

Zum Einfluss von Visual- und  
Koordinationstraining auf die schulische  
Leistungsfähigkeit bei Grundschüler\*innen mit  
Lernschwächen und Aufmerksamkeitsdefiziten

Bachelorarbeit

Von

Sarah Wagner

Deutsche Sporthochschule Köln

Köln 2023

**Betreuer\*in:** Dr. Isabel Stolz, Institut für Bewegungs- und Neurowissenschaften

## **Eidesstaatliche Versicherung**

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen meiner Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken und Quellen entnommen sind, habe ich unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Dasselbe gilt sinngemäß für Tabellen, Karten und Abbildungen. Diese Arbeit habe ich in gleicher oder ähnlicher Form oder auszugsweise nicht im Rahmen einer anderen Prüfung eingereicht.

S. Wagns

---

Köln, den 25.04.2023

## **Abstract**

This study aimed to examine the improvement of a visual- and coordination training intervention on the school performance on primary school aged children with learning disorder and attention deficits. It is being proved, that children with learning and attention difficulties show deficits in their visual system and further visumotoric (Granet et al., 2005; Maron et al., 2021; Redondo et al., 2020; Ziereis & Jansen, 2014). 118 subjects participated in the project *kids for success* which was consulted to answer the research question. The kids trained twice a week for a timeframe of one school year. To measure the improvement of the intervention they had a pre- and post-diagnostic at the beginning and end of the training intervention including five different tests. The tests were used to measure the ocular motility, binocular vision and motor skills, divided in the eye-hand-coordination and eye-foot-coordination. To evaluate the data a paired t-test was carried out to compare the mean scores between the two different diagnosis. Nearly all of the results showed significant changes in the mean scores between pre- and post-diagnosis, except three out of four parameters testing the negative and positive vergence. The results of the present study showed that primary school aged children with learning disorders and attention deficits improved their visumotoric, motility and fusional vergence at near distance. Because of the complexity to measure the academic performance within its different predictors, the results of the present study can only give some conclusions about the impact of the used trainings intervention on academic performance. Based on previous studies it can be assumed that visual- and coordination training can increase the reading and writing performance, including a higher attention span. This study can be used as an explorative research to investigate new training based approaches to improve the academic performance of children with learning disorder and attention deficits.

# Inhaltsverzeichnis

Eidesstaatliche Versicherung .....	3
Abstract .....	4
Abkürzungsverzeichnis.....	6
Abbildungsverzeichnis.....	9
Tabellenverzeichnis .....	10
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Visuelle Grundfähigkeiten .....</b>	<b>12</b>
2.1 Sehfähigkeit.....	12
2.1.1 Anatomie der Augen.....	13
2.1.2 Der Vorgang des Sehens .....	15
2.2 Augenfunktionen.....	16
2.2.1 Motilität .....	17
2.2.1.1 Fixation.....	18
2.2.1.2 Sakkaden .....	19
2.2.2 Binokularsehen.....	20
2.2.3 Vergenzen.....	20
2.3 Visumotorik .....	21
2.4 Visualtraining .....	23
<b>3. Stand der Forschung .....</b>	<b>24</b>
<b>4. Forschungsfrage.....</b>	<b>27</b>
<b>5. Methodik.....</b>	<b>27</b>
5.1 Projekt Kids for Success.....	28
5.2 Stichprobe.....	28
5.3 Untersuchungsdesign .....	29
5.4 Untersuchungsablauf.....	29
5.5 Trainingsintervention .....	33
<b>6. Auswertung .....</b>	<b>33</b>
<b>7. Ergebnisdiskussion .....</b>	<b>40</b>
7.1 Methodendiskussion .....	47
7.2 Limitationen .....	49
<b>8. Fazit und Ausblick.....</b>	<b>50</b>
<b>9. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>52</b>
<b>10. Anhang.....</b>	<b>61</b>

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ADHS	Aufmerksamkeitsdefizit- /Hyperaktivitätsstörung
BI	Base In
BIRec	Base In Recovery
BO	Base Out
BORec	Base Out Recovery
BVA	Binocular Vision Assessment
BVABI_T0	BVA Base In pre-Diagnostik
BVABI_T1	BVA Base In post-Diagnostik
BVABIRec_T0	BVA Base In Recovery pre-Diagnostik
BVABIRec_T1	BVA Base In Recovery post-Diagnostik
BVABO_T0	BVA Base Out pre-Diagnostik
BVABO_T1	BVA Base Out post-Diagnostik
BVABORec_T0	BVA Base Out Recovery pre-Diagnostik
BVABORec_T1	BVA Base Out Recovery post-Diagnostik
BVKT e.V.	Bundesverband für visuelles & kognitives Training e.V.
Diff	Differenz der Messwerte pre- und post-Diagnostik
et al.	Et alii (lateinisch: und andere)
FiL_T0	Fitlight Lichteranzahl pre-Diagnostik

FiL_T1	Fitlight Lichteranzahl post-Diagnostik
FiF_T0	Fitlight Fehlerquote pre-Diagnostik
FIF_T1	Fitlight Fehlerquote post-Diagnostik
Fri_T0	Frisbee pre-Diagnostik
Fri_T1	Frisbee post-Diagnostik
ICD-10	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
KB_T0	Koordinationsleiter Bahnen pre-Diagnostik
KB_T1	Koordinationsleiter Bahnen post-Diagnostik
KF_T0	Koordinationsleiter Fehler pre-Diagnostik
KF_T1	Koordinationsleiter Fehler post-Diagnostik
KiDeZ_T0	King Devick Zeit pre-Diagnostik
KiDeZ_T1	King Devick Zeit post-Diagnostik
KiDeF_T0	King Devick Fehlerquote pre-Diagnostik
KiDeF_T1	King Devick Fehlerquote post-Diagnostik
M	Mittelwert
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
Pdbt	Prismendioptrie
S.	Seite
SD	Standardabweichung
Sig.	Signifikant

Tab.

Tabelle

WHO

World Health Organization

## Abbildungsverzeichnis

Abb.1. Äußere Augenmuskeln (ohne M. obliquus inferior) .....	13
Abb. 2. Horizontalschnitt durch das Auge .....	14
Abb. 3. Projektion eines fixierten Objektes innerhalb der Netzhauthälften ...	16
Abb. 4. sig. Mittelwertunterschiede Fitlight.....	36
Abb. 5. sig. Mittelwertunterschiede Koordinationsleiter .....	37
Abb. 6. sig. Mittelwertunterschied Frisbee .....	37
Abb. 7. keine sig. Mittelwertunterschiede BI und BIRec .....	38
Abb. 8. sig. Mittelwertunterschied BO und kein sig. Mittelwertunterschied BORec.....	39
Abb. 9. sig. Mittelwertunterschiede King Devick .....	39
Abb.10. Übung Löffel-Perle.....	67

## **Tabellenverzeichnis**

Tab. 1. Mittelwerte und Standardabweichungen der Diagnostiken.....	34
Tab. 2. P-Werte der Normalverteilungsprüfung .....	35

## 1. Einleitung

Der Übergang vom Kindergarten in die Schule stellt Kinder vor unterschiedliche Herausforderungen. Neben der Entwicklung sozialer Fähigkeiten lernen Schüler\*innen sowohl Lesen, Schreiben, Rechnen als auch weiterführende Fähigkeiten der Fein- und Grobkoordination. Fast ein Viertel der Kinder in den zweiten und dritten Klassenstufen weisen allerdings Lernschwächen in Bezug auf die soeben genannten Fähigkeiten auf (Hasselhorn, 2022; Moll et al., 2014). Ähnliches bestätigt Fischbach et al. (2013), (23,3 % von 2195 Schüler\*innen) sowie Valtin et al. (2015) (15 %) in deren Forschungsarbeit. Lernschwächen zählen zu sogenannten Entwicklungsstörungen, die neben Defiziten innerhalb schulischer Fertigkeiten laut der *Internationalen Klassifikation psychischer Störungen* (ICD-10) Beeinträchtigungen der Bewegungskoordination, Motorik, der Aufmerksamkeitsspanne und Konzentrationsfähigkeit inkludieren können (Hasselhorn, 2022; Lauth et al., 2014). In der von Balke-Mecher et al. (2015) durchgeführten Studie besitzen 20 % der von Lese-Rechtschreibschwäche betroffenen Kinder Aufmerksamkeitsdefizite. Auf der Suche nach den Kausalzusammenhängen zwischen Lernschwächen und Aufmerksamkeitsdefiziten und den Folgen auf die akademische Performance werden unter anderem die visuelle Wahrnehmung (Weber et al., 2002) und die motorische Komponente diskutiert (Bakar & Chen, 2014). Die visuelle Wahrnehmung inkludiert das sensorische, visuelle System, über das anhand der Augen Informationen aus der Umwelt aufgenommen und in Zusammenarbeit mit dem Gehirn verarbeitet werden. Zur Gestaltung eines präzisen Seheindrucks sind innerhalb der Aufnahmeprozesse bis hin zu den Verarbeitungsprozessen verschiedene Funktionen des visuellen Systems beteiligt. Mängel innerhalb der Prozesse können sich in visuellen Teilleistungsproblemen äußern, worüber laut Pache et al. (2004) und Redondo et al. (2020) Kinder mit Lernschwächen und Aufmerksamkeitsdefiziten vermehrt verfügen.

Bereits in den 1960ern begannen Forschungen bezüglich der visuellen Wahrnehmung und deren Trainierbarkeit hinsichtlich des Einflusses auf Lernstörungen (Hasselhorn, 2022). Auch die Behandlung von

Aufmerksamkeitsdefiziten und Hyperaktivitätsstörungen verwendet neben speziellen Diäten und der Pharmakotherapie vielfältige Ansätze zur Verbesserung der Aufmerksamkeitsdefizite bei Schüler\*innen (Häge, 2018; Pelz et al., 2008).

Die vorliegende Arbeit dient als explorativer Ansatz zur Erforschung weiterer, möglicher Ansätze zur Verbesserung der schulischen Leistungsfähigkeit lernschwacher und aufmerksamkeitsdefizitärer Grundschüler\*innen.

Anhand des Projektes *Kids for Success* wurde eine einjährige, an Schulen implementierte Trainingsintervention auf visueller und koordinativer Grundlage durchgeführt, welche durch eine pre- und post-Diagnostik begrenzt war. Die Auswertung der Interventionszeiträume von insgesamt vier Jahren sollen im Verlauf der Arbeit Rückschlüsse geben, ob ein standardisiertes Visual- und Koordinationstraining zu Verbesserungen der schulischen Leistung von lernschwachen und verhaltensauffälligen Grundschüler\*innen führen kann.

## **2. Visuelle Grundfähigkeiten**

Das visuelle System spielt innerhalb der Forschung in Bezug auf Lernschwächen und Aufmerksamkeitsdefizite eine zunehmende Rolle (Bucci, 2019; Hussaindeen et al., 2017; McBride & Bijan, 2017; Razuk et al., 2017). Dabei unterliegt das System als Teil der Sinnesorgane des Körpers komplexen Funktionen, die bei Mängeln unmittelbar Einfluss auf das Schulverhalten von Grundschüler\*innen haben können (Dürnwächter, 2003). Das folgende Kapitel legt das forschungsbasierte Grundlagenwissen dar, anhand dessen die Untersuchung der vorliegenden Arbeiten konzipiert wurde.

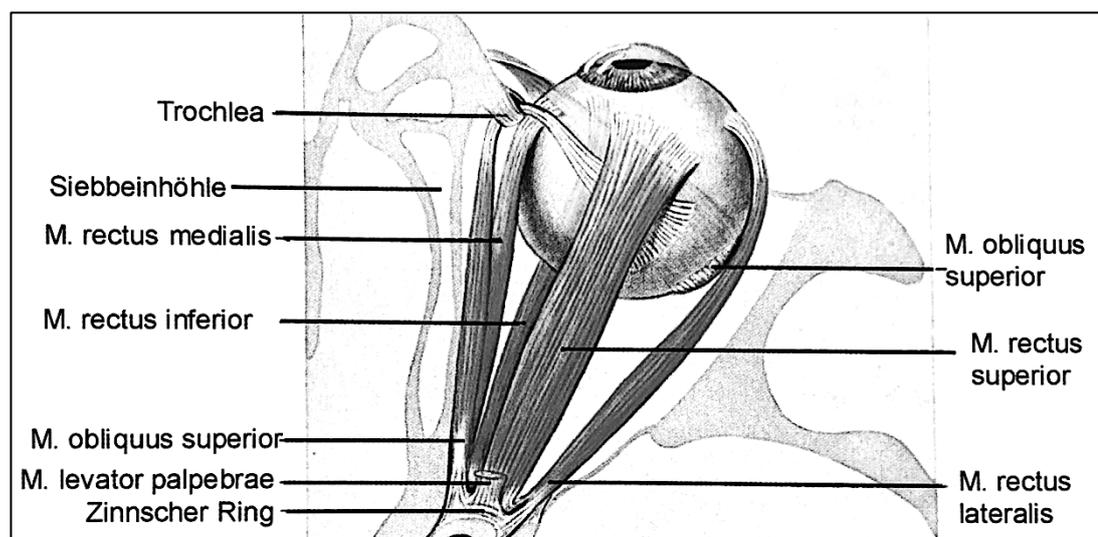
### *2.1 Sehfähigkeit*

Der Mensch verfügt über fünf Sinnesorgane, wobei einer der Sinnesorgane den Sehsinn betrifft. Der Sehsinn steht in keinem direkten Kontakt mit sensorischen Reizen und bedarf somit einer komplexeren Aufnahme und Verarbeitung dieser. Für die Aufnahme und Verarbeitung der Lichtreize zu einem Gesamtseheindruck sind die Augen sowie die sensorische Integration des Gehirns zuständig (Faller, 2004). Im Fokus der nachfolgenden Kapitel

steht die Anatomie des Auges und ferner der Vorgang des Sehens zur Entstehung eines Gesamtsehindrucks anhand der anatomischen Strukturen und dessen Funktionen.

### 2.1.1 Anatomie der Augen

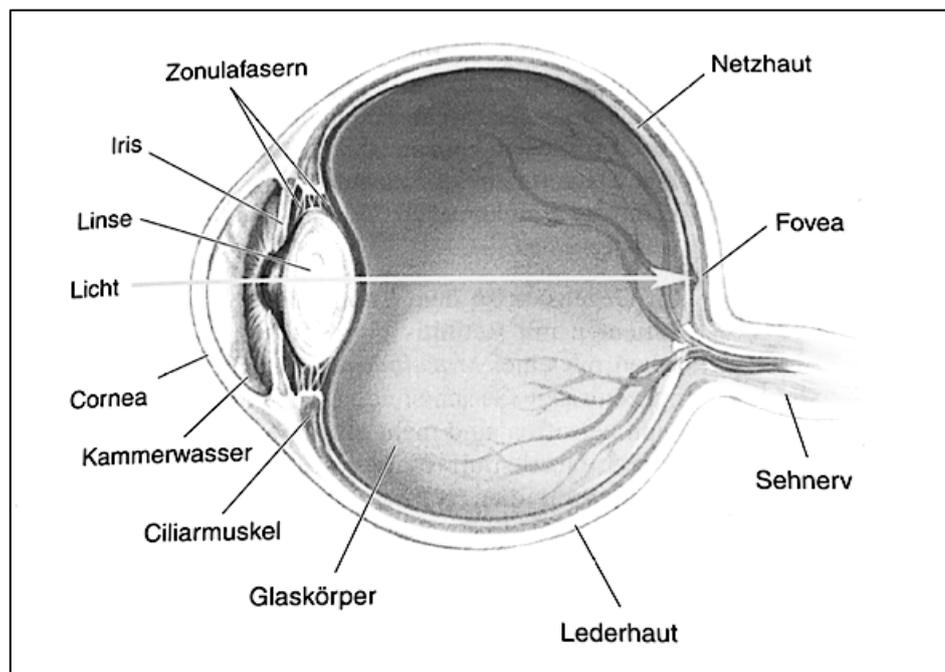
Die Gesamtheit eines Auges besteht zum einen aus dem Sehorgan, zum anderen aus den Augenhilfseinrichtungen. Dem Sehorgan ist der in der Augenhöhle (lat. Orbita) liegende Augapfel (lat. Bulbus oculi) inklusive des Sehnervs (lat. Nervus opticus) zugehörig (Faller, 2004). Als Funktionseinheit sind sie dafür zuständig, Lichtreize aufzunehmen, zu verarbeiten und an das Gehirn weiterzuleiten (Schwegler & Lucius, 2016). Der Tränenapparat, die Augenlider und die äußeren Augenmuskeln gehören zu den Augenhilfseinrichtungen (Faller, 2004). Die Augäpfel werden, wie in *Abb. 1* dargestellt, von jeweils sechs äußeren Muskeln bewegt und gesteuert. Die zwei oberen und unteren schrägen (lat. M. obliquus superior und lat. M. obliquus inferior), sowie die beiden oberen und unteren geraden Augenmuskeln (lat. M. rectus superior und lat. M. rectus inferior) beteiligen sich an den Augenbewegungen. Ferner dienen der laterale und mediale Muskel als zusätzliche gerade Augenmuskeln ebenfalls der Durchführung von Blickbewegungen (lat. M. rectus lateralis und M. rectus medialis) (Berke, 2009; Faller, 2004; Schwegler & Lucius, 2016).



*Abb. 1.* Äußere Augenmuskeln (ohne M. obliquus inferior)

(Berke, 2009, S. 222)

Der Augapfel und dessen Strukturen (siehe *Abb. 2.*) lassen sich in einen vorderen und hinteren Teil gliedern, wobei der vordere Teil den lichtbrechenden, optischen Apparat bildet. Dazugehörig sind die beiden Augenkammern, die Linse und der Ziliarkörper (lat. *Corpus ciliare*). Ferner verfügt der Augapfel über die Iris inklusive der Pupille, die Hornhaut (lat. *Kornea*) und den Glaskörper (lat. *Corpus vitreum*). Die Hornhaut bedeckt die Iris und Pupille und stellt somit die äußere Begrenzung des Augapfels dar (Faller, 2004). Mit ihrer natürlichen Krümmung und dadurch entstehenden Brechkraft trägt sie einen großen Teil zur Lichtbündelung bei (Schwegler & Lucius, 2006). Die hinter der Iris liegende Linse hat ebenfalls lichtbündelnde Eigenschaften (Faller, 2004). Der hintere Teil des Augapfels setzt sich aus drei verschiedenen Schichten der Augapfelwand zusammen, unter anderem der Netzhaut. Die Netzhaut verfügt als Teil des Gehirns über Fotorezeptoren in Form von Zapfen und Stäbchen, welche das einfallende Licht in elektrische Impulse verarbeiten und über den Sehnerv an das Gehirn weiterleiten (Schwegler & Lucius, 2016). Die Stelle des schärfsten Sehens inmitten der Makula weist das höchste Auflösungsvermögen auf und wird als Fovea bezeichnet (lat. *Fovea centralis*) (Schwegler & Lucius, 2016).



*Abb. 2.* Horizontalschnitt durch das Auge

(Bear et al., 2018, S. 315)

Tritt Licht durch die Pupille in das Auge ein, bündelt es die Linse, sodass auf der Netzhaut ein scharfes Bild entsteht und dem Menschen die Sehfähigkeit verschafft (Schwegler & Lucius, 2016).

### 2.1.2 *Der Vorgang des Sehens*

Ziel der Sinnesorgane ist die Wahrnehmung der Umwelt anhand aufgenommener Reize (Faller, 2004). Beim Sehen werden sensorische Reize in Form von Licht aufgenommen, welche die Sinneszellen des Sehapparates erregen (Faller, 2004; Kahle & Frotscher, 2009). Wird ein Objekt betrachtet gelangen die reflektierten Lichtstrahlen auf die Hornhaut, die sie bündelt. Das gebündelte Licht fällt durch die Pupille wie eine Art Lochkamera auf die Linse, und schließlich als Projektion des wahrgenommenen Bildes auf die Netzhaut (Faller, 2004; Kahle & Frotscher, 2009).

Jedes Auge hat ein monokulares Gesichtsfeld und bei beidäugiger Sicht eine binokulare Zone. Diese stellt den gesamt visuellen Raum dar, der wahrgenommen wird, wenn beide Augen geradeaus schauen (Bear et al., 2018; Faller, 2004). Sobald beide Foveale der Augen auf ein Objekt fixiert sind, lässt sich das Gesichtsfeld in eine linke und eine rechte Hälfte unterteilen (siehe *Abb. 3.*). Sobald Licht auf die lichtempfindlichen Fotorezeptoren in Form von Stäbchen und Zapfen trifft, wird eine Kaskade von neuronalen Signalen ausgelöst, die über die in der Netzhaut vorhandenen Neuronen zum Sehnerv gelangen (London et al., 2013).

Die beiden nasalen Axone der linken und rechten Netzhauthälften treffen sich in der Sehnervenkreuzung (lat. Chiasma opticum) und verlaufen von dort an mit den nicht kreuzenden Axonen der temporalen Netzhauthälften als Sehtrakt (lat. Tractus opticus) über Teile des Thalamus bis hin zum visuellen Cortex (Faller, 2004; Schwegler & Lucius, 2016). Durch den Verlauf der kreuzenden und nicht kreuzenden Sehbahnen werden die optischen Reize des rechten Gesichtsfeldes innerhalb der linken Hemisphäre verarbeitet und umgekehrt. In der primäre Sehirnrinde werden erste Bildanalysen in Bezug auf Linien, Farben und Formen hergestellt (Schwegler & Lucius, 2016). Die sekundäre Sehirnrinde (lat. Area parastriata) grenzt direkt an die primäre an und verarbeitet mit dessen Arealen komplexere visuelle Informationen, wie

Entfernungen, räumliche Umgebungen und Bewegungen. Zudem werden die beiden Gesichtsfeldhälften anhand der Fusion innerhalb der sekundären Sehirnrinde zu einem Gesamtsehindruck zusammengefasst (Schwegler & Lucius, 2016).

