

Universitätsklinikum Ulm

Klinik für Anästhesiologie

Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. h. c. Michael Georgieff

**Vergleich der Aufmerksamkeit und Impulsivität von
Kindern mit Aufmerksamkeits-Defizit-
Hyperaktivitätssyndrom (ADHS) über Wasser und beim
Gerätetauchen**

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm

vorgelegt von

Petra Schöbel

aus

München

2016

Amtierender Dekan:

Prof. Dr. Thomas Wirth

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. Claus-Martin Muth

2. Berichterstatter:

Prof. Dr. Carlos Schönfeld-Leucuona

Tag der Promotion: 20.10.2017

Widmung

Diese Arbeit widme ich meinen Eltern.

Danke für Eure Geduld und Zuversicht.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	4
1.1. Hintergrund Kindertauchen.....	4
1.2. Hintergrund ADHS.....	7
1.3. Ziele.....	9
2. Material und Methoden.....	10
2.1. Probanden.....	10
2.2. Ablauf und Durchführung.....	11
2.3. Technische Besonderheiten der Unterwassertestung.....	17
2.4. Statistische Auswertung.....	22
3. Ergebnisse.....	23
3.1. Reaktionszeit.....	23
3.2. Richtige Reaktionen.....	26
3.3. Commissions- und Omissionsfehler.....	31
4. Diskussion.....	33
4.1. Diskussion der Methoden.....	33
4.2. Diskussion der Ergebnisse.....	36
4.3. Sportarten als Therapiebaustein des ADHS.....	39
4.4. Tauchtauglichkeit von Kindern mit ADHS.....	40
5. Zusammenfassung.....	42
6. Literaturverzeichnis.....	44

7. Danksagung.....	50
8. Lebenslauf.....	52

1. Einleitung

1.1. *Hintergrund Kindertauchen*

In den letzten zehn Jahren hat die Zahl der Kinder, die eine Tauchausbildung absolviert haben, rasant zugenommen. Nach einer Veröffentlichung von PADI, einem großen weltweiten Tauchverband, wurden 2002 ca. 50.000 Kinder und Jugendliche zertifiziert, d.h. haben erfolgreich die Grundtauchausbildung abgeschlossen, während 2008 bereits ca. 125.000 Kinder und Jugendliche zertifiziert wurden. [35]. Von PADI online veröffentlichte Zahlen zeigen bis 2012 eine konstante Anzahl aller Tauchmitglieder. Ab 2012 bis 2015 liegen keine Daten vor.

Auch die Diagnose des ADHS ist in den letzten Jahren rasant angestiegen, und zwar in den Jahren 2006 bis 2011 um 42 % bei den unter 19-Jährigen in der Bundesrepublik Deutschland laut Arztreport 2013 der Krankenkasse Barmer [19]. In den USA und der Schweiz wurde die Diagnose ADHS in den Jahren 2000/2001 sogar doppelt so häufig gestellt [39].

So ist es zu erwarten, dass der die Tauchtauglichkeit attestierende Tauchmediziner zunehmend häufiger mit der Anfrage von Eltern konfrontiert wird, ob ihr Kind mit der Diagnose ADHS tauchen darf.

In der tauchmedizinischen Literatur finden sich weltweit Empfehlungen für das Tauchen mit Kindern, die als grundlegende Voraussetzung für die Tauchtauglichkeit neben einer gewissen körperlichen Reife auch eine gewisse geistige und soziale Reife benennen [61], [35].

Das Gerätetauchen setzt die Fähigkeit voraus, eigenverantwortlich zu handeln und ist vom individuellen psychischen und sensomotorischen Entwicklungszustand des Kindes abhängig [40]. Da beim ADHS definitionsgemäß Verhaltens- und Konzentrationsstörungen auftreten, Aufmerksamkeitsstörungen und unkontrolliertes Verhalten im Zusammenhang mit Impulsivität vorkommen können, was unter Wasser fatale Folgen haben kann [34], [37], gilt das ADHS nach den Empfehlungen der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin (GTÜM) und der Österreichischen

Gesellschaft für Tauch- und Hyperbarmedizin (ÖGTH) als absolute Kontraindikation für das Tauchen [57].

