



PRIVATE PÄDAGOGISCHE HOCHSCHULE DER DIÖZESE LINZ

# **MASTERARBEIT**

**zum Abschluss des  
Masterstudiums für das Lehramt Primarstufe**

**Auswirkungen von motorischen Grundfertigkeiten auf  
die Lerndisposition von Kindern im Grundschulalter**

vorgelegt von

**Anna Pfeiffer, BEd  
Madlen Knauseder, BEd**

Betreuung

Thomas Rotkopf, HS-Prof. Mag. Dr. OStR

*Fachdidaktik Bewegung und Sport*

Matrikelnummer

01591871

01591686

Wortanzahl

37.974

Linz, am 18. Mai 2022

## Vorwort

Da uns beide das Thema Bewegung sehr am Herzen liegt und wir bereits seit unserer Kindheit aktiv in Vereinen unterschiedliche Sportarten ausüben, spielt Bewegung nach wie vor eine große Rolle in unserem privaten, aber auch schulischem Alltag.

Bereits bei unserer Bachelorarbeit setzten wir uns mit der Thematik auseinander, wie sich bewegter Unterricht, insbesondere koordinative Fähigkeiten, auf die Konzentration und somit auf die Lernleistung der Kinder im Grundschulalter auswirkt.

Die Beschäftigung mit der Bachelorarbeit, aber auch der Schwerpunkt Bewegung und Sport in unserem Studium führten uns noch mehr zu dem Bewusstsein, wie wichtig Bewegung im Alltag von Kindern und auch Erwachsenen ist.

Diverse Fort- und Ausbildungen in diesem Bereich und die mediale Präsenz dieses Themas sind weitere Gründe, warum wir uns tiefgründig mit dieser Thematik auseinandersetzen wollen.

In unserem Alltag als Volksschullehrerinnen können wir oft den Bewegungsdrang von unseren Schülerinnen und Schülern erleben und versuchen deshalb, Bewegungsmöglichkeiten im schulischen Alltag einzubauen.

Durch unsere Masterarbeit wollen wir die Notwendigkeit von Bewegung allgemein und im schulischen Alltag verdeutlichen.

Ein besonderer Dank gilt unseren Eltern, die uns immer die Möglichkeit gegeben haben, unser sportliches Interesse auszuleben.

Ebenso möchten wir uns bei unseren Freunden und unseren Eltern bedanken, die uns während des Prozesses dieser Arbeit immer zur Seite gestanden sind. Ganz besonders bedanken möchten wir uns bei unseren beiden Direktorinnen und unseren Kolleginnen der Parallelklassen, die die Durchführung der Forschung ermöglichten.

Außerdem gilt ein großer Dank unseren Schülerinnen und Schülern, welche an den Testungen teilnahmen. Dadurch trugen sie dazu bei, dass ein interpretationsfähiges Ergebnis der Testung zu Stande kam.

Bei unseren Korrekturleserinnen Vera Humer und Magdalena Gurtner möchten wir uns für ihre Zeit und ihre Mühen bedanken. Ein weiterer Dank gilt unserem Betreuer Herrn Prof. Mag. Dr. OStR Thomas Rotkopf, welcher uns während des Verfassens unserer Arbeit bei Fragen zur Seite stand.

Linz, im Mai 2022

Anna Pfeiffer und Madlen Knauseder

## **Kurzfassung**

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit dem Thema „Auswirkungen von motorischen Grundfertigkeiten auf die Lerndisposition von Kindern im Grundschulalter.“

Eine ausschlaggebende Idee dieser Arbeit ist die Vermutung, dass Kinder, die sich täglich und vielfältig bewegen, besser lernen können und dabei weniger Schwierigkeiten aufweisen.

Die Frage, die in dieser Masterarbeit beantwortet werden soll, lautet: „Welche Auswirkungen hat die Förderung ausgewählter motorischer Grundfertigkeiten auf die Lerndisposition von Kindern im Grundschulalter?“

Die Arbeit ist in sechs Kapitel eingeteilt, welche sich wiederum in unterschiedliche Unterkapitel gliedern.

Der Beginn der vorliegenden Masterarbeit handelt vom Thema „Nervensystem und Gehirn.“ Im Anschluss werden die beiden Bereiche „Aufmerksamkeit“ und „Konzentration“ behandelt. In den nächsten beiden Kapiteln wird auf die Thematik „Lernen und Motorik“ und die dabei vorgehenden Prozesse im Gehirn eingegangen. Abschließend wird mittels einer Forschung, welche aus einem Motoriktest und einem Konzentrationsstest besteht, versucht, die Forschungsfrage zu beantworten.

## **Abstract**

This master's thesis deals with the topic "Effects of basic motor skills on the learning disposition of children of primary school age."

A decisive idea of this thesis is the assumption that children who move daily and in a variety of ways can learn better and show less difficulties when it comes to learning.

The question which should be answered in this master's thesis is, "What is the impact of supporting selected basic motor skills on the learning disposition of elementary school-aged children?".

The thesis is divided into six chapters, which in turn are divided into different subchapters.

The beginning of this master thesis is about the nervous system and the brain. Subsequently, the two topics attention and concentration are dealt with. The next two chapters deal with learning and motor skills and the processes that occur in the brain.

Finally, by means of research, which consists of a motor skills test and a concentration test, an attempt is made to answer the research question.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Das Nervensystem</b>	<b>10</b>
1.1 Das zentrale Nervensystem	11
1.1.1 Das Gehirn	11
1.1.2 Das Rückenmark	27
1.2 Das periphere Nervensystem	29
1.3 Die Entwicklung des Nervensystems	30
1.4 Bewegung - von der Idee der Bewegung zur Ausführung	33
<b>2. Aufmerksamkeit und Konzentration</b>	<b>36</b>
2.1 Definition von Aufmerksamkeit	36
2.1.1 Entstehung von Aufmerksamkeit im Gehirn	39
2.2 Definition von Konzentration	63
<b>3. Lernen</b>	<b>66</b>
3.1 Gedächtnis	68
3.2 Kognitives Lernen	77
3.3 Motorisches Lernen	88
<b>4. Motorik</b>	<b>97</b>
4.1 Der motorische Entwicklungsverlauf	98
4.2 Motorische Entwicklungsstörungen	115
4.3 Die Motorik-Modul Studie	117
<b>5. Empirischer Teil</b>	<b>124</b>
5.1 Forschungsfrage und Hypothese	124
5.2 Empirische Erhebungen	124
5.3 Vorarbeit	127
5.4 Räumliche, zeitliche und personale Rahmenbedingungen	128
5.5 Beschreibung, Organisation und Durchführung	129
5.5.1 MOBAK	129
5.5.2 d2 Test	139
5.5.3 Förderung der Kinder	147

<b>5.6 Auswertung der beiden Test</b>	<b>154</b>
<b>5.6.1 Auswertung des MOBAK-Tests</b>	<b>155</b>
<b>5.6.2 Auswertung des Aufmerksamkeit-Belastungs-Tests</b>	<b>155</b>
<b>5.6.3 Auswertung und Interpretation der erhobenen Daten</b>	<b>157</b>
<b>5.7 Diskussion</b>	<b>180</b>
<b>6. Resümee</b>	<b>182</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>183</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>191</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>192</b>
<b>Anhang 1 – Elternbrief (geförderte Gruppe)</b>	<b>193</b>
<b>Anhang 2 – Elternbrief (nicht geförderte Gruppe)</b>	<b>194</b>
<b>Anhang 3 – Bewertungstabelle Mobak</b>	<b>195</b>
<b>Anhang 4 – d2 Test</b>	<b>197</b>
<b>Anhang 5 – Förderkonzept</b>	<b>199</b>

## Einleitung

Das Lernen von SchülerInnen wird von zahlreichen Faktoren negativ beeinflusst, welche von Konzentrationsproblemen in späten Schulstunden über fehlende Motivation bis zu Stress, ausgelöst durch etwa Mobbing oder Prüfungsangst, reichen. Insbesondere Bewegung spielt bei der Behebung dieser und ähnlicher Einflüsse eine tragende Rolle, da durch ihre Hilfe unter anderem überschüssige Energie ausgelassen, das Gehirn besser durchblutet, Stress abgebaut und die Aufmerksamkeit gesteigert werden kann (Dario Arnold).

Kinder haben einen natürlichen Bewegungsdrang. Aufgrund der veränderten Lebensweise vieler Kinder, beispielsweise durch digitale Medien und häufiges, langes Sitzen, bewegen diese sich immer weniger und der Bewegungsdrang wird weniger gestillt. Durch diese veränderte Lebensweise werden motorische Grundfertigkeiten im Alltag nicht mehr so vielseitig und unbewusst trainiert.

Auch in der Schule konnten wir diesbezüglich schon Defizite feststellen. Dies äußert sich zum Beispiel beim Schneiden, bei der Stifthaltung, beim Hinaufsteigen von Stiegen und beim Laufen.

Während unserer Ausbildung zur diplomierten Bewegungstrainerin schilderte uns die Referentin folgendes Szenario: Das Kind einer Bekannten ging im Kindergartenalter und in der ersten Klasse Volksschule in seiner Freizeit regelmäßig Kinderturnen im örtlichen Verein. Dort wurde viel Wert auf die Ausübung motorischer Grundfertigkeiten gelegt. In der zweiten Klasse Volksschule hörte das Kind mit dem Turnen auf und Lernschwierigkeiten in der Schule machten sich bemerkbar.

Dies gab uns einen wichtigen Anstoß zu unserer Forschungsfrage. Wir wollen in unserer Masterarbeit demnach herausfinden, ob sich die Förderung motorischer Grundfertigkeiten positiv auf die Lernleistung von Kindern auswirkt und wollen dadurch eventuell einen wichtigen Beitrag zu diesem Thema leisten.



Das Ziel dieser Arbeit ist es, Erkenntnisse aus dem theoretischen Teil der Bereiche Lernen, Gehirn und Motorik im Forschungsteil anzuwenden und daraus einen Erkenntnisgewinn zu erreichen.

# 1. Das Nervensystem

Im folgenden Kapitel wird die Anatomie des Nervensystems erläutert. Außerdem wird beschrieben, wie die Idee einer Bewegung im Gehirn gebildet und schließlich ausgeführt wird.

Zur Strukturierung aller Prozesse im menschlichen Körper wird eine Schaltzentrale benötigt. Diese Aufgabe hat das menschliche Nervensystem (Güllich & Krüger, 2013, S. 84).

Das Nervensystem lässt sich in zwei wesentliche Gebiete aufteilen: das zentrale Nervensystem (ZNS) und das periphere Nervensystem (PNS). Das zentrale Nervensystem besteht aus dem Gehirn und dem Rückenmark. Diese beiden Bereiche sind durch den Hirnstamm verbunden. Durch den Schädel und die Wirbelsäule wird das zentrale Nervensystem geschützt. Außerdem schwimmt das zentrale Nervensystem im sogenannten Liquor und wird dadurch zusätzlich geschützt.

Das periphere Nervensystem lässt sich in jedem Bereich des Körpers finden. Es besteht aus den Nervenfasern. Durch diese Nervenfasern werden einerseits Informationen aus der Umwelt aufgenommen und ins zentrale Nervensystem weitergeleitet. Andererseits werden Informationen vom zentralen Nervensystem zur Ausführung ins periphere Nervensystem geleitet.

Nervenfasern lassen sich daher in zwei verschiedene Kategorien einteilen: Die Bahnen, die Informationen zum zentralen Nervensystem leiten, sind die afferenten Bahnen. Die Bahnen, die Informationen vom zentralen ins periphere Nervensystem leiten, nennen sich efferente Bahnen. Die Schaltstelle, in der das zentrale Nervensystem zum peripheren Nervensystem übergeht, befindet sich im Rückenmark.

Das zentrale und periphere Nervensystem spielen zusammen und lassen sich nicht trennen (Beck, Anastasiadou und Meyer zu Reckendorf, 2018, S. 2f).

Des Weiteren lässt sich das Nervensystem nicht nur anatomisch unterteilen, sondern auch funktionell gliedern.

Bewusst erleb- oder steuerbare Prozesse werden vom körperlichen (somatischen) Nervensystem gesteuert. Die Skelettmuskeln werden zum Beispiel gänzlich vom somatischen Nervensystem gesteuert.

Alle unbewussten und unwillkürlichen Prozesse finden über das autonome (vegetative) Nervensystem statt. Die Verdauung, Atmung und Organfunktionen sind zum Beispiel Bereiche, die vom vegetativen Nervensystem gesteuert werden.

Das vegetative Nervensystem lässt sich noch einmal in zwei Bereiche unterteilen: den Sympathikus und den Parasympathikus. Während der Sympathikus eine antreibende Wirkung ausübt, sorgt der Parasympathikus für Ruhe im Körper.

Ein Beispiel dafür ist der Herzschlag. Der Sympathikus ist verantwortlich für eine höhere Schlagfrequenz, der Parasympathikus sorgt für eine Reduktion der Schlagfrequenz (Beck et al., 2018, S. 4).

## **1.1 Das zentrale Nervensystem**

Wie im vorigen Abschnitt beschrieben, umfasst das zentrale Nervensystem das Gehirn und das Rückenmark.

In diesem Kapitel wird zuerst der Aufbau des Gehirns beschrieben und im nächsten Schritt das Rückenmark genauer erläutert.

### **1.1.1 Das Gehirn**

„Wenn das Gehirn so einfach wäre, dass wir es verstehen könnten, wären wir zu dumm, um es zu begreifen“ (Jostein Gaarder).

Das menschliche Gehirn umfasst ein durchschnittliches Gewicht von ungefähr 1300 Gramm und beträgt somit nur rund zwei Prozent des gesamten Körpergewichts. Es benötigt im Ruhezustand zirka 20 Prozent des

Sauerstoffbedarfs und über 25 Prozent des Glukosebedarfs des gesamten Körpers (Güllich & Krüger, 2013, S. 85).

Rettenwender (2013, S. 22) schreibt, dass nur zehn Prozent des gesamten menschlichen Gehirns verwendet werden. Maßgebend für den sinnvollen Einsatz des Gehirns ist der Energieumsatz. Dieser Energieumsatz besagt, wie viel Energie, also Glukose, vom Gehirn für die Leistung verwendet wird.

Das Gehirn lässt sich nach Beck et al. (2018, S. 34) in folgende Hirnstrukturen unterteilen:

- das Großhirn
- der Balken
- das Zwischenhirn
- das Kleinhirn
- der Hirnstamm

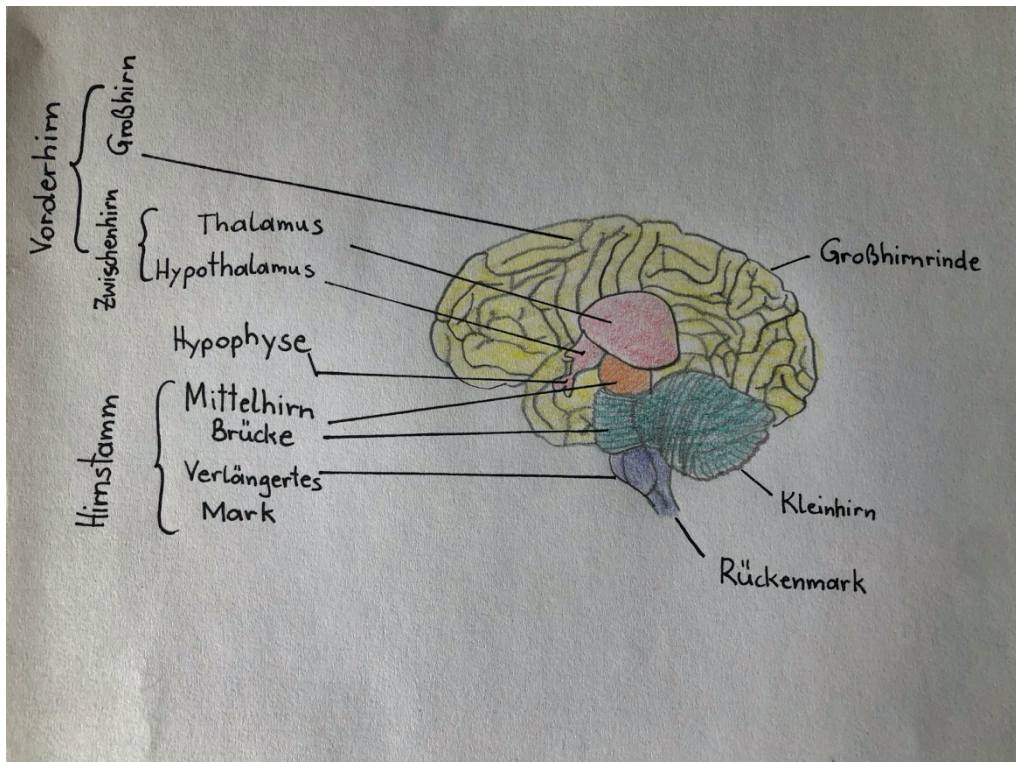


Abbildung 1: Hauptbereiche des menschlichen Gehirns

## **Das Großhirn**

Das Großhirn besteht aus Nervenzellen, Gliazellen und Blutgefäßen und umfasst ungefähr 80 Prozent der Masse des Gehirns (Rettenwender, 2013, S. 22).

Schermaier, Taferner und Weisl (2011, S. 19) beschreiben folgende Funktionen des Großhirns: das Lernen, logisches Denken, Bewusstseinskontrolle, Sprache, Persönlichkeit, Gewissen, sensorische und motorische Felder und Assoziationen.

Bear, Connors und Paradiso (2018, S. 195) beschreiben das Großhirn, auch genannt Cerebrum, als den größten Bereich des Gehirns. Außerdem ist das Großhirn der am weitesten rostral (zum Gesicht hin) liegende Bereich. Das Großhirn wird in zwei Gehirnhälften (Hemisphären) unterteilt: die rechte und die linke Hirnhälfte.

Die rechte Gehirnhälfte nimmt die Sinneswahrnehmungen der linken Körperseite auf und ist somit in der Lage, diese Bewegungen zu leiten. Somit ist die linke Gehirnhälfte mit den Bewegungen und Sinneswahrnehmungen der rechten Körperseite beschäftigt. Durch den Balken, der aus dicken Faserbündeln besteht, sind diese beiden Gehirnhälften miteinander verbunden (Schermaier et al., 2011, S. 18).

Roger Sperry experimentierte in den 1950er und 1960er Jahren an Katzen, Affen und Menschen.

Dabei untersuchte er funktionelle Unterschiede zwischen den beiden Gehirnhälften. Das Corpus Callosum, welches ein riesiges Bündel aus Neuronen ist, verbindet die beiden Hälften des Gehirns. Roger Sperry untersuchte dieses Nervenbündel in seinen Experimenten. Um die Funktion der einzelnen Gehirnhälften untersuchen zu können, trennte Roger Sperry das Corpus Callosum bei Katzen und Affen. Dabei konnte er feststellen, dass die beiden Gehirnhälften unabhängig voneinander funktionierten, auch wenn sie durchtrennt sind.

Dies bezeichnete er als „Split-Brain“. Tiere mit einem Split-Brain können sich doppelt so viele Informationen wie Tiere ohne Split-Brain, merken. Bei Menschen mit Epilepsie, einer Anfallserkrankung, ist eine Behandlungsform das Durchtrennen des Corpus Callosum. Bei diesen Menschen führte Roger Sperry seine Experimente fort. Er konnte herausfinden, dass die Gehirnhälften im menschlichen Gehirn verschiedene Funktionen haben. Die linke Gehirnhälfte verarbeitet die Sprache, während die rechte Gehirnhälfte dazu nicht fähig ist. Im Jahr 1981 erhielt Roger Sperry den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin für seine Split-Brain-Forschung.

Der Neurobiologe untersuchte ebenfalls weitere Aspekte der Gehirnfunktionen und Verbindungen des Gehirns bei Säugetieren und Menschen. Im Jahr 1963 entwickelte er die Chemoaffinitätshypothese, die besagt, dass die Axone die langfaserigen Ausläufer der Hirnzellen sind, die mit speziellen chemischen Markern mit ihren Zielorganen verbunden sind. Dadurch konnte erklärt werden, dass komplexe Nervensysteme aus einer Vielzahl einzelner Nerven entwickelt sind. Sperry untersuchte außerdem auch Gehirnmuster bei Fröschen, Katzen, Affen und menschlichen Freiwilligen.

Roger Sperry erkannte, dass das Gehirn von Menschen mit einem durchtrenntem Corpus Callosum keinen deutlichen Unterschied zu Menschen mit intaktem Corpus Callosum aufweist, obwohl ihre Gehirne jeweils aufgrund der Durchtrennung des Corpus Callosum nicht miteinander kommunizieren konnten. Roger Sperry nahm an, dass es große Folgen haben würde, wenn die Gehirnhälfte durchtrennt werden, da das Corpus Callosum, das die zwei Hemisphären des Gehirns verbindet, sehr groß ist und daher eine wichtige Funktion haben muss. Er begann, mit Überlegungen ein Experiment zu entwerfen, welches die Folgen einer Trennung des Corpus Callosum dokumentiert. Zu diesem Zeitpunkt wusste Roger Sperry, dass jede Hemisphäre für das Sehen und die Bewegung der gegenüberliegenden Körperseite zuständig ist. So ist die linke Gehirnhälfte für das rechte Auge zuständig und umgekehrt. Die von Roger

Sperry entworfenen Experimente überwachen genau, was jedes Auge sieht und welche Informationen zu der jeweiligen Gehirnhälfte gesendet werden. Die ersten Experimente wurden mit Katzen durchgeführt. Später wurden diese Katzen als „Split-Brain-Katzen“ bezeichnet. Roger Sperry verdeckte ein Auge der Katzen und zeigte ihnen zwei verschiedene Blöcke. Auf einem Block befand sich ein Kreuz, auf dem anderen Block war ein Kreis zu sehen. Unter einem dieser Blöcke befand sich Essen. Im Anschluss wurde die Augenklappe zum anderen Auge gewechselt und das Futter lag unter dem anderen Block. Die Ereignisse wurden sich von den Katzen gesondert gemerkt und konnten mit beiden geöffneten Augen nicht unterschieden werden. Daher vermutete Roger Sperry, dass die beiden Gehirnhälften durch die Durchtrennung des Corpus Callosum nicht mehr miteinander kommunizieren konnten. Durch diese fehlende Kommunikation kann sich nur eine Hemisphäre daran erinnern, unter welchem Block sich das Futter befand, da die Information nur durch ein Auge gesehen wurde. Daher kam Roger Sperry zu dem Schluss, dass sich die Katzen in den beiden Gehirnhälften an zwei unterschiedliche Szenarien erinnerten und sozusagen zwei Gehirne benutzten.

Als nächsten Schritt führte Roger Sperry ein vergleichbares Experiment mit Affen durch. Bei dem Experiment mit den Affen waren beide Augen gleichzeitig geöffnet. Durch einen speziellen Projektor und Lichtfilter war dies möglich. Der rechte Projektor zeigte links einen Kreis, während rechts ein Kreuz projiziert wurde. Der linke Projektor zeigte links ein Kreuz und rechts einen Kreis. Durch die Lichtfilter war es möglich, dass die Affen mit einem Auge nur ein Bild von einem der Projektoren sahen. Ein Auge sah den Kreis rechts und das Kreuz auf der linken Seite, während das andere Auge das Kreuz auf der rechten Seite und den Kreis links sah. Durch die vorigen Experimente mit den „Split-Brain-Katzen“ war bekannt, dass die beiden Gehirnhälften durch die Durchtrennung des Corpus Callosum nicht miteinander kommunizieren. Dem linken Auge wurde ein Szenario gezeigt, in dem Nahrung verteilt wurde, wenn der Affe den Knopf drückte, der einem Kreuz entspricht. Das rechte Auge

sah ein Szenario, in dem Nahrung verteilt wurde, wenn der Affe einen Knopf drückte, der einem Kreis entsprach. Letztlich war es in beiden Szenarien der gleiche Knopf. Das Auge sah es aber wegen der Projektoren und Lichtfilter anders. Daraus schloss Roger Sperry, dass beide Hemisphären zur gleichen Zeit zwei unterschiedliche, umgekehrte Probleme erlernen können.

In der Zeit, in der sich ein Affe ohne durchtrenntem Corpus Callosum ein Szenario einprägen konnte, merkten sich die „Split-Brain-Affen“ zwei sich gegenseitig ausschließende Szenarien. Daraus schloss Roger Sperry, dass ein abgetrenntes Corpus Callosum dazu führte, dass sich das durchtrennte Gehirn wie zwei einzelne Gehirne verhält, da die beiden Gehirnhälften nicht miteinander kommunizieren können. Dies schien ein Vorteil der Durchtrennung des Corpus Callosum zu sein. Roger Sperry stellte sich die Frage, welche Nachteile das Verfahren haben könnte.

Bei menschlichen Freiwilligen, die ein abgetrenntes Corpus Callosum hatten, zeigte er einem Auge ein Wort. Dabei konnte er herausfinden, dass sich „Split-Brain-Menschen“ nur das Wort merken konnten, das sie mit ihrem rechten Auge sahen. Im zweiten Schritt zeigte er den „Split-Brain-Menschen“ zwei unterschiedliche Objekte und bat sie im Anschluss, die Objekte zu zeichnen. Die Objekte, die die Teilnehmer mit dem linken Auge sahen, konnten gezeichnet werden. Die Objekte, die sie mit dem rechten Auge sahen, konnten nur sprachlich beschrieben werden. Daher kam Roger Sperry zu der Erkenntnis, dass die linke Hemisphäre Sprache erkennen und analysieren kann, die rechte Hemisphäre dagegen nicht. Außerdem ist die linke Gehirnhälfte auch für das Verstehen und Erinnern zuständig. Die rechte Gehirnhälfte kann Wörter erkennen, aber nicht artikulieren. Das unterstützte die zuvor bekannte Vorstellung, dass das Sprachzentrum in der linken Hemisphäre liegt.

Um die Funktion der rechten Gehirnhälfte zu erforschen, führte Roger Sperry ein weiteres ähnliches Experiment an Split-Brain-Menschen durch. Bei diesem Experiment bat er die Freiwilligen, die linke Hand in eine Kiste, in der sich unterschiedliche Werkzeuge befanden, zu legen.



Diese Werkzeuge waren für die Personen nicht sichtbar. Im Anschluss sahen die Freiwilligen in ihrem linken Sichtfeld ein Wort, das eines der Objekte, die sich in der Kiste befanden, beschrieb. Dabei war erkennbar, dass ein Großteil der Personen das gefragte Objekt aus der Kiste nahm, ohne es zu sehen. Auf die Frage hin, wie das Objekt heißt, konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer das Objekt weder benennen, noch wussten sie, warum sie das Objekt in der Hand hielten. Daher konnte geschlussfolgert werden, dass die rechte Gehirnhälfte eine Spracherkennungsfähigkeit hat, aber keine Sprachartikulation. Das heißt, dass die rechte Gehirnhälfte ein Wort erkennen und lesen kann, die Fähigkeit, das Wort auszusprechen, fehlt jedoch. Im letzten Teil der Experimente an Menschen, zeigte Roger Sperry dem rechten und dem linken Auge der Freiwilligen unterschiedliche Objekte. Die Aufgabenstellung war, die Objekte, die die Personen sahen, mit der linken Hand und mit geschlossenen Augen zu zeichnen. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer zeichneten das Objekt, das sie mit dem linken Auge sahen. Das Objekt, das sie mit dem rechten Auge sahen, beschrieben die Freiwilligen mündlich. Dadurch konnte die Hypothese, dass die Gehirnhälften als zwei unterschiedliche Gehirne getrennt voneinander funktionieren, gestützt werden. Die Existenz der anderen Gehirnhälfte wird nicht erkannt, da die mündliche Beschreibung des Objekts nicht mit der Zeichnung übereinstimmte. Das Conclusio der Experimente von Roger Sperry ist, dass die beiden Gehirnhälften bei Menschen mit abgetrennten Corpus Callosum nicht untereinander kommunizieren. Die Funktion des Gehirns ist dadurch aber nicht beeinträchtigt.

In der gleichen Zeit, als Roger Sperry seine Split-Brain-Forschung an Menschen durchführte, untersuchten mehrere Wissenschaftler die funktionale Aufgabenverteilung des Gehirns. Dabei herrschte die Annahme, dass eine Hemisphäre einige Funktionen besser ausführen kann als die andere Hemisphäre. Die Wissenschaftler wussten nicht, für welche Aufgaben jede Hemisphäre verantwortlich ist, oder ob jede Gehirnhälfte unabhängig voneinander handelt.

Roger Sperry beschreibt seine Forschung an Katzen in dem 1961 veröffentlichten Artikel „Cerebral Organization and Behavior“ (Lienhard, 2017, S. 1).

Edelmann (1996, S. 36-38) schreibt, dass die linke Hemisphäre als dominante Gehirnhälfte und die rechte Hemisphäre als subdominante oder untergeordnete Gehirnhälfte bezeichnet wird. Denken, Sprechen, Rechnen und Schreiben werden von der dominanten Gehirnhälfte gesteuert. Bei Rechtshändern, welche die größte Gruppe der Menschen bildet, steuert die linke Gehirnhälfte auch die Motorik. Für Aufgaben im Bereich der räumlichen Vorstellungskraft ist die rechte Hemisphäre zuständig. Dies ist eine nonverbale Aufgabe, welcher keinen geringeren Wert zugesprochen werden darf. Die beiden Gehirnhälften dürfen aber nicht als alleinstehend gesehen werden, sondern interagieren miteinander. Bei einem gesunden Gehirn sind beide Gehirnhälften gleichermaßen entwickelt. Dennoch gibt es Grund zur Annahme, dass es Menschen gibt, die Bereiche eher durch die linke Gehirnhälfte, also analytisch betrachten, und Menschen, die intuitiv zur rechten Gehirnhälfte tendieren.

Übliche Lehrpläne sprechen eher die linke Gehirnhälfte an.

Der erste visuell erkennbare Teil des Großhirns ist die Großhirnrinde. Auf der Großhirnrinde lassen sich viele Furchen erkennen. Dadurch wird ermöglicht, dass viele Nervenzellen auf gleichem Raum Platz haben. Die Großhirnrinde hat bei gleichem Volumen eine Oberfläche von ungefähr zwei Quadratmetern. Die größte Furche unterteilt das Gehirn in die zwei Gehirnhälften. Durch die Furchen lässt sich die Großhirnrinde in vier Teile, die sich jeweils auf beiden Gehirnhälften befinden, gliedern. Diese Teile werden Lappen genannt. Der Hinterhauptslappen (im Nackenbereich) ist vorrangig für das Sehen verantwortlich. Die Schläfenlappen, die sich seitlich befinden, sind für den sprachlichen Bereich zuständig. Der Stirnlappen bildet den größten Bereich der Großhirnrinde, nämlich 40 Prozent. In diesem Lappen befindet sich der präfrontale Cortex, der für

die Aufmerksamkeit und das Bewusstsein essenziell ist und in dem somit auch das Arbeitsgedächtnis liegt (Beck et al., 2018, S. 36f).

Rettenwender (2013, S. 22) schreibt, dass der Scheitellappen für Empfindungen, mathematische sowie für abstrakte Probleme, das Verständnis der Sprache und Musik zuständig ist. Hier befindet sich der sogenannte sensorische Cortex.

Rettenwender (2013, S. 22) bezeichnet die vier Lappen folgendermaßen: Stirnlappen (Frontallappen), Scheitellappen (Parietallappen), Hinterhauptslappen (Okzipitallappen) und Schläfenlappen (Temporallappen). Die Autorin schreibt, dass sich im Stirnlappen der motorische Cortex, der für die Bewegung verantwortlich ist, befindet. Außerdem ist dieser Bereich der Großhirnrinde der einzige Teil, der erst mit ungefähr 21 Jahren voll entwickelt ist.

Alle Lappen des Großhirns kommunizieren bei jeder Tätigkeit miteinander.

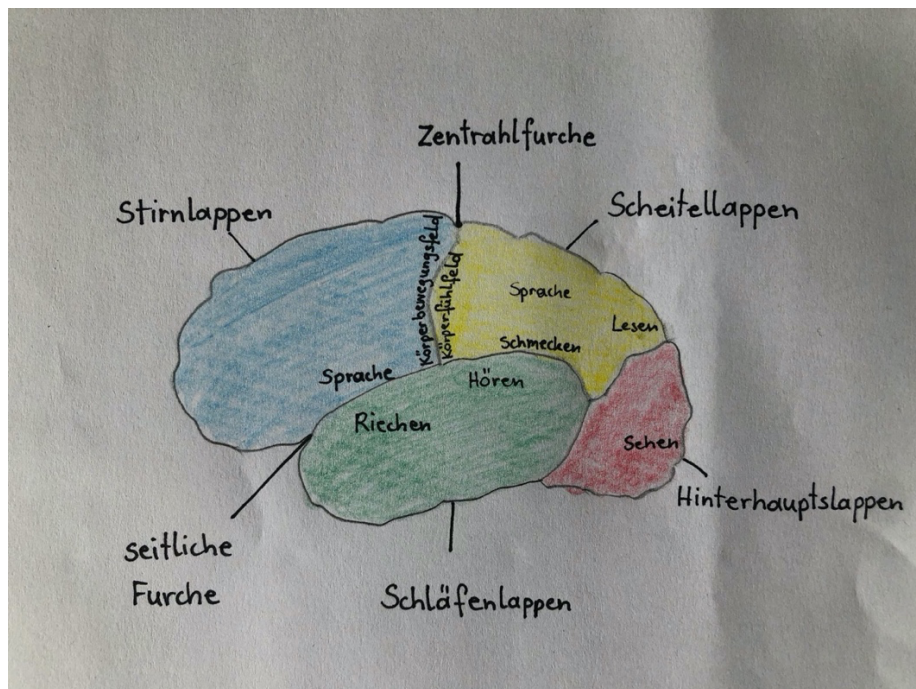


Abbildung 2: Linke Seite des Großhirns

Die Großhirnrinde, oder Neocortex, ist für intellektuelle Fähigkeiten und für das Gedächtnis verantwortlich. Die dafür zuständigen Nervenzellen befinden sich in der grauen Substanz. Durch die verdichtete Menge der Nervenzellen in dem dicken Rindbereich färbt sich das Gewebe gräulich. Diese Nervenzellen senden Nervenfasern tiefer ins Gehirn, die von einer Fettschicht umgeben sind und daher heller erscheinen. Deshalb wird von weißer Substanz gesprochen (Beck et al., 2018, S. 38).

Ein weiterer Teil des Großhirns bildet das limbische System. Es liegt um den Balken und dem Zwischenhirn. Das limbische System ist mit heutigem Stand nicht vollständig erforscht, da noch nicht ganz geklärt werden konnte, welche Teile zum limbischen System gehören. Klar ist, dass der Hippocampus, die Gürtelwindung über dem Balken, die Amygdala und der Mamillarkörper zum limbischen System gehören. Auch Teile des Zwischenhirns, wie Teile des Thalamus, werden gelegentlich zu diesem System gezählt. Dies zeigt, dass das limbische System keine klar abgrenzbare Region im Gehirn ist. Vielmehr handelt es sich um Ansammlungen von Umschaltstellen und Nervenkreisen. Durch diese Umschaltstellen werden das Zwischen- und das Großhirn verbunden.

Das limbische System ist einerseits bei der Bildung von Gedächtnisinhalten integriert, andererseits ist es hauptverantwortlich für Emotionen. Deshalb wird es auch das „Gefühls-Gehirn“ genannt. Das limbische System ist aber nicht allein für die Bildung von Gefühlen verantwortlich, sondern dient als wichtigste Schaltstelle, durch die unterschiedliche Hirnregionen verbunden werden. Der Mandelkern (Amygdala) hat dabei einen besonderen Stellenwert. Die Amygdala bildet sich aus einer Ansammlung von Nervenzellen. Der Mandelkern ist mit dem Zwischenhirn verbunden, von dem er Informationen aus den Sinnen empfängt. Die Amygdala ist also für emotionale Reaktionen verantwortlich. Die Gürtelwindung ist ebenfalls an der Ausbildung von Gefühlen beteiligt. Sie ist für Gesichtsbewegungen, die durch Emotionen ausgebildet werden, zuständig. Der Mamillarkörper bildet eine Schaltstelle zum Zwischenhirn.

Unbewusste Funktionen des Körpers werden über den Mamillarkörper zum Hippocampus übermittelt. Der Hippocampus ist ebenfalls an der Bildung des Gedächtnisses essenziell beteiligt (Beck et al., 2018, S. 42f).

Schachl (2006, S. 19) fasst zusammen, dass das limbische System Teile des Zwischen- und Mittelhirns sowie untere Teile des Großhirns umfasst und so etwas wie ein Gefühlszentrum darstellt. Auch bei Lernvorgängen beteiligt sich das limbische System.

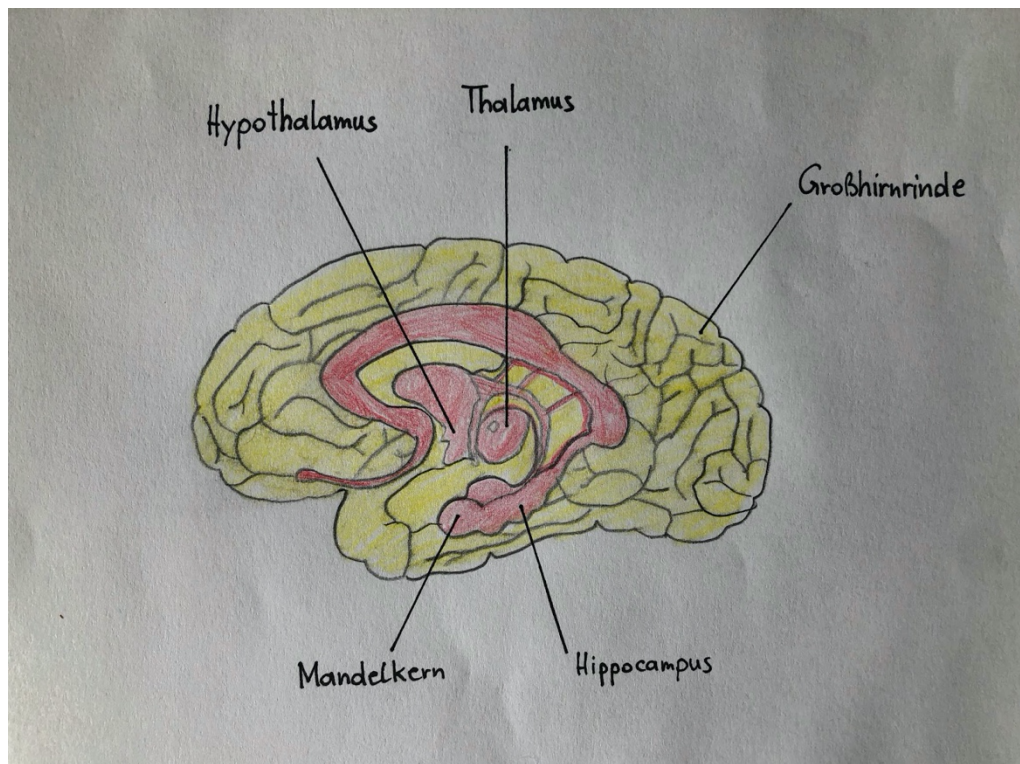


Abbildung 3: Das limbische System

Im Hippocampus wird darüber entschieden, welche neuen Informationen gelernt, oder wieder vergessen werden. Alle Informationen, die aufgenommen werden, werden für eine kurze Zeit im Hippocampus gespeichert. Die Informationen, die im Hippocampus gespeichert sind, werden dann dem Großhirn wiederkehrend präsentiert, bis das Wissen im Großhirn gespeichert wird. Dieser Prozess findet hauptsächlich nachts, also im Schlaf statt. Der Hippocampus ist mit den umgrenzten Hirnstrukturen gut verbunden und verläuft über das gesamte limbische System und verbindet es dadurch mit dem Zwischenhirn.

Der Hippocampus bildet im Erwachsenenalter immer noch täglich neue Nervenzellen, während im restlichen Großhirn Nervenzellen absterben und nicht wieder neu gebildet werden. Es wird vermutet, dass diese Besonderheit eine Voraussetzung für Gedächtnisleistung darstellt (Beck et al., 2018, S. 44f).

Tief im Großhirn liegen die Basalganglien. Sie lassen sich keinem Bereich der Großhirnrinde zuordnen und bestehen aus Ansammlungen von Nervenzellen. Die Basalganglien sind für die maßgeblichen Funktionen von Bewegung zuständig. Bewegungsimpulse, die in das Gehirn gelangen, werden an dieser Stelle gebündelt und koordiniert. Dadurch können Bewegungsmuster gebildet werden.

Die Basalganglien sind mit vielen Hirnstrukturen (Amygdala, Großhirnrinde, Zwischenhirn) verknüpft. Wenn Teile der Basalganglien absterben, tritt eine Parkinsonerkrankung auf, da Bewegungen nicht mehr exakt koordiniert werden können. Ein weiterer Bereich, der sich in den Basalganglien befindet, ist für positive Emotionen verantwortlich. Dieser Teil ist mit dem limbischen System verbunden. Wenn jemand glücklich ist, übersetzt dieser Teil der Basalganglien dieses Glücksgefühl in Bewegungen (Beck et al., 2018, S. 50f).

### **Der Balken**

Durch den Balken, der ungefähr so breit wie ein Daumen ist, ist die rechte mit der linken Großhirnhälfte verbunden. Er sorgt also für den Kontakt zwischen den beiden Gehirnhälften.

Der Balken besteht aus sehr vielen Nervenfasern, durch die die Gehirnhälften miteinander kommunizieren können (Beck et al., 2018, S. 64).

### **Das Zwischenhirn**

Das Zwischenhirn gliedert sich in drei Bereiche: Thalamus, Hypothalamus und Hypophyse.

Der Thalamus hat eine Länge von ungefähr drei Zentimetern und ist bohnenförmig. Er ist durch Nervenkerne mit der Großhirnrinde verbunden. Die wesentliche Aufgabe ist es, Informationen von allen Sinnen, außer dem Geruchssinn, passieren zu lassen. Geruchsinformationen werden im Riechhirn, welcher ein weiterer Teil des Großhirns ist, verarbeitet. Der Thalamus ist dafür verantwortlich, welche Sinnesreize wahrgenommen und in das Großhirn weitergegeben werden und welche Sinnesreise ausgeblendet und somit bewusst nicht wahrgenommen werden.

Der Hypothalamus steuert alle unbewussten (vegetativen) Funktionen des Körpers. Das bedeutet, dass alle inneren Funktionen des Körpers vom Hypothalamus gelenkt werden.

Die Hypophyse oder Hirnanhangdrüse ist durch einen kleinen Stiel mit dem Hypothalamus verbunden. Hier werden Hormone freigesetzt.

Der Schlaf-Wach-Rhythmus wird ebenfalls vom Zwischenhirn koordiniert. Durch eine Verbindung mit dem Sehnerv erkennt es, ob es hell oder dunkel ist und schüttet dementsprechend über die Epiphyse (Zirbeldrüse) das Schlafhormon Melatonin aus (Beck et al., 2018, S. 54).

Schachl (2006, S. 15 - 17) beschreibt das Zwischenhirn als ein Gebiet, welches lebensnotwendige Funktionen und Reize leitet. Ebenso wie Beck et al. im vorigen Abschnitt beschrieben haben, unterteilt er das Zwischenhirn ebenfalls in Thalamus, Hypothalamus, Epiphyse und Hypophyse. Zusätzlich erwähnt Schachl aber auch noch die Sehnervenkreuzung am Grunde des Zwischenhirns.

Der Thalamus ist mit allen Teilen des Gehirns verknüpft und somit sowohl an den Gefühlen, als auch an Lern- und Denkvorgängen beteiligt.

Der Hypothalamus ist für die Steuerung der Hypophyse, dem Mittelhirn, dem verlängerten Mark und den Reflexzonen im Rückenmark verantwortlich. Er ist dem limbischen System und auch dem Großhirn untergeordnet.

Die Hirnanhangdrüse, oder auch Hypophyse genannt, ist mit dem Hypothalamus verbunden und hängt unten am Gehirn. Da die Hypophyse die

Hauptproduktions- und Steuerzentrale für die Hormone ist, ist ohne Hypothalamus und Hypophyse ein normales Leben unmöglich.

Die Epiphyse wird aufgrund der Ähnlichkeit mit einem Kiefernzapfen auch Zirbeldrüse genannt. Diese liegt auf dem Zwischenhirn.

Die Epiphyse befindet sich in der Nähe der Sehnervenkreuzung und stellt eine Verbindung mit den Augen her. Abhängig über Informationen zu den Lichtverhältnissen wird das Hormon Melatonin produziert. Bei Dunkelheit wird viel Melatonin produziert und macht somit schläfrig, bei Helligkeit ist die Produktion eher niedrig. Somit ist dieses Hormon an der Steuerung des Schlaf-Wach-Rhythmus integriert.

### **Das Kleinhirn**

Das Kleinhirn, auch Cerebellum genannt, befindet sich hinter dem Großhirn. Es ist kleiner als das Großhirn, hat aber mindestens so viele Neuronen wie die beiden Hemisphären des Großhirns zusammen. Vorrangig ist das Kleinhirn das Kontrollzentrum für Bewegungen, welches über eine Menge an Verbindungen mit dem Großhirn und Rückenmark verfügt. Gegensätzlich zu den beiden Hemisphären des Großhirns ist die linke Seite des Kleinhirns auch mit den Bewegungen der linken Körperhälfte und die rechte Seite des Kleinhirns mit den Bewegungen der rechten Körperhälfte verknüpft (Bear et al., 2018, S. 196).

Beck et al. (2018, S. 58) beschreiben ebenfalls die Wichtigkeit des Kleinhirns für die Bewegungskoordination. Das Kleinhirn ist ebenso wie das Großhirn stark in Furchen gelegt und in zwei Hälften geteilt. Es liegt im Nackenbereich und ist mit Rückenmark und dem Großhirn, in dem Bewegungszentren liegen, verbunden. Durch die Verbindung mit dem Rückenmark ist es direkt mit den Muskeln gekoppelt, die für Bewegungen benötigt werden. Außerdem ist es mit dem Hirnstamm verbunden. Durch das Kleinhirn werden Bewegungsprogramme, die im Großhirn gebildet werden, in die dafür benötigten Muskeln geleitet.



Das Kleinhirn ist maßgeblich für Gleichgewicht verantwortlich und kann nicht bewusst gesteuert werden.

### **Der Hirnstamm**

Der Hirnstamm verfügt über einen Stiel, welcher als Ausgangspunkt für die beiden Hemisphären und dem Kleinhirn dient. Der Hirnstamm ist zum Teil für den Informationsaustausch zwischen Großhirn, Rückenmark und Kleinhirn zuständig und besteht aus einer komplexen Zusammensetzung aus Fasern und Zellen. Im Hirnstamm werden auch sämtliche Vitalfunktionen, wie Atmung, Kreislauf oder Körpertemperatur, gesteuert.

Menschen können eine Beschädigung des Großhirns und Kleinhirns grundsätzlich überleben, jedoch ist eine Beschädigung des Hirnstamms meist schnell tödlich (Bear et al., 2018, S. 196).

Schachl (2006, S. 14) beschreibt den Hirnstamm, auch Reptilhirn genannt, als primitivsten Teil des Gehirns. Der Hirnstamm wird in Mittelhirn, Brücke und verlängertes Mark eingeteilt.

Da das Mittelhirn Informationen aus den Sehbahnen, Hörbahnen und Riechbahnen sowie dem Großhirn bekommt, dient es als Koordinationszentrum. Es kontrolliert zum Beispiel auch die Bewegungen der Augen und die Pupillenweite.

Die Funktionen des Mittelhirns sind trotz seiner einfachen Struktur eher komplex. Das Mittelhirn dient als Informationsaustausch zwischen Rückenmark und dem Vorderhirn, welches aus dem Großhirn und Zwischenhirn besteht. Des Weiteren verfügt es über Neuronen, welche der Sensorik, der Bewegungskontrolle und vielen weiteren Tätigkeiten dienen (Bear et al., 2018, S. 212).

Grundsätzlich setzt sich die Brücke aus Leitungsbahnen vom Großhirn zum Kleinhirn zusammen. Dort befinden sich auch Bereiche des Atemzentrums.

Das Kleinhirn bekommt Informationen von allen Sinnesorganen und vom Großhirn und ist für die Koordination von Bewegungen und der Haltung zuständig (Schachl, 2006, S. 14).

Bear, Connors und Paradiso (2018, S. 215) stellen ebenfalls fest, dass das Kleinhirn eine wichtige Kontrollstelle für die Bewegungen ist.

Sie schreiben zusätzlich, dass das Kleinhirn viele Signale von Axonen (auf Leitung von Nervenimpulsen spezialisierter Neurite) aus dem Rückenmark und der Brücke bekommt.

Die Signale aus dem Rückenmark geben über die Position des Körpers im Raum Auskunft, während Signale aus der Brücke Informationen aus der Großhirnrinde über die Ziele geplanter Bewegungen enthalten. Wird das Kleinhirn geschädigt, so kann es zu unkontrollierten und unpassenden Bewegungen führen.

Schachl (2006, S. 15) schreibt in seinem Buch, dass das verlängerte Mark in das Rückenmark übergeht. Es befinden sich im verlängerten Mark lebensnotwendige Regulationszentren für Atmung, Kreislauf und Blutdruck. Ebenso steuert es Tätigkeiten wie Saugen, Kauen, Schlucken, Erbrechen und Speichelsekretion. Ein wichtiger Teil des retikulären Aktivierungssystems (Formatio reticularis) befindet sich hier. Dieses System hat die Aufgabe der Aktivierung. Die Informationen aus den Sinnesorganen werden überprüft und das Großhirn wird sozusagen vorbereitet. Das retikuläre Aktivierungssystem bekommt im Gegensatz dazu vom Großhirn Informationen zugesendet, die sein Erregungsniveau überprüfen. Aus diesem Grund spielt die Formatio reticularis eine wichtige Rolle bei der Informationsaufnahme und deswegen auch beim Lernen.

Der Hirnstamm ist laut Schachl der älteste Gehirnteil und steuert zum größten Teil alle lebensnotwendigen Grundfunktionen.

