al., 2022; Pellas et al., 2021) and in sports (Farley et al., 2020). SWOT analyses of 360° video versus VR (Kittel et al., 2020b) and their use in teacher education (Roche et al., 2021) complement the reviews.

Due to the sports focus of this article, the sport-specific potentials of 360° video derived from the reviews by Rosendahl and Wagner (2022) and Farley et al. (2020) are presented and supplemented by the potential identified from the further reviews and SWOT analyses. Especially due to the fact that 360° videos are recordings of a real environment, they offer the potential for training experiences perceived as authentic and realistic (Farley et al., 2020; Kittel et al., 2020b; Roche et al., 2021; Rosendahl & Wagner, 2022; 2023), as well as, at the same time, particularly motivating and activating (Dhimolea et al., 2022; Kavanagh et al., 2017; Kittel et al., 2020b; Pirker & Dengel, 2021; Rosendahl & Wagner, 2022; 2023; Snelson & Hsu, 2020). Realistic 360° video recordings offer high reflective potential for analyses (Ranieri et al., 2022; Rosendahl & Wagner, 2022; 2023), which may be particularly useful for cognitive learning processes (Ranieri et al., 2022), for example, to improve perceptual skills or for decision making in game situations (Kittel et al., 2020b; Rosendahl & Wagner, 2022). Especially when using immersive playback media, such as HMDs, 360° videos create a realistic sense of presence within the digital application and also exhibit high immersion potential (Farley et al., 2020; Kavanagh et al., 2017; Kittel et al., 2020b; Pirker & Dengel, 2021; Rosendahl & Wagner, 2022; 2023). In addition, 360° videos also support technique training and movement acquisition through observation (Farley et al., 2020; Rosendahl & Wagner, 2022) and offer applications for performance enhancement (Pirker & Dengel, 2021; Ranieri et al., 2022). Pirker and Dengel (2021) were also able to identify a high application potential for teaching–learning processes due to the user-friendly design or handling of 360° video technology, confirming the findings of Kittel et al. (2020b) and Roche et al. (2021) on the resource-efficient design and application of 360° videos as a teaching–learning medium for knowledge acquisition. Furthermore, learning processes and learning speed can be individually controlled and designed with 360° videos (Rosendahl & Wagner, 2023).

Methods

The aim of this explorative study is to record the advantages and disadvantages of 360° video technology as a visual training support from the user's point of view and to compare these results with the potentials already known or assumed from previous research. The question is whether the added value and potentials of 360° video technology are also perceived by the users. As part of a randomized intervention study on the benefits of 360° videos as a visual training support, an open-ended questionnaire was used for this purpose. The questionnaire inquired about positive and negative aspects of 360° video post-intervention. Responses were deductively categorized according to positive and negative aspects of 360° video already known from the literature (Rosendahl & Wagner, 2022; Kittel et al., 2020b). New aspects not previously covered were inductively derived from the given answers and categorized. Finally, a numerical ranking of the identified positive and negative aspects of 360° video technology as a visual training support was performed and a ranking list was generated. Answers that could not be clearly assigned to a potential were assigned several times to the individual potential categories and counted for the numerical category ranking. As part of the intervention study on the usefulness of 360° videos and conventional training videos as a visual training support, subjects (N = 48) of the B.A. program Sport-Health-Leisure-Education of the Karlsruhe University of Education participated in the survey. Of these subjects, the responses of n = 48 could be included in the qualitative evaluation of the positive aspects of 360° video, and n = 44 also mentioned negative aspects and suggestions for improvement of 360° video as a visual training support.

Materials

The 360° videos used show short, approximately 20-second movement sequences of a total of eight fascial movement exercises from the “Fascia low intensity” program (Fessler & Müller, 2020). Each individual movement exercise was recorded using a specific recording design and set-up (Rosendahl et al., 2022). In a diamond formation around the 360° video camera (Fig. 1), four models performed the fascial movement exercises so that the movements of the recorded models could be observed in the 360° panoramic view (Fig. 2) from frontal and sagittal perspectives. In addition, auditory cues were integrated into the 360° videos. Written movement instructions, visualized using the 360° videos, were also used for independent movement acquisition. Subjects viewed the 360° videos on a laptop, smartphone, or tablet without using a HMD.



Figure 1: Recording design



Figure 2: Viewing perspectives in a 360° video recording in panoramic view

Results

A total of seven categories of added value and potentials of 360° video as a visual training support were generated and derived from the open question (Table 1). The deductively assigned added value categories (multi-perspectivity, fun & motivation, individuality, and operation) support the previously identified potentials from the various systematic reviews (Chapter 3). In contrast, the inductively reassigned potentials (variety, differentiation, comprehensibility) extend the findings on 360° video as a visual training support. Since the 360° videos were not viewed with an HMD, the two potentials already mentioned in the state of research section (immersion and authenticity or realism) were not relevant in our study and were accordingly not mentioned in the subjects’ responses.