Aktuelle Entwicklungen:

Bereits in der Ausgabe Nr. 4 vom Dezember 2012 des „Caisson“, Organ der Deutschen Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin (GTÜM), lag der Schwerpunkt auf dem Thema „Tauchen mit Kindern“. Und am 07.03.2015 fand in Wiesbaden ein Symposium zum Thema Kindertauchen statt, u.a. über das Tauchen mit ADHS, zusammengefasst in der Ausgabe Nr. 2 vom Juni 2015 des „Caisson“. Es wurde auf die Komplexität des Krankheitsbildes ADHS hingewiesen, den Ausprägungsgrad und die unterschiedliche Behandlung der Erkrankung, so dass zusammenfassend eine individuelle Beratung und Bewertung vor einem generellen Tauchverbot oder einer generellen Empfehlung stehen sollte. Tauchmedizinische Leitlinien wurden nicht ausgegeben, sondern vielmehr die Empfehlung, Ausbildungskonzepte so zu verfeinern, dass das Kindertauchen in Zukunft noch sicherer werde [14].

Trotz kontroverser Diskussionen wird das Gerätetauchen bereits seit Jahren unter besonderen Rahmenbedingungen im Schwimmbad - als Teil eines besonderen pädagogischen Konzeptes in speziellen Förderschulen für verhaltensauffällige Kinder – angeboten, in einem klar definierten, kontrollierten und strukturierten Rahmen, im Schwimmbad in warmem Wasser statt, für eine begrenzte Dauer unter fachkundiger und geschulter personeller Aufsicht und besonders qualifizierter taucherischer und pädagogischer Betreuung, pro Kind mit 1-2 entsprechend ausgebildeten und erfahrenen Erwachsenen unter Wasser [35].

Eltern von betroffenen Kindern berichten ebenso wie Pädagogen und Tauchlehrer im Bekanntenkreis und in Internetforen, dass die betroffenen Kinder, die über Wasser kaum oder nur sehr schwer führbar seien, unter Wasser deutlich konzentrierter und aufmerksamer wirken.

Ob das therapeutische Gerätetauchen im Schwimmbad unter kontrollierten Bedingungen im Rahmen eines sozio-pädagogischen Konzeptes tatsächlich einen Benefit für die

betroffenen verhaltensauffälligen Kinder und Jugendlichen bringt, ist bisher wissenschaftlich nicht untersucht.

1.2. Hintergrund ADHS

1.2.1. Definition und Prävalenz

Beim ADHS des Kindes- und Jugendalters handelt es sich nach ICD-10 und DSM IV um eine hyperkinetische Störung, die durch Unaufmerksamkeit, Überaktivität und Impulsivität gekennzeichnet ist, mehrere Lebensbereiche betrifft (z.B. Familie und Schule), oft vor dem 6. Lebensjahr beginnt und mindestens 6 Monate in einem Ausmaß fortbesteht, das dem Entwicklungsstand des Kindes nicht entspricht [11]. Die Störung kann bis zur Adoleszenz remittiert sein, im Vollbild fortbestehen oder als Restsymptomatik in bis zu 33% bis ins Erwachsenenalter persistieren, oft mit psychiatrischer Komorbidität wie Angststörung, Depression, Persönlichkeitsstörung [21], [27], [49], [51].

Die Prävalenz der ADHS weltweit wird je nach Studie zwischen 5 bis zu 10 % bei Kindern und Jugendlichen angegeben, familiär gehäuft auftretend, das männliche Geschlecht deutlich häufiger betroffen mit etwa 3:1 bis 4:1 [28], [48], [16], [58].

1.2.2. Symptome und Diagnostik

Das klinische Bild kann in der Ausprägung der einzelnen Merkmale erheblich variieren [45], [16], die Diagnostik ist vielschichtig und nicht immer leicht [31].

Beim ADHS werden zunächst körperliche Symptome beschrieben, wie Bewegungsunruhe, Feinmotorik- und Koordinationsstörungen, Ungeschicklichkeit, aber auch Schlafstörungen Auffälligkeiten in Konzentrationsfähigkeit, Aufmerksamkeit, Ausdauer und Ablenkbarkeit, mangelnde Gefahrenerkennung. Darüber hinaus finden sich auch emotionale und soziale Auffälligkeiten wie Sprunghaftigkeit, Impulsivität, Erregbarkeit, Distanzschwäche, geringe Frustrationstoleranz und geringes Selbstwertgefühl bis hin zur dissozialen Entwicklung mit Gewalttätigkeit und sogar Drogenkontakt [62], [41], [50].