## 1.1.2 Das Rückenmark

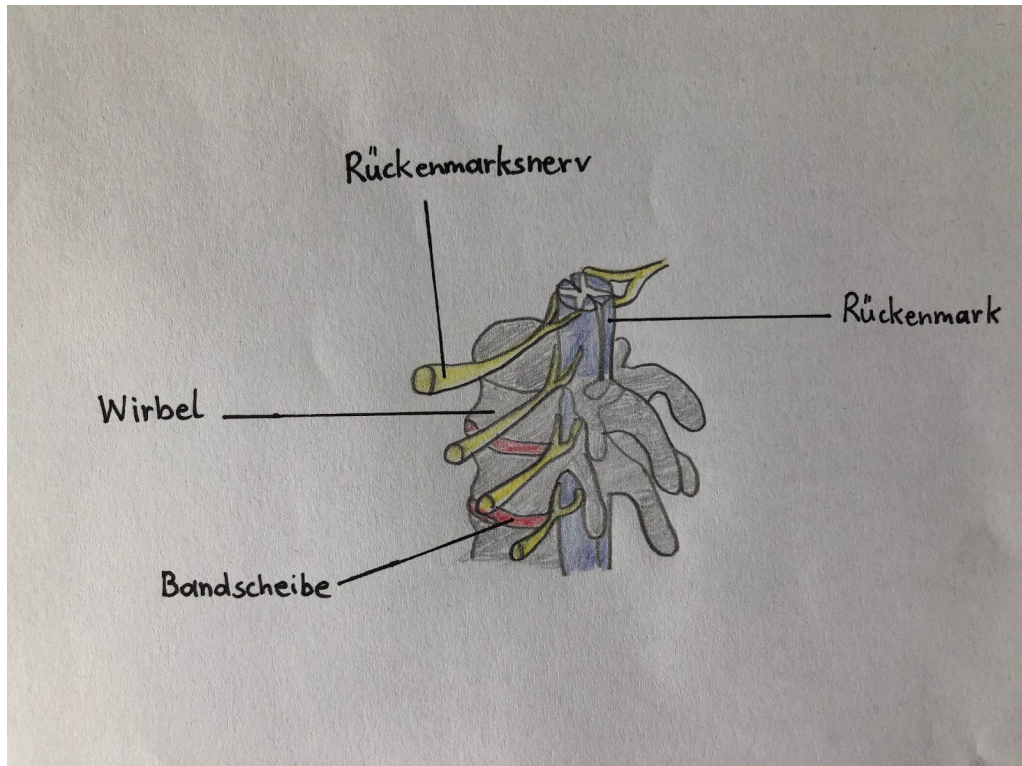


Abbildung 4: Wirbelsäule mit Rückenmark

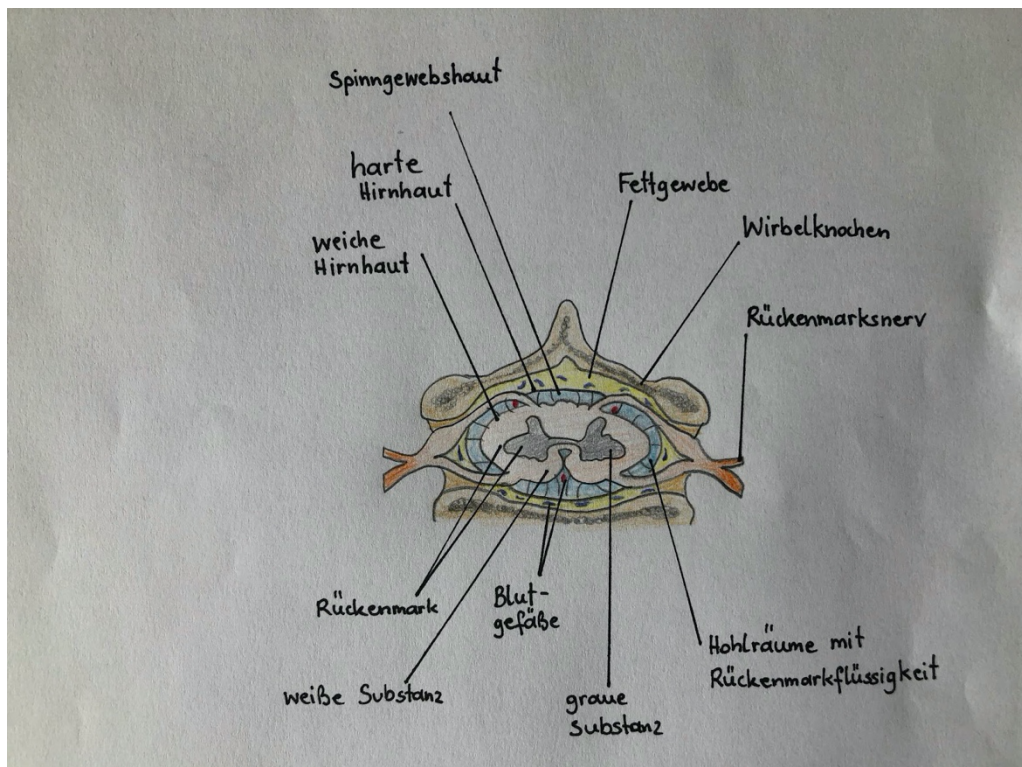


Abbildung 5: Querschnitt durch einen Halswirbel

Das Rückenmark ist ungefähr 45 Zentimeter lang und dünner als ein kleiner Finger. Das Rückenmark entspringt dem Hirnstamm und bildet durch diesen Bereich die Verbindung zwischen Gehirn und Rückenmark. Durch das Rückenmark werden Informationen und Reize vom Gehirn in das periphere Nervensystem geleitet und umgekehrt.

Das Rückenmark bildet durch die Nervenfasern und die Nervenzellkörper eine Schmetterlingsform. Im Querschnitt lassen sich zwei Vorder-, Seiten- und Hinterhörner erkennen (Beck et al., 2018, S. 20).

Beck, Anastasiadou und Meyer zu Reckendorf (2018, S. 21) beschreiben die Funktion dieser Hörner folgendermaßen:

In den Vorderhörnern liegen dabei Nervenzellkörper, die für die Motorik zuständig sind: Mit ihren Bewegungsimpulsen steuern sie die Muskulatur an - hier gehen also Befehle vom Gehirn hinaus in den Körper. In den Hinterhörnern liegen hingegen Nervenzellkörper, die Sinnesinformationen und -empfindungen ans Gehirn weitergeben - hier laufen die Meldungen von Außenwelt also zur Zentrale zurück. Seitenhörner enthalten wiederum Neurone, die als Teil des vegetativen Nervensystems Informationen von den inneren Organen empfangen oder umgekehrt die unbewusste Steuerung der Eingeweide übernehmen.

Die weiße Substanz besteht aus Nervenfasern, die sich zwischen den aufsteigenden und absteigenden Nervenbahnen unterscheiden lassen. Während die aufsteigenden Nervenbahnen Empfindungen der Sinne in das Gehirn schicken, leiten absteigende Nervenbahnen Bewegungsimpulse vom Gehirn zur Ausführung zu den Muskeln.

Der Prozess, bei dem Reize ins Gehirn geleitet und verarbeitet werden, passiert sehr schnell. Es gibt aber Situationen, in der diese Zeit trotzdem zu lange ist. Zum Beispiel: Wenn jemand fast stolpert, sorgt das Rückenmark allein dafür, dass richtige Bewegungen ausgeführt werden. In diesem Fall werden Reize nicht in das Gehirn geleitet, sondern nur vom Rückenmark verarbeitet. Dieser Vorgang wird als Reflex bezeichnet. Damit

das funktioniert, werden Nervenknotten, die sogenannten Ganglien, benötigt. Die Nervenzellen, die dort sitzen, senden ständig Informationen über den Dehnungszustand der Muskelfasern an das Rückenmark, welches durch eine Veränderung dieses Zustands sofort reagieren kann (Beck et al., 2018, S. 21).

Ähnlich wie Beck et al. schreiben auch Bear, Connors und Paradiso (2018, S. 196), dass das Rückenmark die größte Informationsbahn zwischen dem Gehirn und der Haut, den Gelenken und Muskeln ist.

Das Rückenmark, verbunden mit dem Hirnstamm, ist von der Wirbelsäule umgeben. Wird das Rückenmark durchtrennt, so wird eine Taubheit der Haut verursacht und eine Muskellähmung in Bereichen des Körpers, die caudal zu dieser Schnittstelle liegt (Richtung Steißbein), tritt auf. Das heißt aber nicht, dass die Muskeln nicht mehr funktionieren, sondern, dass das Gehirn die Muskeln nicht mehr lenken kann.

Über die Spinalnerven, die Teil des peripheren Nervensystems sind, kommuniziert das Rückenmark mit dem Körper.

## **1.2 Das periphere Nervensystem**

Um Bewegungsmuster, die vom zentralen Nervensystem konstruiert wurden, ausführen und Empfindungen der Sinne wahrnehmen zu können, wird das periphere Nervensystem benötigt. Die Hirnnerven kommunizieren unmittelbar mit der Außenwelt. Alle Hirnnerven, außer der Sehnerv, zählen zum peripheren Nervensystem. Der Sehnerv ist ein Bestandteil des zentralen Nervensystems.

Die große Menge an Nervensträngen wird im Körper zu breiten Nervenfaserbündel zusammengenommen. Diese Bündel schützen die darin liegenden Nervenstränge, welche beweglich und biegsam sind. Die schützende Schicht, die sich um die Bündel legt, ist eine Eiweiß- und Fettschicht. Diese Schicht wird Myelin genannt. Die Nervenfaserbündel

spalten sich in den jeweiligen Zielorganen wieder in einzelne Nerven auf und entladen dort Nervenimpulse (Beck et al., 2018, S. 16f).

### **1.3 Die Entwicklung des Nervensystems**

Im folgenden Teil wird beschrieben, wie sich das Nervensystem und das Gehirn vom Embryo bis zum 21. Lebensjahr entwickelt.

Am 17. Tag nach der Befruchtung beginnt die Bildung des Nervensystems.

Zu Beginn wird das neue Nervengewebe durch die sogenannte Neuralinduktion gebildet. Am äußeren Rand des Embryos befindet sich ein Gewebe, das Ektoderm. Aus diesem Ektoderm entsteht die Neuralplatte.

Im nächsten Schritt erfolgt die Neurulation. Am 18. Tag wird die Neuralplatte eingeschnürt. Danach schnürt sich ein ganzes Rohr aus dieser eingeschnürten Neuralplatte ab. Aus diesem Rohr entsteht dann aus dem vorderen Teil das Gehirn und aus dem hinteren Teil das Rückenmark. Zwei weitere Gewebestränge werden ebenfalls abgespalten. Daraus entwickeln sich zu einem späteren Zeitpunkt große Teile des peripheren Nervensystems.

Am 27. Tag beginnt die Bläschenbildung. Aus diesen Bläschen bilden sich alle Gehirnbereiche (Großhirn, Zwischenhirn, Mittelhirn, ...). Aus den Bläschen entsteht am 32. Tag ein Vorläufer der Hirnstruktur. Das Gehirn entwickelt sich bis zur Pubertät weiter, da es bei der Geburt eines Kindes erst 25 Prozent der Hirngröße erreicht hat (Beck et al., 2018, S. 24f).

Hannaford (2004, S. 96f) schreibt in ihrem Buch über das Gehirn und was es leistet. Bereits im Mutterleib bildet sich die Hirnrinde und diese Entwicklung erfolgt bis zum Ende des Lebens.

Gewisse Bereiche des Gehirns stellen immer wieder während der natürlichen Entwicklung Verbindungen mit dem Großhirn her. Obwohl dieses

Verfahren eher fließend abläuft, können einige Stufen herausgefiltert werden.

Im folgenden Abschnitt wird ein Überblick über die Entwicklung des Gehirns gegeben, die zu einer bestimmten Zeit dem eigenen natürlichen Rhythmus folgt.

- Von der Befruchtung bis zu den ersten 15 Monaten nach der Geburt wird von einem reptilienhaften Gehirn gesprochen. In diesem Zeitraum bilden sich die zum Überleben notwendigen Grundbedürfnisse aus. Es ist wichtig, dass die Kinder bis zu einem Alter von ungefähr 15 Monaten neben ausreichender Nahrungszufuhr auch körperliche Zuwendung und Geborgenheit, sowie ein sicheres und geschütztes Umfeld erleben. Die Entwicklung der Sinnesorgane, beginnend mit dem Gleichgewichtssinn, dem Hörsinn, dem Tastsinn, Geruchssinn und Geschmackssinn und schlussendlich dem Sehsinn findet statt. Zudem ermöglicht die Ausbildung motorischer Fähigkeiten das Sitzen, das Krabbeln und das Laufen. Das motorische Erkundungsverhalten (Exploration) findet verstärkt in dieser Zeitspanne statt.
- Im Alter von 15 Monaten bis viereinhalb Jahre bildet sich das limbische System sowie die Beziehungsfähigkeit.  
In diesem eher langen Zeitraum findet die Entwicklung des Gedächtnisses statt. Außerdem entfaltet sich die Grobmotorik und soziale Fähigkeiten werden ausgeprägt. Neben dem Ausprobieren von Sprache und Kommunikation zeigen Kinder emotionales Erkundungsverhalten. In dieser Zeit lernt das Kind, andere Menschen, sowie deren Emotionen und Sprache wahrzunehmen und einen Zusammenhang zu sich selbst herzustellen.
- Zwischen viereinhalb Jahren und sieben Jahren bildet sich die Gestalt-Hälfte im Gehirn aus. Erlebte Gesamteindrücke können von Kindern in diesem Alter verarbeitet werden und kognitive Fähigkeiten entwickeln sich. Anhand von Körpersprache kann sich ein Kind äußern, verständigen, kommunizieren und integratives Denken findet

- statt. Außerdem wird die Bewegungs- und Rhythmusfähigkeit erweitert.

- Die Ausbildung der Logik-Hälfte findet im Alter zwischen sieben Jahren und neun Jahren statt.

In diesen beiden Jahren werden die Ausdrucks- und Sprachfähigkeit erweitert und die bereits vorhandenen kognitiven Fähigkeiten ausgebaut. Das Lesen, Schreiben und die Fähigkeit des mathematischen Denkens werden erlernt.

Erhaltene Informationen und Erlebnisse können ausreichend verarbeitet werden.

- Die Stirnlappen entwickeln sich mit etwa acht Jahren. Von diesem Zeitpunkt an verbessert sich die Geschicklichkeit und auch die Ausübung feinmotorischer Bewegungen.

Ein Kind ist nun auch in der Lage, seine innere Sprache zu verstehen, sein soziales Verhalten zu kontrollieren und sich entsprechend zu äußern. Die Augenfolgebewegungen entwickeln sich ebenfalls.

- Zwischen neun und zwölf Jahren wird der Balken verstärkt ausgebildet. Aus diesem Grund ist ein Kind in diesem Alter fähig, sämtliche Informationen mit dem gesamten Gehirn zu verarbeiten.

- Eine hormonale Ausprägung erfolgt im Alter von zwölf bis 16 Jahren. In diesem Altersbereich setzen sich Kinder vermehrt mit sich selbst und dem eigenen Körper auseinander. Die Zusammenarbeit und der Kontakt zu anderen Menschen ermöglichen das Erlernen eines sozialen Bewusstseins für ein sinnvolles Leben.

- Zwischen 16 Jahren und 21 Jahren werden die kognitiven Fähigkeiten verbessert und Jugendliche in diesem Alter machen sich mehr und mehr über die eigene Zukunftsplanung Gedanken.

- Die Ausbildung und Verfeinerung der Stirnlappen erfolgt ab dem 21. Lebensjahr. Zudem ist das globale und systematische Denken ausgeprägt und das Level des logischen Denkens befindet sich auf der höchsten Ebene.



Hannaforde (2004, S. 98) weist darauf hin, dass ein Abschied von der Vorstellung genommen werden muss, dass die Welt nur bis zum Schuleintritt entdeckt und dann erst von Lernen gesprochen wird. Dass die Menschheit stets lernt und das Wissen ein ganzes Leben lang erweitert und ausgeprägt wird, wird anhand der Übersicht deutlich.

Wichtig ist es zu erwähnen, dass sich das Gehirn eines Menschen bis zum Hirntod weiterentwickelt. Mittels der Übersicht kann erkannt werden, dass besonders bis zum 21. Lebensjahr große Entwicklungsschritte passieren.

#### **1.4 Bewegung - von der Idee der Bewegung zur Ausführung**

Um verstehen zu können, wie Bewegung im Körper entsteht und schließlich ausgeführt wird, wird im folgenden Abschnitt näher darauf eingegangen.

Soll eine Bewegung ausgeführt werden, muss zuerst eine Idee dieser Bewegung im Gehirn gebildet werden. Dies passiert im Scheitellappen und im Frontallappen, die sich im Großhirn befinden. Um eine Bewegung ausführen zu können, muss zuerst bestimmt werden, an welchen Stellen sich die benötigten Gliedmaßen befinden, welche Muskeln wie stark angespannt werden und welche Position die Gelenke haben. Des Weiteren sind die Informationen der Sinne wichtig und müssen in das Bewegungsmuster einbezogen werden. Diese Sinnesinformationen sind zum Beispiel die Beschaffenheit des Untergrunds, auf dem jemand steht oder ob jemand barfuß ist oder Schuhe trägt.

Der nächste Schritt findet in der zweiten Bewegungshirnrinde (sekundärer motorischer Cortex) statt. Dort wird ein exakteres Bewegungsmuster gebildet. An dieser Stelle werden Bewegungsabläufe geplant. Es wird zum Beispiel festgelegt, welche Bewegungen nacheinander nötig sind, um den Oberschenkel anzuheben.

Der primäre motorische Cortex ist der Zielbereich der Bewegungssteuerung.

In diesem Bereich werden explizite Impulse an die Muskeln gesendet, um die Bewegung auch wirklich durchzuführen. Es wird bestimmt, welcher Muskel zu welcher Zeit und in welcher Intension bewegt wird. Vom motorischen Cortex ausgehend, werden die konkreten Impulse über den Hirnstamm ins Rückenmark und von dort aus in die Muskeln gesendet. Das Kleinhirn trägt eine entscheidende Rolle in der Bewegungsausführung.

Es vergleicht den Ist-Wert mit dem Soll-Wert der Bewegung und bessert das Bewegungsmuster, falls es nötig ist, aus.

In den Basalganglien findet ebenfalls ein wichtiger Teil für die Bewegungsausführung statt. Dort werden unterschiedliche Bewegungsprogramme verknüpft. Je intensiver eine Bewegung geübt wird, desto weniger intensiv muss das Gehirn für die Ausführung belastet werden (Beck et al., 2018, S. 180f).

Muskeln haben nicht nur die Funktion, vom Gehirn gesteuert zu werden. Ebenso werden Informationen von den Sinneszellen der Muskeln in das Gehirn gesendet. Diese Informationen führen dazu, dass sich Bewegungsmuster verändern oder Reflexe ausgeführt werden. In der motorischen Endplatte befindet sich der Übergang von der Nervenfasern des Rückenmarks und des Zielmuskels. An dieser Stelle wird der Impuls in eine konkrete Bewegung verwandelt (Beck et al., 2018, S. 184f).

Zusammenfassend sind als wichtigste Punkte des Kapitels zu nennen, dass das Nervensystem aus dem zentralen Nervensystem und dem peripheren Nervensystem besteht. Die Schaltstelle dieser beiden Teile befindet sich im Rückenmark, über die sie miteinander kommunizieren. Das Zusammenspiel beider Nervensysteme sorgt dafür, dass eine Bewegung entstehen und ausgeführt werden kann.

Muskeln allein können keine Bewegungen ausführen. Um eine Bewegung ausführen zu können, müssen im Vorfeld viele Teile im Gehirn aktiv zusammenarbeiten und die Informationen bis in die Muskeln weiterleiten.

## **2. Aufmerksamkeit und Konzentration**

Im folgenden Kapitel werden die beiden Begriffe Aufmerksamkeit und Konzentration erläutert und genauer erklärt.

Außerdem wird auf die Entstehung der Aufmerksamkeit im Gehirn näher eingegangen.

### **2.1 Definition von Aufmerksamkeit**

Der Autor Manfred Spitzer (2003, S. 141) unterscheidet zwischen Vigilanz (allgemeiner Wachheit) und selektiver Aufmerksamkeit. Während die Vigilanz ein zeitgebundener Vorgang ist, ist die selektive Aufmerksamkeit ein ortsgebundener Vorgang beziehungsweise auf einen Aspekt oder Gegenstand der Wahrnehmung gerichteter Vorgang. Beide Bedeutungen verfahren unabhängig voneinander.

Aufmerksamkeit ist ein Verfahren, welches enorme Ressourcen, vor allem auf eine bestimmte Örtlichkeit oder auf ein besonderes Kennzeichen richtet. Der Autor spricht auch von einem „Scheinwerferlicht“. Dieses Licht lenkt die Aufmerksamkeit genau auf jenen Bereich, der im Scheinwerferlicht am meisten beleuchtet ist und lässt Dinge rundherum vernachlässigen (Gegenfurtner, 2006, S. 78).

Schmidt-Atzert, Büttner und Bühner (2004, S. 5) erklären Aufmerksamkeit als „selektive Beachtung relevanter Reize oder Informationen“.

Die Aufmerksamkeit wird als Besonderheit der nahen Wahrnehmung bezeichnet.

Zwei Arten für die Diagnostik von Aufmerksamkeit sind von Bedeutung. Bei der ersten Art kann ein Stimulus sowohl bewusst, als auch unbewusst berücksichtigt werden.

Diese Vorgänge sind auch unter den Begriffen „stimulus-driven“ und „goal-directed“ bekannt.

„Stimulus-driven“ bedeutet, dass vor allem sehr laute Töne, ein starker Reiz des Schmerzes, aber auch vereinzelte andere akustische und visuelle Reize, unbewusst und teilweise sogar während dem Schlafen wahrgenommen werden. Es wird vermutet, dass sich Menschen im Laufe der Entwicklung ein System der Aufmerksamkeit angelernt haben, welches besonders stark auf solche Reize reagiert.

Bei dem Begriff „goal-directed“ geht es darum, dass es möglich ist, dass Menschen erlernen können, bestimmte Reize als wichtig einzuordnen, darauf zu reagieren und diesen Reizen Beachtung zu schenken.

Solche Reize können beispielsweise Straßenschilder oder Symbole, aber auch die eigenen Namen sein.

Bei der zweiten Art wird bekannt, dass es unterschiedliche Voraussetzungen bedarf, um auf wichtige Reize zu achten. Aufgrund dessen gibt es diverse Klassifizierungen, welche sich an die unterschiedlichen Testanforderungen richten. Bekannte Klassifizierungen sind: die fokussierte Aufmerksamkeit, die selektive Aufmerksamkeit, die gerichtete Aufmerksamkeit, die geteilte Aufmerksamkeit, die Vigilanz und die Daueraufmerksamkeit.

Aus diesen Begriffen ergeben sich wiederum drei grundlegende Aspekte.

- Als erster Aspekt wird der Selektionsaspekt erwähnt. Dieser Aspekt lässt sich am besten mit den Begriffen „fokussiert“, „gerichtet“ und „selektiv“ beschreiben. Der Raum der Wahrnehmung lässt sich in „bewusst“ und „unbewusst“ unterteilen. Der Begriff Fokussieren ist vergleichbar mit der bereits oben erwähnten Scheinwerfer-Metapher, welche mit der gerichteten Aufmerksamkeit vergleichbar ist.

Beispielsweise wird von fokussierter und gleichzeitig von gerichteter Aufmerksamkeit gesprochen, wenn eine Ermittlerin oder ein Ermittler jemanden gezielt beobachtet, da diese Person verdächtigt wird, etwas gestohlen zu haben. Wird ein bestimmter Gegenstand in einem

Haus gesucht, so ist die Aufmerksamkeit ebenfalls fokussiert, nämlich auf genau diesen Gegenstand, jedoch nicht gerichtet, da es zu mehreren Ortswechseln kommen kann.

- Ein weiterer Aspekt ist der zeitliche Aspekt. Der Zeitaspekt wird mit den Begrifflichkeiten Vigilanz und Daueraufmerksamkeit verbunden und bedeutet, dass die Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum hinweg aufrecht erhalten bleibt. Kommen die zu beobachtenden Reize eher selten vor und wird monoton beobachtet, dann wird von Vigilanz gesprochen; das ist zum Beispiel der Fall, wenn ein Radarschirm beobachtet wird und nur selten Flugzeuge zu sehen sind. Von Daueraufmerksamkeit wird gesprochen, wenn die Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum andauert. Im Vergleich zur Vigilanz weist die Daueraufmerksamkeit eine höhere Reiz- und Ereignisdichte auf. Beispielsweise braucht ein Fluglotse ständige Aufmerksamkeit (Daueraufmerksamkeit), da er durchgehend am Radarschirm die Position und den Kurs von einfliegenden und abfliegenden Flugobjekten kontrollieren muss.
- Der dritte Aspekt handelt von der Anzahl der simultan gesehenen Gegenstände, da die Aufmerksamkeit nicht nur auf einen Gegenstand, sondern auf mehrere Gegenstände gleichzeitig gerichtet wird. Beispielsweise kann ein Autofahrer oder eine Autofahrerin die Aufmerksamkeit sowohl auf die Verkehrsmeldungen richten, als auch auf den Gegenverkehr, um einen Radfahrer überholen zu können (Schmidt-Atzert et al., 2004, S. 6f).

Spitzer (2003, S. 143) bezeichnet die selektive Aufmerksamkeit als jene Fähigkeit, einem konkreten Reiz den Vorrang zu geben und die Wahrnehmung daraufhin zu lenken. Beispielsweise werden beim Radfahren Reize aus der Umgebung (rote Ampel oder Zebrastreifen) automatisch wahrgenommen, ohne den Kopf oder die Augen bewegen zu müssen. Das bedeutet, dass es möglich ist, einzig aus dem Gesichtsfeld erkennbare und erfasste Informationen verarbeiten zu können.

Es kann festgestellt werden, dass die allgemeine Wachheit die generelle Gehirnaktivierung betrifft, während die selektive Aufmerksamkeit jene Gehirnbereiche aktiviert, welche für die betreffende Information benötigt werden, um diese zu verarbeiten.

Laut den Autoren Schmidt-Atzert, Büttner und Bühner (2004, S. 8) gibt es neuropsychologische Experimente, die aufweisen, dass die Prozesse der Aufmerksamkeit im zentralen Wahrnehmungssystem stattfinden. Diese Untersuchungen wurden sowohl mit Menschen, als auch mit Affen durchgeführt.

Dabei wurden bei den Affen Ableitungen einzelner Zellen von diversen visuellen Bereichen vorgenommen, nachdem die Tiere ihre Aufmerksamkeit auf gewisse visuelle Punkte (beispielsweise Farben) gerichtet haben.

Bei den Menschen konnte mit Hilfe von bildgebenden Verfahren ermittelt werden, dass beim Beobachten eines gewissen Reizmerkmals in den Arealen eine steigende Aktivität vorkommt, bei der genau dieses Reizmerkmal verarbeitet wird.

Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass bei einer selektiven Beobachtung von gewissen Merkmalen eine steigende neuronale Aktivität in typischen visuellen Bereichen erfolgt. Es kann angenommen werden, dass dieser Effekt der steigenden neuronalen Aktivität bereits vor dem Start der Reizdarbietung beginnt und nicht durch einen stärkeren Anstieg der Stimulusdarbietung beeinflusst wird.

### **2.1.1 Entstehung von Aufmerksamkeit im Gehirn**

„Jeder weiß, was Aufmerksamkeit ist. Es ist die Besitznahme des Geistes in klarer und lebendiger Form von einem von scheinbar mehreren gleichzeitigen Objekten oder Gedankengängen“ (William James).

Diese subjektive Definition gibt jedoch keine Hinweise, die zum Verständnis von Aufmerksamkeitsentwicklung führen könnte.

Folgend wird versucht, Aufmerksamkeit als Organsystem zu betrachten.

Bereits im ersten Kapitel wird durch Schachl (2006, S. 15) erklärt, dass das retikuläre Aktivierungssystem oder auch *Formatio reticularis*, bedeutend für die Informationsaufnahme, also für die Aufmerksamkeit und somit für das Lernen ist.

Fundamental für die Aufnahme von Informationen ist ein Zustand der allgemeinen Wachsamkeit. In der Wissenschaft wird zwischen phasischem Element und tonischem Element differenziert. Während die phasische (selektive) Wachsamkeit schnell auftritt und für die Sensibilisierung der Sinnesorgane zuständig ist, sorgt die tonische Wachsamkeit dafür, dass sich die Muskeln aktivieren und ein bestimmter Muskeltonus gegeben ist. Änderungen der tonischen Wachsamkeit geschehen eher langsam und geben beispielsweise Tages- und Lebensrhythmen, sowie Müdigkeit wieder.

Beispielsweise ist eine tonische Wachsamkeit gegeben, wenn eine Person aufrecht auf einem Sessel sitzt und die Hals- sowie die Nackenmuskulatur dafür sorgen, dass gespannt zugehört werden kann. Die phasische Wachsamkeit ist zugleich für die kognitive Aufmerksamkeit zuständig. Es ist möglich, solche Vorgänge im Gehirn bei einem sogenannten Hirnstrombild nachzuweisen. Eine Orientierungsreaktion kann mit Hilfe von einem Elektrokardiogramm sowie Hautwiderstand und anderen vegetativen Funktionen gemessen werden. Durch die dichte Verschaltung von Nervenbahnen im retikulären Aktivierungssystem können diese Vorgänge ausgeführt werden.

Die eingehenden Informationen werden von den Sinnesorganen durch die Schaltanlage geleitet und gelangen zum Großhirn. Dabei werden auch Gefühle (im limbischen System) aktiviert, welche wiederum im



zentralen Bereich der vegetativen Funktionen (Hypothalamus) Reaktionen, wie Weinen oder Lachen, auslösen.

Zusätzlich kommt es zu einer Koppelung mit dem Kleinhirn, welches die Aufgabe der Gleichgewichtsregelung oder der Regelung des Muskeltonus hat. Vom Großhirn führen alle Leitungen in den unteren Bereich zum Rückenmark.

Das bedeutende retikuläre Aktivierungssystem befindet sich evolutionsgeschichtlich in den älteren Hirnarealen.

Lebensnotwendige Funktionen wie die Orientierungsreaktion, die Wachsamkeit, aber auch die Aktivierung sind wichtige Programme, auch ohne höheres Bewusstsein.

Die Ausbildung zur kognitiven Aufmerksamkeit geschieht in der Entwicklung des Großhirns und diese kognitive Aufmerksamkeit ist mit älteren Funktionen wie der Orientierungsreaktion verbunden. Der Thalamus gilt als Schnittstelle zwischen der Aufmerksamkeit im Großhirn und der Aktivierung im Stammhirn. Im Thalamus werden Informationen, die vom Großhirn beziehungsweise vom retikulären Aktivierungssystem weitergeleitet werden, mit neuen Daten der Sinnesorgane abgeglichen und weiterverarbeitet.

Der präfrontale Cortex (unterer Teil des Stirnhirns) hat gemeinsam mit einem Teil im Scheitellappen eine wichtige Funktion der Aufmerksamkeits- und Verhaltenssteuerung.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die tonische Aufmerksamkeit zum größten Teil vom unteren Abschnitt des retikulären Aktivierungssystems geleitet wird. Aufbauend darauf ist der Thalamus für die phasische Aufmerksamkeit zuständig. Dieser Vorgang ist aber nur gemeinsam mit übergeordneten Teilen des Gehirns, wie zum Beispiel dem präfrontalen Cortex, möglich, da dieser die Vergleichsergebnisse aus dem restlichen Großhirn erhält. Zeitgleich werden vom limbischen System Rückmeldungen über emotionale Bedeutungen an den präfrontalen Cortex geliefert. Areale des limbischen Systems, wie beispielsweise der Hippocampus,

übernehmen bei einer neuen Speicherung der wahrgenommenen Informationen wichtige Aufgaben (Schachl, 2006, S. 54-57).

### **Orientierung an sensorischen Ereignissen**

Das Organsystem wird laut den beiden Autoren Posner und Fan (2008, S. 31) als funktionell zusammengehörende Gruppe von Organen in den pflanzlichen, menschlichen und tierischen Körpern beschrieben und besteht aus unterschiedlichen Zellen und Geweben. Diese Gruppe von Organen arbeitet in Anbetracht von gewissen Leistungen stark zusammen.

Posner und Fan (2008, S. 31 - 33) schreiben in ihrem Buch darüber, dass sich die größte Mehrheit von Studien, welche sich dem Thema Aufmerksamkeit widmen, insbesondere mit der sensorischen Wahrnehmung befassen. Dabei legen die Studien wiederum das Augenmerk besonders auf jene Reize, die mit den Augen wahrgenommen werden können, also auf die visuellen Reize. Die Resultate, die diesen Studien entnommen werden können, legen den Grundstein des eingeschränkten Wissens über die Annäherung der Aufmerksamkeitsmechanismen des menschlichen Gehirns.

Es wird in diesem Gebiet zwischen zwei Arealen im Gehirn unterschieden. Ein Hirnareal wird aufgrund von Orientierungshandlungen, auch "Sites" genannt, geführt, während das andere Hirnareal als Ursprung des Orientierungseinflusses fungiert.

Es wird davon ausgegangen, dass sich die Grundlagen der Effekte, welche die Aufmerksamkeit beeinflussen, nicht nur auf die visuelle Wahrnehmung begrenzen, sondern in diversen Modalitäten gleichen.

Ursprünglicherweise tragen alle Sinneswahrnehmungen zu einem Wachheitszustand, aber auch als Orientierungshilfe für die Aufmerksamkeit bei. Es ist hilfreich, die Angabe eines Hinweises, betreffend der Zielfindung von der Angabe eines Ziels, welches reaktionsabhängig ist, zu trennen, um die Areale des Gehirns, welche die Orientierung beeinflussen, von den Teilen, an denen sie agieren, unterscheiden zu können.

Bei den Hinweisen können zwei Arten unterschieden werden. Es gibt Hinweise, welche über den Zeitpunkt des Zieleintritts informieren. Hierbei kommt es zu Änderungen in einem Netzwerk von Hirnarealen, welche mit Alarmierungen gekoppelt sind. Andere Hinweise geben Auskunft über verschiedene Gesichtspunkte des Ziels, zum Beispiel, wo sich das Ziel befinden wird. Dann kommt es zu Änderungen im Netzwerk der Orientierung.

Die Autoren berichten in ihrem Buch über Studien, welche belegen, dass nach der Wiedergabe des Hinweises und vor der Wiedergabe des Ziels ein Netzwerk von Arealen im Gehirn tätig wird. Die Aufgaben einzelner Areale konnten in den Studien noch nicht eindeutig herausgefunden werden.

Die Verarbeitung der Ziele, die extra an dem Ort des Hinweises präsentiert werden, funktioniert besser, als ohne Präsentation des Hinweises. Die durch die Orientierung gesteuerten Areale des Gehirns sind jene, die ursprünglich für die Zielverarbeitung benötigt werden. Zum Beispiel ist es möglich, dass die Orientierung im visuellen Bereich die Verarbeitungspunkte in der primären visuellen Hirnrinde (Kortex) oder in striatal (zum Streifenkörper des Gehirns gehörig, ein Teil der Basalganglien) gelegenen visuellen Arealen beeinflusst, in denen Annahmen in Bezug auf das Ziel umgesetzt werden.

Während die Orientierung an der Farbe des Ziels den Bereich der Farberkennung (tertiäre Sehrinde - V4) steuert, wird der Bereich der Bewegungswahrnehmung (tertiäre Sehrinde - V5 oder MT) von der Orientierung an der Bewegung des Ziels gesteuert. Das gleiche Verfahren kann auch auf visuelle Informationen einer höheren Basis übertragen werden.

Wird die Aufmerksamkeit auf das Erkennen von Gesichtern gelenkt, beeinflusst diese den Bereich im Gehirn, welcher für die Gesichtserkennung zuständig ist (Gyrus fusiformis).

Laut den Autoren Posner und Fan ist die Annahme, dass Aufmerksamkeit die Tätigkeiten in den primären visuellen Hirnarealen umändern

kann, von großer Wichtigkeit. Von allen Hirnarealen ist das primäre visuelle Hirnareal jenes, welches am meisten erforscht worden ist.

Wird auf einige Ziele gleichzeitig die Aufmerksamkeit gelenkt, kann es vorkommen, dass diese Ziele die alltäglichen Leistungen ausblenden, welche aktiviert worden wären, wenn die Ziele einzeln präsentiert worden wären.

Wichtig bei der Orientierung an einer vorgesehenen Stelle ist eine relative Verstärkung des Ziels an genau der Stelle, wo die Aufmerksamkeit hingelenkt werden soll, um andere präsentierte Gesichtspunkte unterdrücken zu können.

### **Die funktionelle Anatomie des menschlichen Körpers - die Funktion der Aufmerksamkeit**

Untersuchungen mit Patienten, die einen Schlaganfall erlitten, deuten darauf hin, dass es durch Schädigungen mehrerer Areale im Gehirn zu Aufmerksamkeitsproblemen kommt. Demnach ist es für diese Personen schwierig, die Aufmerksamkeit auf bestimmte Gegenstände oder Stellen zu richten, die unmittelbar an die beschädigte Gehirnhälfte geleitet werden. Neurologisch gesehen, wird dabei von Extinktion (Löschung) gesprochen.

Anhand von experimentellen Forschungen ist erwiesen, dass unterschiedliche Varianten der Extinktion infolge von Schäden des Thalamus, des Parietallappens oder des Mittelhirns entstehen können. Diese Resultate lassen vermuten, dass es aufgrund der beschädigten Regionen zu Verlusten von gewissen mentalen Handlungen kommen kann.

Mit mentaler Operation oder Handlung sind Vorstellungen gewisser Handlungen gemeint, die aber nicht ausgeführt, sondern innerlich beobachtet werden und diese Handlungen beeinflussen somit den mentalen Inhalt.

Zum Beispiel ist es notwendig, die Aufmerksamkeit von einem derzeitigen Mittelpunkt zu lösen, um den Fokus auf einen frischen Gegenstand steuern und diesen wahrnehmen zu können.

Posner und Fan schreiben ebenfalls über Studien aus den 1980er Jahren, welche darauf hindeuteten, dass Handlungen zum Lösen (Parietallappen - Abschnitt des Großhirns), für die Bewegungen (Colliculus superior - oberer Teil des Mittelhirns) und des Erfassens (Pulvinar - großer Teil des Thalamus) in unterschiedlichen Bereichen des Gehirns bemessen wurden. Diese Untersuchungen führten zu einem vertikalen Netzwerk, welches die Aufgaben der Orientierung behandelte. Für die Forscherinnen und Forscher war es interessant, verinnerlichte Handlungen in den einzelnen Arealen im Gehirn herauszufiltern. Dadurch war ihnen die Eingrenzung der Hirnareale möglich, wenn mehrere Läsionen, die weit auseinander liegen, das gleiche Verhaltensergebnis (zum Beispiel eine Löschung) zeigen. Daraus lässt sich schließen, dass, obwohl lokale Berechnungen vereinzelter verinnerlichter Handlungen als Grundlage zur Verfügung standen, das Gehirn zur weiteren Ausführung einer bereits verinnerlichteten Handlung ein gesamtes Netzwerk von Hirnarealen entwickeln musste.

Die beiden Autoren erwähnen in ihrem Buch auch neuere Studien, die aus klinischen Studien und aus Bildgebungsstudien bestehen. Diese Studien befürworten ebenfalls die Untersuchungen zur Eingrenzung (Lokalisierung), wie im oberen Absatz beschrieben, raten aber dazu, die betreffenden Handlungen anders zu trennen. Als aktuellere Neuro-Bildgebende Verfahren zur Verfügung standen, wurden diese Verfahren auf das Orientierungsproblem an sensorischen (meistens visuellen) Inputs ausprobiert. Dadurch konnte herausgefunden werden, wie Handlungen eingegrenzt und lokalisiert werden.

Ebenfalls wird in dem Buch von Studien geschrieben, die Anfang der 1980er Jahre stattgefunden haben. Diese Läsionsstudien (Studien, die bei Menschen mit Schädigungen im Gehirn ausgeführt werden) haben widersprüchlicherweise festgestellt, dass das Gebiet des oberen Parietallappens die größten Schwierigkeiten hatte, sich von einem momentanen Fokus der Aufmerksamkeit zu trennen.

Eine Mehrheit von klinischen Studien unterstützen allerdings die Ansicht, dass eine klinische Löschung von tiefliegenden Schädigungen im temporal-parietalen Übergang und/oder im oberen Teil des Temporallappens ihren Ursprung haben. Ereignisbezogene Studien zur Bildgebung haben ihren Beitrag geleistet, die widersprüchlichen Studien zu widerlegen und zu begleichen. Diese ereigniskorrelierten Bildgebungsstudien scheinen zu dem Ergebnis gekommen zu sein, dass es zwei voneinander unabhängige Bereiche gibt. Beide Regionen sollen Probleme bei der Fokussierung der Aufmerksamkeit im kontraläsionalen Bereich haben (kontraläsionale Seite - Vernachlässigungsprobleme beziehen sich auf die Seite, die der Hirnschädigung gegenüber liegt), die Ursachen dafür können aber viele Unterschiede haben. Schädigungen im temporal-parietalen Bereich oder im oberen Temporallappen sind von Bedeutung, wenn es zu einem ganz neuen oder zu einem überraschend auftretenden Stimulus kommt.

Für Menschen, bei denen dieser Bereich im Gehirn entsprechend funktioniert, ist es problemlos möglich, die Aufmerksamkeit von dem aktuellen Fokus weg zu lenken und einen neuen Reiz zu beachten.

Der temporal-parietale Bereich im Gehirn ist nicht nur bei den Menschen, sondern auch bei den Affen für die Entwicklung der Basiselemente des Vernachlässigungssyndroms oder der Löschung bedenklich, wenngleich die exakte Position des bedenklichsten Bereichs bei beiden Arten verschieden sein kann. Mehrere klinische Studien weisen darauf hin, dass darüber hinaus bei den Menschen eine Lateralisierung besteht, was bedeutet, dass der rechts-temporale parietale Übergang für den Mangel bedeutsamer sein kann als der linke-temporale parietale Übergang.

Der obere Parietallappen, welcher die visuelle Bewegungssteuerung und die Reizerkennung zur Aufgabe hat, ist für die willkürliche Verschiebung der Aufmerksamkeit nach erfolgten Reizen ausschlaggebend. Posner und Fan beschreiben in ihrem Buch eine ereignisbezogene fMRI-Studie (funktionelle Magnetresonanztomographie, das ist ein bildgebendes Verfahren, um physiologische Funktionen des inneren Körpers

zeigen zu können). Laut dieser Studie wurde der obere Parietallappen nach Auftreten eines Reizes tätig und ermöglichte der untersuchten Person, die Aufmerksamkeit, ohne die Augen zu bewegen, auf ein Ziel zu lenken. Der obere Parietallappen, welcher ein Teil eines Netzwerkes ist, umfasst die frontalen Augenfelder und den Colliculi superior (paariger Hügel am Mittelhirn). Es lässt sich vermuten, dass dieser Bereich zuständig ist für die Zielerfassung mit den Augen und für die verdeckte Aufmerksamkeitsverschiebung.

Dieser Bereich des Gehirns handelt auch, wenn Personen die Aufmerksamkeit freiwillig von Position zu Position führen, um ein neues visuelles Ziel zu suchen. Hierbei wird auch von visueller Suche gesprochen.

Nicht nur bei Schlaganfallpatienten gibt es Untersuchungsergebnisse, die darauf hinweisen, dass es Areale im Gehirn gibt, die an der Aufmerksamkeitsverschiebung beteiligt sind. Patienten, die an Alzheimer leiden und bei denen der obere Scheitellappen degeneriert, also geistig verfallen ist, können aufgrund der Aufmerksamkeitsverschiebung nicht auf zentrale Informationen reagieren. Schädigungen des Colliculi superior können dazu beitragen, neue Positionen gegenüber schon bekannten Positionen zu bevorzugen.

Patienten, die Schädigungen im Thalamus aufweisen, welche weitgehend das Gebiet des Pulvinar (große Kerngruppe im Thalamus) betreffen, haben zudem feine Mängel bei visuellen Handlungsaufgaben. Diese Mängel stehen vermeintlich mit dem Zugriff auf das ventrale Netzwerk der Informationsverwertung in Verbindung. Es lässt sich vermuten, dass ein vertikales Netzwerk von Arealen im Gehirn, welche die Bewegungen der Augen und die Informationsverarbeitung zur Aufgabe haben, ein komplexer Teil der Orientierung ist. Genaue Daten, die bekannt geben, welche Aufgaben alle Gehirnareale haben, sind noch ausständig. In Verfahren der Bildgebung in den Neurowissenschaften wurde eine Vermutung ausgetestet. Diese Verfahren haben festgestellt, dass sich innere Handlungen, die mit einer gewissen Tätigkeit gekoppelt sind, auf die unterschiedlichen Areale der Gehirne gliedern.

In ihrem Buch erwähnen die Autoren Posner und Fan ein Verfahren, bei dem einem Menschen eine radioaktiv markierte Flüssigkeit (Tracer) eingeflößt wird und sich diese im Körper verteilt. Dadurch ist es möglich, die Vorgänge des Stoffwechsels in einem Körper zu erfassen. Bei diesem bildgebenden Verfahren handelt es sich um die Positronen-Emissions-Tomographie (PET). Als erstes konnte bei diesem Verfahren festgestellt werden, dass Wörter, die sowohl sichtbar als auch hörbar sind, von einem aufgeteilten Netzwerk an Arealen im Gehirn ausgewertet werden und jedes dieser Areale eine gewisse Aufgabe ausführt. Studien konnten in den weiteren fünfzehn Jahren der Anwendung dieser Positronen-Emissions-Tomographie nachweisen, dass eine Vielzahl an Handlungsnetzwerken mit aufgeteilter Aktivierung erschaffen werden, welche zum größten Teil als Durchführung von gewissen Handlungen dargestellt wurden.

Trotz unzähligen Forschungen und Studien gibt es bis heute noch kein abschließendes Ergebnis bezüglich der exakten Vorgänge, die in den einzelnen Gehirnarealen passieren oder simpleren Vorgängen, wie der Aufmerksamkeitsverlagerung.

Dennoch bilden diverse Bildgebungsdaten einen Vergleich der Ergebnisse von Studien mit Patienten und Bildgebungsstudien. Unterstützend dazu dienen auch die Auswertungen von Aufmerksamkeitsstudien, welche ebenfalls der Lokalisierung von Komponentenoperationen hohen Zuspuch geben (Posner und Fan, 2008, S. 34-37).

### **Die Entwicklung von Aufmerksamkeitsnetzwerken im Gehirn**

Die Autoren Posner und Fan (2008, S. 45 - 49) schreiben in ihrem Buch darüber, dass es vorteilhaft ist, wenn die Aufmerksamkeit als Organsystem erfasst wird. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, die Gedankenvorgänge und Gefühle, die von den Kindern und erwachsenen Personen gesteuert werden, verstehen zu können. Sehr bedeutend für die Entwicklung ist die Steuerung von persönlichen Gefühlen und Emotionen in den ersten Jahren des Lebens.



Posner und Fan erwähnen eine Studie, bei der die Ergebnisse zeigen, dass die Aufmerksamkeit fähig ist, bereits ab der frühen Kindheit Stresssituationen anhand der Orientierung an visuellen Reizen regulieren zu können. Wird einem drei Monate altem Baby ein visueller Reiz gezeigt, an dem es sich orientiert, kann zeitweise eine enorme Besserung von Ängsten festgestellt werden. Für Kinder in den ersten Lebensjahren ist es von besonderer Wichtigkeit, die Fähigkeit der Stressregulierung eigenständig anhand dieser Methode erwerben zu können.

Anhand von sogenannten "A-nicht-B-Aufgaben" ist es für Kinder in den ersten Lebensjahren möglich, kognitive Konflikte zu kontrollieren und zu bewältigen.

Ein Training von A-nicht-B-Aufgaben besteht darin, dass Kinder im Alter von acht bis zwölf Monaten lernen, an der Position A nach einem versteckten Ding zu fassen. Dann wird geprüft, denn das Kind soll nun das versteckte Ding an einer anderen Position B suchen.

Kinder unter zwölf Monaten fassen meistens an die vorige Position A nach dem gesuchten Gegenstand, obwohl sie den gesuchten Gegenstand hinter Position B verschwinden sehen. Kinder, die älter als zwölf Monate sind, sind durchaus in der Lage, mächtige Reaktion auf die trainierte Position A zu unterdrücken und nach dem Gegenstand an Position B zu fassen.

In diesem Zeitraum erlernt ein Säugling die Fähigkeit, zwischen Sichtlinie und Greiflinie beim Apportieren (Herbeibringen) eines Gegenstands zu unterscheiden und sich von der Greiflinie zu trennen. Ab einem Alter von ungefähr neun Monaten ist die Sichtlinie dominierend. Zum Beispiel nehmen kleine Kinder ihre Hände zurück, wenn die Seite einer Kiste nicht gleich mit der Sichtseite ist und berühren dann über die Sichtlinie die geschlossene Kistenseite. Ab einem Alter von zwölf Monaten gelingt es kleinen Kindern bereits, eine geschlossenen Kistenseite zu fixieren und zeitgleich durch die offene Kistenseite ein bestimmtes Spielzeug zu erfassen und heranzuziehen.

Durch das Erlernen von Sequenzen von Orten ist die Fähigkeit, einen Zusammenhang zu nutzen, um Konflikte zu verringern, nachvollziehbar. Dieser Vorgang kann entwicklungsgeschichtlich betrachtet werden.

Erfolgt eine deutliche Zuordnung von Sequenzen, so ist es für Babys im Alter von vier Monaten möglich, zu erraten, wo ein Reiz lokalisiert ist. Von eindeutigen oder deutlichen Sequenzen wird gesprochen, wenn ein Punkt beständig mit einem anderen Punkt zusammenhängt (zum Beispiel die Zahlenreihen: 1, 2, 3). Der Standort des gegenwärtigen Ziels wird vollkommen durch die vorhergehende Komponente ausgewählt und somit ist nur eine Information von besonderer Wichtigkeit (beispielsweise folgt die Ziffer 3 immer auf die Ziffer 2, die Ziffer 4 folgt immer auf die Ziffer 3). Aus diesem Grund kann es zu keinen Konflikten kommen. Obwohl des Öfteren die Aufmerksamkeit durch eine Nebensache abgewendet wird, ist es für erwachsenen Personen möglich, implizit deutliche Sequenzen von lokalen Örtlichkeiten zu erlernen. Anders gereichte Sequenzen, wie zum Beispiel die Zahlenkombination 1 - 2 - 1 - 3, benötigen die Aufmerksamkeit der aktuellen Kombinationen hinzukommend zu der Verbindung, in dem jene Zahlenkombination vorkommt. Beispielsweise ist es möglich, dass auf eine Position 1 sowohl die Position 2 als auch die Position 3 folgen kann. Jene anders gereichten oder mehrdeutige Kombinationen bilden einen Konflikt, da es für jede Zahlenkombination zwei besondere Anwarter gibt. Diese können nur durch den Zusammenhang deutlich gemacht werden.