Table 1: Added value categories of positive aspects with exemplary keywords

Multi-perspective all-round visibility (n = 41)	Easier to understand movement (n = 12)	Individuality (n = 11)	Differentiated observation (n = 11)	Demonstration of various movements (n = 5)	Fun & motivation (n = 3)	Handling / control (n = 2)
deductive	inductive	deductive	inductive	inductive	deductive	deductive
<ul style="list-style-type: none"> • All angles • All perspectives • All views • Panoramic view 	<ul style="list-style-type: none"> • Easier understanding • Complete insight • Movement easier to understand • Better to learn 	<ul style="list-style-type: none"> • Individual camera • Individual control • Self-decide • Self-select • Customize viewing angle 	<ul style="list-style-type: none"> • Differentiated • More details • Better overview • Accurate implementation 	<ul style="list-style-type: none"> • Comparison of movements • Different movements • Comparison of the participants • Different executions 	<ul style="list-style-type: none"> • More attractive • Good view • Inspiring 	<ul style="list-style-type: none"> • Easy to use

By far the most frequently addressed potential category is the multi-perspectivity of the movements facilitated by the all-round view of the 360° videos (n = 41), followed by better understanding of the movements (n = 12), individuality (n = 11), and differentiated viewing options (n = 11). Subjects also positively perceived that, especially due to the specific design of the 360° video recordings, the different movement executions of different models could be compared within one video recording (n = 5). However, this was also commonly mentioned as a negative aspect (n = 14; Table 2), and in some cases, the recorded movements were even rated as faulty (n = 8). The number of participants who reported higher motivation and enjoyment resulting from the 360° videos as a visual training aid was rather low (n = 3). In addition, the number of positive perceptions of the control and operation of the 360° videos (n = 2) was significantly lower than the number of opposite, negative evaluations (n = 10).

Table 2: Categories of negative aspects with exemplary keywords

Different movement executions (n = 14)	Handling / control (n = 10)	Video quality (n = 9)	Incorrect movement execution (n = 8)	Camera perspective (n = 7)	Different models (n = 6)
<ul style="list-style-type: none"> • Uniform movement execution • Coordinated movement execution 	<ul style="list-style-type: none"> • Too much sweep • Too much spinning • Handling 	<ul style="list-style-type: none"> • Light conditions • Out of focus • Length 	<ul style="list-style-type: none"> • Correct execution of the movements • Clean execution of the movements 	<ul style="list-style-type: none"> • Top view is missing • Bottom view is missing • Unfavorable perspective 	<ul style="list-style-type: none"> • Filming similar people • Filming only one person

The quality of the 360° videos in terms of length, video setting, and lighting conditions was also criticized (n = 9), although it was pointed out in advance of the study that the quality of the exploratory 360° video recordings should not be the focus of the evaluation. In addition, the lack of audio explanations was a source of negative evaluation (n = 6); however, it should be noted that audio explanations were present in the 360° videos, and it can be assumed that the subjects forgot to activate the audio track when viewing the 360° videos on the YouTube portal.

Discussion

Multi-perspective all-round visibility

The most frequently mentioned positive aspect of 360° video technology was the all-around view (“the possibility to see the exercise from any perspective and at any point in time”), which supports previous assumptions and findings about the potentials of 360° videos both in the non-specific educational sector (Pirker & Dengel, 2021; Rosendahl & Wagner, 2023) and in sports (Kittel et al., 2020a, b; Paraskevidis & Fokides, 2020; Roche et al., 2021; Rosendahl & Wagner, 2022; Rosendahl et al., 2022). It can be seen that the possibility of observing movements from different angles in our specific recording design represents an important added value of 360° video (“from all sides you can observe everything best”); this was recognized by the subjects in comparison to conventional video technology (“view from behind and from the side to eliminate ambiguities”). However, it should also be noted that the free design of the viewing direction also brings with it the danger of confusion (“much too confusing”) and that, in addition to clear work instructions, corresponding methodological-didactic concepts are also necessary. The all-round view in 360° videos, in combination with an HMD, can also be used for teacher education and instructor training, for example, to utilize the immersion potential in the context of simulated group instruction for training purposes (Kittel et al., 2020b; Pirker & Dengel, 2021; Rosendahl & Wagner, 2022; 2023).

Design and handling

Conventional training videos can also show different perspectives of movements, but this requires several camera systems for recording synchronous motion demonstrations or several video recordings for recording asynchronous motion representation, which subsequently have to be merged and designed by editing software; this requires additional effort and contrasts with the identified potentials of 360° videos as a resource-saving application design (Pirker & Dengel, 2021; Kittel et al., 2020b; Roche et al., 2021). With 360° videos, movements can be presented from different angles if the methodological-didactic conception and specific recording design are appropriate (Paraskevidis & Fokides, 2020; Rosendahl et al., 2022). Despite the fact that the ease of use of 360° videos is mentioned throughout the literature (Pirker & Dengel, 2021; Kittel et al., 2020b; Roche et al., 2021), this was only confirmed by two subjects (“easy to use”). Significantly more subjects felt overwhelmed by the control (“you don’t know what to look for or what is right”). The gaze direction control within the 360° video scenario was unfamiliar to some subjects (“too much waving and turning”). Paraskevidis and Fokides (2020) suggest that negative perceptions of the suitability of 360° videos as a training tool are due to a lack of experience in using 360° videos and their controls. The negative evaluation as a training tool provides a possible explanation for Dhimolea et al.’s (2022) findings that short, infrequent uses of VR tend to be less successful, while more frequent use of VR as a teaching–learning medium leads to positive learning gains. Appropriate methodological-didactic steps (Rosendahl et al., 2022) can be taken to introduce subjects to the use and control of 360° videos and to counteract disorientation. Orientation aids, both auditory and with visual markers in the video itself, support gaze direction control. However, for a targeted design of 360° videos for a successful training benefit, it is also necessary that trainers and teachers have a qualification in media competence (Vogt et al., 2019).

