

IST Hochschule für Management
University of Applied Science

Masterarbeit zum Thema
Untersuchung von Einsatz und Effektivität von visuellem
Training zur Steigerung der sportartspezifischen
Leistungsfähigkeit

Eine systematische Literaturlarbeit

Vorgelegt der IST Hochschule für Management von:

Stefanie Rahn

Brüsseler Allee 23

41812 Erkelenz

Mail: stefanie@pilates-lesson.de

Matrikelnummer: 141133

Fachsemester: 4

Datum: April 2021

Gutachter: Prof. Dr. Stephan Geisler

Zweitgutachter: Prof. Dr. Karsten Witte

Studiengang: MPSG, Sommersemester 2021

Abstract

Visuelles Training, auch Vision Training, wird im sportlichen Kontext eingesetzt mit dem Ziel der Steigerung der allgemeinen und spezifischen Leistungsfähigkeit der Sportler. Dabei soll durch die Verbesserung der visuellen Funktionen eine Erhöhung der sportlichen Leistung erreicht werden. Ziel dieses systematischen Review ist es, neben einem Überblick über die Entwicklung und den Einsatz von Vision Training, themenrelevante Literatur hinsichtlich Analyse des Einsatzes und Effektivität von Vision Training in Bezug auf Aspekte der sportartspezifischen Leistungsfähigkeit zu identifizieren und bewerten. Die identifizierten Arbeiten werden hinsichtlich Verbesserung der Treff- und Zielgenauigkeit, sowie Reaktionszeit und Antizipation bei Ball- und Rückschlagsportarten untersucht. Dafür wurden 22 Studien, darunter drei Reviews, vier experimentelle Studien, fünf kontrollierte experimentelle Studien, neun randomisierte, kontrollierte Studien und eine Mixed-Methods-Studie hinsichtlich des Effektes von Vision Training auf die sportliche Leistungsfähigkeit untersucht. Nach Abschluss der Untersuchung kann keine allgemeine Aussage über die leistungssteigernde Wirkungsweise durch den Einsatz von Vision Training getroffen werden. In einem Großteil der Studien sind Verbesserungen messbar. Vor allem in Bezug auf Reaktionszeit kann eine Leistungssteigerung durch Vision Training nachgewiesen werden. Signifikante Verbesserungen sind ebenso im Bereich Treffsicherheit und Wurfgenauigkeit nachgewiesen. Allerdings gestaltet sich die Vergleichbarkeit der Studien aufgrund unterschiedlicher Ausgangskriterien schwierig. Zudem weisen mehrere Studien methodische Mängel auf. In keiner der Studien wurden Schäden oder Nachteile beobachtet. Daher kann Vision Training, unter fachkundiger Anleitung durchgeführt, bestehende Trainings ergänzen und leistungsfördernd in Bezug auf Reaktionszeit, Antizipation, Entscheidungen treffen sowie Treffgenauigkeit wirken.

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	V
ABKÜRZUNGEN	VI
1 EINLEITUNG	1
2 THEORETISCHER HINTERGRUND	2
2.1 DAS VISUELLE SYSTEM.....	2
2.1.1 Visuelle Fähigkeiten im Sport	3
2.1.2 Kognitive Fähigkeiten im Sport.....	6
2.1.3 Vision Training	7
2.2 BALL- UND RÜCKSCHLAGSPORTARTEN.....	9
2.3 STAND DER FORSCHUNG VISION TRAINING UND SPORT	9
3 RELEVANZ DES THEMAS UND ABLEITUNG DER FRAGESTELLUNG	11
3.1 RELEVANZ DES THEMAS.....	11
3.2 FRAGESTELLUNG	12
4 METHODE	12
4.1 SUCHSTRATEGIE UND AUSWAHLKRITERIEN	12
4.2 STUDIENAUSWAHL	13
4.3 ANALYSE DER ERGEBNISSE	15
5 ERGEBNISSE	21
5.1 BESCHREIBUNG EINZELNER STUDIEN	21
5.2 VERGLEICH DER STUDIEN (GEMEINSAMKEITEN, WIDERSPRÜCHE, ABGRENZUNGEN)	29
6 DISKUSSION	43
6.1 ERGEBNISDISKUSSION	43
6.2 METHODENDISKUSSION UND LIMITATION	48
7 FAZIT	49
LITERATURVERZEICHNIS	51
ANHANG	VII
AUSWERTUNG DER STUDIEN NACH PEDRO SKALA.....	VII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: PRISMA Flowchart..... 14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Definition Fachbegriffe und Beispiele	5
Tabelle 2: Übersicht nach Erscheinungsjahr, Quelle der Veröffentlichung und Impact Factor	15
Tabelle 3: Übersicht nach Design, Sportart und Herkunftsland	16
Tabelle 4: Übersicht nach methodischen Aspekten (Anzahl, Level, Geschlecht, Dauer)	18
Tabelle 5: Übersicht nach Sportart, Versuchsgruppen und Intervention.....	19
Tabelle 6: Detailübersicht Interventionen.....	26
Tabelle 7: Übersicht über Anzahl und Art der in den Studien behandelten Sportart	29
Tabelle 8: Übersicht über Arbeiten, in denen in den Interventionsgruppen ein Augen-Training nach Revien und Gabor (1981) durchgeführt wird	30
Tabelle 9: Übersicht über Arbeiten, in denen in den Interventionsgruppen ein Training mit Dynavision D2® durchgeführt wird.....	32
Tabelle 10: Übersicht über Arbeiten, in denen Interventionen mit Okklusionstechnik durchgeführt werden	33
Tabelle 11: Übersicht – In den Studien vertretene Sportarten, Art der Intervention und Ergebnis, Teil 1/3	34
Tabelle 12: Übersicht – In den Studien vertretene Sportarten 2, Art der Intervention und Ergebnis, Teil 2/3	36
Tabelle 13: Übersicht – In den Studien vertretene Sportarten 3, Art der Intervention und Ergebnis, Teil 3/3	37
Tabelle 14: Übersicht nach Ein- bzw. Ausschlusskriterien der Probanden und im Pre- und Post-Test gemessene visuelle Funktionen.....	38
Tabelle 15: Übersicht der Ergebnisse der einzelnen Studien	41

Abkürzungen

Abb.	-	Abbildung
AHK	-	Auge-Hand-Koordination
AOA	-	American Optometric Association
bzgl.	-	bezüglich
bzw.	-	beziehungsweise
J.	-	Jahre
k. A.	-	keine Angabe
KG	-	Kontrollgruppe
m	-	männlich
o.ä.	-	oder ähnliches
o.g.	-	oben genannten
RCT	-	Randomisierte, kontrollierte Studie
s.	-	siehe
SV	-	Sport Vision
SVT	-	Sport Vision Training
u.a.	-	unter anderem
VG	-	Versuchsgruppe
vgl.	-	vergleiche
vs.	-	versus
VT	-	Vision Training
w	-	weiblich
Wo.	-	Woche
z.B.	-	zum Beispiel

1 Einleitung

Der Markt für Aus- und Fortbildungen für Trainer im Bereich Sport ist umfangreich. Neben standardisierten Grundqualifikationen boomen Fortbildungen in neuen Trainingsmethoden weitab der eigentlichen sportartspezifischen Fachkompetenz. Hierzu gehört das Vision Training, auch visuelles Training oder Sport Vision Training. Ziel dieser Trainingsmethode ist, durch Augen- und Sehübungen mit z.B. Stiften, Bällen und Leuchtpunkten das visuelle System des Sportlers zu verbessern und die Umsetzung von visuellem Reiz in motorische Reaktion zu optimieren, um dadurch eine sportspezifische Leistungssteigerung zu erreichen. Gerade bei Sportarten, die durch ein hohes Spieltempo und/oder Interaktionen mit dem eigenen oder dem gegnerischen Team geprägt sind, wie es bei Ball- und Rückschlagsportarten der Fall ist, kommen verstärkt Spezialisten für Vision Training zum Einsatz. „Gute Seh- und Wahrnehmungsleistung sowie hohe Aufmerksamkeit sind für Spitzensportler unverzichtbar!“ (Jendrusch, 2016, S. 45). Dass das visuelle System trainierbar ist, ist mehrfach belegt (Clark et al., 2015; Laukkanen & Rabin, 2006). Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf die Frage, ob mit VT auch eine allgemeine oder sportspezifische Leistungssteigerung zu erzielen ist.

Augenübungen und Sehtraining werden in unterschiedlichen Formen bereits seit der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts praktiziert (Helveston, 2005). Heute könnte man diese Übungen und Anwendungen als Funktionaloptometrie bezeichnen. Sie bilden die Grundlage für das VT, so wie man es heute im Sport kennt (Cordes, 2014). Seit den 1970er Jahren arbeiten in den USA regelmäßig Optometristen mit Athleten. Während der Olympischen Spiele 1984 in Los Angeles werden zum ersten Mal Sehtests mit den Athleten durchgeführt und aktuell ist Sport Vision ein wichtiges Trainingselement für Athleten, besonders in den USA (Nascimento et al., 2020). Erste Publikationen gibt es bereits 1911, ab 2011 steigt die Zahl der Veröffentlichung zum Thema SVT deutlich (Nascimento et al., 2020). Zur selben Zeit beginnt man auch in Deutschland, VT dem sportartspezifischen Training hinzuzufügen. Der Einsatz erfolgt im Besonderen im Leistungs- und Profisport wie bei der Fußball Nationalmannschaft während der Weltmeisterschaft 2014 in Brasilien und den Olympischen Spielen 2016 in Rio de Janeiro. „Obwohl alle Sinne wichtig sind (...) kommt der *visuellen Wahrnehmung* beim Menschen eine besondere Bedeutung zu. Mehr als 50 Prozent des menschlichen Gehirns sind in irgendeiner Weise an der Analyse und Interpretation von oder der Reaktion auf

visuelle Reize beteiligt.“ (Bellebaum et al., 2012). Ball- und Rückschlagsportarten erfordern eine ausgeprägte visuelle und kognitive Wahrnehmung, Sportler sind laut Tidow wahre „visuelle Mehrkämpfer“ (Jendrusch, 2016). Dass Sportler und Athleten bessere visuelle Fähigkeiten aufweisen als Nicht-Sportler ist mehrfach untersucht (Ishigaki & Miyao, 1993; Zwierko, 2008). Die vorliegende Arbeit geht einen Schritt weiter und untersucht Einsatz und Effektivität von visuellem Training zur Steigerung der sportartspezifischen Leistungsfähigkeit, im Besonderen die Zielgenauigkeit bei Würfeln, Schlägen und Pässen, sowie den Einfluss auf die kognitiven Fähigkeiten Reaktionszeit, Antizipation und schnelle Entscheidungen treffen.

2 Theoretischer Hintergrund

Vision oder Sehen bedeutet mehr, als ein klares, scharfes Bild zu sehen. Es umfasst den Prozess des Erkennens und Bedeutung an das Gesehene zu geben (Nascimento et al., 2020). Dieser Prozess hat seinen Ursprung im Gehirn und im visuellen System (Schmid-Fetzer & Lienhard, 2018, S. 52).

2.1 Das visuelle System

Das visuelle System ist Teil des Nervensystems. Seine Aufgabe ist die Wahrnehmung und Verarbeitung von optischen Reizen aus der Umwelt. Dafür sind mehr als 50 Prozent des Gehirns an der Verarbeitung visueller Reize beteiligt (Bellebaum et al., 2012, S. 31). Das visuelle System hat, gemessen an anderen bewegungssteuernden Systemen, die größte Bedeutung in Bezug auf sensorischen Input (Schmid-Fetzer & Lienhard, 2018, S. 52). „Bis zu 95 Prozent der Umweltreize werden über die Augen aufgenommen“ (Ärztblatt, 1999). Dabei wertet das visuelle System die optischen Informationen aus und liefert Informationen zur bevorstehenden Handlung in Bezug auf Zeit und Raum, wann und wo diese stattfindet (Erickson, 2020, S. 1). Die visuelle Wahrnehmung umfasst neben Informationen bzgl. Form, Größe, Farbe oder Entfernung eines Objektes auch das Erkennen. Hierbei bestimmen Annahmen und Erfahrungen maßgeblich die Verarbeitung im Gehirn (Bellebaum et al., 2012, S. 31). Nicht nur Objekte, auch Situationen und Bewegungen werden über das visuelle System erfasst. Somit ist die visuelle Wahrnehmung eine Art Grundlage, auf der das Gehirn Entscheidungen über Reaktionen fällt (Sickenberger, 2011). Dies ist im Besonderen bei den schnellen Sportarten wie Tischtennis oder Baseball sowie bei Teamsportarten ausschlaggebend für reaktives und

antizipatorisches Handeln (Jendrusch, 2008). Gute visuelle Fähigkeiten zu haben und diese optimal motorisch umzusetzen ist grundlegend für verbesserte Leistungsfähigkeit, gerade im Sport (D. Laby & Kirschen, 2018).

2.1.1 Visuelle Fähigkeiten im Sport

„Gutes Sehen ist wesentliche Voraussetzung für sicheres und erfolgreiches Sport treiben.“ (Jendrusch, 2008, S. 3). Wie bereits in Kapitel 2.1 beschrieben, ist das Sehen ein Prozess, der im Gehirn stattfindet. Die binokular, also durch beide Augen aufgenommenen Informationen werden im Gehirn zu einem 3D-Bild verarbeitet. Dieser Vorgang wird als Fusion bezeichnet. Richtet sich die Aufmerksamkeit auf ein einzelnes Objekt spricht man von Fixation (Knudson & Kluka, 1997). Diesem zentralen oder fovealen Sehen (Fixation) bei dem ein Ereignis innerhalb eines kleinen Gesichtsfeldes scharf gesehen wird, steht das periphere Sehen, ein unscharfes Sehen in weitem Gesichtsfeld, gegenüber (Knudson & Kluka, 1997). Während es beim zentralen Sehen um das Identifizieren und das bewusste Fixieren von Objekten geht, ist das periphere Sehen für die Lokalisation des Sehobjektes zuständig (Gralla, 2007). Das periphere Sehen ist besonders bei Teamsportarten von zentraler Bedeutung. Bewegungen in der Peripherie wahrzunehmen, z. B. die Bewegungen der Gegner und Mitspieler wahrzunehmen, ist die Grundvoraussetzung, um adäquat und schnell reagieren zu können (Sickenberger, 2011).

Die statische Sehschärfe steht am Anfang aller visuellen Fähigkeiten und ermöglicht dem Sportler, kleine Objekte schnell und scharf zu sehen und zu erkennen (Rodrigues, 2020). Sie ist ausschlaggebend bei allen langsam ablaufenden Bewegungen (Ärzteblatt, 1999). Die dynamische Sehschärfe, ein bewegendes Objekt scharf zu sehen und zu verfolgen, ist abhängig von den Funktionen des zentralen und peripheren Sehens und ist für das visuelle System eine größere Herausforderung als das statische Sehen (Ärzteblatt, 1999). Timing und Tiefenwahrnehmung stehen in Abhängigkeit zu einer guten dynamischen Sehschärfe (Rodrigues, 2020). Lichtverhältnisse und Kontraste sind in Bezug auf die Sehschärfe allgemeine entscheidende Einflussfaktoren (Knudson & Kluka, 1997). Dies findet im Sport Berücksichtigung durch ausreichende, nicht zu intensive Beleuchtung und Hintergründe, die deutliche Kontraste zum Spielgeschehen ermöglichen (Knudson & Kluka, 1997). Sportarten, die in Hallen ausgeführt werden, fordern die Fähigkeit des Kontrastsehens des Sportlers deutlich mehr aufgrund der Lichtverhältnisse und oft kontrastarmen Umgebung (Rodrigues, 2020). Das Tiefen-, Räumliche und

Bewegungssehen, (Stereopsis), gibt Informationen über Entfernung und Verlauf einer Bewegung. Dazu ist ein optimales Zusammenspiel beider Augen erforderlich. Besonders das räumliche Sehen im Nahbereich bis ca. 10m Entfernung benötigt Stereosehen (binokulares Sehen) (Jendrusch, 2008). Akkomodation bezeichnet die Fähigkeit des visuelles Systems, den Fokus schnell zwischen verschiedenen Distanzen zu wechseln (Schmid-Fetzer & Lienhard, 2018, S. 115). Ähnlich verhält es sich mit der Vergenz. Konvergenz bezeichnet die Fähigkeit, beide Augen nach innen zu drehen, um ein sich näherndes Objekt zu verfolgen, ohne dass Doppelbilder entstehen. Divergenz bezeichnet das Fokussieren eines Objektes, das sich vom Betrachter entfernt. Sakkadensehen sowie Pursuits sind Augenbewegungen, bei denen die Augen entweder von Seite zu Seite, von rechts nach links oder von oben nach unten springen (horizontale oder vertikale Sakkadensprünge) oder einem Objekt folgen (Pursuits) (Mahomed et al., 2013). Jendrusch misst Sakkaden eine höhere Bedeutung als dem dynamischen Bewegungssehen zu. Besonders bei hohem Tempo ist es für Ballspieler essentiell, ein Objekt wie einen Ball, exakt zu orten (Jendrusch, 2008). Ein adäquates Farbsehen ist für Sportler auf dem Spielfeld wichtig, um Objekte und Muster zu sehen und zu erkennen (Rodrigues, 2020). Mit der Fähigkeit der Auge-Hand-Koordination oder Auge-Fuß-Koordination verschwimmt die Grenze von rein visuellen zu visuo-motorischen Fähigkeiten, bei der die Augen und der Rest des Körpers als Einheit agieren (Rodrigues, 2020). Im Allgemeinen weisen Sportler, gemessen an Nicht-Sportlern, überdurchschnittliche visuelle und kognitive Fähigkeiten auf (Nimmerichter et al., 2015). Nachgewiesen ist dieser Unterschied allerdings bisher nur für die dynamische Sehschärfe, das Bewegungs- und Sakkadensehen und die periphere Wahrnehmung (Jendrusch, 2011; Sickenberger, 2011). Unterschiede finden sich auch in der Reaktionszeit. Beim Vergleich zwischen Sportlern und Nicht-Sportler hat der Sportler, bei gleicher Fähigkeit des peripheren Sehens, eine kürzere Reaktionszeit (Zwierko, 2008). Im Einzelnen sind visuelle und kognitive Fähigkeiten je nach Sportartspezifika und Leistungsniveau des Sportlers unterschiedlich ausgeprägt. Vergleicht man einen Volleyballer mit einem Sprinter so verfügt der Teamsportler über bessere antizipatorische Fähigkeiten und der Sprinter hat eine schnellere Reaktionszeit (Nuri et al., 2013). Ebenso im Vergleich von Sportlern derselben Disziplin untereinander ist bei schnellen Sportarten der Sportler mit besserem Bewegungssehen und besserer Tiefenwahrnehmung im Vorteil und wird

erfolgreicher sein (Jendrusch, 2008). Tabelle 1 gibt eine Übersicht über grundlegende visuelle Funktionen, deren Definition und praktische Beispiele.