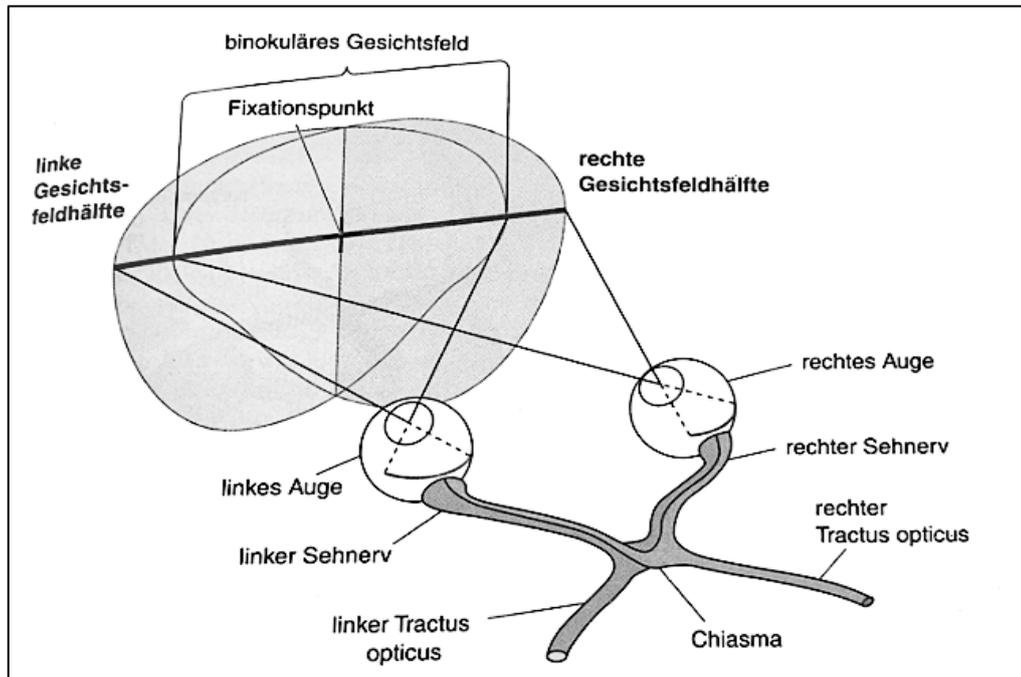


Abb. 3. Projektion eines fixierten Objektes innerhalb der Netzhauthälften

(Bear et al., 2018, S. 353)

Der Vorgang des Sehens stellt aufgrund der visuellen Reizverarbeitung durch die Augen und das Gehirn folglich einen komplexen Prozess dar. Vom Beginn der Reizaufnahme über die Reizverarbeitung bis hin zum räumlichen Sehen und Fusionieren können dementsprechend einige Verarbeitungsschritte defizitär verlaufen, resultierend in Mängeln innerhalb des präzisen Sehens. Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit den verschiedenen Augenfunktionen, dessen möglichen Defiziten und dem Einfluss derer auf lern- und aufmerksamkeitsschwache Kinder.

## 2.2 Augenfunktionen

Das von dem Optometristen Arthur Marten Skeffington (1890-1976) entwickelte Konzept der visuellen Wahrnehmung (*Vier-Kreise-Modell*) beinhaltet vier visuelle Funktionen, die sich gegenseitig beeinflussen und als Gesamtkonstrukt das Sehen ergeben (Barrett, 2009; Koch, 2004; Fairley et

al., 2019; Shayler, 2015). Das Konzept wird bis heute als Grundbaustein für das Visualtraining angesehen. Eine der vier Funktionen involviert die Augenmotilität, als Grundlage der Blickbewegungen. Darüber hinaus ist dem Modell die Akkommodations- und Vergenzfähigkeit zugeordnet. Das präzise Zusammenspiel beider Augen durch Binokularsehen und die visuelle Verarbeitung und Wahrnehmung als Schnittpunkt zwischen Augen und Gehirn stellen die letzten beiden Komponenten des Konstrukts des Sehens dar (Flax, 1985).

### *2.2.1 Motilität*

Präzises und scharfes Sehen wird in seiner maximalen Leistungsfähigkeit erreicht, sobald das Objekt mit Hilfe der Augenmotilität, auch Okulomotorik genannt, zentral auf der Fovea abgebildet wird. Da das Sehen meist in Bewegung stattfindet, nützen die Augenbewegungen zum einen der Korrektur in dynamischen Situationen, um beispielsweise Kopfbewegungen und/oder Bewegungen des fixierten Objektes auszugleichen. Darüber hinaus dienen die Muskeln der bewussten Bewegungssteuerung der Augen, unter anderem der Objektfixierung und der Blicksprungbewegung (Berke, 2009). Das Zusammenspiel der zwölf Muskeln ist äußerst komplex und fordert viel Koordination innerhalb der muskulären Ansteuerung sowie im Zusammenspiel mit dem Gehirn (Berke, 2009). Unterschieden werden dabei sechs verschiedene Bewegungen, die durch die Muskeln vollzogen werden können. Durch die Abduktion bewegen sich die Augen Richtung Schläfe, die Adduktion bewegt die Augen Richtung Nase. Darüber hinaus können die Augenmuskeln Infra- und Supraduktionen und Inzyklo- oder Exzykloduktionen durchführen (Berke, 2009; Berke, 2000; Priglinger & Buchberger, 2005). Auf Grundlage dieser anatomischen Bewegungsbeschreibungen unterteilt sich die Augenmotilität in sechs unterschiedliche Arten, separiert in Fixation, Sakkaden, Augenfolgebewegungen, Vestiulookuläre Reflexe, Nystagmus, Konvergenz- und Divergenzbewegungen (Berke, 2009; Storr, 2005). Die in dieser Arbeit relevanten Kategorien beziehen sich auf die Fixation, Sakkaden und Vergenzen. Treten Defizite innerhalb des okulomotorischen Systems auf, kann dies zu Funktionsstörungen einzelner oder mehrerer Muskeln führen, was wiederum negativen Einfluss auf die Lernfähigkeiten, wie die

Lesefähigkeit, und damit auch die Aufmerksamkeitsspanne haben kann (Chan et al., 2022; Liversedge & Findley, 2000; Razuk et al., 2018). Laut Tamm et al. (2017) sind Leseschwächen und Aufmerksamkeitsdefizite Zusammenhang mit Augenmotilitätsproblemen häufig zu beobachten, wobei die Komorbidität der defizitären Auffälligkeiten bei 25 bis 40 % liegt. Welche Eigenschaften der Fixierungsfähigkeit und Sakkadenbildung als Kategorien der Augenmotilität zuzuordnen sind und wie sich Defizite innerhalb der Funktionen im Schulalltag äußern können, wird im Folgenden erläutert.

### 2.2.1.1 Fixation

Das Fixieren beschreibt das gezielte Betrachten eines Objektes, um das wahrgenommene Bild im höchsten Auflösungsvermögen auf die Fovea zu projizieren und dort festzuhalten (Koch, 2002; Radach et al., 2012). Visieren die Augen ein Objekt an, befindet sich das Auge in relativer Ruhe, währenddessen die Sehachsen stabil gehalten werden (Berke, 2009). Um eine Fixation aufrecht zu halten, muss derweil die Aufmerksamkeit dauerhaft auf das visierte Objekt gerichtet sein. Bei nahezu allen Blickbewegungen im Alltag spielt das Fixieren eine Rolle. Im Rahmen von Forschungsuntersuchungen wird es zunehmend als Parameter in Bezug auf Lernschwächen und Aufmerksamkeitsdefizite herangezogen. Kinder mit Aufmerksamkeitsdefiziten weisen eine kurzzeitige Fixationsspanne mit häufig durchgeführten Blickwechseln und Impulsivität auf (Koch, 2002). Diese Auffälligkeiten können ferner eine Ursache für Leseschwierigkeiten darstellen.

Die Leistung des Fixierens in Kombination mit den in *Kapitel 2.2.1.2.* beschriebenen Sakkaden bestimmt die Fähigkeit des Lesens in der Genauigkeit und Geschwindigkeit fundamental (Dürrwächter, 2003). Beim Lesen eines Textes bewegen sich die Augen ruckartig, in Form von Sprüngen (Sakkaden). Zwischen den Sakkaden werden die Informationen anhand von Fixationen aufgenommen und verarbeitet. Flüssiges Lesen gelingt folglich dann, wenn lange genug auf die jeweiligen Wörter zur Informationsaufnahme fixiert wird. Gleichzeitig ist ein zu langes Fixieren, ohne die nötige Informationsaufnahme, ebenfalls bei leseschwachen Kindern zu beobachten (Dürrwächter, 2003). Die Studienergebnisse von Pavlidis (1980) legten offen, dass Kinder mit Lese-Rechtschreibschwächen visuelle Teilleistungsdefizite

aufweisen. Die Schüler\*innen verfügten beim Verfolgen eines Lichtstrahles über eine geringe Fixationsdauer und folglich einer erhöhten Zahl an Blicksprüngen. Auch motorisch, koordinative Aufgaben werden durch die Fähigkeit des Fixierens bestimmt. *Smooth Pursuits* beschreiben reibungslos verlaufende Augenbewegungen, die durch die dauerhafte Fixierung eines sich in Bewegung befindenden Objektes oder durch die Fixierung eines statischen Objektes bei gleichzeitiger Bewegung des Körpers gekennzeichnet sind (Kowler et al., 2019). *Smooth Pursuits* kommen neben der Auge-Hand-Koordination auch bei der Visumotorik zum Tragen und beeinflussen die koordinative Genauigkeit und Ausführungspräzision, beispielsweise beim Fangen oder Werfen (Maron et al., 2021). Das Fixieren geht meist mit Sakkaden einher. Nicht nur innerhalb koordinativer Fähigkeiten sind Sakkaden relevant. Gerade bei Kindern mit Lernschwächen ist die Sakkadenbildung defizitär ausgeprägt, weshalb hauptsächlich das Lesen Mängeln unterliegt (Pavlidis, 1980; Radach et al., 2012).

#### 2.2.1.2 Sakkaden

Sakkaden, auch als Blicksprünge bezeichnet, sind schnelle Augenbewegungen, die dazu dienen, die Fovea zwischen zwei visuellen Objekten umzulenken (Maron et al., 2021). Vor allem das Lesen ist maßgeblich von der dauerhaften Durchführung bewusst gesteuerter Sakkaden bestimmt (Maron et al., 2021). Pavlidis (1980) bestätigte in seiner Studie, dass Kinder mit Lese-Rechtschreibschwächen deutlich mehr und kürzere Sakkaden durchführten als nicht defizitär auffällige Kinder. Dies resultierte in ungenauen Sakkaden und erschwerte folglich die zielgerichtete Fixation (Pavlidis, 1980). Solche Grundschüler\*innen springen beim Lesen öfter zu den falschen Wörtern oder in die falsche Zeile (Radach et al., 2012). Dieser Befund lässt sich nicht nur auf das Lesen innerhalb des Schulalltags beziehen. Auch das Abschreiben von der Tafel oder des Buches setzen präzise Blicksprünge voraus. In Anlehnung an die Studienlage über den Zusammenhang visueller Defizite und Lernschwächen, wird ferner angenommen, dass Kinder mit Aufmerksamkeitsdefiziten Auffälligkeiten bezüglich der Sakkadenbildung und -ausführung aufweisen (Mostofsky et al., 2001). Mithin spielen funktionsfähige Sakkaden inklusive des Fixierens für den

Schulalltag also eine entscheidende Rolle. Lernschwächen mit Aufmerksamkeitschwierigkeiten können durch okulomotorischen Defiziten verursacht werden. Neben der Augenmotilität wird das Sehen laut A. M. Skeffington darüber hinaus von der Fähigkeit des Binokularsehens bestimmt.

### *2.2.2 Binokularsehen*

Binokularsehen umfasst die Fähigkeit, mit den Augen gleichzeitig zu sehen und beide Sinneseindrücke anhand des Gehirns zu einem Bild zu verarbeiten (Schäfer, 1976). Fixieren das linke und rechte Auge ein Objekt, sind die Foveale auf das Objekt mit gleicher Hauptsehrichtung gerichtet, weshalb sie miteinander korrespondierende Netzhautflächen darstellen, auch als Panum-Bereich bezeichnet (Berke, 2009). Werden die beiden Objektbilder innerhalb der Panum-Bereiche abgebildet, erfolgt eine Fusion mit räumlicher Tiefe ohne Doppelbilder. Folglich entsteht dreidimensionales Sehen und damit präzises Einschätzen von Distanzen und Geschwindigkeiten (Berke, 2009; Wulff, 1998). Die Binokularität umfasst insgesamt drei unterschiedliche Stufen. Simultansehen als gleichzeitig beidäugige Wahrnehmung stellt die niedrigste Stufe dar. Wenn das Gehirn in der Lage ist, die beiden wahrgenommenen Seheindrücke zu einem Bild zu verschmelzen, spricht man von Fusion (zweite Stufe). Sobald eine Fusion räumliche Tiefenwahrnehmung beinhaltet, wird von Stereosehen gesprochen, der höchsten Qualitätsstufe (Berke, 2009).

Studien bestätigen immer häufiger den Zusammenhang zwischen Defiziten innerhalb des Binokularsehens und Lernproblemen (Hussaindeen et al., 2017) Untersuchungen des Fusionsvorgangs in der Nähe und Ferne zeigten bei lernschwachen Kindern Defizite innerhalb des beidäugigen Sehens, indem sogenannte Doppelbilder zustande kommen können, die die Lese- und Schreibfähigkeit und ferner die allgemeine visuelle Wahrnehmung enorm beeinflussen (Hussaindeen et al., 2017).

### *2.2.3 Vergenzen*

Vergenzbewegungen zählen unter anderem zu den Funktionen der Augenmotilität, sind jedoch ebenfalls unausweichlich für das Gelingen des

Binokularsehens. Ziel von Vergenzbewegungen ist die entsprechende Ausrichtung der sich im anfixierten Objekt schneidenden Sehachsen, um damit zwei Seheindrücke auf die Panum-Bereiche der Netzhäute zu projizieren und folglich zu fusionieren (Berke, 2009; Seese, 2007). Innerhalb der Vergenzbewegungen ist die sogenannte Konvergenz von der Divergenz zu unterscheiden. Führen die Augenmuskeln zur Betrachtung eines in der Nähe befindlichen Objektes eine Adduktion durch, spricht man von Konvergenz. Die Divergenz dient der Fixierung eines in der Ferne liegenden Objektes anhand der Abduktion beider Augen in Parallelstellung. Die Grenze der Konvergenz liegt in dem Bereich eines anvisierten Objektes, welches gerade noch innerhalb des Panum-Bereichs abgebildet und dadurch scharf gesehen werden kann (Seese, 2007). Dieser Punkt wird auch als Konvergenznahpunkt bezeichnet und befindet sich im Durchschnitt bei 0,5 Zentimetern. Sobald der Nahpunkt oberhalb 5 Zentimetern liegt, spricht man von Konvergenzinsuffizienz. Eine solche Insuffizienz ist häufig bei lernauffälligen Kindern zu beobachten. Symptome einer Konvergenzinsuffizienz sind unscharfes Sehen und das Entstehen von Doppelbildern. Dementsprechend negativ beeinflusst sind dadurch die Fähigkeit des Lesens, Schreibens und die Aufmerksamkeitsspanne (Rouse et al., 2009). Hussaindeen et al. (2017) untersuchten visuelle Teilleistungsparameter bei Kindern mit Lernschwächen und diagnostizierten anhand der Tests bei 25 % der Kinder eine Konvergenzinsuffizienz, resultierend in der verminderten Leistung, Objekte in der Nähe fixieren und fusionieren zu können. Somit stellt die Vergenzfähigkeit einen weiteren wichtigen Parameter zur Entstehung von Lernschwächen und Verhaltensauffälligkeiten dar.

### 2.3 *Visumotorik*

Mängel innerhalb des visuellen Systems können sich ferner auf die Motorik beziehungsweise Koordination auswirken und sind häufig defizitär bei lernschwachen und verhaltensauffälligen Kindern (Maron et al., 2021). Die Augen der Menschen sind die Schnittstelle zwischen der Sensorik auf visueller Ebene und der Koordination und Motorik des Körpers (Visumotorik). Die

motorische Entwicklung startet im Kleinkindalter, sodass Kinder mit unauffälligem Entwicklungsverlauf bereits im dritten bis vierten Lebensjahr wichtige Meilensteine der Visumotorik erlernt haben. Als Teil der Sensomotorik wird diese von Hirschmann et al. (2018) als Zusammenspiel der visuellen Wahrnehmung und der Umsetzung der visuellen Reize in motorische, vor allem feinmotorische Bewegungen definiert. Fördert man Kinder bereits in frühen Jahren in deren Koordination und Visumotorik, hat dies positiven Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit, Aufmerksamkeit und exekutive Funktionen (Hirschmann et al., 2018). Visumotorische Fähigkeiten sind vor allem entscheidend beim Schreiben, Zeichnen, Ausschneiden, Fangen und Werfen, weshalb auch von der Auge-Hand-Koordination gesprochen wird. Um einen Ball fangen zu können, werden viele visuelle Informationen wie die Geschwindigkeit und die Richtung des Balles benötigt. Die visuelle Beurteilung der Situation muss schlussendlich in motorische Aktionen übersetzt werden (Koch, 2002). Neben der Fähigkeit, die Hände in Abhängigkeit der wahrgenommenen visuellen Reize zu steuern, unterteilt sich die Visumotorik zudem in die Koordination zwischen Auge und Fuß, bei der sich die Füße durch aufgenommene Sinnesreize über die Augen bewegen. Da die Kontrolle der koordinativen Fähigkeiten durch die kortikalen und subkortikalen Regionen des Gehirns stattfinden, die sich mit dem visumotorischen System und dessen neuronalen Schaltkreisen überschneiden, besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Koordination und dem visuellen System (Maron et al., 2021). Maron et al. (2021) bestätigten demnach, dass Anomalien im visumotorischen System mit einer verminderten Auge-Hand-Koordination beim Fangen und Werfen und Defizite in der Fein- und Grobmotorik zu beobachten sind. Die Untersuchung nach Maron et al. (2021) zeigte zudem, dass Kinder mit Aufmerksamkeitsdefiziten Beeinträchtigungen koordinativer Fähigkeiten besitzen (Maron et al., 2021). Durch die Erläuterung der visuellen Funktionen und deren visumotorischen Verknüpfungen wird die Bedeutung des visuellen Systems in Bezug auf schulische Anforderungen ersichtlich. Innerhalb des folgenden Kapitels sollen nun die Grundlagen eines Visualtrainings thematisiert werden.

## 2.4 Visualtraining

Der Ophthalmologe Louis Emile Javal entwickelte gegen Ende des 19. Jahrhunderts erstmals Therapieansätze zur Behandlung von Strabismus (Doyle, 2016; Koch, 2004). Darüber hinaus wurde im gleichen Jahrhundert das Stereoskop als Therapiemöglichkeit eingesetzt. Visualtraining begann mit der Forschung und Übungen des Binokularsehens (Remky, 2022). Auf Grundlage des in *Kapitel 2.2* beschriebenen Konzeptes nach A.M. Skeffington entwickelte sich das Fundament des Visualtrainings, das bis heute besteht. Aus Skeffingtons Modell entstand schlussendlich das *Optometric Extension Programm* (OEP), indem pro Trainingseinheit die vier Grundlegenden Formen des Sehens trainiert werden (Koch, 2004; Seese, 2007). Obwohl jede Kategorie gesondert Bestand hat, ist es schwer, die Übungen kategorisch zu trennen, da sich die Fähigkeiten weitestgehend überschneiden. Jede Trainingsintervention geht mit einer Analyse der visuellen Fähigkeiten zur spezifischen und individuellen Trainingssteuerung einher (Seese, 2007).

Die Adressatengruppen des Visualtrainings sind vielfältig und nicht auf eine Altersgruppe begrenzt (Bouwmeester et al., 2007; Hussaindeen et al., 2017; Knudson & Kluka, 1997; Kung et al., 2020; McBride & Bijan, 2017). Das Training findet zum einen Anwendung bei Sportler\*innen zur Verbesserung ihrer Leistung durch gesteigerte Augenmotilität, Binokularität und Antizipationsfähigkeit (Helvestone, 2005; Knudson & Kluka, 1997; Kung et al., 2020). Daneben wird Visualtraining bei Sportler\*innen zur Prävention von Gehirnerschütterungen oder bei Patient\*innen zur Behandlung von Gehirnverletzungen und Gesichtsausfällen genutzt (Bouwmeester et al., 2007; Kung et al., 2020). Außerdem erweist sich mono- und binokulares Training als sinnvoll bei Kindern und Erwachsenen mit Amblyopie, Strabismus oder Myopie (Hernandez-Rodriguez et al., 2020; Seese, 2007). Neben den soeben aufgezeigten Zielgruppen wird Visualtraining vermehrt bei Kindern mit Lernschwächen, Aufmerksamkeitsdefiziten oder bei grob- und feinmotorischen Auffälligkeiten durchgeführt (Bucci, 2019; Chan et al., 2022; Scheinmann et al., 2015; Seese, 2007). Denn Visualtraining kann nicht nur zu einer Verbesserung der Lern- und Lesefähigkeit führen, sondern auch die Leistungen kognitiver Funktionen erhöhen (Chan et al., 2022). Die

Aufmerksamkeitsspanne und Impulskontrolle (Garcia-Baos et al., 2019), exekutive Funktionen (Jafarlou et al., 2022) und das Textverständnis (Peters et al., 2021) sind durch ein solches Training ebenso positiv beeinflussbar.

### 3. Stand der Forschung

Innerhalb der Forschung gewinnt vor allem das Untersuchungsfeld lern- und schreibschwacher Kinder in Zusammenhang mit visuellen Defiziten an Bedeutung (Christian et al., 2017; Dürrwächter, 2003; Razuk et al., 2017; Rouse et al., 2009). Ute Dürrwächter (2003) und Razuk et al. (2017) teilten die gleichen Forschungsergebnisse. Diese belegten, dass Schüler\*innen mit Lernschwächen Fixierungsprobleme und Mängel in der Sakkadenbildung vorzeigen. Dürrwächter (2003) wies in ihrer Dissertationsarbeit auf, dass Wörter bei lernschwachen Kindern fünf-mal häufiger fixiert werden müssen als bei anderen Kindern. Neben den okulomotorischen Fähigkeiten sind zudem binokuläre Mängel bei Lernschwächen zu beobachten (Christian et al., 2017). Die Testung der Fusion und der Vergenzfähigkeit in der von Christian et al. (2017) durchgeführten Studie erwiesen sich bei lernschwachen Kindern vermindert, übereinstimmend mit den Ergebnissen von Stein (2003). Besonders auffällig war die geringe Leistung des Konvergenznahpunktes bei 32,5 % der Schüler\*innen, die in Doppelbildern und reduziertem Stereosehen resultiert (Borsting et al., 2005; Christian et al., 2017).