Observation

Some subjects seemed to have difficulty selecting and adopting a suitable perspective for observation, which is already predefined in conventional training videos (“automatic rotation of the camera,” “automatic change of perspective”). This confirms the assumptions of Rosendahl et al. (2022) that for successful use of 360° video technology as a visual training tool, an appropriate methodological-didactic concept has to be elaborated. While a preselected viewing direction in the training video can be controlled by auditory cues in the context of cognitivist learning theories for a purely observational learning of movements or for reflection and analysis processes (Ranieri et al., 2022; Rosendahl & Wagner, 2022, 2023), in terms of constructivist learning theories, user choice in viewing direction and the estimation of the optimal viewing angle for movement assessment is advantageous (Paraskevidis & Fokides, 2020). Accordingly, which training objectives are to be achieved on which learning path should be clearly defined in advance when using 360° videos as a training tool.

Individuality

A great added value is seen in the individual design of learning processes through individual choice of the viewing direction (“unbound by the camera movement,” “individual control”). Although the possibility of a free choice of perspective seemed overwhelming for individual subjects (“develop a method where you do not have to change the perspective yourself”), the majority evaluated individual control as beneficial for their own learning process (“you could decide yourself how long you look at which position,” “subjective perception and

change of perspective during the exercise”). This confirms the potential of 360° video as an individual teaching–learning medium as identified in the review article by Rosendahl and Wagner (2023).

Differentiation and understanding

With 360° videos, observation of motions in the frontal and sagittal planes is made possible within a single video recording if the recording is appropriately designed (“axes can be seen better”). Due to the multi-perspective viewing option, a differentiated motion observation is possible, which seems to be useful for independent motion capture (“this allows to focus more on details,” “can focus on individual body parts”). In order to make optimal use of this added value, care must be taken to ensure that the movements of the recorded models are as identical and synchronous as possible. Rosendahl et al. (2022) present a methodological-didactic training concept for the use of synchronous movement recordings within a 360° video scenario for given movement sequences in Taekwondo.

Video quality

Although subjects were informed in advance of the study that the 360° video recordings were exploratory and designed without the highest quality standards, the lighting conditions, blurriness, and video length were criticized. In addition to the central written movement instructions, the 360° videos were also available to the subjects as a brief visual representation aid. Accordingly, a methodological-didactic introduction of the target movement within the 360° video recordings was omitted and only the target movement was demonstrated visually. The recordings were made in a gymnasium, so quality comparisons with professionally recorded, studio-quality training videos are not meaningful. The recorded 360° videos are recordings in 4K image resolution that were made available to the test subjects via YouTube in a protected channel. When viewing the 360° videos on YouTube, the quality is not always set at the highest level but depends upon, among other things, the data transfer rate of the available Internet. We assume that when the subjects viewed the 360° videos during the seminar in the gymnasium, the highest possible image quality was not automatically retrieved on YouTube and, accordingly, a lack of video sharpness was observed in individual cases. Nevertheless, despite the lacking video quality, it can be stated that 360° video technology was generally evaluated as a positive visual training tool. For further research, it would be interesting to create studio-quality 360° videos in high resolution and make them available as a visual training tool.

Motivation

In contrast, the evaluation of 360° video as a motivating or activating teaching–learning medium and training tool was rather low (“more attractive for participants,” “more inspiring”). However, this is highlighted in the research literature as a special potential of 360° videos (Dhimoela et al., 2022; Kavanagh et al., 2017; Kittel et al., 2020b; Pirker & Dengel, 2021; Rosendahl & Wagner, 2022; 2023; Snelson & Hsu, 2020). We suspect that the open-ended task without specific guidance during the intervention might have unsettled or even overwhelmed the subjects. This would explain the negative perceptions of the individual camera control and viewing options in addition to the reserved evaluation of the motivational potential and would be in line with the findings of Paraskevaïdis and Fokides (2020), who suggest that negative evaluations of 360° videos as a training tool may arise due to a lack of guidance and accompaniment during the task as well as a lack of experience using 360° videos. Both the lack of experience using 360° videos and our open task setting in terms of a constructivist learning approach would therefore be possible explanations for the low evaluation of 360° videos as a motivating and activating training tool in our study. This should be investigated in further research.