Tabelle 1: Definition Fachbegriffe und Beispiele

Begriff	Definition	Beispiel
Akkommodation	Dynamische Anpassung der Brechkraft des Auges. Fähigkeit, den Fokus von nah nach fern und umgekehrt zu ändern.	Blickwechsel: von Ball am eigenen Schläger zu Ball am gegnerischen Schläger.
Bewegungssehen	Dynamisches Sehen. Verfolgen sich bewegender Objekte durch Auge-, Kopf- und Körperbewegungen. Erkennen von Farbe, Größe, Gestalt, Bewegungsrichtung und -geschwindigkeit.	Erfassen und verarbeiten des Flugweges eines Balles.
Dynamische Sehschärfe	Objekt scharf sehen während der Abstand zwischen Auge und Objekt sich verändert.	Geschwindigkeit und Flugbahn des Balles beim Tennisaufschlag erfassen.
Fixation	Fokussierung eines Objektes mit beiden Augen.	s. Zentrales Sehen
Fusion	Verschmelzung der durch beide Augen wahrgenommenen Informationen zu einem 3D Bild.	s. Zentrales Sehen
Kontrastsehen	Die Fähigkeit, Informationen über ein Objekt und seinen Hintergrund auch unter variablen Lichtverhältnissen verarbeiten zu können.	Ball auch vor Hintergrund mit Werbetafel und Beleuchtung erkennen.
Peripheres Sehen	Wahrnehmung im Gesichtsfeld außerhalb der Fovea. Lokalisation von Objekten.	Gegen- oder Mitspielerbewegungen wahrnehmen.
Persuits	Augenfolgebewegungen, „Scanning“	Flugbahn eines Balles folgen.
Sakkadensehen	Schnelle Augenbewegungen, um ein Ziel zu orten.	Torhüter lässt den Blick zu mehreren Mit- und Gegenspielern

Begriff	Definition	Beispiel
		und zum Ball springen.
Statische Sehschärfe	Objekt schnell und scharf sehen während der Abstand zwischen Auge und Objekt gleich bleibt.	Schlägerhaltung des Gegners erkennen. Ballnaht erkennen, um Drall abzuleiten.
Stereopsis (Binokulares Sehen) Tiefensehen	Räumliches Sehen, beidäugiges Sehen. Ermöglicht 3D Sehen. Unterscheiden und Einschätzen von Distanzen zwischen Objekten.	Abstand/Differenz zu Ball oder Gegner akkurat erfassen.
Monokulares Sehen	Einäugiges Sehen.	
Vergenz (Divergenz, Konvergenz)	Fokus zwischen verschiedenen Distanzen wechseln. Divergenz: Fokussieren eines sich entfernenden Objektes. Konvergenz: Fokussieren eines sich nähernden Objektes.	Ball kommt auf den Betrachter zu bzw. entfernt sich.
Zentrales Sehen	Ereignis im fovealen Gesichtsfeld sehen, Detailinformationen, Identifikation von Objekten.	Bewusstes Fixieren eines Objektes.

Quelle: Eigene Darstellung

2.1.2 Kognitive Fähigkeiten im Sport

Neben ausgeprägten visuellen Fähigkeiten benötigen Sportler kognitive Fähigkeiten, wie das Erkennen und Verarbeiten von visuellen Reizen und Signalen aus der Umwelt, um daraus eine adäquate motorische Handlung abzuleiten. Dabei spielt im Profi-Sport die Reaktionszeit eine entscheidende Rolle, laut Nuri sogar eine Schlüsselrolle (Nuri et al., 2013). Ein Baseballspieler hat lediglich 50-75ms, um zu entscheiden, ob er einen Ball schlägt oder vorbei gehen lässt (Roe, 2019, S. 32). Sportler mit eingeschränktem Sehvermögen haben längere Reaktionszeiten und somit einen deutlichen Nachteil (Jendrusch, 2008). Eine wichtige Verbindung von visuellem und motorischem System ist die Auge-Hand-Koordination, die besonders bei schnellen Ballsportarten eine große Bedeutung hat. Hier ist das Tempo, die möglichst kurze Zeit zwischen Erkennen, Verarbeiten und motorischer Umsetzung eines Reizes entscheidend. Baseballspieler mit einer schnellen Auge-Hand-Reaktion

können länger auf hohem Niveau spielen (D. M. Laby et al., 2018). Eine schnelle Reaktionszeit und herausragende Auge-Hand-Koordination sind demnach ausschlaggebend für die Leistungsfähigkeit eines Profi-Sportlers (Du Toit et al., 2010). Eine weitere für den Profi-Sport essentielle kognitive Fähigkeit ist die Antizipation. Wer als Sportler aufgrund der aktuellen Situation zukünftige Ereignisse besonders gut „vorhersehen“ kann hat einen großen Vorteil gegenüber weniger antizipatorisch befähigten Spielern (Williams et al., 2004). Bei Teamsportarten, in denen der Spieler mehrere Mit- und Gegenspieler, das Spielgeschehen, den Ball und die Umgebung überblicken muss, ist Antizipieren die „Grundlage für das Treffen von Entscheidungen“ (Nuri et al., 2013). Reaktives und antizipatives Handeln sind gerade bei schnellen Sportarten eine Voraussetzung für den sportlichen Erfolg (Jendrusch & Lingelbach, 2010). Ein Sportler muss alle essentiellen Informationen aus seinem Umfeld aufnehmen, filtern und auswerten, um die bestmögliche Entscheidung zu treffen (Baker et al., 2003). Erschwerend kommt hinzu, dass der Spieler durch zeitliche und räumliche Einschränkungen und hohe Anforderungen an Physis und Psyche unter enormem Stress steht (Nimmerichter et al., 2015; Nuri et al., 2013). Wie bereits bei den visuellen Fähigkeiten beschrieben, sind die genannten kognitiven Fähigkeiten (Reaktionszeit, Auge-Hand-Koordination, Antizipation und Entscheidungen treffen) bei erfahrenen Sportlern besser ausgeprägt als bei Nicht-erfahrenen Sportlern bzw. Nicht-Sportlern (Nimmerichter et al., 2015). Doch auch Sport-Einsteiger können sich diese Fähigkeiten durch Üben aneignen (Bruce Abernethy et al., 1999).

2.1.3 Vision Training

VT ist ein Training zur Steigerung der visuellen Leistungsfähigkeit und kann dem Bereich der Funktionaloptometrie zugeordnet werden. In Ergänzung zum Augentraining und zur Sehschule, die auf Verbesserung des Sehvermögens ausgerichtet sind, umfasst der Begriff Vision, auch visuelle Wahrnehmung, das Erkennen und Sinngeben an das Gesehene (Nascimento et al., 2020). Augenübungen und Sehtraining werden in unterschiedlichen Formen bereits seit der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts praktiziert (Helveston, 2005). Ursprünglich als Alternative zu chirurgischen Eingriffen konzipiert und von Ärzten und Augenheilkundlern praktiziert bilden sie die Grundlage für das VT und werden mittlerweile von Optometristen und Trainern durchgeführt (Cordes, 2014). Der Einsatzbereich für VT ist umfangreich. Neben der Behandlung von Schwachsichtigkeit, Problemen mit Vergenz, Akkomodation oder Binokularität

wird VT auch bei Lernstörungen oder zur sportlichen Leistungssteigerung eingesetzt (Rawstron et al., 2005). Die ersten Veröffentlichungen zu VT und Sport gibt es laut Nascimento et al. bereits 1911 (Nascimento et al., 2020). Erickson datiert die erste Literaturangabe mit 1921 (Erickson, 2020, S. 2). In der Praxis beginnt man erst in den 1960er Jahren in den USA, Sportler hinsichtlich ihres Sehvermögens zu untersuchen. Heutzutage gehört VT zum allgemeinen Trainingsprogramm für amerikanische Sportler und wird als Sport Vision Training bezeichnet (Nascimento et al., 2020). 1988 bildet die American Optometric Association innerhalb ihrer Einrichtung einen eigenen Zweig für SVT und unterstreicht damit dessen Bedeutung (Bruce Abernethy, 1986). Zur gleichen Zeit wird in Rom die European Academy of Sports Vision gegründet. Ebenfalls in den 1980er Jahren erscheinen zwei standardisierte Augen Trainingsprogramme von Dr. Leon Revien und Mark Gabor. 1981 erscheint „Dr. Revien’s eye exercise program for athletes“, 1987 ergänzen Lehrvideos das Programm „Eyerobics: exercises techniques to improve visual skills“ (rtps94, 2020). Mittlerweile existieren mehrere Geräte zur Testung und Auswertung und zum Training der unterschiedlichen visuellen Fähigkeiten. Angefangen mit Sehtafeln, Brock String, Marsden Ball oder Rasterbrille wie sie in der Funktionaloptometrie benutzt werden bis zu Computerprogrammen, stroboskopische Brillen, Wandboards und Teppichen mit Kontaktflächen und Lichtquellen. Es fehlen aber bis heute Untersuchungen zu allgemeinen standardisierten Screenings (Erickson, 2020, S. 75). Publikationen mit den Suchbegriffen „vision“, „sport“ und „eye“ sind seit 1911 vereinzelt zu finden. Die Anzahl steigt in den 1980er Jahren und hat 2019 einen Höchststand erreicht. Fast die Hälfte der Veröffentlichungen stammen aus den USA (Nascimento et al., 2020). Abernethy, oft zusammen mit Wood oder Hadlow, forscht seit den späten 1980er Jahren zum Zusammenhang von visuellen und kognitiven Fähigkeiten und Leistungsfähigkeit im Sport. (B. Abernethy & Wood, 2001; Bruce Abernethy, 1986; Hadlow et al., 2018; Wood & Abernethy, 1997). Clark und du Toit beschreiben in zahlreichen Studien den Einfluss von VT auf sportliche Leistungen im Ballsport, im Besonderen Rugby und Baseball (Clark et al., 2012, 2015, 2015, 2020; du Toit et al., 2007; Du Toit et al., 2010; Mahomed et al., 2013). In Deutschland gibt es mit Jendrusch und Hülzdünker zwei Wissenschaftler, die sich mit Sinnesleistungen und Sport intensiv auseinandersetzen (Hülzdünker et al., 2017, 2018, 2020a, 2020b; Hülzdünker, Ostermann, et al., 2019; Hülzdünker, Rentz, et al., 2019; Jendrusch, 2016, 2008, 2014, 2019).

VT erfreut sich in der deutschen Sportszene immer größerer Beliebtheit und findet im Profi-Sport seinen Einsatz. Eine standardisierte Ausbildung gibt es nicht. Der *Bundesverband visuelles und kognitives Training* bemüht sich um größere Verbreitung, Anerkennung und die Erstellung von Fort- und Ausbildungsrichtlinien (*Unsere Ziele*, 2021).

2.2 Ball- und Rückschlagsportarten

Als Ballsport wird jede Sportart bezeichnet, bei der ein Ball o.ä. gespielt wird. Wird dieser Ball von zwei oder mehreren Akteuren zugespielt, spricht man von einem Rückschlagspiel. Allen Ballsportarten gleich ist die Herausforderung, einen Ball o.ä. auch unter Stress, zu einer bestimmten Zeit zu einem bestimmten Ziel zu manövrieren. Dieses Ziel kann statisch, z.B. einen Golfball einlochen, oder dynamisch sein, z.B. einen Fußball zu einem rennenden Mitspieler passen. Dafür muss der Ball mit der Hand, dem Fuß, einem anderen Körperteil wie Kopf oder Knie, oder einem Schläger gespielt werden. Jede Sportart fordert seinen Spieler anders heraus. Baseball ist eine extrem schnelle Sportart, bei der der Spieler einen kleinen Ball, der eine Geschwindigkeit von ca. 145km/h hat, mit einem kleinen Schläger treffen muss oder sich blitzschnell entscheiden muss, ihn nicht zu spielen. "I think, without question, the hardest single thing to do in sports is to hit a baseball." (Koppelaar et al., 2019). Beim Handball müssen die Spieler ihre Mit- und Gegenspieler im Auge haben, Tennisspieler treffen besser, wenn sie die Flugbahn des Balles gut vorhersehen können (Jendrusch, 2014). So erfordert jede Sportart, die auf hohem Niveau ausgeführt wird, eine gut ausgeprägte visuelle Grundlage des Spielers. Hinzu kommen sportartbezogene Spezifika (D. M. Laby et al., 2011), die Roe mit „visual fingerprint“ bezeichnet (Roe, 2019). Tidow bezeichnet Sportspieler als „visuelle Mehrkämpfer“ und „Informationsmanager“ (Jendrusch, 2014).

2.3 Stand der Forschung Vision Training und Sport

Die Effektivität von VT zur Verbesserung visueller Fähigkeiten ist für mehrere Teilbereiche der visuellen Fähigkeiten (statische und dynamische Sehschärfe, peripheres und räumliches Sehen, Bewegungssehen und Blickmotorik) belegt (Sickenberger, 2011). Auch in Bezug auf Tiefenwahrnehmung und Stereopsis (Clark et al., 2015) sowie Diplopie und Gesichtsfeldverlust (Jamara et al., 2008) liegen Arbeiten vor, aus denen hervor geht, dass eine Verbesserung möglich ist. Abernethy hat 1999 nachgewiesen, dass Antizipation von Anfängern

erlernbar ist (Bruce Abernethy et al., 1999). Der Fragestellung eines Zusammenhanges zwischen visuellen Fähigkeiten und sportlicher Leistungsfähigkeit widmen sich seit Anfang des 20. Jahrhunderts mehrere Wissenschaftler. Bereits 1921 veröffentlicht das Magazin Popular Science Monthly einen Artikel über Babe Ruth, einen der bis heute bedeutendsten Baseballspieler, und beschreibt seine überdurchschnittlichen Fähigkeiten, u.a. seine Reaktionsfähigkeit auf visuelle Reize (Erickson, 2020, S. 2; Fullerton, 2006). 2010 untersuchen Jendrusch und Lingelbach die Sehleistung von Tischtennisprofi Timo Boll und stellen heraus, dass die Leistungen von Boll, bezogen auf Bewegungssehen, herausragend sind und um 50 bis 60 Prozent den Durchschnittswert übersteigen (Jendrusch & Lingelbach, 2010). Zwierko untersucht 2007 die Unterschiede zwischen Sportlern, Division II Handballern, und Nicht-Sportlern. Während die Sportler eine deutlich bessere Reaktionszeit haben als die Nicht-Sportler, gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen im peripheren Sehen. Auch bei Fußballern kann die schnellere Reaktionszeit von Sportlern vs. Nicht-Sportlern von Ando et al. 2010 nachgewiesen werden (Zwierko, 2008). Mehrere Arbeiten befassen sich mit sportartspezifischen Unterschieden und unterschiedlichen Anforderungen an das visuelle System. So differenzieren Laby et al. zwischen olympischen Sportarten, beziehen Athleten, die auf olympischem Level agieren, ein und kommen zu der Auffassung, dass wahrscheinlich jeder Sportart eine eigene Ansammlung von visuellen Fähigkeiten zu eigen ist (D. M. Laby et al., 2011). Bereits 1999 beschreibt Schnell, welche visuellen Fähigkeiten in einzelnen Sportarten gefordert sind (Schnell, 1999). Erickson kategorisiert Sportarten nach ihren visuellen Charakteristika, wie z.B. „Sports With Nonstatic Visual Demands“ oder „Dynamic Sports in Which the Athlete Must Perform While in Motion and Nondynamic Sports in Which the Athlete is Relatively Stationary“ (Erickson, 2020, S. 8). Ein weiteres Forschungsfeld umschreibt den Einfluss von eingeschränkten visuellen Fähigkeiten auf die sportliche Leistungsfähigkeit. So beschreibt Applegate am Beispiel Basketball, dass es kaum Auswirkungen zwischen reduzierter Sehschärfe und Treffgenauigkeit gibt (Applegate & Applegate, 1992). Dies bestätigen Vera et al. (Vera et al., 2020) und belegen zudem einen signifikanten Zusammenhang zwischen schlechter Binokularität und geringer Trefferquote bei Freiwürfen im Basketball.