Visuelle Defizite stehen ebenfalls in Zusammenhang mit verhaltensauffälligen Kindern, wobei laut McBride & Bijan (2017) in 92 % der Fälle Kinder im Alter zwischen 5 und 17 Jahren mit einer verminderten visuellen Gesundheit über Aufmerksamkeitsdefizite verfügen. Diese Ergebnisse stehen mit denen von DeCarlo et al. (2016) und den Forschungsergebnissen von Rouse et al. (2009) in Einklang.

Ferner sind, wie in *Kapitel 2.3* dargestellt, Koordinationseinschränkungen mit visuellen Schwächen in Verbindung zu bringen und folglich bei Lern- und Aufmerksamkeitsdefiziten zu beobachten (Maron et al., 2021). Vor allem Störungen innerhalb der Okulomotorik führen zu Einschränkungen der Visumotorik (Crippa et al., 2013). Mittels der *Movement Assessment Battery for Children* untersuchten Jongman et al. (2003) den möglichen

Zusammenhang zwischen motorischen Defiziten und Lernschwächen bei Kindern im Alter von 4 bis 13 Jahren. 74 % der lernschwachen Kinder absolvierten die motorischen Tests als mangelhaft. Vor allem sich schnell bewegende und zu fangende Objekte konnten nicht adäquat eingeschätzt werden (Jongman et al., 2003).

Da visuelle Funktionen trainierbar sind, finden zusätzliche Forschungsarbeiten statt, die das Ziel verfolgen, die Effektivität eines Visualtrainings zu untersuchen, wie beispielsweise die Studie von Scheinman et al. (2005). Die Proband\*innen befanden sich hier im Alter von 9 bis 18 Jahren und nahmen insgesamt 12 Wochen an der Trainingsintervention teil. Vor Beginn der Trainingsintervention wurden bei allen Kindern vermehrt Defizite innerhalb des Binokularsehens diagnostiziert, insbesondere in Bezug auf die Konvergenz- und Fusionsfähigkeit. Der Mittelwert der defizitären Auffälligkeiten reduzierte sich innerhalb der Interventionsgruppe nach dem Trainingszeitraum von 31.1 zu 9.5. Vor allem auf die Konvergenz- und Fusionsfähigkeit in der Nähe konnten durch Training signifikant (sig.) gesteigert werden. Trotz der durch Scheinman et al. (2005) belegten Effektivität eines Sehtrainings muss für den vorliegenden Forschungsgegenstand der Nutzen eines durchgeführten Visualtrainings auf lern- und aufmerksamkeitsauffällige Kinder untersucht werden. Bucci (2019) forschte innerhalb ihrer Arbeit an Kindern mit Dyslexie im Alter von 10 Jahren, die ein computerbasiertes, achtwöchiges Training durchführten. Dieses gliederte sich in vier okulomotorische Übungen, die fünfmal die Woche für 15 Minuten vollzogen wurden. Nach dem Trainingszeitraum beobachtete Bucci, dass sich die Fixationszeit und somit Gesamtlesezeit bei 77 % der Proband\*innen sig. verbesserte. Das bestätigt die Annahme, dass deren durchgeführtes okulomotorisches Training einen positiven Effekt auf die Leseleistung hat (Bucci, 2019). Chan et al. (2022) untersuchten den Einfluss eines achtmonatigen Visualtrainings als mögliche Alternative zu einem Fördertraining auf insgesamt 53 Grundschüler\*innen mit Lernschwächen, in Bezug auf Lesen, Schreiben, die Merk- und Konzentrationsfähigkeit. Das Training gliedert sich in einen Zeitraum von 20 Wochen, mit Einheiten von à 50 Minuten. Als Grundlage diente das computerbasierte *Eye Tracking Training* zum primären Training der Augenmotilität (Chan et al., 2022). Anhand der Ergebnisse bestätigten auch

Chan et al. (2022) die verbesserte Fixierungs- und Sakkadenfähigkeit und ferner die Lesedauer. Ebenfalls konnten erhöhte Werte der Merkfähigkeit erfasst und somit ein schnelleres Lerntempo bewiesen werden. Im Gegensatz zu Bucci (2019) und Chan et al. (2022) führten Hussaindeen et al. (2017) innerhalb ihrer Forschung eine Trainingsintervention durch, die nicht ausschließlich auf Übungen der Augenmotilität, sondern vermehrt dem Training der Binokularität beruhte. Die Interventionsgruppe enthielt 15-jährige Proband\*innen mit diagnostizierten Lernschwächen inklusive Aufmerksamkeitsdefiziten. Zu Beginn der Intervention wurde die Augenmotilität, Lesefähigkeit und die Funktionen des beidäugigen Sehens durch verschiedene Tests ermittelt. Innerhalb der Eingangsdiagnostik wurde ersichtlich, dass 62,8% der insgesamt 96 teilnehmenden Kindern unter Anomalien des beidäugigen Sehens litten, insbesondere der verminderten Konvergenzfähigkeit (25%). Anhand dieser Ergebnisse erstellten Hussaindeen und Kolleg\*innen einen Trainingsplan für den Zeitraum von zehn Trainingseinheiten. Nach der Trainingsintervention konnten innerhalb der Interventionsgruppe sig. Verbesserungen der erhobenen Parameter, vor allem der Fusionsbreite beobachtet werden. Hussaindeen et al. (2017) bekräftigten somit, dass Kinder mit spezifischen Lernschwächen erhöhte Einschränkungen des visuellen Systems aufzeigten, die jedoch durch systematisches Visualtraining verbessert werden konnten. Darüber hinaus bestätigten Ziareis & Jansen (2015), dass Kinder mit Konzentrationsschwierigkeiten und Aufmerksamkeitsdefiziten häufig Einschränkung innerhalb motorischer Funktionen besaßen. 43 Kinder im Alter von 8 bis 12 Jahren vollzogen sich ein 12-wöchiges Sportprogramm inklusive einer Eingangs- und Enddiagnostik zur Erfassung motorischer Leistungen, bei der Tests der Auge-Hand-Koordination, Auge-Fuß-Koordination und der Feinmotorik durchgeführt wurden. Anhand der Ergebnisse wurden sig. Verbesserungen der visumotorischen Fähigkeiten aufgezeigt und damit die Annahme bestätigt, dass physisches Training einen positiven Einfluss auf Kinder mit Verhaltensauffälligkeiten in Bezug auf deren motorische Funktionen hat. Angesichts der aktuellen Studienlage wird verdeutlicht, dass visuelle Teilleistungsprobleme und Einschränkungen der Koordination in Einklang mit Lernschwächen und Aufmerksamkeitsdefiziten stehen können (Dusek et al.,

2011; Granet et al., 2005; Grisham et al., 2007; Husseindeen et al., 2017; Maron et al., 2021; Redondo et al., 2020; Ziείς & Jansen, 2014 ) Es zeigt sich, dass grundsätzliche Forschungserkenntnisse vorhanden sind, diese allerdings durch weitaus intensivere Untersuchungen präzisiert werden sollten. Innerhalb der Studienlage wurde bisher kaum untersucht, ob ein Visualtraining in Kombination mit einem Koordinationstraining direkten Einfluss auf die schulische Leistungsfähigkeit haben kann. Außerdem befasst sich der Forschungsstandpunkt vermehrt mit Trainingsinterventionen, die sich in dessen Übungen primär auf das Training einer einzelnen visuellen Funktion beschränken, allerdings kaum die Kombination der gesamten visuellen Fähigkeiten und damit einhergehend der Visuomotorik in Übungsform versucht zu kombinieren. Auf Grundlage dieser Forschungslücke wird im folgenden Kapitel die für diese Arbeit relevante Forschungsfrage formuliert.

#### **4. Forschungsfrage**

Gegenstand dieser Arbeit ist die Untersuchung der Effektivität eines Visual- und Koordinationstrainings bei lernschwachen Grundschüler\*innen mit Aufmerksamkeitsdefiziten. Ziel der Arbeit ist es, ein auf Grundlage einer standardisierten Eingangsdiagnostik spezifisch entwickeltes Visual- und Koordinationstrainings auf dessen Nutzbarkeit zu prüfen. Anhand der Diagnostik am Ende des Schuljahres sollen mögliche Verbesserungen der erhobenen Diagnostikparameter untersucht werden, um mittels der Ergebnisse mögliche Verbesserungen der schulischen Leistungsfähigkeit belegen zu können. Auf Grundlage dieses Kontextes ergibt sich folgende Forschungsfrage: Sind auf Basis eines spezifischen, standardisierten Visual- und Koordinationstrainings Verbesserungen in der schulischen Leistungsfähigkeit bei Grundschüler\*innen mit Lernschwächen und Aufmerksamkeitsdefiziten zu beobachten?

#### **5. Methodik**

Im folgenden Teil wird zur Beantwortung der Forschungsfrage das Projekt *Kids for Success* hinzugezogen. Dazu erfolgt eine Darlegung des Projekts in Bezug

auf die Proband\*innen und das Untersuchungsdesign. Aufbauend wird der Untersuchungsablauf in Bezug auf die Diagnostik näher erläutert und letztlich die Trainingsintervention mit dessen Übungen dargelegt.

### 5.1 *Projekt Kids for Success*

Anhand des Projekts *Kids for Success* wird die in dieser Arbeit relevante Forschungsfrage beantwortet. Gegründet wurde das Projekt vom Bundesverband für visuelles und kognitives Training e.V. (BVKT e.V.) und infolgedessen im Jahr 2018 erstmals an zwei Grundschulen durchgeführt. Mittlerweile beteiligen sich sieben Schulen aus den Bundesländern Sachsen, Bremen und Niedersachsen. Das Projekt zielt darauf ab, lern- und aufmerksamkeitschwachen Kindern den Schulalltag zu erleichtern und damit einhergehend das Lernen zu vereinfachen. Auf Basis dessen findet über den Zeitraum eines Schuljahres, von August bis Juli, eine standardisierte Trainingsintervention statt, um neben kognitiven Aspekten die visuelle und koordinative Leistungsfähigkeit zu schulen. Im Folgenden werden die Proband\*innen beschrieben, die Teil des Projekts und somit der Auswertung hinsichtlich der Forschungsfrage waren.

### 5.2 *Stichprobe*

Die für dieses Projekt akquirierten Grundschüler\*innen der zweiten und dritten Klassenstufe wurden von den Lehrer\*innen für das Projekt vorgeschlagen. Die ausgewählten Schüler\*innen wiesen Lernschwächen, Konzentrations- und Aufmerksamkeitsschwierigkeiten auf. Bemerkbar machten sich diese Befunde in einem verminderten Lerntempo, einer defizitären Lese-Rechtschreibfähigkeit, leichtem Ablenkungsverhalten und nicht fokussierten Arbeiten. Innerhalb jeder Schule nahmen pro Schuljahr nicht mehr als zehn Schüler\*innen an der Intervention teil, um eine möglichst hohe Individualisierung zu gewährleisten. So konnte im Zeitraum von August 2018 bis Juli 2022 eine Gesamtstichprobe von  $N = 118$  erfasst werden. Die Grundschüler\*innen befanden sich im Alter von 7 bis 10 Jahren ( $M = 7,58$  Jahre;  $SD = 0,80$ ). Darunter nahmen 32,20 % weibliche ( $n = 38$ ) und 67,80 % männliche ( $n = 80$ ) Schüler\*innen teil.

### 5.3 *Untersuchungsdesign*

Um die Forschungsfrage der vorliegenden Arbeit zu beantworten erfolgte im Sinne der deskriptiven Statistik die quantitative Auswertung des Projekts *Kids for Success* in Form einer Längsschnittstudie. Das zugrundeliegende Design der Stichprobe bildet ein Within Subject Design, sodass alle Proband\*innen zu zwei verschiedenen Messzeitpunkten getestet wurden und eine Kontrollgruppe nicht herangezogen wurde. Die Auswertung belief sich auf die Daten von August 2018 bis Juli 2022. Ein Messzeitraum umfasste ein Schuljahr, welches durch eine Pre- und Post-Diagnostik begrenzt war. Der Interventionszeitraum befand sich zwischen den beiden Messzeitpunkten. Die jeweiligen Diagnostikergebnisse fünf verschiedener Tests wurden anhand eines abhängigen t-Tests mittels SPSS statistisch ausgewertet. Nur diejenigen Proband\*innen wurden in die Stichprobe inkludiert, die an beiden Diagnostikzeitpunkten teilnahmen. Ein fehlender Messwert zu Beginn oder Ende der Intervention fand keine Berücksichtigung. Falls die Proband\*innen demnach lediglich einen Messzeitpunkt wahrnehmen konnte, wurden diese in der statistischen Analyse exkludiert.

### 5.4 *Untersuchungsablauf*

Um mögliche Auffälligkeiten und vorhandene Defizite auf visueller und koordinativer Ebene zu erfassen, wurden die Schüler\*innen für die Diagnostik in Fünfergruppen unterteilt. Zwei bis drei ausgebildete Trainer\*innen des BVKT e.V. begleiteten jeweils eine Gruppe, um standardisierte Anweisungen zu gewährleisten. Durchgeführt wurde die Diagnostik in den Turnhallen der jeweiligen Schulen, anhand einer festgelegten Reihenfolge (siehe Anhang). Das Projekt verfügt über insgesamt sieben verschiedene Tests, welche innerhalb der Diagnostik Anwendung fanden. Zwei der Tests dienten der primären Messung der kognitiven Leistungsfähigkeit. Die Beschreibung und das statistische Auswerten dieser Tests überschreiten den Umfang und die Zielstellung der vorliegenden Arbeit, weshalb sie von der Untersuchung exkludiert wurden.

Der folgende Abschnitt stellt die fünf durchgeführten Tests zur Messung visueller und koordinativer Leistungsfähigkeit in dessen Durchführung genauer dar.

#### Messung der Auge-Hand- und Auge-Fuß-Koordination:

Begonnen wurde mit der Ermittlung der Auge-Hand- beziehungsweise Auge-Fuß-Koordination anhand von Fitlights. Fitlights sind aufleuchtende Lichter, welche durch Berührung mit Händen oder Füßen ausgeschaltet werden können. Bei dem Versuchsaufbau befanden sich vier Lichter auf Augenhöhe und zwei auf dem Boden (siehe Anhang 10.1.1). Sobald ein Licht in zufällig ausgewählter Reihenfolge erleuchtete, musste möglichst schnell visuell wahrgenommen und mit den Händen oder Füßen motorisch reagiert werden. Ermittelt wurde die Anzahl an ausgemachten Lichtern und die Fehlerquote innerhalb 30 Sekunden. Ein Fehler stellt das Verfehlen des Fitlights dar. Fitlights werden vermehrt eingesetzt, um die visuelle Reaktionszeit und Visumotorik zu messen und trainieren (Forni et al., 2021; Hassan et al., 2022). Das Visual Motor Enhancement System, DynaVision oder das Nike SPARQ System sind Fitlight ähnliche Testbatterien, welche die Leistungsfähigkeit der Auge-Hand- und Auge-Fuß-Koordination durch visuell aufleuchtende Reize und dessen motorische Reaktion ermitteln (Jendrusch, 2001; Teig, 2015). Zudem haben Fitlights als Trainingsmitteln einen positiven Effekt auf die Visumotorik bei Kindern unter 10 Jahren (Forni et al., 2021).

#### Messung der Koordination/Auge-Fuß-Koordination:

Die zweite Station prüfte die Auge-Fuß-Koordination durch den Einsatz einer Koordinationsleiter (siehe Anhang 10.1.2). Die 6 Meter lange Leiter gliederte sich in elf, durch Sprossen unterteilte Felder. Als Messwerte galten die Anzahl an Bahnen und die Fehlerquote binnen 30 Sekunden. Ein Fehler stellt das Treffen der Sprossen, das Treten außerhalb der Koordinationsleiter oder die falsche Schrittfolge dar. Der Hinweg musste durch Einfach-, der Rückweg durch Zweifachberührung absolviert werden. Die Koordinationsleiter gilt als weit verbreitetes Trainingsgerät zur Schulung der allgemeinen Koordination (Fritzsche, 2018). Neben der allgemeinen koordinativen Leistungsfähigkeit müssen die Augen den Füßen vorausgehen und diese durch die Felder leiten,

um mögliche Fehler durch Berühren der Sprossen oder Austreten zu vermeiden.

#### Messung der visuellen und koordinativen Leistungsfähigkeit:

Das zielgerichtete Werfen mittels Frisbees diente der Messung der visuellen und koordinativen Leistungsfähigkeit. Aus 3 Meter Entfernung sollte eine Pylone ohne Zeitbegrenzung fixiert und anschließend getroffen werden. Gemessen wurde die Gesamttrefferzahl innerhalb fünf Versuche. Arbeiten beide Augen im Sinne des Binokularsehens adäquat zusammen, gelingt das Stereosehen und ferner die Distanz- und Geschwindigkeitseinschätzungen als Grundvoraussetzung für präzises Fangen und Werfen (Berke, 2009; Wulff, 1998). Motorische Defizite, unter anderem das Werfen sind laut Studienlage bei Störungen des Binokularsehens vermehrt zu beobachten (Gonzalez & Niechwiej-Szwedo, 2016; O'Conner et al., 2010; Piano & O'Connor, 2013; Vera et al., 2019). Zudem diente die Übung zur Ermittlung der Auge-Hand-Koordination, welche in direkten Bezug zu der Wurfleistung steht und durch Wurftests häufig erhoben und evaluiert wird (Telford et al., 2013).

#### Messung der Binokularität:

Zur Messung der Leistungsfähigkeit des Binokularsehens und der Vergenzen wird das Computerized Binocular Home Eye Exercise System / Binocular Vision Assessment, Version 3.02 (BVA) (Dr. Jeffrey Cooper & Rodney K. Bortel) hinzugezogen. Der BVA misst die Grenzen der Belastbarkeit der Fusionsfähigkeit, auch als Fusionsbreite bezeichnet. Gemessen wird der maximale Ablagewinkel in Prismsendioptrie (pdpt) zwischen beiden Augen getrennt angebotenen Bildern, die durch Vergenzbewegungen noch zu einem Bild verschmolzen werden können (Brudermann & Dausch, 1978; Rowe, 2010). Unterschieden wird in die fusionale Vergenz der Ferne und Nähe. Der Wert Bi (Base-In) umfasst den divergenten Vergenzbereich (negative Vergenz), BO (Base-Out) den konvergenten Vergenzbereich (positive Vergenz). Außerdem wurden sogenannten Recovery-Werte sowohl in der Ferne als auch Nähe ermittelt (BIRec und BORec).

Der Test wurde an einem Computer mit einem Abstand von 40 Zentimetern durchgeführt. Dabei trugen die Schüler\*innen eine für den Test vorgesehene

Brille (siehe Anhang 10.1.3 und 10.1.4). Auf dem Bildschirm befand sich ein großes Viereck, innerhalb dessen sich ein kleines Viereck bei stabiler Fusion und dreidimensionaler Sicht abbildete. Durch die Pfeiltasten nach oben, unten, links und rechts sollte die Lokalisation des kleinen Vierecks angegeben werden. Pro Tastenklick wanderte das große Viereck auseinander, sodass sich Schritt für Schritt zwei Vierecke ergaben, welche immer schwerer zu fusionieren waren. Die Ermittlung der BI- und BO-Werte war dann abgeschlossen, sobald keine Fusion und somit dreidimensionales Viereck gesehen wurde (Grenze der Fusionsbelastbarkeit). Das computerbasierte Programm simulierte zu Beginn die Ferne und danach die Nähe im zweiten Teil. Anschließend näherten sie die beiden großen Vierecke wieder an, bis die Fusion im Sinne des dreidimensionalen Sehens erneut gelang. Die Dauer des Wiedererlangens spiegelt sich in den Recovery Werten wider (BIRec und BORec) (Scheinmann et al., 2021). Je höher die Werte, desto länger konnte die Fusion aufrechterhalten werden beziehungsweise desto schneller konnte die Fusion nach Aufbruch wiederhergestellt werden.

#### Messung der Leistungsfähigkeit der Augenmotilität:

Neben der Fähigkeit der optimalen Zusammenarbeit beider Augen spielt die Augenmotilität bei Lernschwächen und Aufmerksamkeitsdefiziten eine wichtige Rolle (Dürrwächter, 2003; Pavlidis, 1980; Radach et al., 2012; Razuk et al., 2017). Der King Devick Test (Alan King & Steven Devick, 1976) misst die Lesegeschwindigkeit einer Reihe von einstelligen Zahlen von links nach rechts (Galette et al., 2011). Wie im Anhang 10.1.5 dargestellt, umfasst der Test eine Demonstrationskarte und drei Testkarten. Durch standardisierte Anweisungen wurden die Schüler\*innen aufgefordert die Zahlen auf der Karte so schnell wie möglich zu lesen (siehe Anhang 10.1.6). Die Summe der Zeitwerte der drei Karten bildeten den Gesamtwert. Zusätzlich wurde die Fehlerquote erhoben. Der Test misst die Fähigkeit der Sakkaden und Fixationsdurchführung in Kombination mit einer erhöhten Konzentrationsdauer und visuellen Ausdauer zur Gewährleistung einer schnellen Lesedauer (Galette et al., 2011).

Auf Grundlage der ermittelten Ergebnisse der Testbatterie wurden für die folgende Trainingsintervention spezifische Übungen entwickelt, die die

visuellen Funktionen und die damit zusammenhängende Koordination schulten.