Variety of models

Deviations in the execution of movements by the models in the 360° video recordings were evaluated differently by the subjects. On the one hand, this provides opportunities for comparison of movement execution (“compare the movement sequences,” “compare the participants”); on the other hand, deviations lead to confusion and misunderstanding during movement acquisition (“all subjects should execute the exercises in the same way” “the four subjects should execute the exercise in the same way, as it is confusing if the posture is different”). In the intervention, subjects had the task of learning the target movement with the help of written movement instructions and with visual training support through the 360° videos. In contrast to the study by Paraskevaïdis and Fokides (2020), who recruited professional volleyball players for technique training and performance improvement in volleyball, our study recruited students for movement demonstration in our 360° video scenarios, who were familiar with the fascial movement exercises but were not tested for perfection. Accordingly, the included models differed in both physical condition and movement performance. We must critically note that for independent learning of a target movement presented as optimal, our material design was rather disadvantageous. Nevertheless, a different movement execution with different models within 360° videos could be used for analysis and reflection processes to clarify movement differences, to address different body states with different movement executions, and to train attention to differences and use it, for example, within an assessment for the identification of movement errors or for movement correction within sports teacher and trainer training.

Conclusion

With regard to the classification of 360° videos in the category of video formats, it can be stated that 360° videos expand the possibilities and potentials of conventional video technology. The results largely confirm

the potentials identified in the few reviews on 360° video as a teaching and learning medium. However, our survey of positive and negative aspects also showed that methodological-didactic concepts are necessary for successful use of 360° video as a training tool so that the potentials of motivation and activation and user-friendliness and usability identified in the literature come to fruition. With targeted guidance and accompaniment, 360° video technology can enable both cognitivist and constructivist learning processes. In addition, a need for professional, high-quality 360° video recordings as a training tool is apparent. Depending on the task, 360° videos can be used for multi-perspective demonstration of a movement execution that is considered optimal or for analysis purposes and movement comparisons. For further research, it is important to make greater use of these potentials for training and teaching-learning processes and to investigate them for possible increases in performance and learning.

Conflicts of interest: The authors declare that they have no competing interests. There are no financial or other relationships that might lead to conflicts of interest.

Funding:

This project is part of the "Quality Offensive Teacher Education", a joint initiative of the federal and state governments to improve the quality of teacher education. The program is funded by the Federal Ministry of Education and Research. The authors are responsible for the content of this publication.

References:

- Dhimolea, T. K., Kaplan-Rakowski, R., & Lin, L. (2022). A systematic review of research on high-immersion virtual reality for language learning. *TechTrends*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00717-w>
- Farley, O.R.L., Spencer, K. & Baudinet, L. (2020). Virtual reality in sports coaching, skill acquisition and application to surfing: A review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(3), 535–548. <https://doi.org/10.14198/jhse.2020.153.06>
- Faure, C., Limballe, A., Bideau, B., & Kulpa, R. (2020). Virtual reality to assess and train team ball sports performance: A scoping review. *Journal of sports Sciences*, 38(2), 192-205. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1689807>
- Fessler, N., & Müller, M. (2020). *Faszien low intensity*. Hofmann Verlag.
- Griffin, R., Langlotz, T., & Zollmann, S. (2021). 6dive: 6 degrees-of-freedom immersive video editor. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 676895. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.676895>
- Hebbel-Seeger, A. (2017). 360 degrees video and VR for training and marketing within sports. *Athens Journal of Sports*, 4(4), 243–262. <https://doi.org/10.30958/ajspo.4.4.1>
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B. & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science & Technology Education*, 10(2), 85–119.
- Kittel, A., Larkin, P., Elsworth, N., Lindsay, R., & Spittle, M. (2020a). Effectiveness of 360° virtual reality and match broadcast video to improve decision-making skill. *Science and Medicine in Football*, (4), 255–262. <https://doi.org/10.1080/24733938.2020.1754449>
- Kittel, A., Larkin, P., Cunningham, I., & Spittle, M. (2020b). 360° Virtual Reality: A SWOT Analysis in Comparison to Virtual Reality. *Frontiers in Psychology*, (11). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.563474>
- Koekoek, J., van der Kamp, J., Walinga, W., & van Hilvoorde, I. (2019). Exploring students' perceptions of video-guided debates in a game-based basketball setting. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 24(5), 519-533. <https://doi.org/10.1080/17408989.2019.1635107>
- Le Noury, P., Polman, R., Maloney, M., & Gorman, A. (2022). A Narrative Review of the Current State of Extended Reality Technology and How it can be Utilised in Sport. *Sports Medicine*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01669-0>
- Miah, A., Fenton, A., & Chadwick, S. (2020). *Virtual Reality and Sports: The Rise of Mixed, Augmented, Immersive, and Esports Experiences*. In S. Schmidt (Hrsg.), 21st Century Sports (S. 249–262). Springer Nature Switzerland AG. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50801-2_15
- Möding, M., Woll, A., & Wagner, I. (2022). Video-based visual feedback to enhance motor learning in physical education—a systematic review. *German Journal of Exercise and Sport Research*, (52), 447–460. <https://doi.org/10.1007/s12662-021-00782-y>
- Pagé, C., Bernier, P.-M., & Trempe, M. (2019). Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball. *Journal of Sports Science*, 37(21), 2403–2410. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1638193>
- Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players. *Frontiers in Psychology*, (9), 2315. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02315>
- Paraskevaidis, P., & Fokides, E. (2020). Using 360° Videos for Teaching Volleyball Skills to Primary School Students. *Open Journal for Information Technology*, 3(1), 21-38. <https://doi.org/10.32591/coas.ojit.0301.03021p>