Anamnese, körperliche Untersuchung und Verhaltensbeobachtung [1], [3] sowie Vergleich mit Altersgenossen bilden die Grundlage der Diagnosestellung [52], [23], [55], [62]. Ergänzend werden neuropsychologische Testverfahren, z.B. Fragebögen, eingesetzt [12], ggfs. apparative Diagnostik (Labor, EKG, Sonographie, EEG, CCT, MRT), oft ist eine

interdisziplinäre diagnostische Zusammenarbeit mit Hausarzt, Pädiater, HNO-Arzt, Internist, Psychologe, Psychiater und Neurologe erforderlich [42].

1.2.3. Historische Entwicklung

In der Literatur finden sich bereits 1798 erste Veröffentlichungen eines schottischen Arztes, gefolgt von weiteren internationalen Fallberichten und ersten Studien im folgenden Jahrhundert [56], bis schließlich mit dem DSM IV-TR der American Psychiatric Association ein im US-amerikanischen Raum anerkanntes und etabliertes diagnostisches, ätiologisches und therapeutisches Konzept [30] veröffentlicht wird. In Europa wurden etwa zeitgleich erste Guidelines für pädiatrisch tätige Psychologen und Psychiater veröffentlicht und in den folgenden Jahren aktualisiert [55].

Ätiologisch werden neben genetischen [9], [47] und sozio-kulturellen Faktoren mit deutlichen interkulturellen Unterschieden [58] auch neurobiologische und neuroanatomische sowie biochemische Ursachen [2], [13], [17], [4], [52] diskutiert, ebenso wie umweltbedingte Ursachen [46].

Zur Therapie finden sich ab Ende der 90er Jahre erste Verlaufsstudien, es werden neben medikamentöser Therapie insbesondere Psychoedukation und verschiedene verhaltenstherapeutische Ansätze diskutiert [62].

1.3. Ziele

Tauchen mit ADHS-Kindern wird einerseits von Psychologen und Sozialpädagogen propagiert, auf der anderen Seite wird das Tauchen mit ADHS-Kindern von Tauchmedizinern eher kritisch bewertet.

Ziel dieser Studie ist es, die ADHS-typischen Verhaltensauffälligkeiten wie Störung der Aufmerksamkeit, Störung der Konzentrationsfähigkeit und vermehrte Impulsivität/Hyperaktivität bei ADHS-Kindern über versus unter Wasser zu messen und mögliche Unterschiede im Verhalten über vs. unter Wasser darzustellen.

Signifikante Unterschiede von Aufmerksamkeit, Konzentrationsfähigkeit, Fehlerhäufigkeit, Reaktionszeit und Verhaltensauffälligkeiten über vs. unter Wasser könnten dazu beitragen, dass zukünftig das „therapeutische Tauchen“ als Baustein in der Behandlung von lern- und verhaltensauffälligen Kindern und Jugendlichen etabliert wird.

Auch in der Tauchmedizin wäre damit in der Beurteilung der Tauchtauglichkeit von Kindern mit ADHS eine Ausnahme unter bestimmten Bedingungen möglich.

Somit ergibt sich eine praktische Relevanz für die Arbeit von Tauchmedizinern, Pädiatern, Psychiatern und Psychologen, Sozialpädagogen und nicht zuletzt damit auch für die medizinische, pädagogische und sozioökonomische Bewertung im Rahmen der Therapie von ADHS und des sozialpädagogischen Lehrkonzeptes.

2. Material und Methoden

2.1. Probanden

Als Probanden für die Testung wurden ausschließlich von ADHS betroffene Schüler mit Taucherfahrung gewählt. In der Siebengebirgsschule in Bonn Bad Godesberg, einer Förderschule für lern- und verhaltensauffällige Kinder, wird das Tauchen als pädagogisches Element und fester Baustein des Lehrplanes im Rahmen des Sportunterrichts während des Schuljahres, aber auch als Projekt während der Schulferien unter Anleitung eines geprüften und pädagogisch besonders geschulten Tauchlehrers und mit Einverständnis der Eltern und nach medizinischer Untersuchung angeboten.