### 5.5 Trainingsintervention

Um die Grundschüler\*innen ausreichend fördern zu können, wurde die Projektdauer und somit Trainingsintervention auf ein Jahr festgelegt. Die für das Projekt ausgewählten Schüler\*innen trainierten zweimal wöchentlich für 60 Minuten. Um eine individuelle Trainingsgestaltung gewährleisten zu können und Unter- als auch Überforderungen zu vermeiden, wurde die in dieser Studie standardisierte Trainingsintervention in dessen Übungen je nach Leistungsstand adjustiert. Die Inhalte der Trainingsstunden orientierten sich an dem Konzept (*Vier-Kreise-Modell*) nach A. M. Skeffington (siehe *Kapitel 2.2*) Infolgedessen fanden die Funktionen der Motilität, Vergenzfähigkeit, Binokularität und die visuelle Verarbeitung anhand der Gehirnintegration in den Trainingsplänen Anwendung. Damit einher ging die Visumotorik im Sinne von koordinativen Übungen. Insgesamt verfügt ein Trainingsplan über fünf grundlegende Übungen, welche im Anhang ausführlicher in dessen Zielsetzung, Übungsausführung und Übungsdauer erläutert werden.

## 6. Auswertung

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der durchgeführten Tests berichtet werden. Im Rahmen der Untersuchung wurden zunächst die deskriptiven Statistiken betrachtet. Anschließend wurde ein Mittelwertvergleich der beiden Diagnostikzeitpunkte in Bezug auf die Testergebnisse mithilfe eines *t*-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt. Das Signifikanzniveau betrug in allen Verfahren  $\alpha = .05$ . Zur Veranschaulichung der deskriptiven Statistiken wird Tab.1. hinzugezogen. Diese listet die Mittelwerte und Standardabweichungen der verschiedenen Tests und dessen Variablen zu beiden Messzeitpunkten auf.

Tab. 1. Mittelwerte und Standardabweichungen der Diagnostiken

Testbatterie	Variablen	M und SD	T0	T1
<b>Fitlight</b>	<b>Lichter</b>	M	26.87	33.19
		SD	9.62	26.87
	<b>Fehler</b>	M	1.58	.32
		SD	2.07	.96
<b>Koordinationsleiter</b>	<b>Bahnen</b>	M	4.45	4.99
		SD	1.26	1.12
	<b>Fehler</b>	M	11.86	3.02
		SD	13.11	5.48
<b>Frisbee</b>	<b>Gesamtscore</b>	M	.08	.37
		SD	.31	.749
<b>BVA</b>	<b>BI</b>	M	9.23	9.76
		SD	5.64	5.50
	<b>BI Rec</b>	M	3.01	3.19
		SD	3.19	3.11
	<b>BO</b>	M	15.27	19.04
		SD	9.90	12.84
	<b>BO Rec</b>	M	6.27	8.61
		SD	7.85	11.61
<b>King Devick</b>	<b>Zeit</b>	M	118.99	100.81
		SD	34.03	28.93
	<b>Fehler</b>	M	12.84	5.36
		SD	13.40	7.67

Um die Voraussetzung der Berechnung eines t-Tests zu gewährleisten, wurde vorerst der Kolmogorov-Smirnov-Test zur Prüfung der Differenzen der gepaarten Werte auf Normalverteilung ausgeführt. Wie in Tab.2. dargestellt, sind die Daten der ausgemachten Lichter der Fitlight Testung ( $p = .06$ ) und die Ermittlung der Fähigkeit der konvergenten Fusionsbreite (BO) ( $p = .07$ ) laut des Kolmogorov-Smirnov-Tests normalverteilt. Die weiteren Daten der restlichen Tests erwiesen sich mit  $p < .05$  in dessen Normalverteilung als verletzt. Auf Grundlage der Stichprobengröße von  $n = 118$  und der Robustheit des t-Tests auf Verletzungen kann jedoch von einer Normalverteilung der weiteren Datensätze ausgegangen werden (Wilcox, 2012). Im Anhang 10.3 wird anhand der Item-Kennwerte begründet, weshalb einige der Testdaten keine Normalverteilung aufweisen.

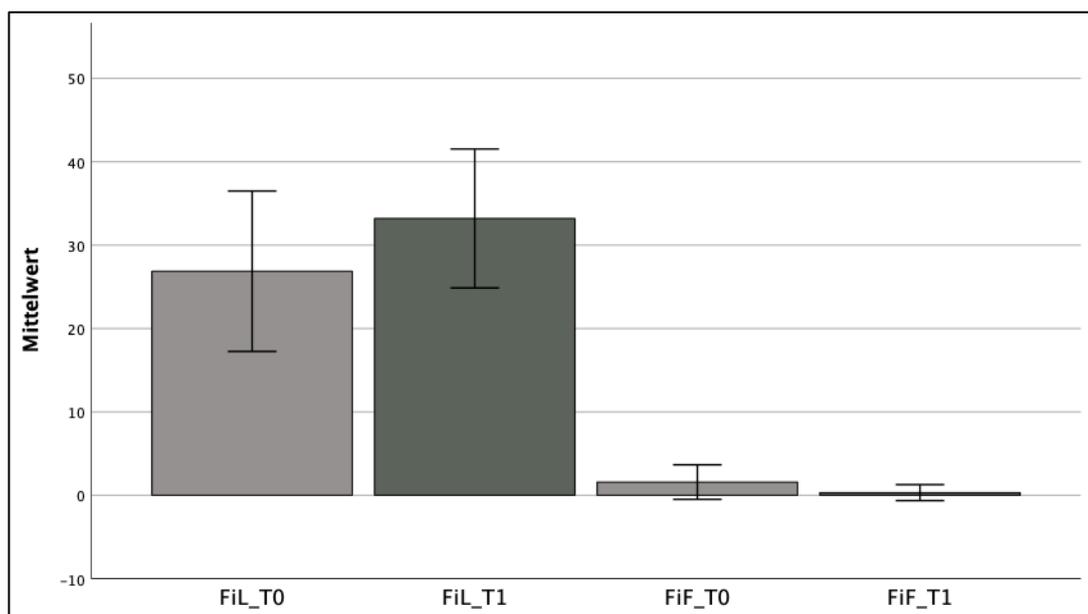
Tab. 2. *p*-Werte der Normalverteilungsprüfung

Testbatterie	Variablen	p-Wert
Fitlight	Lichter	= 0.05
	Fehler	< .001
Koordinationsleiter	Bahnen	= 0.02
	Fehler	< .001
Frisbee	Gesamtscore	< .001
BVA	BI	= .01
	BI Rec	< .001
	BO	= .07
	BO Rec	< .001
King Devick		= .02

	Zeit	
	Fehler	< .001

Im Anschließenden werden die Ergebnisse der t-Tests vorgestellt, um Rückschlüsse darüber geben zu können, ob sig. Veränderungen bezüglich der Mittelwertvergleiche der beiden Messzeitpunkte stattgefunden haben.

Die erste Testung innerhalb der Testbatterie fand an Fitlights statt. Wie in *Abb. 4.* zu sehen ist, machten die Proband\*innen in der post-Diagnostik sig. mehr Lichter aus ( $t(117) = -7.85, p < .001$ ), wobei sich ebenso die Fehlerquote verringerte ( $t(117) = 6.35, p < .001$ ). Führten die Kinder zum ersten Messzeitpunkt im Mittel 1,58 Fehler durch ( $SD = 2.07$ ), machten sie nach der Intervention im Mittel .32 ( $SD = .96$ ) Fehler (siehe Tab.1.)



*Abb. 4.* sig. Mittelwertunterschiede Fitlight

Ebenfalls erwies sich der Mittelwertvergleich der Testung an der Koordinationsleiter als signifikant. Zum zweiten Messzeitpunkt wurden sig. mehr Bahnen ( $t(117) = -4.47, p < .001$ ) mit einer sig. geringeren Fehleranzahl absolviert ( $t(117) = 7.48, p < .001$ ). Die Mittelwertunterschiede zwischen den beiden Messzeitpunkten sind in *Abb. 5.* veranschaulicht.

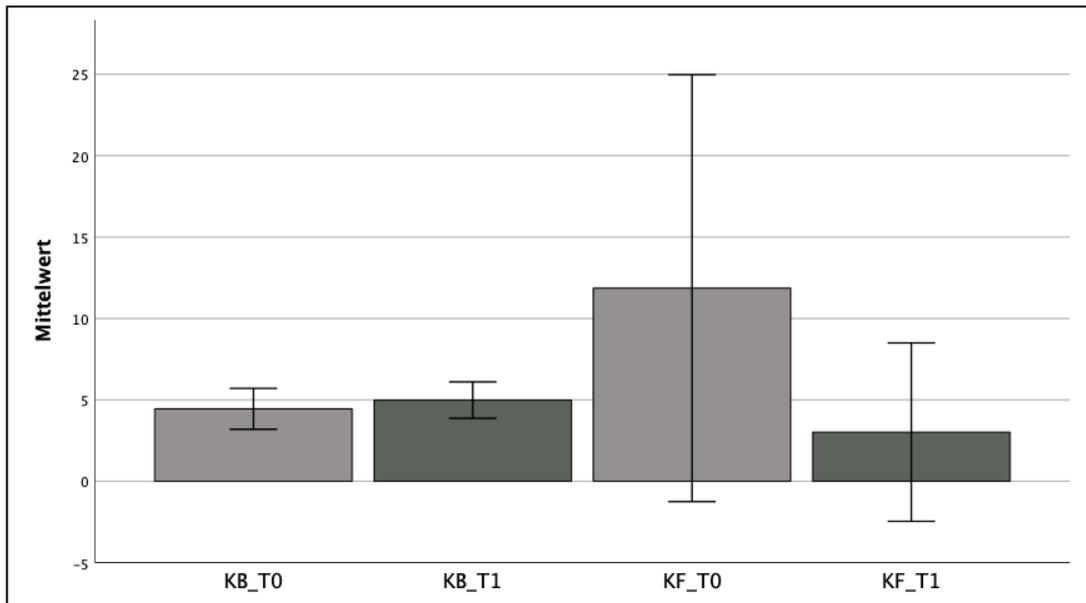


Abb. 5. sig. Mittelwertunterschiede Koordinationsleiter

Gleiches gilt für das Frisbeewerfen, indem die Pylone mittels Frisbee in der post-Diagnostik sig. öfter getroffen wurde ( $t(117) = -3.93, p < .001$ ). Im Mittel belief sich der Gesamtscore der insgesamt fünf Versuche in der pre-Diagnostik auf .08 (SD = .31), wobei zum zweiten Messzeitpunkt im Mittel .73 (SD = .75), und somit sig. mehr Pylonen getroffen wurden (siehe Tab.1.).

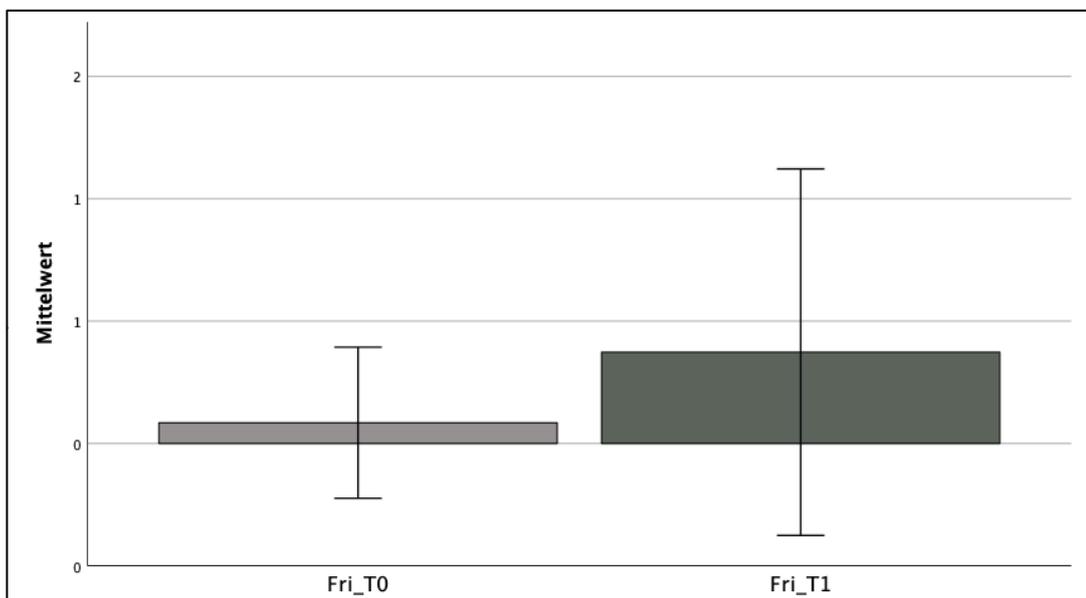
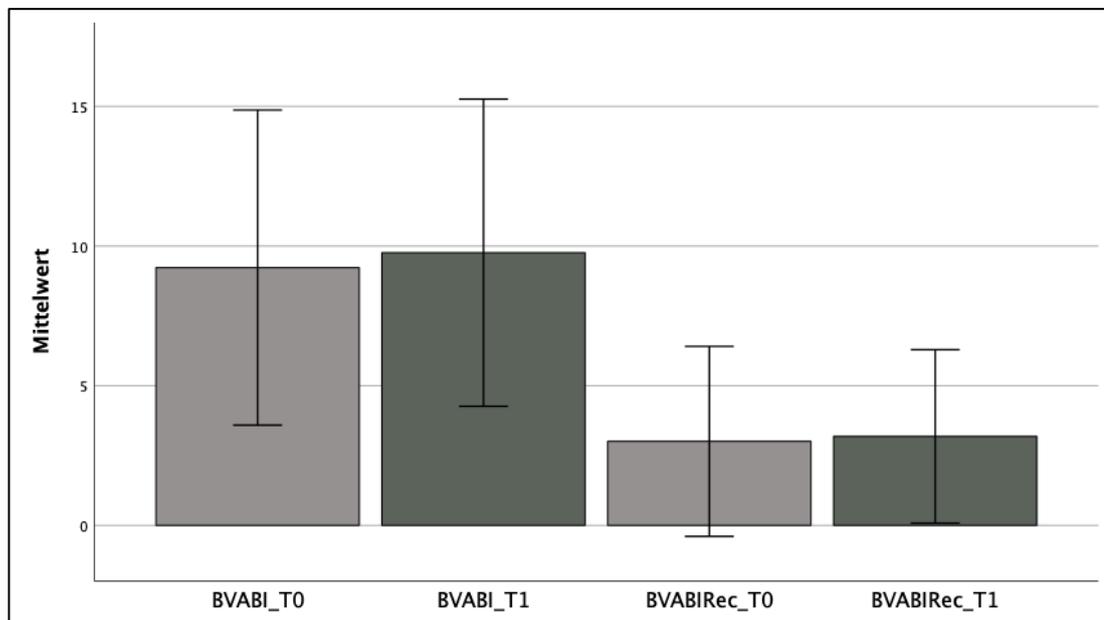


Abb. 6. sig. Mittelwertunterschied Frisbee

Anhand der BVA-Testung wurde die Leistungsfähigkeit der Fusion ermittelt. Die Ergebnisse lieferten keinen sig. Unterschied der divergenten

Vergenzfähigkeit (BI) ( $t(117) = -1.04, p = .30$ ). Ebenfalls konnte sich der Recovery Wert nach aufgebrochener Fusion im divergenten Bereich nach der Intervention im Vergleich zur pre-Diagnostik nicht sig. verbessern ( $t(117) = -.48, p = .63$ ). Im Gegensatz dazu ist im Konvergenzbereich (BO) ein sig. Mittelwertunterschied der beiden Messzeitpunkte festzustellen ( $t(117) = -3.07, p = .003$ ). Der Recovery Wert zur schnellen Herstellung der Fusion in der Nähe erwies sich allerdings als nicht signifikant ( $t(117) = -1.97, p = .05$ ). *Abb. 7.* veranschaulicht die Mittelwertunterschiede der Vergenzfähigkeit in der Nähe, welche sich als nicht sig. herausstellten. *Abb. 8* verdeutlicht den sig. Mittelwertunterschied der Vergenzfähigkeit in der Nähe und ebenfalls den nicht sig. Unterschied des Recovery Wertes in der Nähe.



*Abb. 7.* keine sig. Mittelwertunterschiede BI und BIRec

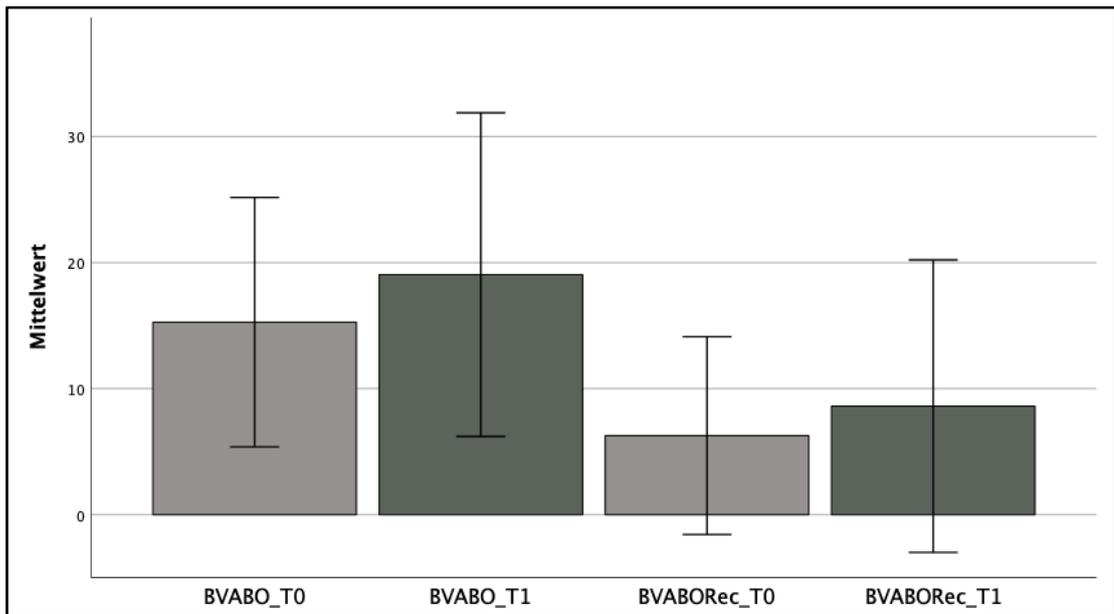


Abb. 8. sig. Mittelwertunterschied BO und kein sig. Mittelwertunterschied BORec

Die letzte Testung der Diagnostik zur Ermittlung der Motilitätsfähigkeit anhand der Leseleistung bestätigte sich als signifikant (siehe Abb. 9.). Die Kinder verbesserten die Leseleistung der Testkarten in Bezug auf die Geschwindigkeit zwischen dem ersten und zweiten Messzeitpunkt sig. ( $t(117) = 7.82, p < .001$ ), wobei zudem sig. weniger Fehler gemacht wurden ( $t(117) = 6.68, p < .001$ ).

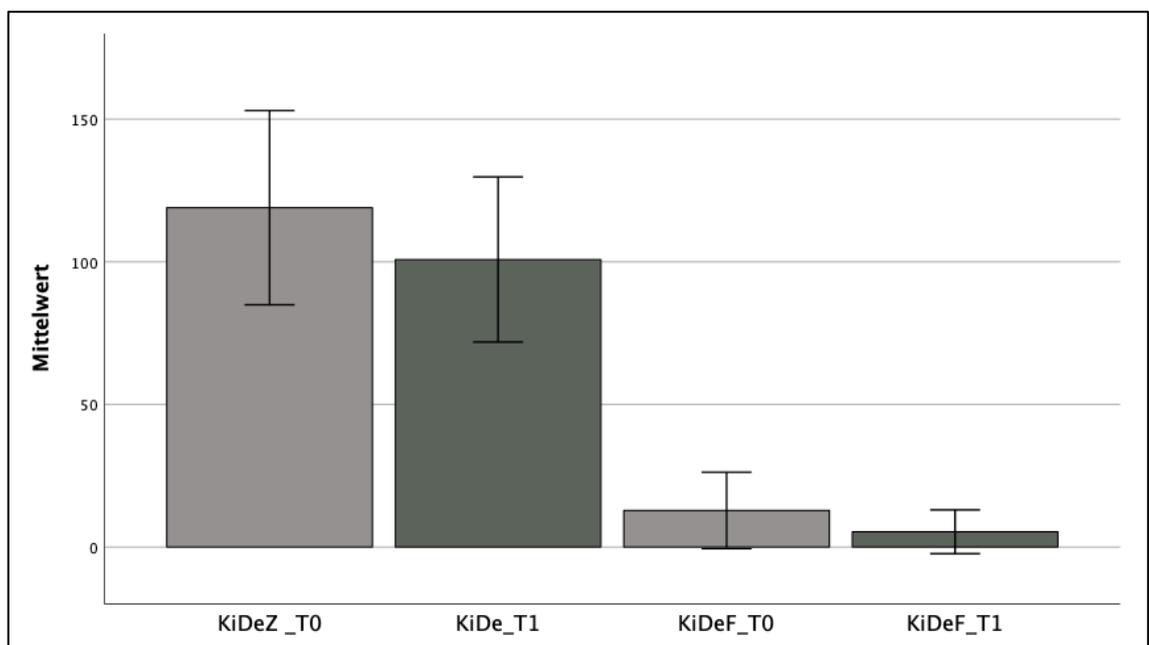


Abb. 9. sig. Mittelwertunterschiede King Devick

Insgesamt zeigten sich sig. höhere Mittelwerte in der post-Diagnostik nach der durchgeführten Trainingsintervention. Davon ausgeschlossen waren die Testung der fusionalen Vergenzfähigkeit in der Ferne (BI, BIRec) und der Nähe hinsichtlich des fusionalen Recovery Wertes (BORec), welche keine sig. Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten in dessen Mittelwert besaßen. Anhand des folgenden Kapitels sollen die Ergebnisse diskutiert werden, um Rückschlüsse auf die schulische Leistungsfähigkeit durch die Einbettung in die aktuelle Studienlage geben zu können.

## **7. Ergebnisdiskussion**

Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand in der Untersuchung der Fragestellung, ob Visual- und Koordinationstraining bei lernschwachen und aufmerksamkeitsdefizitären Kindern zu einer Verbesserung der schulischen Leistungsfähigkeit führen kann. Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden die Ergebnisse der pre-Diagnostik und post-Diagnostik mittels abhängigen t-Tests in dessen Mittelwerten verglichen. Vier der fünf Tests wiesen sig. erhöhte Mittelwerte auf. Lediglich drei der vier binokularen Leistungsparameter der BVA-Testung bestätigten sich nach der Intervention als nicht signifikant und verschlechterten sich somit im Hinblick auf die post-Diagnostik.