Es zeigt sich, dass für die Lösung eines deutlich schwierigeren Konflikts sämtliche Ressourcen der Aufmerksamkeit benötigt werden, denn Erwachsene, die ihren Fokus auf etwas anderes richten, schaffen es nicht, sich beide anders gereichten Kombinationen (um bei dem oberen Beispiel zu bleiben: 1 - 2 - 3 - 2 - 1 - 3), zu merken. Im Alter von ungefähr zwei Jahren ist es für kleine Kinder möglich, sich leichte mehrdeutige Zahlenkombinationen, wie zum Beispiel: 1 - 2 - 1 - 3, zu merken.

Die beiden Autoren beschreiben in ihrem Buch eine weitere Studie, die sich mit der exekutiven Aufmerksamkeit beschäftigt. Mit exekutiver

Aufmerksamkeit ist die Kontrolle und Koordination von Gedanken gemeint, sowie die Fähigkeit, sich schnell auf neue Situationen einstellen zu können. Bei dieser Studie konnte festgestellt werden, dass sich die exekutive Aufmerksamkeit aufgrund einer räumlichen Konfliktaufgabe entwicklungsbedingt im Alter von drei Jahren verändert. Als Dimensionen oder Aufgaben eines Konflikts dienten in diesem Fall Position und Identität, denn die Kinder sind in diesem Alter noch nicht fähig, zu lesen und somit wurde auf die Bedeutung von Wörtern und auf die Schriftfarbe verzichtet. Die Durchführung der Studie verlief so, dass die Kinder zwei Antworttasten, welche sich links und rechts von dem Kind befanden, zur Verfügung hatten. Auf jeder Taste erschien ein Symbol. Pro Versuch zeigte sich am linken oder rechten Bildschirmrand ebenfalls ein Symbol, welches mit einem der beiden Symbole der Antwort-Tasten übereinstimmte. Egal, ob das Symbol räumlich identisch mit dem Symbol der ausgewählten Taste war, die Kinder wurden belohnt, sobald sie eine Reaktion auf die Identität des Stimulus zeigten. Die Reduktion von Genauigkeit und die langsame Reaktionszeit bei räumlich ungleichen Versuchen verglichen mit räumlich gleichen Versuchen zeigen, wie aufwändig und anstrengend es ist, der übermächtigen Reaktion auszuweichen und sich auf die Konfliktlösung der beiden rivalisierenden Dimensionen zu konzentrieren.

Bei erwachsenen Personen zeigte sich bei der Ausführung dieser Übung ein eindeutiger Interferenzeffekt (Verarbeitung von widersprüchlichen Informationen). Dabei wurde bei den Erwachsenen das vordere Cingulum (eine Gehirnwandung, welche zum limbischen System zählt) angeregt. Während sich zwei Jahre alte Kinder auf eine einzige Antwortmöglichkeit fixierten, schafften drei Jahre alte Kinder bereits ein hohes Niveau der Genauigkeit. Dafür reagierten sie ähnlich langsam wie die Erwachsenen und konnten weniger genau auf Versuche, die nicht zusammenpassten, reagieren.

Kleine Kinder waren das erste Mal mit ungefähr 30 Monaten fähig, eine räumliche Aufgabe des Konflikts mit Erfolg zu lösen. Die beiden Autoren

Posner und Fan konnten dabei auch erkennen, dass die Leistungsfähigkeit bei der Übung im Wesentlichen mit den Fähigkeiten übereinstimmen, die jene Kleinkinder mit mehreren ungleichen Assoziationen, wie in der bereits erläuterten Aufgabe, zeigten.

Das Ergebnis dieser Studie und die Gegebenheit, dass Kinder im Alter von vier Monaten nicht in der Lage sind, sich mehrdeutige Kombinationen zu merken, zeigt, dass die Entwicklung der exekutiven Aufmerksamkeit in den ersten Jahren eines Kindes nachvollziehbar ist. Die Tragweite, die Bildung exekutiver Aufmerksamkeit zu durchforschen, erhöht sich, da die Messwerte von Hirnfunktionen zur Lösung von räumlichen Konflikten bei den Aufgaben mit der Hinsicht der kindlichen Selbstkontrolle in natürlichen Lebensräumen vernetzt wurden.

Jene Kinder, die im Vergleich kaum räumlichen Konflikten ausgesetzt waren, bekamen eine deutlich höhere elterliche Bewertung für die aktive und strenge Überwachung und ebenso eine höhere Bewertung bei Labormessungen der suppressiven Kontrolle.

Anhand von Fragenkatalogen konnte erhoben werden, dass der Aspekt der aktiven / anstrengenden Kontrolle, welcher in Form von Skalen verdeutlicht wird, die Fokussierung der Aufmerksamkeit, der hemmenden Kontrolle und der Wahrnehmungsempfindlichkeit misst und in umgekehrter Form zu negativen Affekten steht. Daraus lässt sich schließen, dass diese Zusammenarbeit mit jener Annahme einhergeht, dass die Fähigkeit der Aufmerksamkeit einen Beitrag dazu leistet, negative Affekte zu schwächen und es zeitgleich möglich ist, Tendenzen der Annäherung einzugrenzen.

Empathiefähigkeit steht im starken Zusammenhang mit der aktiven Kontrolle. Kinder weisen unter maßgeblicher aktiver Kontrolle eine größere Empathiefähigkeit auf. Von Empathiefähigkeit wird gesprochen, wenn die Fähigkeit besteht, Gefühle anderer interpretieren und deuten zu können.

Anhand von bildgebenden Verfahren konnte festgestellt werden, dass bekümmerte Gesichtsausdrücke verursachen, die Amygdala (Teil des

limbischen Systems) anzuregen. Eine steigende Betrübtheit sorgt für die Anregung der Amygdala, welche zusätzlich von einer Funktion im vorderen Cingulum als Bestandteil des Aufmerksamkeitsnetzwerks gesteuert wird. Es wird vermutet, dass die Anregung des Cingulums grundlegend dafür ist, die Aufmerksamkeit dahin zu richten und so Betrübtheit von anderen erkennen und wahrnehmen zu können. Die cinguläre Aktivität und die Kontrolle von positiven sowie von negativen Impulsen stehen in Beziehung zueinander. Posner und Fan äußern sich in ihrem Werk über Entwicklungsstudien, bei denen zwei Richtungen einer gelungenen Sozialisierung im Vordergrund stehen. Laut diesen Studien zeigt eine Überreaktion der Amygdala vor allem die negativen Anzeichen von Menschen und somit lässt sie das Einfühlungsvermögen anderen Menschen gegenüber einfach zu. Kleinen Kindern fällt eine Sozialisierung im Gegensatz zu erwachsenen Menschen eher einfacher. Ist diese Kontrollform von positiven oder negativen Impulsen nicht vorhanden, ist es möglich, dass die Heranbildung des Cingulums eine entsprechende Aufmerksamkeit für die Tätigkeit der Amygdala gebildeten Anzeichen arrangiert. Es lässt sich vermuten, dass die anstrengende Kontrolle in Zusammenhang mit der Einwirkung auf das Einfühlungsvermögen einen wichtigen Einfluss bei der Gewissensbildung hat. Werden Kinder im Vorschulalter, die leicht ängstlich sind, von ihren Eltern, besonders von der Mutter, mit besänftigter Kontrolle erzogen, können grundlegende Sitten und Werte leichter verinnerlicht werden. Für Kleinkinder ist es einfacher, vereinfachte (internalisierte) Kontrolle zu verinnerlichen, wenn diese mit der Kontrolle der Anstrengung verknüpft wird. In dem Buch wird von zwei getrennten Systemen der Kontrolle geschrieben, welche die Bildung des Gewissens steuern. Diese Kontrollsysteme sind das reaktive System, welches von Angst gesteuert wird und das selbstregulierende System, welches auch unter anstrengender Kontrolle bekannt ist. Der Grund dafür, dass sich die Kontrolle der Anstrengung von Person zu Person anders verhält und individuelle Abweichungen zeigt, ist ein Zusammenhang mit diversen Faktoren von Metakognition (Fähigkeit, die eigenen Prozesse des

Denkens zu überlegen und getroffene Entscheidungen zu prüfen). Ein Beispiel für solche Abweichungen ist die *Theory of Mind*. Die *Theory of Mind* beschreibt die Fähigkeit, sich selbst und anderen Menschen geistige Aspekte, wie Wünsche, Überzeugungen, Gefühle, Wissen oder Glauben zuzuschreiben. Aufgaben, welche einen bereits beherrschenden Reflex bedingen, hängen ebenfalls mit Aufgaben der *Theorie of Mind* zusammen, auch, wenn Aspekte wie das Denkvermögen, das Lebensalter oder das Arbeitsgedächtnis außer Acht gelassen werden. Die Fähigkeit, eine existierende Tendenz von Handlungen zu hemmen, wird auch als inhibitorische Kontrolle bezeichnet und zeigt einen vergleichbaren Verlauf der Entwicklung. Eine Weiterentwicklung beider Bereiche zeigt sich im Alter zwischen zwei und fünf Lebensjahren.

In ihrem Werk befassen sich Posner und Fan auch mit der Fehlerüberwachung. Die Fehlerüberwachung ist eine Funktion der anterioren Cingulum.

Das anteriore Cingulum wird auch als eine Gürtelwindung bezeichnet und zählt funktionell zum limbischen System. Es gab bezüglich der Überwachung von Fehlern eine Untersuchung, bei der eine Konfliktform bei Kindern betrachtet wurde. Dabei mussten die Kinder ein sogenanntes "Simon-Spiel" spielen. Die Kinder mussten sich eine Anweisung von einer Puppe merken und diese Anweisung erledigen, während die Anweisung einer weiteren Puppe verdrängt werden sollte. Während Kinder im Alter von ungefähr drei Jahren nach einem gemachten Fehler weder langsamer wurden, noch laufende Handlungen unterbrachen, zeigten Kinder im Alter von rund dreieinhalb Jahren sowohl eine langsamere Zeit der Reaktion, sowie eine Fähigkeit zur Reaktionshemmung nach einem gemachten Fehler. Somit lässt sich sagen, dass sich, in dem Zeitraum von circa drei und dreieinhalb Jahren, die Leistung, abhängig von der Erkennung von gemachten Fehlern, ändert. Die Erkennung von Fehlern wurde mit Hilfe von Aufzeichnungen der Kopfhaut in elektronischer Form beobachtet und somit konnte festgestellt werden, dass die Fehlererkennung ursprünglich aus dem vorderen Cingulum kommt.

Die Bildung jener cingulären Funktion wurde auch bei Kindern durchleuchtet. Dabei wurde mit siebenjährigen Kindern ein Aufmerksamkeitsnetzwerkstest (ANT-Test) gemacht, welcher extra für jene Kinder angeglichen wurde. Die Resultate der Kinder bei diesem Test haben eine Ähnlichkeit mit den Resultaten der Erwachsenen. Obwohl die Kinder mehr Zeit für die Reaktionen benötigten, konnte festgestellt werden, dass sie ähnlich unabhängig innerhalb der drei Netzwerken sind.

Die Kinder zeigen höhere Werte für eine Alarmierung und einen Konflikt als Erwachsene. Das lässt darauf schließen, dass es für sie schwierig ist, im Alarmzustand zu bleiben, wenn sie nicht vor dem neuen Ziel gewarnt werden, und Konflikte zu lösen. Ab einem Alter von sieben Jahren besteht für Kinder die Möglichkeit, sich mit einer Magnetresonanztomographie (MRT) neurologisch untersuchen zu lassen. Es ist wahrscheinlich, dass bei fünf bis 16 Jahre alten Kindern zum Erkennen von Beziehungen zwischen dem Fassungsvermögen des rechten anterioren Cingulums und der Fähigkeit, diverse Anforderungen zu erledigen, die fokale Aufmerksamkeit (Aufmerksamkeit, die sich auf einen Ort, ein Merkmal oder einen Gegenstand bezieht) erforderlich ist.

Bei einer funktionellen Magnetresonanztomographie-Studie wurden, laut den Autoren Posner und Fan, bei Go / No-Go-Aufgaben die Fähigkeiten von sieben bis zwölf Jahre alten Kindern und von erwachsenen Personen beobachtet. Verglichen mit dem Kontrollzustand, bei dem die Kinder Reaktionen auf allen Stimulus zeigten, wurde sowohl bei den Kindern als auch bei den erwachsenen Personen der präfrontale Kortex (Teil des Frontallappens) angeregt, wenn eine hemmende Reaktion gefordert wurde. Die Menge von falschen Alarmen in diesem Zustand hängt zudem erheblich mit der Dimension der cingulären Aktivität zusammen.

Aufgrund dieser Studien konnte bewiesen werden, dass bereits im baldigen Kindheitsalter ein exekutives Netzwerk ausgebildet wird und die Entstehung der exekutiven Aufmerksamkeit wesentlich zum Prozess der Sozialisierung beiträgt. Dies ist möglich, da die exekutive Aufmerksamkeit daran beteiligt ist, grundlegende Werte zusammenhängend mit der

Selbstregulation und dem kognitiven Verständnis sowie die Empathiefähigkeit steigert.

Abschließend lässt sich sagen, dass es aufgrund jener Erkenntnisse denkbar ist, dass ein Verständnis der gängigen Heranbildung des Systems einen grundlegenden Einblick über die Aufmerksamkeit geben kann.

### **Probleme der Kognitionswissenschaften**

- Das Konzept der Modularität

Mit Modularität ist die Aufteilung eines Ganzen in einzelne Teile oder Module gemeint.

Die beiden Autoren Posner und Fan (2008, S. 49f) schreiben in ihrem Buch über das Konzept der Modularität. Sie betonen dabei, dass dieses Konzept in der Literatur der kognitiven Psychologie immer wieder für Diskussionen sorgt. In diesen Diskussionen steht oftmals die Definition von Modularität im Vordergrund, welche besagt, dass Modularität als ein System von Top-Down-Einflüssen (Aufmerksamkeit) nicht beeinflusst sein muss. Dieser Meinung nach ist es möglich, dass es kaum kompatible, vertikale, sensorische und motorische Systeme gibt. Aufgrund der Beweise, dass auch primäre sensorische Reize durch Aufmerksamkeit moduliert werden können, ist es nicht wahrscheinlich, dass es ein höheres System des Gehirns gibt, welches den oben genannten Richtlinien der Modularität entspricht. Eine andere Sichtweise auf das Konzept der Modularität bieten bildgebende Verfahren. Laut den Angaben von Posner und Fan lässt sich vermuten, dass Netzwerke des Gehirns, welche Aufgaben, die auf freiwilliger Basis ablaufen (zum Beispiel die exekutive Aufmerksamkeit) modular sein können und somit spezielle Areale des Gehirns die Teiloperationen berechnen können. Diese Vermutungen beweisen aber nicht, dass solche eigenständigen Verfahren von der Strategie oder einem Kontext gleichermaßen arbeiten. Sie legen allerdings einen Grundstein für die Zusammenarbeit zellulärer und genetischer Verfahren



mit den Arealen im Gehirn und ebenso mit kognitiven Handlungen sowie Verhaltensweisen.

Viele Sinnesorgane haben mehrere strukturierte Darbietungen und als Zusatz erhalten viele unterschiedliche Reizfaktoren zahlreiche Analysatoren. Mit Analysatoren sind alle Einheiten der Funktion zur Annahme, Weiterleitung und Verarbeitung eines Reizes gemeint. Beispielsweise wird mit den Augen alles im Gesichtsfeld genau überprüft (Farbe, Bewegungen oder Formen). Der Thalamus unterscheidet zwischen zwei Zellkategorien (parvozellulär und magnozellular), die verschiedene Antworten erlauben. So hat auch das größte Organ des Körpers, die Haut, zumindest vier unterschiedliche Formen von Rezeptoren, welche rasch oder schleppend abstimmen und diverse Bewegungen betonen. Im Gehirn bildet sich mit diesen Arten der Verarbeitung meistens ein Säulenprinzip, bei der die Gestaltung modular und in der ersten Stufe der Verarbeitung nicht abhängig voneinander geschieht (Gegenfurtner, 2006, S. 77).

- Frühe Selektion und späte Selektion

Posner und Fan (2008, S. 50f) merken in ihrem Buch an, dass die Frage, ab wann in einem Ablauf die Aufmerksamkeit einen Beitrag beeinflussen kann, eine der ältesten Fragen ist, da sie bereits vor den Auseinandersetzungen der typischen Mechanismen der Aufmerksamkeit im Gehirn aufgetaucht ist.

Die beiden Autoren erwähnen, dass unzählige Forschungen bezüglich der Veränderung von Aufmerksamkeit durchgeführt wurden. Dabei beschäftigten sich die Studien insbesondere mit der Beantwortung der Frage, ob sich Aufmerksamkeitsveränderungen als Änderungen im Entscheidungsparameter, auch genannt Beta-Parameter, einer Signalerkennungsanalyse feststellen lassen, oder ob sich jedoch Änderungen im sensorischen Parameter, auch bekannt als d-Parameter, zeigen. Auch, wenn viele Studien zur oben genannten Fragestellung gemacht wurden, konnten bis jetzt noch keine eindeutigen Antworten

diesbezüglich geliefert werden. Es wird jedoch vermutet, dass sowohl der Entscheidungsparameter als auch der sensorische Parameter durch diverse experimentelle Bedingungen verändert werden kann.

Die Frage nach der frühen Selektion oder der späten Selektion kann laut Posner und Fan in drei Stufen beantwortet werden, welche zum Teil voneinander abhängig sind.

Als erstes wird sich mit der Frage beschäftigt, wie bald der Reiz-Input von der Aufmerksamkeit im Nervensystem gesteuert werden kann. Studienergebnisse zeigen, dass die Beeinflussung des Reiz-Inputs unter gewissen Voraussetzungen bereits im visuellen Kortex (V1) passieren kann. Häufiger steuert die Aufmerksamkeit aber die extrastriären visuellen Bereiche (V2, V3, V4 und V5).

In der zweiten Stufe wird der Frage nachgegangen, mit welcher Geschwindigkeit nach dem Reiz-Input die Verarbeitung der Informationen von der Aufmerksamkeit gelenkt werden kann. Laut zellulären Angaben sowie physiologischen Angaben gibt es Hinweise dazu, dass es so schnell verarbeitet werden kann, wie das Gehirn eindeutige Beweise einer visuellen Verarbeitung vorweisen kann, jedoch ist der Effekt in den meisten Umständen erst 80 bis 100 Millisekunden nach Reizbeginn gegeben. Besonders wichtig anzumerken ist das Timing, da eine Ankurbelung von gewissen Bereichen im Gehirn entweder bereits am Eingangsweg entlang geschieht oder aufgrund eines Rückkopplungseffekts höherer Hirnbereiche abgeleitet werden kann.

Die dritte Stufe beinhaltet die Beantwortung der Frage, wie sich die frühe Selektion auf die Verarbeitung von ausgewählten Inputs, aber auch nicht-ausgewählten Inputs auswirkt. Bei dieser Stufe ist die Beantwortung der Frage ein wenig komplexer und ausführlicher. Es wird vermutet, dass gewisse Faktoren komplexer Szenarien für willkürliche Berichte zur Verfügung stehen, während andere Faktoren das nur dann tun, wenn es möglich ist, eine Neuorientierung der Aufmerksamkeit zu arrangieren. Jene Informationen, denen weniger Beachtung geschenkt wird, können

trotzdem noch auf höchstem Niveau verarbeitet werden. Hier ist es möglich, dass die Verarbeitung selbst die Aufmerksamkeit anregt. Es ist anzunehmen, dass die Tiefe der kognitiven Verarbeitung von Inputs, welche kaum beachtet werden und die Möglichkeit der Aufmerksamkeit für Kombinationen höherer Stufen darauf hinweisen, dass eine frühe Selektion nicht die ursprünglich implizierte kognitive Konsequenz hat. Eine bestimmte Reizauswahl heißt nicht, dass nicht-gewählte Reize keine neue Ausrichtung der Aufmerksamkeit zur Folge haben oder das Verhalten bestimmen können.

- Priming

Gegenfurtner (2006, S. 125) erklärt Priming als „*veränderte Auftretenswahrscheinlichkeit einer Reaktion nach zuvor erfolgter Reizdarbietung.*“

Laut Posner und Fan (2008, S. 51) wird Priming mit der Einwirkung eines bestimmten Anlasses auf die zu verarbeitenden nachkommenden Anlässe verknüpft. Mit Hilfe von Verhaltensstudien konnte belegt werden, dass die Reaktionszeit eines Ziels durch die Einwirkung des Reizes (Priming) besser wird, sofern derselbe Signalweg verwendet wird.

Priming geschieht auf zwei Weisen. Zum einen wird ein Signalweg mit einem Stimulus angeregt, während ein weiterer Stimulus, welcher sich auf denselben Signalweg befindet, für die Verbesserung der Leistung sorgt. Solche Wirkungen erfolgen auch, wenn der Primer so bereitgestellt wird, dass die Probandinnen und Probanden seine Identität nicht kennen. Zum anderen kann Priming dann vorkommen, wenn ein Mensch seine Konzentration auf einen Punkt richtet, welches zugleich das Ziel ist. Wird einer Person zum Beispiel eingeredet, dass das Wort "Tier" ein Körperteil ist, so wird das Zielkörperteil geprimt. Somit geschieht das Priming durch die Aufmerksamkeit der Probandinnen und Probanden auf das jeweilige Körperteil und nicht auf die automatische Anregung des Fingers durch das Wort "Tier". Jene bildgebende Forschungsstudien zum Priming durch Eingabe und durch Aufmerksamkeit sind ebenfalls zu den oben

genannten beiden Arten gekommen, indem sie große verschiedene Wirkungen auf die neuronale Aktivität des geprimten Areals aufweisen. Verläuft Priming instinktiv durch den gegebenen Input, ist einerseits eine geringere Aktivierung der geprimten Zellen des gezeigten Ziels die Folge. Auf der anderen Seite wird die Aufmerksamkeit für einen gewissen Bereich der neuralen Aktivität stärker und erhöht den Effekt des Ziels. Daten aus bildgebenden Studien weisen auf, dass Priming unterschieden werden kann zwischen automatischem Priming und Priming infolge von Aufmerksamkeit. Unklar bleibt aber, wie es für das Gehirn möglich ist, ähnliche Veränderungen von Leistungen zu bewirken, indem die Zielaktivität manchmal schwächer und manchmal stärker ist. Posner und Fan schreiben, dass diese Frage in weiteren Studien geklärt werden soll.

### **Bezugnahme zur Neuropsychologie**

Die Fähigkeit, das Gehirn eines Menschen bildlich darzustellen, ermöglicht viele neue Ansichten für die Neuropsychologie. Somit ist es möglich, ein geschädigtes Gehirn besser verstehen, diagnostizieren und behandeln zu können. Schädigungen des Gehirns können aufgrund von Schlaganfällen, Tumoren, traumatischen Verletzungen, degenerativen Krankheiten oder Fehlentwicklungen auftreten.

Wie bereits in den oberen Abschnitten beschrieben, sind die Netzwerke der Aufmerksamkeit körperlich und biologisch voneinander nicht abhängig, jedoch agieren die Netzwerke in diversen Situationen miteinander. Schädigungen in einem Teil dieser Netzwerke, unabhängig von der Quelle, können extreme neuropsychologischen Mängel hervorrufen.

Am deutlichsten konnte diese Ursache bei geschädigten Parietallappen festgestellt werden. Verschiedene Studien zeigten, dass Schädigungen bei parietalen Neuronen zu besonderen Problemen bei der Nutzung von Informationen zur Zielverarbeitung im Gesichtsfeld führen. Schädigungen von parietalen Neuronen können aufgrund eines Schlaganfalls, aufgrund von Alzheimer, bei Schädigungen des Nucleus Basalis (eine Gruppe von Nervenzellen im Frontalhirn), durch Schädigungen aufgrund

einer transkraniellen Magnetstimulation, durch direkte Injektionen oder durch geschlossene Verletzungen des Kopfes vorkommen.

Außerdem konnte belegt werden, dass gesunde Menschen, die das APOE4-Gen im Körper haben, welches das Risiko einer Erkrankung von Alzheimer erhöht, deutlich größere Probleme bei der Ausrichtung der Aufmerksamkeit und der räumlichen Anpassung der Aufmerksamkeit haben. Es zeigten sich aber kaum Probleme bei der Erhaltung des Wachzustandes. Sozusagen ist eine Übereinstimmung zwischen bildgebenden Verfahren, Schädigungen des Gehirns und der Arzneimittelkunde bezogen auf die kognitive Fähigkeit deutlich erkennbar. Es lässt sich annehmen, dass berechnete parietale Neuronen zu einer veränderten Aufmerksamkeit, welche das Gesichtsfeld betrifft, führen, wenn eine Läsion solcher Neuronen Probleme verursacht.

Experten der Neuropsychologie kamen zu der Meinung, dass die Eingrenzung einer Schädigung, im Gegensatz zur Ursachenfindung von Schädigungen, weniger wichtig ist. Zudem gibt es laut diesen Experten Gründe, dass bildgebende Forschungen, welche die Berechnungen, die die Folgen von Schädigungen herausfinden können, kaum aussagekräftig sind. Bildgebende Forschungsergebnisse weisen auf die Wichtigkeit der Bedeutsamkeit von Regionen des Parietallappens bei der Aufmerksamkeitsveränderung hin. Ebenso lässt sich feststellen, dass es zu einer verringerten Orientierung aufgrund einer beschädigten Hirnregion, unbeeinflusst von dem Ursprung, kommt.

In einer in den 1990er-Jahren durchgeführten Studie konnte ein computergestütztes kognitives Rehabilitationsprogramm erforscht werden, um damit gewissen Netzwerken der Aufmerksamkeit auf den Grund gehen und erweitern zu können. Die herausgefundenen Forschungsergebnisse deuten laut Posner und Fan darauf hin, dass sowohl Wachsamkeit, als auch Vigilanz die fundamentalsten Funktionen bilden und dass selektive Aufmerksamkeit als auch die geteilte Aufmerksamkeit diese Funktionen für ihre tägliche Arbeit benötigen.

Bei einer weiteren Studie wurde mit Patienten mit Hirnschädigungen gearbeitet. Bei diesen Patienten wurde eine Aufmerksamkeitsprozesstherapie (praxisorientiertes Verfahren) angewendet und es konnten deutliche Leistungsverbesserungen im Allgemeinzustand erzielt werden. Die Testgruppe mit den hohen Vigilanzwerten konnte bei diversen Aufgaben einen besseren Effekt erzielen und stimmt somit mit den Ergebnissen der Studie der 1990er-Jahre überein.

Eine dritte Rehabilitationsstudie testete eine potenzielle Korrelation zwischen der Orientierungsfähigkeit und der Vigilanz. Dabei wurden die Patientinnen und Patienten darauf eingeübt, ihre eigene Wachsamkeit zu steigern und dann ist untersucht worden, wie sich die Rehabilitation der Selbstwachsamkeit auf die Vernachlässigung der Patienten, also auf ihren Orientierungsverlust, auswirkte. Grundlegend für das Selbstwachsamkeitstraining war die exogene Wachsamkeit. Bei dieser Studie wurden auditive oder visuelle Signale als Warnung präsentiert und die Klientinnen und Klienten mussten als Reaktion auf das Warnsignal mit einem Signal der Selbstwachsamkeit antworten.

Die exogene Wachsamkeit wird durch lärmende Geräusche ausgelöst und ist von einem thalamo-mesenzephalen Weg (Pfad zwischen Zwischenhirn und Mittelhirn) abhängig. Die exogene Wachsamkeit ist bei Patientinnen und Patienten, die rechtsparietal veranlagt sind, grundsätzlich nicht beeinträchtigt.

Die an der Studie teilnehmenden Personen starteten mit den Aufgaben, nachdem das Verfahren genau erklärt worden war. Zuerst wurde von der Leitperson des Verfahrens in verschiedenen Zeitabständen auf eine Oberfläche geklopft, während diese Person in derselben Zeit laut "Achtung!" rief. Der nächste Schritt bestand daraus, dass die teilnehmenden Personen das Klopfen, aber auch den Stimmbefehl nachahmten. Dies geschah zuerst laut, dann nur mit Mundbewegungen und am Ende geistig. Im Anschluss wurden die teilnehmenden Personen dazu motiviert, diese Art der Selbstaufmerksamkeit in ihren Tagesablauf zu integrieren.

Aufgrund dieser Rehabilitationsstudie konnten die Patientinnen und Patienten nicht nur ihre Selbstwahrnehmung steigern, sondern auch das Maß an Raumvernachlässigung senken.

Durch diese bildgebenden Studien als Untersuchungsmittel von Netzwerken im Gehirn sowohl vor, als auch nach einer Rehabilitation, können neue Forschungsmöglichkeiten ermöglicht werden. Dabei können sowohl Interventionsmethoden, die das Verhalten, aber auch die Pharmakologie betreffen, verfeinert werden. Eine genetische Untersuchung kann dabei helfen, herauszufinden, welche Patientinnen und Patienten für welche Form der Therapie besonders geeignet sind.

Abschließend lässt sich sagen, dass unter anderen Methoden diese genannten und beschriebenen Methoden einen wichtigen Ansatz für die Rehabilitation nach einer Verletzung des Gehirns bieten (Posner und Fan, 2008, S. 51 - 53).

## **2.2 Definition von Konzentration**

Portmann (2011, S. 8) versteht unter dem Begriff Konzentration die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit bewusst auf etwas zu lenken. Es verlangt viel Energie und ist meistens anstrengend, bewusst die Aufmerksamkeit auf etwas zu richten. Dies wird als "aktiver Prozess" bezeichnet. Ebenso verstehen die Autoren unter Konzentration, etwas Wichtiges von etwas Unwichtigem trennen zu können.

Das Verhalten von Menschen ist nicht nur abhängig von einer richtigen Informationsaufnahme, sondern auch von einer richtigen Informationsverarbeitung.

Zum Beispiel wird bei einer Rechenaufgabe nicht von einer Aufmerksamkeitsleistung gesprochen, wenn keine Störfaktoren existieren. Die Lösung einer Rechenaufgabe ist unter normalen Bedingungen unabhängig von der Aufmerksamkeit, wobei eine vorhandene Rechenfertigkeit zur Aufgabenbewältigung natürlich von Bedeutung ist.

Ebenfalls wichtig miteinzubeziehen ist die Fähigkeit zur Aufrechterhaltung eines hohen Leistungsniveaus. Diese Fähigkeit ist auch bekannt unter dem Begriff "Konzentrationsfähigkeit".

Bei diversen Definitionen von Konzentration wird als zentrales Definitionselement der energetische Aspekt von Anstrengung und Anspannung verwendet. Da die Begriffe Anstrengung oder Energie in der Psychologie nur schwer zu deuten sind, wird der Begriff Anstrengung oftmals durch den Begriff Leistungszuwachs ersetzt.

Die Konzentration begrenzt sich ausdrücklich auf die kognitiven Leistungsfähigkeiten.

Die Arten von kognitiven Leistungen werden dabei nicht eingeschränkt. Die Konzentration ermöglicht die Steigerung von kognitiven Leistungen, wie zum Beispiel die Wahrnehmung, die Aufmerksamkeit, das Speichern, das Schlussfolgern und die Psychomotorik.

Leistungen, die nicht auf kognitiver Basis passieren, sondern nur mit Muskelkraft ausgeführt werden, werden dabei nicht berücksichtigt.

Die Konzentrationsfähigkeit ist abhängig von der Motivation, insbesondere von der Leistungsmotivation. Für eine steigende Leistung ist Motivation erforderlich, aber kein zureichender Faktor. So kann beispielsweise eine Person, die eine starke Leistungsmotivation aufweist, allerdings eine erhebliche Konzentrationsstörung hat, keine besondere Leistungssteigerung erzielen, wenn schlechte Arbeitsbedingungen vorhanden sind. Geringe kognitive Leistungen können aber auch die Folge von einer geringen Motivation sein.

Von Konzentrationsmangel wird gesprochen, wenn schlechte Leistungen auftreten, obwohl ausreichende, der Aufgabe entsprechende Fähigkeiten und Fertigkeiten vorhanden sind und auch die Motivation entsprechend hoch ist.

Üblicherweise werden Tests zur Überprüfung der Konzentration unter erschwerten Voraussetzungen durchgeführt.

Damit die verschiedenen Leistungen des Tests nicht auf die Unterschiede der Fähigkeiten abgeleitet werden können, sind die Aufgaben



selbst leicht und somit werden zum Beispiel einfache Rechenaufgaben eingesetzt. Von erschwerten Bedingungen wird dann gesprochen, wenn beispielsweise verlangt wird, sich die Zwischenergebnisse zu merken oder so viele Aufgaben wie nur möglich in einer bestimmten Zeit bearbeiten zu müssen (Schmidt-Atzert et al., 2004, S. 8 - 10).

Bei Aufmerksamkeits- und Konzentrationstests werden keine Aufgaben gestellt, bei denen nur die Aufmerksamkeit oder nur die Konzentration gefordert wird, denn es ist unmöglich, dass ein Mensch nur aufmerksam oder nur konzentriert ist. Während sich die Aufmerksamkeit immer auf einen Gegenstand richtet, richtet sich die Konzentration immer einer gewissen Aufgabe (Schmidt-Atzert et al., 2004, S. 13).

Auf den Test d2, welcher als Konzentrationstest bezeichnet und für den Forschungsteil verwendet wird, wird im späteren Teil dieser Arbeit näher eingegangen. Bei diesem Konzentrationstest müssen die Schülerinnen und Schüler in einer gewissen Zeit so viele Aufgaben wie möglich bearbeiten. Die Kinder arbeiten bei diesem Konzentrationstest demnach unter erschwerten Bedingungen.

Als Abschluss des Kapitels kann festgestellt werden, dass die Aufmerksamkeit dazu dient, Reize und Informationen auszuwählen und sich somit ausschließlich auf den Prozess der Wahrnehmung bezieht.

Die Konzentration bezieht sich auf alle Formen der Informationsbearbeitung, dabei ist das Stadium der Verarbeitung jedoch unwesentlich. Zu beachten ist allerdings, dass die Bearbeitung von Informationen unter erschwerten Voraussetzungen ablaufen muss.

### 3. Lernen

Lernen ist ein großer Begriff, welcher anhand verschiedener Literaturquellen erläutert wird.

„Leben heißt Lernen“ (Konrad Lorenz).

Rettenwender (2013, S. 69) schreibt, dass sich der Mensch durch Lernen ständig verändert. In folgenden Lebensbereichen findet Lernen statt: Kognitives Lernen, motorische Koordination, Emotionales Lernen und soziales Verhalten.

Timmermann und Strikker (2004, S. 151) beschreiben Lernen als einen subjektiven Prozess. Dieser Prozess ist von außen nicht sichtbar. Das Ziel dabei ist, durch den Prozess des Aufnehmens und der Verarbeitung von Informationen Veränderungen eines Subjekts herbeizuführen. Diese Veränderungen können in den Bereichen des Wissens, Fertigkeiten, Fähigkeiten, Orientierungen, Werten und Einstellungen passieren. Entscheidend dabei ist, dass diese Veränderungen durch eine Interaktion mit der Umwelt zustande kommen und nicht nur als Folge von biologischer Reifung.

Hannaford (2004, S. 20f) schreibt, dass Lernen bereits bei der Geburt beginnt, da die meisten Nervenzellen im Gehirn schon von Beginn an komplett verfügbar sind. Obwohl Menschen genetisch bedingt alle verschieden sind, haben sie grundsätzlich die gleichen Möglichkeiten, ihre Potentiale zu entwickeln. Menschen bilden ein komplexes Nervensystem, wenn sie ihre Grundbedürfnisse, wie Essen, Trinken, Sauerstoff, Bewegungsfreiheit und Reize ausleben können.

Lernen erfolgt dann, wenn mit der Umwelt interagiert wird. Dieser Vorgang wird als Kommunikation zwischen den Neuronen beschrieben und erfolgt im Gehirn und im Körper.

Nervenzellen bauen Verbindungen und Netzwerke auf. Diesen Ablauf beschreibt Hannaford als Lernen.

„Lernen ist ein Grundvorgang im Leben des Menschen und in der Entwicklung der menschlichen Persönlichkeit. Wir verstehen darunter Neuerwerb und Vervollkommnung zweckmäßiger Verhaltensweisen durch aktive Auseinandersetzung des Individuums mit seiner Umwelt“ (Schnabel, Krug & Panzer, 2018, S. 149).

Lernen bedeutet nicht nur die Aneignung von Wissen. Auch die Aneignung von bestimmten motorischen Fähigkeiten wird unter dem Begriff Lernen verstanden. Im Alltag wird Lernen als Aneignung von Inhalten, also unter anderem von Wissen, Fertigkeiten und Einstellungen, verstanden. Im wissenschaftlichen Sinne wird der Begriff Lernen auch mit Inhalten verbunden. Hierbei benötigt es aber noch eine weitere Spezifizierung der Inhalte. Lernen wird im Alltag meist mit Inhalten in Verbindung gebracht, während der Begriff Gedächtnis häufig nicht thematisiert wird. Ohne den Gedächtnisfunktionen Merken, Behalten und Erinnern ist Lernen nicht möglich (Schermer, 2006, S. 9f).

Güllich und Krüger (2013, S. 312) bezeichnen Lernen als eine andauernde Umgestaltung des Verhaltenspotenzials, die durch Erfahrungen gemacht werden.

Hasselhorn und Gold (2013, S. 47) definieren Lernen ebenfalls als eine Methode, bei der unbegrenzte Veränderungen im Verhalten aufgrund von Wahrnehmungen stattfinden.

Anhand dieser zahlreichen Definitionen ist erkennbar, dass es keine allgemeingültige Definition des Begriffs Lernen gibt. Es spielen mehrere Faktoren zusammen beim Versuch, diesen Begriff zu definieren, es gibt viele verschiedene Interpretationsmöglichkeiten.

Da keine eindeutige Definition von Lernen existiert, wird im kommenden Teil dieser Arbeit beschrieben, welche Voraussetzungen gegeben sein müssen, um überhaupt lernen zu können.

Aufgrund der Relevanz für diese Arbeit wird in diesem Kapitel nicht nur kognitives Lernen, sondern auch motorisches Lernen genau erläutert.

### **3.1 Gedächtnis**

Das Gedächtnis ist ein aktiver Speicher von Informationen. Wie lange etwas im Gedächtnis behalten wird, ist jedoch wesentlich von der Energie der betreffenden Person beim Erlernen abhängig. Die Begriffe „Lernen“ und „Gedächtnis“ stehen in Wechselwirkung zueinander.

Wird von Lernen gesprochen, so ist der Prozess der Aneignung gemeint, während das Gedächtnis für den Speichervorgang sowie für das Abrufen der gelernten Inhalte zuständig ist (Edelmann, 1996, S. 6f).

„Ohne Gedächtnis wären wir nichts“ (Luis Bunuel).

„Gedächtnis ist die Fähigkeit des Organismus, Informationen zu verarbeiten, zu speichern und abrufen zu können“ (Altenthan et al., 2008, S. 139).

Schermer (2006, S. 14) schreibt, dass Lernen und Gedächtnis eng miteinander verbunden sind und sich im Inhalt oft überlappen.

Gedächtnis ist genauso wie Lernen ein hypothetisches Konstrukt. Das bedeutet, dass es nicht direkt sichtbar ist und erst durch seinen Effekt erkennbar wird. Über seine bewahrende Funktion kann es am ehesten definiert werden. Informationen können aufbewahrt und zu einem späteren Zeitpunkt wieder abgerufen werden. Dies impliziert die Fähigkeiten des Gedächtnisses, nämlich das Einprägen, Speichern und Abrufen von Informationen (Schermer, 2006, S. 13).

Beck, Anastasiadou und Meyer zu Reckendorf (2018, S. 206) beschreiben ebenfalls die Fähigkeit, Informationen aufzunehmen und abzuspeichern, als die wichtigste Funktion des Gedächtnisses.

Die Größe des Speicherplatzes des Gehirns ist wissenschaftlich nicht abschätzbar.

Es gibt viele verschiedene Möglichkeiten, wie das System des Gedächtnisses eingeteilt werden kann. Die Autoren teilen es in folgende zwei Bereiche ein: „Was wird gespeichert?“ und „Wie lange wird etwas gespeichert?“.

Auch Rettenwender (2013, S. 53) beschreibt diese Speicherung und teilt sie der zweiten Phase der Informationsaufnahme zu.

Die Informationsaufnahme wird in insgesamt drei Phasen eingeteilt.

Die erste Phase ist die Enkodierung. In dieser Phase werden Informationen entschlüsselt und mit bereits bestehenden Inhalten verknüpft.

Die zweite Phase ist die Organisation bzw. Speicherung. Die entschlüsselten Informationen werden strukturiert und abgespeichert.

In dieser Phase werden drei Speichersysteme benötigt: das Ultrakurzzeitgedächtnis, das Kurzzeitgedächtnis und das Langzeitgedächtnis.

Die dritte Phase nennt sich Abruf. In dieser Phase können Informationen jederzeit abgerufen werden.

Schermer (2006, S. 13f) beschreibt die Voraussetzungen, damit diese drei Phasen gelingen.

Um eine Information enkodieren zu können, muss sich die Person der Information auch zuwenden. Wahrnehmungsgebundene Informationen werden in eine andere Form umgewandelt.

Es wird vorausgesetzt, dass Menschen Informationen wahrnehmen können, was aber nicht zwingend bewusst passieren muss.

Speicherprozesse sind ebenso wie Enkodierungsprozesse nicht sichtbar und müssen über Erinnerungen wiederhergestellt werden.

Um diese Prozesse verständlicher zu machen, werden sie mit einem Speicher eines Computers verglichen.

### **Ultrakurzzeitgedächtnis (sensorisches Gedächtnis)**

Das Ultrakurzzeitgedächtnis hat eine enorm wichtige Aufgabe im Leben eines Menschen. Ohne dem Ultrakurzzeitgedächtnis könnten Menschen keine sinnvollen Handlungen nachvollziehen, da ohne diesen Teil des Gedächtnisses jede Information sofort wieder vergessen werden würde. Das Ultrakurzzeitgedächtnis hat ein zeitliches Fassungsvermögen von wenigen Zehntelsekunden bis höchstens ein paar Sekunden. Das sensorische Gedächtnis löscht sich dann sehr schnell, um wieder neue Informationen aufnehmen zu können.

Georg Sperling führte 1960 ein Experiment zur Erkenntnis der Kapazität des Ultrakurzzeitgedächtnisses durch. Versuchspersonen wurden verschiedene Buchstabenfelder mit neun Buchstaben für einen Zeitraum von 0,05 Sekunden gezeigt.

Die Probandinnen und Probanden sollten danach so viele Buchstaben wie möglich in der richtigen Position nennen.

Ungefähr die Hälfte der Buchstaben konnten richtig genannt werden.

Sperling führte noch weitere Experimente durch, in der er die Darbietungszeit verlängerte. Die Versuchspersonen konnten aber trotz längerer Darbietungszeit nicht mehr Buchstaben richtig wiedergeben. Daraus schloss er, dass die Fähigkeit der richtigen Wiedergabe nicht von der Zeit, die die Probandinnen und Probanden für die Betrachtung der Buchstaben hatten, abhängt. Vielmehr ist die Behaltenszeit des Ultrakurzzeitgedächtnisses ausschlaggebend. Wenn die Informationen nicht mehr präsent sind, können sie nur noch für wenige Sekunden behalten werden.

Danach werden sie entweder verworfen oder ins Kurzzeitgedächtnis weitergeleitet. Eine weitere Erkenntnis dieses Experiments ist, dass Menschen sich an viele Details, aber nur für eine sehr kurze Zeit erinnern können.

Durch diesen Versuch konnte außerdem noch bewiesen werden, dass es ein echoisches und ein ikonisches Ultrakurzzeitgedächtnis gibt. Das echoische Gedächtnis ist für alle auditiven Inputs zuständig. Das ikonische Gedächtnis ist für alle visuellen Inputs zuständig (Rettenwender, 2013, S. 54f).

### **Kurzzeitgedächtnis (Arbeitsgedächtnis)**

Das Kurzzeitgedächtnis kann Informationen ungefähr 20 Sekunden lang behalten. Nach 20 Sekunden werden Informationen entweder verworfen oder ins Langzeitgedächtnis weitergeleitet.

Im Arbeitsgedächtnis können sieben (plus / minus zwei) Informationseinheiten gleichzeitig aufgenommen werden.

Diese Informationseinheiten sind zum Beispiel Buchstaben oder Zahlen. Durch bewusste Konzentration können auch mehrere Informationseinheiten aufgenommen werden. Im Arbeitsgedächtnis werden Informationen festgehalten, die das sensorische Gedächtnis sofort wieder löschen würde (Rettenwender, 2013, S. 55f).

Brand und Markowitsch (2011, S. 36) schreiben dem Kurzzeitgedächtnis eine Zeitspanne von 40 Sekunden bis wenige Minuten zu.

Binder (2016, S. 51) beschreibt die Zeitspanne des Arbeitsgedächtnisses noch länger, nämlich 20 Sekunden bis 20 Minuten.

Der Hippocampus ist nach Beck et al. (2018, S. 44f) dafür zuständig, welche Informationen vom Kurzzeitgedächtnis ins Langzeitgedächtnis geleitet werden. Somit entscheidet er ebenfalls, was gelernt und somit behalten wird und was wieder vergessen wird. Im Hippocampus werden Informationen, die von verschiedenen Regionen im Gehirn aufgenommen wurden, für eine kurze Zeit gespeichert, bevor das Wissen weitergegeben wird.

## **Langzeitgedächtnis (Wissensgedächtnis)**

Durch Wiederholung können entschlüsselte Informationen vom sensorischen Gedächtnis über das Arbeitsgedächtnis bis ins Langzeitgedächtnis vordringen. Das Wissensgedächtnis hat einen nahezu unbegrenzten Speicher und behält Informationen langfristig. Alle Informationen, die einmal ins Langzeitgedächtnis vorgedrungen sind, bleiben darin verankert, auch wenn sie im Moment nicht abgerufen werden können und scheinbar vergessen sind. Informationen des Wissensgedächtnisses können mithilfe eines kognitiven Prozesses wieder abgerufen werden. Dies ist ein rekonstruktiver Vorgang.

Fergus Craik und Robert Lockhart entwickelten die Theorie der Mehrebenenverarbeitung. Daraus geht hervor, dass Informationen, die tiefgehender verarbeitet wurden, leichter wieder abgerufen werden können.

Es gibt folgende drei verschiedene Informationsarten, die im Wissensgedächtnis gespeichert werden.

Als Faktenwissen werden zum Beispiel Geschichtsdaten benannt.

Persönliches Wissen umfasst alle persönlichen Fakten, wie unseren Namen, Telefonnummern oder das Datum einer Geburtstagsfeier.

Erlernete Vorgehensweisen, wie zum Beispiel Klavier spielen oder Autofahren, sind verinnerlichte Fähigkeiten.

Diese Arten der Informationen werden im expliziten und im impliziten Gedächtnis gespeichert. Alle Erinnerungen, bei der eine bewusste Abrufung erfolgt, finden sich im expliziten Gedächtnis wieder. Hierbei lässt sich das explizite Gedächtnis wiederum ins episodische und ins semantische Gedächtnis unterteilen.

Im episodischen Gedächtnis sind persönliche und autobiografische Informationen gespeichert.

Im semantischen Gedächtnis sind Ereignisse und Fakten gespeichert.

Diese unterschiedlichen Inhalte werden in verschiedenen Stellen im Gehirn gespeichert. Das konnte dadurch herausgefunden werden, dass Menschen mit einem intakten semantischen Gedächtnis keine Erinnerungen an Informationen des episodischen Gedächtnisses hatten.



Im impliziten Gedächtnis befindet sich das Wissen, das unbewusst abgerufen wird. Das prozedurale Gedächtnis umfasst das implizite Gedächtnis. Alle unbewussten Inhalte wie Gehen, Laufen oder Radfahren sind hier gespeichert. Diese Bewegungsabläufe wurden gelernt und automatisiert, daher wird auch vom automatischen Gedächtnis gesprochen. Es werden weniger Nervenzellen aktiviert, wenn jemand etwas automatisch kann (Rettenwender, 2013, S. 56f).

Beck et al. (2018, S. 206f) benennen das explizite Gedächtnis als das deklarative Gedächtnis. Hier erwähnen die Autoren ebenfalls das episodische Gedächtnis und das semantische Gedächtnis.

Das implizite Gedächtnis wird bei diesen Autoren das nicht-deklarative Gedächtnis genannt. Dieses Gedächtnis unterteilen sie ebenfalls ins prozedurale Gedächtnis. Des Weiteren beschreiben sie noch zwei weitere Unterteilungen. Das perzeptuelle Gedächtnis umfasst die Erkennung von Personen und die Konditionierung ist das Training mit Belohnung.

Um die Leistungen, die das Langzeitgedächtnis erbringen kann, darzulegen, wird im folgenden Abschnitt über zwei Studien zum Langzeitgedächtnis berichtet.

Die erste Fallstudie stammt vom Autor Richard C. Atkinson. Im Zuge seiner Doktorarbeit, die er 1954 verfasste, lernte er eine Reihe von bestimmten Adjektivsequenzen. Diese Adjektivsequenzen benötigte er für 84 Probandinnen und Probanden, die an seiner Studie teilnahmen. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden in einem antizipativen seriellen Lernverfahren trainiert. Auf die Frage hin, 67 Jahre später, seine Doktorarbeit aus den Archiven der Indiana University abzurufen, stellte sich Richard C. Atkinson die Frage, ob er sich noch an die Adjektivsequenzen erinnern konnte und ob es möglich ist, diese Beibehaltung zu dokumentieren und nachzuweisen. Die Aufgabe im Jahr 1954 beinhaltete

Antizipationslernen. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer lernten eine Reihe an Adjektiven. Mit Hilfe eines Apparats, der als Hülltrommel bekannt ist, wurden die Adjektive einzeln alle zwei Sekunden präsentiert. In dem Moment, in dem die Probandinnen und Probanden ein Wort sahen, versuchten sie, das nächste Wort zu rufen. Da Richard C. Atkinson die verbalen Antworten der Teilnehmerinnen und Teilnehmer in Echtzeit bewerten musste, musste er im Vorfeld die Liste auswendig lernen und sie fehlerfrei beherrschen. 67 Jahre später lernte Richard C. Atkinson zwei neue Listen, die Wortproben aus seiner Doktorarbeit beinhalteten. Eine Hälfte von jeder Liste beinhaltete die Wörter in der damaligen Reihenfolge und die zweite Hälfte beinhaltete Wörter in einer verschlüsselten Reihenfolge. Die verbalen Antworten von Richard C. Atkinson wurden dokumentiert und anschließend bewertet.

Eine Lernsitzung an einem Tag bestand aus zwölf Adjektiven in der ursprünglichen Reihenfolge.

In einer weiteren Lernsitzung, die an einem anderen Tag stattfand, bestand die Liste aus 14 Adjektiven, die in einer verschlüsselten Reihenfolge aufgelistet war. Die Wörter, die an einem Tag zuerst gelernt wurden, konnten einfacher gespeichert werden. Es wurde eine durchschnittliche Leistung der beiden Lernsitzungen errechnet. Während des Lernprozesses nahm Richard C. Atkinson fälschlicherweise an, dass manche der Wörter aus der damaligen Liste stammen würden.