Nachdem deutlich ist, dass visuelle Fähigkeiten trainiert und verbessert werden können und dass es Zusammenhänge zwischen Vision und sportlicher Leistung gibt, liegt die Frage nah, ob die sportliche Leistungsfähigkeit durch VT

verbessert werden kann. Bereits 1981 erscheint hierzu ein Review von Stine (Stine & Arterburn, 1981). Abernethy und Wood gehen in zwei vielzitierten Arbeiten ähnlichen Fragen nach (B. Abernethy & Wood, 2001; Wood & Abernethy, 1997). 2011 startet unter der Leitung von Professor Sickenberger (Fachhochschule Jena) und Professor Bund (Universität Oldenburg) eine Forschungsgruppe mit der Entwicklung und Evaluation eines Wahrnehmungstrainings. Im Rahmen einer von Jendrusch begleiteten Dissertation von Cordes folgt 2014 eine randomisierte kontrollierte Studie zur Effektivität von SV an der Ruhruniversität Bochum (Cordes, 2014; Cordes et al., 2014). Seit 2017 veröffentlicht Hülzdünker mit besonderem Fokus auf den Effekt von stroboskopischem Training (Hülzdünker et al., 2017, 2018, 2020a, 2020b; Hülzdünker, Ostermann, et al., 2019; Hülzdünker, Rentz, et al., 2019). Die meisten Veröffentlichungen sind im anglo-amerikanischen Sprachraum zu verzeichnen. Hier sind vor allem Laby und Kirschen zu erwähnen, die neben ihren zahlreichen Publikation zu VT und Ballsport das Forschungsfeld mit ihrem „New Model for Sports and Performance Vision“ erweitern (D. Laby & Kirschen, 2018). Ebenso prägen Appelbaum und Erickson das Feld und geben 2018 in ihrem Review einen ausführlichen Überblick und eine Einschätzung der aktuellen Studienlage, Methoden und Ansätze zu SVT (Appelbaum & Erickson, 2018).

3 Relevanz des Themas und Ableitung der Fragestellung

3.1 Relevanz des Themas

Nachdem 1921 eine erste wissenschaftliche Arbeit erscheint, die die visuellen Fähigkeiten eines Sportlers in Kontext zu seiner sportlichen Leistungsfähigkeit setzt, folgen zahlreiche Forschungen, die die Trainierbarkeit des visuellen Systems belegen (Sickenberger, 2011). Des Weiteren werden die Zusammenhänge von sportspezifischen Besonderheiten und Anforderungen an das visuelle System untersucht. Seit den 1990er Jahren steigt die Anzahl der Publikationen, genau wie die Anzahl der sportlich Aktiven (Kirschen & Laby, 2011). Zahlreiche Forschungen belegen die Trainierbarkeit des visuellen Systems. Dabei stellt sich die Frage, inwiefern eine Erhöhung der visuellen Fähigkeiten zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit im Sport beitragen kann. (Sickenberger, 2011). Hierzu liegen mehrere Reviews vor. Diese sind entweder nicht mehr aktuell (Stine & Arterburn, 1981), beziehen sich auf sportliche

Leistungssteigerung im Allgemeinen und Verletzungen (Clark et al., 2020) oder auf Anwendung digitaler Techniken (Appelbaum & Erickson, 2018). Eine aktuelle, detaillierte sportart- und leistungsbezogene Übersicht und Auswertung gibt es nicht.

3.2 Fragestellung

Hat VT einen leistungssteigernden Effekt auf die Reaktionszeit, Antizipation und die Fähigkeit, Entscheidungen zu treffen bei Ball- und Rückschlagsportarten?

Ist der Einsatz von VT zur Steigerung der sportlichen Leistungsfähigkeit, im Besonderen Ziel-, Treffgenauigkeit bei Ball- und Rückschlagsportarten effizient?

Ziel dieser Masterarbeit ist es, neben einem Überblick über die Entwicklung und den Einsatz des Vision Training, themenrelevante Literatur hinsichtlich Analyse des Einsatzes und der Effektivität von VT in Bezug auf Aspekte der sportartspezifischen Leistungsfähigkeit zu identifizieren und zu bewerten.

4 Methode

Die Methode für diese Masterarbeit ist eine systematische Literaturrecherche. Vom 02. Februar 2021 bis 20. Februar 2021 wurde nach relevanter Literatur zum Thema Vision Training und Sport Vision Training gesucht, um den gegenwärtigen Stand der Forschung darzustellen.

4.1 Suchstrategie und Auswahlkriterien

Im ersten Schritt wurde eine allgemeine Recherche über die genannte Thematik im Internet durchgeführt. Als Suchmaschine wurde google.com benutzt. Die Schlüsselworte für die Suche waren „Vision Training“, „Visual Training“ und „Sports Vision Training“. Im Weiteren wurde die Suche auf den Seiten verschiedener Organisationen und Institute wie Z-Health, Dynamic Eye und American Optometric Association durchgeführt.

Im nächsten Schritt erfolgte die Literaturrecherche unter Orientierung an PRISMA in den bibliographischen Datenbanken PubMed, ResearchGate, Cochrane, EBSCO-Datenbank „SPORTDiscus“ und Quellen aus den Literaturverzeichnissen der identifizierten Artikel. Ein- bzw. Ausschlusskriterien waren: Nur deutsch- und englischsprachige und veröffentlichte Artikel wurden

berücksichtigt. Der Zeitraum der Veröffentlichung wurde nicht eingegrenzt. Die Auswahl in den Datenbanken erfolgte mit folgenden Suchstrings:

PubMed:

Vision training OR visual training AND sport NOT concussion AND performance NOT stroboscopic training AND enhancement

Treffer: 221

Cochrane:

Vision training [title abstract keyword] AND sport [title abstract keyword] NOT concussion [title abstract keyword] AND performance [title abstract keyword]

Treffer: 229 (227 Trials und 2 Reviews)

Visual training [title abstract keyword] AND sport [title abstract keyword] NOT concussion [title abstract keyword] AND performance [title abstract keyword]

Treffer: 33 Trials

EBSCO-Datenbank „SPORTDiscus“:

Vision training [AB] OR visual training [AB] AND sport [TX] NOT concussion [TX] AND performance NOT stroboscopic training [TI] AND enhancement AND racquet sports

Treffer: 127

ResearchGate

Vision training OR visual training AND sport NOT concussion

Treffer: 100

Des Weiteren wurde eine Handsuche in den Literaturlisten ausgewählter Artikel durchgeführt. Diese ergab 12 Treffer.

Die Suche ergab im Ganzen 689 Treffer.

4.2 Studienauswahl

Die Studienauswahl erfolgte unter Einbeziehung der o.g. Ein- und Ausschlusskriterien. 689 Treffer wurden nach Titel inspiziert. Danach konnten 502 Artikel ausgeschlossen werden, da es sich um Duplikate handelte und/oder das Thema nicht passend war. Artikel mit dem Thema „Stroboskopisches Training“ wurden nicht berücksichtigt, um eine Vergleichbarkeit der Artikel zu erreichen. Das stroboskopische Training ist eine Form des visuellen Trainings und wird von mehreren Autoren als eigenes Forschungsfeld behandelt (Appelbaum et al., 2011; Hülsdünker et al., 2020a, 2020b; Mitroff et al., 2013). Ein Ausschluss dazu über die Suchstrings war im Vorfeld nicht bei allen Datenbanken möglich. Die verbliebenden 178 Artikel wurden anhand ihres

Abstracts inspiziert. 118 Artikel wurden ausgeschlossen, da es sich nicht um Ball- bzw. Rückschlagsportarten handelte oder die Forschungsfrage nicht passend war. Sechzig verbleibende Artikel, bei allen lag der Volltext vor, wurden anhand der deutschen PEDro-Skala bewertet. Eine Bewertung ≥ 6 wurde als Einschlusskriterium festgelegt. Dies entspricht laut PEDro einer moderaten bis hohen Qualität. Studien, die eine niedrigere Punktzahl aufgrund der nicht Anwendbarkeit der Kriterien der PEDro-Skala erhielten, wurden berücksichtigt. Ausgeschlossen wurden 38 Artikel. 22 Volltext Artikel wurden in diesen systematischen Review einbezogen.

Die folgende Abbildung (Abb. 1) in Anlehnung an Moher (Moher et al., 2009) stellt die Literaturrecherche als Flowchart dar:

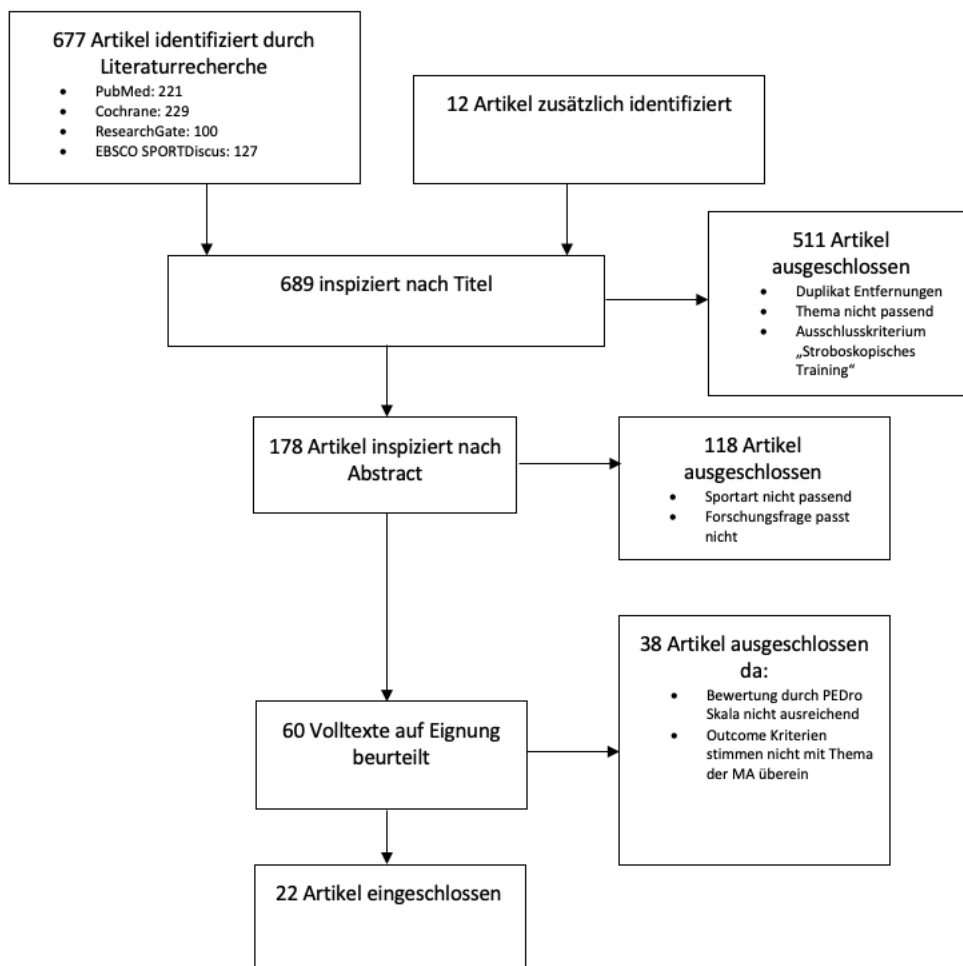


Abbildung 1: PRISMA Flowchart

4.3 Analyse der Ergebnisse

Zu den identifizierten Artikeln zählen neunzehn Studien und drei Reviews, die in der Zeit von 1997 bis 2020 in unterschiedlichen Medien veröffentlicht sind. Alle Arbeiten sind in Fachjournalen veröffentlicht. Zehn Journale haben keine Impact Faktoren (Tabelle 2).

Tabelle 2: Übersicht nach Erscheinungsjahr, Quelle der Veröffentlichung und Impact Factor

Jahr	Autor	Quelle	Impact Factor
1997	Wood und Abernethy	Optometry and Vision Science	1,409 (2016)
2001	Abernethy und Wood	Journal of Sports Sciences	k. A.
2003	Bressan	African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance	k. A.
2005	Rawstron et al.	Journal of Pediatric Ophthalmology & Strabismus	0,979 (2017)
2008	Balasaheb et al.	Serbian Journal of Sports Sciences	k. A.
2009	Calder und Kluka	African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance	k. A.
2011	Maman Paul et al.	Brazilian Journal of Biomotricity	2,023 (2019)
2011	Maman und Gaurang	Serbian Journal of Sports Sciences	k. A.
2012	Clark, et al.	PLOS ONE	2,740 (20199)
2012	Rezaee et al.	European Journal of Experimental Biology,	1,94/2,54
2012	Schwab und Memmert	Journal of Sports Science & Medicine	4,029
2015	El-Gizawy	Journal of Applied Sport Science	k. A.
2015	Nimmerichter et al.	Sports (Basel, Switzerland)	k. A.
2018	Appelbaum und Erickson	International Review of Sport and Exercise Psychology	17,429 (2J.)
2019	Brenton et al.	Journal of Sports Sciences	k. A.
2019	Feldhacker et al.	Journal of Sports Medicine and Allied Health Sciences: Official Journal of the Ohio Athletic Trainers' Association	k. A.

Jahr	Autor	Quelle	Impact Factor
2019	Kohmura et al.	Journal of Human Kinetics	1,664 (2019)
2019	Shalaby	International Journal of Psychosocial Rehabilitation	0.08
2020	Bonato et al.	The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness	1,432
2020	Clark et al.	Journal of Sports and Performance Vision	k. A.
2020	Liu et al.	Psychology of Sport and Exercise	2,827
2020	Zhou et al.	Progress in Brain Research	3,174 (2017)

Quelle: Eigene Darstellung

Unter den 19 Studien sind vier experimentelle Studien, fünf kontrollierte experimentelle Studien, neun randomisierte, kontrollierte Studien und eine Mixed-Methods-Studie (Feldhacker et al., 2019). Sechs Studien und zwei Reviews stammen aus den USA, die restlichen Arbeiten kommen aus Indien (3 Studien), Südafrika (2 Studien) und Ägypten (2 Studien), sowie jeweils eine Studie aus Deutschland, Österreich, Italien, dem Iran, Taiwan, Neuseeland und Japan. Alle Arbeiten behandeln Schlag- bzw. Rückschlagsportarten wie Cricket (3 Studien) und Baseball (3 Studien). Aus den Disziplinen Schlägersport, Volleyball, Tennis und Tischtennis kommen jeweils 2 Studien. Jeweils einmal vertreten sind Hockey, Netzbball, Badminton, Softball, Basketball und Football (Tabelle 3).

Tabelle 3: Übersicht nach Design, Sportart und Herkunftsland

Autor	Design	Sportart	Land
Abernethy und Wood (2001)	Kontrollierte, experimentelle Studie	Schlägersport	USA
Appelbaum und Erickson (2018)	Review	Review	USA
Balasaheb et al. (2008)	RCT	Cricket	IND
Bonato et al. (2020)	RCT	Tennis	I

Autor	Design	Sportart	Land
Brenton et al. (2019)	Kontrollierte, experimentelle Studie	Cricket	USA/ AUS
Bressan (2003)	Kontrollierte, experimentelle Studie	Netzbball	ZAF
Calder und Kluka (2009)	Experimentelle Studie	Cricket	ZAF
Clark et al. (2020)	Review	Review	USA
Clark, et al. (2012)	Experimentelle Studie	Baseball	USA
El-Gizawy (2015)	Kontrollierte, experimentelle Studie	Badminton	EGY
Feldhacker et al. (2019)	Mixed-Methods-Studie	Softball	USA
Kohmura et al. (2019)	Experimentelle Studie	Baseball	JPN
Liu et al. (2020)	Experimentelle Studie	Baseball	USA
Maman et al. (2011)	RCT	Tischtennis	IND
Maman und Gaurang (2011)	RCT	Tennis	IND
Nimmerichter et al. (2015)	RCT	Football	AUT
Rawstron et al. (2005)	Review	Review	NZL
Rezaee et al. (2012)	RCT	Basketball Tischtennis	IRN
Schwab und Memmert (2021)	RCT	Hockey	DEU
Shalaby (2019)	RCT	Volleyball	EGY
Wood und Abernethy (1997)	Kontrollierte, experimentelle Studie	Schlägersport	USA
Zhou et al. (2020)	RCT	Volleyball	TWN

Quelle: Eigene Darstellung

Die Anzahl der Probanden variiert zwischen zwölf (Brenton et al., 2019) und neunzig (Rezaee et al., 2012), die Dauer der Interventionen zwischen zwei (Zhou et al., 2020) und zwölf Wochen (Bonato et al., 2020) bzw. dem Vergleich der Ergebnisse zwischen zwei Saisons (Clark et al., 2012). Bei den Probanden handelt es sich um Nicht-Sportler, Anfänger, Amateur- oder Profisportler zwischen 15 und 28 Jahren. In den meisten Fällen sind die Probanden männlich (11 Studien). In jeweils drei Arbeiten sind die Teilnehmer weiblich oder die Gruppe besteht aus Männern und Frauen. In zwei Arbeiten werden keine geschlechterspezifischen Angaben gemacht (Calder & Kluka, 2009; Wood & Abernethy, 1997) (Tabelle 4).