Insgesamt konnten 18 Schüler an der Studie während der Osterferien teilnehmen. Davon besuchten 9 die Siebengebirgsschule, und 9 Probanden, die im Rahmen des Jugendprojektes Probsthof (stationär oder teilstationär) pädagogisch und psychologisch betreut wurden, nahmen am Tauchprojekt der Siebengebirgstaucher als externe Kursteilnehmer teil.

Das Alter der Schüler betrug zwischen 11,5 und 16,1 Jahren (Mittelwert 14,5 Jahre, Standardabweichung 1,6). Fünf der Probanden waren Mädchen und 13 Jungen.

Die Anzahl der bisherigen Tauchgänge variierte zwischen 4 und 40, und die Taucherfahrung lag zwischen 1 und 48 Monaten. Bei den Schülern mit wenig Taucherfahrung wurde an zwei Tagen vor der Unterwassertestung im Schwimmbad die nötige Routine und Sicherheit im Umgang mit dem Equipment geübt.

Die Testdurchführung über Wasser fand in einem ruhigen Arbeitsraum in der Nähe des Lehrerzimmers in der Siebengebirgsschule statt.

Die Tauchausrüstung (Maske, Flossen) wurde zum Teil von den Schülern selbst mitgebracht, konnte aber auch von der Siebengebirgsschule ausgeliehen werden. Ebenso wurden Tarierweste, Atemregler und 5l Aluminiumflaschen von der Siebengebirgsschule zur Verfügung gestellt, ebenso die Flaschenfüllungen mit Druckluft durch eine örtliche Tauchsche in Siegburg.

2.2. Ablauf und Durchführung

2.2.1. Sicherheitsstandards

Alle Versuche wurden zur Gewährleistung der maximalen Sicherheit in einem beheizten Hallenbad (Temperatur 26-28°C) durchgeführt. Es stand das Kurfürstenbad in Bonn Bad Godesberg zur Verfügung, wo bereits im Rahmen des Schulprojektes „Siebengebirgstauen“ regelmäßige Tauchkurse mit erfahrenen Tauchlehrern und Sportlehrern stattfinden. Vorab war Kontakt zur Leitung des Hallenbades aufgenommen worden, da auch während der Schulferien öffentlicher Badebetrieb möglich ist.

Die Unterwassertestung erfolgte nach tauchärztlicher Untersuchung und unter Supervision einer tauchmedizinisch erfahrenen Ärztin (Internistin mit Qualifikation Notfallmedizin und Tauchtauglichkeitsuntersuchungen (GTÜM)).

Am Ort der Versuchsdurchführung war eine Notfallversorgung sichergestellt; zusätzlich war einige Tage vor der Unterwassertestung die örtliche Rettungsleitstelle über das geplante Schwimmbadprojekt informiert worden, ebenso wie die nächstgelegenen Druckkammern in St. Augustin (Leistungserbringergemeinschaft HBO Köln/Bonn GbR) und Aachen (HBO-Zentrum Euregio Aachen) sowie Wiesbaden (Druckkammerzentren Rhein-Main-Taunus GmbH) und Düsseldorf (Hyperbare Sauerstofftherapie (HBO) Universitätsklinikum Düsseldorf). Zur Wahrung eines höchstmöglichen Sicherheitsstandards wurden zudem die örtliche Rettungsleitstelle und die nächstgelegenen Druckkammerzentren mit Rufbereitschaft über Zeitraum und Ort der Versuche in Kenntnis gesetzt. Im unwahrscheinlichen Fall eines Tauchunfalles wäre somit eine schnellstmögliche Druckkammertherapie möglich gewesen.

Unmittelbar vor der Unterwassertestung wurde bei allen Schülern eine kurze ärztliche Untersuchung durchgeführt, und die Tauchtauglichkeit sowie die schriftliche Einverständniserklärung der Eltern bzw. der Erziehungsberechtigten überprüft und ggfs. noch aufgetretene Fragen besprochen und geklärt.