Gleichzeitig dachte er, dass einige Wörter kein Teil der alten Liste waren, obwohl dies der Fall war. Während des Lernprozesses wusste er nicht, welche der gefragten Wörter aus der Doktorarbeit stammen. Es werden keine Statistiken zu dieser Studie veröffentlicht, da die erhobenen Daten aufgrund der Probandenzahl ein beliebiges Ergebnis sein könnten. Die aufkommenden Daten sind aus dem Grund berichtenswert, da bis zum jetzigen Zeitpunkt keine weitere Studie zum Gedächtnis existiert, die ein 67-jähriges Speicherintervall aufweist. Allgemein lässt sich sagen, dass die Leistung durch jede erlernte Liste und Lernsitzung verbessert wurde.

Es ist klar deutlich, dass die ursprüngliche Reihenfolge deutlich leichter wiedererlernt werden konnte, als eine verschlüsselte Reihenfolge. Die Ergebnisse dieses Lernprozesses können als suggestiv angesehen werden. Dennoch ist es lohnenswert, über die Ergebnisse zu berichten und sie zu interpretieren. Laut Richard C. Atkinson war er sich während des Lernprozesses nicht bewusst, dass einige Wörter aus seiner Doktorarbeit stammten oder einen besonderen Stellenwert hatten. Der Kontext des Lernprozesses 67 Jahre später unterschied sich in wesentlichen Teilen vom Kontext des damaligen Lernprozesses. In den 67 Jahren zwischen der ursprünglichen Studie und des erneuten Lernprozesses wurden die verwendeten Wörter mit Sicherheit öfter im Alltag gehört.

Die verwendeten Adjektive, wie zum Beispiel „zornig“, „präzise“, „schüchtern“, wurden aber nur zu einer nicht nennenswerten Wahrscheinlichkeit in der Reihenfolge der Liste verwendet, weshalb dies keinen Einfluss auf den Lernprozess hat. Da diese Studie nicht mit einer adäquaten quantitativen Anzahl an Probandinnen und Probanden durchgeführt werden konnte, können die Ergebnisse nicht als zuverlässig bezeichnet werden. Dennoch liefern sie Hinweise auf die Beibehaltung von Wortassoziationen über einen 67-jährigen Zeitraum (Maxcey, Shiffrin, Cousineau & Atkinson, 2021, S. 1-3).

Denis Cousineau war ein Teil eines Forschungsteams zu einer Fallstudie, die von 1998 bis 1999 stattfand. Die Aufgabe der Probandinnen und Probanden war das Auffinden bestimmter Formen auf einem Display. Diese Aufgabe wurde unter verschiedensten Bedingungen in 74 einstündigen Sitzungen wiederholt. Die Ergebnisse wurden 2004, 2015 und 2021 veröffentlicht. Denis Cousineau war deshalb von 1999 bis 2021 mehrmals mit den gesuchten Formen in Berührung. Er hat die Suche danach aber nie geübt. Nach 22 Jahren führte Denis Cousineau 15 Sitzungen unter den grundlegenden Bedingungen der in den Jahren 1998 und 1999 durchgeführten Studie durch.

Im Anschluss daran führte er erneut 15 Trainingssitzungen durch. Die Treffsicherheit war in der ursprünglichen Studie und im Training 22 Jahre später sehr hoch. Auch in den Trainings mit neuen Reizen konnte eine hohe Treffsicherheit erzielt werden. Aus diesem Grund konzentrierten sich die Forscherinnen und Forscher auf die Antwortzeiten. Es konnte herausgefunden werden, dass das Ausgangsniveau der durchschnittliche Antwortgeschwindigkeit 22 Jahre später in etwa auf der Stufe der zwölften Suchsitzung beim ursprünglichen Lernen lag und rasch dem endgültigen Niveau des ursprünglichen Lernens näher kam.

Obwohl Denis Cousineau durch die Entwicklung von neuen Publikationen vereinzelt die Formen betrachtete, übte er die Suche danach nicht und begegnete den Formen auch nicht im Alltag. Der Psychologe beschreibt ein gewisses Vertrautheitsgefühl den Formen gegenüber. Es existieren bereits Publikationen über eine wesentliche Beibehaltung von motorischen Fähigkeiten über einen langen Zeitraum hinweg.

Dabei konnte aber noch nicht geklärt werden, ob diese Beibehaltung mit einem Bewusstsein einhergeht. Weitere Publikationen berichten über hervorragende Leistungen des Gedächtnisses bezüglich des Lernens, Reproduzierens und der Wiedererkennung des impliziten Lernens, ebenfalls bei Patientinnen und Patienten, die an einer Alzheimer Erkrankung leiden.

In der Studie von Denis Cousineau könnte auch motorisches Lernen in der Form von Augenbewegungen eine Rolle zugetragen werden. Die Geschwindigkeit der Suche wurde aber im Laufe der Zeit so schnell, dass mögliche Augenbewegungen durch den Prozess des Suchens verzögert wurden. Bei den Suchprozessen wurde das Erlernen allgemeiner Aufgaben, die unabhängig von Reizen waren, erlernt und auch beibehalten. Die Antwortzeiten konnten aber auch nach langem Training nicht erheblich verbessert werden, da dabei Prozesse, die nicht beibehalten werden können, eine Rolle spielen. Die Steigerung der Ergebnisse deuten darauf hin, dass die bereits erlernten Prozesse sehr gut beibehalten werden konnten.

Wenn ein Lerninhalt nach einer bestimmten Zeit wieder abgefragt wird, entsteht jedes Mal eine weitere Speicherung und Modifizierung des Lerninhalts. Deshalb ist es wichtig, bei einer Forschung zum Langzeitgedächtnis Inhalte, die während der Aufbewahrungszeit nicht oder in unwahrscheinlichen Fällen abgerufen werden, zu verwenden. Bei den beiden dargestellten Studien trifft dies mit einer hohen Wahrscheinlichkeit zu. Aufgrund der sehr langen Aufbewahrungszeit der beiden Studien sind diese trotz der geringen Menge an Probandinnen und Probanden von großem Interesse und stellen eine Möglichkeit der Interpretation der erhobenen Daten dar. Diese Studien können als eine Unterstützung der Annahme gesehen werden, dass Erinnerungen im Langzeitgedächtnis einem gewissen Maße dauerhaft sind, unter der Voraussetzung, dass sie ungestört bleiben.

Wegen vielen Wechslungen der Kontexte kann diese Hypothese vermutlich nicht überprüft und verifiziert werden (Maxcey, Shiffrin, Cousineau & Atkinson, 2021, S. 3f).

### **3.2 Kognitives Lernen**

„Lernen ist ein nicht beobachtbarer Prozess, der durch Erfahrung und Übung zustande kommt. Durch ihn wird Verhalten und Erleben relativ dauerhaft erworben, verändert, sowie gespeichert“ (Altenthan et al., 2008, S. 220).

Lernen findet vermutlich häufig in Form der verbalen Unterweisung ohne konkrete Erfahrung statt, ist eher sprachlich, begrifflich, abstrakt und analytisch, in starkem Maße kognitiv, außerdem bewußt [sic], zielgerichtet und mit Anstrengung verbunden und vorwiegend individuell. In diesem Fall werden schwerpunktmäßig die Leistungsmöglichkeiten der linken Hemisphäre des Cortex angesprochen (Edelmann, 1996, S. 414).

Schermer (2013, S. 10 - 12) erklärt, dass Lernen immer mit Veränderungen zusammenhängt. Deswegen wird in der Psychologie der Begriff Lernen ausschließlich dann verwendet, wenn sich aufgrund einer vergangenen Situation etwas verändert hat. Im Gegensatz zu der alltäglichen Verwendung des Begriffs kann in der Psychologie Lernen sowohl eine Verbesserung, als auch eine Verschlechterung bedeuten. Bereits vorhandene und bekannte Handlungsweisen können aufgrund von Lernmethoden deswegen auch beschränkt oder zerstört werden. Lernen funktioniert nicht ohne Änderungen.

Das bedeutet aber nicht, dass alle Änderungen sogleich einen Lernerfolg ausmachen.

Zwei Prinzipien müssen eine erfolgreiche lernbedingte Änderung umfassen:

Zum einen muss eine gelungene Veränderung auf das Wissen vom gesamten Wesen zurückführen und zum anderen muss dieses Wissen langfristig abrufbar sein.

Bei vielen Veränderungen kann nicht von Lernen gesprochen werden. Bei Veränderungen bedingt durch die Reifung sind innere organismische Impulse und nicht die Erfahrungen an der Entstehung und Veränderung des Organismus beteiligt.

Änderungen physiologischer Reaktionssysteme, welche aufgrund der Einnahme von Medikamenten und Drogen oder einfache Ermüdungsercheinungen auftreten, zählen ebenfalls nicht als lernbedingte Veränderungen.

Ein grundlegender Erkennungspunkt des Lernens ist die Bildung von Erfahrungen. Nachdem eine Person etwas gelernt hat, hat sie die Möglichkeit, sich anders als vorher zu verhalten und zu denken. Unter gewissen Voraussetzungen wird dieses erlernte Wissen dann abgerufen und danach gehandelt. Ein Lernprozess benötigt eine große Anzahl an Wiederholung. Vor allem beim Erlernen von motorischen und kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten ist die Übung essenziell.

Nur durch ständige Wiederholung kann verhindert werden, dass der Lerninhalt wieder vergessen wird. Die Übung kann mechanisch oder elaborierend erfolgen. Bei der mechanischen Übung wird der Lerninhalt immer unter den gleichen Umständen und ohne Veränderung wiederholt. Die elaborierende Übung zeichnet sich durch eine artenreiche Wiederholung aus. Es ist aber auch erreichbar, etwas nach einem einmaligen Lernprozess zu verstehen. Ein Beispiel dafür ist ein Tipp, der angenommen und einen positiven Effekt hat.

Essenziell beim Lernprozess ist es, die erlernten Inhalte in verschiedenen Situationen transferieren und anwenden zu können. Durch die elaborierende Übung wird ein Transfer in neuen Situationen später einfacher (Edelmann, 1996, S. 405 - 409).

Carl Rogers und Jerome Bruner sprechen der Selbststeuerung beim Lernen einen wichtigen Teil zu. Sie weisen explizit darauf hin, dass „Lernen als eigenverantwortliches, planvolles Handeln zu begreifen und dieses im Unterricht zu fördern“ sei (Edelmann, 1996, S. 411).

Ein Konzept des Lernens ist das ganzheitliche Lernen. Es existieren einige Konzepte des ganzheitlichen Lernens.

Ganzheitlichkeit kann als Einheit von Geist, Seele und dem Körper gesehen werden. Eine weitere Möglichkeit, Ganzheitlichkeit zu fördern, ist es, den Menschen als Ganzes zu sehen und dahingehend zu erziehen. Eine andersartige Form des Unterrichts kann ebenfalls als Ganzheitlichkeit gesehen werden. Schulfächer nicht mehr getrennt einzuteilen und den Lehrstoff methodisch ganzheitlicher aufzubauen, ist ferner ein ganzheitlicher Ansatz (Edelmann, 1996, S. 412f).

Thompson (2016, S. 375 - 377) schreibt in seinem Buch über assoziatives Lernen, welches im Wesentlichen prozedurales (implizites) und deklaratives (explizites) Lernen umfasst. Beim assoziativen Lernen handelt

es sich größtenteils darum, Verbindungen zwischen Reize und Reaktionen oder auch Bewegungsabfolgen herzustellen.

Hierbei wird zwischen klassischem und instrumentellem Lernen oder Konditionieren unterschieden:

- Beim klassischen oder pawlowischen Konditionieren wird ein neutraler Reiz (bedingter Reiz oder konditionierte Reaktion), wie zum Beispiel ein Geräusch, mit einem Reiz vereint, welcher eine Reaktion auslöst (unbedingter Reiz oder unkonditionierte Reaktion), zum Beispiel Tierfutter, welches den Speichelfluss beeinflusst. Ein aus Russland stammender Psychologe namens Iwan Petrowitsch Pawlow kam auf das klassische Konditionieren, während er Hunde und deren Verdauungsprozess beobachtete.

Da er beobachten konnte, dass Hunde bereits beim Sehen der Futterschüssel zu speicheln beginnen, wollte er auch wissen, ob es möglich ist, dass Hunde auf einen Ton hin zu speicheln anfangen, welcher die Zeit der Fütterung verkündete.

Pawlow übte mit den Hunden und gab ihnen Futter, nachdem er den Glockenton erklingen ließ. Zunächst führte die Glocke zu keiner Reaktion, nur das Futter löste einen natürlichen Speichelfluss aus (unkonditionierte Reaktion). Nach einiger Übungszeit konnte er feststellen, dass die Hunde bereits mit dem Speicheln begannen, sobald sie den Glockenton hörten und noch bevor sie das Futter bekamen. Diese Verhaltensweise wird als konditionierte Reaktion bezeichnet.

- Beim instrumentellen Lernen kann eine Probandin oder ein Proband abhängig von einer gewissen Verhaltensweise über Belohnung oder Bestrafung bestimmen. Hier kann selbst über die unkonditionierte Reaktion entschieden werden.

Ungefähr zu der gleichen Zeit, in der Pawlow sein Experiment durchführte, experimentierte Edward Lee Thorndike in Amerika an Katzen. Die Katzen wurden meist in Käfige gesperrt, die sie durch einen bestimmten Mechanismus öffnen müssen, um an Futter zu gelangen. Bei den vielen



Versuchen werden den Tieren, je nach Verhaltensweisen, positive oder negative Reaktionen entgegengebracht. Die positiven Verhaltensweisen werden dann weiterhin verwendet, um zum Ziel zu gelangen.

Burrhus Frederic Skinner experimentierte ab 1930 zu der operanten Konditionierung. Skinner entwickelte eine Box, die als Skinner-Box bekannt ist. Dabei wird nicht auf zufällige Verhaltensweisen, die zum Ziel führten, und dadurch positive oder negative Reaktionen gesetzt. Bei der Skinner-Box werden sofort alle Verhaltensweisen, die ein Schritt in die richtige Richtung sind, positiv verstärkt. Dadurch kommen die Tiere schneller an das gewünschte Ziel. Skinner experimentierte häufig mit Ratten und Tauben (Edelmann, 1996, S. 108).

Beim instrumentellen Lernen gibt es verschiedene Formen:

die positive Verstärkung, die negative Verstärkung, die Bestrafung und die Löschung.

Bei der positiven Verstärkung wird ein bestimmtes Verhalten durch ein angenehmes Ereignis belohnt. Dieses Ereignis kann beispielsweise ein Lob sein. Die negative Verstärkung erfolgt durch ein Weglassen eines negativen Ereignisses. Ein Beispiel dafür ist, dass eine Drohung nicht realisiert wird.

Bei der Bestrafung erfolgt ein negatives Ereignis. Beispielsweise wird ein Kind aufgrund einer unerwünschten Verhaltensweise geschimpft. Bei der Löschung erfolgt kein positives und ebenfalls kein negatives Ereignis. Ein Verhalten wird nicht beachtet und keine Reaktion gezeigt und dadurch gelöscht (Edelmann, 1996, S. 113 - 115).

Eine bestimmte Verhaltensweise einer Person wird durch mögliche Konsequenzen aufgrund des Verhaltens hervorgerufen.

Anreiz und Motiv stehen dabei in einem engen Zusammenhang zueinander. Das Verhalten erfolgt nur, wenn die Person eine intrinsische Motivation, die Konsequenzen zu erreichen oder zu vermeiden, hat.

Ein Verhalten wird durch positive Konsequenzen dann ausgeführt, wenn Grundbedürfnisse, wie zum Beispiel Hunger und Durst, durch das Verhalten gestillt werden. Verhaltensweisen, die durch negative Konsequenzen erfolgen, haben oft mit Angst vor den negativen Konsequenzen zu tun. Angst spielt auch oft beim Abbau von Verhaltensweisen durch Bestrafung eine Rolle. Verstärkungen, egal, ob positiv oder negativ, führen nur dann zum Lernen oder Verlernen, wenn die Motivation dafür passend ist (Edelmann, 1996, S. 116).

Edelmann (1996, S. 157) schreibt, dass die positive Verstärkung in Schulen keinen großen Stellenwert hat. Dies begründet er durch umfassende Lehrpläne, viele Lernüberprüfungen, Leistungsdruck seitens der Eltern, die Gliederung in Altersgruppen und eine fehlende Beschäftigung seitens der Lehrpersonen über die Unterrichtsqualität. Dadurch ergeben sich negative Konsequenzen und Bestrafungen. Dabei spricht der Autor den Lehrpersonen zu, dass sie selbst in einem System, in dem sie vielen Kontrollen und Vorschriften ausgesetzt sind, gefangen sind.

Versuche, den Unterricht offen zu gestalten, werden durch Ängste von Eltern gestoppt, dass die Kinder nicht genug lernen und, dass Schulklassen, die von klassischen, strengen Lehrpersonen geführt werden, im Lernstoff schneller und weiter sind. Verschiedene Typen des Lernens, wie ein individualisierter und gemeinschaftlicher Unterricht, seien ein Garant dafür, das Lernen wieder in eine intrinsisch motivierte Form zu bringen. Aufgrund dessen, dass der Lernerfolg in der Schule immer kontrolliert werden muss, ist es wichtig, mit positiven Verstärkungen zu arbeiten. Es kann auch durch negative Konsequenzen wie Drohung und Verschwinden gelernt werden, doch dies sei nicht anzustreben.

Durch Erfahrungen und Berichte über das Schulwesen in den letzten Jahren lässt sich sagen, dass sich im Bezug zu den oben genannten Angaben von Walter Edelmann seit 1996 einiges verändert hat.

Zwar gibt es immer noch den Druck, den Lehrplan abzuarbeiten, die Methodenwahl und das Setting im Klassenraum sind von Lehrpersonen aber vollkommen frei wählbar. Ausnahmen gibt es, wie überall, bestimmt auch in diesem Bereich.

Das kognitive Lernen handelt davon, dass bei oftmaliger Wiederholung und dadurch wachsendem Können psychomotorische und kognitive Bereiche automatisiert werden.

Im folgenden Abschnitt wird über drei klassische Methoden des Lernens von Sachwissen berichtet.

Robert Gagné spricht in seinem Modell über das Regellernen. Dabei wird nicht von einem Erwerb des Wissens, sondern von einem Erwerb von Regeln gesprochen. Regeln werden durch eine Aneinanderkettung von Begriffen erworben. Um eine Regel zu lernen, müssen zuerst die sprachlichen Begriffe, die dazu benötigt werden, erlernt werden. Durch verschieden gestaltete Lernumgebungen kann dann die Regel erlernt werden. Um eine Regel nicht nur verbal auswendig zu lernen, müssen diese unterschiedlichen Lernumgebungen geschaffen werden.

Nur dadurch können die Regeln und Zusammenhänge in Beziehung zueinander gestellt und begriffen werden. Dadurch, dass junge Kinder noch nicht so viele Begriffe kennen, können sie lediglich leichte Regeln lernen. Ältere Kinder und erwachsene Personen sind in der Lage dazu, Regeln nur durch mündliche Anweisungen zu erlernen (Edelmann, 1996, S. 202f).

David Paul Ausubel spricht von zwei Ausmaßen des sprachlichen Lernens.

- Die erste Dimension nennt er sinnvolles bzw. mechanisches Lernen. Ein Begriff soll nicht wörtlich, sondern inhaltlich erlernt werden, um auch sinnvoll erlernt zu werden. Außerdem muss der Begriff ohne Zufall auf das vorherige Wissen bezogen werden. Damit der Begriff erlernt wird, muss ein Begriff verankert werden. Eine Verankerung kann

nur durch ein Vorhandensein von Ideen stattfinden. Diese Ideen sind in drei Kategorien einzuordnen. Beim *unterordnenden Lernen* werden neue Inhalte mit schon existierenden Inhalten verknüpft. Beim *überordnenden Lernen* ist das existierende Wissen untergeordnet und das neue Wissen ausführlicher und umfassender. Beim *kombinatorischen Lernen* werden neue Inhalte mit bereits vorhandenen Inhalten verknüpft. Dabei ist kein Wissen über- oder untergeordnet (Edelmann, 1996, S. 206 - 210).

Mechanisches Lernen erfolgt rein durch wortwörtliches Lernen. Dabei wird sich nicht auf bereits vorhandenes Wissen bezogen. Diese Vorgehensweise des Lernens wird alltagsmäßig als Auswendiglernen betitelt.

- Die zweite Dimension wird rezeptives bzw. entdeckendes Lernen genannt.

Beim rezeptiven Lernen wird den Schülerinnen und Schülern ein Inhalt schon in fertiger Form präsentiert. In welcher Form die Inhalte erlernt werden, ist hierbei nicht relevant. Am Ende sollen die Inhalte wiedergegeben werden können.

Beim entdeckenden Lernen werden die Inhalte nicht präsentiert. Die Schülerinnen und Schüler müssen sich Informationen selbst einholen, Probleme lösen und sich Inhalte dadurch aneignen (Edelmann, 1996, S. 210f).

Nach David Paul Ausubel ergibt sich daher eine Zusammenfassung in folgende vier Punkte.

- Schulisches Lernen hat als oberstes Ziel eine Gliederung von kognitiven Strukturen.
- Eine Person muss erlernte Inhalte sinnerfassend erlernen und sie selbstständig wiedergeben können, um eine Wissensstruktur aufbauen zu können.
- In der Schule wird Wissen größtenteils durch rezeptives Lernen vermittelt.

- Beim Aufbau der Wissensvermittlung ist darauf zu achten, dass von allgemeinen Inhalten zu besonderen Inhalten gearbeitet wird (Edelmann, 1996, S. 212 - 214).

Jerome Bruner ist davon überzeugt, dass es wichtig ist, jungen Menschen Strategien zum Problemlösen anzubieten, da es unmöglich sei, sie auf jede Situation vorzubereiten.

Problemlösestrategien werden durch entdeckendes Lernen trainiert. Bruners Ideen können in vier Kategorien eingeteilt werden:

- Bei der Transferförderung werden neu zu erlernende Inhalte von bereits erlernten Inhalten positiv oder negativ geprägt.
- Die zweite Kategorie ist die Problemlösefähigkeit. Grundlegende Strategien, die zum Lösen eines Problems nötig sind, müssen gut erlernt werden, um sie in verschiedenen Situationen anwenden zu können.
- Der dritte Punkt, intuitives Denken, wird von Bruner als essenziell für das Lösen eines Problems gesehen.
- Die letzte Kategorie ist die Förderung der intrinsischen Motivation. Bruner spricht davon, dass das entdeckende Lernen für die intrinsische Motivation förderlich ist (Edelmann, 1996, S. 214 - 217).

Es ist erwähnenswert, dass nicht nur ein sprachlicher Wissenserwerb existiert.

Neben diesem gibt es ebenfalls einen bildhaften und einen handlungsmäßigen Wissenserwerb (Edelmann, 1996, S. 220).

Lernen hat eine entscheidende Eigenschaft, nämlich die Bildung von Erfahrungen. Erfahrungen können entweder eigenständig gemacht, oder durch jemand anderen vermittelt werden (Edelmann, 1996, S. 239).

„Kognitive Prozesse sind eigentlich immer von Gefühlen begleitet, und Gefühle beeinflussen ihrerseits die Informationsverarbeitung. Auch im

Rahmen von Motivationsprozessen spielen Gefühle eine bedeutende Rolle“ (Edelmann, 1996, S. 353).

Ein Lernprozess ist immer eine kognitive Leistung, die währenddessen mit Emotionen verknüpft ist. Diese Gefühle können zum Beispiel Freude oder Langeweile sein. Untersuchungen zeigen, dass Personen, die während einer Aufgabe durch positive Gefühle beeinflusst sind, schwierige Aufgabenstellungen besser lösen können, als Personen, die während des Versuchs neutrale Gefühle aufweisen. Dadurch lässt sich sagen, dass Emotionen einen positiven oder negativen Einfluss auf Leistungen haben. Emotionen treten nicht nur als Begleitung von Vorgängen auf, sie können eine anregende oder beschränkende Funktion haben und dadurch einen Einfluss auf die Motivation ausüben (Edelmann, 1996, S. 356f).

In der Gesellschaft spielt Leistung eine große Rolle. Als Leistungsmotiv wird die Bereitschaft zur Leistung von Individuen bezeichnet. Leistung ist durch einen vorgegebenen Standard messbar.

Bei frei wählbaren Aufgaben wird vom Großteil der Menschen ein mittelmäßiger Schwierigkeitsgrad gewählt. Durch die Erledigung dieser Aufgaben können positive oder negative Gefühle ausgelöst werden. Es lässt sich sagen, dass leistungsmotivierte Aktionen dann ausgeführt werden, wenn eher ein Erfolg, als ein Misserfolg zu erwarten ist. Um Schülerinnen und Schüler zu einer intrinsischen Motivation zu bringen, ist es essenziell, dass sie während Lernprozessen erfolgreich sind, da Erfolge Leistungsbemühungen enorm steigern. Da Zwänge und Bestrafungen negative Nebenwirkungen mit sich ziehen, sind in zweifelhaften Fällen Belohnungen immer zu bevorzugen (Edelmann, 1996, S. 375 - 378).

In der Schule kann von drei verschiedenen Formen der intrinsischen Motivation gesprochen werden: der Neugiermotivation, der Anreizmotivation und der Erfolgsorientierung.

Bei der Neugiermotivation regt die rationale Qualität die Auseinandersetzung mit Aufgaben an.

Das wesentliche Merkmal der Anreizmotivation sind gefühlsmäßige Qualitäten von Aufgaben, die sie interessant machen.

Bei der Leistungsmotivation hat die Orientierung am Erfolg eine maßgebliche Funktion.

Der Konsens dieser drei Formen der intrinsischen Motivation ist, dass der Impuls von der Sache selbst ausgeht.

Die extrinsische Motivation zeichnet sich durch ein Einsetzen von äußeren Umständen aus. Diese äußeren Umstände sind die vorher angesprochenen positiven und negativen Konsequenzen, die ein Verhalten mit sich ziehen.

Die Leistungsmotivation kann gezielt gefördert werden. Eine Methode, die jedoch nicht sehr erfolgversprechend ist, ist es, das Erfolgsmotiv direkt anzusprechen. Eine weitere Möglichkeit, die Leistungsmotivation zu erhöhen, ist es, sich bewusst zu machen, dass jemand nur leistungsmotiviert sein kann, wenn Erfolge erwartet werden können. Das Aufzeigen von erreichbaren Ergebnissen kann ein positiver Anreiz sein. Einen weiteren positiven Einfluss auf die Lernmotivation hat der Versuch, die Angst vor negativen Konsequenzen zu reduzieren. Die extrinsische Motivation kann ebenfalls ein Ansporn sein. Vor allem junge Kinder möchten von ihren Lehrpersonen anerkannt und gelobt werden. Wenn ein Erfolg aufgrund einer bestimmten Begabung passiert, kann problemlos positiv darauf eingegangen werden.

Währenddessen ist es wichtig, bei Misserfolgen nicht subjektiv einzugehen, sondern nur objektiv zu betrachten (Edelmann, 1996, S. 382 - 384).

Im folgenden Abschnitt wird das ganzheitliche Lernen genauer erläutert.

„Um die Vielfalt der Lernprozesse in eine systematische Ordnung zu bringen, werden vier grundlegende Lernformen unterschieden: das Reiz-

Reaktions-Lernen, das instrumentelle Lernen, das kognitive Lernen und das Lernen von Handeln und Problemlösen” (Edelmann, 1996, S. 401).

Beim Reiz-Reaktions-Lernen wird ein Reiz mit einer Reaktion verknüpft. Instrumentelles Lernen zeichnet sich durch Verhaltensweisen, auf die eine positive oder negative Konsequenz folgt, aus. Beim kognitiven Lernen werden verschiedene Sachverhalte von kognitiven Zusammensetzungen miteinander verbunden. Lernen von Handeln und Problemlösen zeichnet sich durch den Verbindungsaufbau von Wissensinhalten und Aktionen aus. Lernen funktioniert nur durch einen Aufbau dieser Verbindungen. Wenn diese Verbindungen unterbrochen werden, passiert ein Verlernen (Edelmann, 1996, S. 402).

### **3.3 Motorisches Lernen**

„Motorisches Lernen wird als der Prozess der zeitlich relativ überdauernden Veränderung der motorischen Kompetenz verstanden, die auf gesammelten Bewegungserfahrungen beruhen, insbesondere auf spezifischen Übungsprozessen” (Hossner, Müller & Voelcker-Rehage, 2013, S. 244).

Der Prozess des motorischen Lernens weist drei wichtige Merkmale auf. Beim Erlernen einer neuen Bewegung werden Teilvorgänge verknüpft. Motorisches Können entwickelt sich nicht abgrenzbar und linear, sondern unter sich gegenseitig beeinflussenden Merkmalen.

Motorische Lernprozesse tragen zur körperlichen Entwicklung maßgeblich bei (Schnabel, Krug & Panzer, 2018, S. 203).

Im folgenden Abschnitt werden unterschiedliche Erklärungsansätze des motorischen Lernens beschrieben.



### **Lernen als Veränderung motorischer Kompetenz**

Unter motorischer Kompetenz wird die koordinative Funktionskapazität eines Menschen verstanden, die es ermöglicht, sicher von Anfang zum Ende zu gelangen. Das bedeutet, wenn jemand über mehrere Wochen durch Training bestimmte Kompetenzen aufbaut und diese Kompetenzen gesichert werden, können sie trotz veränderter Bedingungen genutzt werden (Hossner, Müller & Voelcker-Rehage, 2013, S. 244).

### **Lernen durch Verstärkung**

Einzelne Bewegungsmuster liefern dem Zentralnervensystem anhand der integrierten Neurone Bewegungsspuren. Ist eine Bewegung erfolgreich, so wird die zuerst oberflächliche Spur etwas tiefer und ist somit stärker eingepägt.

Dies hat zur Folge, dass sich künftige Bewegungen immer mehr an diese Spur halten und damit erfolgreiche Bewegungsmuster ausgeführt werden können. Wenn gezielte Bewegungsaufgaben erlernt werden sollen, kann es aber auch vorkommen, dass trotz intensiver Übungsmaßnahmen kein Erfolg zustande kommt. Ist dies der Fall, kann nach diesem Modell nicht gelernt werden. Um dennoch Lernerfolge erreichen zu können, wird normalerweise Unterstützung und Hilfestellung angeboten.

Somit werden zu Beginn einfachere Bewegungsaufgaben eingebaut, um der lernenden Person dadurch die Aufgabe gelingen zu lassen. Diese Hilfestellungen und Vereinfachungen werden dann Schritt für Schritt wieder abgebaut, um schließlich zur Zielbewegung zu gelangen (Hossner, Müller & Voelcker-Rehage, 2013, S. 244 - 246).

### **Lernen durch Vormachen, Fehlerinformation und Korrektur**

Werden Bewegungen von einer Person demonstriert, so muss nicht abgewartet werden, bis geeignete Bewegungsmuster erfolgen, welche dann positiv verstärkt werden können.

Das heißt, dass Menschen auch fähig sind, durch Anweisungen, Veranschaulichungen, Ausführungen oder durch die eigenen Vorstellungen

bestimmte unbekannte Bewegungen zu erlernen oder schon vorhandene Bewegungsmuster überarbeiten können.

In Anbetracht dessen ist motorisches Lernen an Informationen gebunden, die einer Lernenden oder einem Lernenden vorliegen und in verschiedene Faktoren eingeteilt sind.

Informationen, welche bereits vor dem Versuch einer Übung vorliegen, werden als initiale Informationen bezeichnet.

Konkurrente Informationen sind jene Informationen, die eine Bewegung begleiten und von terminalen Informationen wird gesprochen, wenn eine Information erst nach dem Ende der Bewegungsausführung bereitsteht. Es kann hilfreich sein, wenn vor der Bewegungsausführung die Information geteilt wird, wie die Bewegung aussehen und welchen Sinn sie ergeben soll. Dies wird als Sollwertinformation bezeichnet.

Körpernahe Sensoren in Muskeln, Sehnen, Gelenken und Haut sowie körpernahe Sinne, wie Augen, Ohren und Gleichgewichtssinn erfassen dabei Signale, die den Bewegungsablauf darstellen. Dadurch können dann terminale Informationen erhalten werden, welche das Bewegungsergebnis widerspiegeln. Somit können durch Beobachtungen und diesen Informationen eigene Korrekturen vorgenommen werden.

Sind aber über die eigenen Sinne zu wenig Eigeninformationen über die Bewegungsausführung erlangt worden, so kann der Lernvorgang ergänzend von Außenstehenden durch gezielte Informationen oder Hinweise positiv beeinflusst werden.

Wird eine geringe zeitliche Distanz zwischen dem Versuch der Bewegungsausführung und einer Rückmeldung geschaffen, können Eigeninformationen zusätzlich der Informationen von außen besser verarbeitet und verknüpft werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass motorisches Lernen in Bezug auf die Informationsverarbeitung als Resultat von Übungsprozessen bezeichnet werden kann, in dem Personen Informationen über den Sollwert und über die eigene Bewegungsausführung, bezeichnet als „Istwert“, erhalten (Hossner, Müller und Voelcker-Rehage, 2013, S. 246 - 249).

In den letzten Abschnitten wurde motorisches Lernen dahingehend erklärt, wie sich optimaler Bewegungserfolg entwickelt und wie wichtig diverse Informationen dabei sind.

Im folgenden Teil wird nun näher darauf eingegangen, wie die Muskeln gezielt auf die notwendigen Veränderungen reagieren müssen, um Bewegungsfehler zu erfassen oder Sollwerte anzustreben.

### **Lernen durch Transfer**

Von Transfer wird gesprochen, wenn ein Lernender oder eine Lernende bereits vorhandene Übungserfahrungen gewisser Situationen auf neue Übungen beziehen kann.

Anhand von sinnvollen Veränderungen kann ein vorhandenes Bewegungsmuster auf die neue Situation angepasst werden. Das Problem dabei ist, eine geeignete Veränderung zu finden.

Diese Art von Transferprozess wird als „Interpolation/Extrapolation“ beschrieben.

Es geht dabei um die Exaktheit eines Blickwinkels, mit der sich aus den bereits zusammengetragenen Übungserfahrungen wichtige Informationen für die Situation-Ziel-Kombination entnehmen lassen.

Bei der Nutzung bestehender Teilmodule werden Module, die bereits zur Ausführung von Teilübungen anderer Bewegungsaufträge gespeichert wurden, mit einem neuen Bewegungsauftrag vereint (Hossner, Müller & Voelcker-Rehage, 2013, S. 250).

Zusammenfassend beschreiben Hossner, Müller und Voelcker-Rehage (2013, S. 254) motorisches Lernen folgendermaßen:

„Motorisches Lernen betrifft überdauernde, regelhaft aus Übungsprozessen resultierende Veränderungen der motorischen Kompetenz. Lernerfolge können auf die Verstärkung von guten Ausführungen, die gelungene Verarbeitung von Sollwert, Istwert- und Diskrepanzinformationen durch Vormachen, Rückmeldung und Korrektur sowie auf

positiven Transfer von bereits bestehenden Bewegungserfahrungen zurückgeführt werden.“

### **Grundvorgang motorischer Lernprozesse**

Schnabel, Krug und Panzer (2018, S. 148f) schreiben davon, dass sportmotorische Fertigkeiten und Fähigkeiten ausgebildet werden müssen, um sportlich tätig sein zu können. Menschen lernen hauptsächlich in zwei Bereichen. Es wird vom mentalen und motorischen Lernen gesprochen. Wie schon erwähnt, handelt es sich beim mentalen Lernen um eine Wissensaneignung.

Beim motorischen Lernen ist motorisches Können das Ziel. Dabei sollen motorische Aktionen angeeignet werden.

„Mentales und motorisches Lernen sind eng miteinander verknüpft, bedingen und entwickeln sich wechselseitig“ (Schnabel, Krug & Panzer, 2018, S. 149).

Deshalb ist es in der Schule auch essenziell, Lerninhalte handelnd zu erarbeiten.

Damit motorische Aufgaben bewältigt werden können, werden motorische Fertigkeiten, also koordinative Fähigkeiten, benötigt. Durch wiederholte Übung können diese motorischen Fertigkeiten gestärkt werden. Dabei ist es ein weiteres Ziel, diese Fertigkeiten zu automatisieren (Schnabel et al., 2018, S. 149)

Diese Fähigkeiten zählen laut Hirtz (2018, S. 221 - 227) zu den koordinativen Fähigkeiten:

- **Motorische Differenzierungsfähigkeit**  
Bewegungen werden aufgrund eines bewussten Einsatzes der Muskeln präzise ausgeführt. Dabei ist eine genaue Wahrnehmung von Kraft, Zeit und Raum entscheidend.

- **Kopplungsfähigkeit**  
 Unter dem Begriff Kopplungsfähigkeit wird das Vermögen, Teilkörperbewegungen koordinieren zu können verstanden.  
 Teilkörperbewegungen sind zum Beispiel Bewegungen der Arme und Beine.
- **Reaktionsfähigkeit**  
 Die Reaktionsfähigkeit handelt davon, bestimmte motorische Bewegungen auf ein Zeichen hin schnell auszuführen.
- **Orientierungsfähigkeit**  
 Bei der Orientierungsfähigkeit ist es entscheidend, die Lage des Körpers im Raum jederzeit einschätzen und gegebenenfalls entsprechend verändern zu können.
- **Gleichgewichtsfähigkeit**  
 Bei dieser Fähigkeit ist es maßgeblich, den Körper im Gleichgewicht zu halten oder ihn eventuell wieder in den Gleichgewichtszustand zu bringen.
- **Umstellungsfähigkeit**  
 Die Kunst bei der Umstellungsfähigkeit ist es, eine Bewegung, trotz sich verändernden Umständen, ausführen zu können.  
 Dabei ist es nicht nur wichtig, auf Umstände, die sich verändern, zu reagieren, sondern ebenfalls mögliche Veränderungen hervorzusehen.
- **Rhythmisierungsfähigkeit**  
 Unter Rhythmisierungsfähigkeit wird einerseits verstanden, dass jemand einen Rhythmus, der vorgegeben wird, nachahmt. Andererseits soll ein Rhythmus, der in der geistigen Vorstellung existiert, verwirklicht werden.

Bei motorischen Aufgaben wird von geschlossenen und offenen Fertigkeiten unterschieden. Geschlossene Fertigkeiten sind bei der Durchführungsart und bei den Bedingungen invariabel. Ein Beispiel dafür ist Werfen.

Offene Fertigkeiten lassen eine große Breite von Variationen bei der Durchführung und den Bedingungen zu. Hier ist das Skifahren auf einer Buckelpiste ein Beispiel (Schnabel et al., 2018, S. 151).

Wie im Abschnitt „Langzeitgedächtnis“ bereits erwähnt, können bereits gelernte Inhalte wieder abgerufen werden. Dies ist beim motorischen Lernen enorm wichtig. Dabei sind drei Arten der Rückinformation zu unterscheiden:

Unter der Rückinformation über das Ergebnis der Lerntätigkeit wird die Auskunft über den aktuellen Stand nach einer gewissen Zeit des Lernens verstanden.

Die Rückinformation über das Ergebnis eines Handlungsvollzugs zeigt, ob ein im Vorhinein definiertes Ziel erreicht wurde. Die Rückinformation über die Einzelheiten der Bewegungsausführung legt noch gegenwärtige Mängel dar. Durch Selbstanalyse oder eine Beobachtung von außen werden diese Rückinformationen sichtbar. Um den Soll-Stand erreichen zu können, ist somit diese Information des Ist-Standes enorm wichtig (Schnabel et al., 2018, S. 152).

Menschen lernen durch menschliche Gesellschaft. Das gilt ebenso für das motorische Lernen. Die Umwelt wurde von der Gesellschaft gestaltet und gibt somit vor, welche motorischen Fertigkeiten erlernt werden müssen. Es lässt sich nicht sagen, ob Kinder in einer Umwelt, die nicht von Menschen beeinflusst wurde, dieselben motorischen Fertigkeiten erlernen würden. Es ist aber beobachtbar, dass Kinder, die sozial vernachlässigt werden, ebenso motorische Defizite aufweisen. Beim motorischen Lernen werden Vorgänge auf der sensomotorischen Regulationsebene abgespeichert und verlaufen somit weitgehend automatisch.

Die Sprache begünstigt die motorische Entwicklung. Dadurch können einerseits Erfahrungen vermittelt werden, andererseits können zu erlernende motorische Lernprozesse sprachlich begleitet werden. Eine

Voraussetzung dafür ist es, dass eigene Empfindungen und die Perspektive sprachlich geäußert werden können.

Außenstehende müssen aber ebenso eine sprachliche Ebene finden, die verstanden und umgesetzt werden kann. Hier überschneiden sich das kognitive und motorische Lernen. Begriffe müssen kognitiv erfasst und erlernt werden, damit sie bei der Aneignung von Motorik von Nutzen sein können. Eine Vielzahl an motorischen Bewegungen begünstigt ebenso das Erlernen von neuen Bewegungen (Schnabel et al., 2018, S. 154 - 156).

Je höher das motorische Ausgangsniveau am Beginn des Erlernens einer neuen Bewegung ist, desto schneller kann die neue Bewegung gelernt werden. Nicht nur die bereits erwähnten verschiedenen koordinativen Fähigkeiten sind entscheidend, sondern auch konditionelle Fähigkeiten. Zu den konditionellen Fähigkeiten zählen die Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit und Beweglichkeit. Die koordinativen, konditionellen und motorischen Fähigkeiten spielen stets zusammen (Schnabel et al., 2018, S. 160f).

Aufgrund der verschiedenen Ausgangssituationen von Kindern ist es in der Schule wichtig, verschiedene Schwierigkeitsstufen bei der Erlernung von Bewegungen anzubieten.

Der motorische Lernverlauf lässt sich grob in drei Phasen einteilen: In der ersten Phase wird die Grobkoordination entwickelt. In der zweiten Phase entwickelt sich die Feinkoordination. In der dritten Phase wird die Feinkoordination gefestigt und unter unterschiedlichen Umständen anwendbar (Schnabel et al., 2018, S. 163).

- Beim Erlernen einer neuen Bewegung wird diese zuerst unter bestimmten Bedingungen erlernt und kann auch nur unter genau diesen Bedingungen oder ähnlich günstigen Bedingungen ausgeführt werden. Die Ausführung dieser Bewegung erfolgt allerdings noch nicht

präzise. Daher wird von Grobkoordination gesprochen. In diesem Stadium treten ein falscher Krafteinsatz, fehlerhafter Bewegungsrhythmus, ungenügende Bewegungskopplung und ein mangelhafter Bewegungsfluss auf (Schnabel et al., 2018, S. 165 - 167).

- In der zweiten Phase (Phase der Feinkoordination) kann die Bewegung unter günstigen Bedingungen fast fehlerlos durchgeführt werden. Bei Bedingungsänderungen ist ein Rückfall in die Grobkoordination erkennbar. Die Feinkoordination ist eine Weiterentwicklung der Grobkoordination und die Bewegung sieht in dieser Phase flüssiger aus (Schnabel et al., 2018, S. 174).
- In der dritten Lernphase können Bewegungen auch unter allen, also auch unter ungünstigen Umständen, fehlerfrei durchgeführt werden (Schnabel et al., 2018, S. 187).

Wie durch die Definitionen von Lernen aufgezeigt werden kann, ist die Komplexität dieses Themas erkennbar. Es existieren diverse Erklärungen und Definitionen sowie zahlreiche Studien.

In Bezug auf Lernen ist das Gedächtnis von besonderer Bedeutung, da ohne Gedächtnis die gelernten Inhalte nicht gespeichert werden könnten.



## 4. Motorik

Altenthan et al. (2008, S. 247) beschreiben Motorik als die Gesamtheit aller Bewegungsausführungen eines Menschen. Motorik wird unterteilt in Feinmotorik und Grobmotorik.

Die Bewegungen der Finger, Zehen und des Gesichts zählen zur Feinmotorik, während alle weiteren Bewegungen (Rumpf, Bauch, Becken, Schultern, Rücken, Arme, Beine und Kopf) der Grobmotorik unterliegen.

Dem amerikanischen Arzt und Psychologen Arnold Lucius Gesell war es möglich, fünf Prinzipien für die motorische Entwicklung zu erforschen, welche nun kurz aufgezählt und erläutert werden:

- Entwicklungsrichtung: Die motorische Entwicklung fängt oben beim Kopf an und hört unten bei den Füßen auf. Somit sind die Bewegungen, die im Kopfbereich liegen, früher machbar, als Bewegungen im Bereich der Füße. Dadurch lässt sich sagen, dass Muskeln, die Nahe am Gehirn sind, früher wachsen, als jene, die weiter weg sind.
- Wechselseitige Vorherrschaft: Ein kleines Kind bewegt zu Beginn alle Gliedmaßen gemeinsam. Später erst ist es einem Kind möglich, Arme und Beine getrennt voneinander zu bewegen.
- Funktionelle Asymmetrie: Die Ausführung von diversen Bewegungen wird immer von einer Körperseite beherrscht.
- Individuelle Reifung: In welcher Geschwindigkeit sich motorische Fähigkeiten oder Gliedmaßen und Organe entwickeln, ist ganz individuell verschieden.
- Selbstregulierende Fluktuation: Ein Lebewesen kann anlässlich von den eigenen Informationen über den Entwicklungsstand die weitere Reifung gestalten (Altenthan et al., 2008, S. 247).

## 4.1 Der motorische Entwicklungsverlauf

Eine detaillierte Erklärung der motorischen Entwicklung und dessen Bereiche Gehen, Greifen, Werfen und Fangen folgt im kommenden Abschnitt.

Ein ungeborenes Kind bewegt sich schon im Mutterleib. Es kann sich drehen und strecken oder gegen die Gebärmutterwand treten und stoßen. Großteils bewegt sich ein ungeborenes Kind schnell und im Rhythmus und ist schon in der Lage, spezifische Reaktionen zu zeigen. Diese Reaktionen werden auch Reflexe genannt und sind direkte Reaktionen auf Reize (Altenthan et al., 2008, S. 248)

Ein Säugling ist bereits in der Lage, unkontrollierte Bewegungen, wie das Strampeln, auszuführen. Es lässt sich auch beobachten, dass ein neugeborenes Kind schon lebensnotwendige Reflexe, wie das Atmen oder den Saugreflex, ausführt.

Besonders im ersten Lebensjahr kann von einer intensiven Reifung der Bewegung gesprochen werden, da in dieser Zeit vor allem das Sitzen, Stehen und Gehen erlernt wird.

Schon im vierten Monat werden erste gezielte Bewegungen gemacht und die Auge-Hand-Koordination wird erlernt, welche ein Kind zum Greifen von Dingen benötigt. Hierbei wird von Sensomotorik gesprochen, welches die Verbindung von sensorischen und motorischen Leistungen meint.

Viele bedeutende Bewegungen, wie zum Beispiel das Hüpfen, Klettern oder Treppensteigen, erlernt ein Kind in der frühen Kindheit, also im Alter zwischen zwei und sechs Jahren. Hierbei wird dem Gleichgewichtssinn eine große Bedeutung zugeschrieben. Außerdem eignet sich das Kind die Fähigkeiten an, selbständig zu essen, sich allein an- und umzuziehen oder auch zu zeichnen.

In der späten Kindheit können motorische Leistungen mit mehr Sicherheit und Reaktionsgeschwindigkeit ausgeführt werden und Bewegungskoordinationen werden optimiert, da das Kind nun die Bewegungen gezielt ausführen kann. Als eine ganz besondere motorische Leistung ist in diesem Altersbereich das Schreiben zu nennen, welches besondere Auge-Hand-Koordination erfordert.

Mit dem Alter von ungefähr sieben Jahren hat sich die grundlegende Motorik ausgebildet.

Neben dem besonderen Zuwachs an Muskelkraft ist im Jugendalter vorrangig die Geschlechtsdifferenzierung der Motorik bemerkbar. Damit sind die Unterschiede des Körperbaus von Frau und Mann gemeint, aber auch Bewegungen, die durch die Gesellschaft der verschiedenen Rollen zugeschrieben wird. So machen Männer normalerweise größere Schritte als Frauen.

Erwachsene entwickeln sich grundsätzlich nur mehr durch die Reize von außen. Der menschliche Körper macht einen natürlichen, biologischen Alterswandel durch. Die Muskelkraft wird langsam weniger und auch die Koordinationsfähigkeit lässt nach. Wie stark sich der Körper zurückbildet, hängt sehr stark von dem Bewegungsausmaß im jüngeren Alter ab (Altenhan et al. 2008, S. 248f).

Anschließend folgt eine Übersicht über einen möglichen Entwicklungsverlauf der Motorik. Dieser Überblick kann als ungefähre Richtwert dienen:

Bereits nach der Geburt ist ein Säugling fähig, in Bauchlage seinen Kopf zu drehen, da sich zuerst die Halsmuskeln entwickeln. Die Gliedmaßen werden am Rücken liegend gleichmäßig bewegt.

Der Greifreflex von Händen und Füßen ist vorhanden, sobald diese berührt werden.

Da die Beugemuskeln besser entwickelt sind als die Streckmuskeln, hat ein Säugling Arme und Beine angezogen und die Hände und Füße geballt.

Bis zum Ende des ersten Monats kann ein Säugling bereits den Kopf kurz heben und aufrecht halten. Ein ergriffener Finger wird schnell zum Mund geführt.

Ein zwei Monate alter Säugling ist in der Lage, seinen Kopf bereits ungefähr fünf Sekunden lang aufrecht zu halten und kann diesen ebenfalls um zirka 45 Grad heben und kurze Zeit halten, wenn er am Bauch liegt. Da sich ein Baby in diesem Alter schon etwas mehr streckt, werden auch die Beine nicht mehr zum Bauch gezogen.

Ein Säugling kann sich bis zum Ende des dritten Monats auf seinen Unterarmen abstützen und hebt sein Kinn und seine Schultern von seinem Untergrund ab. Es ist einem Baby nun schon möglich, seinen Kopf ungefähr eine Minute lang zu halten, wenn es in Bauchlage liegt. Im Sitzen kann es seinen Kopf ungefähr eine halbe Minute lang halten. Außerdem rollt es sich bereits alleine von der Seitenlage auf die Rückenlage und kann schon besser nach etwas greifen.

Bis zum Ende des vierten Monats stützt sich ein Baby schon relativ sicher auf seinen Unterarmen ab und wenn es zum Sitzen hochgezogen wird, kann es bereits selber den Kopf mit hochziehen. Es wird nach Gegenständen, die gesehen werden können, gegriffen.

Ein fünf Monate altes Kind probiert schon, sich auf die Beine zu stellen, wenn es zum Sitzen hochgenommen wird. Arme und Beine machen automatisch „Schwimmbewegungen“ in Bauchlage und das Kind versucht, gezielt nach Spielzeug zu greifen und nimmt alles in den Mund.