Tabelle 4: Übersicht nach methodischen Aspekten (Anzahl, Level, Geschlecht, Dauer)

Autor	Anzahl	Level	m/w	Alter	Dauer der Intervention
Abernethy und Wood (2001)	40	Nicht-Sportler	m/w	16-28	4 Wo.
Balasaheb et al. (2008)	30	Amateur	m	16-25	6 Wo.
Bonato et al. (2020)	20	Amateur	m	15	12 Wo.
Brenton et al. (2019)	12	Amateur	m	M=22.2-23.5	4 Wo.
Bressan (2003)	70	Amateur	w	19-24	5 Wo.
Calder und Kluka (2009)	30	Amateur	k. A.	13-19	3 Wo.
Clark, et al. (2012)	Team	Profi	m	k. A.	Vor und während Saison
El-Gizawy (2015)	30	Amateur	m	M=22,16	8 Wo.
Feldhacker et al. (2019)	22	Profi	w	18-22	6 Wo.
Kohmura et al. (2019)	46	Nicht-Sportler	m	M=22,9	4 Wo.
Liu et al. (2020)	24	Amateur	m		Bis 10Wo., 8,5h
Maman et al. (2011)	45	Amateur	m/w	18-28	8 Wo.
Maman und Gaurang (2011)	30	Amateur	m	18-25	8 Wo.
Nimmerichter et al. (2015)	34	Amateur	m	M=14.4	6 Wo.
Rezaee et al. (2012)	90	Anfänger	m	19-25	8 Wo.

Autor	Anzahl	Level	m/w	Alter	Dauer der Intervention
Schwab und Memmert (2021)	34	Amateur	m	12-16	6 Wo.
Shalaby (2019)	20	Amateur	w	M=14,91	8 Wo.
Wood und Abernethy (1997)	30	Nicht-Sportler	k.A.	16-25	4 Wo.
Zhou et al. (2020)	1. 16 2. 28 3. 14 4. 10	Amateur Amateur Amateur Amateur	w m/w m/w m/w	M=22,56 M=22,32 M=22,71	2x7 Tage 2x7 Tage 2x7 Tage

Quelle: Eigene Darstellung

Ein Großteil der Studien hat einen Aufbau mit zwei Versuchsgruppen (12 Studien). Bei den übrigen Studien variiert der Aufbau zwischen drei (3 Studien), vier (2 Studien) oder sechs (2 Studien) Versuchsgruppen (Tabelle 5).

Tabelle 5: Übersicht nach Sportart, Versuchsgruppen und Intervention

Autor	Sportart	Gruppen	Intervention
Abernethy und Wood (2001)	Schlägersport	VG1 VG2 VG3 VG4	Sport Vision Eyerobics Placebo KG
Balasaheb et al. (2008)	Cricket	VG1 VG2 VG3	VT Lesen, Video ansehen KG
Bonato et al. (2020)	Tennis	VG1 VG2	VT KG
Brenton et al. (2019)	Cricket	VG1 VG2	Visual Perceptual Training KG
Bressan (2003)	Netzbball	VG1 VG2 VG3 VG4	Sports Vision Dynamics Visual Coaching Vision Skill Training KG
Calder und Kluka (2009)	Cricket	VG1 VG2	EyeThinkSport Placebo
Clark, et al. (2012)	Baseball	VG1 VG2	- VT

Autor	Sportart	Gruppen	Intervention
El-Gizawy (2015)	Badminton	VG1 VG2	VT KG
Feldhacker et al. (2019)	Softball	VG1 VG2	Dynavision D2® VT
Kohmura et al. (2019)	Baseball	VG1 VG2 VG3 VG4 VG5 VG6	Schlagtraining Tracking Schlagtraining Tracking Schlagtraining Tracking
Liu et al. (2020)	Baseball	VG1 VG2	Dynamic Vision Training Placebo
Maman et al. (2011)	Tischtennis	VG1 VG2 VG3	VT Placebo KG
Maman und Gaurang (2011)	Tennis	VG1 VG2 VG3	VT KG Placebo
Nimmerichter et al. (2015)	Football	VG1 VG2	VT KG
Rezaee et al. (2012)	Basketball Tischtennis	VG1 VG2 VG3 VG4 VG5 VG6	VT Basketball VT Tischtennis Basketball Tischtennis VT KG
Schwab und Memmert (2021)	Hockey	VG1 VG2	Dynavision D2®, Eyepoint® KG
Shalaby (2019)	Volleyball	VG1 VG2	VT KG
Wood und Abernethy (1997)	Schlagsport	VG1 VG2 VG3	VT Placebo KG
Zhou et al. (2020)	Volleyball	VG1a+b VG2a+b VG3a+b VG4	VT+KG VT+KG VT+KG Retest mit VG2a

Quelle: Eigene Darstellung

5 Ergebnisse

5.1 Beschreibung einzelner Studien

In diesen Review sind 22 Arbeiten eingeflossen. Tabelle 6 gibt eine Übersicht über die Anzahl der VG und Art der Interventionen.

Abernethy und Wood sind mit zwei Studien vertreten (B. Abernethy & Wood, 2001; Wood & Abernethy, 1997). In der 1997 veröffentlichten klinischen Studie werden dreißig Nicht-Sportler einem vierwöchigen VT unterzogen dessen Inhalte aus dem Racquet Sport Training Manual der AOA entnommen sind. Die Placebo Gruppe liest und sieht Videos mit Tennis bezogenen Inhalten. Alle Probanden werden einer Anfangsdiagnostik unterzogen und auf ihre visuellen Funktionen untersucht (vgl. Tabelle 14). Alle Gruppen, auch die Kontrollgruppe, erhalten zusätzlich ein standardisiertes sportartspezifisches physisches Training. Nach Ende des Interventionszeitraumes gibt es keine signifikanten gruppenspezifischen Unterschiede. Die gemessenen Verbesserungen der sportlichen Leistungen sowie der Antizipation führen Wood und Abernethy auf eine Gewöhnung an bzw. Vertrautheit mit der Aufgabe zurück und sehen keinen Beleg für einen Vorteil durch VT. Zu demselben Resultat kommen sie in ihrer Arbeit von 2001, die denselben Aufbau wie die Arbeit von 1997 hat. Im Unterschied zu 1997 absolvieren die Versuchsgruppen die standardisierten Augen Trainingsprogramme Sport Vision (Revien & Gabor, 1981) und Eyerobics (rtps94, 2020). Maman Paul et al. (Maman Paul et al., 2011) und Maman und Gaurang (Maman & Gaurang, 2011) nutzen ebenfalls die Trainingsprogramme von Revien und Gabor. Zusätzlich absolvieren die Probanden Übungen für Tiefenwahrnehmung, Reaktionstraining mit Gerät (Lafayeete Timer) und Auge-Hand-Koordinationstraining.

Genau wie in den oben erwähnten Arbeiten von Abernethy und Wood lassen Maman Paul et al. und Maman und Gaurang ihre Placebo Gruppen aufgezeichnete Matches ansehen und über die jeweilige Sportart lesen. In beiden Arbeiten wird in der Versuchsgruppe eine signifikant verbesserte Reaktionszeit sowie Entscheidungsfindung festgestellt und Leistungssteigerungen hinsichtlich Treffsicherheit und Präzision bei Aufschlägen. Ebenso werden verbesserte Funktionen von Tiefenwahrnehmung, Sakkaden, Auge-Hand-Koordination und Akkommodation gemessen.

Rezaee et al. (Rezaee et al., 2012) kombinieren in einem Aufbau mit sechs Versuchsgruppen VT nach Revien und Gabor mit sportartspezifischem

technischem Training für Basketball und Tischtennis. Visuelle Funktionen werden vor und nach den Interventionen getestet. Bei den Probanden, die sowohl VT als auch Sporttraining absolvierten verzeichnen Rezaee et al. Verbesserungen bei der Trefferquote für Korbleger (Basketball) und Vorhand (Tischtennis). Visuelle Funktionen sind ebenfalls verbessert. Auch in der Gruppe, in der nur VT oder nur Tischtennis Training durchgeführt wurde, konnten Verbesserungen nachgewiesen werden. Keine Verbesserungen sind in einer Gruppe mit Basketballtraining zu messen. Rezaee et al. kommen zu dem Schluss, dass die Kombination von VT und Sporttraining effektiver ist als der alleinige Einsatz von VT und, dass unterschiedliche Sportarten unterschiedliche Effekte auf das visuelle System haben.

Genau wie Rezaee et al. arbeiten Kohmura et al. (Kohmura et al., 2019) mit sechs Versuchsgruppen. In ihrem vierwöchigen Versuchsaufbau mit Nicht-Sportlern vergleichen sie die Veränderungen einer Zielbewegung, im vorliegenden Fall ein Schlag nach Pitch (Baseball). In den Interventionen wird zwischen einem Schlagtraining und dem visuellen Verfolgen des geworfenen Balles unterschieden. Die Geschwindigkeit und die Flugbahn des Balles variiert. Eine Verbesserung der Schläge ist in allen Gruppen zu messen und steht in Abhängigkeit zu der Geschwindigkeit, die der zu schlagende Ball hat. Ebenso sind Verbesserungen der dynamischen Sehschärfe und Auge-Hand-Koordination in Abhängigkeit zur Wurfgeschwindigkeit nachgewiesen. Die Wissenschaftler kommen zu dem Schluss, dass für diese speziellen Bereiche VT eine effektive Methode zur Leistungssteigerung sein kann und betonen, dass bewusst Nicht-Sportler als Probanden ausgewählt wurden und dass sie mit Sportlern andere Ergebnisse erwarten würden.

Auch Liu et al. (Liu et al., 2020) befassen sich in ihrer 2020 veröffentlichten Arbeit mit der Sportart Baseball und arbeiten mit einem „dynamic vision training“, das aus stroboskopischem, okulo-motorischem und antizipatorischem Training besteht. In ihrer Arbeit mit 24 Amateuren registrieren sie signifikante Verbesserung des Abflugwinkels und der Schlagweite. Keine Unterschiede werden zwischen den Gruppen in Bezug auf visual-motorische Fähigkeiten gemessen.

Clark et al. (Clark et al., 2012) haben als Versuchsgruppe das Baseball Team der Universität von Cincinnati ausgewählt. Vor und während der Saison 2010/11 absolvieren die Spieler ein VT. Neben Übungen wie Sakkaden, Brockschnur und Nah-Fern-Training verwenden sie spezielle Geräte (Dynavision D2®, Eyeport®). Am Ende der Saison wurde die Schlagstatistik, eine Übersicht über

gültige bzw. gelungene Schläge, mit der Statistik des Vorjahres verglichen. Das Team der Saison 2010/11 weist eine signifikant bessere Schlagstatistik auf als das Team der Saison 2009/10.

In der Arbeit von Feldhacker et al. (Feldhacker et al., 2019) absolvieren 22 Softballspielerinnen von Teams der Midwestern University ein VT oder ein Training mit dem Gerät Dynavision D2®. Ziel ist, die Effektivität in Bezug auf die Reaktionszeit zu untersuchen. Beide Gruppen weisen nach sechswöchigem Training Verbesserungen in pro- und reaktiver Reaktionszeit auf.

Nimmerichter et al. (Nimmerichter et al., 2015) untersuchen mit 34 jugendlichen Amateur-Footballern den Effekt von videobasiertem VT mit zeitlicher Verschlusstechnik auf Entscheidungsfindung und „reactive agility“, der Fähigkeit, aufgrund eines Stimulus die Sprintrichtung schnellst möglich zu ändern (Dr. Wiewelhove, 2017). Nach sechswöchigem Training konstatieren Nimmerichter et al. verbesserte „reactive agility“. Ebenso sind Reaktionszeit, -genauigkeit und -korrektheit verbessert.

Shalaby (Shalaby, 2019) führt seine Studie, genau wie Nimmerichter et al., mit jugendlichen Sportlern durch. Visuelle Funktionen werden vor und nach den Interventionen gemessen. Die Interventionsgruppe absolviert ein achtwöchiges VT, das Shalaby selbst konzipiert hat. Nach Abschluss sind signifikante Verbesserungen beim Aufschlag zu messen. Dies führt Shalaby auf die durch das VT erzielten Verbesserungen der visuellen Fähigkeiten zurück.

In der Arbeit von Zhou et al. (Zhou et al., 2020) nehmen die Wissenschaftler einen Schmetterball beim Volleyball als Referenz für das Untersuchen einer Leistungsverbesserung durch VT. Dafür führen sie vier Experimente durch. In drei Experimenten setzen sie dynamisches visuelles Tracking als VT ein. Jeweils im Anschluss an ein sechstägiges VT Training werden Schmetterbälle auf korrekte Richtung und Ausführung untersucht. Die Richtung, in der der Ball geschlagen werden soll, wird durch einen visuellen Stimulus angegeben. Im ersten Experiment kommt der Stimulus erst nach Absprung der Sportlers. Dies hat keine Änderung der Ausführung des Schmetterballs im Vergleich zur KG zur Folge. Im zweiten Experiment ist die Zielrichtung des Balles dem Sportler vor dem Absprung bekannt. Hier sind Verbesserungen in Trefferquote und Genauigkeit zu sehen. Für das dritte Experiment wird das visuelle Tracking geändert. Während in Experiment eins und zwei der Stimulus beim visuellen Tracking in Bewegung ist, ist dieser in Experiment drei statisch. Hier kommen Zhou et al. zu dem Ergebnis, dass VT ohne die Bewegungskomponente zu keiner Verbesserung führt. Das vierte Experiment ist ein Re-test nach einem

Monat. Dieser zeigt, dass die erreichten Verbesserungen aus Experiment zwei deutlich reduziert sind.

Schwab und Memmert untersuchen 2021 den Einfluss von VT auf die Leistungsfähigkeit von jungen Hockeyspielern (Schwab & Memmert, 2012). Zum Einsatz kommen Geräte (Dynavision D2®, Eyeport®) sowie eine VT Software und Sehtafeln. Nach der sechswöchigen Trainingszeit messen die Wissenschaftler verbesserte visuelle Fähigkeiten, bessere Reaktions- und Auswahl-Reaktionszeit, die sechs Wochen später noch messbar sind. Ein Transfer in die Praxis, auf das Spielfeld, fehlt und wird von den Wissenschaftlern als wichtiger nächster Schritt gesehen.

Balasaheb et al. (Balasaheb et al., 2008) untersuchen den Einfluss von VT auf die Schlagleistung von Cricketspielern. In einem Aufbau mit drei VG wird VT verglichen mit dem Ansehen und Lesen von Cricket bezogenem Material und regulärem physischem Cricket Training. In allen Gruppen sind nach sechs Wochen Training Verbesserungen der Schlagleistung messbar. In der VT Gruppe sind Verbesserungen der visuellen Variablen Reaktionszeit, Sakkaden und Tiefenwahrnehmung messbar. Die Wissenschaftler vermuten eine bessere sportliche Leistung aufgrund der verbesserten visuellen Leistungen.

Der Einfluss von Computertraining auf die Leistung von Cricketspielern wird von Calder und Kluka untersucht (Calder & Kluka, 2009). Dabei nutzen die Autoren die von ihnen entwickelte Software EyeThinkSport. Nach einer dreiwöchigen Trainingsphase kommen sie zu dem Resultat, dass in der Interventionsgruppe sowohl Reaktionszeit und Entscheidungen treffen als auch sportspezifische Fähigkeiten wie Wurfgenauigkeit verbessert sind. Ebenso sind Auge-Hand-Koordination, Tiefenwahrnehmung, Akkommodation und Sakkaden verbessert. Auch bei Brenton et al. (Brenton et al., 2019) weisen die Probanden der Interventionsgruppe, zwölf Amateur-Cricketspieler, Verbesserungen hinsichtlich Antizipation und Reaktionszeit auf. In ihrer Studie setzen die Wissenschaftler Videos mit temporärer Okklusionstechnik ein. Inwieweit die in der Interventionsgruppe verbesserte Schlagleistung auf die Intervention zurückzuführen ist bedarf weiterer Untersuchungen, so Breton et al..

Bei Bonato et al. (Bonato et al., 2020) absolvieren jugendliche, erfahrene Tennisspieler ein VT, das über zwölf Wochen aufgebaut ist und im Verlauf komplexer wird. Es werden Verbesserungen in technischer Ausführung und sweet spot (optimaler Treffpunkt des Balles auf den Schläger) gemessen.

Bressan untersucht mit siebzig Amateur-Netzbballspielerinnen den Effekt von verschiedenen visuellen Trainingsmethoden auf sportliche Leistung (Bressan,

2003). Dabei unterscheidet sie „visuell skill training“, „vision coaching“ und „sport vision dynamics“. „Sport vision dynamics“ wird von Bressan als eine Kombination von Augentraining („visuell skill training“) und „visual coaching“ beschrieben. Die Interventionsgruppe „sport vision dynamics“ weist nach fünf Wochen eine Verbesserung der Wurfgenauigkeit und der Wurfgeschwindigkeit auf.

El-Gizawy (El-Gizawy, 2015) untersucht mit dreißig Anfängern den Einfluss von VT auf die Genauigkeit von Angriffschlägen beim Badminton. Sowohl die Interventions- als auch die Kontrollgruppe, die ein Badminton spezifisches Training absolviert, weisen Steigerungen in der Treffgenauigkeit auf. Wobei die Verbesserungen in der Interventionsgruppe signifikanter sind.

Rawstron et al. (Rawstron et al., 2005) machen die Anwendbarkeit und den Effekt von Augentraining zum Thema ihres Reviews. Ausgangspunkt sind die Augenübungen, die der „optometric vision therapy“ zugrunde liegen. Sie beschreiben in ihrem Review die Wirkung von VT auf visuelle Funktionen und geben an, dass sie nur in Bezug auf die Behandlung von Vergenzproblemen Hinweise auf eine Effektivität von Augenübungen finden. In Bezug auf Leistungssteigerung im Sport kommen sie zu dem Schluss, dass einzig mit der Studie von Abernethy und Wood (Wood & Abernethy, 1997) eine kontrollierte Arbeit zum Thema vorliegt. Die danach erschienen Arbeiten zum Thema seien entweder nicht oder in kommerziellen Quellen veröffentlicht. Die Forschung stoße aufgrund der komplexen Ausgangssituation hinsichtlich der Menge an visuellen Fähigkeiten und sportartspezifischen Besonderheiten an ihre Grenzen. Rawstron et al. sehen keinen Beleg für die Wirksamkeit von VT in Bezug auf die Verbesserung von sportlicher Leistung.