Im Folgenden werden die Ergebnisse anhand der Forschungsfrage diskutiert und in Bezug zur schulischen Leistungsfähigkeit gesetzt, welche zunächst genauer thematisiert wird.

Schulische Leistung lässt sich in Form von Noten und Bildungsabschlüssen messen. Aufgrund der verschiedenen Determinanten stellt die Leistungsfähigkeit ein komplexes Konstrukt dar. Das allgemeine Bedingungsmodell der Schulleistung nach Heller (1995) umfasst verschiedene Prädikatoren, wie das Vorwissen, die kognitive Lern- und Denkfähigkeit oder die Intelligenz, die einen korrelativen Zusammenhang zur Schulleistung aufweisen (Heller, 1995). Neben den individuellen Bedingungsfaktoren haben zudem familiäre und soziale Faktoren einen Einfluss (Elsässer, 2018; Hosenfeld, 2006). Hinsichtlich der verschiedenen Determinanten erweist sich

die schulische Leistungsfähigkeit als ein komplex zu erfassendes Konstrukt. Demzufolge können durch die Testergebnisse der vorliegenden Arbeit im Folgenden lediglich Rückschlüsse auf verschiedene schulische Leistungsaspekte gezogen werden, da eine Erhebung der schulischen Parameter innerhalb des Projektes keine Anwendung fand. Primär wird sich dabei auf die akademischen Leistungen im Teilbereich Lesen, Schreiben und dem Einfluss einer verminderten Aufmerksamkeitsspanne auf die Leistungsfähigkeit beschränkt, da diese vermehrt in Kombination mit visuellen und visumotorischen Defiziten stehen und bei lern- und aufmerksamkeitschwachen Kindern defizitär zu beobachten sind (Dirksen et al., 2015; Dürrwächter, 2003; Hussaindeen et al., 2017; Radach et al., 2012). Die Diagnostik begann mit der Testung der Auge-Hand/Fuß-Koordination mittels Fitlights. Wie bereits im theoretischen Rahmen der Arbeit beschrieben, stellt die Auge-Hand/Fuß-Koordination einen Teil der Visumotorik dar, welche laut *Kapitel 3* bei lernschwachen und aufmerksamkeitsdefizitären Kindern vermehrt Mängeln unterliegt (Crippa et al., 2013; Jongman et al., 2003; Maron et al., 2021). Nach der Trainingsintervention wiesen die Grundschüler\*innen sig. verbesserte Mittelwerte, sowohl in der Anzahl an ausgemachten Lichtern, als auch der Fehlerquote auf. Ähnliche Ergebnisse berichteten die Studien von Ellison et al. (2020) und Ziereis & Jansen (2015). Neben der Effektivität eines koordinativen Trainings auf die Visumotorik und Koordination bei verhaltensauffälligen Kindern (Ziereis & Jansen, 2015) konnten zudem sig. Verbesserungen der Auge-Hand-Koordination durch Visualtraining beobachtet werden (Ellison et al., 2020). Maman et al. (2011) untersuchten im Gegensatz zu den soeben vorgestellten Studien die Effektivität einer kombinierten, achtwöchigen Trainingsintervention, basierend auf Visualtraining und dem Training der Auge-Hand-Koordination. Die Forscher\*innen stellten dabei sig. Verbesserungen nach der Intervention fest. Hinsichtlich der Auge-Hand-Koordination spielt die Visumotorik im schulischen Rahmen primär beim Schreiben und Zeichnen eine Rolle (Hirschmann et al., 2018; Koch, 2002). Dirksen et al. (2015) beobachteten eine verbesserte Auge-Hand-Koordination und ferner Schreibleistung bei Kindern der sechsten Klasse durch gezieltes Koordinationstraining, welches zudem die Konzentrationsfähigkeit im schulischen Rahmen positiv beeinflusste (Budde et

al., 2008). Grundlage könnte die durch das Training ausgelöste Voraktivierung gewisser Gehirnregionen sein, welche für die Vermittlung von Funktionen wie der Aufmerksamkeit zuständig sind, diese schlussendlich erhöhen und kognitive Funktionen verbessern (Budde et al., 2008). Folglich könnte die vorliegende Arbeit explorative Daten liefern, welche durch die verbesserte Visumotorik der lern- und aufmerksamkeitsschwachen Kinder anhand eines Visual- und Koordinationstrainings erste Trainingsformen untersucht, die mögliche Ansätze zur Erhöhung der schulischen Leistungsfähigkeit darstellen. Diese Annahme kann aufgrund der Zugehörigkeit der Auge-Fuß-Koordination zur Visumotorik ebenfalls auf die Ergebnisauswertung der Koordinationsleiter bezogen werden. Innerhalb der Testung liefen die Kinder binnen 30 Sekunden sig. mehr Bahnen, wobei sig. weniger Fehler durchgeführt wurden. Gegensätzlich zur Auge-Hand-Koordination lässt sich die Auge-Fuß-Koordination allerdings in keinen direkten Zusammenhang zu einer spezifischen schulischen Fähigkeit wie dem Schreiben bringen. Betrachtet man die Auge-Fuß-Koordination als Teil des Gesamtkonstrukt der Koordination lassen sich jedoch Bezüge zur akademischen Performance herstellen. Ähnlich der Ergebnisse von Bucci et al. (2018) bestätigten Guillamon et al. (2021) durch sportliche Betätigung anhand koordinativer Übungen die Wiederaktivierung bestimmter Gehirnschaltkreise, welche bei akademischen Aufgaben zu Müdigkeit, Konzentrationsmängel und Aufmerksamkeitschwierigkeiten führen. Guillamon et al. (2021) untersuchten den Einfluss koordinativer Fähigkeiten auf die schulische Leistung bei Grundschüler\*innen im Alter von 6 bis 9 Jahren. Die Ergebnisse bestätigten die Verbindung zwischen der verbesserten Koordination und folglich erhöhten schulischen Leistungsfähigkeit anhand der Auswertung der Schulnoten. Vor allem die Testung der Auge-Fuß-Koordination, bei der die Anzahl seitlicher Sprünge auf einer rutschfesten Plattform innerhalb von 15 Sekunden gemessen wurde, war bei Kindern mit einer verbesserten schulischen Leistung erhöht. Murrain (2010) belegte darüber hinaus, dass Kinder im Alter von fünf Jahren bessere Lese- und Mathematikleistungen als Gleichaltrige besitzen, sofern deren feinkoordinative Fähigkeiten gut ausgeprägt sind. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine erhöhte Auge-Hand/Fuß-Koordination und Koordination im Allgemeinen zu gesteigerten akademischen

Leistungen bezüglich der Schreibleistung, Konzentrationsspanne und Aufmerksamkeitsfähigkeit, Lese- und Mathematikleistungen führen kann (Dirksen et al., 2015; Guillamon et al., 2021; Murrah, 2010). Aus dem Grund der sig. Verbesserung der visumotorischen Leistung der Grundschüler\*innen des Projektes können in Anbetracht der bereits vorhandenen Studien Rückschlüsse über eine mögliche Erhöhung der soeben genannten Leistungsparameter mittels der durchgeführten Trainingsintervention gezogen werden. Trotz der vermehrt vorhandenen Mängel koordinativer Fähigkeiten bei Kindern mit lern- und aufmerksamkeitsschwächen bedarf es weiteraus mehr Forschungen, welche die Effektivität eines Visual- und Koordinationstraining auf die schulische Leistung dieser gesonderten Stichprobe untersucht (Bakar & Chen, 2014; Hasselhorn, 2022; Lauth et al., 2014; Weber et al., 2002). Die vorliegende Arbeit bietet insofern einen ersten Datensatz, welcher ausschließlich lernschwache und verhaltensauffällige Grundschüler\*innen inkludiert und mögliche zukünftige Verbesserungsmöglichkeiten schulischer Leistungen bereitstellt.

Auf Grundlage des Einflusses einer gut ausgebildeten Auge-Hand-Koordination auf präzises Werfen und die sig. verbesserten Ergebnisse der Messungen an Fitlights und der Koordinationsleiter, kann davon ausgegangen werden, dass sich die Grundschüler\*innen durch die Trainingsintervention zum zweiten Messzeitpunkt in dessen Visumotorik verbesserten, da sie mehr Pylonen als in der Eingangsdiagnostik trafen. Daher unterstreicht die Messung der Wurfleistung mittels Frisbees die Annahme, dass die Visumotorik durch Visual- und Koordinationstraining gesteigert und ferner positive Auswirkungen auf die schulischen Fähigkeiten haben kann.

Da die erste Stufe der Auge-Hand- und Auge-Fuß-Koordination die visuelle Erkennung des Zielobjektes ist, wird vor allem das Werfen additiv von der Fähigkeit einer gut ausgebildeten binokularen Sicht dominiert, welche eine präzise Distanz- und Geschwindigkeitseinschätzung, wie in *Kapitel 2.2.2* und *2.3* erwähnt, zur Folge hat (Shandiz et al., 2018). Die Binokularität stellt eine der visuellen Fähigkeiten nach A.M. Skeffington dar und bestimmt neben der Visumotorik die visuelle Wahrnehmung grundlegend (siehe *Kapitel 2.2*). Aus diesem Grund können Störungen innerhalb des Binokularsehens, welche bei lernschwachen und verhaltensauffälligen Kindern häufig zu beobachten sind,

Beeinträchtigung auf die schulische Leistung bezüglich des Lesens und Schreibens haben (Hussaindeen et al., 2017; Rouse et al., 2009; Scheinmann et al., 2005). Die Trainierbarkeit der Binokularität wurde von Hussaindeen et al. (2017) und Scheinmann et al. (2003) erforscht. In deren durchgeführten Studie verbesserten sich die Kinder durch Training der Binokularität in Bezug auf die Vergenz- und somit Fusionsfähigkeit. Sowohl in der Nähe (BO), der Ferne (BI) und der jeweiligen Recovery-Messung nach aufgebrochener Fusion (BORec und BIRec) erhöhten sich die Werte nach der Trainingsintervention signifikant (Hussaindeen et al., 2017). Diese Ergebnisse stehen im Gegenzug zu denen in dieser Arbeit evaluierten Tests anhand des BVA. Die Fusion mittels Divergenzbewegung verschlechterte sich im Mittel, sodass die dargestellten Vierecke kürzer fusioniert werden konnten. Zudem brauchten die Schüler\*innen länger, die aufgebrochene Fusion wieder zu erlangen. Wie in *Kapitel 2.2.2* erläutert, können durch eine verminderten Fusionsfähigkeit Doppelbilder entstehen, worunter das Stereosehen und ferner die Distanz- und Geschwindigkeitseinschätzung leidet (Hussaindeen et al., 2017). Es gilt allerdings kritisch zu betrachten, welche Relevanz die Fusionsfähigkeit in der Ferne für die schulische Leistung hat. Eine divergente Augachsenstellung durch die Abduktion der Augenmuskeln (siehe *Kapitel 2.2.3*) dient der Fixierung von Objekten in der Ferne ab circa 6 Metern. Betrachtet man unter der schulischen Leistung beispielsweise das Lesen und Schreiben, werden jegliche Aufgaben in der Naharbeit durchgeführt. Lediglich der Blick auf eine weit entfernte Tafel könnte eine Divergenz erfordern. Da kaum bis keine Studien vorhanden sind, die den Einfluss der divergenten Fusionsfähigkeit auf die schulische Leistung untersuchen, könnte die vorliegende, explorative Studie einen ersten Datensatz darstellen, welcher Rückschlüsse der angewendeten Intervention auf die Trainierbarkeit der divergenten Fusionsfähigkeit gibt. Darüber hinaus wäre von Interesse, welche Relevanz die Fusion in der Ferne auf die schulische Leistung bei lern- und aufmerksamkeitschwachen Kindern hat.

Gegensätzlich zu der Divergenz steht die Konvergenz. *Kapitel 2.2.3* verdeutlicht das vermehrte Auftreten einer Konvergenzinsuffizienz bei lernschwachen und aufmerksamkeitsdefizitären Kindern (Borsting et al., 2005; Christian et al., 2017; Hussaindeen et al., 2017; Rouse et al., 2009). Die

Folgen der Insuffizienz äußern sich häufig im Entstehen von Doppelbildern und führen dadurch zu Mängeln im Lesen und Schreiben, insofern diese keinen psychologische oder intellektuellen Ursprung besitzen (Dusek et al., 2011; Rouse et al., 2009). Zusätzlich verkürzt das Wahrnehmen von Doppelbildern die Aufmerksamkeits- Konzentrationsspanne (Hussaindeen et al., 2017). Die Schüler\*innen der vorliegenden Arbeit wiesen nach der Trainingsintervention sig. Verbesserungen der Fusionsfähigkeit in der Nähe auf. In Anbetracht der Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass die Vergenz- und Fusionsfähigkeit durch Visual- und Koordinationstraining gesteigert und die Konvergenzinsuffizienz minimiert werden kann (Dusek et al., 2011; Rouse et al., 2009). Auf Basis des gesunkenen Recovery Wertes in der Nähe (BORec) gilt allerdings zu erwähnen, dass die Schüler\*innen bei aufgebrochener Fusion, beispielsweise dem Blick auf die Tafel, länger Zeit benötigen, denselben Seheindruck durch konvergente Fusion zu generieren als vor der Trainingsintervention und somit beispielsweise Probleme haben, den Lesefluss schnell wiederzuerlangen. Nichtsdestotrotz stellt die Messung der Fusionsbreite der Nähe einen wichtigen Parameter dar, um mögliche Rückschlüsse auf die Lese- und Schreibfähigkeit geben zu können (Rouse et al., 2009). Die vorliegende Arbeit lehnt sich bezüglich der Trainierbarkeit der fusionalen Vergenz an bereits vorhandene Studien an (Duske et al., 2011; Hussaindeen et al., 2017; Rouse et al., 2009; Scheinmann et al., 2005). Insofern kann davon ausgegangen werden, dass Visual- und Koordinationstraining die Fusionsfähigkeit in der Nähe erhöht und folglich die Lesegeschwindigkeit verbessert werden kann (Dusek et al., 2011). Darüber hinaus bietet die vorliegende explorative Arbeit erste Forschungsgrundlagen zur Untersuchung einer durch Visual- und Koordinationstraining verbesserten Binokularität in der Nähe auf die Aufmerksamkeitsspanne und ferner schulische Leistung.

Hinsichtlich der sich überschneidenden visuellen Fähigkeiten nach A.M. Skeffington (siehe *Kapitel 2.2*) kann nicht nur das Binokularsehen einen Einfluss auf das Lesen haben, sondern auch eine defizitär auffällige Motilitätsfähigkeit die Lesefähigkeit verschlechtern. Schüler\*innen mit Lernschwächen und Aufmerksamkeitsdefiziten verfügen, neben visumotorischen als auch binokularen Mängeln häufig über Defizite innerhalb

der Augenmotilität (Dürrwächter, 2003; Chan et al., 2022; Liversedge & Findley, 2000; Pache et al., 2004; Tamm et al., 2017). Auf Basis dieses Wissens wurde der King Devick Test zur Ermittlung der Fähigkeit der Fixations- und Sakkadenbildung durchgeführt. Die Grundschüler\*innen steigerten deren Lesegeschwindigkeit innerhalb der post-Diagnostik, wobei zudem weniger Fehler absolviert wurden. Anhand der Auswertung kann demnach davon ausgegangen werden, dass Visual- und Koordinationstraining die Augenmotilität bezüglich einer präziseren Fixations- und Sakkadenbildung steigert. Vor allem das Lesen profitiert durch die exakte Durchführung von Fixationen und Sakkaden, wie in *Kapitel 2.2.1.1* und *Kapitel 2.2.1.2* erklärt, in dessen Geschwindigkeit und ferner dem Textverständnis (Salgado-Fernandez et al., 2022). Zudem bestätigten Chan et al. (2022) eine erhöhte Merkfähigkeit, positives Lernverhalten und eine verbesserte Aufmerksamkeitsspanne im schulischen Kontext bei lernschwachen Kindern durch okulomotorisches Training.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Untersuchungen des Einflusses der Augenmotilität auf lern- und aufmerksamkeitsschwache Kinder innerhalb der visuellen Funktionen und der Visumotorik am meisten Forschungsgrundlage aufweist. Der Grund dafür liegt primär in den zunehmenden Mängeln innerhalb okulomotorischer Funktionen bei lern- und aufmerksamkeitsschwachen Schüler\*innen (Chan et al., 2022; Dürrwächter, 2003; Liversedge & Findley, 2000; Pavlidis, 1980; Razuk et al., 2018, Salgado-Fernandez et al., 2022). Diesbezüglich dient die vorliegende Arbeit als Grundlagenforschung, um die durchgeführte Trainingsintervention als möglichen, perspektivischen Verbesserungsansatz des Leseverhaltens durch eine gesteigerte Augenmotilität darzustellen. Auch das Lerntempo hinsichtlich der Merkfähigkeit und Konzentrationsspanne steht laut Chan et al. (2022) in Zusammenhang mit einer verbesserten Augenmotilität. Perspektivisch können, in Anlehnung an die Ergebnisse von Chan et al. (2022), erste Validierungsdaten geliefert werden, Visual- und Koordinationstraining bei lern- und aufmerksamkeitsschwachen Kindern anzuwenden, um deren Motilität und ferner schulisches Lernverhalten im Sinne der Merkfähigkeit und Konzentrationsspanne zu steigern.

## 7.1 Methodendiskussion

Wir die Methodologie der vorliegenden Arbeit kritisch betrachtet, so können in Bezug auf die Untersuchungsgruppe und das Studiendesign Vor- und Nachteile gefunden werden. Von Beginn an des Projekts 2018 bis zum Abschluss des Interventionszeitraums des Schuljahres 2021/2022 nahmen insgesamt 153 Proband\*innen teil. Mit Hilfe der festgelegten Inklusions- und Exklusionskriterien konnte eine zielgerichtete, statistische Auswertung der vorhandenen Daten durchgeführt werden. Diese Kriterien beschränken die Stichprobe auf eine Größe von 118 Schüler\*innen. Diejenigen Kinder, die von der Studie exkludiert wurden, wiesen nur einen Messzeitpunkt auf. Die Gründe dafür lagen in einem Schulwechsel oder dem Abbruch des Projektes.

Die Stichprobe bestand aus Schüler\*innen der zweiten und dritten Klassenstufe, im Alter zwischen 7 und 10 Jahren. Laut Hasselhorn (2021) sind Lernschwächen und Aufmerksamkeitsdefizite besonders häufig im Grundschulalter zu beobachten. Allerdings werden ebenfalls Mängel im Lernverhalten und/oder der Aufmerksamkeitsspanne klassenübergreifend in höheren Altersgruppen beobachtet (Hussaindeen et al., 2017; McBride & Bijan, 2017). Aus diesem Grund gilt es als interessant in weiterführenden Forschungen andere Altersklassen oder klassenübergreifende Unterschiede bezüglich einer visuell- und koordinativ basierten Trainingsintervention in Bezug auf die schulische Leistungsfähigkeit zu untersuchen.

Laut Mowlem et al. (2019) sind Aufmerksamkeitsdefizite und Lernschwächen in der Jugend bei Jungs häufiger zu erkennen als bei Mädchen. Zudem wiederholen Jungen laut des statistischen Bundesamtes (2014) häufiger eine Klasse und verfehlen nach Angaben des Bildungsberichtes der OECD (2015) öfter grundlegende Kompetenzen im Lesen, der Mathematik und Naturwissenschaften. Weiterführend könnte der in dieser Arbeit erhobene Datensatz demnach Grundlage für die Errechnung geschlechtsspezifischer Differenzen bilden, um Rückschlüsse auf mögliche Unterschiede verbesserter schulischer Leistungsfähigkeiten zwischen Jungen und Mädchen aufgrund eines Visual- und Koordinationstrainings geben zu können.

Das Programm wurde je nach Leistungsstand adjustiert. Die Adjustierung hat eine individuelle Trainingssteuerung und Anpassung zur Folge, und ist daher

in Bezug auf die Standardisierung der Intervention kritisch zu betrachten. Durch die individuell abgestimmten Trainingsprogramme in dessen Schwierigkeitsgrad erweist es sich als schwierig, allgemeingültige Aussagen zu treffen und somit die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen. Trotz der unzureichenden Standardisierung gelten die Individualisierungen eines Visualtrainings als relevant zu betrachten. Die Wissenschaftliche Vereinigung für Augenoptik und Optometrie (2021) setzt für Visualtraining eine exakt definierte visuelle Analyse voraus. Aus diesen Ergebnissen entsteht ein gezieltes gesamtheitliches Training, das Körper und Augen als Ganzes betrachtet und zum Ziel hat, das Sehen zu verbessern (Wissenschaftliche Vereinigung für Augenoptik und Optometrie, 2021). Auf Basis der Individualität eines Visualtrainings anhand der ermittelten Diagnostikergebnisse, könnten zukünftige Forschungen personenspezifischer gestaltet werden, um somit mögliche schulische Leistungssteigerungen individuell zu untersuchen. Zur Wahrung statistischer Kriterien bräuchte allerdings jede einzelne Trainingsintervention mit dessen spezifischen Adjustierungen eine gesonderte Stichprobe.

Die Proband\*innen führten die Diagnostik ohne Familiarisierung der Testbatterie durch. Aus diesem Grund ist nicht auszuschließen, dass mögliche Lerneffekt innerhalb der Trainingsintervention die Ergebnisse der post-Diagnostik beeinflusste. Durch ähnliche oder dieselben Materialien und Tests, die in der Trainingsintervention und gleichzeitig Diagnostik genutzt wurden, könnte sich eine Testfamiliarität eingestellt haben, welche die Verbesserung visuell-koordinativer Parameter beeinflusst (Abernethy, 1996).

Aufgrund der zertifizierten Visualtrainer\*innen wird von einer genauen und zuverlässigen Datenerhebung ausgegangen. Ferner wurde die Testbatterie zu den verschiedenen Messzeitpunkten vormittags innerhalb der Schulzeit durchgeführt. Vor der Diagnostik fanden keine Unterrichtsstunden statt, weshalb die Kinder morgens in den Turnhallen unmittelbar nach der Ankunft mit den Testungen begannen.