Ein Säugling im Alter von einem halben Jahr ist in der Lage, sich mit gestreckten Armen abzustützen und kann sich in Rückenlage von einer Seite auf die andere Seite drehen. Außerdem nimmt der Säugling schon selbstständig den Kopf hoch und hebt seine Beine an, wenn er an den Händen hochgezogen wird. Er kann auch schon sein Gleichgewicht halten, indem er sich im Sitzen mit seinen Armen an der Seite abstützt. Neben Spielsachen werden nun auch die eigenen Füße beziehungsweise Zehen in den Mund gesteckt. Das Trinkfläschchen kann schon eigenständig gehalten werden.

Bis zum siebten Monat kann sich ein Baby alleine vom Rücken auf den Bauch drehen und mit einer Hand nach einem Spielzeug greifen, während sich die andere Hand abstützt. Wird ein Baby angelehnt, kann es allein sitzen.

Zu robben beginnen Säuglinge im Alter von etwa acht Monaten und auch der „Vierfüßlerstand“ wird erprobt, indem sie sich in Bauchlage mit ausgestreckten Armen abstützen und das Gesäß angehoben wird.

Mit neun Monaten kann ein Kind ohne Hilfe sitzen und sich auch nach vorne lassen, ohne umzufallen. Im Scherengriff, also mit Daumen und Zeigefinger, werden Gegenstände genommen. Des Weiteren kann das Kind mit Hilfe eines Erwachsenen schon etwa eine halbe Minute lang stehen.

Ein zehn Monate altes Baby kann sich allein aufsetzen, wenn es am Bauch liegt und wenn es sich wo festhalten kann, kann es sich auch aufsetzen, wenn es am Rücken liegt. Das Baby kann sich vom Sitzen hochziehen und für kurze Zeit stehen, wenn es sich wo festhalten kann. Es macht Krabbelversuche.

Bis zum elften Monat kann ein Kind bereits gut krabbeln und zieht sich auch an Möbeln hoch. Es kann mit Hilfe schon die ersten Schritte bestreiten.

Ein Kleinkind im Alter von einem Jahr kann mit Hilfestellung laufen und probiert seine ersten Schritte, ohne sich festzuhalten. Es gelingt einem Kleinkind nun auch schon, Gegenstände vom Boden zu nehmen, wenn es steht und sich festhält.

Kinder können bis zum 15. Monat alleine stehen und gehen. Bälle werden gerollt und Würfel oder Bausteine gestapelt.

Mit 1,5 Jahren können Kleinkinder die Treppen mit Hilfe hochsteigen, sich hinsetzen, mit beiden Beinen hüpfen, klettern, rückwärts gehen und sich um etwas bücken, ohne umzufallen. Zudem werden Türme gebaut und sie sind in der Lage, aus Tassen und Gläsern zu trinken, sowie mit einem Löffel zu essen.

Kinder im Alter von ungefähr zwei Jahren können die Treppen nun ohne Hilfestellung hinaufgehen, jedoch wird immer ein Bein nachgezogen. Es kann Dinge mit dem Fuß bewegen, ohne dabei umzufallen und laufen, hüpfen und sich drehen.

Zwischen dem dritten und vierten Lebensjahr ist es dem Kind möglich, ohne sich festzuhalten und die Beine nachzuziehen, die Treppen hochzugehen. Es ist auch in der Lage, auf Zehenspitzen zu gehen und Bewegungen schnell zu stoppen, ohne umzufallen. Das Dreiradfahren ist in diesem Alter möglich.

Ein Kind im Alter von fünf bis sechs Jahren kann einbeinig stehen, hüpfen und Fahrrad fahren. Die Muskeln des Handgelenks sind nun so weit entwickelt, dass es feinmotorische Leistungen, wie das Schreiben, erlernen kann (Altenthan et al., 2008, S. 249 - 252).

Die beiden Autoren Meinel und Schnabel (2018, S. 243) schreiben in ihrem Buch über die motorische Entwicklung eines Menschen und geben einen Überblick dazu. Sie beschreiben darin die motorische Entwicklung als Ontogenese.

Wissenschaftlich betrachtet ist es notwendig, dass die unterschiedlichen Bereiche der Entwicklung für die Motorik eines Menschen miteinbezogen wird.

Dabei wird zwischen drei Objektbereichen unterschieden.

- Zum einen gibt es die *motorische Phylogenese*, welche sich mit der ausführlichen Bewegungsgeschichte von Lebewesen beschäftigt.
- Die *motorische Aktualgenese* meint die unterschiedlichen erworbenen motorischen Fähigkeiten und Fertigkeiten als Ergebnis von dazugehörigen Lernprozessen.
- Der dritte Objektbereich heißt *motorische Ontogenese* und beschreibt die individuelle motorische Entwicklung vom Anfang bis zum Ende eines menschlichen Wesens.

Im folgenden Abschnitt wird genauer auf die motorische Ontogenese und die einzelnen Entwicklungsstufen eines Menschen in Verbindung mit deren motorischen Fähigkeiten und Fertigkeiten eingegangen und beschrieben.

Obwohl sich motorische Fähigkeiten und Fertigkeiten ein ganzes Leben lang entwickeln, werden aufgrund der Relevanz für diese Arbeit nur die Entwicklungsschritte bis zum zehnten Lebensjahr beschrieben.

### **Pränatale Entwicklung**

Bereits im Mutterleib beginnt die Entwicklung der motorischen Fähigkeiten und Fertigkeiten. Ab der sechsten Schwangerschaftswoche können bereits Bewegungsaktivitäten eines Embryos festgestellt werden. Ungefähr ab der zwölften Schwangerschaftswoche können unterschiedliche Bewegungen wie zum Beispiel Gähnen, Schlucken, Saugen, Strecken, Räkeln, sowie isolierte Arm- und Beinbewegungen bei einem Fötus beobachtet werden.

Zwischen 16 und 20 Wochen ist es für schwangere Frauen möglich, die Bewegungen ihres eigenen Kindes im Bauch zu spüren.

Eine Vielzahl weiterer Bewegungsreflexe gehören bei der Geburt zur motorischen Ausstattung. Zwei dieser Reflexe werden genauer erklärt. Beim *Handgreifreflex* schließen die Neugeborenen automatisch ihre Finger um ein Objekt, wenn dieses die Handinnenfläche berührt. Dabei halten die Babys den Gegenstand so fest, dass sie daran hochgezogen werden können. Dieser Reflex dauert ungefähr bis zum zweiten Lebensmonat an.

Beim *Labyrinthstellreflex auf den Kopf* handelt es sich um einen Reflex, der nur bei kräftigen Neugeborenen sichtbar ist. Dabei versuchen Neugeborene aus der Bauchlage heraus, ihren Kopf zu heben und diesen etwas zur Seite zu drehen. Für die motorischen Funktionen ist dieser Reflex von besonderer Wichtigkeit, da es dem Kind in den Folgemonaten ermöglicht, sich aufzurichten und es eine aufrechte Haltung einnehmen kann.

Schreit-, Steig-, Kriech- und Schwimmreflexe gehören ebenfalls zur Basis der motorischen Fähigkeiten bei der Geburt, aber diese Reflexe verschwinden vor dem Start der eigenständigen Fortbewegung wieder (Meinel und Schnabel, 2018, S. 249f).

### **Motorische Entwicklung von der Geburt bis zum dritten Lebensmonat**

Dieser Entwicklungsbereich wird auch als motorische Periode bezeichnet, da vom neugeborenen Baby vorerst noch das vom Stammhirn gesteuerte „fötale Bewegungsrepertoire“ verwendet wird und erst später wird zum großhirngesteuerten Bewegungsverhalten übergegangen. Dieser Vorgang passiert in den ersten drei Monaten nach der Geburt. In diesem Alter ist es üblich, dass Neugeborene am Tag ungefähr 70 bis 80 Prozent schlafen und sich somit eher wenig bewegen. Wenn die Babys wach sind, kommt es in diesem Zeitraum hauptsächlich zu ungerichteten Massenbewegungen, welche besonders ab der zwölften Lebenswoche stärker werden (Meinel & Schnabel, 2018, S. 251).

### **Spätes Säuglingsalter - viertes Lebensmonat bis zum Ende des ersten Lebensjahres**

Aufgrund von beobachtbaren koordinativen Bewegungen lässt sich sagen, dass in diesem Lebensabschnitt Bewegungen bereits zu einem großen Teil über das Großhirn gesteuert werden. In dem oben genannten Zeitraum entwickeln sich das bewusste Greifen nach Objekten, die aufgerichtete Haltung und diverse Fortbewegungsarten bis schließlich zum Gehen (Meinel & Schnabel, 2018, S. 253).

### **Kleinkindalter - Anfang des zweiten Lebensjahres bis zum Ende des dritten Lebensjahres**

In diesem Lebensabschnitt lassen sich im motorischen Bereich keine allzu großen Veränderungen feststellen.



In dieser Lebensphase verändert sich der Körper stark. Die Kinder haben einen eher großen Kopf, einen üppigen Rumpf und kurze Gliedmaße. Die bereits erlernten motorischen Fähigkeiten und Fertigkeiten werden durch die neue Fortbewegungsart und dadurch entstehenden Möglichkeiten in anderen Umgebungen ausgeführt und weiter trainiert (Meinel & Schnabel, 2018, S. 261).

Die Kraftfähigkeit und die Ausdauerleistung sind in diesem Alter noch nicht ausgereift und relativ gering. Die einzelnen Dimensionen der koordinativen Fähigkeiten (Orientierungsfähigkeit, Kopplungsfähigkeit, Umstellungsfähigkeit, Differenzierungsfähigkeit, Gleichgewichtsfähigkeit, Rhythmisierungsfähigkeit und Reaktionsfähigkeit) sind in diesem Alter nicht sehr weit entwickelt. Koordinative Fähigkeiten, die im Kleinkindalter erworben werden, stehen unter folgenden Merkmalen:

- einfache Bewegungen
- Bewegungen bleiben in der Grobform
- Nachahmung von Mitmenschen (Meinel & Schnabel, 2018, S. 269f).

### **Frühes Kindesalter - Anfang des vierten Lebensjahres bis zum Ende des siebten Lebensjahres**

Bis zum fünften Lebensjahr können kaum Änderungen der motorischen Fähigkeiten und Fertigkeiten beobachtet werden. Im Alter zwischen fünf und sieben Jahren kommt es zu einer wichtigen körperlichen Veränderung, welche ebenso für die motorische Ontogenese bedeutsam ist. Zu diesen körperlichen Veränderungen zählen, dass sich ein Kind von der eventuell kräftiger gebauten Kleinkindform zu einem körperproportionalen Schulkind entwickelt.

In diesem Alter ist vor allem das Bedürfnis nach Bewegung und Spielen noch sehr ausgeprägt.

Besonders ersichtlich ist in diesem Lebensabschnitt der steigende Spracherwerb und damit die hohe Kommunikationsbereitschaft der Kinder mit Menschen in ihrer Umgebung.

Während im vorigen Entwicklungsbereich das Erlernen von diversen Formen der Bewegung im Vordergrund steht, sind in diesem Entwicklungsbereich die Vervollständigung dieser Bewegungsformen, sowie das Erlernen von Bewegungskombinationen zentral (Meinel & Schnabel, 2018, S. 272).

### **Mittleres Kindesalter - Ende des siebten Lebensjahres bis zum zehnten Lebensjahr**

Diese Lebensphase ist gebunden an zwei altersentsprechende Ereignisse. Zum einen erfolgt der Abschluss des ersten Gestaltwandels und zum anderen erfolgt die Einschulung mit den einhergehenden neuen Anforderungen und dem Kennenlernen neuer Menschen.

Obwohl die Verläufe des körperlichen Wachstums (Größe, Gewicht, Proportionen) sowohl bei den Mädchen, als auch bei den Jungen größtenteils gleichmäßig und ruhig verlaufen, kann festgestellt werden, dass bereits über zehn Prozent der Kinder an Übergewicht leiden.

Die Wirbelsäule und die Gelenke sind in diesem Alter nicht sehr belastbar und die Muskulatur noch kaum entwickelt. Das zentrale Nervensystem ist bei Kindern im Alter von sieben bis zehn Jahren schon zu 90 Prozent entwickelt.

Der Eintritt in die Schule bedeutet für die motorische Ontogenese der Kinder eine große Veränderung. Obwohl Schülerinnen und Schüler nun viel Zeit mit dem Lernen und schulischen Vorhaben verbringen, steht den Kindern ein zielgerichteter Sportunterricht in der Schule zur Verfügung. Zudem sind viele Schülerinnen und Schüler außerhalb der Schule sportlich in Vereinen tätig (Meinel & Schnabel, 2018, S. 284f).

„Motorische Entwicklung wird als ein lebenslanger Prozess gesehen, der im Sinne einer Gewinn-Verlust-Dynamik die Veränderungen der individuellen Voraussetzungen beschreibt, die bestimmten Orten des zeitlichen Kontinuums zuzuordnen sind“ (Hossner, Müller & Voelcker-Rehage, 2013, S. 255).

### **Die Entwicklung motorischer Fähigkeiten**

Die motorische Entwicklung wird von Güllich und Krüger (2013, S. 257f) in vier Dimensionen eingeteilt. Die Autoren teilen sie in Handkraft, Feinkoordination, Sprungkraft und Gleichgewicht ein. Kinder weisen einen großen und schnellen Anstieg von motorischen Leistungen auf. In diesem Alter wirken sich die Reifung des Zentralen Nervensystems und das Wachstum ebenfalls auf die motorischen Leistungen aus.

Im Jugendalter spielt die Veränderung des Körpers in Bezug auf die motorischen Fähigkeiten ebenfalls eine große Rolle. Bei Bewegungen, bei denen die Körperproportionen eine Rolle spielen, ist teilweise ein Leistungsrückgang erkennbar. Bei Bewegungen, die keine bestimmten Körperproportionen als Voraussetzung benötigen, kann eine Steigerung der Leistung beobachtet werden.

Im jungen Erwachsenenalter ist in allen Dimensionen der motorischen Fähigkeiten ein Höhepunkt festzustellen. Nach diesem Höhepunkt erfolgt allmählich ein Rückgang der motorischen Leistungen. Die Schnelligkeit des Rückgangs der Leistungen ist durch den Alltagsgebrauch der diversen Bewegungen beeinflussbar. Generell schreitet der Abbau der Leistungen von feinmotorischen Bewegungen langsamer und später voran, als von grobmotorischen Leistungen.

Die Leistungen im motorischen Bereich hängen ebenfalls stark mit Vorgängen im Gehirn zusammen. Im hohen Alter verlangsamen sich die Verschaltungen zwischen den Synapsen, was zu einer schlechteren motorischen Leistung führt.

### **Die Entwicklung motorischer Fertigkeiten**

Die Entwicklung motorischer Fertigkeiten, also gewissen koordinativen Leistungen wie Springen, Laufen, Werfen oder Fangen, lassen sich im Kleinkind- und Kindesalter anhand von qualitativen Beobachtungen beschreiben.

Im Kleinkindalter werden die Entwicklungen in unterschiedliche Phasen eingeteilt. Es gibt die Phase der reflexgesteuerten Bewegungen (vor

Geburt bis zirka halbes Jahr), gefolgt von der Phase der rudimentären Bewegungen, welche motorische Meilensteine beinhalten (Geburt bis etwa zwei Jahren). Dann kommt eine Phase elementarer Bewegungen, welche bis zum Schulanfang anhält. Gleichzeitig und aufbauend auf diese Phase folgt die Phase des Erwerbs typischer Bewegungskompetenzen. Darüber hinaus können im Erwachsenenalter zusätzliche Bewegungen erlernt und gefestigt werden.

Ein Säugling weist spontane Bewegungen und kindliche Reflexe auf. Bei den spontanen Bewegungen werden Gliedmaßen unbeholfen und ohne direktes Ziel beziehungsweise ohne Absicht bewegt. Bereits bei der Geburt beherrscht ein Kind einige Reflexe. Einige dieser Reflexe verschwinden aber mit dem Alter wieder. Reflexe wirken sich als intuitive Bewegungen auf ein Ergebnis eines Impulses aus. Manche dieser Reflexe verbleiben ein ganzes Leben lang, wie zum Beispiel der Lidschlussreflex. Andere Reflexe kommen nur im Säuglingsalter vor, wie etwa der Greifreflex.

Es wird zwischen den primitiven Reflexen (Saug-Schluckreflex), posturalen Reflexen (Haltungs- und Stellreflex) und Fortbewegungsreflexe (Schreitreflex) unterschieden.

Bereits nach wenigen Lebensmonaten entwickelt ein Kind wichtige Bewegungsfertigkeiten, sogenannte motorische Meilensteine, welche künftig zum Greifen, zum Halten des Gleichgewichts sowie zur Fortbewegung dienen.

Am häufigsten zählen folgende Bewegungen zu den motorischen Meilensteinen: Bewegungen von Armen und Kopf, Sitzen, Drehungen des Körpers, Greifen und Geben, Bewegungen der Finger, Stehen, Gehen und Hüpfen.

Während der Entwicklung ist jeder einzelne Meilenstein von Bedeutung, denn um gehen zu können, muss ein Kind fähig sein, zu stehen; um stehen zu können, muss ein Kind wiederum in der Lage sein, seinen Oberkörper gerade zu halten; dabei muss ein Kind fähig sein, seinen Kopf zu halten.

Diese Meilensteine werden zu verschiedenen Zeitpunkten erreicht, erfolgen aber relativ kontinuierlich. Es besteht die Annahme, dass sich die einzelnen Bewegungsfertigkeiten bis zu einer gewissen Zeit entfalten müssen oder aber auch gewisse physiologische Grundlagen bestehen müssen, um einen Meilenstein erreichen zu können. Ein Kind braucht zum Beispiel genug Kraft im Bereich der Nacken- und Schultermuskulatur, um den Kopf am Bauch liegend zu heben.

Werden auf diese Meilensteine aufbauende Fertigkeiten, wie das Gehen, Fangen und Werfen betrachtet, so kann festgestellt werden, dass die Entwicklung dieser grundlegenden Fertigkeiten weitgehend durch die Umwelt, sowie durch vielseitiges Training beeinflusst werden kann. Aus diesem Grund können bedeutende interindividuelle Differenzen in der Entwicklung entstehen. Zum Beispiel werden im späteren Jugendalter beim Werfen große Differenzen zwischen Jungen und Mädchen festgestellt, obwohl im früheren Jugendalter die Werte beider Geschlechter noch näher zusammenliegen (Hossner, Müller & Voelcker-Rehage, 2013, S. 259f).

Diese Differenzen zwischen Jungen und Mädchen werden durch die seit 2003 in Deutschland durchgeführte Motorik-Modul-Studie (MoMo-Studie), welche im Kapitel 4.3 genau beschrieben wird, deutlich.

### **Die Entwicklung des Gehens**

Gehen zählt zu den fundamentalen Fertigkeiten und wird über die gesamte Lebenszeit genutzt. Bis zu einem Alter von ungefähr fünf Jahren entwickelt und verbessert sich der Rhythmus und die Koordination des Gehens. Die Schrittlänge verändert sich mit dem Wachsen des Körpers und mit der Steigerung der Bewegungsweite der Fuß-, Knie- und Hüftgelenke. Grundsätzlich bleiben die individuellen Bewegungen des Gehens bei Personen gleich, allerdings können sich bei Änderungen des Körpers oder der Umgebung auch die Elemente des Gehens verändern. Dies kann sich durch Veränderung der Schrittlänge, durch Veränderung der

Zehenstellung oder auch durch Veränderung der Geschwindigkeit äußern. Treten Veränderungen des Gangmusters auf, so lassen sich solche Veränderungen oftmals auf das Alter, Übungen, Krankheiten oder Übergewicht zurückführen (Hossner, Müller und Voelcker-Rehage, 2013, S. 260).

### **Die Entwicklung des Greifens**

Da es Kleinkindern in den ersten Monaten ihres Lebens nicht möglich ist, die Finger einzeln zu verwenden, müssen sie alle Finger gemeinsam zum Greifen nutzen, also machen sie einen Faustgriff. Im Alter von ungefähr neun bis elf Monaten beginnen die Kinder dann, Dinge im Pinzettengriff, also zwischen Daumen und einem weiteren Finger, zu erfassen. Hierbei müssen sie schon in der Lage sein, die Finger einzeln voneinander bewegen zu können. Abhängig von der Größe oder der Form der zu greifenden Objekte unterscheiden sich die Bewegungen beim Greifen. Es besteht die Annahme, dass sich ein verwendeter Griff, also Faustgriff oder Pinzettengriff, den persönlichen, körperlichen Bedingungen sowie der Beschaffenheit des Greifobjekts anpasst. Visuelle Informationen über die Beschaffenheit (Form, Größe, Gewicht) sind wichtig, um den Griff vorbereiten zu können. Diese Fähigkeit, visuelle Informationen zu sammeln, entwickelt sich bereits im Kindesalter. Im frühen Säuglingsalter werden diese Informationen jedoch noch nicht genutzt. Im Alter zwischen vier und neun Monaten werden visuelle Informationen vermehrt zum Greifen verwendet und Korrekturen während der Greifbewegung durchgeführt. Mit ungefähr sieben Monaten wird von visuell erleichtertem Greifen gesprochen, welches nur mehr gering von visuellen Informationen gesteuert wird. Das bedeutet, dass die Greifbewegungen mit höherer Geschwindigkeit durchgeführt werden und nur mehr die Informationen über den Standort des Gegenstandes benötigt werden. Ab diesem Zeitpunkt ist es einem Kleinkind schon möglich, nach etwas zu greifen, ohne dabei seine eigene Hand zu sehen. Im Alter von ungefähr einem Jahr passt ein Kind seine Hände der Form des Greifobjekts an.

Zwischen dem fünften und dem neunten Lebensjahr wird von einer sogenannten Reorganisation der Greifbewegungen gesprochen. Dabei erfolgt zunächst eine Entwicklung von einer vorwiegenden Feedforward-Kontrolle zur Feedback-Kontrolle und schlussendlich kommt es zu einer Verbindung zwischen Feedforward- und Feedback-stützender Kontrolle. Diese Feedforward- und Feedback-basierende Kontrolle ermöglicht ungefähr ab dem neunten Lebensjahr schnelle und genaue Bewegungen. Binnen der ganzen Zeit des Wachstums müssen die Greifbewegungen stets angepasst werden, da sich in dieser Zeit die Handgröße sowie die Armlänge verändert.

Im hohen Alter werden die Greifbewegungen wieder langsamer ausgeführt. Es kann auch beobachtet werden, dass die Griffkraft nachlässt, mehr Korrekturen in der Greifbewegung stattfinden und auch die Koordination wird weniger. Die Feedforward- sowie Feedback-basierende Kontrolle wird weniger und vermehrt tritt das visuelle Feedback wieder in Kraft. Grund dafür sind einerseits Veränderungen im primären Bereich der Nerven-, Muskel- und Skelettsystems, andererseits auch in sekundären Vorgehensweisen zur Regulierung dieser Defizite (Hossner, Müller & Voelcker-Rehage, 2013, S. 260f).

### **Die Entwicklung des Werfens**

Grundsätzlich ist die fundamentale Fertigkeit des Werfens am Ende der Schulzeit ganz ausgeprägt. Zur Erklärung der Wurfentwicklung wurde von Robertson ein Komponentenansatz, welcher quer- und längsschnittliche Daten enthält, erarbeitet. Bei diesem Ansatz wird davon ausgegangen, dass die einzelnen Entwicklungsstufen nicht vom Alter abhängig sind. Umso mehr wird davon ausgegangen, dass die Veränderungen bedingt durch die Entwicklung, interindividuell unterschiedlich, in unterschiedlichen Körperteilen und Verbindungsstellen, sowie zu den verschiedensten Zeitpunkten ablaufen.

Der Rumpf, die Ober- und Unterarme sowie die Füße sind die Teile des Körpers, welche sich wesentlich an der Wurfbewegung beteiligen und

sich jeweils in Entwicklungsstufen einteilen lassen. Während in der ersten Stufe bei den Rumpfbewegungen noch keine Aktionen im Bereich des Rumpfes stattfinden, kommt es in der zweiten Stufe schon zu Bewegungen im oberen Rumpfbereich. In der letzten Stufe der Rumpfkationen wird von differenzierten Rotationen gesprochen.

Innerhalb des Vorschwinges wird bei der Oberarmbewegung zunächst der Oberarm schräg über der Schulter oder darunter festgehalten und im nächsten Schritt wird vom Oberarm ein rechter Winkel zu der Schulter fixiert. Zuletzt bleibt der Oberarm hinter der Schulter. Während des Vorschwingens des Unterarmes bleibt im ersten Schritt der Unterarm nicht zurück und in der zweiten Stufe ist der Unterarm bereits hinter der Schulter. In der dritten Stufe bleibt der Unterarm verzögert zurück. Der Fuß wird im ersten Schritt überhaupt nicht bewegt.

Zunächst findet eine gleichseitige Fußbewegung statt und im dritten Schritt eine gegenseitige Fußbewegung. In der letzten Stufe kommt es zu einem langen, gegenseitigen Schritt.

Wie sich die Wurfbewegung im Erwachsenenalter entwickelt, ist noch eher unbekannt. Prinzipiell wird aber vermutet, dass besonders männliche Erwachsene eine fundierte Wurftechnik sowie die beste Stufe der Wurfentwicklung erreichen. Durch Training kann dies beeinflusst werden. Obwohl sich mit dem Alter die Wurfbewegung kaum verändert, wird die Geschwindigkeit der Bewegung und der Wurfradius weniger (Hossner, Müller & Voelcker-Rehage, 2013, S. 261).

### **Die Entwicklung des Fangens**

Ähnlich wie beim Werfen gibt es auch für das beidhändige Fangen ein Komponentenmodell, welches aus den folgenden vier Elementen besteht:

- Armkomponente in der Fangvorbereitung
- Armkomponente innerhalb des Fanges
- Handkomponente
- Körperkomponente



Auch hier gibt es keine konkreten Informationen, dass die jeweiligen Komponenten vom Alter abhängig sind. Normalerweise ist die Fangbewegung bis zu einem Alter von ungefähr 14 Jahre ausgereift. Folge dessen wird davon ausgegangen, dass Personen, die älter als 14 Jahre sind, sowohl das beidhändige, als auch das einhändige Fangen in seiner voll entwickelten Form ausführen können. Es wird davon ausgegangen, dass im entsprechenden Alter neurophysiologische Veränderungen, sowie Änderungen des Sehvermögens und der kinästhetischen Wahrnehmung die Reaktionsfähigkeit negativ beeinflussen. Das Fangen kann ebenso wie das Werfen durch Übung beeinflusst werden, weshalb interindividuelle Unterschiede in den Leistungen sowie Unterschiede zwischen Mann und Frau nicht ausgeschlossen werden können (Hossner, Müller & Voelcker-Rehage, 2013, S. 261).

### **Die Entwicklung und das Lernen als interaktiver Prozess**

Wird Bewegungslernen in Bezug auf Entwicklung betrachtet, ist es von wesentlicher Bedeutung, zwischen *absoluter Leistung* und dem *Lernzuwachs* zu unterscheiden.

Auf Basis der verschiedenen motorischen Grundlagen und des unterschiedlichen Ablaufes im Wachstum und der Reifung lassen sich im jüngeren Kindheitsalter oftmals weniger absolute Leistungen feststellen, als im älteren Kindheitsalter. Im Erwachsenenalter ist es demnach umgekehrt, was bedeutet, dass bei alten Erwachsenen öfter eingeschränkte Leistungen festzustellen sind, als bei jungen Erwachsenen.

Dies bedeutet aber nicht automatisch, dass junge Kinder und alte Menschen nicht fähig sind, etwas zu lernen. Die besonderen Fähigkeiten des Gehirns bieten die Möglichkeit, immer zu lernen. Aus diesem Grund ist lernen nicht vom Alter abhängig, sondern von den psychologischen Veränderungen. Diese beeinflussen je nach Alter die Lerngeschwindigkeit sowie das Ausgangsniveau und den Lernfortschritt.

Damit umfassende Bewegungen erlernt werden können, müssen in der frühen Kindheit motorische, sensorische und kognitive Bedingungen

entwickelt werden. Simple Bewegungen werden im Kindesalter oftmals leichter erlernt, als im jugendlichen Alter oder im Erwachsenenalter, da kaum Vorerfahrungen notwendig sind.

Bei aufwändigen Bewegungsabläufen von Heranwachsenden nimmt üblicherweise auch der Lernfortschritt zu.

Im Erwachsenenalter ist es bekanntermaßen so, dass kognitive, motorische und sensorische Leistungen im Alter eher abbauen. Nun ist aber auch klar, dass das ältere Gehirn, genauso wie das erwachsene Gehirn größtenteils plastisch, also formbar, bleibt. Ältere Erwachsene können demnach fast genauso effektiv trainiert werden, wie junge Menschen.

Für ältere Menschen sind die Anforderungen einer Bewegungsaufgabe fast genauso bedeutsam für einen Lernfortschritt wie im Kindes- und Jugendalter.

Das Erlernen feinmotorischer Aufgaben unterscheidet sich im Ergebnis vom Erlernen grobmotorischer Aufgaben. Studien zufolge gibt es einen größeren Lernfortschritt bei der Durchführung feinmotorischer Aufgaben bei jungen Menschen, als bei älteren Menschen, die Ergebnisse bei der Durchführung von grobmotorischen Aufgaben bleiben heterogen.

Bei weniger schwierigen Aufgaben ist der Leistungsfortschritt von älteren Menschen durch motorische Übungen meistens dem Fortschritt von jungen Menschen gleichgesetzt. Bei komplexen Aufgaben gibt es deutliche Unterschiede.

Das heißt, dass Unterschiede, welche durch das Alter bedingt sind, größer werden, wenn höherer kognitiver und/oder motorischer Einsatz von Nöten ist.

Sowohl in Versuchen mit Tieren als auch mit Kindern konnte bereits festgestellt werden, dass sich Bewegung positiv auf die Entwicklung der Wahrnehmung sowie auf die schulischen Leistungen auswirkt.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass motorische Entwicklungen lebenslange Prozesse sind, welche auch die motorische Kompetenz betreffen. Diese basieren zum einen auf den Lernfortschritten und zum anderen auf der Reifung und dem Wachstum.

Aus der Betrachtungsweise der Sportmotorik ist für die Entwicklung motorischer Fähigkeiten, wie Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit und Koordination, die Reife von sensorischen, motorischen und zentralnervösen Prozessen sowie das körperliche Wachstum von besonderer Bedeutung. Diese motorischen Fähigkeiten haben eine wesentliche Einwirkung auf die Ausführung von Gehen, Laufen, Fangen und Werfen. Die hohen kognitiven Eigenschaften, welche in wechselseitiger Beziehung zu den motorischen Fähigkeiten stehen, dürfen dabei nicht außer Acht gelassen werden (Hossner, Müller & Voelcker-Rehage, 2013, S. 261 - 263).

## 4.2 Motorische Entwicklungsstörungen

Entwicklungsstörungen im Bereich der Motorik treten im Vergleich zu den Entwicklungsstörungen in anderen Bereichen der menschlichen Persönlichkeit eher oft auf.

Dabei wird zwischen den *organisch*, *psychisch* und *sozial* bedingten Störungen unterschieden, welche im folgenden Absatz in derselben Reihenfolge noch einmal unterteilt und die jeweiligen Störungen und deren Folgen näher erklärt werden.

- Eine spastische Lähmung zählt zu den organisch bedingten Störungen und wird in Folge einer Schädigung der Großhirnrinde und den damit verknüpften Nervensträngen herbeigeführt. Sie äußert sich in einer Lähmung der Gliedmaßen oder einer Körperhälfte, geht mehrfach einher mit Koordinationsstörungen und ist oft mit einer Minderung der Intelligenz verbunden. Eine weitere organisch bedingte Störung ist die Poliomyelitis, besser bekannt als Kinderlähmung. Diese Lähmung kann infolge einer Infektion des Gehirns oder der Hirnhäute auftreten. Neben der Beeinträchtigung der Körpermuskeln und somit der Bewegung können auch die Atemmuskeln davon betroffen sein. Epilepsie zählt auch zu den am häufigsten vorkommenden Störungen, die organisch bedingt sind. Epilepsie tritt oft in Form von Krampfanfällen mit Bewusstseinsverlust, Zuckungen oder schäumendem

Mund auf. Des Weiteren kann sich Epilepsie auch in kurzer, geistiger Abwesenheit mit verhärtetem Gesichtsausdruck und unklarem Blick äußern.

- Von psychisch bedingten Störungen wird gesprochen, wenn das Gesicht oder der gesamte Körper zuckt, aber auch, wenn es zu Lähmungen oder Anfällen kommt. Zudem kann sich diese Art der Störung auch durch unruhige Bewegungen äußern. Dazu zählen Aktivitäts- und Aufmerksamkeitsstörungen oder das hyperkinetische Syndrom. Folge davon sind psychomotorische Unruhe, leichte Ablenkbarkeit, Konzentrationsschwierigkeiten und impulsives Verhalten.
- Eine der bedeutendsten Ursachen für motorische Entwicklungsstörungen, welche sozial bedingt sind, ist der steigende Bewegungsmangel. Dieser entsteht vor allem dadurch, dass Kinder vermehrt im Haus oder in der Wohnung spielen, da es dort viel ungefährlicher ist. Außerdem steigt auch der wachsende Medienkonsum, welcher die Bewegungszeit negativ beeinflusst.

Untersuchungen haben festgestellt, dass die durch soziale Umstände bedingte Störungen der motorischen Entwicklung deutlich zugenommen haben und sich folgendermaßen äußern:

- Körpermuskulatur ist nicht ausreichend entwickelt
- Kreislaufbeschwerden
- Schädigung in der Haltung
- motorische Entwicklungen verzögern sich
- gesamte körperliche Leistung lässt nach (Altenthan et al. 2008, S. 252f).

Altenthan et al. (2008, S. 252) betonen, „[e]ine Störung im Bereich der Motorik bedeutet immer auch eine Beeinträchtigung anderer Persönlichkeitsmerkmale, da sich aus der Wechselwirkung Folgestörungen in den kognitiven, psychischen, emotionalen und sozialen Entwicklungen ergeben“.

### 4.3 Die Motorik-Modul Studie

Die Motorik-Modul-Studie (MoMo-Studie) wird in Deutschland seit 2003 unter der Leitung von Prof. Dr. Alexander Woll in Zusammenarbeit mit dem Institut für Sport und Sportwissenschaft des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), dem Institut für Bewegungserziehung und Sport der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe (seit 2011), dem Robert Koch-Institut Berlin, dem Fachbereich Sportwissenschaft der Universität Konstanz (2009 bis 2014) und der Abteilung Sport und Bewegung der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd (2009 bis 2011) durchgeführt.

Der Projektträger der Studie ist das Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Das MoMo ist ein Teil einer deutschlandweiten Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen. Das Ziel dieses Moduls ist eine umfangreiche Erkenntnis motorischer Leistungsfähigkeiten sowie der physischen Aktivität von vier bis 23 Jahre alten Probandinnen und Probanden. Die Motorik-Modul-Studie wird in mehreren Erhebungswellen durchgeführt. Die Basiserhebung erfolgte in den Jahren 2003 bis 2006, die erste Welle wurde in den Jahren 2009 bis 2012, die zweite Welle in den Jahren 2014 bis 2017 und die dritte Welle 2018 bis 2021 durchgeführt (Karlsruher Institut für Technologie, 2020).

Die Studie beinhaltet folgende Aufgaben:

- Regelmäßige Berichterstattung zur motorischen Leistungsfähigkeit und körperlich-sportlichen Aktivität von Kindern und Jugendlichen,
- Längsschnittliche Verfolgung und Beurteilung von Entwicklungsverläufen,
- Analyse von Zusammenhängen zwischen körperlich-sportlicher Aktivität, motorischer Leistungsfähigkeit und Gesundheit,
- Weiterentwicklung einer Datenbank mit Vergleichsdaten zum Aktivitätsverhalten und Normdaten für einzelne motorische Tests von Kindern und Jugendlichen,

- Umsetzung in die Praxis: Entwicklung und Implementierung von Fördermaßnahmen z.B. im Kindergarten, in der Schule oder im Sportverein (Karlsruher Institut für Technologie, 2020, S.1).

Das wesentliche Ziel der MoMo-Studie ist es, eine altersentsprechende Tendenz der motorischen Leistungsfähigkeit und der physischen Aktivität, sowie die Umweltfaktoren innerhalb Deutschlands darzustellen und somit Verbesserungsmöglichkeiten entwickeln zu können.

Die konkreten Ziele dieser Studie sind es, intrinsische und extrinsische Faktoren im Zusammenhang mit Aktivität und Leistungsfähigkeit zu analysieren. Ein weiteres Ziel ist die Erforschung der Auswirkung von physischer Aktivität und Inaktivität auf das motorische Leistungspotenzial. Den aktuellen Ist-Stand zu untersuchen und durch diese gewonnenen Erkenntnisse die spätere Aktivität und Leistungsfähigkeit prognostizieren zu können, ist ebenfalls ein Ziel. Das Zusammenspiel von physischer Aktivität oder Inaktivität, persönlichen und gesellschaftlichen Risiko- und Schutzaspekten mit der geistigen und physischen Gesundheit wird untersucht. Aktuelle und künftige Tendenzen in Bezug auf die physische Aktivität und motorischen Leistungsfähigkeit werden dargestellt (Karlsruher Institut für Technologie, 2020).

An der Basiserhebung, die von 2003 bis 2008 durchgeführt wurde, nahmen 4528 Probandinnen und Probanden teil. Diese befanden sich im Alter von vier bis 17 Jahren. Die erste Welle wurde von 2009 bis 2014 ausgeführt. Dafür wurden 5106 Probandinnen und Probanden untersucht, davon nahmen 2807 Probandinnen und Probanden bereits an der Basiserhebung teil. Anschließend wurden für die zweite Welle 6233 Teilnehmerinnen und Teilnehmer getestet. Die zweite Welle endete im Jahr 2017.

Seit 2018 werden Daten für die dritte Welle erhoben (Karlsruher Institut für Technologie, 2020).

Die Durchführung der Motorik-Studie setzt sich aus der Vermessung des Körpers, der Erarbeitung eines Fragebogens bezüglich des sportlichen Verhaltens, sowie einer sportmotorischen Testung und einem Gesundheitscheck zusammen.

Anschließend erhalten alle Probandinnen und Probanden ab sechs Jahren einen Beschleunigungssensor (Akzelerometer). Damit soll über eine Woche lang das Ausmaß an sportlicher Aktivität beobachtet werden (Karlsruher Institut für Technologie, 2021).

Bei der Anthropometrischen Untersuchung werden das Gewicht, die Körpergröße und der Taillen- und Hüftumfang gemessen und die Körperzusammensetzung mittels Bioimpedanzanalyse (BIA) ermittelt (Karlsruher Institut für Technologie, 2021).

Die Motoriktests bestehen aus dem Reaktionstest (Teilnehmerinnen und Teilnehmer müssen so schnell wie möglich auf das Wechseln der Farbe einer Ampel reagieren), dem Nachfahren von Linien (dadurch wird die Auge-Hand-Koordination gemessen), dem Einstecken von Stiften (dadurch wird ebenfalls die Auge-Hand-Koordination gemessen), dem Einbeinstand, rückwärts balancieren, der Rumpfbeuge, dem seitlichen Hin- und Herspringen und dem Standweitsprung. Bei Teilnehmerinnen und Teilnehmer ab sechs Jahren werden zusätzlich noch Liegestütz, Sit-ups und ein Fahrrad-Ausdauerstest durchgeführt (Karlsruher Institut für Technologie, 2021).

Ein Aktivitätsfragebogen dient zum Erkenntnisgewinn der allgemeinen physischen Aktivität der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Ab dem Alter von sechs Jahren erfasst der Akzelerometer zusätzliche Daten über die körperliche Aktivität einer Woche (Karlsruher Institut für Technologie, 2021).

Als Abschluss der Motorik-Modul-Studie erfolgt ein Gesundheitsinterview. Dies dient dazu, die zuvor gewonnenen Daten in Verbindung mit Gesundheit zu setzen.

Alle Fragen, die während der MoMo-Studie gestellt werden, sind immer freiwillig zu beantworten (Karlsruher Institut für Technologie, 2021).

Folgend werden einige Ergebnisse der MoMo-Studie erläutert und dargestellt.

Die nachstehenden Resultate beziehen sich auf den Vergleich zwischen der Basiserhebung, welche von 2003 bis 2006 stattfand, und der MoMo-Welle 1 der Jahre 2009 bis 2012.

Schmidt (2017, S. 1) bezieht sich auf die sportlichen Aktivitäten von Kindern und Jugendlichen im Alter von vier bis 17 Jahren.

Der Autor beschreibt, dass organisierte sportliche Aktivitäten in Schulen und Vereinen im Vergleich zur Basiserhebung zum Zeitpunkt der ersten Welle um 8% zunahm. Im Gegensatz dazu nahmen unorganisierte sportliche Aktivitäten um 7% ab.

Albrecht (2017, S. 1) beschäftigt sich mit den körperlich-sportlichen Aktivitäten in Sportvereinen. Dabei kommt die Autorin zu dem Ergebnis, dass insbesondere die konditionellen Fähigkeiten bei Kindern und Jugendlichen, die regelmäßig einen Sportverein besuchen, verglichen mit Kindern und Jugendlichen, welche keinen Sportverein besuchen, besser sind.

Die Verfasserin Hanssen-Doose (2017, S. 1) schreibt in ihrer Auswertung, dass die motorischen Leistungsfähigkeiten zwischen den Jahren 1975 und 2016 merkbar gesunken sind. Bei ihrer Untersuchung konnte herausgefunden werden, dass aufgrund diverser Angebote im sportlichen Bereich kein Abwärtstrend der motorischen Fähigkeiten erkennbar



ist. Bei Kindern im Alter von sechs bis 10 Jahren konnte ein positiver Trend beobachtet werden.

Durch die MoMo-Studie konnte herausgefunden werden, dass in Sport Arbeitsgemeinschaften Kinder aus niederen sozialen Schichten gegenüber Kindern aus höheren sozialen Schichten keinen merkbaren Nachteil haben. Dies lässt sich in Deutschland auf die Erweiterung der Ganztagschulen zurückführen (Schmidt, 2017, S.1).

Die folgenden Ergebnisse beziehen sich auf den Zeitraum von der ersten Datenerhebung (2003 bis 2006) bis zur zweiten Welle (2014 bis 2017).

Niessner und Hanssen-Doose (2020, S. 1f) untersuchen Ergebnisse zur Kraftfähigkeit von Kindern und Jugendlichen über 12 Jahren. Dabei kamen die Autorinnen zu dem Ergebnis, dass zwischen der Basiserhebung und der ersten Welle die Aufgabe „Liegestütze“ erfolgreicher durchgeführt wurde. Bei der Aufgabe „Standweitsprung“ konnten im untersuchten Zeitraum keine deutlichen Veränderungen erzielt werden. Zwischen der ersten Welle und der zweiten Welle wurden keine großen Unterschiede erkannt. Dies gilt sowohl für Probandinnen als auch für Probanden.

Im Bereich der Koordinationsfähigkeit sind die Ergebnisse ähnlich wie bei der Kraftfähigkeit. Zwischen der Basiserhebung und der ersten Welle konnte eine deutliche Verbesserung bei allen Aufgaben erkannt werden. Beim Vergleich zwischen der ersten Welle und der zweiten Welle wurden annähernd die gleichen Ergebnisse erzielt. Dieser Trend ist bei Probandinnen und Probanden zu erkennen (Niessner & Hanssen-Doose, 2020, S. 1f).

Schmidt (2020, S. 1) stellt die Umgebung, in der Kinder und Jugendliche Sport treiben, der Basiserhebung mit der zweiten Welle gegenüber. Der Autor konnte herausfinden, dass die Häufigkeit des unorganisierten

Sports abnahm, während die Häufigkeit des organisierten Sports zunahm. Insgesamt blieb die Häufigkeit der sportlichen Betätigung nahezu gleich.

Schmidt (2020, S. 1) vergleicht die gesamte Minutenzeit, in der sich Kinder und Jugendliche im Sportverein sportlich betätigen. Bei den Kindern und Jugendlichen im Alter von sechs bis zehn Jahren und elf bis 13 Jahren konnte eine deutliche Steigerung der Gesamtminuten erkannt werden.

Im Alter von vier bis fünf Jahren und 14 bis 17 Jahren sind die Ergebnisse bei beiden Erhebungen ungefähr gleich.

Der Verfasser konnte feststellen, dass die organisierte sportliche Betätigung im alltäglichen Leben von Kindern und Jugendlichen eine wichtige Rolle einnimmt. Diese Zielgruppe ist mehr interessiert an der Mitgliedschaft eines Sportvereins, als an einer Mitgliedschaft in diversen anderen Organisationen für Kinder und Jugendliche. Positiv wirkt sich auch das erweiterte sportliche Angebot an den Schulen aus, wie zum Beispiel unterschiedliche Sport-AGs. Verglichen mit der Basiserhebung konnte beobachtet werden, dass sich die Mitwirkung im Sportunterricht an Schulen kaum verändert hat, während es für alle untersuchten Altersgruppen (sechs bis zehn Jahre, elf bis 13 Jahre und 14 bis 17 Jahre) einen deutlichen Anstieg an gesamten Minuten in den angebotenen Sport-AGs gibt (Schmidt, 2020, S. 1f).

Während das Interesse am organisierten Sport in Sportvereinen oder Sport-AGs für Kinder und Jugendliche zunimmt, stellt Schmidt (2020, S. 1) fest, dass die Gesamtminuten in einer Woche für nicht organisierte sportliche Betätigungen und Spielen im Freien sichtbar weniger werden.

Folgende Resultate der Befragungen beziehen sich auf die Zeit vor und während des ersten Corona-Lockdowns (April bis Mai 2020).

Niessner (2021, S. 1) befragte in ihrer Untersuchung 1.700 Mädchen und Buben im Alter zwischen vier und 17 Jahren, welche bereits an der Motorik-Modul-Studie teilgenommen haben. Es konnte festgestellt werden, dass in diesem Zeitraum der Online-Befragung die Alltagsaktivitäten gestiegen sind, während weniger Sport betrieben wird. Dies kann auf die Schließung der Sportvereine zurückgeführt werden. Die Zeit vor einem Bildschirm steigt in diesem Zeitraum.

Schmidt (2021, S. 1) konnte in einer Onlinebefragung feststellen, dass es einen Rückgang sportlicher Aktivitäten gibt und der Medienkonsum in allen sozialen Schichten sehr steigt. Stark benachteiligt sind Kinder und Jugendliche, die während des Lockdowns keine Möglichkeit zum Spielen und Bewegen im Freien haben.

Durch dieses Kapitel wird ersichtlich, dass sich ein Mensch im Laufe seines Lebens motorisch ständig weiterentwickelt. Während in den ersten Lebensjahren bis ins junge Erwachsenenalter große Entwicklungsschritte gemacht werden, nehmen die motorischen Fähigkeiten und Fertigkeiten danach stetig ab. Dem kann entgegengewirkt werden, indem von Anfang an bis ins hohe Erwachsenenalter vielseitige Bewegungen regelmäßig ausgeführt werden.

## **5. Empirischer Teil**

In diesem Teil der Arbeit wird zunächst eine Forschungsfrage und eine zugehörige Hypothese formuliert. Da zur Beantwortung der Forschungsfrage die quantitative Forschungsmethode gewählt wurde, wird diese Methode genau beschrieben.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Motoriktest und ein Konzentrationstest durchgeführt. Dazu werden die Vorarbeit und die räumlichen, zeitlichen und personalen Rahmenbedingungen erläutert.

Im Anschluss werden die beiden durchgeführten Tests allgemein erklärt, die Ergebnisse der Durchführung dargestellt, diskutiert und interpretiert.

### **5.1 Forschungsfrage und Hypothese**

Durch die Erkenntnisse, welche sich aus dem theoretischen Teil ableiten lassen, geht hervor, dass Bewegung in vielen Bereichen positive Auswirkungen haben kann.

Dadurch und aufgrund einer intensiven Auseinandersetzung mit unterschiedlicher Literatur ergibt sich folgende Forschungsfrage: Welche Auswirkungen hat die Förderung ausgewählter motorischer Grundfertigkeiten auf die Lerndisposition von Kindern im Grundschulalter?

Aufgrund unseres angeeigneten Wissens lässt sich Folgendes annehmen:

Die Schulung ausgewählter motorischer Basisfertigkeiten wirkt sich positiv auf die Lerndisposition von Kindern aus.

### **5.2 Empirische Erhebungen**

Um die Forschungsfrage beantworten zu können, wurde die quantitative Forschungsmethode gewählt.

Hypothesen sind Annahmen oder Vermutungen, die durch eine nachfolgende empirische Untersuchung bestätigt oder widerlegt werden.

Eine Hypothese besteht aus mindestens zwei Variablen, welche zumindest die Ursache und die vermutete Wirkung beinhalten.

Es gibt verschiedene Arten von Hypothesen, welche nachfolgend erläutert werden.

Von deterministischen Hypothesen wird gesprochen, wenn die aufgestellte Hypothese einer geltenden Norm entspricht. Beispielsweise kann von deterministischer Hypothese gesprochen werden, wenn ein Gegenstand auf der Erde fallen gelassen wird und dieser mit Sicherheit hinunterfällt.

Die probabilistische Hypothese unterscheidet sich von der deterministischen Hypothese in der Wahrscheinlichkeit, in der ein Fall eintritt.

Je gebildeter eine Person ist, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit für ein größeres Einkommen. Dies stellt somit ein Beispiel für die probabilistische Hypothese dar.

„Je höher die Bildung einer Person, desto größer ist das Einkommen“ ist ein Beispiel für Je-desto-Hypothesen.

Eine weitere Art von Hypothesen ist die Wenn-dann-Hypothese. Ein Beispiel dafür ist: „Wenn ein Kind zielgerichtet in einem Schulfach gefördert wird, dann steigt das Leistungsniveau in diesem Bereich.“ Die in dieser Arbeit formulierte Hypothese lässt sich der Wenn-dann-Hypothese zuordnen (Raithel, 2008, S.14f).

Wesentliche Merkmale von quantitativen Forschungsansätzen sind nach Flick (2012, S. 23f):

- standardisierte Vorgehensweise
- Messbarkeit und Quantifizierung von Ereignissen
- Anzahl und Verteilung von Sachverhalten
- naturwissenschaftliche Genauigkeit
- Erstellung von Gesetzmäßigkeiten
- Neutralität und Möglichkeit der Kontrolle

Das Ziel der quantitativen Forschung ist es, ein Ergebnis zu erreichen, welches sich verallgemeinern, wiederholen und vergleichen lässt (Wichmann, 2019, S. 38).