Es wurden im Vorfeld mehrere Tauchgänge an drei aufeinanderfolgenden Tagen durchgeführt, bis der Tauchlehrer sicher sein konnte, dass sich der Schüler unter Wasser wohl fühlt, mit dem Tauchequipment zurechtkommt, die Maske ausblasen und den

verlorenen Atemregler wieder selbstständig greifen, zum Mund führen und wieder regelrecht und ruhig damit atmen kann.

Diejenigen Schüler, die bereits Taucherfahrung im Rahmen des pädagogischen Tauchens der Siebengebirgsschule hatten, brauchten kein Eingewöhnungstauchen mehr durchzuführen.

Alle Testungen wurden von qualifizierten Untersuchern (Sozialpädagogen) durchgeführt und begleitet.

2.2.2. Genehmigung durch die Ethik-Kommission und Aufklärung der Probanden und Erziehungsberechtigten

Im Vorfeld der geplanten Studie war ein Studienprotokoll erstellt worden, in dem der wissenschaftliche Hintergrund beschrieben, Ein- und Ausschlusskriterien, auch ethische Überlegungen dargestellt und schließlich der Ablauf der geplanten Studie dargelegt wurde. Nach Genehmigung durch die Ethikkommission der Universität Ulm konnte die Studie gestartet werden (Antrag Nr. 24/12).

Im Vorfeld wurden die Probanden und deren Eltern bzw. Erziehungsberechtigte schriftlich und mündlich über Ziele, Methoden und Gefahren der Testung aufgeklärt und ausreichend informiert und konnten schriftlich ihre Zustimmung erteilen. Zusätzliche Fragen sowohl im Vorfeld als auch im Verlauf, z.B. bei Unsicherheiten oder zu Risiken, konnten jederzeit entweder telefonisch oder vor Ort besprochen und geklärt werden.

Die Privatsphäre der Probanden wurde geschützt, die gesetzlichen Bestimmungen des Datenschutzes eingehalten.

2.2.3. Messverfahren: Continuous Performance Task (CPT) am Computer

Der Continuous Performance Task (CPT) ist ein computergestütztes Testverfahren, das insbesondere der Erfassung der selektiven Aufmerksamkeit, der Daueraufmerksamkeit, Konzentrationsfähigkeit und Reaktionsschnelle sowie des impulsiven Verhaltens eines Probanden dient [25]. Eingesetzt wird der CPT vorwiegend in der Sozialpädagogik, Pädiatrie und Psychiatrie, nicht nur bei Kindern sondern ebenso bei Erwachsenen.

Die Testdurchführung dauert etwa 15 Minuten. In zwei Testphasen, unterbrochen von einer zweiminütigen Pause, werden dem Probanden auf dem Bildschirm 5 bestimmte Großbuchstaben dargeboten (H, O, T, X, Z), ein Buchstabe pro Bild, in unterschiedlicher Reihenfolge. Ein Buchstabe erscheint für 200 ms. Nach einer Pause von 2 Sekunden wird jeweils der nächste Buchstabe gezeigt. Die Aufgabe des Probanden ist es, mit einem Knopfdruck auf die Leertaste der Tastatur zu drücken, wenn eine bestimmte Buchstabenabfolge erscheint, nämlich auf ein O ein X. [25].