Die Validität der eigens entwickelten und ferner durchgeführten Tests wurden, neben der theoretischen Stützung (*Kapitel 5.4*) durch erfahrene Visualtrainer\*innen verifiziert. Ausschließlich der King-Devick Test gilt in Bezug auf die Testung der Okulomotorik und Messung der Lesefähigkeit als

validiert (Bernstein et al., 2021). Um die Güte der restlichen Tests belegen zu können, müssten diese in dessen Validität für zukünftige Forschungen adäquat geprüft werden. Darüber hinaus sind einige der Datensätze in dessen Normalverteilung verletzt (siehe Anhang). Vor allem die Ermittlung der Fehlerquoten der Testungen an den Fitlights, der Koordinationsleiter und innerhalb des King Devick wiesen vermehrt niedrige Ergebnisse auf, was darauf hindeutet, dass die Schüler\*innen kaum bis keine Fehler zu beiden Messzeitpunkten durchführten. Dies wiederum könnte darauf hindeuten, dass die Tests in dessen Schwierigkeitsgrad zu niedrig gestaltet wurden. Mittels der Ermittlung der internen Konsistenz oder der Item-Schwierigkeiten könnten die Tests in Zukunft in dessen Schwierigkeitsgrad mit den restlichen Tests der Batterie verglichen werden und somit in dessen Komplexität adjustiert werden, um eine Normalverteilung der Daten zu gewährleisten. Mögliche Erklärungen der Verletzung der Normalverteilung werden im Anhang anhand der Item-Kennwerte genauer diskutiert.

Nichtsdestotrotz könnten die in der vorliegenden Arbeit durchgeführten Tests als Testpilotierung für folgende Forschungen angesehen werden.

## *7.2 Limitationen*

Neben der methodenkritischen Betrachtung stellt der Ausbruch der COVID-19-Pandemie eine Limitation der vorliegenden Arbeit dar. Aufgrund der Schulschließungen musste das Training folglich von Mai 2020 bis April 2021 online stattfinden. Demzufolge wurden die Übungen per Zoom Meeting durch die jeweiligen Trainer\*innen durchgeführt. Die Kinder bekamen die für die Übungen nötigen Trainingsmaterialien gestellt, außer der Koordinationsleiter. Diese war entweder vorhanden oder musste gekauft werden.

Das Training vor dem Bildschirm erwies sich auf motivationaler Ebene als schwierig. Obendrein konnten manche der Übungen, vermehrt das Training mittels Frisbees aufgrund von räumlicher Begrenzung nicht nach den gesetzten Rahmenbedingungen ausgeführt werden. Die Partnerübung fand während des online Trainings keine Anwendung.

Die post-Diagnostik des Schuljahres 2019/2020 und die pre-Diagnostik des Jahres 2020/2021 wurden im Juli und August 2020 unter strengen COVID-19

Schutz- und Hygienekonzepten durchgeführt. Wegen der Inzidenzzahlen, der Ansteckungsgefahr und weiteren persönlichen Gründen nahmen nicht alle Schüler\*innen an der post-Diagnostik teil, weshalb sie von der Auswertung exkludiert wurden.

Ergänzend verfügt das Projekt über keine Kontrollgruppe, da eine wissenschaftliche Auswertung der erhobenen Daten zu Beginn des Projektes nicht vorgesehen war. Als Kriterium für die Validität der Forschungsergebnisse kann die Höhe des Effekts der Trainingsintervention insofern nicht abgeschätzt werden. Somit stellt sich die Frage, ob Veränderungen der visuellen und koordinativen Parameter und folglich Rückschlüsse auf die schulische Leistungsfähigkeit auf die Trainingsintervention zurückzuführen sind oder andere Ursachen haben, wie beispielsweise Lerneffekte (Kauffeld, 2014). Um die Wirkung der Intervention prüfen zu können und interne Validität der Untersuchung zu erhöhen bedarf es in weiteren Forschungen einer Vergleichsgruppe. Vor allem die Untersuchung eines Effektes zwischen lernschwachen und aufmerksamkeitsdefizitären Kindern in Bezug zu einer Kontrollgruppe mit Kindern der Altersnorm entsprechend stellt einen interessanten künftigen Forschungsansatz dar.

## **8. Fazit und Ausblick**

Die empirische Arbeit innerhalb der Bildungsforschung vergrößert sich, wobei die erbrachte Leistung von Schüler\*innen zunehmend gemessen und evaluiert wird. Ziel besteht darin, ein Mittel zur Beeinflussung und Verbesserung schulischer Kompetenzen zu entwickeln (Hosenfeld, I.; 2006). Vor allem lernschwache und aufmerksamkeitsdefizitäre Kinder gilt es in dessen schulischen Laufbahn Maßnahmen zur schulischen Leistungssteigerung an die Hand zu geben. Auf Basis der vermehrt auftretenden visuellen und koordinativen Defizite dieser Kinder, zielte die Arbeit darauf ab, mögliche Verbesserungen durch Visual- und Koordinationstraining auf die schulische Leistung zu ermitteln. Die Grundschüler\*innen des Projektes *Kids for Success* wiesen nach der Intervention verbesserte Werte bezüglich der Visumotorik und Koordination, Motilität, Binokular- und Vergenzfähigkeit im Nahbereich auf. Hinsichtlich des komplex zu erfassenden Konstruktes akademischer

Performance können anhand der empirischen Daten lediglich Tendenzen erster Verbesserungsmöglichkeiten durch Visual- und Koordinationstraining auf die schulische Leistung gegeben werden. Aufgrund der Einordnung in die Forschungslage könnte Visual- und Koordinationstraining und die dadurch gesteigerten Fähigkeiten der Visumotorik, Motilität und des beidäugigen Sehens vor allem eine perspektivische Trainingsmethode zur Verbesserung von Lese- und Schreibkompetenzen unter Einbezug einer erhöhten Aufmerksamkeitsspanne darstellen.

Visualtraining und dessen Wirksamkeit gilt als ein gering untersuchtes Forschungsgebiet (Barrett, 2009; Helevstone, 2005; Pinero, 2016; Rawstone et al., 2005). Darüber hinaus verfügt der Forschungsstand über kaum bis keine Studien, welche eine Kombination aus Visual- und Koordinationstraining untersuchen. Aus diesem Grund liefert die vorliegende, explorative Untersuchung erste Validierungsdaten um künftig trainingsmethodisch auf Basis visueller und koordinativer Schulung die schulische Leistung bei lern- und aufmerksamkeitsschwachen Kindern steigern zu können.

Perspektivisch könnten somit bereits vorhandene Therapieformen und Interventionsmöglichkeiten ersetzt oder erweitert werden, um zum einen Kindern mit lern- und aufmerksamkeitsschwächen den Schulalltag zu erleichtern. Im weiten Sinne würde zum anderen ein Mittel entstehen, wodurch sich der erdenkliche Leidensdruck innerhalb des schulischen Rahmens minimieren könnte.

## 9. Literaturverzeichnis

- Abernethy, B. (1996). Training the Visual-Perceptual Skills of Athletes: Insights from the Study of Motor Expertise. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(6), S. 89-92.
- Allen, M., Beatty, R., Blanco, S., Devick, S., Kattouf, V., Messner, L., . . . Richardson, L. (2012). The King-Devick Test as a reading Fluency Training Programm for Students in Elementary School. *American Optometric Association 2012 Annual Meeting*.
- Arday, D. N., Fernandez-Rodriguez, J. M., Ruiz, J. R., Chillon, P., Spain-Romero, V., Castillo, M. J., & Ortega, F. B. (2014). A Physical Education trail improves adolescent cognitive performance and academic achievement. *Scandinavian Journal of Medicine and Sciences in Sports*, 24(1), S. 52-61.
- Bakar, N. F., & Chen, A.-H. (2014). Comparison on testability of visual acuity, stereo acuity and colour vision tests between childre with learning disabilities and children without learning disabilities in government primary schools. *Indian Journal of Ophthalmology*, 62(2).
- Balke-Mecher, C., Fischbach, A., Mähler, C., & Schuchardt, K. (2015). Die Komorbidität von Lernschwierigkeiten mit ADHS-Symptomen im Grundschulalter. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 43, S. 185-193.
- Barret, B. T. (2009). A critical evaluation of the evidence supporting the practice of behavioural vision therapy. *Ophthalmic & Physiological Optics: The Journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 29(1), S. 4-25.
- Barrett, B. T. (2009). A critical evaluation of the evidence supporting the practice of behavioural vision therapy. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 29, S. 4-25.
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2018). *Neurowissenschaften. Ein grundlegendes Lehrbuch für Biologie, Medizin und Psychologie*. Berlin: Springer Spektrum.
- Berke, A. (2000). Augenmuskeln und Augenbewegungen. *Optometrie*, 1, S. 13-27.
- Berke, A. (2009). *Optometrisches Screening*. Heidelberg: DOZ.
- Bernstein, J. P., Roye, S., Weitzner, D., & Calamia, M. (2021). Evaluating the construct validity of the King-Devick test in a psychological outpatient clinical sample. *Applied neuropsychology. Adult*, 28(5), S. 627-632.
- Borsting, E., Rouse, M., & Chu, R. (2005). Measuring ADHD behaviors in children with symptomatic accommodative dysfunction or convergence insufficiency: A preliminary study. *Clinical Research*, 76(10), S. 588-592.
- Bouwmeester, L., Heutink, J., & Lucas, C. (2007). The effect of visual training for patients with visual field defects due to brain damage: a systematic review. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 78(6), S. 555-564.
- Bouwmeester, L., Heutink, J., & Lucas, C. (2007). The effect of visual training for patients with visual field defects due to brain damage: a systematic review. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 78, S. 555-564.

- Brudermann, U., & Dausch, D. (1978). Ein Gerät zur Bestimmung von Fusionskraft und Fusionsbreite in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit. *Biomedizinische Technik*, 23(6), S. 140-144.
- Bucci, M. P. (2019). Visual training could be useful for improving reading capabilities in dyslexia. *Applied Neuropsychology: Child*, 10(3), S. 199-208.
- Buchberger, M., & Priglinger, S. (2005). *Augenmotilitätsstörungen. Computergeschützte Diagnose und Therapie*. Springer: Wien.
- Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietrabyk-Kendziorra, S., Ribeiro, P., & Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience letters*, 441(2), S. 219-223.
- Bundesamt, S. (2014). *Schulen auf einen Blick*. Abgerufen am April 2023 von [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/BildungForschungKultur/Schulen/BroschueReSchulenBlick0110018149004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/BildungForschungKultur/Schulen/BroschueReSchulenBlick0110018149004.pdf?__blob=publicationFile).
- Capdevila, A., Bellmunt, H., & Hernando, C. (2015). Lifestyle and academic performance in adolescents: comparison between athletes and non-athletes. *Retos*, 27, S. 28-33.
- Chan, A. S., Lee, T.-L., Sze, S. L., Yang, N. S., & Han, Y. M. (2022). Eye-tracking training improves the learning and memory of children with learning difficulty. *Scientific Report*, 12, S. 1-10.
- Christian, L. W., Nandakumar, K., Hrynychak, P. K., & Irving, E. L. (2017). Visual and binocular status in elementary school children with a reading problem. *Journal of Optometry*, 11(3), S. 160-166.
- Crippa, A., Forti, S., Perego, P., & Molteni, M. (2013). Eye-hand coordination in children with high functioning autism and Asperger's disorder using a gap-overlap paradigm. *J Autism Dev Disorder*, 43(3), S. 841-850.
- DeCarlo, D. K., Swanson, M., McGwin, G., Visscher, K., & Owsley, C. (2016). ADHD and Vision Problems in the National Survey of Children's Health. *Optometry and Vision Science*, 39(5), S. 459-465.
- Dirksen, T., Zentgraf, K., & Wagner, H. (2015). Bewegungskoordination und Schulerfolg?: Feldstudie zum Einfluss einer Bewegungsintervention auf koordinative und schulische Leistungen in der Sekundarstufe I. *Sportwissenschaft (Heidelberg)*, 45(2), S. 73-82.
- Doyle, M. (2016). Vision Therapy in the Modern Behavioural Optometry Practice: The History of Vision Therapy and Contemporary Approaches to Case Selection, Case Management, and the Delivery of Treatment. *Optometry & Visual Performance*, 4(1), S. 15-24.
- Dürrwächter, U. (2003). *Analyse der Blickbewegungen von Kindern mit einer Lese-Rechtschreibstörung*. Tübingen: Eberhard-Karls-Universität, Fakultät für Informations- und Kognitionswissenschaften.
- Dusek, W. A., Pierscionek, B. K., & McClelland, J. F. (2011). An evaluation of clinical treatment of convergence insufficiency for children with reading difficulties. *BMC Ophthalmol*, 11(21), 1471-2415.
- Dyskalkulie, B. f. (2018). *Bundesverband für Legasthenie und Dyskalkulie e.V.* Abgerufen am Januar 2023 von <https://www.bvl-legasthenie.de>
- Eden, G. F., Stein, J. F., Wood, H. M., & Wood, F. B. (1994). Difference in eye movements and reading problems in dyslexic and normal children. *Vision Research*, 34(10), S. 1345-1358.

- Ellison, P., Jones, C., & Sparks, A. (2020). The effect of stroboscopic visual training on eye-hand coordination. *Sport Science for Health*, 16(3), S. 401-410.
- Elsässer, S. (2018). Komponenten von schulischen Leistungen. Eine Analyse zu Einflussfaktoren auf die Notengebung in der Grundschule. *Dissertationen der LMU*, 26, S. 1-316.
- Erickson, G. (2007). *Sports Vision. Vision Care for the Enhancement of Sports Performance*. St. Louis, Missouri: Butterworth Heinemann Elsevier.
- Fairley, G., Cunningham, D., Quaid, P., Beaudette, S., Fountain, J., Maples, W., . . . Barry, S. (2019). *Learning to See = Seeing to Learn: Vision, Learning & Behavior in Children*. Zürich: Zhurick Publishing.
- Faller, A. (2004). *Der Körper des Menschen*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Fischbach, A., Schuchardt, J., Brandenburg, J., Kleszczewski, J., Balke-Melcher, C., Schmidt, C., . . . Hasselhorn, M. (2013). Prävalenz von Lernschwächen und Lernstörungen: Zur Bedeutung der Diagnosekriterien. *Lernen und Lernstörungen*, 2, S. 65-67.
- Fischbach, A., Schuchardt, K., Brandenburg, J., Kleszczewski, J., Balke-Melcher, C., & Schmidt, C. (2013). Prävalenz von Lernschwächen und Lernstörungen: Zur Bedeutung der Diagnosekriterien. *Lernen und Lernstörungen*, 2, S. 65-76.
- Fisher, S., Stein, J., & Monate, A. (1999). A genom-wide search strategy for identifying quantitative trait loci involved in reading and spelling disability (development dyslexia). *European Child & Adolescent Psychiatry*, 3, S. 47-51.
- Flax, N. (1985). Functional Case Analysis: An Interpretation of the Skeffington Model. *American Journal of Optometry & Physiological Optics*, 62(6), S. 365-368.
- Forni, F., Farinini, E., Leardi, R., & Rinaldo, A. (2021). *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 62(4), S. 585-592.
- Fritzsche, J. (2018). *Koordinationstraining*. Berlin: Springer.
- Galette, K., Barrett, J., Allen, M., Madda, D., Delicita, D., Tennant, A., . . . Balcer, L. (2011). The King-Devick test as a determinant of head trauma and concussion in boxers and MMA fighters. *Neurology*, 76(17), S. 1456-1462.
- Garzia, R. P. (1996). *Vision and Reading*. St. Louis: Mosby-Year Book.
- Gonzalez, D. A., & Niechwiej-Szwedo, E. (2016). The effects of monocular viewing on hand-eye coordination during sequential grasping and placing movements. *Vision Research*, 128, S. 30-38.
- Granet, D., Gomi, C., Ventura, R., & Miller-Scholta, A. (2005). A relationship between convergence insufficiency and ADHD. *Strabismus*, 13, S. 163-168.
- Guillamon, A. R., Canto, E. G., & Garcia, H. M. (2021). Motor coordination and academic performance in primary school students. *Journal of Human Sport and Exercise*, 16(2), S. 247-260.
- Häge, A. (2018). Psychostimulanzien und medikamentöse Behandlung der ADHS. *Curriculum Entwicklungspsychopharmakologie*. Potsdam.
- Hassan, A. K., Alhumaid, M. M., & Hamad, B. E. (2022). The Effect of Using Reactive Agility Exercise with FITLIGHT Training System on the

- Speed of Visual Reaction Time and Dribbling Skill of Basketball Players. *Sports (Basel)*, 10(11), S. 176.
- Hasselhorn, M. (2022). Lernstörungen: Ein unvermeidbares Schicksal? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 36(1), S. 1-17.
- Heller, K. A. (1995). *Schulleistungsprognosen*. (R. O. Montada, Hrsg.) Weinheim: Beltz.
- Helvestone, E. M. (2005). Visual Training: Current Status in Ophthalmology. *American Journal of Ophthalmology*, 140(5), S. 903-910.
- Helvestone, E. M. (2005). Visual Training: Current Status Ophthalmology. *American Journal of Ophthalmology*, 140(5), S. 903-910.
- Hernandez-Rodriguez, C., Pintero, D. P., Molina-Martin, A., Morales-Quezada, L., De Fez, D., Leal-Vega, L., . . . Coco-Martin, M. B. (2020). Stimuli Characteristics and Psychophysical Requirements for Visual Training in Amblyopia: A Narrative Review. (1-19, Hrsg.) *J Clin Med*, 9(12).
- Hirschmann, N., Deimann, P., & Kastner-Koller, U. (2018). *Fallbuch WET. Der Wiener Entwicklungstest in der Praxis*. Göttingen: Hogrefe Verlag GmBbH & Co.
- Hofer, S. (2015). Das Sehsystem und seine Einflüsse auf die eigene Präsenz. *Sprechen. Zeitschrift für Sprechwissenschaft*, 59, S. 42-57.
- Hosenfeld, I. (2006). *Schulische Leistung. Grundlagen, Bedingungen, Perspektiven*. Münster, Westfalen: Waxmann.
- Hussaindeen, J. R., Shah, P., Ramani, K. K., & Ramanujan, L. (2017). Efficacy of vision therapy in children with learning disability and associated binocular vision anomalies. *Journal of Optometry*, 11(1), S. 40-48.
- Hutchison, J. D., & Whitwell, K. J. (2005). The correlation of Brock String response, fixation disparity, and anticipation timing. *College of Optometry*, 1510.
- Ihrig, C., & Schaefer, D. P. (2007). Acquired Monocular Vision Rehabilitation program. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 44(4), S. 593-597.
- Jendrusch, G., Möllenberg, O., Kaiser, M., & Heck, H. (2001). Verbesserung der allgemeinen und tischtennisspezifischen Auge-Hand-(Schläger)-Koordination durch sensomotorische Übungsprogramme. S. 113-126.
- Jongmans, M. J., Smits-Engelsmann, B. C., & Schoemaker, M. (2003). Consequences of Comorbidity of Developmental Coordinatin Disorders and Learning Disabilities for Severity and Pattern of Perceptual-Motor Dysfunction. *Journal of learning disabilities*, 36(6), S. 528-537.
- Kahle, W., & Frotscher, M. (2009). *Taschenatlas Anatomie. Nervensysteme und Sinnesorgane*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Kandel, E. C., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (1995). *Neurowissenschaften. Eine Einführung*. Heidelberg: Spektrum.
- Kauffeld, S. (2014). *Arbeits-, Organisations- und Personalpsychologie für Bachelor*. Belrin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kersting, M. (2003). *Augenscheinvalidität. Schlüsselbegriffe der Psychologischen Diagnostik*. Weinheim: Beltz, PVU.
- Knudson, D., & Kluka, D. A. (1997). The Impact of Vision and Vision Training on Sport Performance. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 68(4), S. 17-24.