Flick, von Kardorff und Steinke (2012, S. 22 - 25) weisen folgende Eigenschaften der qualitativen Forschung zu:

- Der Untersuchungsgegenstand wird nicht gesondert analysiert, sondern in einem bestimmten Zusammenhang erforscht.
- Die Subjektivität aller Probandinnen und Probanden sowie die der forschenden Personen wird berücksichtigt.
- Persönliche Erfahrungen und Einstellungen der Forscherinnen und Forscher haben einen wesentlichen Einfluss auf die Art der Datenerhebung und die Interpretation der Daten. Dies dient der qualitativen Forschung als aufschlussreiche Erkenntnis.
- Wesentlich für die qualitative Forschung ist es, subjektive Verknüpfungen zu verstehen.
- Damit möglichst viele verschiedene Sichtweisen gewährleistet werden können, arbeiten die Forscherinnen und Forscher in ihrer Arbeit größtenteils mit Fragestellungen, welche freie Antwortmöglichkeiten sowie offene Berichte über die Beobachtungen zulassen.

Die Ziele der qualitativen Forschung sind es, Ergebnisse zu erhalten, welche zusammenhängend und spezifisch sind und sich auf das Sinnverständnis menschlicher Subjekte richtet (Wichmann, 2019, S. 39).

Da die Forschungsfrage: „Welche Auswirkungen hat die Förderung ausgewählter motorischer Grundfertigkeiten auf die Lerndisposition von Kindern im Grundschulalter?“ auf eine allgemeine Erkenntnisgewinnung zielt, wurde zur Beantwortung der Frage die quantitative Forschungsmethode gewählt.

### 5.3 Vorarbeit

Zu Beginn setzten wir uns mit unterschiedlichen Motorik- und Konzentrationstests auseinander. Nach einiger Zeit grenzten wir unsere Auswahl auf den Motorischen Basiskompetenzen Test (MOBAK) und den Deutschen Motorik Test (DMT) ein. Schlussendlich entschieden wir uns für den MOBAK-Test, da er unserer Meinung nach kindgerechter und geeigneter für unsere Klassen erschien.

Sowohl der Aufbau als auch die Beschreibung des Tests sind gut strukturiert und verständlich gestaltet.

Die Ergebnisse lassen sich einfach in die übersichtliche Bewertungstabelle eintragen, wodurch sie eine gute Hilfestellung für eine schnelle Auswertung bietet.

Bei den Konzentrationstests fiel unsere engere Auswahl auf den Zahlenverbindungstest (ZVT) und den d2-Aufmerksamkeits-Belastungs-Test. Wir entschieden uns für den d2 Test, da der ZVT aufgrund des noch nicht erarbeiteten beziehungsweise gefestigten Zahlenraums nicht durchführbar war.

Da der d2 Test erst ab neun Jahren empfohlen wird und die Testung in ersten Klassen durchgeführt wird, in denen die Buchstaben erst erlernt werden und somit noch nicht gut genug gefestigt sind, veränderten wir die Zeichen des Tests. Dazu wird im Absatz, in dem der Test beschrieben wird, noch näher eingegangen.

Die benötigten Bewertungstabellen und der d2 Test wurden in ausreichender Anzahl ausgedruckt.

Als nächsten Schritt klärten wir unsere Direktorinnen und Kolleginnen über unser Vorhaben auf und holten uns ihr Einverständnis.

Nun stellten wir den Forschungsantrag und nach dessen Genehmigung informierten wir die Eltern schriftlich über das Forschungsvorhaben und holten auch von ihnen ihr Einverständnis.

Um einen reibungslosen Ablauf gewährleisten zu können, machten wir uns ein Bild über den Bestand der benötigten Materialien und Turngeräte in den Schulen. Außerdem bauten wir die einzelnen Stationen vorab einmal auf und probierten sie aus, um mögliche Schwierigkeiten erkennen und darauf reagieren zu können.

#### **5.4 Räumliche, zeitliche und personale Rahmenbedingungen**

Der Motoriktest wurde in den Turnhallen durchgeführt.

Alle benötigten Materialien und Turngeräte wurden im Vorhinein aufgebaut und bereitgestellt.

Der Zeitaufwand für den Motoriktest betrug pro Klasse vier Turneinheiten.

Der d2 Test fand in den Klassenräumen statt und dauerte samt Erklärung und Durchführung ungefähr 20 Minuten.

Die erste Testung fand in den Schulwochen 33 (26. April 2021 bis 30. April 2021) und 34 (3. Mai 2021 bis 7. Mai 2021) statt. Nach einer sechswöchigen Förderung von zwei Klassen fand die zweite Testung in den Schulwochen 41 (21. Juni 2021 bis 25. Juni 2021) und 42 (28. Juni 2021 bis 2. Juli 2021) statt.

An den Testungen nahmen insgesamt 70 Schülerinnen und Schüler im Alter von sechs bis acht Jahren teil, davon waren 27 weiblich und 43 männlich.

Diese 70 Schülerinnen und Schüler wurden in zwei Versuchsgruppen eingeteilt.

33 Kinder wurden in die Gruppe der geförderten Schülerinnen und Schüler eingeteilt. Davon sind 10 Kinder weiblich und 23 männlich.

37 Kinder wurden in die nicht geförderte Kontrollgruppe eingeteilt. Davon sind 17 Kinder weiblich und 20 Kinder männlich.

Die Einteilung der Gruppen erfolgte aufgrund der besseren Organisation durch die Klasseneinteilung.



Die Leitung und Durchführung der Untersuchungen oblag den Klassenlehrerinnen Anna Pfeiffer und Madlen Knauseder.

## **5.5 Beschreibung, Organisation und Durchführung**

Dieser Abschnitt beschreibt beide Testungen genau. Außerdem wird ausführlich auf die Durchführung und Auswertung eingegangen.

### **5.5.1 MOBAK**

„Sportmotorische Tests (SMTs) sind Bewegungsaufgaben, bei denen Probanden aufgefordert werden, dass im Sinne der Aufgabenstellung bestmögliche Ergebnis (maximum performance) zu erzielen“ (Roth, 2002, S. 110).

„Unter motorischer Leistung wird die Qualität motorischer Bewegungsabläufe verstanden und in messbaren Ziffern ausgedrückt“ (Güllich & Krüger, 2013, S. 212).

MOBAK gliedert sich in die motorischen Basiskompetenzen *Etwas-Bewegen* und *Sich-Bewegen*. Die Kompetenz *Etwas-Bewegen* wird wiederum in die Basisqualifikationen *Prellen*, *Dribbeln*, *Fangen* und *Werfen* unterteilt. Die Basiskompetenz *Sich-Bewegen* lässt sich in die Qualifikationen *Balancieren*, *Rollen*, *Laufen* und *Springen* aufteilen (Niederkofler & Herrmann, 2020, S. 40).

„Motorische Basiskompetenzen werden als kontextabhängige und funktionale Leistungsdispositionen gesehen, welche sich aus den situationsspezifischen Anforderungen der Sport- und Bewegungskultur entwickeln“ (Niederkofler & Herrmann, 2020, S. 39).

Ohne diese Basiskompetenzen sind motorische Bewegungen nicht bewältigbar. Zudem können sie dauerhaft erlernt werden. Der MOBAK-Test zeigt den Förderbedarf in den Bereichen der motorischen Basiskompetenzen an (Niederkofler & Herrmann, 2020, S. 40).

Da sich die Übungen des MOBAKs mit dem österreichischen Lehrplan decken, ist diese Testung eine gute Möglichkeit für Lehrpersonen, individuelle Fördermaßnahmen zu setzen. Die Durchführung dieser Fördermaßnahmen ist eine gute Ergänzung zur täglichen Bewegung von Kindern und somit essenziell zum Erlernen der motorischen Basiskompetenzen.

Der Turnunterricht in der Schule bietet für das Training genau dieser Bewegungen einen wichtigen Raum. Sind die motorischen Basiskompetenzen ausreichend gefestigt, können sich Kinder sicherer frei bewegen, wodurch als weiterer Vorteil das Verletzungsrisiko verringert wird.

Niederkofler und Hermann (2020, S. 39f) schreiben in ihrem MOBAK-Konzept über das Leistungsverhalten und die Leistungsdisposition. Leistungsverhalten, also motorische Basisqualifikationen, wie zum Beispiel Balancieren, Rollen, Laufen und Springen, sind erkennbare Bewegungen und an sich nicht entscheidend für die Ausführung motorischer Bewegungen. Entscheidend für die Darstellung motorischer Basiskompetenzen ist dagegen die Leistungsdisposition. Damit sind die benötigten Fähigkeiten zur erfolgreichen Durchführung einer bestimmten Bewegung gemeint.

Um beispielsweise einen Ball fangen zu können, sind unter anderem folgende Fähigkeiten nötig: sicherer Stand, aufrechte Haltung, Auge-Hand-Koordination, Heben der Arme und Ergreifen des Balles zum richtigen Zeitpunkt.

Wie in allen anderen Schulfächern auch, wird ebenfalls im Turnunterricht in der Volksschule der Grundstein für eine erfolgreiche und positive Beteiligung im Turnunterricht der Sekundarstufe gelegt.

Somit ist es unverzichtbar, die motorischen Basisfähigkeiten von Anfang an regelmäßig zu trainieren.

Deshalb wurden von den Entwicklern der MOBAK-Testung vier verschiedene Tests für unterschiedliche Altersgruppen entworfen. Der MOBAK KG-Test richtet sich an Kinder im Alter von vier bis sechs Jahren. Für die Kinder im Volksschulalter gibt es jeweils einen Test für die erste und zweite Klasse, sowie für die dritte und vierte Klasse. In der Sekundarstufe wurde der MOBAK 5-6 entwickelt, der für die Durchführung für Kinder im Alter von zehn bis zwölf Jahren gedacht ist. Alle Anforderungen der vier MOBAK-Testungen orientieren sich an den jeweiligen Fähigkeiten, die Kinder in den verschiedenen Altersgruppen besitzen sollen.

Der MOBAK-Test wird in zwei Kompetenzbereiche gegliedert.

Der erste Bereich, *Etwas bewegen*, wird in Werfen, Fangen, Prellen und Dribbeln eingeteilt.

Der zweite Bereich, *Sich bewegen*, unterteilt sich in Balancieren, Rollen, Springen und Laufen.

Für jede Aufgabe werden zwei Durchgänge durchgeführt, wobei maximal zwei Punkte erreicht werden können. Der beste Versuch wird gewertet.

Es können höchstens 16 Punkte erreicht werden.

Bei der Auswertung werden nicht die einzelnen Bereiche und Testungen gesondert analysiert, sondern die Gesamtpunktzahl.

Im folgenden Abschnitt werden die verschiedenen Aufgaben der durchgeführten MOBAK-Testung genau erklärt und durch Fotos veranschaulicht.

## Werfen



Abbildung 6: Werfen

Wie im Foto erkennbar, werden für diese Aufgabe eine Zielscheibe, die in 1,3 Meter Höhe angebracht oder aufgezeichnet werden muss und sechs 80g Schlagbälle benötigt.

Durch Hütchen kann die Abwurflinie im Abstand von zwei Metern gekennzeichnet werden. Pro Durchgang hat jedes Kind sechs Versuche. Für null bis zwei Treffer gibt es keine Punkte. Für drei bis vier Treffer bekommt das Kind einen Punkt und für fünf bis sechs Treffer erhält es zwei Punkte.

Bei der Durchführung wird genau darauf geachtet, dass das Kind die Abwurflinie nicht übertritt. Um die Aufgabe ohne Verzögerungen und flüssig durchführen zu können, sammeln immer zwei wartende Kinder die Bälle wieder ein und legen sie neben die Abwurflinie.

## Fangen



Abbildung 7: Fangen

Für diese Aufgabe werden sechs Tennisbälle benötigt.

Die Versuchsleitung und das Kind stehen im Turnsaal gegenüber. Der Ball wird von der Leitung so auf den Boden geworfen, dass er zumindest 1,3 Meter hoch fliegt.

Der Schüler oder die Schülerin muss nun versuchen, den Ball zu fangen. Wie beim Werfen hat das Kind pro Durchgang wieder sechs Versuche. Bei null bis zwei erfolgreichen Versuchen erhält das Kind keine Punkte, für drei bis vier gefangene Bälle bekommt es einen Punkt und für fünf bis sechs gefangene Bälle erhält es zwei Punkte.

Um die Höhe des geworfenen Tennisballs kontrollieren zu können, kann an der Wand eine Markierung in der Höhe von 1,3 Metern gekennzeichnet werden.

## Prellen

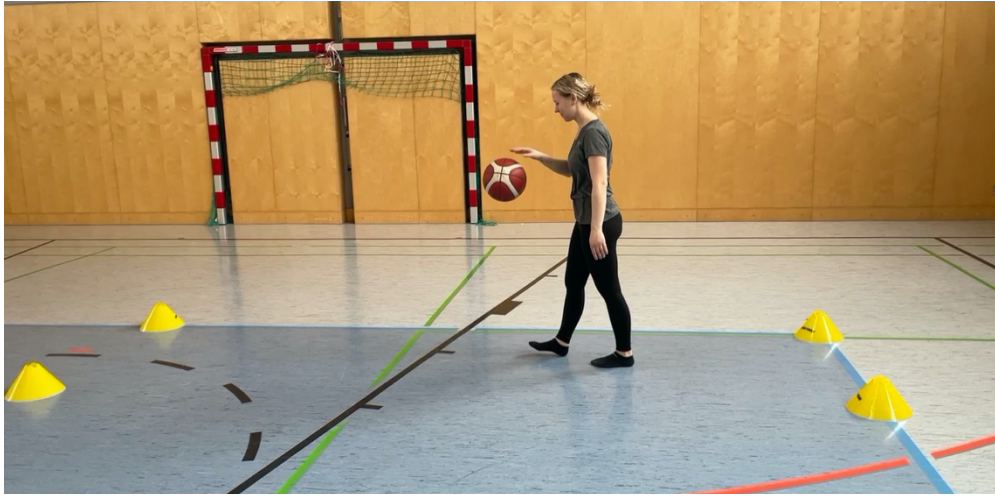


Abbildung 8: Prellen

Beim Prellen wird zunächst ein ein Meter breiter und fünf Meter langer Gang mit kleinen Hütchen markiert und ein kleiner Basketball bereitgelegt. Die Aufgabe des Kindes ist es, den Basketball durch den fünf Meter langen Gang zu prellen, ohne den Ball dabei zu verlieren oder außerhalb des markierten Bereiches zu gelangen. Das Kind hat dabei zwei Versuche und kann bei zweimal erfolgreicher Durchführung zwei Punkte erreichen, bei einer erfolgreichen Durchführung gibt es einen Punkt und schafft es das Kind bei beiden Versuchen nicht, so gibt es keinen Punkt. Es wird besonders genau darauf geachtet, dass durchgehend geprellt wird und die markierten Bereiche nicht übertreten werden.

## Dribbeln



Abbildung 9: Dribbeln

Ebenso wie beim Prellen wird beim Dribbeln ein ein Meter breiter und fünf Meter langer Gang mit Hütchen markiert.

Das Ziel dieser Aufgabe ist es, einen Futsal von der Größe 4 durch den Gang zu dribbeln und den Ball dabei mindestens fünf Mal zu berühren. Der Ball darf dabei nicht verloren oder über die Ein-Meter-Markierung gespielt werden. Jedes Kind hat zwei Versuche, wobei null gelungene Versuche null Punkte, ein gelungener Versuch einen Punkt und zwei erfolgreiche Versuche zwei Punkte bringen.

Ein besonderes Augenmerk muss bei dieser Aufgabe auf den Ballkontakt gelegt werden. Des Weiteren wird genau darauf geachtet, dass das Kind den Ball nicht über die seitliche Ein-Meter-Markierung befördert.

### Balancieren



Abbildung 10: Balancieren

Eine Langbank und ein Sprungbrett werden für diese Aufgabe benötigt. Das Sprungbrett der Länge nach hingelegt und darauf eine umgedrehte Langbank platziert. Über die umgedrehte Langbank muss nun das Kind

vorwärts und rückwärts gehen und versuchen, nicht von der Langbank zu steigen. Hier gibt es wieder zwei Durchgänge. Bei zwei erfolgreichen Durchgängen werden zwei Punkte verteilt, bei einem erfolgreichen Durchgang gibt es einen Punkt und null Punkte gibt es, wenn die Aufgabe nicht erfolgreich durchgeführt werden kann. Wichtig bei dieser Aufgabe ist, dass die wartenden Kinder genug Abstand von der Langbank halten, also hinter der Matte warten, damit keine Verletzungen passieren. Weiters muss darauf geachtet werden, dass das Kind die Langbank während eines Durchganges nicht verlässt und gleich rückwärts wieder zurückgeht. Die Punkte können auch nur vergeben werden, wenn das Kind darauf achtet, einen Schritt nach dem anderen zu machen und nicht etwa seitwärts geht oder die Füße nachstellt.

## Rollen

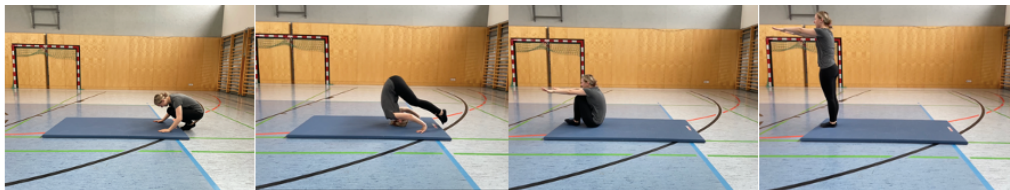


Abbildung 11: Rollen

Für diese Aufgabe wird eine Matte benötigt. Das Kind macht eine Rolle vorwärts auf der bereitgelegten Matte.

Bei null erfolgreichen Versuchen erhält das Kind null Punkte, bei einem gelungenen Versuch einen Punkt und bei zwei erfolgreichen Versuchen bekommt es zwei Punkte.

Der Versuch gilt nur als gelungen, wenn das Kind die Rolle vorwärts korrekt ausführt, also gerade über den Rücken rollt und nicht etwa über die Schulter.



## Springen

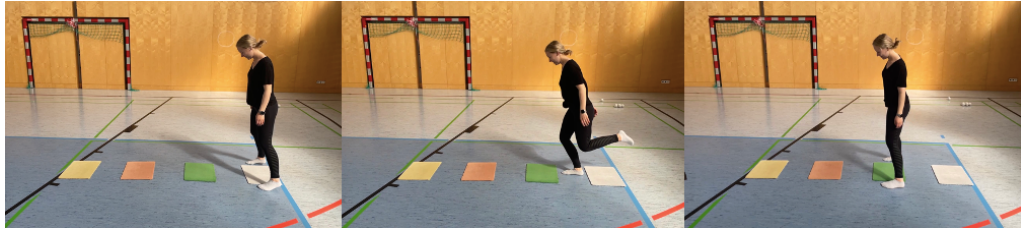


Abbildung 12: Springen

Für diese Aufgabe werden vier Teppichfliesen in der Größe von 35 cm x 35 cm benötigt. Diese vier Teppichfliesen werden jeweils im Abstand von 40 cm Metern auf dem Turnsaalboden aufgelegt.

Das Kind muss durch den Parcours hüpfen, wobei es neben den Teppichfliesen gegrätscht und zwischen den Teppichfliesen einbeinig hüpfen muss.

Für null fehlerfreie Versuche erhält das Kind keinen Punkt, bei einem korrekten Versuch erhält es einen Punkt und bei zwei erfolgreichen Versuchen bekommt es zwei Punkte.

Wichtig bei dieser Aufgabe ist es, auf die genaue Beinposition zu achten.

## Laufen



Abbildung 13: Laufen

Im Abstand von drei Metern werden zwei Hütchen auf eine Bodenmarkierung gestellt. Innerhalb dieser Bodenmarkierung muss nun das Kind seitwärts laufen, also den Seitschritt beherrschen. Um zwei Punkte zu erreichen, ist es notwendig, dass das Kind bei beiden Versuchen immer auf der Linie bleibt und den Seitschritt ordentlich ausführt. Bei einer erfolgreichen Durchführung erhält das Kind einen Punkt, ansonsten gibt es keinen Punkt.

Zwischen den beiden Versuchen bei jeder Aufgabe soll jeweils eine kurze Erholungsphase liegen und demnach nicht direkt hintereinander durchgeführt werden. Bei einer fehlerhaften Durchführung einer Übung macht das Kind diese Übung fertig und wird im Anschluss auf den Fehler aufmerksam gemacht. Die erreichten Punkte werden direkt nach der Durchführung jedes Kindes in die Bewertungstabelle eingetragen. Die Kinder erhalten kein Feedback über eine erfolgreiche oder nicht erfolgreiche Ausführung der Aufgabe.

Die erste MOBAK-Testung fand in den Schulwochen 33 (26. April 2021 bis 30. April 2021) und 34 (3. Mai 2021 bis 7. Mai 2021) statt.

Nach dieser Testung wurde die Gruppe 1 sechs Wochen lang im motorischen Bereich gefördert. Auf diese Förderung wird im Abschnitt 5.5.3 genau eingegangen.

In den Schulwochen 41 (21. Juni 2021 bis 25. Juni 2021) und 42 (28. Juni 2021 bis 2. Juli 2021) fand die zweite MOBAK-Testung statt.

Zu Beginn der Testungen in den einzelnen Turnstunden wurden verschiedene Dehnübungen durchgeführt und es wurde sich ordentlich aufgewärmt. Vor der Ausführung der einzelnen Übungen wurden diese genau erklärt, zum besseren Verständnis einmal vorgezeigt und auf wichtige Dinge hingewiesen.

Die Namen der Kinder wurden vorab in die Bewertungstabelle eingetragen und jede Übung wurde in dieser Reihenfolge durchgeführt.

Die erbrachten Leistungen wurden in Form eines Punktesystems sofort nach dem Versuch in die Tabelle eingetragen.

Die Kinder, die gerade nicht an der Reihe waren, wurden mit diversen Aufgaben versorgt. Es wurden unter anderem eine Massagestation, eine Bällestation und eine Jonglierstation aufgebaut. Des Weiteren wurden Springschnüre, Gummitwist und Tücher bereitgelegt.

### 5.5.2 d2 Test

Die moderne Psychologie wendet zur Beurteilung der Konzentrationsleistung verschiedene Tests an. Einer der auch heute noch am häufigsten durchgeführten Tests ist der d2 Test. Bei ihm handelt es sich um einen Aufmerksamkeits-Belastungs-Test, den der deutsche Psychologie-Professor Rolf Brickenkamp 1962 entwickelte. Teilnehmer sind einzelne Personen, aber auch ganze Gruppen von Probanden (Medi-Lex.de, 2021, S. 1).

#### Theoretischer Hintergrund

Der d2-Test ist ein Aufmerksamkeits- und Konzentrationstest, welcher erstmals im Jahr 1962 erschienen ist und im Jahr 2010 modernisiert und angepasst wurde. Folglich wird das Konzept des d2-Test genauer erläutert.

Der d2-Test wurde in Anlehnung an dem bereits vorhandenen Bourdon-Test, bei dem gewisse Buchstaben eines Textes gesucht und durchgestrichen werden müssen, entwickelt. Bei diesen sogenannten Durchstreichtests ist die wesentliche Aufgabe die Suche nach vorgegebenen Zeichen und nicht das Durchstreichen, welches nur ein Merkmal der Aufgabe ist. Durch diese Einordnung bleibt offen, was bei dem d2-Test tatsächlich gemessen wird (Brickenkamp, Schmidt-Atzert & Liepmann, 2010, S. 9).

Bartenwerfer (1983, S. 482) schreibt, dass gewisse Voraussetzungen für das Ausführen von Leistungen notwendig sind. Er spricht dabei von Aufmerksamkeit, Konzentration, Beachtung, Anstrengung, Willensanspannung, Aktivierung und innere Anspannung. Bartenwerfer führt des Weiteren an, dass sogenannte Leistungstests ohne im Vorhinein erlernte Fähigkeiten durchführbar sein müssen.

Ebenso wie Bartenwerfer schreiben Brickenkamp, Schmidt-Atzert und Liepmann (2010, S. 9f) davon, dass keine Vorläuferfähigkeiten zum Ausführen der Aufgabe notwendig sein dürfen, weshalb der d2-Test in die Kategorie Allgemeine Leistungsfähigkeit eingeteilt wird. Von allgemeinen Leistungstests wird auch in der heutigen Zeit noch gesprochen.

Bei der Auseinandersetzung mit dem d2-Test sind wir auf das Problem gestoßen, dass die Buchstaben d und p, welche für die Durchführung des Tests ausschlaggebend sind, in unseren ersten Klassen noch nicht gefestigt waren und somit sehr wohl Vorläuferfähigkeiten notwendig sind. Aus diesem Grund haben wir uns dazu entschlossen, den Test so zu verändern, dass dieser auch bereits in ersten Klassen ausgeführt werden kann. Anstatt der Buchstaben haben wir Pfeile verwendet und so angepasst, dass dies wiederum mit dem Originaltest vergleichbar ist. Wie genau die Anpassung des Tests stattgefunden hat, wird in der Beschreibung des d2-Tests näher beschrieben.

Ein Teilgebiet der allgemeinen Leistungstests stellt die Konzentration dar. Der d2-Test kann in diese Kategorie eingeteilt werden, da er alle notwendigen Eigenschaften eines Konzentrationstests aufweist (Brickenkamp, Schmidt-Atzert & Liepmann, 2010, S. 10).

Der Test d2 erfüllt folgende Kriterien:

- Reaktion auf mehr oder weniger einfache Reize,
- die klar und eindeutig wahrnehmbar sind,
- auf die eine einfach zu erinnernde Regel anzuwenden ist
- und die verlangt, dass absichtsvoll Teilhandlungen so schnell wie möglich korrekt zu koordinieren sind.
- Die Leistung kann durch die Schnelligkeit und die Fehlerrate beschrieben werden (Brickenkamp, Schmidt-Atzert & Liepmann, 2010, S. 10).

Um Konzentration messen zu können, muss eine Aufgabe durchgeführt werden. Die Arbeitsanweisung des d2-Tests besteht aus der Auswahl von bestimmten Zeichen. Die Konzentrationsfähigkeit lässt sich durch die Geschwindigkeit und Genauigkeit während der Durchführung des Tests messen (Brickenkamp, Schmidt-Atzert & Liepmann, 2010, S. 10).

Eine weitere Kategorie des d2-Tests ist die Aufmerksamkeit. Bei diesem Test müssen d mit 2 Strichen gefunden werden, was deutlich eine Leistung der Aufmerksamkeit aufweist. Es gibt zwei Arten von Aufmerksamkeit. Zum einen gibt es die dauerhafte Aufmerksamkeit, zum anderen eine kurze, stellenweise Aufmerksamkeit, welche beim d2-Test benötigt wird. Wenn die Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum gefordert wird, wird von einer konzentrierten Aufmerksamkeit gesprochen. Da beim d2-Test sowohl die Aufmerksamkeit, als auch die Konzentration erforderlich sind, wird der d2-Test in die konzentrierte Aufmerksamkeit eingeteilt (Brickenkamp, Schmidt-Atzert & Liepmann, 2010, S. 11).

Brickenkamp, Schmidt-Atzert und Liepmann (2010, S. 11) geben an, dass Mental Speed eine weitere Kategorie des d2-Tests ist. Mental Speed bezeichnet die Geschwindigkeit von Denkvorgängen, welche bei der Durchführung des Tests wichtig ist.

Die Wahrnehmungsgeschwindigkeit besteht aus mehreren Teilbereichen.

Da der d2-Test nicht alle Teilbereiche umfasst, sondern nur „perceptual speed pattern recognition“, kann er der Wahrnehmungsgeschwindigkeit nur teilweise zugeordnet werden. Eine Aufgabe dieses Teilbereichs ist das Durchstreichen von gewissen Symbolen.

Im Falle des d2-Tests ist dies das Durchstreichen von d mit zwei Strichen (Brickenkamp, Schmidt-Atzert & Liepmann, 2010, S. 12).

Ein Teil des Berliner Intelligenzstruktur-Test beinhaltet das Durchstreichen von Buchstaben. Somit weist der d2-Test die gleiche Aufgabe auf und lässt sich somit ebenfalls der Kategorie der Bearbeitungsgeschwindigkeit zuteilen (Brickenkamp, Schmidt-Atzert & Liepmann, 2010, S. 12).

Jäger, Süß und Beauducel (1997) beschreiben Bearbeitungsgeschwindigkeit als „Arbeitstempo, Auffassungsleichtigkeit und Konzentrationskraft beim Lösen einfach strukturierter Aufgaben von geringem Schwierigkeitsniveau.“

Der d2-Test ist nicht nur als Aufmerksamkeits- und Konzentrationstest, sondern auch als Aufmerksamkeits-Belastungstest bekannt. Beim d2-Test lässt sich keine Belastbarkeit nachweisen, da nur der ständige Zeitdruck, unter dem die Probandinnen und Probanden stehen, zur Belastung wird (Brickenkamp, Schmidt-Atzert & Liepmann, 2010, S. 13).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich der d2-Test in Allgemeine Leistungsfähigkeit, Konzentration, Aufmerksamkeit, Mental Speed, Wahrnehmungsgeschwindigkeit und Bearbeitungsgeschwindigkeit einordnen lässt. Im deutschsprachigen Raum kann der d2-Test am ehesten einem Konzentrationstest zugeordnet werden, da er alle notwendigen Merkmale eines Konzentrationstests aufweist (Brickenkamp, Schmidt-Atzert & Liepmann, 2010, S. 13f).

### **Testentwicklung und – konstruktion**

Der d2-Test entstand im Institut für Sicherheit im Bergbau, Industrie und Verkehr des Technischen Überwachungs-Vereins in Essen. Ursprünglich wurde er für die Ermittlung der Aufmerksamkeitsfähigkeit angehenden Kraftfahrer eingesetzt. Anfangs wurde die Aufmerksamkeit mittels Fragebogen und einem Durchstreichtest erhoben. Der Durchstreichtest hat sich als aussagekräftiger als ein Fragebogen erwiesen, obwohl dieser anfangs noch mangelhaft war. Aufgrund neuer Erkenntnisse kam es

zu Verbesserungen des d2-Tests und nach einer Entwicklungsphase von drei Jahren wurde 1962 die erste Auflage veröffentlicht. Mittlerweile existieren neun Auflagen des d2-Tests und der Test d2-Revision, welcher die neueste Ausgabe ist (Brickenkamp, Schmidt-Atzert & Liepmann, 2010, S. 15f).

### **Anwendungsbereiche des d2-Tests**

Der d2-Test kann dazu verwendet werden, um zu einer Antwort auf eine vorher gestellte Frage zu kommen. Daher fällt er unter die Kategorie der diagnostischen Verfahren. Konkret kann der d2-Test in den Bereichen Verkehrspsychologie, Pädagogische Psychologie, Klinische und Medizinische Psychologie, Neuropsychologie und Arbeits- und Organisationspsychologie angewendet werden.

In der Verkehrspsychologie kann durch den d2-Test die Konzentrationsleistung von angehenden Kraftfahrerinnen und Kraftfahrern festgestellt werden. Im Bereich der Pädagogischen Psychologie kann eine Durchführung des d2-Tests Schlüsse zu einer Aufklärung von Versagen in der Schule geben, da Unkonzentriertheit nachweislich zu Unruhe seitens der Schülerinnen und Schüler führt. Außerdem kann der d2-Test hier Ergebnisse über eine mögliche notwendige Förderung im Bereich der Konzentration geben. In der Klinischen und Medizinischen Psychologie kann eine verminderte Konzentrationsfähigkeit auf bestimmte psychische Erkrankungen hinweisen. Um herauszufinden, ob ein schlechteres Konzentrationsvermögen auf eine Krankheit hindeutet, kann der d2-Test verwendet und die Ergebnisse mit Probandinnen und Probanden im gleichen Alter verglichen werden.

In der Neuropsychologie ist es nach Erkrankungen, die neuronale Netzwerke betreffen, wichtig, die Leistungsfähigkeit im Bereich der Aufmerksamkeit zu überprüfen, um die richtige Behandlung gewährleisten zu können. Da durch den d2-Test die selektive Aufmerksamkeit getestet werden kann, ist der Test bestens für diesen Bereich geeignet. In der Arbeits- und Organisationspsychologie kann es erforderlich sein, dass in

gewissen Berufen eine Untersuchung über die Konzentrationsleistung durchgeführt wird. Hierfür stellt der d2-Test eine gute Möglichkeit dar (Brickenkamp, Schmidt-Atzert & Liepmann, 2010, S. 26-29).

Um den d2-Test erfolgreich durchführen zu können, werden drei Voraussetzungen an die Probandinnen und den Probanden gestellt. Die erste Voraussetzung beschreibt das Instruktionsverständnis. Wenn die Instruktionen aufgrund von Sprachschwierigkeiten, Hörschwierigkeiten oder geringer Intelligenz nicht ausreichend verstanden werden können, ist diese Grundvoraussetzung nicht gegeben. Im Zweifelsfall sollte sich durch Rückfragen vergewissert werden, ob die Probandinnen und Probanden die Instruktionen richtig verstanden haben.

Eine weitere Voraussetzung für die Durchführung des d2-Tests ist, dass die Probandinnen und Probanden keine körperlichen Beeinträchtigungen der Schreibhand vorweisen.

Ein ausreichendes Sehvermögen stellt die dritte Grundvoraussetzung zur erfolgreichen Durchführung des d2-Tests dar (Brickenkamp, Schmidt-Atzert & Liepmann, 2010, S.29f).

### **Allgemeines zum Test d2**

Der originale Test d2 des Jahres 1981 setzt sich aus der Anleitung, dem Testbogen und den beiden Schablonen für die Auswertung zusammen. Für die Ausführung der Testung wird zusätzlich noch eine Stoppuhr benötigt. Für jede Probandin und jedem Probanden sind mindestens zwei Bleistifte für die Bearbeitung des Tests erforderlich.

Die Anleitung umfasst genaue Anweisungen zur Durchführung des Tests und Informationen zur Analyse mittels Normentabellen. Diese Normentabellen richten sich an Probandinnen und Probanden im Alter von neun bis 60 Jahren. Der vordere Teil des Aufmerksamkeits-Belastungs-Tests dient zur Erfassung der Daten der Probandinnen und Probanden. Die



benötigten Daten sind Vorname, Nachname, Alter, Beruf, sowie Datum der Bearbeitung des Tests.

Ebenfalls gibt es auf der Vorderseite ein Beispiel der durchzustreichenden Zeichen, eine Übungszeile und die für die Auswertung benötigte Tabelle. Auf der Rückseite des Testbogens befindet sich der eigentliche Test mit 14 Zeilen im Querformat. Pro Zeile sind 47 Zeichen zu bearbeiten. Auf der rechten Seite des Blattes befindet sich eine Tabelle, welche zur Erleichterung der Auswertung dient. Eine Schablone wird verwendet, um die Zeichen, die durchgestrichen werden sollen, aber nicht durchgestrichen wurden, zu finden. Die zweite Schablone wird verwendet, um Zeichen, die fälschlicherweise durchgestrichen wurden, zu finden (Briekenkamp, 1981, S. 8).

Da die Probandinnen und Probanden zum Zeitpunkt der Durchführung im Alter von sechs bis sieben Jahren waren, musste der d2-Test dem Alter entsprechend angepasst werden. Dadurch wurde der Test im ersten Schritt äußerst genau analysiert. Da die Buchstaben d und p zum Zeitpunkt der Testung noch nicht erlernt und gefestigt wurden, wurden stattdessen Pfeile benutzt. Die verwendeten Pfeile zeigen in die Richtungen oben, unten, links und rechts. Die Anzahl der Pfeile pro Zeile stimmt mit der Anzahl der Zeichen des originalen d2-Test überein. Der neu erarbeitete Test verfügt ebenfalls über 14 Zeilen. Es wurde auch beachtet, dass die Anzahl der durchzustreichenden Zeichen beim Originaltest und bei dem neu erarbeiteten Test übereinstimmen. Die nach oben zeigenden Pfeile müssen beim neuen Test durchgestrichen werden.

Der d2-Test von 1981 enthält 47 Zeichen pro Zeile, im Gegensatz dazu enthält der d2-Test von 2010 um 10 Zeichen mehr pro Zeile. Aus diesem Grund dient der d2-Test von 1981 als angemessenere Vorlage für Kinder der ersten Klasse Volksschule und wurde deshalb für diese Forschung verwendet.

Zur Erleichterung der Auswertung wurden Auswertungsschablonen angefertigt.

### **Durchführung des Tests**

Der d2-Test ist mit einer Probandin oder einem Probanden einzeln, oder mit mehreren Personen gleichzeitig durchführbar. Es ist wichtig, dass die teilnehmenden Personen während der Durchführung des Tests ausreichend Platz haben.

Trennwände zwischen den Teilnehmerinnen und Teilnehmern sind nicht notwendig, da das Abschreiben bei diesem Test nicht sinnvoll ist.

Dies ist den Kindern auch mitzuteilen.

Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass der Raum, in dem der Test durchgeführt wird, ausreichend belichtet ist, eine angemessene Raumtemperatur herrscht und Störungen von außen verhindert werden sollen. Der Zeitpunkt der Durchführung des Tests hat keine Auswirkung auf die Ergebnisse.

Es ist wichtig, dass Probandinnen und Probanden benötigte Seh- und Hörhilfen verwenden (Brickenkamp, Schmidt-Atzert & Liepmann, 2010, S.30).

Der Test wurde mit allen Schülerinnen und Schülern gleichzeitig in einem gut gelüfteten und belichteten Klassenraum durchgeführt.

Zu Beginn wurden die Kinder über das geplante Vorhaben informiert. Es wurde darauf geachtet, dass alle Schülerinnen und Schüler einen geräumigen und ordentlichen Arbeitsplatz und zwei gespitzte Bleistifte hatten. Es wurde sichergestellt, dass erforderliche Seh- und Hörbehelfe benutzt werden. Nachfolgend wurden die vorbereiteten Testbögen ausgeteilt. Die Schülerinnen und Schüler füllten die abgefragten Daten, Name und Alter, aus. Anhand der Übungszeile wurde den Probandinnen und Probanden erläutert, dass alle Pfeile, welche nach oben zeigen, einmal diagonal durchgestrichen werden müssen. Dies wurde an der Tafel vorgezeigt und somit nochmals genau verdeutlicht.

Die Kinder wurden darauf hingewiesen, dass sie Pfeile, welche fälschlicherweise durchgestrichen wurden, ein weiteres Mal durchgestrichen werden müssen. Somit entsteht ein X, welches dann nicht als Fehler ausgewertet wird.

Anschließend bearbeiteten die Schülerinnen und Schüler die Übungszeile im eigenen Tempo. Zur Überprüfung wurde die Übungszeile miteinander verglichen. Die Stifte wurden zur Seite gelegt und der Testbogen umgedreht. Die Klassenlehrerinnen kontrollierten vor Beginn der Testung, ob die Testbögen richtig vor den Kindern lagen. Folgende Kommandos wurden den Probandinnen und Probanden erklärt:

- „Achtung! Los!“ (Startsignal)
- „Nächste Zeile!“ (nach jeweils 20 Sekunden)
- „Stopp! Stifte weglegen!“ (Stoppsignal)

Zusätzliche Instruktionen lauteten:

- Es muss immer von links nach rechts gearbeitet werden.
- Das Signal „Nächste Zeile!“ muss unbedingt befolgt werden, auch wenn die aktuelle Zeile noch nicht fertig bearbeitet wurde.

Diese Kommandos und Instruktionen wurden in kindgerechter Sprache erläutert und es wurde sich vergewissert, dass sie von den Schülerinnen und Schülern richtig verstanden worden sind. Im Anschluss daran wurde der d2-Test ordnungsgemäß durchgeführt. Nach Beendigung der Testung wurden die Testbögen eingesammelt und zu einem späteren Zeitpunkt ausgewertet.

### **5.5.3 Förderung der Kinder**

Wie bereits im Kapitel 5.4 “Räumliche, zeitliche und personale Rahmenbedingungen” kurz erwähnt, wurde ein Teil der Kinder sechs Wochen lang sportmotorisch gefördert und somit wird von der Gruppe der geförderten Kinder gesprochen.

Diese Förderung fand neben den beiden Turnstunden pro Woche auch täglich in den Klassenräumen statt.

### **Erste Woche**

Der Schwerpunkt in der ersten Woche der Förderung (35. Schulwoche, 10. Mai 2021 bis 14. Mai 2021) lag beim Werfen und Springen.

Die erste Turnstunde zum Thema Werfen wurde mit dem Aufwärmspiel Jägerball begonnen.

Beim Jägerball gibt es einen Jäger, der versuchen muss, seine Häschen mit dem Ball abzuschießen. Häschen, die abgeschossen werden, machen zehn Strecksprünge am Turnsaalrand und dürfen dann wieder mitspielen. Der Jäger wird mehrmals gewechselt.

Als nächstes bekam jedes Kind einen eigenen Ball und es wurden Wurfübungen, wie den Ball in die Luft werfen und wieder fangen, den Ball in die Luft werfen, dann einmal klatschen und wieder fangen und den Ball gegen die Wand werfen und wieder fangen, durchgeführt. Dabei lag der Fokus auf der Entwicklung des Ballgefühls.

Anschließend wurden verschiedene Stationen aufgebaut, welche die Kinder nach einer ausführlichen Erklärung selbstständig ausüben konnten.

Folgende Stationen standen den Kindern zur Verfügung:

- Schwämme in einen Regenschirm werfen
- Reissäckchen in einen Reifen werfen
- unterschiedliche Bälle in einen Behälter werfen
- Bälle auf eine Zielscheibe werfen
- Ball hochwerfen und wieder fangen
- Bälle durch einen hängenden Reifen werfen

Als Abschluss warfen die Kinder als Zielschussübung die Bälle in die dafür vorgesehenen Sammelkörbe.

Die zweite Turnstunde befasste sich mit dem Thema Springen. Als Aufwärmspiel wurde ein Reaktions- und Gedächtnisspiel zum Thema Springen gespielt. Bei diesem Spiel wurden fünf Tücher in verschiedenen Farben unterschiedlichen Bewegungen zugeteilt. Das grüne Tuch bedeutete *beidbeinig springen*, das blaue Tuch bedeutete *einbeinig springen*, das gelbe Tuch bedeutete *wie ein Frosch springen*, das rote Tuch bedeutete *wie ein Häschen springen* und das weiße Tuch bedeutete *Hampelmänner machen*. Die Lehrperson hielt immer ein Tuch hoch und die Kinder führten die zugehörige Bewegung aus. Der Stationsbetrieb im Anschluss konnte von den Kindern nach einer Erklärung eigenständig durchgeführt werden.

Diese Stationen wurden für die Kinder aufgebaut:

- eine Bahn aus Teppichfliesen (wie bei der MOBAK-Testung): abwechselnd einbeinig und gegrätscht hüpfen
- von einem Kasten auf einen Weichboden springen und beidbeinig landen
- Reifenbahn auflegen und abwechselnd einbeinig und beidbeinig springen
- über niedrige Hindernisse springen
- entlang einer Linie beidbeinig im Zick-Zack springen
- Seile zum Seilspringen

In der Klasse wurden in dieser Woche zu beiden Themen Übungen, die täglich in den Unterricht eingebaut werden konnten, ausgeführt. Solche Übungen waren zum Beispiel: einen Luftballon zuwerfen und fangen, Bücher und Hefte in verschiedene Sprungarten (einbeinig, beidbeinig,...) holen oder Übungen mit dem Gummitwist. Die Kinder konnten diese Übungen auch selbstständig in den Pausen durchführen.

## **Zweite Woche**

Während der zweiten Woche der gezielten Förderung (36. Schulwoche, 17. Mai 2021 bis 21. Mai 2021) lag der Fokus auf den beiden sportmotorischen Fähigkeiten Fangen und Rollen.

Fangen war der Schwerpunkt der ersten Turnstunde in dieser Woche. Anfangs wurde gegenseitiges Zuwerfen und Fangen im Stehkreis zuerst mit einem Ball und später mit zwei Bällen geübt. Danach bekam jedes Kind einen eigenen Ball und es wurden Übungen, wie den Ball hochwerfen und wieder fangen, den Ball gegen die Wand werfen und fangen, den Ball auf den Boden prellen und wieder fangen, durchgeführt. Zwischendurch konnten die Kinder die Bälle wechseln, um auch ein Ballgefühl für größere oder kleinere Bälle zu bekommen.

Nach dieser Übungsphase suchten sich die Kinder eine Partnerin oder einen Partner, nahmen sich gemeinsam einen Ball und übten zuerst gegenseitiges Zuwerfen und Fangen im Stehen, dann im Gehen und mit größerem Abstand zueinander.

Der Fokus lag dabei darauf, den Ball nicht fallen zu lassen, sondern mit beiden Händen zu fangen.

Dann wurden zwei Langbänke gegenüber im Abstand von ungefähr einem Meter aufgestellt, die Kinder stellten sich darauf und ihrer Partnerin oder ihrem Partner gegenüber. Zuwerfen und Fangen wurden in dieser Position noch einmal geübt. Als Abschluss stellten sich die Kinder in einer Reihe hintereinander vor der Lehrperson auf. Die Lehrperson nahm einen Tennisball und dieser wurde auf den Boden geworfen und von den Kindern gefangen. Hierbei bekamen die Kinder bereits ein Gefühl für die Aufgabe des MOBAK-Tests, welche ähnlich abläuft.

Der Fokus in der zweiten Turnstunde lag beim Rollen. Begonnen wurde mit verschiedenen Vorübungen zur Rolle vorwärts, wie zum Beispiel Rückenrollen oder Schaukelstuhl. Beim Rückenrollen wurden wichtige Rollerfahrten, wie der runde Rücken, das Zusammenrollen und das Kinn zur Brust geübt. Die Ausgangsposition beim Schaukelstuhl war die

Hocke. Die Kinder rollten sich zurück und bei jedem Zurückrollen wurden die Hände neben den Ohren auf die Matte gesetzt.

Dann wurden unterschiedliche Stationen aufgebaut, welche die Kinder selbstständig nach einer genauen Einführung und Erklärung ausüben konnten:

- seitlich über eine Mattenbahn rollen
- über Wellen rollen: Kastenteile mit etwas Abstand auflegen und Matten darauf
- über eine schiefe Ebene rollen
- eine Rolle vorwärts von einer Langbank
- über eine Langbank ziehen und vom Kastenteil eine Rolle vorwärts turnen

Im Klassenzimmer wurden spezifische Übungen zu den beiden Themen Fangen und Rollen durchgeführt. Solche Übungen waren einerseits einen Softball zuwerfen, wenn die Kinder aufzeigten und etwas fragen oder sagen wollten oder auf einer Matte im Klassenzimmer einer Rolle vorwärts machen oder sich seitlich entlang rollen. Diese Übungen konnten von den Kindern selbstständig in den Pausen oder vor Unterrichtsbeginn ausgeführt werden.

### **Dritte Woche**

Die dritte Woche der Förderung (37. Schulwoche, 24. Mai 2021 bis 28. Mai 2021) befasste sich mit den Themen Prellen und Laufen.

Die erste Turnstunde dieser Woche startete mit dem Prellen.

Diese Stunde begann mit dem Aufwärmspiel *Versteinerte Hexe*. Bei *Versteinerte Hexe* gibt es eine Fängerin oder einen Fänger, welcher mit einer Schlaufe gekennzeichnet wird und die Kinder fangen muss. Die gefangenen Kinder bleiben mit gegrätschten Beinen stehen und können von Kindern befreit werden, indem diese durch die gegrätschten Beine krabbeln.

Als nächstes holten sich die Kinder Bälle und übten selbstständig, zu

prellen. Es wurden verschiedene Tipps und Tricks besprochen und dann prellten die Kinder ihre Bälle von einer Turnsaalseite zu anderen und wieder zurück. Diese Übung wurde mehrmals wiederholt. Danach suchte sich jedes Kind einen Platz im Turnsaal und es wurden unterschiedliche Übungen zum Prellen durchgeführt, wie zum Beispiel in verschiedenen Positionen und Höhen prellen (sitzend, kniend, stehend oder auf einem Bein stehend), um den eigenen Körper herum prellen, am Stand prellen, im Gehen prellen oder im Laufen prellen. Als Abschluss wurde im Turnsaal eine Slalombahn mit Hütchen aufgebaut. Die Kinder mussten mit ihren Bällen im Slalom prellen.

In der zweiten Turnstunde lag der Schwerpunkt beim Laufen. Als Startspiel wurde *Feuer, Wasser, Sturm* gespielt. Nach mehreren Runden wurde das Spiel etwas abgeändert. Anstatt Feuer, Wasser und Sturm wurden nun drei verschiedenfarbige Tücher verwendet. Das gelbe Tuch bedeutete *laufen*, das rote Tuch bedeutete *gehen* und das blaue Tuch bedeutete *versteinert sein*.

Beim folgenden Unokartenstaffellauf wurden die Kinder in zwei Gruppen eingeteilt und ihnen jeweils eine Farbe der Unokarten zugeteilt. Die Kinder mussten nacheinander einen Parcours überwinden (Slalom laufen, durch eine Reifenbahn laufen, über eine Langbank laufen) und dann eine Unokarte aufdecken. War es eine Karte mit der passenden Farbe, so konnte die Karte mitgenommen werden, wenn nicht, mussten die Kinder ohne Karte zurück zur Gruppe laufen. Als Abschlussspiel wurde das Reaktionsspiel *Tag und Nacht* gespielt. Die Kinder wurden wieder in zwei Gruppen, Gruppe Tag und Gruppe Nacht, eingeteilt und stellten sich in der Turnsaalmitte mit einem Meter Abstand gegenüber auf. Rief die Lehrperson „Tag“, so mussten die Kinder der Tag-Gruppe die Kinder der Nacht-Gruppe innerhalb eines markierten Bereiches fangen oder umgekehrt, wenn die Lehrperson „Nacht“ rief.



Während dieser Woche durften die Kinder in den Pausen am Gang oder in der Klasse eine bestimmte Strecke mit dem Ball prellen. Das Laufen wurde täglich in den Morgensport und in die täglichen kurzen Konzentrationsübungen eingebunden. Laufübungen waren demnach zum Beispiel: so schnell wie möglich am Stand in zehn Sekunden laufen, Fersenlauf, Kniehebelauf oder ähnliche Übungen.

### **Vierte Woche**

Die Förderung in der vierten Woche (38. Schulwoche, 31. Mai 2021 bis 04. Juni 2021) thematisierte das Dribbeln und Balancieren.

Beim Dribbeln, welches in der ersten Turnstunde gezielt geübt wurde, wurde zunächst auf das Ballgefühl eingegangen. Die erste Aufgabe der Kinder war es, ein Gefühl dafür zu bekommen, wie der Ball mit dem Fuß durch den Turnsaal geführt werden kann. Danach stellten sich die Kinder auf eine Seite des Turnsaals und das Dribbeln wurde den Kindern erklärt. Danach dribbelten die Kinder ihren Ball von einer Turnsaalseite zur anderen und wieder zurück. Das wurde mehrmals wiederholt. Als nächste Übung stellten sich alle Kinder und die Lehrperson im Kreis auf und der Ball wurde gegenseitig zgedribbelt. Danach wurden eine Slalombahn und ein Tor aufgestellt. Die Kinder mussten den Ball durch die Slalombahn dribbeln und dann gezielt in das Tor schießen. Diese Übung probierten die Kinder mit unterschiedlichen Bällen aus. Als Abschluss versuchten die Kinder, mit ihren Bällen auf den Linien im Turnsaal zu dribbeln.