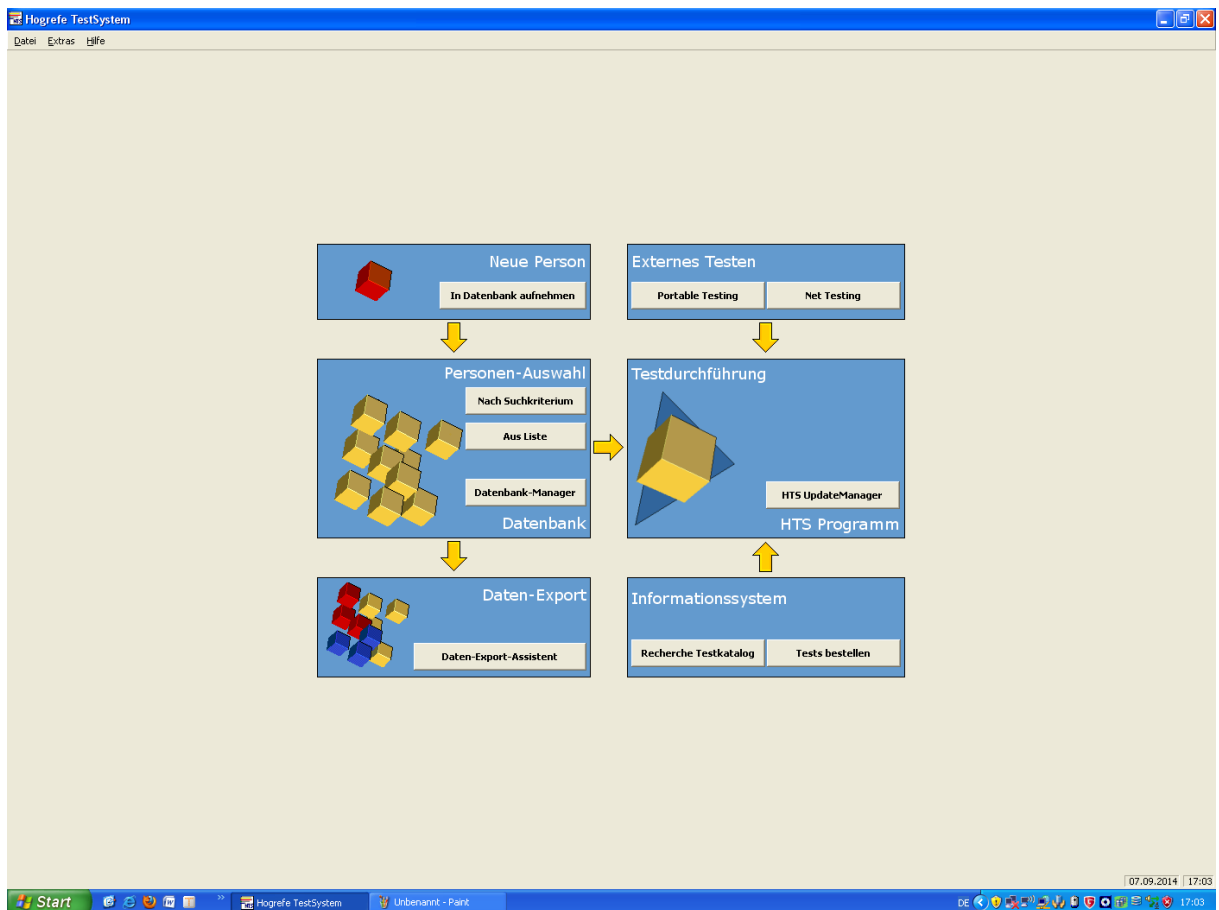


Abbildung 1: Screenshot des Continuous Performance Task (CPT), Startseite

Innerhalb einer Testphase werden 200 Stimulussequenzen dargeboten, von denen 100 gänzlich irrelevant sind (nicht-O und nicht-X), 50 Teil-Zielsequenzen (O aber nicht X), sowie 50 Zielsequenzen (O und X). Damit sind drei Fehlerarten möglich:

1. Keine Reaktion auf die Zielsequenz (Omissionfehler oder Auslassungsfehler),
2. Reaktion auf eine gänzlich irrelevante Sequenz (nicht O und nicht X), (Commissionfehler oder Ergänzungsfehler) oder
3. Reaktion auf eine Teil-Zielsequenz (O und nicht X) [25].

The screenshot shows the 'Stammdaten erfassen' dialog box within the 'Hogrefe TestSystem' application. The 'Allgemein' tab is active, displaying a form for entering personal data. The form includes fields for Name/Code, Vorname, P-Code (E160001023), and Individueller Code. Below these are 'Obligatorische Angaben' (Mandatory Information) for birth date (Geburtsdatum) and gender (Geschlecht). Further down, there are sections for 'Erwachsene' (Adult) and 'Kinder/Jugendliche' (Children/Adolescents) with dropdown menus for Bildungsgang, Beruf, and Familienstand. At the bottom, there are six 'Zusatzfeld' (Additional Fields) for extra information. The dialog box has 'OK', 'Abbrechen', and 'Hilfe' buttons on the right. The Windows taskbar at the bottom shows the Start button, several application icons, and the system clock indicating 07.09.2014 at 17:05.