- Koch, C. (2002). *Funktional-Optometrie. Erklärung der Wirkungsweise visueller Übungen im Hinblick auf die Physiologie des Sehens*. Technische Fachhochschule Berlin: Augenoptik/ Optometrie im Fachbereich VII.
- Koch, C. (2004). *Funktional-Optometrie: Wissen: Wie, was und warum*. Mainz: Schmidt, Universitätsdruckerei.
- Kolb, H. (1995). *The Organization of the Retina and Visual System*. Salt Lake City (UT): University of Utah Health Sciences Center.
- Kowler, E., Rubinstein, J. F., Santos, E. M., & Wang, J. (2019). Predictive Smooth Pursuit Eye Movements. *Annual Review of Vision Science*, 15(5), S. 223-246.
- Kulp, M. T., & Schmidt, P. P. (1996). Visual Predictors of Reading Performance in Kindergarten and First Grade Children. *Optometry and Vision Science*, 73(4).
- Kung, S., Suksreephasan, T., Perry, B. G., Palmer, B. R., & Page, R. A. (kein Datum). The Effect of Anticipation and Visual and Sensory Performance on Concussion Risk in Sport: Review. *Sports Medicine - Open*, 6(54).
- Lauth, G. W., Grünke, M., & Brunstein, J. C. (2014). *Interventionen bei Lernstörungen. Förderung, Training und Therapie in der Praxis*. Göttingen: Hogrefe.
- Liversedge, S. P., & Findlay, J. M. (2000). Saccadic eye movements and cognition. *Trends in Cognitive Science*, 4(1), S. 6-14.
- London, A., Benhar, I., & Schwartz, M. (2013). The retina as a window to the brain - from eye research to CNS disorders. *Nature Reviews Neurology*, 9, S. 44-53.
- Lucius, R., & Schwegler, J. (2016). *Der Mensch. Anatomie und Physiologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Maman, P., Sandeep, B., & Sandhu, J. S. (2011). Role of sports vision and eye hand coordination training in performance of table tennis players. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 5(2), S. 106-116.
- Maron, D. N., Bowe, S. J., Spencer-Smith, M., Mellahn, O. J., Perrykkad, K., Bellgrove, M. A., & Johnson, B. P. (2021). Oculomotor deficits in attention deficit hyperactivity disorder (ADHD): A systematic review and comprehensive meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 131, S. 1198-1213.
- McBride, C. L., & Bijan, S. (2017). The association between visual health and mental health outcomes in children. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 58(8), S. 2412.
- Medizinprodukte, B. f. (2019). *Kapitel V. Psychische und Verhaltensstörungen (F00-F99)*. Von <https://www.dimdi.de/statistic/de/klassifikationen/icd/icd-10-who/kode-suche/htmlamtl2019/block-f80-f89.htm> abgerufen
- Moll, K., Bruder, J., Kunze, S., Neuhoff, N., & Schulte-Körne, G. (2014). Specific learning disorder: Prevalence and gender difference. *PLOS ONE*, 9(7).
- Mostofsky, S., Lasker, A., Cutting, L., Denckla, M., & Zee, D. (2001). Oculomotor abnormalities in attention deficit hyperactivity disorder. A preliminary study. *Neurology*, 57(3), S. 423-430.
- Mowlem, F. D., Rosenqvist, M. A., Martin, J., Lichtenstein, P., Asherson, P., & Larsson, H. (2019). Sex differences in predicting ADHD clinical

- diagnosis and pharmacological treatment. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 28(4), S. 481-489.
- Murrah, W. M. (2012). *Comparing Self-Regulatory and Early Academic Skills as Predictors of Later Math, Reading, and Science Elementary School Achievement*. University of Virginia: Virginia.
- O'Connor, A., Birch, E., Anderson, S., & Draper, H. (2010). Relationship between binocular vision, visual acuity, and fine motor skills. *Optometry and Vision Science*, 87(12), S. 942-947.
- OECD. (2015). *The ABC of Gender Equality in Education: Aptitude, Behaviour, Confidence*. Pisa: OECD Publishing.
- Optometristen, Z. d. (2020). *Arbeits- und Qualitätsrichtlinien für Augenoptik und Optometrie*. Von <https://www.zva.de/arbeitsrichtlinien> abgerufen
- Optometry, W. V. (2021). *Experte werden, WVAO*. Von <https://www.wvao.org/experte-werden/> abgerufen
- Pache, M., Weber, P., Klumpp, S., & Gutzwiller, P. (2004). Visuelle Funktionen bei Legasthenie. *Die Ophthalmologie*, 101(9), S. 907-913.
- Palomo-Alvarez, C., & Puell, M. C. (2010). Binocular function in school children with reading difficulties. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 248(6), S. 885-892.
- Pavlidis, G. (1980). Do eye Movements hold the key to dyslexia? *Neuropsychologia*, 19, S. 57-64.
- Pelz, R., Banaschewski, T., & Becker, K. (2008). Pharmakotherapie bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 156, S. 768-775.
- Piano, M. E., & O'Connor, A. R. (2013). The effect of degrading binocular single vision on fine visumoto skill task performance. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 54(13), S. 8204-8313.
- Pinero, D. P. (2016). Science-based vision therapy. *Journal of Optometry*, 9(4), S. 203-204.
- Radach, R., Günther, T., & Huestegge, L. (2012). Blickbewegungen beim Lesen, Leseentwicklung und Legasthenie. 1(3), S. 185-204.
- 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 and Strabismus*, 42(2), S. 82-88.
- Razuk, M., Barela, J. A., Peyre, H., Gerard, C. L., & Bucci, M. P. (2017). Eye movements and postural control in dyslexic children performing different visual tasks. *Plos One*, 13(5), S. 1-13.
- Redondo, B., Molina, R., Jesus, V., Munoz-Hoyos, A., Barrett, B. T., & Jimenez, R. (2020). Accommodative response in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD): the influence of accommodation stimulus and medication. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 258(6), S. 1299-1307.
- Remky, H. (2002). *Strabismology from its beginnings*. JP Wayenborgh: Gunter K. von Noorden .
- Rohkamm, R. (2008). *Taschenatlas Neurologie*. Stuttgart: Thieme.
- Rouse, M., Borsting, E., Mitchell, L., Kulp, M. T., Scheinman, M., Amster, D., . . . Gallaway, M. (2009). Academic Behaviors in Children with Convergence Insufficiency with and without Parent-Reported ADHD. *Optomoetry and vision science*, 86(10), S. 1169-1177.
- Rowe, F. J. (2010). Fusional Vergence Measures and Their Significance in Clinical Assessment. *Strabismus*, 18(2), S. 48-57.

- Salgado-Fernandez, A., Vazquez-Amor, A., Alvarez-Peregrin, C., Martinez-Perez, C., & Villa-Collar, C. (2022). Influence of eye movements on academic performance: A bibliometric and citation network analysis. *Journal of Eye Movement Research*, 15(4), S. 1-18.
- Schäfer, W. D. (1976). *Strabismus in der Praxis. Binokularsehen*. Berlin: Springer-Verlag.
- Scheinman, M., Mitchell, L., Cotter, S., Cooper, J., Kulp, M., Rouse, M., . . . Wensveen, J. (2005). A Randomized Clinical Trial of Treatments for Convergence Insufficiency in Children. *Archives of Ophthalmology*, 123(1), S. 14-24.
- Scheinmann, M., Alvarez, T., Cotter, S. A., Kulp, M. T., Sinnott, L., Plaumann, M. D., & Jhajj, J. (2021). Negative Fusional Vergence is Abnormal in Children with Symptomatic Convergence Insufficiency. *Optom Vis Sci*, 98(1), S. 32-40.
- Schmidt, R., & Schaible, H.-G. (2005). *Neuro- und Sinnesphysiologie*. Heidelberg: Springer.
- Schwegler, J., & Lucius, R. (2006). *Der Mensch. Anatomie und Physiologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Seese, U. (2007). *Sehen - muss man lernen. Sehen - kann man lernen*. Norderstedt: Books on Demand GmbH.
- Shandiz, J. H., Riazzi, A., Khorasani, A. A., Yazdani, N., Mostaedi, M. T., & Zohourian, B. (2018). Imoact of Vision Therapy on eye-Hand Coordination Skills in Students with Visual Impairment. *Journal of Ophthalmic & Vision Research*, 13(3), S. 301-306.
- Shayler, G. (2015). The Use of Models to Help Our Understanding of Vision. *Optometry & Visual Performance*, 3(3), S. 138-150.
- Sokol, D. K., & Pennington, B. F. (2009). Diagnosing learning disorders: A neuropsychological framework(2nd ed.). *J Autism Dev Disorder*, 40(9), S. 1165-1166.
- Stein, J. (2003). Visual motion sensitivity and reading. *Neuropsychologica*, 248(6), S. 1785-1793.
- Storr, C. (2005). Okulomotorik. Was bewegt das Auge? *Deutsche Zeitschrift für Osteopathie*, 3(2), S. 9-13.
- Tamm, L., Denton, C. A., Epstein, J. N., Schatschneider, C., Taylor, H., Arnold, E., . . . Prasad, M. R. (2017). Comparing treatments for children with ADHD and word reading difficulties: A randomized clinical trial. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 85(5), S. 434-446.
- Teig, D. S. (2015). *High Performance Vision. How to improve your visual acuity, hone your motor skills & up your game*. New York: Square One Publishers.
- Telford, R. D., Cunningham, R. B., Telford, R. M., Olive, L. S., Byrne, D. G., & Abhayaratna, W. P. (2013). Benefits of early development of eye-hand coordination: Evidence from the LOOK longitudinal study. *Medicine & Science in Sports*, 23(5), S. 263-269.
- Theeuwes, J., Belopolsky, A., & Olivers, C. N. (2009). Interactions between working memory, attention and eye movements. *Acta Psychologica*, 132(2), S. 106-114.
- Valtin, R., Voss, A., & Bos, W. (2015). Zur Diagnose von isolierten und kombinierten Leseproblemen: Definitionen, Operationalisierungen und

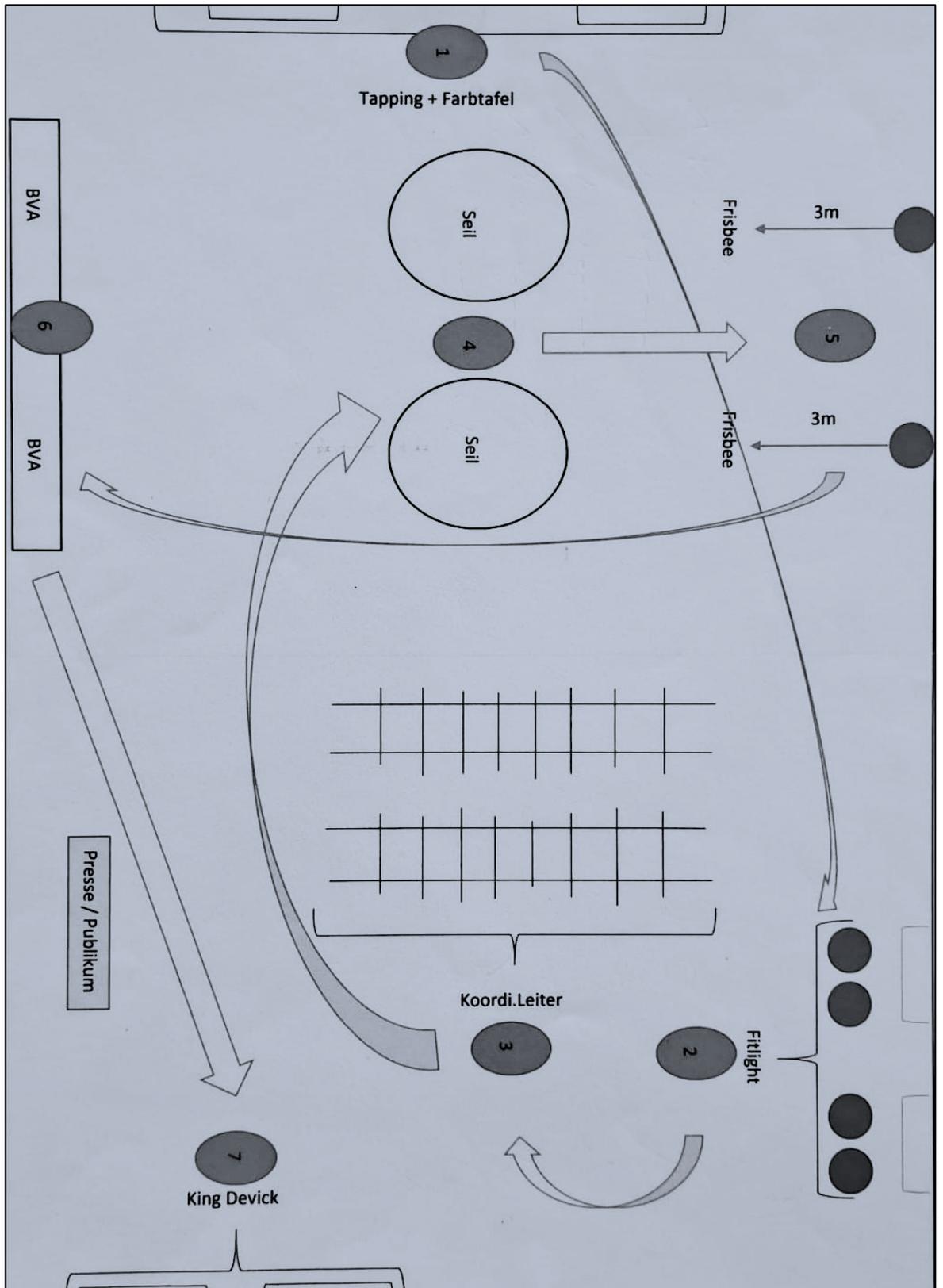
- Vorkommenshäufungen. *Didaktik Deutsch: Halbjahresschrift für die Didaktik der deutschen Sprache und Literatur*, 20, S. 40-59.
- Vera, J., Molina, R., Cardenas, D., Redondo, B., & Jimenez, R. (2019). Basketball free-throws performance depends on the integrity of binocular vision. *European Journal of Sport Science*, S. 1-8.
- Weber, P., Kaiser, H., & Lütschg, J. P. (2002). Entwicklung und Entwicklungsstörungen der zentra-visuellen wahrnehmung. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 150(1), S. 62-69.
- Wilcox, R. R. (2012). *Intruoduction to robust estimation and hypothesis testing*. Cambridge: Academic Press.
- Wulff, U. (1998). Gestörtes beidäugiges Sehen und Schulversagen. *Sonderdruck in Neues Optikerjournal*, 1, S. 1-6.
- Ziereis, S., & Jansen, P. (2015). Effects of physical activity on executive function and motor performance in children with ADHD. *Research in developmental disabilities*, 38, S. 181-91.

## Anhangsverzeichnis

10.1. Testaufbau .....	61
10.1.1. Testaufbau Fitlight.....	62
10.1.2. Testaufbau Koordinationsleiter .....	62
10.1.3. Testaufbau BVA .....	63
10.1.4. Testaufbau BVA.....	63
10.1.5. Testdemonstration King Devick.....	64
10.1.6. Testaufbau King Devick.....	65
10.2. Übungsausführungen der Trainingsintervention .....	65
10.3. Normalverteilungsabweichungen .....	68
10.3.1. Abweichende Normalverteilung Differenz Fitlight Fehler .....	70
10.3.2. Abweichende Normalverteilung Differenz Koordinationsleiter Bahnen .....	70
10.3.3. Abweichende Normalverteilung Koordinationsleiter Fehler.....	71
10.3.4. Abweichende Normalverteilung Differenz Frisbee.....	71
10.3.5. Abweichende Normalverteilung Differenz BI .....	72
10.3.6. Abweichende Normalverteilung Differenz BIRec .....	72
10.3.7. Abweichende Normalverteilung BOREc.....	73
10.3.8. Abweichende Normalverteilung Differenz King Devick Zeit .....	73
10.3.9. Abweichende Normalverteilung Differenz King Devick Fehler.....	74

# 10. Anhang

## 10.1 Testaufbau



### 10.1.1 Testaufbau Fitlight



### 10.1.2 Testaufbau Koordinationsleiter



### 10.1.3 Testaufbau BVA



### 10.1.4 Testaufbau BVA



### 10.1.5 Testdemonstration King Devick

<p>Demonstration card</p>	<p>Test I</p>
<p>Test II</p>	<p>Test III</p>

(Galette et al., 2011, S. 1458)

### 10.1.6 Testaufbau King Devick



### 10.2 Übungsausführungen der Trainingsintervention

Der nachstehende Abschnitt dient der näheren Erläuterung der Übungen innerhalb der Trainingsintervention in Bezug auf die Zielsetzung, Ausführung und Übungshäufigkeit. Das Training gliederte sich in fünf Übungen mit den Schwerpunkten der visuellen Wahrnehmung nach A. M. Skeffington (siehe *Kapitel 2.2*) und der Schulung koordinativer Fähigkeiten.

#### Training der Auge-Fuß-Koordination:

Für das Seilspringen ist die Auge-Fuß-Koordination von Bedeutung, welche durch gezieltes Springen gefördert wird (Heumann & Murray, 2014). Die Schüler\*innen führten zu Beginn der Trainingsstunde insgesamt vier Sätze mit jeweils 30 Sekunden Sprungzeit und 30 Sekunden Pause aus. Dabei sollte im ersten Durchgang beidbeinig mit zwei Kontakten gesprungen werden. Die nächsten 30 Sekunden mit einmaligem Kontakt. Die letzten beiden Durchgänge wurden mit dem linken und rechten Bein abwechselnd gesprungen.

### Training der Binokularität:

Nach der Herz-Kreislauf-Erwärmung durch das Seilspringen trainierten die Schüler\*innen mittels Brockschnur. Die Brockschnur ist ein vielseitig angewendetes Trainingsmittel zur Schulung der Binokularität. Zusätzlich sind die Vergenz- und Fixierungsfähigkeit bei der Übung erforderlich (Seele, 2007; Teig, 2015). Die 1,5 Meter lange Schnur verfügt über drei verschieden farbige Kugeln, welche vom Schnuranfang im Abstand von 15, 30 und 50 Zentimetern angeordnet sind. Das Ende mit der roten Kugel wurde an die Nase gehalten, sodass die an einer Stange befestigte Schnur straff gespannt wurde. Somit befand sich die grüne Kugel in 30 Zentimeter Entfernung zur Nase, die gelbe in circa 50 Zentimeter. Der/die Schüler/in fixierte hintereinander, auf Kommando, die gelbe, grüne und rote Kugel durch Sakkaden. Ziel der Übung bestand in der Erzeugung des Buchstaben X durch die gelben Schnurstränge während der Fixation auf die jeweilige Kugel.

Durchgeführt wurden zwei Sätze mit jeweils zwei Durchgängen, startend bei der Fixation auf die rote Kugel, über die grüne und endend bei der gelben Kugel. Der erzeugte Seheindruck sollte für circa 5 Sekunden gehalten werden. Der Takt der Sakkaden wurde von den Trainer\*innen vorgegeben. Die Pausendauer zwischen den Sätzen betrug eine Minute. Um den Leistungsständen gerecht werden, führten die Kinder die Übungen entweder hüftbreit auf dem Boden oder einbeinig aus.

Das X ergibt sich bei einer guten Vergenzfähigkeit und stabilen Binokularität (Seese, 2007). Kommt der Seheindruck nicht zustande, werden die visuellen Informationen nicht von beiden Augen gleichermaßen aufgenommen und verarbeitet (Erickson, 2007; Seese, 2007). Hinzukommend sollte sich der Schnittpunkt des Buchstaben in der jeweiligen Kugel befinden. Liegt dieser davor oder dahinter, verfügen die Kinder über eine Konvergenzinsuffizienz (Hutchison & Whitwell, 2005). Wurde das X instabil oder sehr schwach wahrgenommen, half das Schließen und Öffnen der Augen, lächeln oder gurgeln.

Additional wurde die Brockschnur als Trainingsmittel der Augenmotilität verwendet. Die Schüler\*innen wurden aufgefordert die Schnur quer, in einem 90 Grad Winkel der Arme vor den Körper zu halten. Mit Blickrichtung nach

schräg unten mussten die Kugeln nacheinander bei ruhiger Kopfhaltung durch Sakkaden fixiert werden. Die Übungsdauer gliederte sich in 2 Sätze mit jeweils 20 Sekunden Übungs- und 1 Minute Pausendauer. Der Takt der Sakkaden wurde von den Trainer\*innen vorgegeben. Um den Schwierigkeitsgrad zu erhöhen, stellten die Kinder sich auf ein Bein.

#### Training der Vergenzfähigkeit:

Um die Vergenzfähigkeit, vor allem in Bezug auf die vermehrt zu beobachtende Konvergenzinsuffizienz bei Kindern mit Lern- und Aufmerksamkeitsschwächen, gesondert zu trainieren, fand die Übung *Löffel-Perle* Anwendung (Borsting et al., 2005; Christian et al., 2017; Hussaindeen et al., 2017; Rouse et al., 2009). Die Kinder nahmen das Ende eines Löffels, in dessen sich eine Perle befand, zwischen die Zähne. Durch das dauerhafte Fixieren der Perle in der Nähe befinden sich die Augen in der Konvergenz. Die Übung wurde zum einen im aufrechten Stand für 20 Sekunden durchgeführt, mit einer Pausendauer von 1 Minute. Danach mussten die Schüler\*innen über eine Koordinationsleiter gehen und währenddessen die Fixation aufrechterhalten. Ein Satz bestand aus 20 Sekunden fixieren und vier Bahnen laufen im zweiten Teil der Übung. Nach jeder Bahn wurde mit dem Blick in die Ferne zurückgelaufen, um die Augenmuskeln durch die Divergenz kurzzeitig zu entspannen. Insgesamt gliederte sich die Übung in zwei Sätze. Bei erhöhtem Leistungsniveau führten die Kinder innerhalb der Koordinationsleiter verschiedene Schrittfolgen durch.



Abb.10. Übung *Löffel-Perle*

### Training der visumotorischen/koordinativen Leistungsfähigkeit:

Die Schulung der Distanz- und Geschwindigkeitseinschätzung und Visumotorik im Sinne der Auge-Hand-Koordination wurde durch Frisbeewerfen trainiert (Berke, 2009; Wulff, 1998). Je nach Leistungsstand und somit Treffsicherheit sollte aus 3 Meter Entfernung in ein Tor, auf die Mitschüler\*innen oder eine Pylone geworfen werden. Jede/r hatte fünf Versuche, wobei insgesamt drei Sätze durchgeführt wurden. Anschließend unterteilte sich die Gruppe in Zweierpaare, um sich die Frisbees hochkant zuzuwerfen. Die gesamte Dauer belief sich auf circa 10 Minuten.

### Training der Augenmotilität:

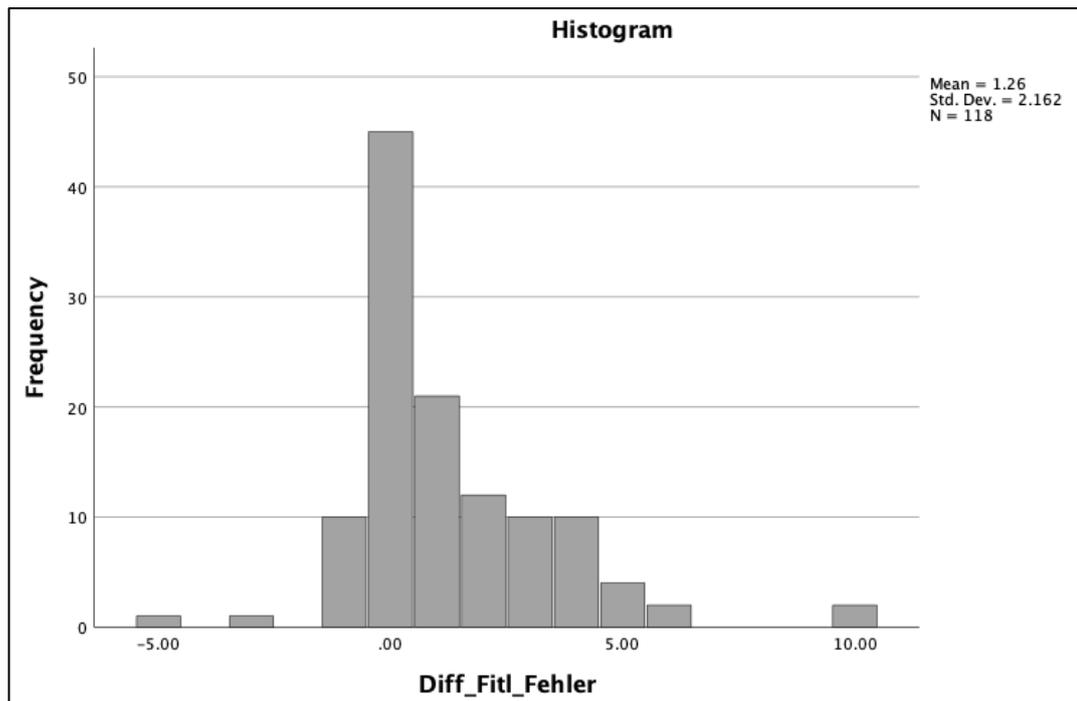
Die Augenmotilität beeinflusst das Lernverhalten als auch die Aufmerksamkeitsregulierung bei Kindern (Dürrwächter, 2003; Razuk et al., 2017). Mittels des Marsdenballs wurde sowohl die Motilität als auch die Auge-Hand-Koordination trainiert. Der Marsdenball ist ein tennisähnlicher, mit Buchstaben beschrifteter Ball, welcher an einer langen Schnur befestigt an einer Stange hing. Die Aufgabe bestand darin, einen ausgewählten Buchstaben auf dem pendelnden Ball bei stillgehaltenem Kopf und Körper für 30 Sekunden zu fixieren. Dabei standen die Schüler\*innen in einem Abstand von circa einem Meter vom Ball entfernt, welcher von links nach rechts pendelte. Anschließend sollte der Marsdenball für 20 Schläge in gleicher Ausgangsposition mit einem Stab getroffen werden. Durchgeführt wurden insgesamt zwei Sätze mit einer Pausendauer von einer Minute zwischen den Übungen. Auf Basis der Ausführung wird neben der Motilität die Visumotorik geschult (Shandiz et al., 2018).