Die zweite Turnstunde behandelte das Thema Balancieren. Anfangs wurde das Spiel *Feuer, Wasser, Sturm* gespielt, wobei als Zusatz *Eis* eingeführt wurde, bei dem die Kinder auf einem Bein stehen mussten. Einige Stationen zum Balancieren wurden aufgebaut und den Kindern so ausführlich erklärt und vorgezeigt, dass sie diese eigenständig ausprobieren konnten. Solche Stationen waren:

- eine Langbank zum Vorwärts- und Rückwärtsbalancieren

- eine umgedrehte Langbank zum Vorwärts- und Rückwärtsbalancieren
- eine Langbank zum Standwaage üben, zum Schöpfen und für den Pferdchensprung
- eine Wippe mit umgedrehter Langbank auf einem Sprungbrett zum Vorwärts- und Rückwärtsbalancieren
- eine Langbank auf Holzstäben zum Vorwärts- und Rückwärtsbalancieren

Im Gang vor dem Klassenraum hatten die Kinder in dieser Woche die Möglichkeit, das Dribbeln zu üben. In der Klasse wurden unterschiedliche Gegenstände, wie zum Beispiel Balance Boards, Flusssteine oder Balanciersteine, sowie ein Tau zum täglichen Üben bereitgestellt. Gleichgewichtsübungen wurden in den täglichen Morgensport und in die Konzentrationsübungen eingebunden. Solche Gleichgewichtsübungen waren zum Beispiel: auf einem Bein stehen und die Augen schließen, auf einem Bein stehen und die Zehen berühren oder die Standwaage.

### **Fünfte Woche und sechste Woche**

In der fünften Woche (39. Schulwoche, 07. Juni 2021 bis 11. Juni 2021) sowie in der sechsten Woche (40. Schulwoche, 14. Juni 2021 bis 18. Juni 2021) der Förderung wurden alle sportmotorischen Fähigkeiten in den Turnstunden sowie im täglichen Schulalltag wiederholt und gefestigt. Als besonders herausfordernd erwies sich das Dribbeln und Prellen und deswegen wurde ein Augenmerk beim Wiederholen aller Fähigkeiten auf diese beiden geworfen und gezielt trainiert.

### **5.6 Auswertung der beiden Test**

Um verstehen zu können, wie die Ergebnisse beider Testungen zustande kommen, wird im folgenden Teil ein Überblick über die Vorgehensweise der Auswertungen gegeben.

### 5.6.1 Auswertung des MOBAK-Tests

Bei den Aufgaben des MOBAK-Tests können für jede Aufgabe zwei Punkte erzielt werden. Daraus ergibt sich eine mögliche Gesamtpunktzahl von 16 Punkten.

Um zu einem aussagekräftigen Ergebnis zu kommen, wird der Gesamtwert, also die erreichten Punkte eines Kindes, ermittelt.

Die Gesamtwerte aller Kinder einer Klasse werden zusammengezählt und daraus ergibt sich der Gesamtwert der Klasse.

Mittels der Formel *Gesamtwert : Anzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer* wird der Klassen-Durchschnitt berechnet. Aufgrund unterschiedlicher Anzahl der Kinder pro Klasse ist es wichtig, den Klassen-Durchschnitt zu berechnen, um die Ergebnisse richtig gegenüberstellen und interpretieren zu können. Zusätzlich wird von jeder Aufgabe ein Durchschnitt berechnet. Außerdem werden die Mittelwerte von den Bereichen Etwas-Bewegen (Werfen, Fangen, Prellen und Dribbeln) und Sich-Bewegen (Balancieren, Rollen, Springen und Laufen) ermittelt.

### 5.6.2 Auswertung des Aufmerksamkeit-Belastungs-Tests

Bei der Auswertung des d2-Tests können folgende Daten ermittelt werden:

- GZ-Wert (gesamt bearbeitete Zeichen)
- F (Fehlerrohwert)
- F% (Fehlerprozent)
- GZ-F (Gesamtzahl der richtig bearbeiteten Zeichen)
- SB (Schwankungsbreite)
- Fehlerverteilung

Im folgenden Abschnitt dieses Kapitels wird auf die oben genannten ermittelbaren Daten eingegangen.

Der GZ-Rohwert gibt Auskunft über die Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen. Mittels der vorbereiteten Schablone für die Auswertung können die

bearbeiteten Zeichen pro Zeile schnell ermittelt werden. Die ermittelten Werte werden anschließend zusammengezählt. Daraus ergibt sich der GZ-Wert, welcher auch als Leistungswert bezeichnet werden kann (Brickenkamp, 1981, S. 12).

Der Fehlerrohwert setzt sich aus dem Fehlertyp 1 und dem Fehlertyp 2 zusammen. Mit Hilfe der ersten Auswertungsschablone kann der Fehlertyp 1 festgestellt werden. Dazu wird die Schablone auf den Testbogen gelegt und es erscheinen nur die Pfeile, welche nach oben zeigen. Wurden innerhalb der bearbeiteten Zeichen Pfeile, die nach oben zeigen, nicht durchgestrichen, ist dies als Fehler zu werten. Der Fehlertyp 1 zeigt somit die Auslassungsfehler an. Mittels der zweiten Schablone wird der Fehlertyp 2 ermittelt. Diese Schablone zeigt alle Pfeile, welche nicht durchgestrichen werden dürfen. Wurden innerhalb der bearbeiteten Zeichen fälschlicherweise Pfeile durchgestrichen, wird von Verwechslungsfehler gesprochen.

Nach der Ermittlung beider Fehlertypen werden diese addiert und zeigen die Gesamtanzahl der Fehler an (Brickenkamp, 1981, S. 13).

Mittels der Formel  $F\% = 100 \cdot F : GZ$  wird der Fehlerprozent ermittelt (Brickenkamp, 1981, S. 13).

Die Fehlerverteilung wird in drei Abschnitte unterteilt. Der erste Abschnitt ergibt sich aus den Fehlern der Zeilen 1 bis 4. Der zweite Abschnitt ergibt sich aus den Fehlern der Zeilen 5 bis 10. Der dritte Abschnitt ergibt sich aus den Fehlern der Zeilen 11 bis 14. Diese Werte können zur Interpretation herangezogen werden (Brickenkamp, 1981, S. 13).

Wenn die Gesamtzahl der Fehler von der Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen abgezogen wird, ergibt sich daraus die korrekt bearbeiteten Zeichen (Brickenkamp, 1981, S. 13).

Die Schwankungsbreite ergibt sich aus dem Unterschied zwischen der Zeile, in der die meisten Zeichen bearbeitet wurden und der Zeile, in der die wenigsten Zeichen bearbeitet wurden (Brickenkamp, 1981, S. 13).

### 5.6.3 Auswertung und Interpretation der erhobenen Daten

In den folgenden Tabellen werden die Ergebnisse der MOBAK-Testung der geförderten und der nicht geförderten Gruppe dargestellt.

#### Mobak Testung

<b>Erste Testung Mobak: geförderte Gruppe</b>							
<b>Wer- fen</b>	<b>Fan- gen</b>	<b>Prel- len</b>	<b>Drib- beln</b>	<b>Balan- cieren</b>	<b>Rollen</b>	<b>Sprin- gen</b>	<b>Laufen</b>
1,33	1,42	0,42	1,09	1,21	1,72	0,87	1,21
Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte
<b>Etwas Bewegen</b>				<b>Sich Bewegen</b>			
4,27 Punkte				5,03 Punkte			
<b>Gesamtpunkte: 9,30</b>							
<b>Erste Testung Mobak: nicht geförderte Gruppe</b>							
<b>Wer- fen</b>	<b>Fan- gen</b>	<b>Prel- len</b>	<b>Drib- beln</b>	<b>Balan- cieren</b>	<b>Rollen</b>	<b>Sprin- gen</b>	<b>Laufen</b>
1,51	1,76	0,62	1,19	1,30	1,65	0,81	1,14
Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte
<b>Etwas Bewegen</b>				<b>Sich Bewegen</b>			
5,10 Punkte				4,90 Punkte			
<b>Gesamtpunkte: 10,00</b>							

Tabelle 1: Auswertung erste Mobak Testung

<b>Zweite Testung Mobak: geförderte Gruppe</b>							
<b>Wer- fen</b>	<b>Fan- gen</b>	<b>Prel- len</b>	<b>Drib- beln</b>	<b>Balan- cieren</b>	<b>Rollen</b>	<b>Sprin- gen</b>	<b>Laufen</b>
1,76	1,88	0,97	1,58	1,64	1,73	1,58	1,64
Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte
<b>Etwas Bewegen</b>				<b>Sich Bewegen</b>			
6,18 Punkte				6,58 Punkte			
<b>Gesamtpunkte: 12,76</b>							
<b>Zweite Testung Mobak: nicht geförderte Gruppe</b>							
<b>Wer- fen</b>	<b>Fan- gen</b>	<b>Prel- len</b>	<b>Drib- beln</b>	<b>Balan- cieren</b>	<b>Rollen</b>	<b>Sprin- gen</b>	<b>Laufen</b>
1,62	1,92	0,59	0,95	1,64	1,49	1,08	1,70
Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte
<b>Etwas Bewegen</b>				<b>Sich Bewegen</b>			
5,08 Punkte				5,73 Punkte			
<b>Gesamtpunkte: 10,81</b>							

Tabelle 2: Auswertung zweite Mobak Testung

## Werfen

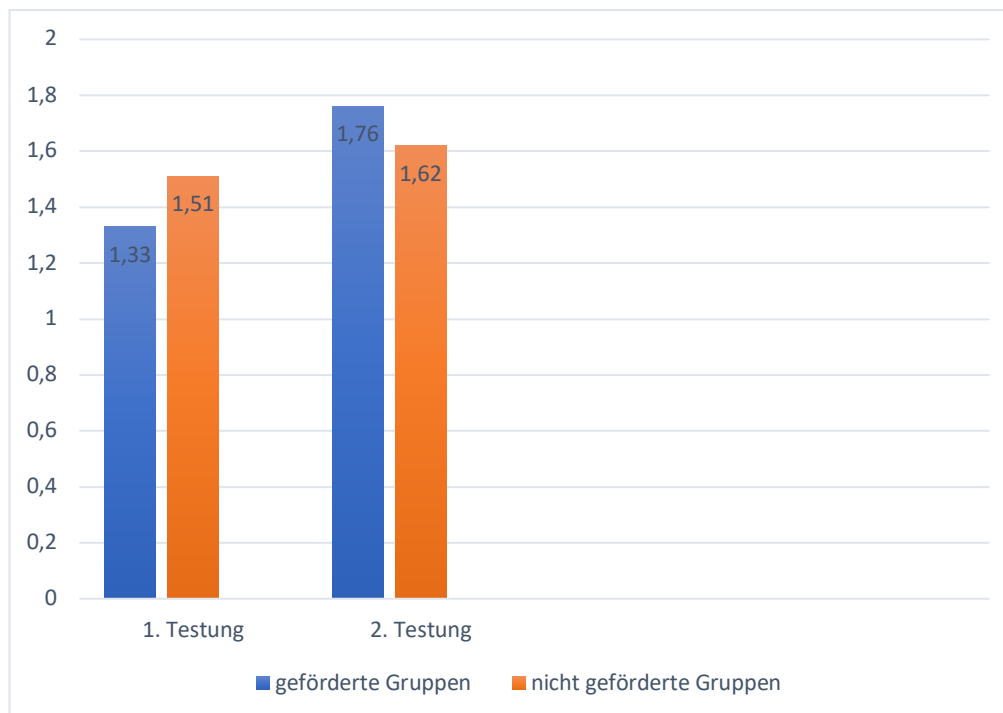


Abbildung 14: Diagramm Werfen

Wie durch das Diagramm *Werfen* sichtbar wird, erreicht die geförderte Gruppe bei der ersten Testung durchschnittlich 1,33 Punkte und die nicht geförderte Gruppe im Durchschnitt 1,51 Punkte. Die nicht geförderte Gruppe erzielt bei der ersten Testung um 0,18 Punkte mehr als die geförderte Gruppe. Bei der zweiten Testung erreicht die geförderte Gruppe im Durchschnitt 1,76 Punkte und die nicht geförderte Gruppe durchschnittlich 1,62 Punkte. Daher ergibt sich ein Unterschied von 0,14 Punkten.

Während sich die nicht geförderte Gruppe bei der zweiten Testung um 0,11 Punkte verbessern kann, kann sich die geförderte Gruppe bei der zweiten Testung um 0,43 Punkte verbessern.

Bei genauer Betrachtung des Diagramms zeigt sich, dass sich beide Gruppen bei der zweiten Testung verbessern können. Deutlich erkennbar ist die Verbesserung der geförderten Kinder, welche darauf schließen lässt, dass sich die gezielte Förderung im Turnunterricht positiv ausgewirkt hat.

Die nicht geförderte Gruppe kann sich ebenfalls minimal verbessern. Grund für diese Verbesserung könnte möglicherweise die altersbedingte, natürliche Weiterentwicklung sein. Des Weiteren ist Werfen eine Bewegung, die von Kindern im Alltag häufig durchgeführt und dadurch trainiert wird.

## Fangen

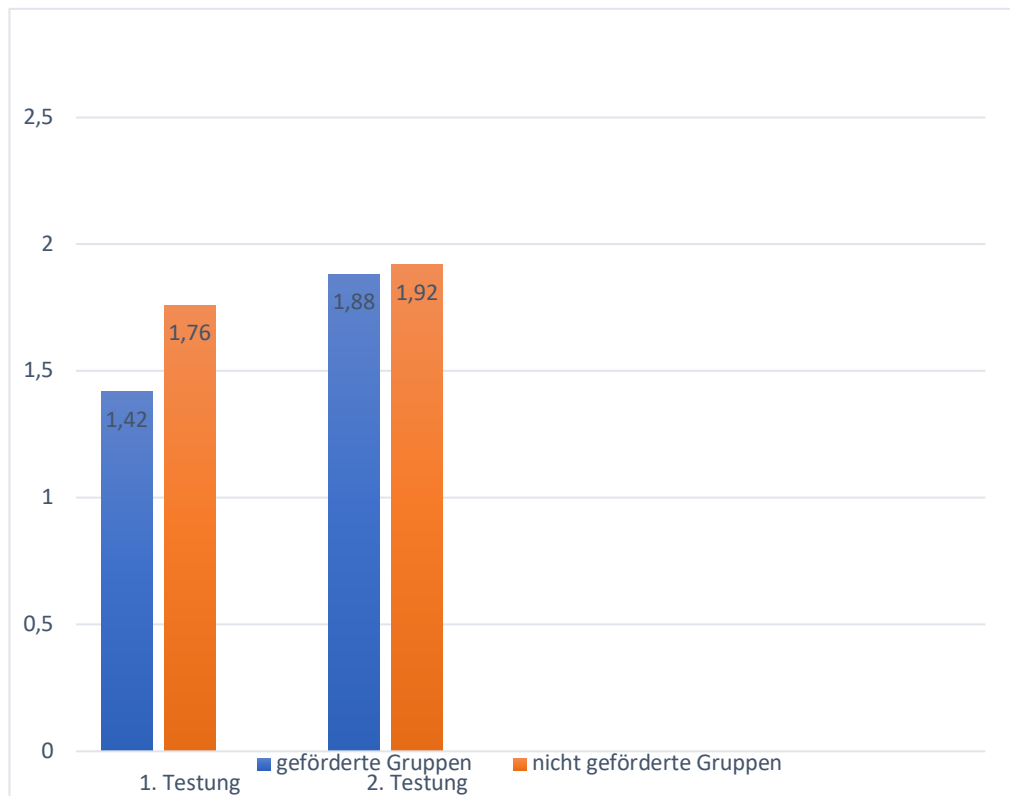


Abbildung 15: Diagramm Fangen

Aus dem Diagramm *Fangen* erkennbar, erreicht die geförderte Gruppe bei der ersten Testung im Durchschnitt 1,42 Punkte. Mit einem Unterschied von 0,34 Punkten erzielt die nicht geförderte Gruppe einen durchschnittlichen Wert von 1,76 Punkten. Die erreichte Punktzahl der geförderten Gruppe bei der zweiten Testung beträgt durchschnittlich 1,88 Punkte. Die nicht geförderte Gruppe kann im Durchschnitt 1,92 Punkte erzielen. Daraus ergibt sich ein Unterschied der Punkte von 0,04 Punkten. Die geförderte Gruppe kann sich von in der ersten Testung durchschnittlich erreichten 1,42 Punkten auf in der zweiten Testung im Durchschnitt erzielten 1,88 Punkten um 0,46 Punkte steigern. Die Gruppe der nicht geförderten Kinder kann zwischen der ersten Testung und der zweiten Testung um 0,16 Punkte mehr erlangen.

Die Kinder der geförderten Gruppe schneiden bei der ersten Testung erkennbar schlechter ab, als die Gruppe der nicht geförderten Kinder.



Obwohl die nicht geförderte Gruppe bei beiden Testungen ein besseres Ergebnis erzielen kann, ist der Fortschritt der Kinder der geförderten Gruppe deutlich größer. Durch den großen Fortschritt zeigt sich die positive Auswirkung der täglichen, intensiven Förderung im Schulalltag, sowie im Turnunterricht.

Die Verbesserung beim Fangen ist vermutlich ebenfalls durch die Weiterentwicklung der Auge-Hand-Koordination begründbar.

### Prellen

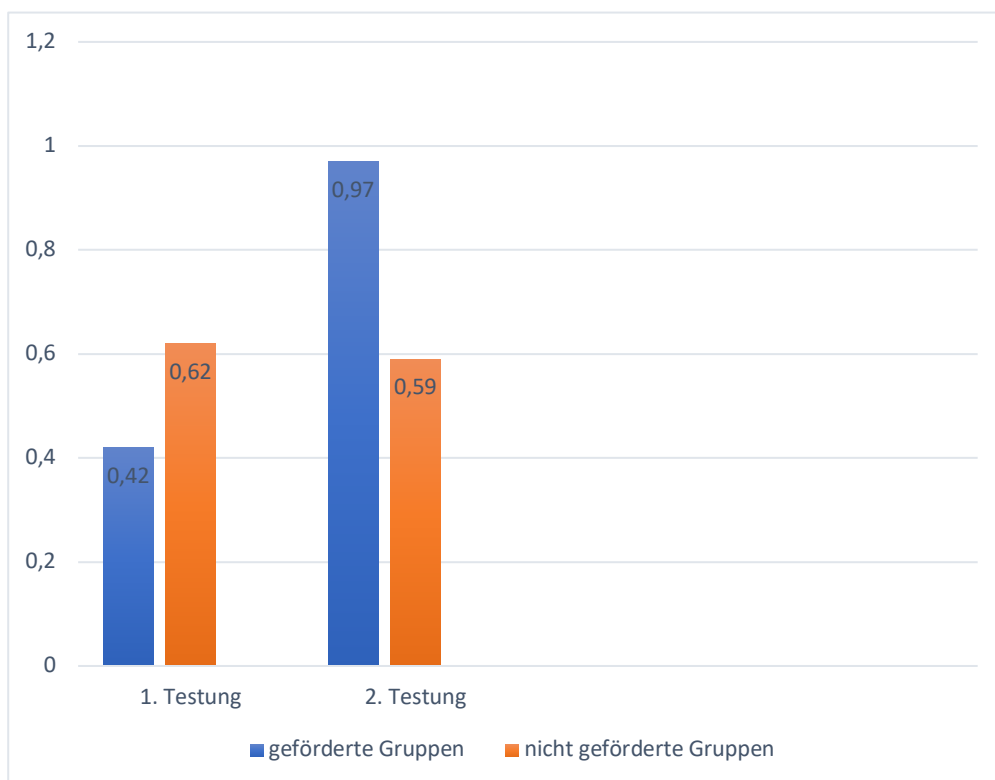


Abbildung 16: Diagramm Prellen

Aus dem Diagramm *Prellen* lässt sich herauslesen, dass die Gruppe der geförderten Kinder in der ersten Testung einen durchschnittlichen Wert von 0,42 Punkten und die nicht geförderte Gruppe durchschnittlich 0,62 Punkte erreichen kann. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen beträgt 0,20 Punkte. Bei der zweiten Testung können von der geförderten Gruppe durchschnittlich 0,97 Punkte erzielt werden. Die Gruppe der nicht geförderten Kinder erzielt in der zweiten Testung im Durchschnitt

0,59 Punkte und verschlechtert sich somit um 0,03 Punkte im Vergleich zur ersten Testung.

Die Gruppe der geförderten Kinder schafft in der zweiten Testung eine Steigerung von 0,55 Punkten.

Bei genauer Untersuchung des Diagramms ist eine erhebliche Steigerung der Leistung bei den Kindern der geförderten Gruppe ersichtlich. Die erzielten Punkte der Schülerinnen und Schüler der nicht geförderten Gruppe bleiben bei beiden Testungen annähernd gleich. Daraus lässt sich schließen, dass Prellen vermutlich eine Bewegung ist, die im Alltag der Kinder nicht so häufig ausgeführt wird. Die enorme Verbesserung der Leistung der geförderten Gruppe kann daher vorwiegend auf die methodisch aufgebauten und gezielten Übungen des Prellens zurückgeführt werden.

### Dribbeln

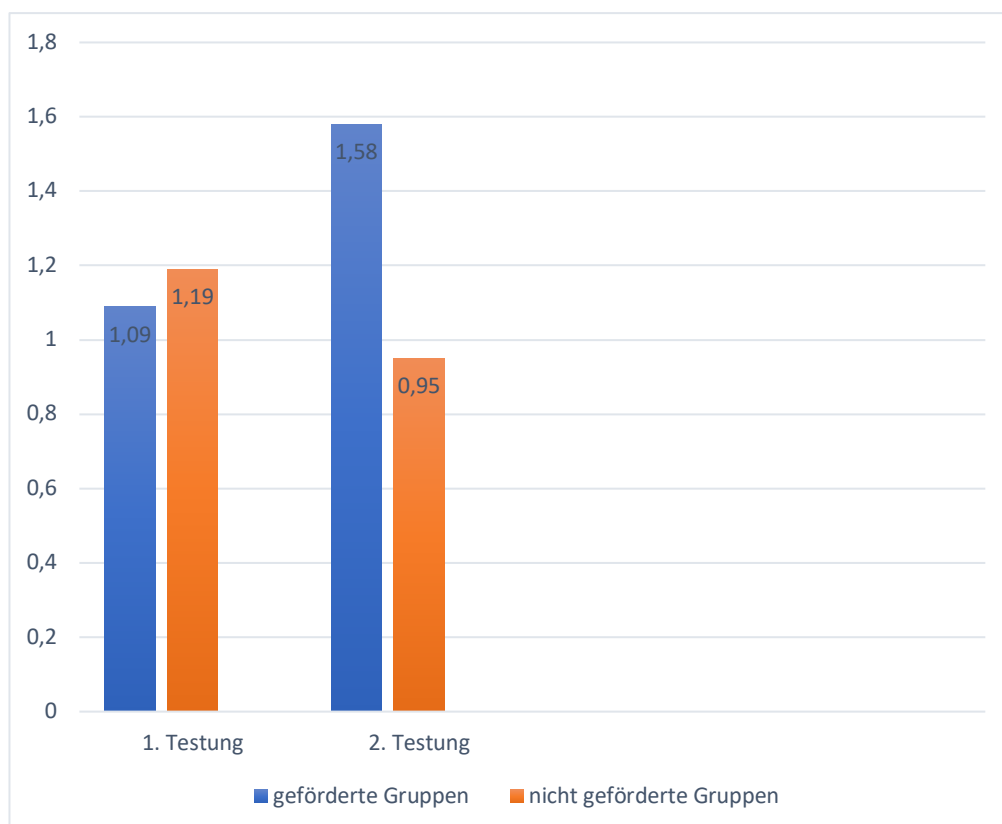


Abbildung 17: Diagramm Dribbeln

Das Diagramm *Dribbeln* zeigt, dass die geförderte Gruppe in der ersten Testung durchschnittlich 1,09 Punkte erreicht und somit um 0,10 Punkte weniger als die nicht geförderte Gruppe, welche im Durchschnitt 1,19 Punkte erzielen kann. Bei der zweiten Testung erreicht die geförderte Gruppe durchschnittlich 1,58 Punkte. Die nicht geförderte Gruppe verschlechtert sich im Vergleich zur ersten Testung und erreicht durchschnittlich 0,95 Punkte. Somit ergibt sich zwischen den beiden Gruppen ein Unterschied von 0,63 Punkten.

Die geförderte Gruppe verbessert sich zwischen der ersten und der zweiten Testung um 0,49 Punkte. Die Gruppe, der nicht geförderten Kinder verschlechtert sich im Vergleich von der ersten zur zweiten Testung um 0,24 Punkte.

Aus dem Diagramm kann herausgelesen werden, dass die beiden Gruppen in der ersten Testung einen Wert erreichen, der annähernd gleich ist. Durch den Abfall der Leistung der nicht geförderten Gruppe lässt sich vermuten, dass Kinder im Alltag die Bewegung des Dribbelns nicht so oft durchführen. Daher wird die große Leistungssteigerung der geförderten Gruppe zum Großteil der ausgewählten Übungen der Förderung zugeschrieben.

## Balancieren

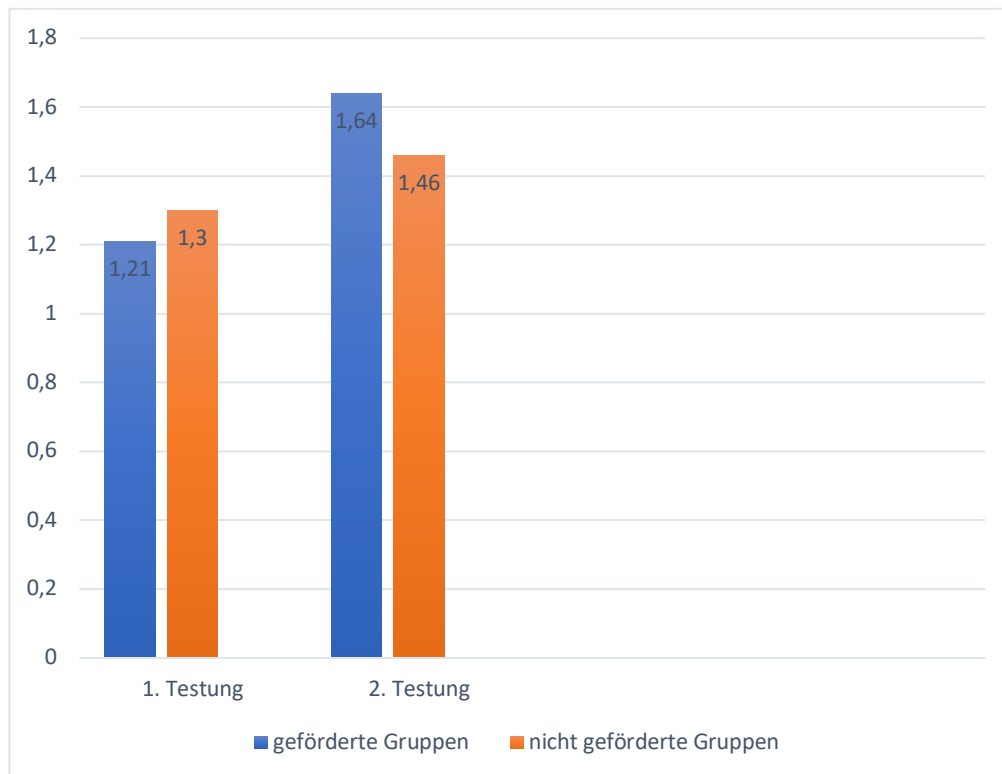


Abbildung 18: Diagramm Balancieren

Aus dem Diagramm *Balancieren* lässt sich entnehmen, dass in der ersten Testung die Gruppe der geförderten Kinder im Durchschnitt 1,21 Punkte schafft, während die Gruppe der Kinder, die nicht gefördert werden, durchschnittlich 1,30 Punkte erreicht. Daraus ergibt sich eine Differenz der beiden Gruppen von 0,09 Punkten im ersten Testlauf.

Durchschnittlich kann die geförderte Gruppe in der zweiten Testung 1,64 Punkte erreichen, während die nicht geförderte Gruppe einen Wert von durchschnittlich 1,46 Punkte hat und somit um 0,18 Punkte weniger erzielt. Die geförderte Gruppe kann sich bei der zweiten Testung um 0,43 Punkte steigern und die nicht geförderte Gruppe ist bei der zweiten Testung um 0,16 Punkte besser als bei der ersten Testung.

Beide Gruppen sind bei der ersten Testung ungefähr auf dem gleichen Punktestand. Sowohl die geförderte Gruppe als auch die nicht geförderte Gruppe kann sich bei der zweiten Testung steigern.

Die besseren Leistungen können vermutlich durch die natürliche, altersbedingte Entwicklung der Kinder und durch eine häufige Durchführung dieser Bewegung im Alltag von Kindern erklärt werden. Die Leistungssteigerung ist bei der geförderten Gruppe höher als bei der nicht geförderten Gruppe. Dies ist ein deutliches Anzeichen dafür, dass sich die gezielte Förderung der Kinder positiv auf die Steigerung der Leistung auswirkt.

## Rollen

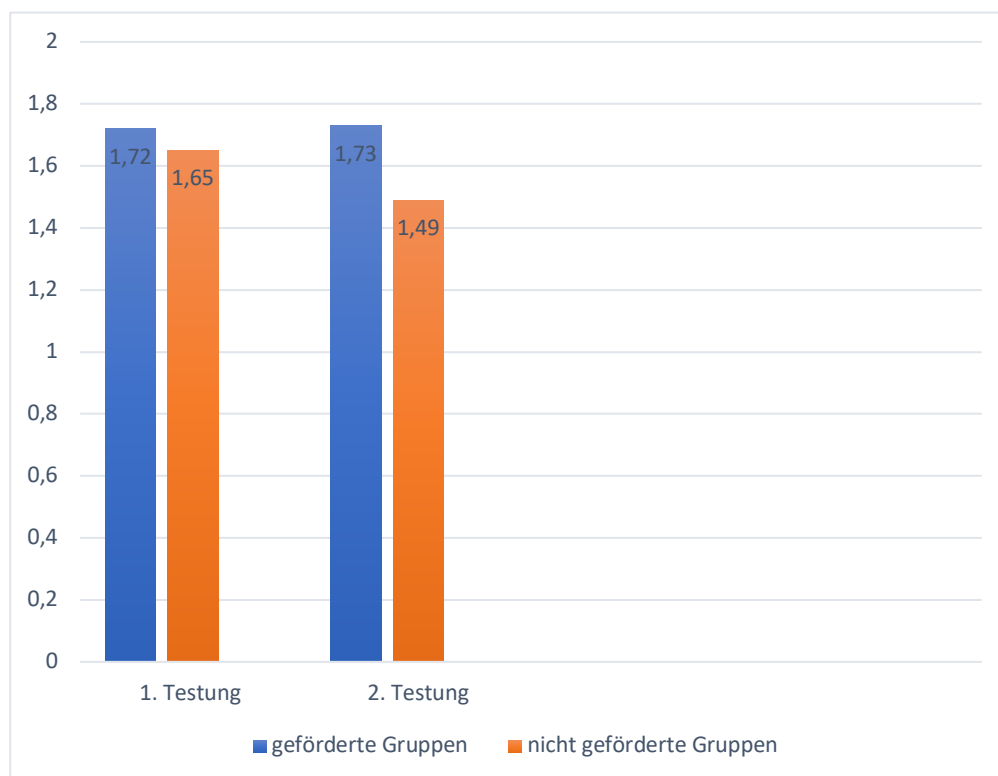


Abbildung 19: Diagramm Rollen

Das Diagramm *Rollen* gibt Auskunft darüber, dass die Gruppe der geförderten Kinder im ersten Testlauf durchschnittlich 1,72 Punkte erreicht und somit um 0,07 Punkte besser abschneidet als die Gruppe der nicht geförderten Kinder, denn diese Gruppe kann im ersten Testlauf 1,65 Punkte im Durchschnitt erzielen. Bei der zweiten Testung kann die geförderte Gruppe durchschnittlich 1,73 Punkte erreichen und hat um 0,24 Punkte mehr, als die nicht geförderte Gruppe.

Die nicht geförderte Gruppe schafft im zweiten Testlauf durchschnittlich 1,49 Punkte.

Werden die Ergebnisse der ersten Testung und der zweiten Testung miteinander verglichen, lässt sich aus dem Diagramm ablesen, dass sich die Gruppe der geförderten Kinder um 0,01 Punkte verbessert. Die Gruppe der nicht geförderten Kinder verschlechtern sich im zweiten Testlauf um 0,16 Punkte.

Aus dem Diagramm lässt sich herauslesen, dass die Gruppe der geförderten Kinder in der ersten Testung und in der zweiten Testung bereits einen hohen durchschnittlichen Punktwert erreicht und deswegen nur eine minimale Verbesserung erzielt.

Die Kinder der nicht geförderten Gruppe verschlechtert sich in der zweiten Testung.

Durch persönliche, jahrelange Beobachtungen im Turnverein konnte von den beiden Autorinnen dieser Arbeit festgestellt werden, dass Kinder im Grundschulalter vor 10 Jahren fast ausnahmslos eine Rolle vorwärts problemlos ausführen konnten. Das Ergebnis dieser Testung zeigt, dass diese Leistung stark abgenommen hat, was darauf schließen lässt, dass eine Rolle vorwärts im Alltag der Kinder nicht mehr so häufig durchgeführt wird.

## Springen

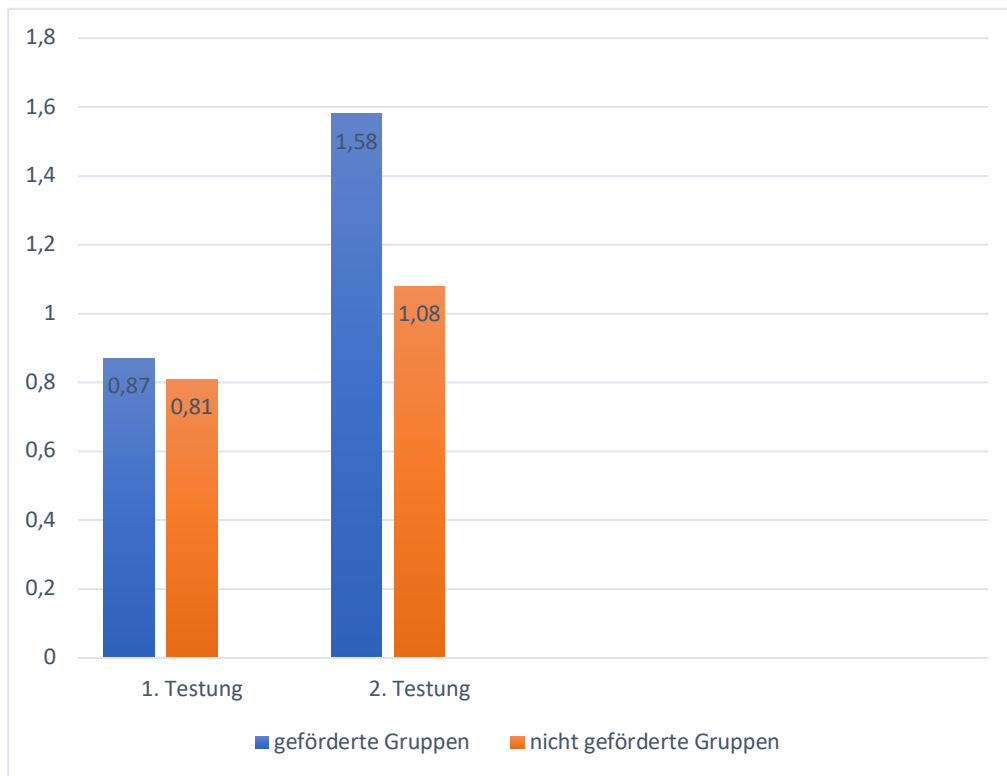


Abbildung 20: Diagramm Springen

Das Diagramm *Springen* zeigt bei der ersten Testung einen durchschnittlich erreichten Wert von 0,87 Punkten der geförderten Gruppe. Die nicht geförderte Gruppe erreicht im Durchschnitt 0,81 Punkte und somit um 0,06 Punkte weniger als die Kinder der geförderten Gruppe. Bei der zweiten Testung kann sich die geförderte Gruppe deutlich auf durchschnittlich 1,58 Punkte verbessern.

Die Gruppe der nicht geförderten Kinder erreicht in der zweiten Testung 1,08 Punkte. Daraus ergibt sich ein Punkteunterschied von 0,50 Punkten. Zwischen dem ersten und dem zweiten Testdurchlauf verbessert sich die geförderte Gruppe um 0,71 Punkte. Aus dem Diagramm lässt sich ablesen, dass die Gruppe der nicht geförderten Kinder zwischen den beiden Testungen eine Verbesserung von 0,27 Punkten erreicht.

Die beiden Gruppen schneiden bei der ersten Testung annähernd gleich ab.

Die Kinder der geförderten Gruppe können sich bei der zweiten Testung deutlich verbessern, während die Kinder der nicht geförderten Gruppe keine so große Verbesserung erzielen. Das zeigt den Erfolg des gezielten Trainings und der Übung dieser Sprungabfolge.

## Laufen

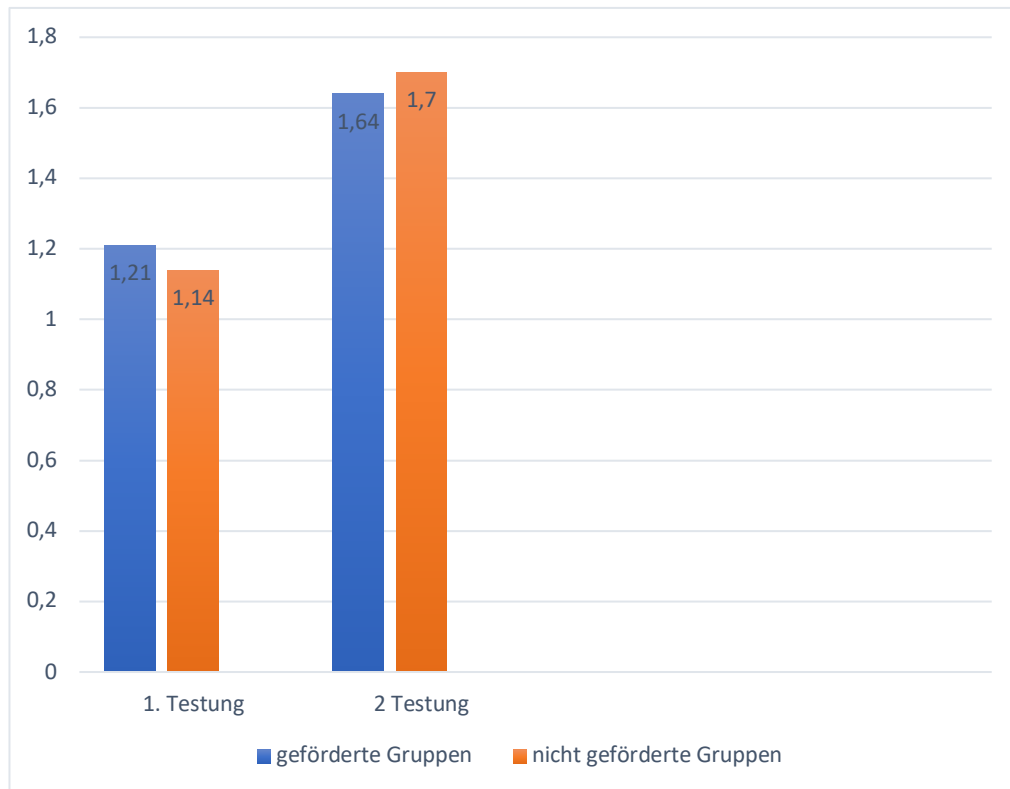


Abbildung 21: Diagramm Laufen

Die Werte des Diagramms *Laufen* zeigen an, dass die Gruppe der geförderten Kinder im Durchschnitt 1,21 Punkten bei der ersten Testung erzielt. Mit durchschnittlich 1,14 Punkten erreicht die nicht geförderte Gruppe in der ersten Testung um 0,07 Punkte weniger.

Bei der zweiten Testung kann die geförderte Gruppe durchschnittlich 1,64 Punkte erzielen und die Gruppe der nicht geförderten Kinder erreicht im zweiten Testlauf einen Wert von durchschnittlich 1,70 Punkte. Zwischen den beiden Gruppen ergibt sich eine Differenz von 0,06 Punkten. Die Gruppe der Kinder, die gefördert werden, erreicht bei der zweiten Testung um 0,43 Punkte mehr als bei der ersten Testung. Die Gruppe



der Kinder, die nicht gefördert werden, schafft bei der zweiten Testung eine Steigerung von 0,56 Punkten.

Beim Laufen sind beide Gruppen bei der ersten Testung auf einem annähernd gleichen Stand. Die Gruppen können sich jeweils um einen großen Schritt verbessern. Die Gruppe der nicht geförderten Kinder erzielt bei dieser Aufgabe einen höheren Punktwert als die Gruppe der geförderten Kinder. Das zeigt, dass alle Kinder vermutlich einen altersbedingten Entwicklungsschritt zwischen den beiden Testungen machten und es womöglich keinen Unterschied macht, ob die Kinder bei dieser Bewegung gezielt gefördert werden oder nicht. Ein Grund dafür könnte sein, dass Laufen in verschiedenen Richtungen eine häufig durchgeführte Bewegung im Alltag von Kindern ist.

### Etwas Bewegen

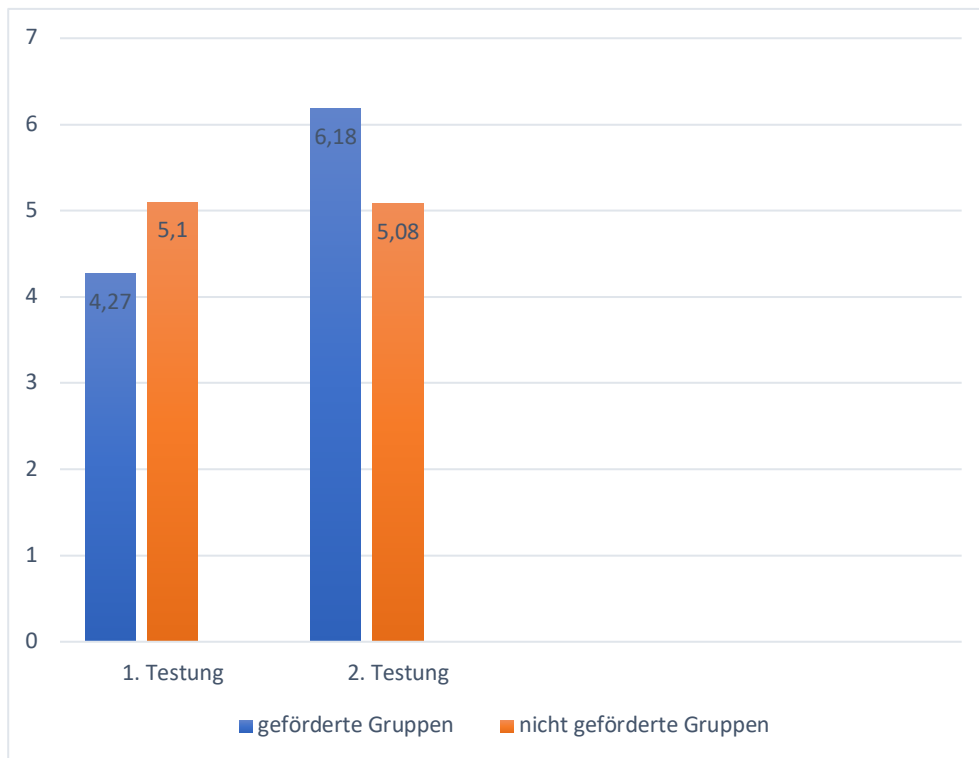


Abbildung 22: Diagramm Etwas Bewegen

Im Diagramm *Etwas Bewegen*, welches die Bereiche Werfen, Fangen, Prellen und Dribbeln zusammenfasst, lässt sich bei der ersten Testung für die geförderte Gruppe ein durchschnittlich erreichter Wert von 4,27 Punkten ablesen. Die Kinder der nicht geförderten Gruppe können im Bereich *Etwas Bewegen* bei der ersten Testung im Durchschnitt 5,1 Punkte erzielen. Daraus lässt sich zwischen den beiden Gruppen ein Unterschied von 0,83 Punkten errechnen. Bei der zweiten Testung kann die geförderte Gruppe im Durchschnitt 6,18 Punkte erreichen. Die Gruppe der nicht geförderten Kinder erzielt einen Punktestand von 5,08 Punkten. Der Unterschied bei der zweiten Testung zwischen der geförderten Gruppe und der nicht geförderten Gruppe liegt bei 1,1 Punkten. Während sich die Gruppe der geförderten Kinder zwischen den beiden Testungen um 1,91 Punkte verbessert, bleibt die Gruppe der nicht geförderten Kinder ungefähr auf dem gleichen Punktestand und verschlechtert sich im Bereich *Etwas Bewegen* um 0,02 Punkte.

Es ist klar ersichtlich, dass die Gruppe der nicht geförderten Kinder in der ersten Testung einen höheren Punktestand als die Gruppe der nicht geförderten erreicht. Bei der zweiten Testung erzielt die Gruppe der geförderten Kinder einen deutlich höheren Wert der Punkte als die Gruppe der nicht geförderten Kinder.

## Sich Bewegen

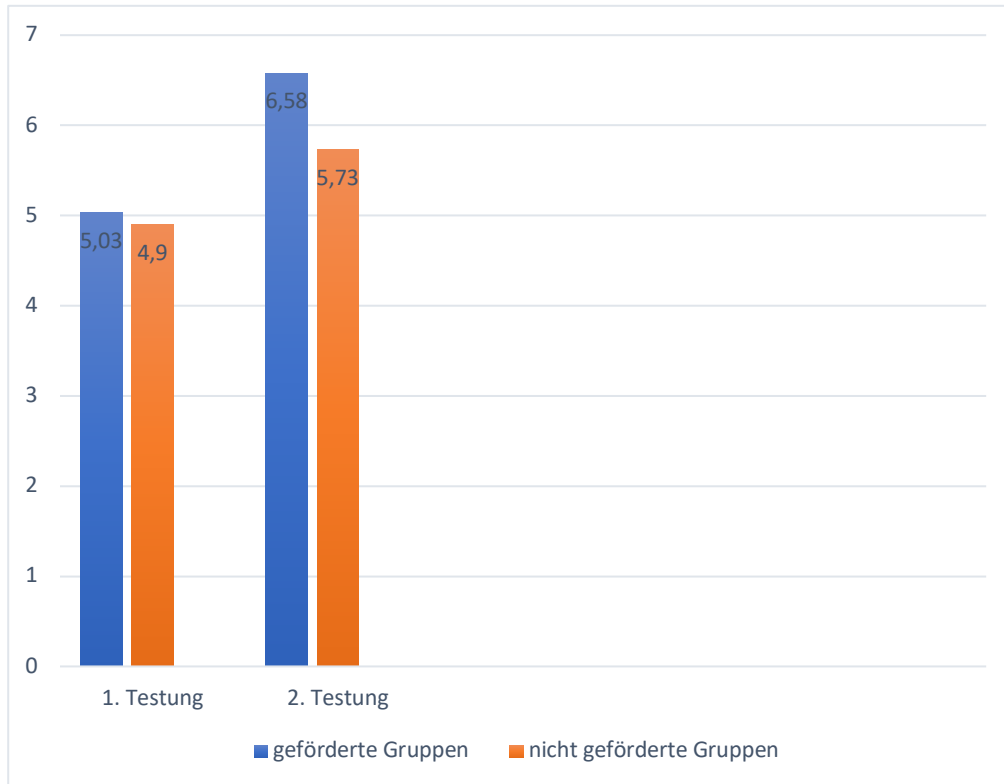


Abbildung 23: Diagramm Sich Bewegen

Aus dem Diagramm *Sich Bewegen*, welches die Bereiche Balancieren, Rollen, Springen und Laufen beinhaltet, lässt sich für die geförderte Gruppe bei der ersten Testung ein durchschnittlicher Wert von 5,03 Punkte ablesen. Die nicht geförderte Gruppe hat in der ersten Testung einen durchschnittlich erreichten Wert von 4,90 Punkten und liegt mit 0,13 Punkten knapp unter den erreichten Punkten der geförderten Gruppe.

Bei der zweiten Testung schafft die Gruppe der geförderten Kinder mit durchschnittlich 6,58 Punkten um 0,85 Punkten mehr, als die Gruppe der nicht geförderten Kinder, welche im Durchschnitt einen Wert von 5,73 Punkte erreicht.

Werden die Ergebnisse der beiden Testungen der geförderten Gruppe miteinander verglichen, lässt sich erkennen, dass sich diese Gruppe im zweiten Testlauf um einen durchschnittlichen Wert von 1,55 Punkten verbessert hat.

Die Gruppe der nicht geförderten Kinder kann sich in der zweiten Testung um durchschnittlich 0,83 Punkte verbessern.

Es zeigt sich eindeutig, dass die Gruppe der geförderten Kinder und die Gruppe der nicht geförderten Kinder bei der ersten Testung die gleiche Ausgangslage haben und somit der Unterschied der Punkte eher gering ist.

Die Säulendiagramme der zweiten Testung machen den Unterschied beider Gruppen deutlich ersichtlich, denn bei der zweiten Testung erzielt die geförderte Gruppe einen höheren Wert, als die nicht geförderte Gruppe.