Abbildung 2: Screenshot des Continuous Performance Task (CPT), Stammdaten

Erfasst werden die Art und Anzahl der Fehler, Anzahl der Zusatzfehler und Zahl der Auslassungsfehler sowie die mittlere Reaktionszeit in Millisekunden[25] . Insbesondere die falschen Reaktionen (auf eine gänzlich irrelevante Sequenz, Commissionfehler) und die Reaktionen auf eine Nicht-Zielsequenz lassen Rückschlüsse auf mögliche Aufmerksamkeitsdefizite und Impulsivität zu.

Erfasst werden, getrennt für den Teil 1 (vor der zweiminütigen Pause) und Teil 2 (nach der zweiminütigen Pause) des Testes die Mittelwerte und Standardabweichungen der Reaktionszeiten (in Millisekunden). Der Wert errechnet sich aus den Reaktionszeiten aller korrekten Reaktionen des Probanden und gibt die Reaktionszeit wieder, mit Standardabweichung der mittleren Reaktionszeit in Millisekunden.

Weiterhin werden getrennt für die beiden Testteile vor und nach der zweiminütigen Pause die Omissionfehler (Nichtreaktion auf die Zielsequenz, Auslassungsfehler) und die Commissionfehler (Reaktionen außerhalb der Zielsequenz, Ergänzungsfehler) erfasst.

Darüber hinaus werden weitere Parameter ermittelt, die die Reaktionen im Teil 1 mit denen im Teil 2 in Verbindung setzen.

Die Einweisung ist vorher über Wasser durch den Tauchlehrer und Betreuer erfolgt. Geachtet wurde insbesondere darauf, dass die Instruktionen nur von einer Person, nämlich dem Tauchlehrer und Betreuer erfolgten, um möglichst gleiche Testbedingungen für alle Probanden zu schaffen. Vor dem eigentlichen Test erfolgte für jeden Probanden ein Probelauf mit 15 Übungssequenzen.

2.3. Technische Besonderheiten der Unterwassertestung: Organisation, Versuchsaufbau und Versuchsanordnung

Der Continuous Performance Test (CPT) musste auf 2 Laptops installiert werden. Ein Laptop wurde für die Testdurchführung über Wasser in einem ruhigen Raum der Schule verwendet, ein weiteres Laptop über Wasser war für die Testung im Schwimmbad an den wasserdicht präparierten Monitor unter Wasser und den Drucktaster, der den Eingabedruckknopf unter Wasser darstellte, gekoppelt.

Die Geräte unter Wasser mussten alle sicher und zuverlässig wasserdicht sein. Darüber hinaus war es wichtig, dass die nicht wasserdichten elektrischen Geräte maximal weit vom Wasserrand entfernt waren, und dass niemand über die langen Kabel stolpern konnte. Vor Testbeginn wurden deshalb großzügig die Zugänge zum Wasser um das Becken herum und 2 der 5 Bahnen im Wasser vom restlichen Badebetrieb abgetrennt.

Die Kabel vom Monitor zur externen Stromversorgung durch eine 12 V Autobatterie am Beckenrand und zum Laptop mit gespeicherter CPT-Testversion waren im Vorfeld gründlich mit Silikon abgedichtet worden, ebenso wie der Drucktaster für die Testdurchführung unter Wasser. Unter Wasser wurde ein 19 Zoll- Monitor verwendet, der von den Mitarbeitern des THW Neu-Ulm wasserdicht verkleidet worden war. Der Versuch, eine Tastatur verlässlich wasserdicht zu machen, scheiterte leider im Vorfeld. Somit benutzte der Proband unter Wasser den Drucktaster, und über Wasser die Eingabetastatur des Laptops.

Der Monitor musste mit genügend Blei vor dem Auftrieb gesichert und auf einem Campingtisch fixiert werden, mit der Rückwand zum Schwimmbeckenrand, so dass die Testperson mit dem Rücken zum Schwimmbad auf 3,50 m Tiefe saß, entspannt auf einem Plastikcampingstuhl an einem Plastikcampingtisch, beides mit genügend Blei vor dem Auftrieb gesichert.