- Pellas, N., Mystakidis, S., & Kazanidis, I. (2021). Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A systematic review of the last decade scientific literature. *Virtual Reality*, 25(3), 835-861. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00489-9>
- Pirker, J., & Dengel, A. (2021). The potential of 360 virtual reality videos and real VR for education—a literature review. *IEEE computer graphics and applications*, 41(4), 76-89. <https://doi.org/10.1109/MCG.2021.3067999>
- Ranieri, M., Luzzi, D., Cuomo, S., & Bruni, I. (2022). If and how do 360° videos fit into education settings? Results from a scoping review of empirical research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1– 21. <https://doi.org/10.1111/jcal.12683>
- Roche, L., Kittel, A., Cunningham, I., & Rolland, C. (2021). 360° video integration in teacher education: a SWOT analysis. *Frontiers in education* (6). <https://doi.org/10.3389/educ.2021.761176>
- Rosendahl, P., & Wagner, I. (2022). 360 video technology in sports – a systematic review of areas of application and potentials as a teaching-learning medium. [In German: 360-Videotechnologie im Sport – ein systematisches Review zu Einsatzbereichen und Potenzialen als Lehr-Lernmedium]. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, 62(2), 135.
- Rosendahl, P., Klein, M., & Wagner, I. (2022). Immersive training for movement sequences: The use of 360° video technology to provide poomsae training in Taekwondo. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(10), 2318 – 2325. <https://doi.org/10.7752/jpes.2022.10295>
- Rosendahl, P., & Wagner, I. (2023). 360° videos in education – A systematic literature review on application areas and future potentials. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11549-9>
- Ruzicka, I., & Milova, J. (2021). Increasing the efficiency of motor learning with the help of video analysis. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 14(4), 723–730. <https://doi.org/10.18844/cjes.v11i4.1217>
- Snelson, C., & Hsu, Y.-C. (2020). Educational 360-degree videos in virtual reality: A scoping review. *TechTrends*, 64, 404–412.
- Vogt, T., Rehlinghaus, K., & Klein, D. (2019). School sport facing digitalisation: A brief conceptual review on a strategy to teach and promote media competence transferred to physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 19, 1424-1428. <https://doi.org/10.7752/jpes.2019.s4206>

01: Fragebogen zur selbstständigen Bewegungsaneignung von faszialen Bewegungsübungen mit visueller Trainingsunterstützung durch 360°-Videos und herkömmlichen Videos

Liebe Teilnehmerinnen und Teilnehmer,

zur selbstständigen Aneignung faszialer Bewegungsübungen wurden Ihnen neben einer schriftlichen Bewegungsbeschreibung 360°-Videos zur visuellen Trainingsunterstützung zur Verfügung gestellt.

Um den Einsatz der 360°-Videotechnologie und deren Eignung als visuelle Trainingsunterstützung im Vergleich zur herkömmlichen Videotechnologie zu evaluieren, bitten wir Sie deshalb, an unserer Befragung teilzunehmen. Ihre Erfahrung und Beurteilung sind besonders hilfreich, um daraus optimale Lehr-Lernkonzepte zu entwickeln.

Uns ist bewusst, dass die beiden Videoformate unterschiedliche Bild- und Aufnahmequalitäten aufweisen. Dies bitten wir zu entschuldigen und möglichst auszublenen. Bitte bewerten Sie bei der Befragung nur den wahrgenommenen Nutzen, die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit sowie die Nutzungsin-tention sowohl der 360°-Videos als auch der herkömmlichen Videotechnologie.

Ihre Angaben sind selbstverständlich anonym.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Anonymisierter Code			
(1)	(2)	(3)	(4)
(1) Anfangsbuchstaben des Vornamens der Mutter (2) Zweiter Buchstaben des eigenen Vornamens (3) Anfangsbuchstaben des Geburtsortes (4) Geburtstag (bitte den Tag des Monats angeben)			

01:
360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung

Welche Videotechnologie wurde bei Ihnen als Erstes eingesetzt?

- 360° Videos
- herkömmliche Videos

1. Wie alt sind Sie? (Jahre)

2. Geschlecht:

- weiblich
- männlich
- keine Angaben

3. Sportlicher Hintergrund:

3.1 Bitte geben Sie an, wieviel Tage Sie in der Woche insgesamt sportlich aktiv sind:

<i>nie</i>	<i>1-2</i>	<i>3-4</i>	<i>5-6</i>	<i>täglich</i>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3.2 Welche sportliche Aktivität bzw. Sportart üben Sie aus?

.....

.....

4. Traineraktivität:

- Ja,
 - als..... (Trainererfahrung in Jahre)
 - als..... (Trainererfahrung in Jahre)
 - als..... (Trainererfahrung in Jahre)
- Nein

5. Vorerfahrung mit faszialen Bewegungsübungen:

- Ja Bitte erläutern Sie kurz:
- Nein

6. Vorerfahrung mit E-Learning Kursen oder Fernunterricht:

- Ja Bitte erläutern Sie kurz:
- Nein

7. Nutzungsverhalten: Nutzen Sie 360°-Videos bereits privat oder beruflich?
(Mehrfachnennungen möglich)

- Ja, ich nutze 360°-Videos zur Unterhaltung (z.B. für Spiele, Reiseziele, Orientierung, Zeitvertreib etc.).
- Ja, ich nutze 360°-Videos, um mich gesundheitlich fit zu halten.
- Ja, ich nutze 360°-Videos als Lehr-Lernmedium (in der Schule, im Studium, als Tutorials).
- Nein, ich nutze keine 360°-Videos.