### Gesamtpunkte

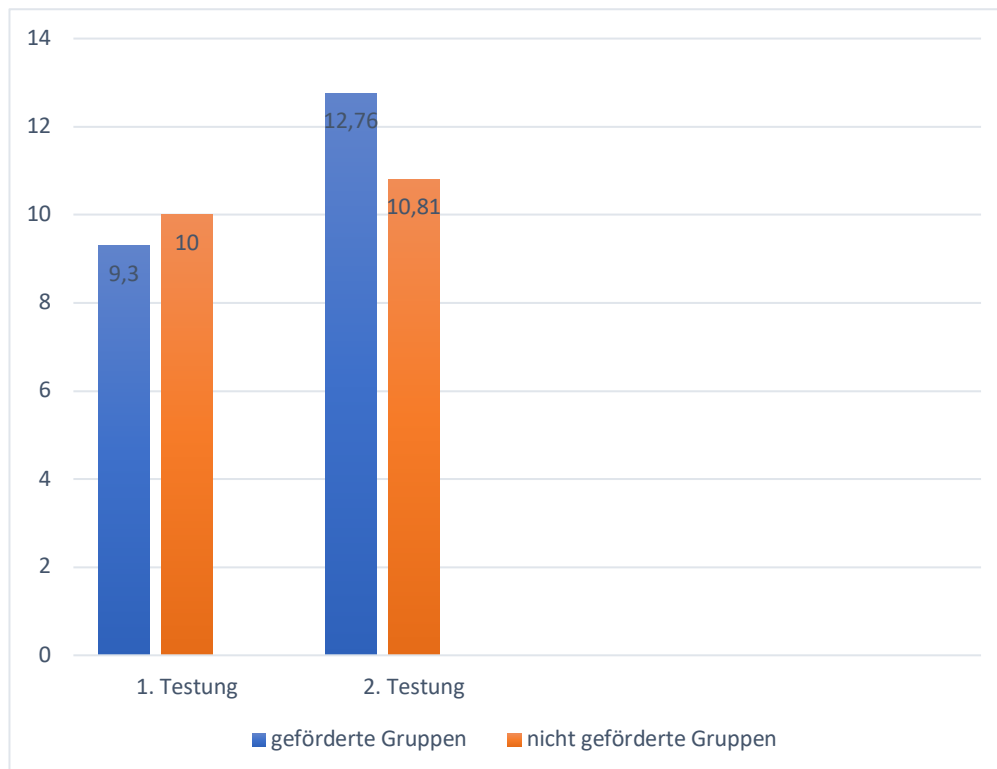


Abbildung 24: Diagramm Gesamtpunkte

Im Diagramm *Gesamtpunkte* ist sichtbar, dass die Gruppe der geförderten Kinder mit durchschnittlich 9,3 erzielten Punkten bei der ersten Testung um 0,7 Punkte weniger erreicht, als die Gruppe der nicht geförderten Kinder, welche im Durchschnitt 10 von 16 möglichen Punkten erzielt.

Bei der zweiten Testung kann sich die Gruppe der geförderten Kinder um 3,46 Punkte auf durchschnittlich 12,76 erreichte Punkte verbessern. Die Gruppe der nicht geförderten Kinder verbessert sich in der zweiten Testung um einen Wert von 0,81 auf durchschnittlich 10,81 erzielten Punkten.

Der Unterschied zwischen der geförderten und der nicht geförderten Gruppe liegt bei der zweiten Testung bei einem Wert von 1,95 Punkten. Das Diagramm zeigt eine eindeutige Verbesserung der Werte der Gruppe der geförderten Kinder zwischen der ersten und der zweiten Testung.

Die Gruppe der nicht geförderten Kinder weist zwischen der ersten und der zweiten Testung eine minimale Verbesserung der Leistung auf. Das Gesamtergebnis lässt die Interpretation zu, dass sich die wochenlange, methodisch aufbauende Förderung der Kinder positiv auf die Leistungen im motorischen Bereich auswirkt.

Die leichte Verbesserung der Leistungen der Kinder der nicht geförderten Gruppe lässt darauf schließen, dass in dem Zeitraum zwischen den beiden Testungen ein altersbedingter, natürlicher Entwicklungsschritt gemacht wird.

## d2 Test

<b>Erste Testung d2: geförderte Gruppe</b>				
<b>GZ</b>	<b>F</b>	<b>GZ – F</b>	<b>SB</b>	<b>F%</b>
368,24	1,61	366,64	21,73	0,44

<b>Erste Testung d2: nicht geförderte Gruppe</b>				
<b>GZ</b>	<b>F</b>	<b>GZ – F</b>	<b>SB</b>	<b>F%</b>
422,46	3,19	419,27	25,08	0,75

Tabelle 3: Auswertung erste d2 Testung

<b>Zweite Testung d2: geförderte Gruppe</b>				
<b>GZ</b>	<b>F</b>	<b>GZ – F</b>	<b>SB</b>	<b>F%</b>
569,03	0,88	568,15	14,61	0,15

<b>Zweite Testung d2: nicht geförderte Gruppe</b>				
<b>GZ</b>	<b>F</b>	<b>GZ – F</b>	<b>SB</b>	<b>F%</b>
531,14	7,35	523,78	18,84	1,38

Tabelle 4: Auswertung zweite d2 Testung

## Insgesamt bearbeitete Zeichen – GZ

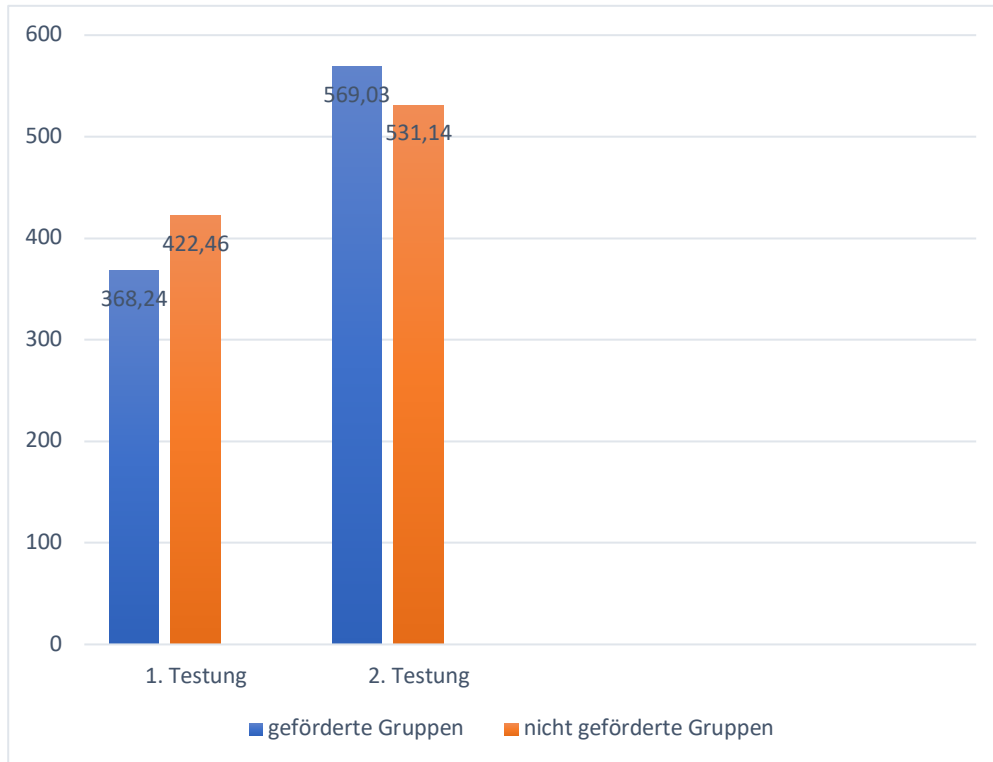


Abbildung 25: Diagramm GZ

Im Diagramm *Insgesamt bearbeitete Zeichen - GZ* ist erkennbar, dass die Gruppe der geförderten Kinder bei der ersten Testung durchschnittlich 368,24 Zeichen in der vorgegebenen Zeit bearbeitet. Die Gruppe der nicht geförderten Kinder bearbeitet in dieser Zeit im Durchschnitt 422,46 Zeichen. Somit ergibt sich ein Unterschied von 54,22 bearbeiteten Zeichen. Bei der zweiten Testung bearbeitet die Gruppe der geförderten Kinder im Schnitt 569,03 Zeichen. Die Kinder der nicht geförderten Gruppe behandeln bei der zweiten Testung durchschnittlich 531,14 Zeichen. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen liegt bei 37,89 bearbeiteten Zeichen. Die geförderte Gruppe bearbeitet somit bei der zweiten Testung um 200,79 Zeichen mehr, als in der ersten Testung. Die Gruppe der nicht geförderten Kinder verbessert sich zwischen der ersten und der zweiten Testung um 108,68 bearbeitete Zeichen.

Bei der zweiten Testung ist der Unterschied zwischen den beiden Gruppen nicht so groß, interessant ist aber die enorme Verbesserung der Gruppe der geförderten Kinder im Vergleich zur ersten Testung.

### Fehlerrohwert – F

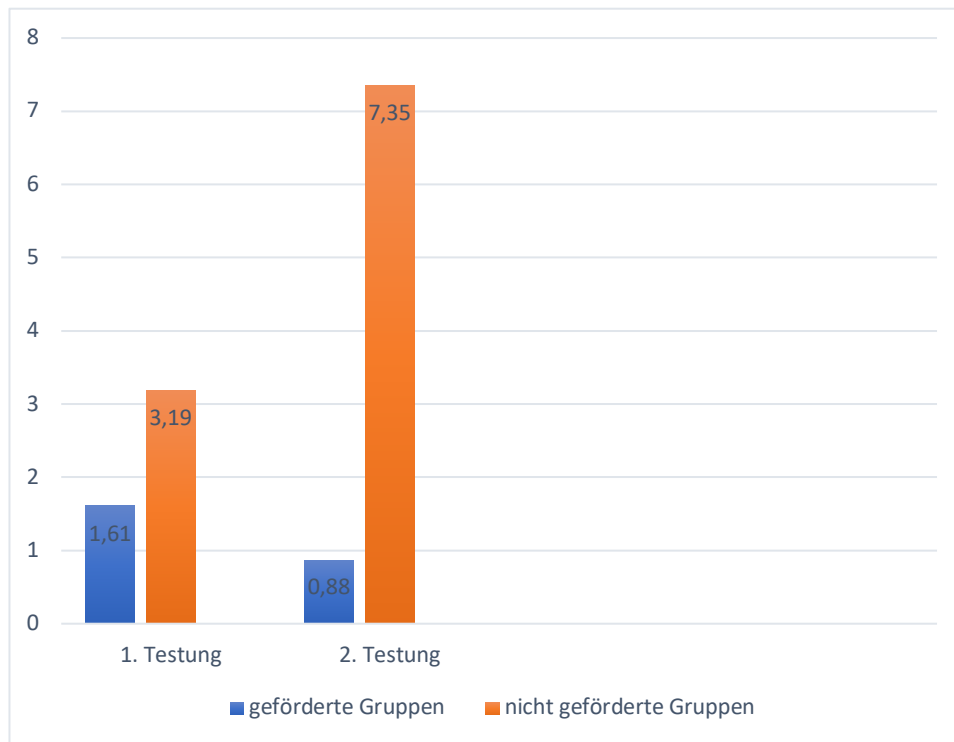


Abbildung 26: Diagramm F

Das Säulendiagramm *Fehlerrohwert - F* zeigt, dass die Kinder der geförderten Gruppe durchschnittlich 1,61 Fehler machen und somit um 1,58 Fehler weniger, als die Kinder der nicht geförderten Gruppe, die eine durchschnittliche Fehlerquote von 3,19 Fehlern aufweisen. Bei der zweiten Testung machen die Kinder der geförderten Gruppe weniger Fehler. Sie machen bei dieser Testung im Durchschnitt 0,88 Fehler. Der Fehlerwert der nicht geförderten Gruppe steigt bei der zweiten Testung enorm. Hier machen die Kinder durchschnittlich 7,35 Fehler. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen liegt bei der zweiten Testung bei 6,47 Fehlern. Die Gruppe der geförderten Kinder verbessert sich zwischen den beiden Testungen und macht in der zweiten Testung um 0,73 Fehler



weniger. Die Gruppe der nicht geförderten Kinder verschlechtert sich von der ersten Testung zur zweiten Testung und macht um 4,16 Fehler mehr. Auf dem Diagramm ist klar ersichtlich, dass die Gruppe der geförderten Kinder in diesem Bereich deutlich besser ist, als die Gruppe der nicht geförderten Kinder.

### Insgesamt bearbeitete richtige Zeichen – GZ – F

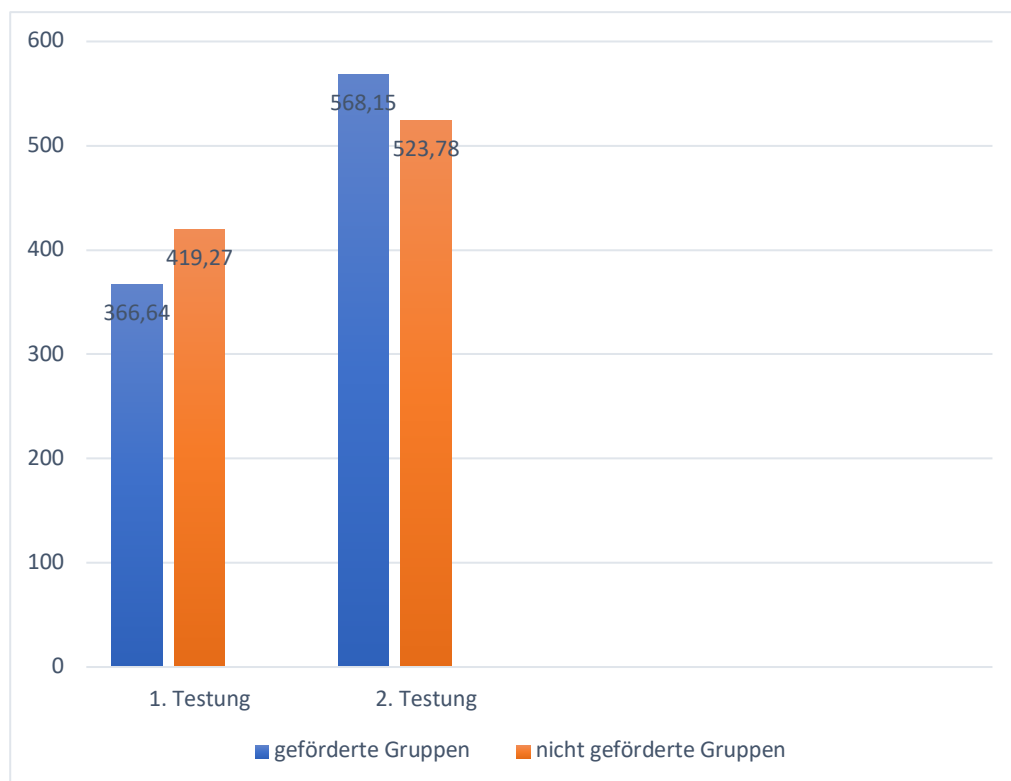


Abbildung 27: Diagramm GZ-F

Aus dem Diagramm *Insgesamt bearbeitete richtige Zeichen - GZ - F* lässt sich ablesen, dass die Kinder der geförderten Gruppe bei der ersten Testung 366,64 Zeichen richtig bearbeiten. Die Gruppe der nicht geförderten Kinder bearbeitet bei dieser Testung 419,27 Zeichen richtig. Somit bearbeiten die Kinder der nicht geförderten Gruppe um 52,63 richtige Zeichen mehr, als die Kinder der geförderten Gruppe. In der zweiten Testung können die Kinder der geförderten Gruppe durchschnittlich 568,15 Zeichen richtig bearbeiten.

Im Vergleich dazu bearbeitet die nicht geförderte Gruppe 523,78 Zeichen richtig und somit um 44,37 Zeichen weniger. Die Kinder der geförderten Gruppe können sich von der ersten Testung zur zweiten Testung deutlich verbessern.

Sie bearbeiten durchschnittlich 201,51 Zeichen korrekt mehr. Die nicht geförderte Gruppe kann sich ebenfalls verbessern, jedoch lediglich um 104,51 richtig bearbeitete Zeichen.

### Schwankungsbreite – SB

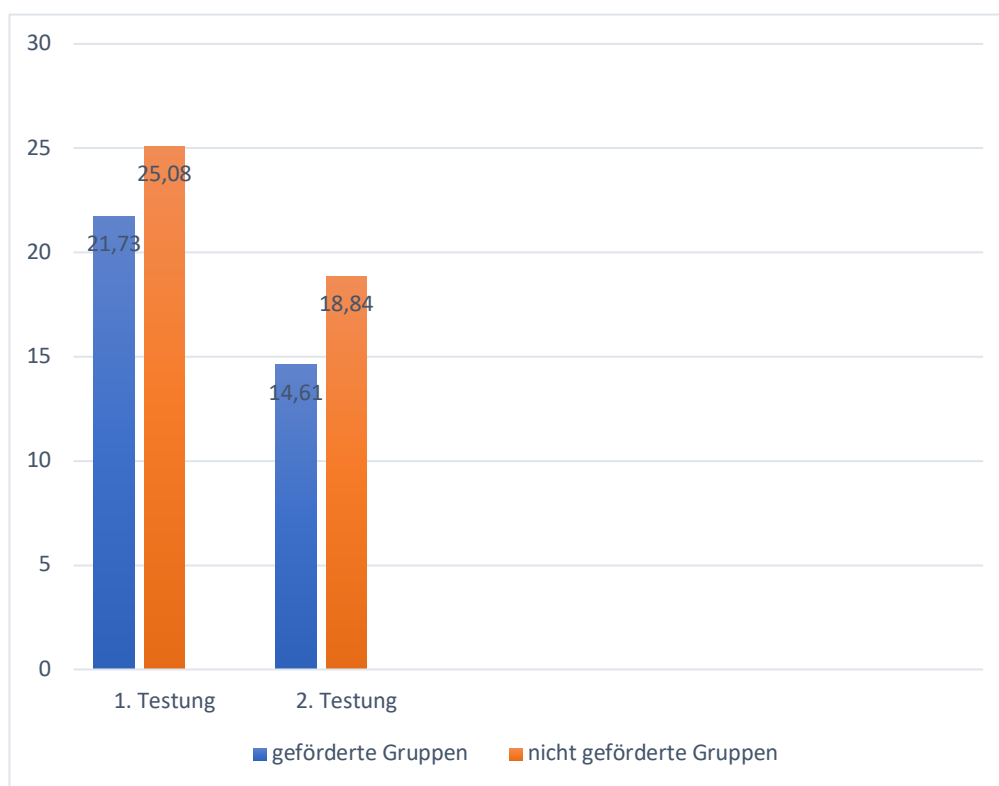


Abbildung 28: Diagramm SB

Wie im Diagramm *Schwankungsbreite - SB* ersichtlich ist, liegt die Schwankungsbreite bei der geförderten Gruppe in der ersten Testung bei einem Wert von 21,73. Der Wert der nicht geförderten Gruppe liegt bei dieser Testung bei 25,08. Es ergibt sich ein Unterschied von 3,35. Die zweite Testung ergibt für die Kinder der geförderten Gruppe einen Wert von 14,61. Die Gruppe der nicht geförderten Kinder kann sich ebenfalls

verbessern und erzielt einen Wert von 18,84. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen liegt bei 4,23.

Die geförderte Gruppe verbessert sich im zweiten Testdurchlauf um 7,17.

Die Gruppe der nicht geförderten Kinder kann sich um 6,24 verbessern.

### Fehlerprozent – F%

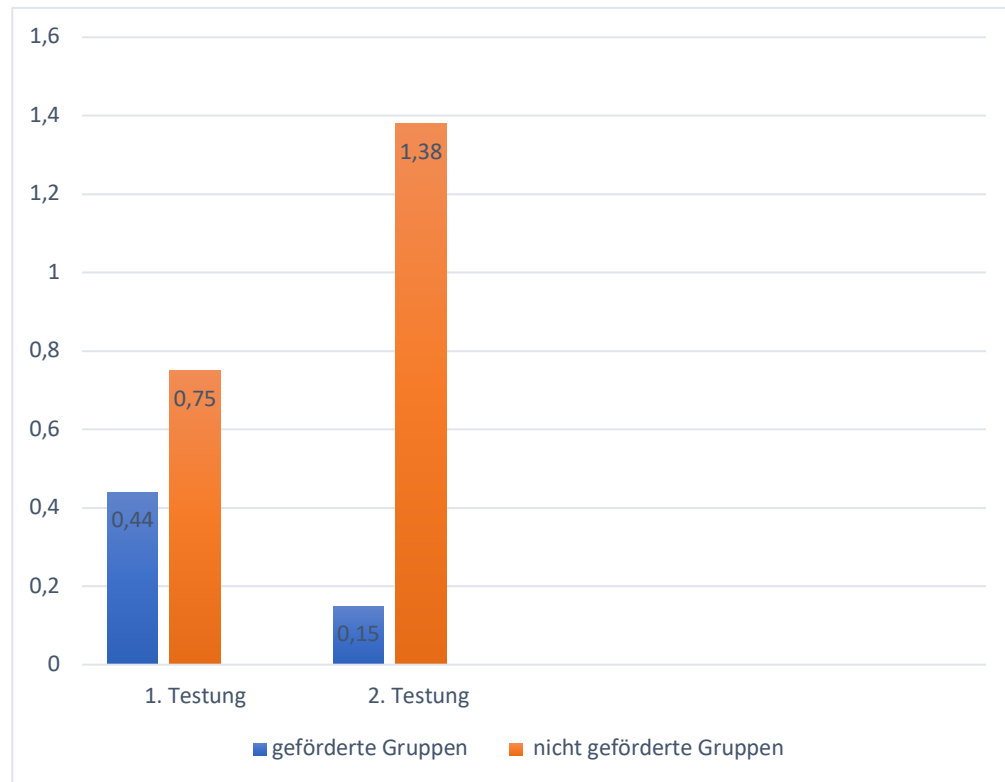


Abbildung 29: Diagramm F%

Das Diagramm *Fehlerprozent - F%* zeigt an, dass die geförderte Gruppe im Durchschnitt 0,44% der bearbeiteten Zeichen fehlerhaft bearbeitet. Die nicht geförderte Gruppe bearbeitet mehr Zeichen inkorrekt. Daraus ergibt sich bei dieser Gruppe ein Wert von 0,75%. Die nicht geförderte Gruppe bearbeitet um 0,31% mehr Zeichen fehlerhaft. Bei der zweiten Testung sind 0,15% der bearbeiteten Zeichen der geförderten Gruppe fehlerhaft. Die nicht geförderte Gruppe bearbeitet deutlich mehr Zeichen fehlerhaft.

Diese Kinder erreichen einen Wert von 1,38%. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen liegt bei der zweiten Testung bei 1,23%.

Die geförderte Gruppe kann sich im Vergleich zur ersten Testung bei der zweiten Testung um 0,29% verbessern.

Dahingegen verschlechtert sich die nicht geförderte Gruppe von der ersten zur zweiten Testung um 0,63%.

## 5.7 Diskussion

Durch das Diagramm *Insgesamt bearbeitete richtige Zeichen - GZ - F* kann herausgelesen werden, dass sich die geförderte Gruppe sowohl bei der Mobak-Testung, als auch bei der d2-Testung deutlich verbessern konnte. Die Schülerinnen und Schüler der nicht geförderten Gruppe konnten auch bei der d2-Testung bessere Ergebnisse erzielen, jedoch ist der Anstieg der Leistung geringer als jener der geförderten Gruppe. Durch das Diagramm *Fehlerprozent - F%* ist ebenfalls erkennbar, dass sich die Konzentrationsleistung der Kinder der geförderten Gruppe im Vergleich zur ersten Testung in der zweiten Testung merkbar gesteigert hat.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Gruppe der geförderten Kinder bei beiden Testungen einen Anstieg der Leistungen erzielen kann. Daraus lässt sich schließen, dass die Hypothese „Die Schulung ausgewählter motorischer Basisfertigkeiten wirkt sich positiv auf die Lerndisposition von Kindern aus“ bestätigt werden kann.

Ein Grund für das Ansteigen der Leistungen der Kontrollgruppe könnte sein, dass im Turnunterricht eventuell die Fähigkeiten, die für die MOBAK-Testung benötigt werden, trainiert wurden.

Durch einen Anstieg der Konzentrationsleistung, welche auf die besseren Leistungen im motorischen Bereich zurückzuführen ist, ist anzunehmen, dass Kinder besser und effektiver lernen können.

Wie im Literaturteil beschrieben, entstehen durch Bewegung Verknüpfungen der Neuronen im Gehirn. Je mehr Verknüpfungen im Gehirn bestehen, desto besser können Bewegungen automatisiert

werden. Zum Beispiel wird beim Schreiben mit der rechten Hand die linke Gehirnhälfte beansprucht und je mehr Bewegungsmuster erlernt und gespeichert werden, desto unbewusster und somit weniger anstrengend ist die Schreibbewegung. Dadurch kann sich mehr auf Inhalte konzentriert werden.

Um die Hypothese noch besser untermauern zu können, kann diese Forschung in Zukunft mit mehr Probandinnen und Probanden über einen noch längeren Zeitraum hinaus durchgeführt werden.

## 6. Resümee

Das Ziel der Masterarbeit war die Aufklärung der Fragestellung, welche Auswirkungen die Förderung ausgewählter motorischer Grundfertigkeiten auf die Lerndisposition von Kindern im Grundschulalter hat. Durch die umfassende Beschäftigung mit unterschiedlichen Literaturquellen wie Bücher, Studien, Zeitschriften und Internetquellen wurde unsere Annahme bestätigt, dass sich vielfältige sportliche Betätigung positiv auf den Körper und die Entwicklung von Kindern auswirkt. Außerdem konnte ein positiver Effekt auf die Leistungen im Gehirn festgestellt werden.

Da die empirische Untersuchung mit insgesamt 70 Schülerinnen und Schülern durchgeführt wurde, besteht Grund zur Annahme, dass die Testungen ein repräsentatives Ergebnis darstellen und sich Bewegung, stützend auf die Forschung und die Literaturarbeit, positiv auf die Lerndisposition bei Kindern im Grundschulalter auswirkt.

Um diese Annahme zu untermauern und noch präzisere Ergebnisse zu erhalten, kann die Forschung an mehreren Schulen mit einer größeren Anzahl an Schülerinnen und Schülern durchgeführt werden.

Während der sechswöchigen Zeit der Förderung konnten wir beobachten, dass sich unsere Schülerinnen und Schüler aufgrund der täglichen Bewegungsimpulse im Laufe des Vormittags viel besser auf die Lerninhalte konzentrieren konnten als vor der Förderung. Eine weitere Beobachtung war die merkbare Ausgeglichenheit der Schülerinnen und Schüler im Unterricht.

Da Kinder und Jugendliche in ihrer Freizeit häufig sitzen und nicht so viel bewegen, liegt es besonders in der Verantwortung von Lehrerinnen und Lehrern, Bewegungsimpulse in den Schulalltag zu integrieren.

Deswegen ist es für uns Lehrerinnen und Lehrer besonders wichtig, den Schülerinnen und Schülern eine Bewusstheit für die Bedeutsamkeit von Bewegung mit auf den Weg zu geben, da sich im Kindesalter das Fundament der körperlichen Gesundheit aufbaut, auf welches im hohen Alter zurückgegriffen werden kann.

## Literaturverzeichnis

Albrecht, C. (2017). *Körperlich-sportliche Aktivität im Verein: ein wichtiger Baustein für die motorische Entwicklung*. Verfügbar unter:  
[https://www.sport.kit.edu/MoMo/img/Albrecht\\_Aktivit%c3%a4t\\_fin.pdf](https://www.sport.kit.edu/MoMo/img/Albrecht_Aktivit%c3%a4t_fin.pdf)

Altenthan, S., Betscher-Ott, S., Gotthardt, W., Hobmair, H., Höhle, R., Ott, W., ... Schneider, K. H. (2008). *Pädagogik* (4. Aufl.). Troisdorf: Bildungsverlag EINS.

Altenthan, S., Betscher-Ott, S., Gotthardt, W., Hobmair, H., Höhle, R., Ott, W., ... Schneider, K. H. (2008). *Psychologie* (4. Aufl.). Troisdorf: Bildungsverlag EINS.

Arnold, D. (2017). *Lernen und Bewegung. Auswirkungen von Bewegungsaufgaben im Klassenzimmer auf die Lernleistung von SchülerInnen*. Verfügbar unter:  
<https://unipub.uni-graz.at/obvugrhs/download/pdf/2133770?originalFilename=true>

Bartenwerfer, H. (1983). Allgemeine Leistungsdiagnostik. In K. - J. Groffmann & L. Michel (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie, Serie Psychologische Diagnostik, Band 2: Intelligenz- und Leistungsdiagnostik* (S. 482-512). Göttingen: Hogrefe.

Bear, M. F., Connors, B. & Paradiso, M. (2018). *Neurowissenschaften. Ein grundlegendes Lehrbuch für Biologie, Medizin und Psychologie* (4. Aufl.). Berlin: Springer.

Beck, H., Anastasiadou, S. & Meyer zu Reckendorf, C. (2018). *Faszinierendes Gehirn. Eine bebilderte Reise in die Welt der Nervenzellen* (2. Aufl.). Berlin: Springer.

- Binder, P. (2016). *Kopftraining*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Brand, M. & Markowitsch, H. (2011). *Lernen und Gedächtnis. Relevante Forschungsergebnisse für die Schule*. München: Oldenbourg.
- Brickenkamp, R. (1981). *Test d2. Aufmerksamkeits-Belastungs-Test* (7. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Brickenkamp, R., Schmidt-Atzert, L. & Liepmann, D. (2010). *Test d2- Revision. Aufmerksamkeits- und Konzentrationstest*. Göttingen: Hogrefe.
- Edelmann, W. (1996). *Lernpsychologie* (5. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Flick, U. (2012). *Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung* (5. Aufl.). Hamburg: Rowohlt.
- Flick, U., von Kardorff, E., & Steinke, I. (Hrsg.). (2012). *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (9. Aufl.). Hamburg: Rowohlt.
- Gegenfurtner, K. R. (2003). *Gehirn und Wahrnehmung*. (4. Aufl.). Frankfurt am Main: Fischer.
- Güllich, A. & Krüger, M. (2013). *Sport. Das Lehrbuch für das Sportstudium*. Berlin: Springer.
- Hannaford, C. (2004). *Bewegung das Tor zum Lernen* (6. Aufl.). Kirchzarten: VAK.
- Hanssen-Doose, A. (2017). *Motorische Leistungsfähigkeit: Positiver 6-Jahres-Trend*. Verfügbar unter:  
[https://www.sport.kit.edu/MoMo/downloads/FS\\_Hanssen-Doose\\_Kohortenvergleich\\_2017.pdf](https://www.sport.kit.edu/MoMo/downloads/FS_Hanssen-Doose_Kohortenvergleich_2017.pdf)



Hasselhorn, M. & Gold, A. (2013). *Pädagogische Psychologie. Erfolgreiches Lernen und Lehren* (3. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.

Hirtz, P. (2018). Koordinative Fähigkeiten und Beweglichkeit. In K. Meinel & G. Schnabel (Hrsg.), *Bewegungslehre Sportmotorik. Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt* (12. Aufl., S. 144-211). Aachen: Meyer & Meyer.

Hossner, E., Müller, H., & Voelcker-Rehage, C. (2013). Koordination sportlicher Bewegungen - Sportmotorik. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.). *Sport. Das Lehrbuch für das Sportstudium* (1. Aufl., S. 212-267). Berlin: Springer.

Jäger, A. O., Süß, H. M. & Beauducel, A. (1997). *Berliner Intelligenzstruktur-Test*. Göttingen: Hogrefe.

Karlsruher Institut für Technologie (2021). *Aktivitätserfassung*. Verfügbar unter:

<https://www.sport.kit.edu/MoMo/376.php#Aktivitaetsfragebogen>

Karlsruher Institut für Technologie (2021). *Anthropometrische Untersuchungen*. Verfügbar unter:

<https://www.sport.kit.edu/MoMo/373.php#GewichtKoerprergroesse>

Karlsruher Institut für Technologie (2020). *Das Studiendesign von MoMo*. Verfügbar unter:

[https://www.sport.kit.edu/MoMo/Die\\_Studie\\_Studienverlauf.php](https://www.sport.kit.edu/MoMo/Die_Studie_Studienverlauf.php)

Karlsruher Institut für Technologie (2021). *Gesundheitsinterview*. Verfügbar unter:

<https://www.sport.kit.edu/MoMo/377.php#Gesundheitsinterview>

Karlsruher Institut für Technologie (2021). *Inhalte der Studie*. Verfügbar unter:

[https://www.sport.kit.edu/MoMo/Die\\_Studie\\_Inhalte.php](https://www.sport.kit.edu/MoMo/Die_Studie_Inhalte.php)

Karlsruher Institut für Technologie (2021). *Motorische Tests*. Verfügbar unter:

<https://www.sport.kit.edu/MoMo/375.php#Reaktionstest>

Karlsruher Institut für Technologie (2020). *Was ist MoMo?* Verfügbar unter: <https://www.sport.kit.edu/MoMo/369.php>

Karlsruher Institut für Technologie (2020). *Ziele der Motorik-Modul-Längsschnittstudie*. Verfügbar unter:

[https://www.sport.kit.edu/MoMo/Die\\_Studie\\_Ziele.php](https://www.sport.kit.edu/MoMo/Die_Studie_Ziele.php)

Lienhard, D. (2017). *Roger Sperry's Split Brain Experiments 1959-1968*. Verfügbar unter:

<https://embryo.asu.edu/pages/roger-sperrys-split-brain-experiments-1959-1968>

Maxcey, A., Shiffrin, R., Cousineau, D. & Atkinson, R. (2021). *Two case studies of very long-term retention*. Verfügbar unter:

<https://link.springer.com/content/pdf/10.3758/s13423-021-02002-y.pdf>

MediLex.de (2021). *Test d2*. Verfügbar unter:

[https://medlexi.de/Test\\_d2](https://medlexi.de/Test_d2)

Meinel, K. & Schnabel, G. (2018). *Bewegungslehre Sportmotorik. Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt*. (12. Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer.

Niederkofler, B. & Herrmann, C. (2020). Was kann meine Klasse? *Bewegung und Sport*, 4(4), 39-46.

Niessner, C. & Hanssen-Doose, A. (2020). *Ergebnisse zur Koordination über 12 Jahre*. Verfügbar unter:  
<https://www.sport.kit.edu/MoMo/downloads/Ergebnisse%20zur%20Koordination.pdf>

Niessner, C. & Hanssen-Doose, A. (2020). *Ergebnisse zur Kraftfähigkeit über 12 Jahre*. Verfügbar unter:  
[https://www.sport.kit.edu/MoMo/downloads/Ergebnisse%20zur%20Kraftfähigkeit.pdf](https://www.sport.kit.edu/MoMo/downloads/Ergebnisse%20zur%20Kraftf%C3%A4higkeit.pdf)

Niessner, C. (2021). *Körperlich-sportliche Aktivität von Kindern in Deutschland vor und während des ersten COVID-Lockdowns*. Verfügbar unter:  
[https://www.sport.kit.edu/MoMo/img/Factsheets\\_MoMo%20Corona%201.pdf](https://www.sport.kit.edu/MoMo/img/Factsheets_MoMo%20Corona%201.pdf)

Portmann, R. (2011). *3 Minuten Konzentration. Übungen für zwischendurch in Kita und Schule*. (2. Aufl.). München: Don Bosco.

Posner, I. & Fan, J. (2008). Attention as an organ system. In J. Pomerantz (Hrsg.). *Topics in Integrative Neuroscience. From Cells to Cognition*. (S. 31-61). New York. Cambridge University Press.

Raithel, J. (2008). *Quantitative Forschung. Ein Praxiskurs*. (2. Aufl.). Wiesbaden: VS Verlag.

Rettenwender, E. (2013). *Psychologie* (3. Aufl.). Linz: Veritas.

Roth, K. (2014). Begriffliche und theoretische Grundlagen der Koordinationsschulung. In C. Kröger & K. Roth (Hrsg.). *Praxisidee. Schriftenreihe für Bewegung, Spiel und Sport. Band 62: Koordinationsschulung im Kindes- und Jugendalter. Eine Übungssammlung für Sportlehrer und Trainer*. Schorndorf: Hofmann.

Schachl, H. (2006). *Was haben wir im Kopf. Die Grundlagen für gehirngerechtes Lehren und Lernen* (2. Aufl.). Linz: Veritas.

Schermaier, A., Taferner, F. & Weisl, H. (2011). *bio@school 6* (6. Aufl.). Linz: Veritas.

Schermer, F. (2006). *Lernen und Gedächtnis* (4. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.

Schermer, F. (2013). *Lernen und Gedächtnis* (5. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.

Schmidt-Atzert, L., Büttner, G. & Bühner, M. (2004). Theoretische Aspekte von Aufmerksamkeits- und Konzentrationsdiagnostik. In Büttner, G. & Schmidt-Atzert, L. (Hrsg.). *Diagnostik von Konzentration und Aufmerksamkeit. Tests und Trends. Band 3: Jahrbuch der pädagogisch-psychologischen Diagnostik*. Göttingen: Hogrefe.

Schmidt, S. (2020). *Das Sporttreiben im Sportunterricht von Kindern und Jugendlichen in Deutschland*. Verfügbar unter:  
<https://www.sport.kit.edu/MoMo/downloads/Das%20Sporttreiben%20im%20Sportunterricht%20und%20in%20Sport-AGs.pdf>

Schmidt, S. (2020). *Das Sporttreiben im Sportverein von Kindern und Jugendlichen in Deutschland*. Verfügbar unter:

<https://www.sport.kit.edu/MoMo/downloads/Das%20Sporttreiben%20im%20Sportverein.pdf>

Schmidt, S. (2020). *Das unorganisierte Sporttreiben von Kindern und Jugendlichen in Deutschland*. Verfügbar unter:

<https://www.sport.kit.edu/MoMo/downloads/Das%20unorganisierte%20Sporttreiben.pdf>

Schmidt, S. (2017). *Die körperliche Aktivität der Kinder und Jugendlichen in Deutschland*. Verfügbar unter:

[https://www.sport.kit.edu/MoMo/downloads/FS\\_Schmidt\\_Aktivitaet\\_gesamt\\_201712.pdf](https://www.sport.kit.edu/MoMo/downloads/FS_Schmidt_Aktivitaet_gesamt_201712.pdf)

Schmidt, S. (2017). *Keine Benachteiligung für Kinder und Jugendliche aus niedriger Sozialschicht in Sport-AGs*. Verfügbar unter:

[https://www.sport.kit.edu/MoMo/downloads/FS\\_Will\\_Schmidt\\_Soziale-Disparitaet\\_2017.pdf](https://www.sport.kit.edu/MoMo/downloads/FS_Will_Schmidt_Soziale-Disparitaet_2017.pdf)

Schmidt, S. (2021). *Mediennutzung und körperlich-sportliche Aktivität während des ersten Covid-19-Lockdowns: Soziale Determinanten*. Verfügbar unter:

[https://www.sport.kit.edu/MoMo/img/FactSheets\\_MoMo\\_Corona\\_2.pdf](https://www.sport.kit.edu/MoMo/img/FactSheets_MoMo_Corona_2.pdf)

Schmidt, S. (2020). *Settings der körperlich-sportlichen Aktivität der Kinder und Jugendlichen in Deutschland*. Verfügbar unter:

<https://www.sport.kit.edu/MoMo/downloads/Settings%20der%20k%c3%b6rperlich-sportlichen%20Aktivit%c3%a4t.pdf>

Schnabel, G., Krug J. & Panzer, S. (2018). Motorisches Lernen. In K. Meinel & G. Schnabel (Hrsg.), *Bewegungslehre Sportmotorik. Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt* (12. Aufl., S. 144-211). Aachen: Meyer & Meyer.

Spitzer, M. (2003). *Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens*. Heidelberg: Spektrum.

Thompson, R. (2016). *Das Gehirn. Von der Nervenzelle zur Verhaltenssteuerung*. (3. Aufl.). Berlin: Springer.

Timmermann, D. & Strikker, F. (2004). Organisation, Management und Planung. In H. Krüger & W. Helsper (Hrsg.), *Einführung in Grundbegriffe und Grundfragen der Erziehungswissenschaft. Einführungskurs Erziehungswissenschaft 1*. (9. Aufl., S. 151-170). Leverkusen: Barbara Budrich Verlag.

Wichmann, A. (2019). *Quantitative und Qualitative Forschung im Vergleich. Denkweisen, Zielsetzung und Arbeitsprozesse*. Berlin: Springer.

# Abbildungsverzeichnis

Alle Bilder stammen von Anna Pfeiffer und Madlen Knauseder.

Abbildung 1: Hauptbereiche des menschlichen Gehirns	12
Abbildung 2: Linke Seite des Großhirns	19
Abbildung 3: Das limbische System	21
Abbildung 4: Wirbelsäule mit Rückenmark	27
Abbildung 5: Querschnitt durch einen Halswirbel	27
Abbildung 6: Werfen	132
Abbildung 7: Fangen	133
Abbildung 8: Prellen	134
Abbildung 9: Dribbeln	134
Abbildung 10: Balancieren	135
Abbildung 11: Rollen	136
Abbildung 12: Springen	137
Abbildung 13: Laufen	137
Abbildung 14: Diagramm Werfen	158
Abbildung 15: Diagramm Fangen	160
Abbildung 16: Diagramm Prellen	161
Abbildung 17: Diagramm Dribbeln	162
Abbildung 18: Diagramm Balancieren	164
Abbildung 19: Diagramm Rollen	165
Abbildung 20: Diagramm Springen	167
Abbildung 21: Diagramm Laufen	168
Abbildung 22: Diagramm Etwas Bewegen	169
Abbildung 23: Diagramm Sich Bewegen	171
Abbildung 24: Diagramm Gesamtpunkte	172
Abbildung 25: Diagramm GZ	175
Abbildung 26: Diagramm F	176
Abbildung 27: Diagramm GZ-F	177
Abbildung 28: Diagramm SB	178

Abbildung 29: Diagramm F%

179

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Auswertung erste Mobak Testung

157

Tabelle 2: Auswertung zweite Mobak Testung

158

Tabelle 3: Auswertung erste d2 Testung

174

Tabelle 4: Auswertung zweite d2 Testung

174



## Anhang 1 – Elternbrief (geförderte Gruppe)

### Liebe Eltern!

Im Zuge unserer Masterarbeit mit dem Titel „Auswirkungen von motorischen Grundfertigkeiten auf die Lerndisposition von Kindern im Grundschulalter“, die ich mit meiner Studienkollegin verfasse, möchte ich eine Forschung mit den Kindern aus der Klasse durchführen.

Die Kinder werden zu Beginn einen altersgerechten Konzentrationstest und einen Motoriktest durchführen. Danach werden wir eine Förderung der motorischen Grundfertigkeiten im Zeitraum von 6 – 8 Wochen durchführen. Nach dieser Förderung führen wir den Konzentrations- und Motoriktest erneut durch, um zu sehen, ob eine Verbesserung erzielt werden konnte.

Die erhobenen Daten werden selbstverständlich anonymisiert!

Liebe Grüße,

Madlen Knauseder und Anna Pfeiffer



Mein Kind darf an den Testungen zu dieser Masterarbeit teilnehmen.

Name des Kindes: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

## Anhang 2 – Elternbrief (nicht geförderte Gruppe)

### Liebe Eltern!

Im Zuge unserer Masterarbeit mit dem Titel „Auswirkungen von motorischen Grundfertigkeiten auf die Lerndisposition von Kindern im Grundschulalter“, die ich mit meiner Studienkollegin verfasse, möchte ich eine Forschung mit den Kindern aus der Klasse durchführen.

Die Kinder werden zu Beginn einen altersgerechten Konzentrationstest und einen Motoriktest durchführen.

Nach 6 – 8 Wochen führen wir den Konzentrations- und Motoriktest erneut durch.

Die erhobenen Daten werden selbstverständlich anonymisiert!

Liebe Grüße,

Madlen Knauseder und Anna Pfeiffer



Mein Kind darf an den Testungen zur dieser Masterarbeit teilnehmen.

Name des Kindes: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

### Anhang 3 – Bewertungstabelle Mobak

Bewertungstabelle MOBAK-Instrument														Gesamt- wert
Kompetenzbereich	Etwas-Bewegen							Sich-Bewegen				Total Punkte		
	Aufgabe	Versuche	Werfen	Fangen	Prellen	Dribbeln	Balancieren	Rollen	Springen	Laufen				
		6	6	2	2		2	2	2	2				
<b>Bewertung</b>		0 – 2 Treffer / Versuche = 0 Pkt. 3 – 4 Treffer / Versuche = 1 Pkt. 5 – 6 Treffer / Versuche = 2 Pkt.	0 best. Versuche = 0 Pkt. 1 best. Versuch = 1 Pkt. 2 best. Versuche = 2 Pkt.				0 best. Versuche = 0 Pkt. 1 best. Versuch = 1 Pkt. 2 best. Versuche = 2 Pkt.							
Nr.	Name	m/w	Treffer	Pkt.	best. Versuche	Pkt.	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Total Punkte

Kompetenzbereich		Eiwas-Bewegen					Sich-Bewegen				Gesamt- wert	
Aufgabe		Werfen	Fangen	Prellen	Dribbeln	Balancieren	Rollen	Springen	Laufen			
Versuche		6	6	2	2	2	2	2	2			
Bewertung		0 - 2 Treffer / Versuche = 0 Pkt. 3 - 4 Treffer / Versuche = 1 Pkt. 5 - 6 Treffer / Versuche = 2 Pkt.	0 best. Versuche = 0 Pkt. 1 best. Versuch = 1 Pkt. 2 best. Versuche = 2 Pkt.			0 best. Versuche = 0 Pkt. 1 best. Versuch = 1 Pkt. 2 best. Versuche = 2 Pkt.						
Nr.	Name	m/w	Treffer	Pkt.	best. Versuche	Pkt.	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Total Punkte
Aufgaben-Durchschnitt												
Klassen-Durchschnitt							Eiwas - Bewegert:		Sich-Bewegert:			Gesamtwert:





## Anhang 5 – Förderkonzept

Woche 1 von 10. 05. bis 14. 05. 2021

### Thema: Werfen und Springen

<p><b>Werfen</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jägerball</li> <li>2. Ball in die Luft werfen und wieder fangen, Ball in die Luft werfen, klatschen und wieder fangen, Ball gegen Wand werfen und wieder fangen</li> <li>3. Stationen (pro Station ca. 2 Minuten) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwämme in Regenschirm werfen</li> <li>• Reissäckchen in Reifen werfen</li> <li>• Bälle in Kiste/Korb werfen</li> <li>• Ball auf Zielscheibe werfen</li> <li>• Ball durch Reifen durchwerfen</li> <li>• Ball hochwerfen und fangen</li> </ul> </li> </ol>	<p><b>Springen</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. beidbeinig hüpfen, einbeinig hüpfen, Häschen hüpfen, Frosch hüpfen, Känguru hüpfen, Hampelmann</li> <li>2. Stationen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teppichfliesen im Abstand auflegen → zwischen den Fliesen einbeinig, daneben gegrätscht hüpfen</li> <li>• von Kasten auf Weichboden beidbeinig springen</li> <li>• Reifen (beidbeinig, einbeinig)</li> <li>• über kleine Hindernisse darüber springen</li> <li>• entlang einer Linie zick-zack hüpfen</li> <li>• Seilspringen</li> </ul> </li> </ol>
<p>Luftballon zuwerfen und fangen</p>	<p>Bücher in verschiedenen Sprungarten holen (Zauberkleber, einbeinig,...)</p>

Woche 2 von 17. 05. bis 21. 05. 2021

**Thema: Fangen und Rollen**

<b>Fangen</b>	<b>Rollen</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. gegenseitiges zuwerfen und fangen im Kreis</li><li>2. Ball hochwerfen und fangen</li><li>3. Partnerarbeit: gegenseitiges zuwerfen im Gehen</li><li>4. auf zwei Langbänken gegenüber aufstellen, gegenseitig zuwerfen und fangen</li><li>5. Ball wird von Lehrperson auf Boden geworfen und soll von Kind gefangen werden</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Vorübungen Rolle vorwärts</li><li>2. Stationen:<ul style="list-style-type: none"><li>• über Matte rollen</li><li>• Wellenrolle (Kastenteile und dünne Matte)</li><li>• schiefe Ebene mit einer Langbank in der Mitte</li><li>• Rolle vorwärts</li><li>• Rolle vorwärts von Langbank</li><li>• auf Langbank ziehen und von Kastenteil Rolle vorwärts runter</li></ul></li></ol>
Softball zuwerfen, wenn Kinder aufzeigen und etwas sagen möchten	beim Betreten der Klasse machen die Kinder eine Rolle vorwärts oder rollen sich entlang der Matte



Woche 3 von 24. 05. bis 28. 05. 2021

**Thema: Prellen und Laufen**

<b>Prellen</b>	<b>Laufen</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Versteinerte Hexe (gefangen=auf allen Vieren und Katzenbuckel machen, befreien= unten durch krabbeln)</li> <li>2. von einer Turnsaalseite durch anderen prellen</li> <li>3. Slalom prellen</li> <li>4. in verschiedenen Positionen/Höhen prellen (sitzen, kniend, stehend,...)</li> <li>5. um den eigenen Körper herum prellen</li> <li>6. am Stand prellen / gehen, laufen,...</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Feuer, Wasser, Sturm</li> <li>2. Reaktionsspiel: 3 Farben / 3 Bedeutungen (laufen, gehen, versteinert)</li> <li>3. Unokartenlauf: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Slalom</li> <li>• Reifen</li> <li>• über Langbank laufen</li> </ul> </li> <li>4. Spiel: Tag und Nacht</li> </ol>
<p>1 Runde durch die Klasse prellen</p>	<p>Morgensport, vor der Pause, vor Schulschluss gemeinsam am Stand laufen</p>

Woche 4 von 31. 05. bis 04. 06. 2021

**Thema: Dribbeln und Balancieren**

<b>Dribbeln</b>	<b>Balancieren</b>
1. von einer zur anderen Turnsaalseite dribbeln 2. gegenseitig zu dribbeln (Kreisaufstellung) 3. Slalom dribbeln und ins Tor schießen 4. mit verschiedenen Bällen dribbeln 5. Liniendribbeln	1. Feuer, Wasser, Sturm, Eis,... (auf einem Bein stehen) 2. Stationen: (zuerst Langbänke, dann Wippe, nächste Übung,...) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Langbänke (vorwärts, rückwärts, schöpfen, Standwaage, Pferdchensprung)</li> <li>• Wippe (umgedrehte Langbank auf Sprungbrett) rw, vw</li> </ul>
am Gang eine Länge dribbeln	Flusssteine, Balanciersteine

Woche 5 von 07. 06. bis 11. 06. 2021

Wiederholung dieser Motorischen Fähigkeiten in der Schule.

Woche 6 von 14. 06. bis 18. 06. 2021

Wiederholung dieser Motorischen Fähigkeiten in der Schule.

## Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbst verfasst habe und dass ich dazu keine anderen als die angeführten Behelfe verwendet habe. Außerdem habe ich ein Belegexemplar verwahrt. Die CD wurde von mir bezüglich der gespeicherten Daten überprüft.

---

Ort, Datum

---

Anna Pfeiffer

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbst verfasst habe und dass ich dazu keine anderen als die angeführten Behelfe verwendet habe. Außerdem habe ich ein Belegexemplar verwahrt. Die CD wurde von mir bezüglich der gespeicherten Daten überprüft.

---

Ort, Datum

---

Madlen Knauseder