## *10.3 Normalverteilungsabweichungen*

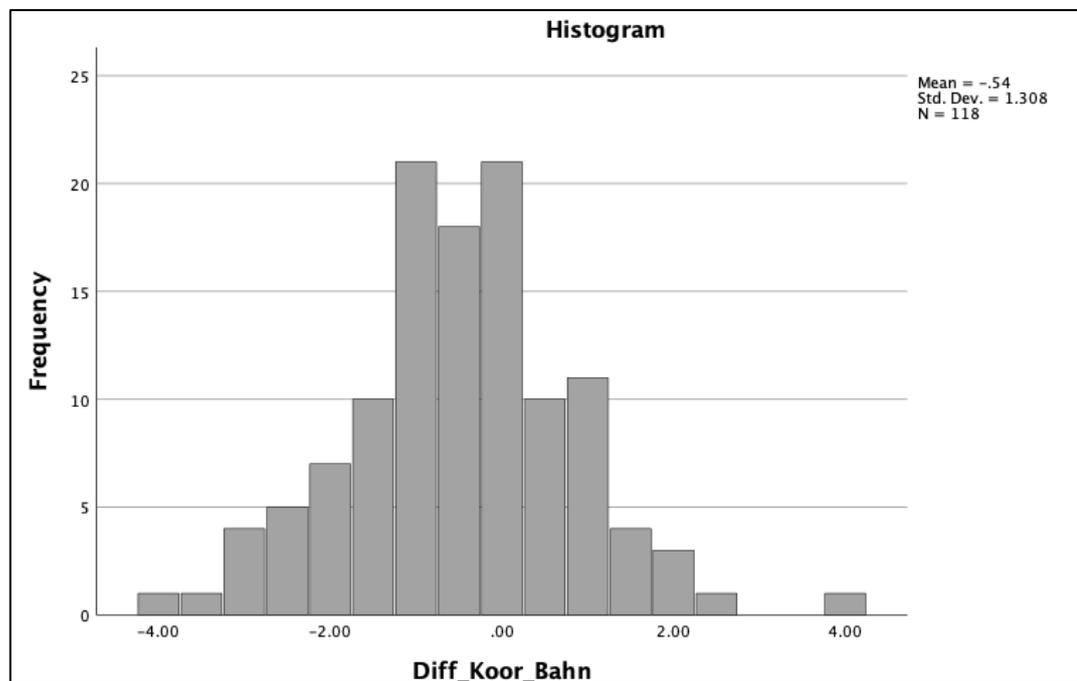
Wie bereits in *Kapitel 6* erwähnt weisen die Daten einiger Tests (Diff\_Fitl\_Fehler, Diff\_Koor\_Bahn, Diff\_Koor\_Fehler, Diff\_Frisbee; Diff\_BI, Diff\_BIRec; Diff\_BORec; Diff\_KiDe\_Zeit; Diff\_KiDe\_Fehler) laut Kolmogorov-Smirnov-Test keine Normalverteilung auf. Die im Folgenden dargestellten Abbildungen stellen die abweichenden Normalverteilungskurven dar. Dabei wurde ersichtlich, dass die meisten Datensätze, ausschließlich der erhobenen

Fehlerquoten der Testung anhand Fitlights (Diff\_Fitl\_Fehler), der Koordinationsleiter (Diff\_Koor\_Fehler) und des King Devick (Diff\_KiDe\_Fehler), annähernd der gaußschen Glockenkurve entsprechen. In Anbetracht der Item-Kennwerte, können die Schiefe und Kurtosis dieser Datenverteilungen mögliche Rückschlüsse über die Gründe der Normalverteilungsabweichungen der Tests geben. Sowohl die Schiefe des Datensatzes der Fitlight Fehlerquote (Schiefe = 1.29), als auch die Ermittlung der Fehler der Koordinationsleitermessungen (Schiefe = 2.22) und King Devick Durchführung (Schiefe = 2.32) wiesen in dessen Daten und somit Verteilungen hohe Werte größer Null auf. Die positive Schiefe deutet auf eine Rechtsverteilung der Daten hin, wobei der Großteil der Daten auf der linken Seite des Mittelwertes liegt (Field, 2013). Darüber hinaus, weisen die Verteilungen in Bezug zu den restlichen Testauswertungen hohe Werte der Kurtosis auf (Kurtosis Diff\_Fitl\_Fehler = 3.65, Kurtosis Diff\_Koor\_Fehler = 9.20, Kurtosis Diff\_KiDe\_Fehler = 8.08). Die hohe Kurtosis weist darauf hin, dass die meisten Werte im niedrigen Bereich liegen, wobei nur wenige Messungen hohe Werte besitzen und vermehrt Ausreißer auf der rechten Seite lokalisiert sind (siehe Anhang 10.3.1, Anhang 10.3.3 und Anhang 10.3.9) (Field, 2013). Diese Annahme wird durch die Abbildungen bestätigt und können dahingehend interpretiert werden, dass die meisten Kinder sowohl in der pre- als auch post-Diagnostik keine bis kaum Fehler machten, weshalb sich die Daten vermehrt um den Wertebereich Null befinden und nur wenige Schüler\*innen deren Fehlerquote zum zweiten Messzeitpunkt verbesserten (positive Differenz mit Werten größer 0). Aus diesem Grund kann davon ausgegangen werden, dass die Tests zur Ermittlung in dessen Schwierigkeitsgrad künftig erhöht werden sollten, um normalverteilte Daten zu gewährleisten (siehe *Kapitel 7.1*)

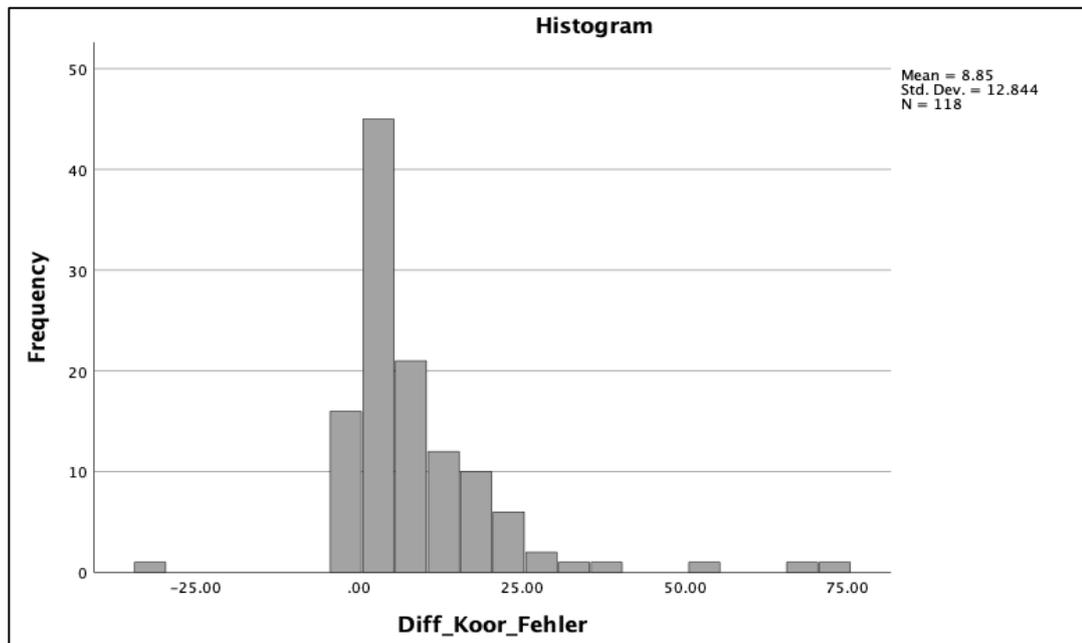
### 10.3.1 Abweichende Normalverteilung Differenz Fitlight Fehler



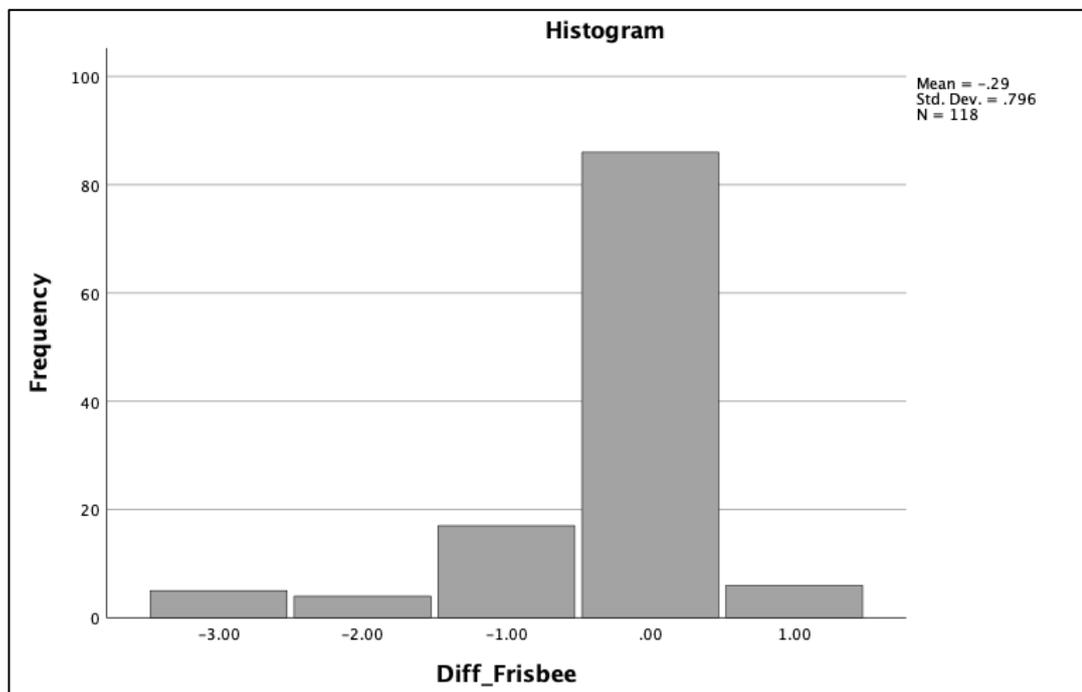
### 10.3.2 Abweichende Normalverteilung Differenz Koordinationsleiter Bahnen



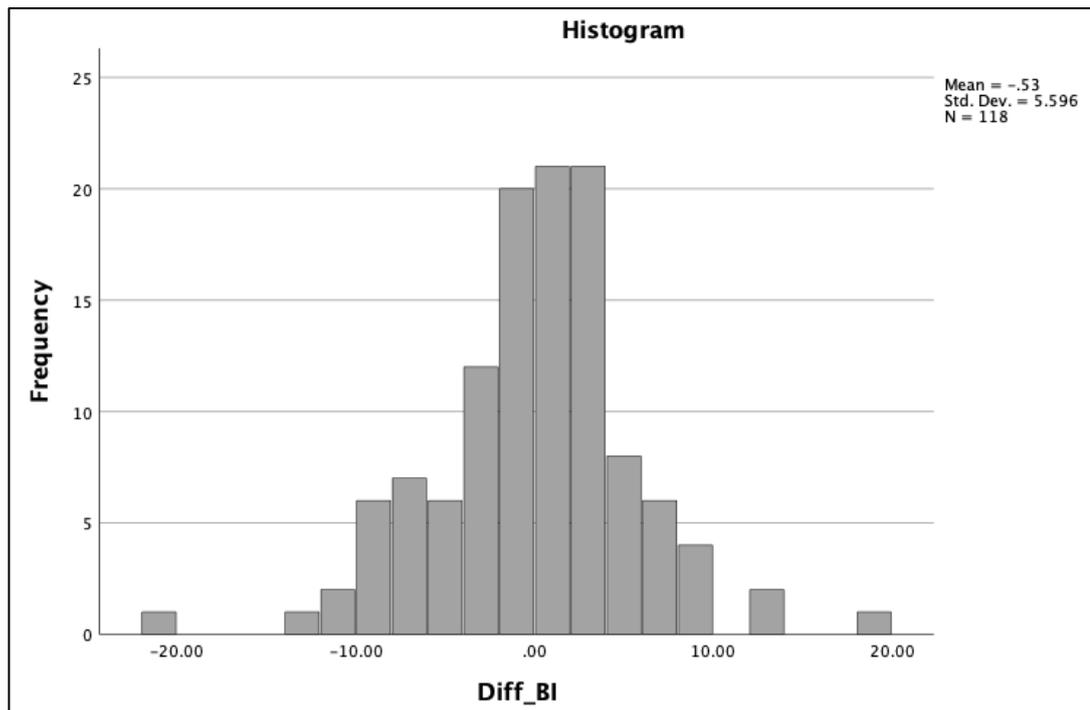
### 10.3.3 Abweichende Normalverteilung Koordinationsleiter Fehler



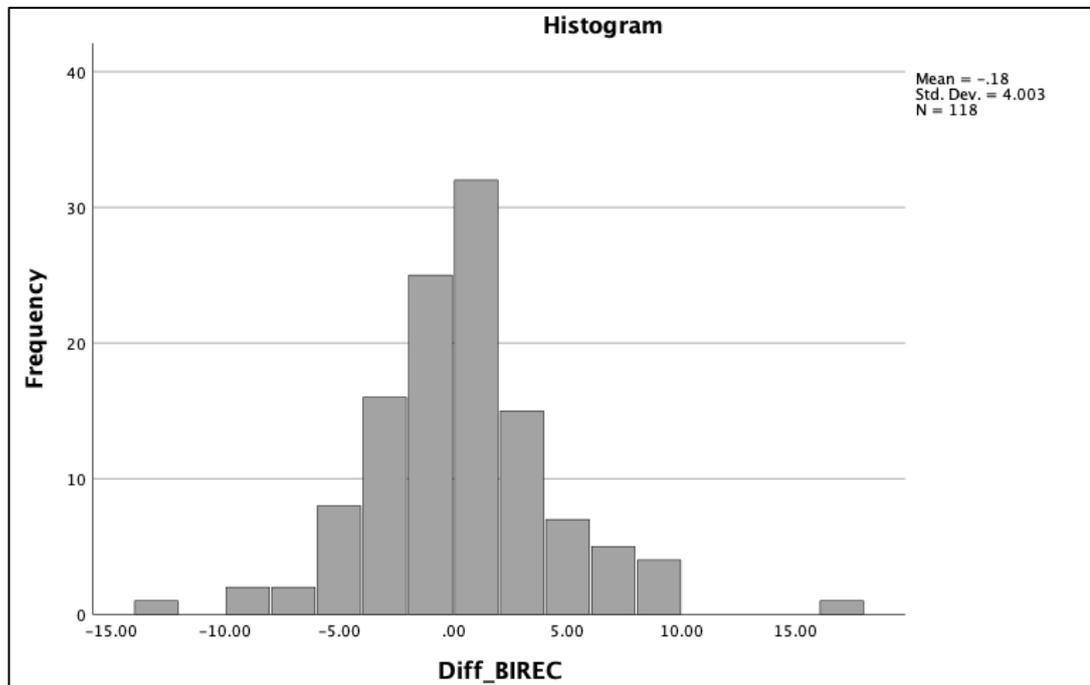
### 10.3.4 Abweichende Normalverteilung Differenz Frisbee



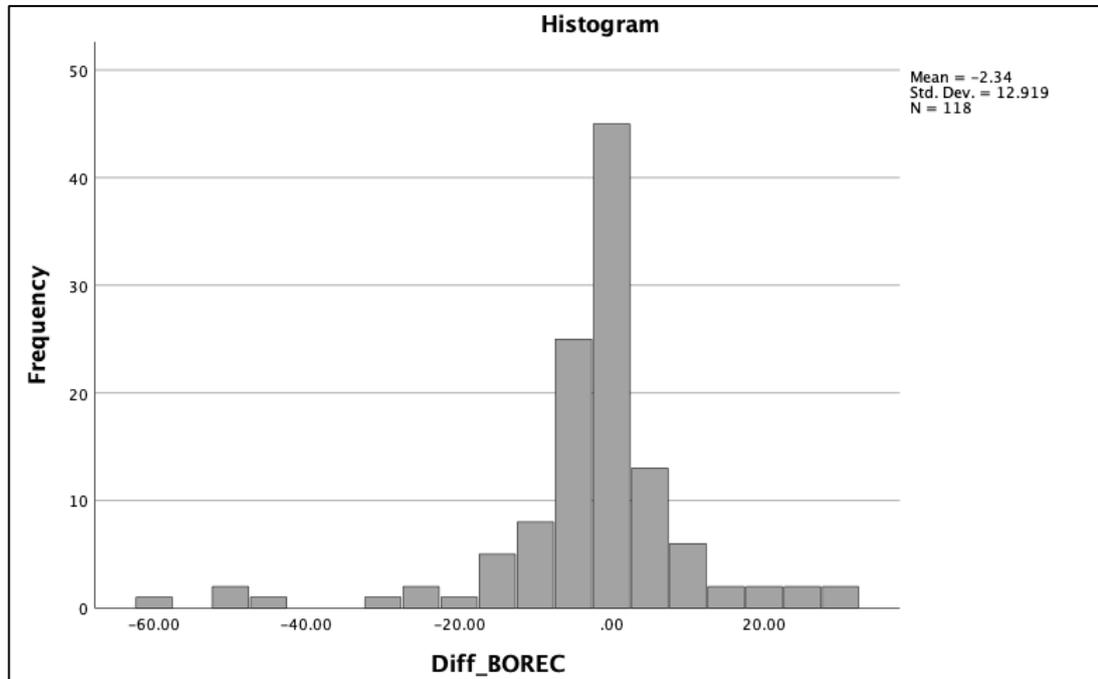
### 10.3.5 Abweichende Normalverteilung Differenz BI



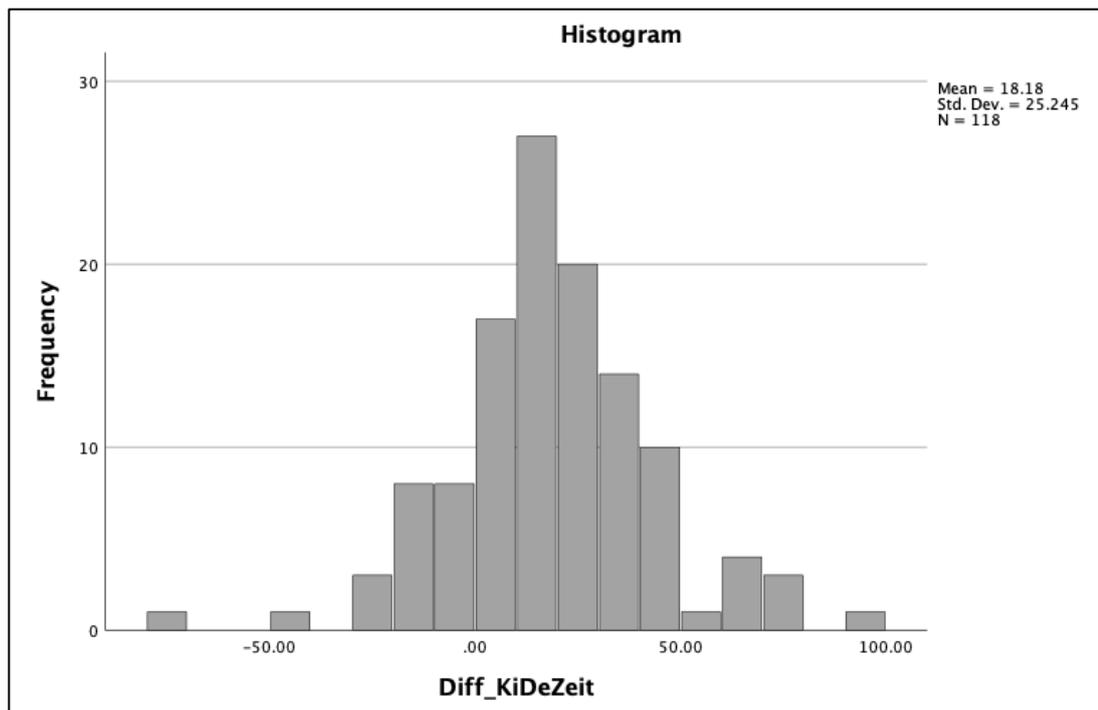
### 10.3.6 Abweichende Normalverteilung Differenz BIRec



### 10.3.7 Abweichende Normalverteilung BOREc



### 10.3.8 Abweichende Normalverteilung Differenz King Devick Zeit



### 10.3.9 Abweichende Normalverteilung Differenz King Devick Fehler