Bitte geben Sie nachfolgend an, in welchem Maße Sie den Aussagen zustimmen

8. Thematisches Interesse (Einstellung):

		stimmt gar nicht	teils – teils		stimmt ganz genau
8.1	360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung empfinde ich als langweilig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.2	360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung empfinde ich als inspirierend.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.3	360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung empfinde ich als interessant.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.4	360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung sind mir gleichgültig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.5	360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung sind für mich informativ.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.6	360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung sind für mich unwichtig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.7	360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung sind für mich nützlich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.8	360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung sind für mich wertlos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Einschätzung der wahrgenommenen Nützlichkeit:

		stimmt gar nicht	teils – teils		stimmt ganz genau
9.1	Ich empfinde die 360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung nützlich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9.2	Durch die Nutzung der 360°-Videos kann ich mir die faszialen Bewegungsübungen schneller aneignen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9.3	Durch die Nutzung der 360°-Videos kann ich die faszialen Bewegungsübungen gut nachvollziehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9.4	Die 360°-Videos erleichtern mir die Bewegungsaneignung faszialer Bewegungsübungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Einschätzung der wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit:

		stimmt gar nicht	teils – teils		stimmt ganz genau
10.1	360°-Videos sind als visuelle Trainingsunterstützung einfach nutzbar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.2	Es fällt mir leicht, mich mit den 360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung vertraut zu machen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.3	Ich finde die Steuerung der 360°-Videos einfach.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.4	Der Umgang mit den 360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung ist für mich leicht zu erlernen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Einschätzung der Nutzungsintention:

		stimmt gar nicht		teils – teils		stimmt gar genau	
11.1	Der Einsatz der 360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung zur Bewegungsaneignung faszialer Bewegungsübungen ist eine gute Idee.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.2	360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung machen die Bewegungsaneignung faszialer Bewegungsübungen interessanter.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.3	360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung zur Bewegungsaneignung faszialer Bewegungsübungen machen Spaß.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.4	Wenn 360°-Videos verfügbar sind, würde ich diese als visuelle Trainingsunterstützung zur Bewegungsaneignung faszialer Bewegungsübungen einsetzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Bewertung des Mediums:

		stimmt gar nicht		teils – teils		stimmt gar genau	
12.1	Die faszialen Bewegungsübungen werden in den 360°-Videos verständlich vermittelt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.2	Die faszialen Bewegungsübungen werden in den 360°-Videos anschaulich vermittelt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.3	Durch die Nutzung der 360°-Videos erhalte ich einen differenzierten Einblick in fasziale Bewegungsübungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.4	Durch die Nutzung der 360°-Videos fällt es mir leicht, die faszialen Bewegungsübungen umzusetzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.5	Der Umgang mit den 360°-Videos ist für andere leicht zu erlernen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.6	Der Einsatz der 360°-Videos verbessert mein subjektiv wahrgenommenes Bewegungsverständnis faszialer Bewegungsübungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.7	Der Einsatz der 360°-Videos verbessert meine subjektiv wahrgenommene Bewegungsqualität faszialer Bewegungsübungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.8	360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung motivieren mich zur Umsetzung faszialer Bewegungsübungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.9	360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung überfordern mich hinsichtlich der Fülle an Bewegungsinformationen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.10	360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung überfordern mich hinsichtlich der Navigation.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Vielen Dank für Ihr Ausfüllen!

02: Fragebogen zur selbstständigen Bewegungsaneignung von faszialen Bewegungsübungen mit visueller Trainingsunterstützung durch 360°-Videos und herkömmlichen Videos

Liebe Teilnehmerinnen und Teilnehmer,

zur selbstständigen Aneignung faszialer Bewegungsübungen wurden Ihnen neben einer schriftlichen Bewegungsbeschreibung herkömmliche Videos zur visuellen Trainingsunterstützung zur Verfügung gestellt.

Um den Einsatz der 360°-Videotechnologie und deren Eignung als visuelle Trainingsunterstützung im Vergleich zur herkömmlichen Videotechnologie zu evaluieren, bitten wir Sie deshalb, an unserer Befragung teilzunehmen. Ihre Erfahrung und Beurteilung sind besonders hilfreich, um daraus optimale Lehr-Lernkonzepte zu entwickeln.

Uns ist bewusst, dass die beiden Videoformate unterschiedliche Bild- und Aufnahmequalitäten aufweisen. Dies bitten wir zu entschuldigen und möglichst auszublenden. Bitte bewerten Sie bei der Befragung nur den wahrgenommenen Nutzen, die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit sowie die Nutzungsintention sowohl der 360°-Videos als auch der herkömmlichen Videotechnologie.