Clark et al. (Clark et al., 2020) untersuchen in ihrem Review den Einfluss von VT und Reaktionstraining auf die Leistungssteigerung und Verletzungsreduktion von Athleten. Sie gehen im Grundsatz davon aus, dass VT die neurovisuellen Prozesses sowie Auge-Hand-Koordination, Reaktionszeit und peripheres Sehen auf dem Spielfeld verbessert. Die von Clark et al. inspizierten Studien beziehen Arbeiten mit Geräten wie Dynavision D2® und Tachistoskop mit ein. Die Wissenschaftler kommen zu dem Ergebnis, dass die untersuchten Quellen kein einheitliches Bild liefern. Faktoren wie die Auswahl und Definition von Sportart, Sportlertyp und Art der visuellen Trainingsmethode und deren Zusammenstellung seien essentiell für deren Erfolg. Da weder Schaden noch Nachteile für die Probanden durch VT

beobachtet werden empfohlen Clark et al., VT unter fachkundiger Leitung zur Leistungssteigerung und Prävention durchzuführen.

Der Review von Appelbaum und Erickson (Appelbaum & Erickson, 2018) gibt eine „state of the art“ Übersicht über digitale Trainingstechniken im SVT. Es stehen digitale Geräte zum VT und neuere Ansätze zur Diskussion. Das traditionelle analoge SVT stellen die Autoren aufgrund der ihnen vorliegenden Daten in Frage. Der Grundgedanke, welcher der Struktur des Reviews zugrunde liegt, ist, dass jede Sportart spezifische Anforderungen an visuellen Fähigkeiten stellt. Hinzu kommt die schnelle Entwicklung der digitalen Trainingshilfen. Daraus entwickeln die Autoren eine dichotome Struktur aus „component skill training“, unter Einsatz von digitalen Trainingsgeräten visuelle Fähigkeiten verbessern, und „naturalistic sports training“, dem Transfer der erlernten Fähigkeiten in die Praxis bzw. auf das Spielfeld. Appelbaum und Erickson kommen zu dem Ergebnis, dass randomisierte, kontrollierte Studien eher die Ausnahme als die Regel sind. Visuell-motorisches Reaktionstraining, wie z.B. mit Geräten wie Dynavision D2®, werden kritisch diskutiert. Die erzielten Ergebnisse werden in Frage gestellt, da die Probanden mehrere Interventionen absolvieren und damit die Kausalität nicht eindeutig nachweisbar ist. Die Autoren sehen SVT als ein sich schnell entwickelndes Forschungsfeld, das in Zusammenhang mit Gehirntraining steht und weiterer Studien bedarf.

Tabelle 6: Detailübersicht Interventionen

Autor	Gruppen und Interventionen
(B. Abernethy & Wood, 2001)	VG1: <i>Sports Vision</i> Programm (Revien und Gabor, 1981) VG2: Eyerobics (Revien, 1987) VG3: Aufgezeichnete Matches ansehen und darüber lesen VG4: KG
(Balasaheb et al., 2008)	VG1: Übungen schwingendem Ball, Jonglierstab und Sehringen; Training Tiefenwahrnehmung, Reaktionsübungen, Sehtafeln VG2: Aufgezeichnete Matches ansehen und darüber lesen VG3: KG
(Bonato et al., 2020)	VG1: VT-progessiver Aufbau über 12 Wo. mit Matrial der Sport Science Vision Academy Turin VG2: KG
(Brenton et al., 2019)	VG1: Temporal Occlusion Training VG2: KG
(Bressan, 2003)	VG1: Augenübungen orientiert an Übungen aus der Optometrie VG2: In das sportartspezifische Training integrierte Vision Übungen VG3: Multidisziplinärer Ansatz mit Elementen aus Optometrie, Coaching, Biomechanik, <i>motor control</i> , <i>psychology of perception</i>

Autor	Gruppen und Interventionen
	VG4: KG
(Calder & Kluka, 2009)	VG1: EyeThinkSport – Software zum Training von Peripherem Sehen, Reaktionszeit und Auge Hand Koordination VG2: Placebo- SVT Board Performance
(Clark et al., 2012)	VG1: - VG2: Dynavision D2®, Tachistoscope, Brock String, Eyeport®, Rotary, Stroboskopische Brille, Nah Fern Training und Sakkadentraining
(El-Gizawy, 2015)	VG1: Für die Studie entwickeltes VT VG2: KG
(Feldhacker et al., 2019)	VG1: Dynavision D2® VG2: VT für Reaktionszeit, visuelles Scanning, zentral-periphere Integration, visuo-motorische Koordination, Akkomodation, visuelle Aufmerksamkeit
(Kohmura et al., 2019)	VG1: Schlagtraining mit Ball (Geschwindigkeit Ball 100km/h) VG2: Tracking eines Balles (Geschwindigkeit Ball 100km/h) VG3: Schlagtraining mit Ball (Geschwindigkeit Ball 115km/h) VG4: Tracking eines Balles (Geschwindigkeit Ball 115km/h) VG5: Schlagtraining mit Ball (Geschwindigkeit Ball 100km/h), Flugbahn kurvig VG6: Tracking eines Balles (Geschwindigkeit Ball 100km/h), Flugbahn kurvig
(Liu et al., 2020)	VG1: Dynamic Vision Training - Stroboskopisches Training, okulomotorische und antizipatorische Übungen, Software VG2: Placebo – Grundlagen Übungen (z.B. Muster erkennen), kognitive Wahrnehmungsübungen, Spiele
(Maman & Gaurang, 2011)	VG1: VT – nach Revien & Gabor 1981 (Schwingende Bälle, Brockschnur), Hart Tafeln, Sehtafeln (nah-fern), Tiefenwahrnehmungstraining mit DP-129, Reaction Timer (Lafayeete, Moyart), Auge-Hand-Koordinationstraining VG2: Placebo – aufgezeichnete Tischtennisspiele ansehen, lesen über Tischtennisspiele VG3: KG
(Maman & Gaurang, 2011)	VG1: VT – nach Revien & Gabor 1981 (Schwingende Bälle, Brockschnur), Hart Tafeln, Sehtafeln (nah-fern), Tiefenwahrnehmungstraining mit DP-129, Reaction Timer (Lafayeete, Moyart), Auge-Hand-Koordinationstraining

Autor	Gruppen und Interventionen
	VG2: Placebo – aufgezeichnete Tennisspiele ansehen, lesen über Tennisspiele VG3: KG
(Nimmerichter et al., 2015)	VG1: VT – Videobasiertes VT mit eins zu eins Sequenzen die Interaktion erfordern, Verschlussstechnik (<i>temporal occlusion technique</i>) VG2: KG
(Rezaee et al., 2012)	VG1: VT nach Revien & Gabor (1981) und Basketball Training VG2: VT nach Revien & Gabor (1981) und Tischtennis Training VG3: Basketball Training VG4: Tischtennis Training VG5: VT nach Revien & Gabor (1981) VG6: KG
(Schwab & Memmert, 2012)	VG1: Dynavision D2®, Eyeport®, VPE Software, Hart Tafeln, P-Rotator VG2: KG
(Shalaby, 2019)	VG1: VT für Studie entworfen (Übungen Kopf Fixierung, Übungen für statische und dynamische Sehschärfe, Übungen zum Distanzsehen, visuelle Wahrnehmungsübungen) VG2: KG
(Wood & Abernethy, 1997)	VG1: Übungen aus dem <i>Sports Vision manual: A Visual Enhancement program for the Elite Athlete</i> der AOA (Brockschnur, Übungen zu dynamischer Sehschärfe, Tiefenwahrnehmung, Akkomodation und Vergenz (Konvergenz und Divergenz), tachistisches Training, Sakkaden, Flipper, Marsden Ball) VG2: Placebo – Aufgezeichnete Tennisspiele ansehen, Bücher über Tennis lesen VG3: KG
(Zhou et al., 2020)	<ol style="list-style-type: none"> 1. VG1: VT – dynamisches visuelles Tracking, Aufschlag ausführen, ohne Richtung im Vorfeld zu kennen VG2: KG 2. VG1: VT – dynamisches visuelles Tracking, Aufschlag ausführen, Richtung im Vorfeld bekannt VG2: KG 3. VG1: VT – dynamisches visuelles Tracking modifiziert, Aufschlag ausführen, Richtung im Vorfeld bekannt VG2: kein Tracken, Aufschlag ausführen s.o. VG2: KG 4. Retest nach einem Monat

Quelle: Eigene Darstellung

5.2 Vergleich der Studien (Gemeinsamkeiten, Widersprüche, Abgrenzungen)

In allen Studien werden Ball- bzw. Rückschlagsportarten behandelt. Tabelle 7 gibt eine Übersicht darüber, welche Sportart in wie vielen Studien Thema ist. Mannschaftsportarten mit Wurf- und Schlagelementen wie Baseball, Cricket und Softball machen mehr ein Drittel aller verwendeten Arbeiten aus. Schlägersportarten wie Tennis, Tischtennis und Badminton ebenfalls. Vier Arbeiten behandeln Mannschaftssportarten mit Ball und ohne Schläger. Rezaee et al. sind doppelt erwähnt, unter Schlägersport und Basketball. Dies ist die einzige Studie, in der zwei Sportarten untersucht und die Ergebnisse miteinander verglichen werden.

Tabelle 7: Übersicht über Anzahl und Art der in den Studien behandelten Sportart

Baseball, Cricket, Softball (7)	Schlägersport (7) Tennis, Tischtennis, Badminton	Volleyball, Basketball, Netzbball (4)	Diverse (2) Football, Hockey
Balasaheb et al. (2008)	Abernethy und Wood (2001)	Bressan (2003)	Nimmerichter et al. (2015)
Brenton et al. (2019)	Bonato et al. (2020)	Rezaee et al. (2012)	Schwab und Memmert (2012)
Calder und Kluka (2009)	El-Gizawy (2015)	Shalaby (2019)	
Clark, et al. (2012)	Maman et al. (2011)	Zhou et al. (2020)	
Feldhacker et al. (2019)	Maman und Gaurang (2011)		
Kohmura et al. (2019)	Rezaee et al. (2012)		
Liu et al. (2020)	Wood und Abernethy (1997)		

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 8 zeigt eine Übersicht über die Arbeiten, in denen die Wissenschaftler das Sports Vision Programm von Revien und Gabor (Revien & Gabor, 1981) als Intervention einsetzen. Mit 10 bis 15 Probanden pro Versuchsgruppe ist die Anzahl der Probanden ähnlich. Auch bei den Sportarten handelt es sich zum größten Teil um Rückschlagsportarten. Das Alter der Probanden aller Arbeiten ist vergleichbar. Unterschiede finden sich in Interventionszeitraum und Auswahl der Probanden. Abernethy und Wood (B. Abernethy & Wood, 2001) führen die Interventionen über einen vierwöchigen Zeitraum durch. Maman et al. (Balasaheb et al., 2008), Maman und Gaurang (Maman & Gaurang, 2011) und Rezaee et al. (Rezaee et al., 2012) arbeiten über acht Wochen. Abernethy und Wood sowie Rezaee et al. setzen Nicht-Sportler als Probanden ein während die anderen Wissenschaftler mit erfahrenen Amateuren arbeiten. Die Versuchsaufbauten von Mamam et. Al, Maman und Gaurang und Abernethy und Wood weisen Ähnlichkeiten in den Interventionen der Placebogruppen auf. Alle lassen ihre Placebogruppen Videos ansehen und fachbezogen lesen. Die Ergebnisse unterscheiden sich. Während Abernethy und Wood am Ende des Interventionszeitraumes keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen feststellen und die jeweiligen Verbesserungen in den Gruppen auf eine Testvertrautheit zurückführen, melden Mamam et. al und Maman und Gaurang signifikante Verbesserungen bezogen auf Treffsicherheit, Reaktionszeit und Entscheidungsfindung in der jeweiligen Interventionsgruppe.

Tabelle 8: Übersicht über Arbeiten, in denen in den Interventionsgruppen ein Augen-Training nach Revien und Gabor (1981) durchgeführt wird

Interventionen nach Revien und Gabor (1981)				
	Abernethy und Wood (2001)	Maman et al. (2011)	Maman und Gaurang (2011)	Rezaee et al. (2012)
n =	40	45	30	90
Anzahl VG	4	3	3	6
Sportart	Schlägersport	Tischtennis	Tennis	Basketball, Tischtennis
Sportlertyp	Nicht-Sportler	Amateur	Amateur	Anfänger
Geschlecht	m/w	m/w	m	m
Alter	16-28	18-28	18-25	19-25
Dauer	4 Wo.	8 Wo.	8 Wo.	8 Wo.

Interventionen nach Revien und Gabor (1981)				
Ergebnis	Keine Unterschiede zwischen den Gruppen, Verbesserungen werden auf Testvertrautheit zurückgeführt	Verbesserung Entscheidungen treffen, Treffsicherheit und Tempo	Verbesserung Reaktionszeit, Treffsicherheit und Tempo	Verbesserung Korbleger (Basketball) und Tischtennis Vorhand

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 9 zeigt eine Übersicht über die Arbeiten, in denen die Wissenschaftler das Gerät Dynavision D2® als Intervention einsetzen. Die Studien ähneln sich in Bezug auf die Anzahl der Probanden und den Aufbau mit zwei Versuchsgruppen. Zudem handelt es sich jeweils um Mannschaftssportarten. In drei Arbeiten (Clark et al., 2012; Feldhacker et al., 2019; Liu et al., 2020) wird mit Profisportlern bzw. sehr erfahrenen Amateuren gearbeitet. Die Probanden von Schwab und Memmert (Schwab & Memmert, 2012) haben langjährige Spielerfahrung und sind jugendlich. In Bezug auf Dauer und Einsatz der Intervention unterscheidet sich die Arbeit von Clark et al. zu den anderen Arbeiten. Während in den drei anderen Studien jeweils zwei Versuchsgruppen zur selben Zeit teilnehmen, wird bei Clark et al. ein Baseball-Team über Vor- und Hauptsaison begleitet und ein Vergleich zum Team der Saison des Vorjahres gezogen. Resultate in Form von Verbesserungen sind in allen Studien nachgewiesen und beziehen sich auf Trefferquote und Reaktionszeit.

Tabelle 9: Übersicht über Arbeiten, in denen in den Interventionsgruppen ein Training mit Dynavision D2® durchgeführt wird

Interventionen mit Dynavision D2®				
	Clark, et al. (2012)	Feldhacker et al. (2019)	Liu et al. (2020)	Schwab und Memmert (2012)
n =	Team	21	24	34
Anzahl VG	2	2	2	2
Sportart	Baseball	Softball	Baseball	Hockey
Sportlertyp	Profi	Profi	Amateur	Amateur
Geschlecht	m	w	m	m
Alter	k. A.	18-22	k. A.	12-16
Dauer	Vorsaison Saison	6 Wo.	8,5h bis 10 Wo.	6 Wo.
Ergebnis	Verbesserung: - Batting Average (Schlagdurchschnitt) - Slugging Percentage (Statistik für die Leistung des Schlagmannes)	Verbesserung: - proaktive Reaktionszeit - reaktive Reaktionszeit in beiden VG	Verbesserung: - Abflugwinkel	Verbesserung: - Reaktionszeit - Visuelle Fähigkeiten

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 10 zeigt eine Übersicht über die Arbeiten, in denen die Wissenschaftler temporale Okklusionstechnik als Intervention einsetzen. Im Aufbau mit zwei Versuchsgruppen mit männlichen, erfahrenen Amateursportlern weisen die beiden Studien Gemeinsamkeiten auf. In Bezug auf Versuchsgruppe und Interventionszeitraum gibt es Unterschiede. Brenton et al. (Brenton et al., 2019) arbeiten mit einer kleineren Versuchsgruppe und mit kürzerem Interventionszeitraum als Nimmerichter et al. (Nimmerichter et al., 2015). In beiden Arbeiten werden Verbesserungen hinsichtlich Reaktionszeit gemessen.

Tabelle 10: Übersicht über Arbeiten, in denen Interventionen mit Okklusionstechnik durchgeführt werden

Interventionen mit temporaler Okklusionstechnik		
	Brenton et al. (2019)	Nimmerichter et al. (2015)
n =	12	34
Anzahl VG	2	2
Sportart	Cricket	Football
Sportlertyp	Amateur	Amateur
Geschlecht	m	m
Alter	M=22.2-23.5	18-25
Dauer	4 Wo.	8 Wo.
Ergebnis	Verbesserung <ul style="list-style-type: none"> ○ Antizipation ○ visuelle Reaktionszeit ○ durchschnittliche Trefferquote 	Verbesserung <ul style="list-style-type: none"> ○ Sprinttest (reactive agility) ○ Reaktionszeit ○ Reaktionsgenauigkeit ○ Reaktionskorrektheit

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 11 zeigt eine Übersicht über die Studien, in denen dieselben oder im Ablauf und in den Anforderungen an den Sportler einander ähnliche Sportarten vertreten sind. Unabhängig von den unterschiedlichen Interventionen, sowohl bezogen auf Inhalt, Dauer und Sportlertyp, kommen alle Wissenschaftler zu dem Ergebnis, dass der Einsatz von VT Verbesserungen zur Folge hat. Die Verbesserungen werden in den Bereichen Reaktionszeit, Antizipation, Werfen, Fangen, Schlagen und Entscheidungen treffen gemessen.

Tabelle 11: Übersicht – In den Studien vertretene Sportarten, Art der Intervention und Ergebnis, Teil 1/3

Baseball, Cricket, Softball	Intervention	Ergebnis
Balasaheb et al. (2008)	VG1: VT VG2: Lesen, Video ansehen VG3: KG	○ Verbesserung visuelle Reaktionszeit, gelungene Schläge
Brenton et al. (2019)	VG1: VT VG2: KG	○ Verbesserung Antizipation und visuelle Reaktionszeit
Calder und Kluka (2009)	VG1: EyeThinkSport VG2: Placebo	○ Verbesserung Reaktionszeit, Ball fangen, Entscheidungen treffen, Wurfgenauigkeit
Clark, et al. (2012)	VG1: - VG2: VT	○ Verbesserung Batting Statistic
Feldhacker et al. (2019)	VG1: Dynavision D2® VG2: VT	○ Verbesserung proaktive und reaktive Reaktionszeit
Kohmura et al. (2019)	VG1: Schlagtraining VG2: Tracking VG3: Schlagtraining VG4: Tracking VG5: Schlagtraining VG6: Tracking	○ Verbesserung Pitch nur bei bestimmter Fluggeschwindigkeit
Liu et al. (2020)	VG1: Dynamic Vision Training VG2: Placebo	○ Verbesserung des Abflugwinkels

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 12 zeigt eine Übersicht über die Studien, in denen Schlägersportarten, gemeint sind Sportarten, die mit einem Schläger ausgeführt werden, zugrunde gelegt werden. Abernethy und Wood (B. Abernethy & Wood, 2001; Wood & Abernethy, 1997) sehen keine Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe und führen die gemessenen Verbesserungen auf eine Testvertrautheit zurück. In den anderen in Tabelle 12 aufgeführten Arbeiten werden signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen gemessen und die Verbesserungen auf die Intervention zurückgeführt. Während einige Wissenschaftler (El-Gizawy, 2015; Maman Paul et al., 2011) das visuelle System als Zugang sehen, um Leistungsfähigkeit zu erhöhen, sehen Abernethy und Wood dieses nicht als wesentlichen limitierenden Faktor sondern die Interpretation und die Umsetzung und Nutzung der sportspezifischen Informationen (B. Abernethy & Wood, 2001).

Tabelle 12: Übersicht – In den Studien vertretene Sportarten 2, Art der Intervention und Ergebnis, Teil 2/3

Schlägersport (Tennis, Tischtennis, Badminton)	Intervention	Ergebnis
Abernethy und Wood (2001)	VG1: Sport Vision VG2: Eyerobics VG3: Placebo VG4: KG	<ul style="list-style-type: none"> ○ Keine Unterschiede zwischen den Gruppen ○ Verbesserungen werden auf Testvertrautheit zurückgeführt
Bonato et al. (2020)	VG1: VT VG2: KG	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung sweet spot beim zweiten Aufschlag ○ Kürzere Reaktionszeit und schnellere Bewegungszeit/-ablauf
El-Gizawy (2015)	VG1: VT VG2: KG	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung der Genauigkeit des Angriffsschlages („attack shot“)
Maman et al. (2011)	VG1: VT VG2: Placebo VG3: KG	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Entscheidungen treffen Treffsicherheit und Tempo
Maman und Gaurang (2011)	VG1: VT VG2: KG VG3: Placebo	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Reaktionszeit und Präzision Aufschlag
Rezaee et al. (2012)	VG1: VT Basketball VG2: VT Tischtennis VG3: Basketball VG4: Tischtennis VG5: VT VG6: KG	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Vorhand
Wood und Abernethy (1997)	VG1: VT VG2: Placebo VG3: KG	<ul style="list-style-type: none"> ○ Keine Unterschiede zwischen den Gruppen ○ Verbesserungen werden auf Testvertrautheit zurückgeführt

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 13 zeigt eine Übersicht über die Studien, in denen ein Mannschaftssport mit Ball und ohne Schläger als Ausgangspunkt genommen wird. In allen Arbeiten werden Verbesserungen sportartspezifischer Fähigkeiten nachgewiesen. Die Vorgehensweisen unterscheiden sich: Bressan (Bressan, 2003) forscht mit drei unterschiedlichen Ansätzen des VT. Rezaee et al. (Rezaee et al., 2012) vergleichen, als einzige Forschungsgruppe im Rahmen dieses Reviews, die Auswirkungen der Interventionen im Vergleich zweier Sportarten, Basketball und Tischtennis, miteinander. Shalaby (Shalaby, 2019) wählt einen Aufbau mit jeweils einer Interventions- und Kontrollgruppe, Zhou et al. (Zhou et al., 2020) nutzen einen Aufbau mit sechs Versuchsgruppen. Neben der Arbeit von Feldhacker et al. ist die Arbeit von Zhou et al. die einzige Studie in diesem Review mit einem Follow up nach einem bzw. zwei Monaten.

Tabelle 13: Übersicht – In den Studien vertretene Sportarten 3, Art der Intervention und Ergebnis, Teil 3/3

Volleyball, Basketball, Netzeball	Intervention	Ergebnis
Bressan (2003)	VG1: Sports Vision Dynamics VG2: Visual Coaching VG3: Vision Skill Training VG4: KG	○ Verbesserung Passgenauigkeit
Rezaee et al. (2012)	VG1: VT Basketball VG2: VT Tischtennis VG3: Basketball Training VG4: Tischtennis Training VG5: VT VG6: KG	○ Verbesserung Korbleger
Shalaby (2019)	VG1: VT VG2: KG	○ Verbesserung Aufschlag
Zhou et al. (2020)	Vier Szenarien mit jeweils zwei VG: VG1: VT - Tracking VG2: KG	○ keine Verbesserung bei Schmetterball ○ Verbesserung bei Trefferquote und Genauigkeit ○ Nur VT ohne Bewegungskomponente führt zu keiner Verbesserung ○ Verbesserungen nach einem Monat stark reduziert

Quelle: Eigene Darstellung

In zehn Arbeiten werden Ein- bzw. Ausschlusskriterien, welche die Augen betreffen, festgelegt. Probanden mit Defekten und/oder eingeschränktem Visus werden ausgeschlossen. Dreizehn Studien erfassen eine Baseline und vergleichen in einem Vorher-Nachher-Test die Veränderungen der visuellen Fähigkeiten und Funktionen (Tabelle 14).

Tabelle 14: Übersicht nach Ein- bzw. Ausschlusskriterien der Probanden und im Pre- und Post-Test gemessene visuelle Funktionen

Studie	Auswahlkriterien Augen	Pre um Post-Test Visuelle Funktionen
Abernethy und Wood (2001)	Keine Defekte oder Krankheiten	<ul style="list-style-type: none"> ○ Akkomodation ○ Augenbewegung ○ Konvergenz ○ Phoria ○ Reaktionszeit ○ Sehschärfe ○ Sichtfeld ○ Stereopsis ○ Tiefenwahrnehmung
Balasaheb et al. (2008)	Nur 6/6 Vision, keine Augenkrankheiten oder Brechungsfehler	<ul style="list-style-type: none"> ○ Akkomodation ○ Reaktionszeit ○ Sakkaden ○ Tiefenwahrnehmung
Bonato et al. (2020)	/	/
Brenton et al. (2019)	/	/
Bressan (2003)	Ohne Defekt, korrekte Brille/Linsen	/
Calder und Kluka (2009)	/	<ul style="list-style-type: none"> ○ AHK ○ Akkomodation ○ Periphere Wahrnehmung ○ Sakkaden ○ Tiefenwahrnehmung
Clark, et al. (2012)	/	/
El-Gizawy (2015)	/	<ul style="list-style-type: none"> ○ AHK ○ Fokus ○ Peripheres Sehen ○ Reaktionszeit

Studie	Auswahlkriterien Augen	Pre um Post-Test Visuelle Funktionen
		<ul style="list-style-type: none"> ○ Sehschärfe (statisch, dynamisch) ○ Sichtfeld ○ Tiefenwahrnehmung ○ Tracking
Feldhacker et al. (2019)	/	<ul style="list-style-type: none"> ○ Akkomodation ○ Augendominanz ○ Konfrontation ○ Konvergenz ○ Sakkaden ○ Sehschärfe
Kohmura et al. (2019)	Sehschärfe > 1.0, Brille oder keine Korrektur	<ul style="list-style-type: none"> ○ AHK ○ Sehschärfe dynamisch ○ Tiefenwahrnehmung
Liu et al. (2020)	/	<ul style="list-style-type: none"> ○ Akkomodation ○ Kontrastsehen ○ Reaktionszeit ○ Sehschärfe statisch ○ Wahrnehmungsspanne
Maman et al. (2011)	Nur 6/6 Vision*, keine Augenkrankheiten und Brechungsfehler	<ul style="list-style-type: none"> ○ AHK ○ Akkomodation ○ Reaktionszeit ○ Sakkaden ○ Tiefenwahrnehmung
Maman und Gaurang (2011)	Nur 6/6 Vision*, keine Augenkrankheiten und Brechungsfehler	<ul style="list-style-type: none"> ○ Akkomodation ○ Sakkaden ○ Tiefenwahrnehmung
Nimmerichter et al. (2015)	/	/
Rezaee et al. (2012)	keine Augenkrankheiten und Brechungsfehler	<ul style="list-style-type: none"> ○ AHK ○ Akkomodation ○ Periphere Wahrnehmung ○ Reaktionszeit ○ Sakkaden

Studie	Auswahlkriterien Augen	Pre um Post-Test Visuelle Funktionen
		<ul style="list-style-type: none"> ○ Vergenz
Schwab und Memmert (2021)	Binokulares Sehen	/
Shalaby (2019)	/	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fixieren ○ Reaktionszeit ○ Sakkaden ○ Spontane Augenbewegung ○ Tracking
Wood und Abernethy (1997)	Keine Defekte oder Krankheiten	<ul style="list-style-type: none"> ○ Akkomodation ○ Konvergenz ○ Phoria ○ Reaktionszeit ○ Sehschärfe ○ Sichtfeld ○ Stereopsis ○ Tiefenwahrnehmung
Zhou et al. (2020)	/	/

* 6/6 Vision entspricht 1.0 Visus

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 15 zeigt eine Gesamtübersicht der Ergebnisse der einzelnen Studien. In achtzehn Arbeiten werden Verbesserungen in Bezug zur Forschungsfrage nachgewiesen.

Tabelle 15: Übersicht der Ergebnisse der einzelnen Studien

Autor	Ergebnis	
	Reaktionszeit Entscheidungen treffen Antizipation	Treffsicherheit, Zielgenauigkeit
Abernethy und Wood (2001)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Keine Unterschiede zwischen den Gruppen ○ Verbesserungen werden auf Testvertrautheit zurückgeführt 	
Appelbaum und Erickson (2018)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Autoren sehen große Diskrepanzen in den vorliegenden Studien und stellen das analoge SVT in Frage. 	
Balasaheb et al. (2008)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung visuelle Reaktionszeit und Bewegungszeit 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung gelungene Schläge
Bonato et al. (2020)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Reaktions- und Bewegungszeit kürzer und schneller 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung sweet spot beim zweiten Aufschlag
Brenton et al. (2019)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Antizipation und visuelle Reaktionszeit 	
Bressan (2003)		<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Passgenauigkeit
Calder und Kluka (2009)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Reaktionszeit fangen und Entscheidungen treffen 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Wurfgenauigkeit (Richtung und Distanz)
Clark et al. (2020)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kein einheitliches Bild zu sehen. 	
Clark, et al. (2012)		<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Trefferquote
El-Gizawy (2015)		<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung der Genauigkeit des Angriffsschlages („attack shot“)
Feldhacker et al. (2019)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung proaktive und reaktive Reaktionszeit 	
Kohmura et al. (2019)		<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Pitch nur bei bestimmter Fluggeschwindigkeit
Liu et al. (2020)		<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung des Abflugwinkels
Maman et al. (2011)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Entscheidungen treffen 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Treffsicherheit und Tempo
Maman und Gaurang (2011)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Reaktionszeit 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung der Präzision beim Aufschlag

Autor	Ergebnis	
	Reaktionszeit Entscheidungen treffen Antizipation	Treffsicherheit, Zielgenauigkeit
Nimmerichter et al. (2015)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Sprinttest (reactive agility) ○ Verbesserung Reaktionszeit und -genauigkeit, -korrektheit 	
Rawstron et al. (2005)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Keinen Evidenz für Effekt in o.g. Fähigkeiten. 	
Rezaee et al. (2012)		<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Korbleger (Basketball) und Tischtennis Vorhand
Schwab und Memmert (2021)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Reaktionszeit 	
Shalaby (2019)		<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung Aufschlag
Wood und Abernethy (1997)	<ul style="list-style-type: none"> ○ keine Unterschiede zwischen den Gruppen 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kein Beleg für Vorteil durch VT
Zhou et al. (2020)		<ul style="list-style-type: none"> ○ Keine Verbesserung bei Schmetterball ○ Verbesserung bei Trefferquote und Genauigkeit ○ Nur VT ohne Bewegungskomponente führt zu keiner Verbesserung ○ Verbesserungen nach einem Monat stark reduziert

Quelle: Eigene Darstellung

6 Diskussion

Ziel dieser Masterarbeit ist, themenrelevante Literatur hinsichtlich Analyse des Einsatzes und der Effektivität von VT in Bezug auf Aspekte der sportartspezifischen Leistungsfähigkeit zu identifizieren, einzuordnen und zu bewerten. Im Fokus stehen im Besonderen der Einfluss des VT auf Reaktionszeit, Antizipation und der Fähigkeit, Entscheidungen zu treffen sowie der Effizienz in Bezug auf Ziel- bzw. Treffgenauigkeit. Die Untersuchung ist auf Ballsportarten eingegrenzt. Diese Diskussion dient der Einordnung, Bewertung, und Reflektion der Ergebnisse aus Kapitel 5.

6.1 Ergebnisdiskussion

Nach Abschluss der Untersuchung kann keine allgemeine Aussage über die leistungssteigernde Wirkungsweise durch den Einsatz von VT getroffen werden. In einem Großteil der Studien sind Verbesserungen messbar. Vor allem in Bezug auf Reaktionszeit kann eine Leistungssteigerung durch VT nachgewiesen werden. Signifikante Verbesserungen sind auch im Bereich Treffsicherheit und Wurfgenauigkeit nachgewiesen. Bei näherer Betrachtung wird deutlich, dass die in den Forschungsfragen genannten Fähigkeiten zwar im Wortlaut in den einzelnen Studien zu lesen sind, deren Interpretation und Testung sind allerdings vielfältig. So wird unter Reaktionszeit in den Arbeiten von Balasaheb et al. (Balasaheb et al., 2008), Brenton et al. (Brenton et al., 2019) die visuelle Reaktionszeit angesprochen. Feldhacker et al. (Feldhacker et al., 2019) unterscheiden pro- und reaktive Reaktionszeit, Calder und Kluka (Calder & Kluka, 2009) beziehen die Reaktionszeit auf das Fangen eines Balles. Dementsprechend unterscheiden sich Versuchsaufbauten voneinander. Es werden unterschiedliche Geräte eingesetzt (vgl. Tabelle 9) oder video-basierte Interventionen durchgeführt, wie bei Nimmerichter et al. (Nimmerichter et al., 2015) oder Brenton et al. (Brenton et al., 2019). Ein ähnliches weitreichendes Bild ergibt sich in Bezug auf die Bereiche Antizipation und Entscheidungen treffen. Die Arbeiten der Autoren unterscheiden sich ebenfalls in der Ausgestaltung und Bearbeitung dieser Begriffe bzw. Fähigkeiten. Nimmerichter et al. und Brenton et al. arbeiten mit temporaler Okklusionstechnik. Brenton et al. beziehen sich damit nur auf Antizipation. Nimmerichter et al. kombinieren die Fähigkeit der Antizipation mit der Fähigkeit, Entscheidungen zu treffen. Bei anderen Autoren unterscheidet sich die Art, wie die einzelnen Fähigkeiten gemessen werden: Calder und Kluka (Calder & Kluka, 2009) nutzen eine eigene

Software, Maman Paul et al. (Maman Paul et al., 2011) einen Reaktionstimer, um einen Effekt auf Entscheidungen treffen zu messen. Aufgrund der unterschiedlichen Kontexte in der Verwendung der Begrifflichkeiten und der unterschiedlichen Messmethoden ist eine Vergleichbarkeit der Studien schwierig. Hinzu kommt, dass neben Nimmerichter et al. und Brenton et al., die mit temporaler Okklusionstechnik arbeiten und dadurch einen Bezug zum Spielgeschehen haben, lediglich Zhou et al. (Zhou et al., 2020), Bressan (Bressan, 2003) und Calder und Kluka (Calder & Kluka, 2009) Interventionen einsetzen, die ganz oder teilweise sportartspezifisch sind. Inwieweit die positiven Ergebnisse der einzelnen Studien auf das Spielfeld übertragen werden können wird lediglich bei Clark et al. (Clark et al., 2012) behandelt. Dass ein Transfer auf das Spielfeld nicht oder nicht ausreichend belegt ist steht im Einklang mit Jendrusch (Jendrusch, 2014), der den Effekt der sportartunspezifischen Übungen des VT in Frage stellt. Sickenberger (Sickenberger, 2011) unterscheidet und empfiehlt in diesem Zusammenhang eine Kategorisierung zwischen unspezifischem Sehtraining, sportspezifischem Training und hybridem Training.