Ihre Angaben sind selbstverständlich anonym.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Anonymsierter Code			
(1)	(2)	(3)	(4)
(1) Anfangsbuchstaben des Vornamens der Mutter (2) Zweiter Buchstaben des eigenen Vornamens (3) Anfangsbuchstaben des Geburtsortes (4) Geburtstag (bitte den Tag des Monats angeben)			

02:
Herkömmliche Videos als visuelle Trainingsunterstützung

Welche Videotechnologie wurde bei Ihnen als Erstes eingesetzt?
 360°-Videos
 herkömmliche Videos

1. Wie alt sind Sie? (Jahre)

2. Geschlecht:

- weiblich
- männlich
- keine Angaben

3. Sportlicher Hintergrund:

3.1 Bitte geben Sie an, wieviel Tage Sie in der Woche insgesamt sportlich aktiv sind:

<i>nie</i>	<i>1-2</i>	<i>3-4</i>	<i>5-6</i>	<i>täglich</i>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3.2 Welche sportliche Aktivität bzw. Sportart üben Sie aus?:

.....

4. Traineraktivität:

- Ja, als..... (Trainererfahrung in Jahre)
- als..... (Trainererfahrung in Jahre)
- als..... (Trainererfahrung in Jahre)
- Nein

5. Vorerfahrung mit faszialen Bewegungsübungen:

- Ja Bitte erläutern Sie kurz:
- Nein

6. Vorerfahrung mit E-Learning Kursen oder Fernunterricht:

- Ja Bitte erläutern Sie kurz:
- Nein

7. Nutzungsverhalten: Nutzen Sie herkömmliche Videos (nachfolgend nur noch als Videos bezeichnet) bereits privat oder beruflich? (Mehrfachnennungen möglich)

- Ja, ich nutze Videos zur Unterhaltung (z.B. für Spiele, Reiseziele, Orientierung, Zeitvertreib etc.).
- Ja, ich nutze Videos, um mich gesundheitlich fit zu halten.
- Ja, ich nutze Videos als Lehr-Lernmedium (in der Schule, im Studium, als Tutorials).
- Nein, ich nutze keine Videos.

Bitte geben Sie nachfolgend an, in welchem Maße Sie den Aussagen zustimmen

8. Thematisches Interesse (Einstellung):

	stimmt gar nicht	teils – teils		stimmt ganz genau
8.1 Videos als visuelle Trainingsunterstützung empfinde ich als langweilig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.2 Videos als visuelle Trainingsunterstützung empfinde ich als inspirierend.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.3 Videos als visuelle Trainingsunterstützung empfinde ich als interessant.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.4 Videos als visuelle Trainingsunterstützung sind mir gleichgültig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.5 Videos als visuelle Trainingsunterstützung sind für mich informativ.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.6 Videos als visuelle Trainingsunterstützung sind für mich unwichtig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.7 Videos als visuelle Trainingsunterstützung sind für mich nützlich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.8 Videos als visuelle Trainingsunterstützung sind für mich wertlos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Einschätzung der wahrgenommenen Nützlichkeit:

	stimmt gar nicht	teils – teils		stimmt ganz genau
9.1 Ich empfinde die Videos als visuelle Trainingsunterstützung nützlich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9.2 Durch die Nutzung der Videos kann ich mir die faszialen Bewegungsübungen schneller aneignen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9.3 Durch die Nutzung der Videos kann ich die faszialen Bewegungsübungen gut nachvollziehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9.4 Die Videos erleichtern mir die Bewegungsaneignung faszialer Bewegungsübungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Einschätzung der wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit:

	stimmt gar nicht	teils – teils		stimmt ganz genau
10.1 Videos sind als visuelle Trainingsunterstützung einfach nutzbar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.2 Es fällt mir leicht, mich mit den Videos als visuelle Trainingsunterstützung vertraut zu machen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.3 Ich finde die Steuerung der Videos einfach.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.4 Der Umgang mit den Videos als visuelle Trainingsunterstützung ist für mich leicht zu erlernen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Einschätzung der Nutzungsintention:

	stimmt gar nicht	teils – teils		stimmt ganz genau
11.1 Der Einsatz der Videos als visuelle Trainingsunterstützung zur Bewegungsaneignung faszialer Bewegungsübungen ist eine gute Idee.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.2 Videos als visuelle Trainingsunterstützung machen die Bewegungsaneignung faszialer Bewegungsübungen interessanter.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.3 Videos als visuelle Trainingsunterstützung zur Bewegungsaneignung faszialer Bewegungsübungen machen Spaß.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.4 Wenn Videos verfügbar sind, würde ich diese als visuelle Trainingsunterstützung zur Bewegungsaneignung faszialer Bewegungsübungen einsetzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Bewertung des Mediums:

	stimmt gar nicht	teils – teils		stimmt ganz genau
12.1 Die faszialen Bewegungsübungen werden in den Videos verständlich vermittelt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.2 Die faszialen Bewegungsübungen werden in den Videos anschaulich vermittelt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.3 Durch die Nutzung der Videos erhalte ich einen differenzierten Einblick in fasziale Bewegungsübungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.4 Durch die Nutzung der Videos fällt es mir leicht, die faszialen Bewegungsübungen umzusetzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.5 Der Umgang mit den Videos ist für andere leicht zu erlernen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.6 Der Einsatz der Videos verbessert mein subjektiv wahrgenommenes Bewegungsverständnis faszialer Bewegungsübungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.7 Der Einsatz der Videos verbessert meine subjektiv wahrgenommene Bewegungsqualität faszialer Bewegungsübungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.8 Videos als visuelle Trainingsunterstützung motivieren mich zur Umsetzung faszialer Bewegungsübungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.9 Videos als visuelle Trainingsunterstützung überfordern mich hinsichtlich der Fülle an Bewegungsinformationen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.10 Videos als visuelle Trainingsunterstützung überfordern mich hinsichtlich der Navigation.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Vielen Dank für Ihr Ausfüllen!