In einem großen Teil der vorliegenden Arbeiten, in 13 der 22 Arbeiten, werden positive Ergebnisse in Bezug auf die Ziel- und Treffgenauigkeit vorgelegt. Feldhacker et al. (Feldhacker et al., 2019) geben dazu in ihrer Limitation zu bedenken, dass auch ein Lerneffekt im Lauf der Interventionszeit diese Ergebnisse verfälschen könne. Abernethy und Wood (Abernethy & Wood, 2001; Wood & Abernethy, 1997) verweisen ebenfalls hierauf. Diese Überlegung findet sich auch in weiteren Arbeiten (Rawstron et al., 2005; Schwab & Memmert, 2012) und kann zukünftig Ausgangspunkt für weitere Studien sein. Inwiefern die Verbesserungen, insbesondere bei Schlägen, verallgemeinert werden können steht zur weiteren Diskussion, da die Sportarten zu komplex und Würfe zu unterschiedlich sind. Kohmura et al. (Kohmura et al., 2019) stellen in ihrer Arbeit, in der sie sich auf Baseball beziehen, deutlich heraus, wie unterschiedliche Wurfgeschwindigkeiten und unterschiedliche Flugbahnen des Balles Einfluss auf die Treffgenauigkeit des Pitchers (Schlagmannes) haben. Beide Faktoren werden in weiteren Arbeiten, in denen Baseball eine Rolle spielt, nicht beachtet. Lediglich Brenton et al. (Brenton et al., 2019) weisen in ihrer Limitation darauf hin. Vor dem Hintergrund, dass die Beurteilungsleistung bei kürzerer Zeitdifferenz zwischen Aktionen sinkt (Jendrusch, 2008) sollte der Faktor Zeit in künftigen Studien verstärkt beachtet werden.

Wie in Tabelle 3 zu lesen ist, handelt es sich lediglich bei neun der ausgewerteten Arbeiten um randomisierte, kontrollierte Studien. Hinzu kommt, nach Auswertung der Arbeiten durch die PEDro Skala, dass zwar in vierzehn Arbeiten mit randomisierter Zuordnung der Gruppen gearbeitet wird. Diese Zuordnung zu den Gruppen erfolgt nur in zwei Arbeiten verborgen (Bonato et al., 2020; Feldhacker et al., 2019). Genauso wie die Verblindung der Probanden nur in zwei Studien erfolgt (B. Abernethy & Wood, 2001; Maman Paul et al., 2011). Eine Verblindung der Durchführenden findet in keiner der Studien statt. Dies gibt Grund zur Diskussion in Bezug auf die Einordnung der Ergebnisse und kann bei zukünftigen Studien mit einbezogen werden.

Kohmura et al. (Kohmura et al., 2019) erwähnen in ihrer Diskussion die Diskrepanz zwischen den unterschiedlichen Typen von Probanden. So seien die Resultate bei Clark et al. (Clark et al., 2012) mit Profisportlern erzielt. Die Amateure bei Kohmura et al. erreichen mit dem VT nicht die Verbesserungen, die die Profis bei Clark erzielen. Ähnliches geben auch Bonato et al. (Bonato et al., 2020) am Beispiel erfahrener und unerfahrener Tennisspieler zu bedenken. Die erfahrenen Spieler weisen eine deutlich kürzere reaktive Bewegungszeit als die unerfahrenen Spieler auf. Ähnliche Ergebnisse sind in weiteren Studien zu finden (Ishigaki & Miyao, 1993; Zwierko, 2008). Hier weisen die Forscher bei Sportlern eine kürzere Ansprechzeit („response time“) und bessere Sehschärfe bei hoher Geschwindigkeit als bei Nicht-Sportlern nach. Weitere Forschungen bezüglich der Unterschiede der Lernfähigkeit unterschiedlicher Leistungsstufen sind anzuraten. Dies schreiben auch Clark et al. (Clark et al., 2020) und stellen den Einfluss ungleicher Ausgangskriterien auf die Lernfähigkeit zur Diskussion. Und so ist kritisch zu sehen, dass lediglich in zehn Arbeiten Ein- bzw. Ausschlusskriterium die Augen betreffend angegeben sind und Probanden mit Defekten und/oder eingeschränktem Visus ausgeschlossen werden (vgl. Tabelle 14).

Appelbaum und Erickson weisen in ihrem Review (Appelbaum & Erickson, 2018) darauf hin, dass gerade im Bereich Antizipation die Ergebnisse der Interventionen kritisch zu betrachten sind. Erfahrene Sportler treffen Entscheidungen schneller und genauer als Novizen und können visuelle Informationen besser verarbeiten. Dies führt laut Appelbaum und Erickson zu der Frage, wie mit diesem Wissen, Verbesserungen nach einem VT einzuordnen und zu bewerten sind. Eine Vergleichbarkeit der vorliegenden Studien ist aufgrund der unterschiedlichen Probandentypen schwierig. Noch nicht berücksichtigt sind Geschlecht und Alter. In der Regel sind die Probanden

der vorliegenden Studien männlich und niemand ist älter als 28 Jahre. Inwieweit die Ergebnisse auch auf Menschen >30 Jahren relevant sind bedarf weiterer Untersuchungen.

In diesem Review sind die inspizierten Arbeiten bereits eingegrenzt auf Ball- und Rückschlagsportarten. Zur Diskussion steht, inwieweit eine Eingrenzung auf nur eine Sportart von Vorteil ist, da jede Sportart ihren eigenen „visuellen Fingerabdruck“ (Roe, 2019) hat. Und selbst innerhalb einer Sportart kann noch weiter nach Position differenziert werden, um ein anforderungsspezifisches VT zu konzipieren und dessen Effekt zu untersuchen. In der Studie von Rezaee et al. (Rezaee et al., 2012) wird zwischen zwei Sportarten, Basketball und Tischtennis, unterschieden und unterschiedliche Ergebnisse gemessen. Eine Eingrenzung nach Sportart, Position oder andere Art der Kategorisierung ist Ziel für weitere Forschung.

Allen Studien gemein ist, dass Langzeiteffekte nicht untersucht werden. Nur in zwei Arbeiten ist nach einem bzw. zwei Monaten ein Follow up durchgeführt (Feldhacker et al., 2019; Zhou et al., 2020). Langzeiteffekte sollten in zukünftigen Studien berücksichtigt werden.

Mit der Arbeit von Appelbaum und Erickson (Appelbaum & Erickson, 2018) wird deutlich, dass VT als eigenständige Trainingsform schwer zu definieren ist. Einen allgemeinen Standard gibt es nicht, sondern nur eine Ansammlung von analogen, aus verschiedenen Jahrzehnten stammenden Trainingsprogrammen und Übungen. Hinzu kommt eine steigende Anzahl von digitalen Trainingsgeräten und -programmen. Trainingssteuerung, -dosierung, -anleitung und -durchführung ist ebenso wenig standardisiert wie eine Trainerausbildung. Dies wird von Cordes in ihrer Arbeit bestätigt (Cordes, 2014). In den Interventionen der vorliegenden Studien werden unterschiedliche Arten von VT eingesetzt, wie Programme von Revien und Gabor aus den 1980er Jahren (vgl. Tabelle 8). Allerdings werden diese standardisierten Programme von den Forschern verändert, so dass die Kausalität zwischen Intervention und Ergebnis schwierig nachzuweisen ist. Des Weiteren werden optometrische Augenübungen eingesetzt. Genau wie spezielle selbst kreierte Trainingsformen und gemischte Trainingsformen, die als Vision Coaching bezeichnet werden (vgl. Tabelle 6, Tabelle 9, Tabelle 10). Eine Generalisierung der Studienergebnisse fällt schwer, da die Interventionen derart unterschiedlich in Inhalt, Anwendung und Dosierung sind. Ergänzend stellt die Autorin zur Diskussion, inwieweit bei Anwendung von Geräten kommerzielle und

wirtschaftliche Interessen der Hersteller Einfluss auf Studienverlauf und -ergebnis nehmen.

Die vorliegenden Reviews (B. Abernethy & Wood, 2001; Clark et al., 2020; Rawstron et al., 2005) sind ebenfalls aufgrund unterschiedlicher Ausrichtungen schwer zu vergleichen. Alle kommen allerdings zu dem ähnlichen Ergebnis mangelnder Evidenz in Bezug auf Effektivität von VT. Abernethy und Wood (B. Abernethy & Wood, 2001) und Rawstron et al. (Rawstron et al., 2005) könnten ihre Ergebnisse mit Blick auf eine erweiterte Studienlage überprüfen. Die älteste der identifizierten Arbeiten stammt aus dem Jahr 1997. Die jüngsten Studien sind 2020 veröffentlicht. Mehr als ein Drittel der Arbeiten wurden erst in den Jahren 2019 und 2020 veröffentlicht. Angesichts dieses Anstiegs ist ein erneuter Review durch etablierte Wissenschaftler zu empfehlen.

Unabhängig davon, dass mehr Forscher sich des Themas annehmen, bleiben Herausforderungen im Versuchsaufbau und einer quantitativen Prüfung wie Jendrusch bestätigt (Jendrusch, 2014). Es steht zur Diskussion, inwieweit Forschung in diesem Bereich überhaupt allgemeingültige Aussagen hervorbringen kann.

Die Ergebnisse der Arbeiten liefern ein umfangreiches und zugleich lückenhaftes Bild. Immer wieder gibt es Gemeinsamkeiten bei Aufbau, Inhalt oder Setting (vgl. Tabelle 6-13). Ein Vergleich der Studien untereinander ist schwierig, da entscheidende Kriterien nicht eingegrenzt werden können. Um einen Effekt von VT allgemeingültig zu untersuchen ist dessen Definition nötig. Hier existieren mehrere Konzepte und deren Ausgestaltung hängt maßgeblich von den individuellen Kenntnissen und Erfahrungen des durchführenden Trainers ab. Genauso bleibt die Auswahl der Probanden in Bezug auf die Auswahlkriterien problematisch. Gleiche Ausgangsbedingungen lassen sich nur schwer realisieren. Lösungsansätze dazu sieht die Autorin bei Clark et al. und Jendrusch und Lingelbach (Clark et al., 2012; Jendrusch & Lingelbach, 2010). Clark et al. untersuchen die Leistung eines kompletten Teams und vergleichen diese mit Ergebnissen aus anderen Ligen und der Vorsaison. Jendrusch und Lingelbach entscheiden sich für einen Aufbau mit nur einem Probanden, der ausgeprägte visuelle Fähigkeiten aufweist. Die Resultate geben eine Gesamt- bzw. eine Detailübersicht. Ähnlich verhält es sich mit der Eingrenzung auf eine Sportart. Sportarten sind komplex und demnach ist ein Ansatz erforderlich, der entweder sportartspezifisch ist oder Rückschlüsse auf allgemeine Fähigkeiten zulässt. Hinzu kommt die geringe Anzahl an Probanden. An 19 Studien haben insgesamt 765 Probanden teilgenommen.

Mit Blick auf die Forschungsfragen kann abschließend keine allgemeine Aussage über die leistungssteigernde Wirkungsweise von VT getroffen werden. Die einzelnen Nachweise für die Reduktion der Reaktionszeit und die Verbesserung der Treffsicherheit lassen keinen Rückschluss auf die Effektivität eines VT in anderen Kontexten, Sportarten oder Settings zu. Allerdings geben die Ergebnisse Hinweise darauf, dass die Interventionen positive Effekte zur Folge haben. In keiner Studie werden Schäden oder Nachteile beobachtet. Daher schließt die Autorin sich der Empfehlung von Clark et al. (Clark et al., 2020) an, dass VT unter fachkundiger Anleitung durchgeführt, das bestehende Training sowohl im Amateur- als auch im Profisport ergänzen und bereichern kann.

6.2 Methodendiskussion und Limitation

Dieser Review weist mehrere Limitationen auf. Die Konzeption der Suchstrings für die verschiedenen Datenbanken bedarf einer Überarbeitung. Dabei müssen sowohl Synonyme für VT wie z.B. eye exercise, sowie deren Unterbegriffe wie accommodation, saccade, depth perception, mit einbezogen werden. Dies gilt ebenso für die Outcome Kriterien. Hier ist im Verlauf der Arbeit deutlich geworden, dass eine einfache Übersetzung der Begriffe Treffsicherheit, Zielgenauigkeit, Reaktionszeit, Antizipation in die englische Sprache nicht ausreichend ist. Eine sportartspezifische Übersetzung bzw. sportartspezifische Terminologie sollte bei weiteren Arbeiten beachtet werden (z.B. batting statistic, slugging statistic), um geeignete Studien zu identifizieren. Die teilweise geringe methodische Qualität der identifizierten Arbeiten und der geringe oder nicht vorhandene Impact Factor der Quellen sind eine weitere Limitation. Die unterschiedlichen Definitionen von VT führen dazu, dass die Ergebnisse sich nur begrenzt gegenüberstellen lassen. Dies kann durch die Eingrenzung auf spezifische Aspekte des VT oder eine standardisierte Methode optimiert werden. Die Sichtung, Bearbeitung und Beurteilung wurde nur von der Autorin durchgeführt. Eine Kontrolle oder Mitwirkung von weiteren Personen, die mehr Erfahrung im Bereich wissenschaftliches Arbeiten aufweisen, kann Diskrepanzen aufdecken. Eine Stärke dieser Arbeit ist die umfassende Recherche und Materialsammlung, die für weitere Arbeiten wertvolle Grundlagen bietet.

7 Fazit

Obwohl VT bereits seit mehreren Jahrzehnten im Ballsport praktiziert wird ist die Datenlage noch gering. Seit Anfang des Jahrtausends ist ein deutlicher Anstieg der Studienanzahl zu verzeichnen. Dieser Review gibt eine Übersicht über die Nachweise zu Leistungssteigerung im Sport durch VT seit 1997. In mehreren Arbeiten konnten die Forscher Verbesserungen nachweisen. Diese beziehen sich auf kognitive Fähigkeiten sowie auf sportartspezifische Fähigkeiten. Vor allem in Bezug auf Reaktionszeit kann eine Leistungssteigerung durch VT nachgewiesen werden. Signifikante Verbesserungen sind auch im Bereich Treffsicherheit und Wurfgenauigkeit nachgewiesen. Die Verbesserungen sind häufig zu beobachten, wenn VT mit einem sportartspezifischen Training kombiniert wird. Im Allgemeinen weisen die Studien allerdings methodische Schwächen auf und unterscheiden sich in Inhalt und Aufbau. Die Ausgestaltung des VT in den vorliegenden Arbeiten variiert. Die Ergebnisse sind deshalb nur begrenzt vergleichbar, eine Verallgemeinerung der Ergebnisse nicht möglich. Der Transfer der Leistungssteigerung auf das Spielfeld wird kaum thematisiert und stellt die in den Interventionen erzielten Ergebnisse zur Diskussion. Um eine Generalisierbarkeit der Ergebnisse zu erreichen sind verschiedene Szenarien denkbar. Für zukünftigen Studien können standardisierte VT konzipiert werden und die Sportart mit ihrem visuellen Anforderungsprofil stärker eingrenzt werden. Ebenso kann eine Beobachtung von großen Probandengruppen, wie z.B. Sportteams, über einen längeren Zeitraum, z.B. zwei Spielzeiten, verwertbare Ergebnisse liefern. Zeitgleich können weitere Fragen Ausgangspunkt für Forschung sein: Welche visuellen Fähigkeiten sind in spezifischen Sportsituationen nötig? Wie werden sie gezielt stimuliert und verbessert? Wie ist die Ausgangssituation bezogen auf Fähigkeiten bei den Versuchspersonen, kennen sie VT bereits, auf welchem Level sind die sportlichen Fähigkeiten, wie sind die Möglichkeiten der Verarbeitung der Reize? Wie passiert im menschlichen Gehirn die Umsetzung von visuellem Reiz und motorischer Reaktion? Welche Rolle spielt die Neuroplastizität in diesem Zusammenhang?

Der Anstieg der Anzahl von Veröffentlichungen und angekündigten Studien in den letzten Jahren deutet darauf hin, dass zukünftig mit weiteren Ergebnissen zu rechnen ist. Die steigende Popularität des Themas wird ebenfalls dazu

beitragen. Bis weitere Ergebnisse vorliegen kann VT in der Praxis angewandt werden.

Literaturverzeichnis

- Abernethy, B., & Wood, J. M. (2001). Do generalized visual training programmes for sport really work? An experimental investigation. *Journal of Sports Sciences, 19*(3), 203–222. <https://doi.org/10.1080/026404101750095376>
- Abernethy, Bruce. (1986). Enhancing sports performance through clinical and experimental optometry. *Clinical and Experimental Optometry, 69*(5), 189–196. <https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.1986.tb04589.x>
- Abernethy, Bruce, Wood, J. M., & Parks, S. (1999). Can the Anticipatory Skills of Experts Be Learned by Novices? *Research Quarterly for Exercise and Sport, 70*(3), 313–318. <https://doi.org/10.1080/02701367.1999.10608050>
- Appelbaum, L. G., & Erickson, G. (2018). 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>
- Appelbaum, L. G., Schroeder, J. E., Cain, M. S., & Mitroff, S. R. (2011). Improved Visual Cognition through Stroboscopic Training. *Frontiers in Psychology, 2*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00276>
- Applegate, R. A., & Applegate, R. A. (1992). Set shot shooting performance and visual acuity in basketball. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry, 69*(10), 765–768. <https://doi.org/10.1097/00006324-199210000-00004>
- Ärzteblatt, D. Ä. G., Redaktion Deutsches. (1999, April 9). *Wieviel Auge braucht der Sport?* Deutsches Ärzteblatt. <https://www.aerzteblatt.de/archiv/16477/Wieviel-Auge-braucht-der-Sport>
- Baker, J., Cote, J., & Abernethy, B. (2003). Sport-Specific Practice and the Development of Expert Decision-Making in Team Ball Sports. *Journal of Applied Sport Psychology, 15*(1), 12–25. <https://doi.org/10.1080/10413200305400>
- Balasaheb, T., Maman, P., & Js, S. (2008). THE IMPACT OF VISUAL SKILLS TRAINING PROGRAM ON BATTING PERFORMANCE IN CRICKETERS. *Serbian Journal of Sports Sciences, 2*(1), 17–23.
- Bellebaum, C., Thoma, P., & Daum, I. (2012). Visuelle Wahrnehmung: Was, Wo und Wie. In C. Bellebaum, P. Thoma, & I. Daum (Hrsg.), *Neuropsychologie* (S. 31–46). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-94108-0_2
- Bonato, M., Gatti, C., Rossi, C., Merati, G., & La Torre, A. (2020). Effects of visual training in tennis performance in male junior tennis players: A randomized controlled trial. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 60*(3).

<https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.10218-6>

Brenton, J., Müller, S., & Harbaugh, A. G. (2019). Visual-perceptual training with motor practice of the observed movement pattern improves anticipation in emerging expert cricket batsmen. *Journal of Sports Sciences*, 37(18), 2114–2121.

<https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1621510>

Bressan, E. (2003). Effects of visual skills training, vision coaching and sports vision dynamics on the performance of a sport skill. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*, 9. <https://doi.org/10.4314/ajpherd.v9i1.24590>

Calder, S. L., & Kluka, D. A. (2009). THE EFFICACY OF THE EYETHINKSPORT TRAINING SOFTWARE PROGRAMME ON SOUTH AFRICAN HIGH SCHOOL CRICKETERS. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*, Vol. 15(1), 44–61.

Clark, J. F., Betz, B., Borders, L., Kuehn-Himmler, A., Hasselfeld, K., & Divine, J. (2020). Vision Training and Reaction Training for Improving Performance and Reducing Injury Risk in Athletes | Journal of Sports and Performance Vision. *Journal of Sports and Performance Vision*, Vol 1(1). <https://doi.org/10.22374/jspv.v2i1.4>

Clark, J. F., Ellis, J. K., Bench, J., Khoury, J., & Graman, P. (2012). High-Performance Vision Training Improves Batting Statistics for University of Cincinnati Baseball Players. *PLOS ONE*, 7(1), e29109.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029109>

Clark, J. F., Graman, P., & Ellis, J. K. (2015). *Depth Perception Improvement in Collegiate Baseball Players with Vision Training*. 3(2), 10.

Cordes, J. (2014). *Zur Effektivität von Sports Vision Training*. <https://hss-opus.ub.ruhr-uni-bochum.de/opus4/frontdoor/index/index/year/2018/docId/3907>

Cordes, J., Jendrusch, G., & Platen, P. (2014). *Effectiveness of sports vision training*.

Dr. Wiewelhove, T. (2017). *Progressives Athletiktraining zur Entwicklung und Verbesserung der „Agility“*. <https://www.bdf.de/images/Wiewelhove.pdf>

Du Toit, P. J., Krüger, P. E., Fowler, K. F., Govender, C., & Clark, J. (2010).

Influence of sports vision techniques on adult male rugby players. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*, 16(3).

<https://doi.org/10.4314/ajpherd.v16i3.60931>

du Toit, P., Kruger, E., & Neves, R. (2007). EXERCISE, PERFORMANCE AND SPORTS VISION TESTING. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*, 140–149.

El-Gizawy, H. (2015). Effect of Visual Training on Accuracy of Attack Shots Performance in Badminton. *Journal of Applied Sport Science*, 5(4).

Erickson, G. (2020). *Sports vision*. Elsevier.

- Feldhacker, D., Molitor, W., Athmann, A., Boell, M., Kaiser, A., Musch, A., & Willhite, L. (2019). Efficacy of High-performance Vision Training on Improving the Reaction Time of Collegiate Softball Athletes: A Randomized Trial. *Journal of Sports Medicine and Allied Health Sciences: Official Journal of the Ohio Athletic Trainers' Association*, 4(3). <https://doi.org/10.25035/jsmahs.04.03.06>
- Fullerton, H. S. (2006). *FROM THE ARCHIVE Why Babe Ruth is the Greatest Home-Run Hitter*. Popular Science. <https://www.popsci.com/scitech/article/2006-10/archive-why-babe-ruth-greatest-home-run-hitter/>
- Gralla, V. (2007). *zur Erlangung des Grades eines Doktors der Sportwissenschaft (Dr. Sportwiss.) im Fach Sportmedizin*. RU Bochum.
- Hadlow, S., Panchuk, D., Mann, D., Portus, M., & Abernethy, B. (2018). Modified perceptual training in sport: A new classification framework. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.01.011>
- Helveston, E. M. (2005). Visual Training: Current Status in Ophthalmology. *American Journal of Ophthalmology*, 140(5), 903–910. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2005.06.003>
- Hülsdünker, T., Gunasekara, N., & Mierau, A. (2020a). Short- and Long-Term Stroboscopic Training Effects on Visuomotor Performance in Elite Youth Sports. Part 1: Reaction and Behavior. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002541>
- Hülsdünker, T., Gunasekara, N., & Mierau, A. (2020b). Short- and Long-Term Stroboscopic Training Effects on Visuomotor Performance in Elite Youth Sports. Part 2: Brain–Behavior Mechanisms. *Medicine & Science in Sports & Exercise, Publish Ahead of Print*. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002543>
- Hülsdünker, T., Ostermann, M., & Mierau, A. (2019). The Speed of Neural Visual Motion Perception and Processing Determines the Visuomotor Reaction Time of Young Elite Table Tennis Athletes. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 13, 165. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2019.00165>
- Hülsdünker, T., Rentz, C., Ruhnow, D., Käsbauer, H., Strüder, H. K., & Mierau, A. (2019). The Effect of 4-Week Stroboscopic Training on Visual Function and Sport-Specific Visuomotor Performance in Top-Level Badminton Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(3), 343–350. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0302>
- Hülsdünker, T., Strüder, H. K., & Mierau, A. (2017). Visual Motion Processing Suberves Faster Visuomotor Reaction in Badminton Players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49(6), 1097–1110. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001198>
- Hülsdünker, T., Strüder, H. K., & Mierau, A. (2018). The athletes' visuomotor

- system—Cortical processes contributing to faster visuomotor reactions. *European Journal of Sport Science*, 18(7), 955–964.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1468484>
- Ishigaki, H., & Miyao, M. (1993). Differences in Dynamic Visual Acuity between Athletes and Nonathletes. *Perceptual and Motor Skills*, 77, 833–839.
<https://doi.org/10.2466/pms.1993.77.3.835>
- Jamara, R., Potaznick, W., & Matjucha, I. (2008). Low vision rehabilitation for a target-shooting marksman with visual field loss and diplopia. *Optometry (St. Louis, Mo.)*, 79, 235–240. <https://doi.org/10.1016/j.optm.2007.06.014>
- Jendrusch. (2016). Visuelles System und Training im Sport ein Überblick—PDF Kostenfreier Download. *DOZ: Deutsche Optikerzeitung*, 2/2016, S. 45-49.
<https://docplayer.org/33589995-Visuelles-system-und-training-im-sport-ein-ueberblick.html>
- Jendrusch, G. (2008). Leistungen des visuellen Systems im Sport. *Zeitschrift für praktische Augenheilkunde*, 29, 239–247.
- Jendrusch, G. (2011). Dynamisches Sehen im Sport. *Aktuelle Kontaktologor*, 18.
- Jendrusch, G. (2014). *Wahrnehmung und Sehtraining im Sport*. 23, 12–14.
- Jendrusch, G. (2019). Visuelle Leistungsfähigkeit in den Rückschlagsportarten – Bedeutung, Diagnostik und Intervention. *Sports Orthopaedics and Traumatology*, 35(1), 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.orthtr.2019.01.008>
- Jendrusch, G., & Lingelbach, B. (2010). *Optometrie*. 3.
- Kirschen, D., & Laby, D. (2011). The Role of Sports Vision in Eye Care Today. *Eye & contact lens*, 37. <https://doi.org/10.1097/ICL.0b013e3182126a08>
- Knudson, D., & Kluka, D. A. (1997). The Impact of Vision and Vision Training on Sport Performance. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 68(4), 17–24. <https://doi.org/10.1080/07303084.1997.10604922>
- Kohmura, Y., Nakata, M., Kubota, A., Aoba, Y., Aoki, K., & Murakami, S. (2019). Effects of Batting Practice and Visual Training Focused on Pitch Type and Speed on Batting Ability and Visual Function. *Journal of Human Kinetics*, 70, 5–13.
<https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0034>
- Koppelaar, H., Kordestani Moghadam, P., Khan, K., Kouhkani, S., Segers, G., & Warmerdam, M. van. (2019). Reaction Time Improvements by Neural Bistability. *Behavioral Sciences*, 9(3), 28. <https://doi.org/10.3390/bs9030028>
- Laby, D., & Kirschen, D. (2018). *A New Model for Sports and Performance Vision*. 4(2), 7.
- Laby, D. M., Kirschen, D. G., Govindarajulu, U., & DeLand, P. (2018). The Hand-eye Coordination of Professional Baseball Players: The Relationship to Batting.

- Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 95(7), 557–567. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001239>
- Laby, D. M., Kirschen, D. G., & Pantall, P. (2011). The Visual Function of Olympic-Level Athletes—An Initial Report. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*, 37(3), 116–122. <https://doi.org/10.1097/ICL.0b013e31820c5002>
- Laukkanen, H., & Rabin, J. (2006). A prospective study of the EYEPORT Vision Training System. *Optometry - Journal of the American Optometric Association*, 77(10), 508–514. <https://doi.org/10.1016/j.optm.2006.06.008>
- Liu, S., Ferris, L. M., Hilbig, S., Asamoah, E., LaRue, J. L., Lyon, D., Connolly, K., Port, N., & Appelbaum, L. G. (2020). Dynamic vision training transfers positively to batting practice performance among collegiate baseball batters. *Psychology of Sport & Exercise*, 51, N.PAG-N.PAG. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=146361015&lang=de&site=ehost-live>
- Mahomed, A. F., Kleynhans, M., Govender, C., & Du Toit, P. J. (2013). The effect of sports vision exercises on the visual skills of university students. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie*, 32(1). <https://doi.org/10.4102/satnt.v32i1.842>
- Maman, P., & Gaurang, S. (2011). THE EFFECT OF VISION TRAINING ON PERFORMANCE IN TENNIS PLAYERS. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 5(1), 11–16.
- Maman Paul, Jaspal Singh Sandhu, & Sandeep Kumar Biswas. (2011). ROLE OF SPORTS VISION AND EYE HAND COORDINATION TRAINING IN PERFORMANCE OF TABLE TENNIS PLAYERS. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 5(2), 106–116.
- Mitroff, S., Friesen, P., Bennett, D., Yoo, H., & Reichow, A. (2013). Enhancing Ice Hockey Skills Through Stroboscopic Visual Training: A Pilot Study. *Athletic Training & Sports Health Care*, 5, 261–264. <https://doi.org/10.3928/19425864-20131030-02>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, T. P. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Nascimento, H., Martinez-Perez, C., Alvarez-Peregrina, C., & Sánchez-Tena, M. Á. (2020). Citations Network Analysis of Vision and Sport. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(20). <https://doi.org/10.3390/ijerph17207574>
- Nimmerichter, A., Weber, N. J. R., Wirth, K., & Haller, A. (2015). Effects of Video-Based Visual Training on Decision-Making and Reactive Agility in Adolescent

Football Players. *Sports (Basel, Switzerland)*, 4(1).
<https://doi.org/10.3390/sports4010001>

Nuri, L., Shadmehr, A., Ghotbi, N., & Attarbashi Moghadam, B. (2013). Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport. *European Journal of Sport Science*, 13(5), 431–436.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2012.738712>

PEDro Statistik—PEDro. (2021). PEDro.org.au.
<https://pedro.org.au/german/learn/pedro-statistics/>

Rawstron, J. A., Burley, C. D., & Elder, M. J. (2005). A Systematic Review of the Applicability and Efficacy of Eye Exercises. *Journal of Pediatric Ophthalmology & Strabismus*, 42(2), 82–88. <https://doi.org/10.3928/01913913-20050301-02>

Revien, L., & Gabor, M. (1981). *Sportsvision: Dr. Revien's eye exercise program for athletes*. Workman Pub.

Rezaee, M., Ghasemi, A., & Momeni, M. (2012). Visual and athletic skills training enhance sport performance. *European Journal of Experimental Biology*, 2(6), 8.

Rodrigues, P. (2020). Sports Vision: Influence on Athlete's Performance. *Acta Scientific Ophthalmology*, 3(5), 61–68. <https://doi.org/10.31080/ASOP.2020.03.0118>

Roe, M. (2019). *Sports Vision Performance*. 85.

rtps94. (2020, Mai 20). *Eyrobics (1987)*.
<https://www.youtube.com/watch?v=UeCg4Q31NLY>

Schmid-Fetzer, U., & Lienhard, L. (2018). *Neuroathletiktraining: Grundlagen und Praxis des neurozentrierten Trainings* (1. Edition). Richard Pflaum Verlag GmbH & Co. KG.

Schnell, D. (1999). Wieviel Auge braucht der Sport? *Deutsches Ärzteblatt*, 11.
<https://www.aerzteblatt.de/archiv/16477/Wieviel-Auge-braucht-der-Sport>

Schwab, S., & Memmert, D. (2012). The impact of a sports vision training program in youth field hockey players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11, 624–631.

Shalaby, M. (2019). Effects of Visual Exercises on Improving the Serve Performance Level for Junior Volleyball Female Players. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 23, 821–840. <https://doi.org/10.37200/IJPR/V23I6/PR190850>

Sickenberger, W. (2011). Trainierbarkeit der visuellen Wahrnehmung im Sport /// Visual Performance in Sports Vision Training. *Deutsche Optiker Zeitung (DOZ)*.

Stine, C. D., & Arterburn, M. R. (1981). *Vision and sports: A review of the literature*. 29.

Unsere Ziele. (2021). <http://www.bvkt.de>. <http://www.bvkt.de/der-verband/>

Vera, J., Molina, R., Cárdenas, D., Redondo, B., & Jiménez, R. (2020). Basketball free-throws performance depends on the integrity of binocular vision. *European*

Journal of Sport Science, 20(3), 407–414.

<https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1632385>

Williams, A. M., Ward, P., Smeeton, N. J., & Allen, D. (2004). Developing Anticipation Skills in Tennis Using On-Court Instruction: Perception versus Perception and Action. *Journal of Applied Sport Psychology*, 16(4), 350–360.

<https://doi.org/10.1080/10413200490518002>

Wood, J. M., & Abernethy, B. (1997). An Assessment of the Efficacy of Sports Vision Training Programs. *Optometry and Vision Science*, 74(8), 646–659.

<https://doi.org/10.1097/00006324-199708000-00026>

Zhou, Y., Chen, C.-T., & Muggleton, N. G. (2020). The effects of visual training on sports skill in volleyball players. *Progress in Brain Research*, 253, 201–227.

<https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2020.04.002>

Zwierko, T. (2008). Differences in Peripheral Perception between Athletes and Nonathletes. *Journal of Human Kinetics*, 19(1). <https://doi.org/10.2478/v10078-008-0004-z>

Anhang

Auswertung der Studien nach PEDro Skala

Fragen der PEDro Statistik (*PEDro Statistik - PEDro, 2021*)

1. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert
2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)
3. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen
4. Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich
5. Alle Probanden waren geblindet
6. Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet
7. Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet
8. Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen
9. Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert
10. Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet
11. Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome

Autor	Fragen 1-11											Gesamt
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Abernethy und Wood (2001)	x	x	o	x	x	o	o	x	x	x	x	8/11
Appelbaum und Erickson (2018)	Review											
Balasaheb et al. (2008)	x	x	o	o	o	o	o	x	x	x	x	6/11
Bonato et al. (2020)	x	x	x	x	o	o	o	x	o	x	x	7/11
Brenton et al. (2019)	x	x	o	x	o	o	o	x	x	x	o	6/11
Bressan (2003)	x	x	o	x	o	o	o	x	x	x	o	6/11
Calder und Kluka (2009)	x	o	o	o	o	o	o	o	o	x	o	2/11
Clark et al. (2020)	Review											
Clark, et al. (2012)	Nicht zutreffend aufgrund des Aufbaus der Studie								x	x	o	2/11
El-Gizawy (2015)	o	x	o	o	o	o	o	x	x	x	x	5/11
Feldhacker et al. (2019)	x	x	x	o	o	o	x	x	x	x	o	7/11
Kohmura et al. (2019)	x	o	o	x	o	o	o	x	x	x	x	6/11
Liu et al. (2020)	o	x	o	x	o	o	o	x	x	x	x	6/11
Maman et al. (2011)	x	x	o	x	x	o	o	o	o	x	x	6/11
Maman und Gaurang (2011)	x	x	o	o	o	o	o	x	x	x	x	6/11
Nimmerichter et al. (2015)	x	x	o	x	o	o	o	o	o	x	o	4/11
Rawstron et al. (2005)	Review											

Rezaee et al. (2012)	x	x	o	o	o	o	o	o	o	x	x	4/11
Schwab und Memmert (2021)	x	x	o	x	o	o	o	o	o	x	x	5/11
Shalaby (2019)	o	o	o	x	o	o	o	x	x	x	x	5/11
Wood und Abernethy (1997)	x	o	o	x	o	o	o	x	x	x	x	6/11
Zhou et al. (2020)	x	x	o	x	o	o	o	o	x	x	o	5/11
x = trifft zu o = trifft nicht zu												