03: Fragebogen zur selbstständigen Bewegungsaneignung von faszialen Bewegungsübungen mit visueller Trainingsunterstützung durch 360°-Videos und herkömmlichen Videos

Liebe Teilnehmerinnen und Teilnehmer,

zur selbstständigen Aneignung faszialer Bewegungsübungen wurden Ihnen neben einer schriftlichen Bewegungsbeschreibung sowohl herkömmliche Videos als auch 360°-Videos zur visuellen Trainingsunterstützung zur Verfügung gestellt.

Um den Einsatz der 360°-Videotechnologie und deren Eignung als visuelle Trainingsunterstützung im Vergleich zur herkömmlichen Videotechnologie zu evaluieren, bitten wir Sie deshalb, an unserer Befragung teilzunehmen. Ihre Erfahrung und Beurteilung sind besonders hilfreich, um daraus optimale Lehr-Lernkonzepte zu entwickeln.

Uns ist bewusst, dass die beiden Videoformate unterschiedliche Bild- und Aufnahmequalitäten aufweisen. Dies bitten wir zu entschuldigen und möglichst auszublenden. Bitte bewerten Sie bei der Befragung nur den wahrgenommenen Nutzen, die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit sowie die Nutzungssintention sowohl der 360°-Videos als auch der herkömmlichen Videotechnologie.

Ihre Angaben sind selbstverständlich anonym.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Anonymisierter Code			
(1)	(2)	(3)	(4)
(1) Anfangsbuchstaben des Vornamens der Mutter			
(2) Zweiter Buchstaben des eigenen Vornamens			
(3) Anfangsbuchstaben des Geburtsortes			
(4) Geburtstag (bitte den Tag des Monats angeben)			

03:
Abschlussfragebogen zur visuellen Trainingsunterstützung

Welche Videotechnologie wurde bei Ihnen als Erstes eingesetzt?
 360°-Videos
 herkömmliche Videos

1. Wenn Sie sich für eine visuelle Trainingsunterstützung zur selbstständigen Bewegungsaneignung entscheiden müssten, welches Lehr-Lernmedium wäre das? Bitte geben Sie im Folgenden Ihre Tendenz an:

360°-Videos ausschließlich	teils – teils	herkömmliche Videos ausschließlich
<input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Was waren für Sie besonders positive Aspekte...

2.1 ... bei den 360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung?

.....

.....

.....

.....

2.2 ... bei den herkömmlichen Videos als visuelle Trainingsunterstützung?

.....

.....

.....

.....

3. Was könnte verbessert werden...

3.1 ... bei den 360°-Videos als visuelle Trainingsunterstützung?

.....

.....

.....

.....

3.2 ... bei den herkömmlichen Videos als visuelle Trainingsunterstützung?

.....

.....

.....

.....

4. Haben Sie weitere Anmerkungen?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vielen Dank für Ihr Ausfüllen!



Pädagogische Hochschule Karlsruhe
Institut für Bewegungserziehung und Sport
AB1 Körperbildung und Gesundheit
Dr. Marcus Müller
marcus.mueller@ph-karlsruhe.de
www.sport.ph-karlsruhe.de



Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Schulpädagogik und Didaktik
Interdisziplinäre Didaktik der MINT-Fächer und des Sports
Philipp Rosendahl
philipp.rosendahl@kit.edu
www.isd.kit.edu

INTERDISCIPLINARY DIDACTICS OF STEM SUBJECTS AND PHYSICAL EDUCATION

Stellen Sie sich vor, Sie befinden sich in einer Sporthalle. Sie stehen in der Mitte einer Gruppe und trainieren eine Choreografie. Die Trainingsgruppe macht Ihnen die Bewegungen vor, Sie können diese nachahmen oder synchron mitausführen. Sie wählen die Situation aus, die Sie trainieren wollen. Und jetzt stellen Sie sich vor, Sie erleben diese Prozesse von zu Hause aus. All das ist mit einer besonderen Videotechnologie, den 360°-Videos, möglich.



Im Rahmen dieser Arbeit werden forschungsbasierte Erkenntnisse über die 360°-Videotechnologie als Lehr-Lern-Medium und Trainingsinstrument aufgezeigt und ein entwickeltes methodisch-didaktisches 360°-Videotrainingkonzept für vordefinierte Bewegungsabläufe am Beispiel von Karate-Katas und Taekwondo-Poomsae vorgestellt, welches im Sinne eines Blended-Learning-Ansatzes die selbstständige Bewegungsaneignung durch 360°-Videos innerhalb einer Selbstlernphase unterstützt, sodass die knapp bemessene Bewegungszeit im Praxisunterricht bzw. im Training optimal genutzt werden kann.