Abbildung 3: Testdurchführung unter Wasser: Unterwassersetting

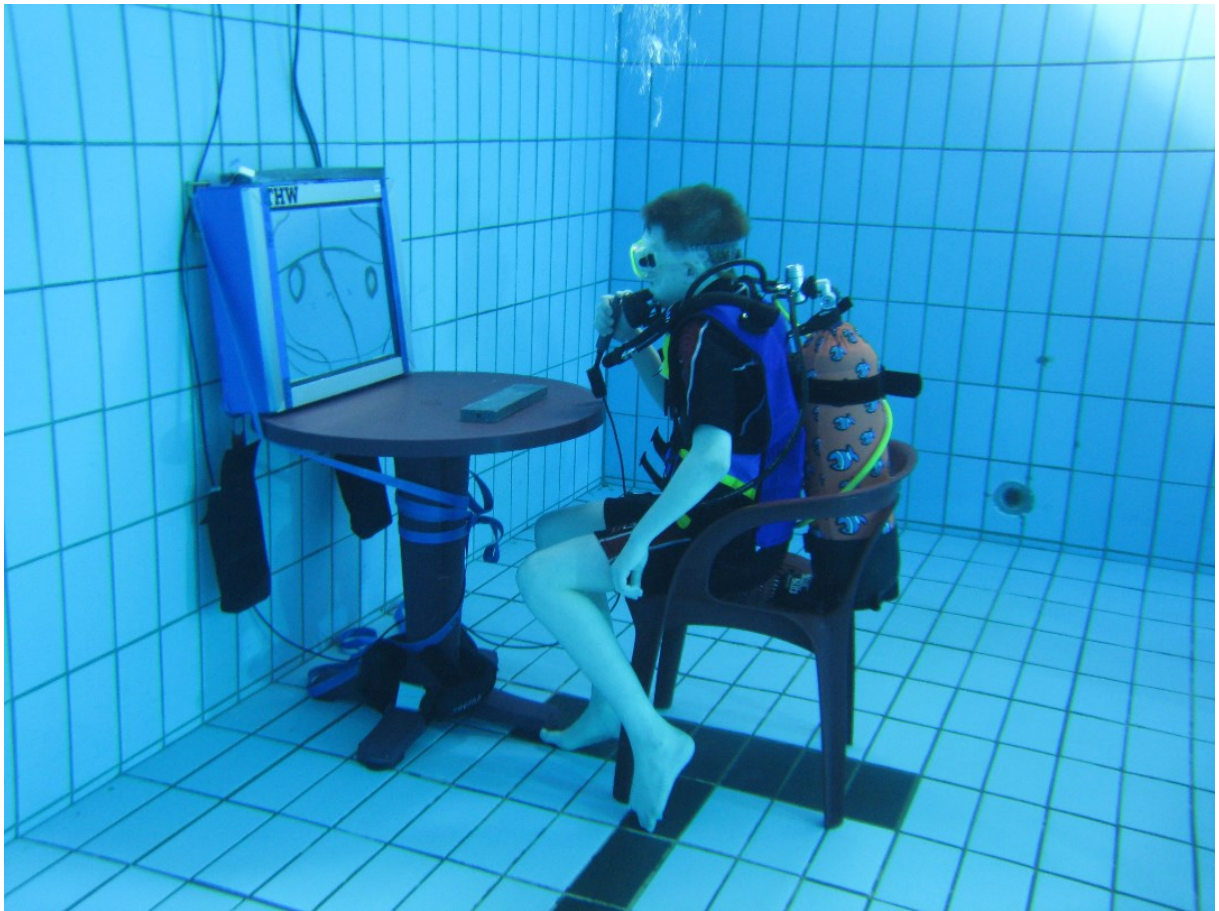


Abbildung 4: Testsetting unter Wasser

Die Flossen wurden nach dem Erreichen einer gemütlichen Sitzposition ausgezogen; die Druckluftflasche befand sich spannungsfrei entweder vor der Rückenlehne und konnte an Sitz abgestützt werden, oder dahinter, so dass der Proband entspannt mit beiden Unterarmen auf dem Tisch, den Drucktaster in der Hand, vor dem Monitor sitzen konnte. Somit konnte auch der Proband vom übrigen Badebetrieb und möglichen Ablenkungen zusätzlich abgeschirmt werden.

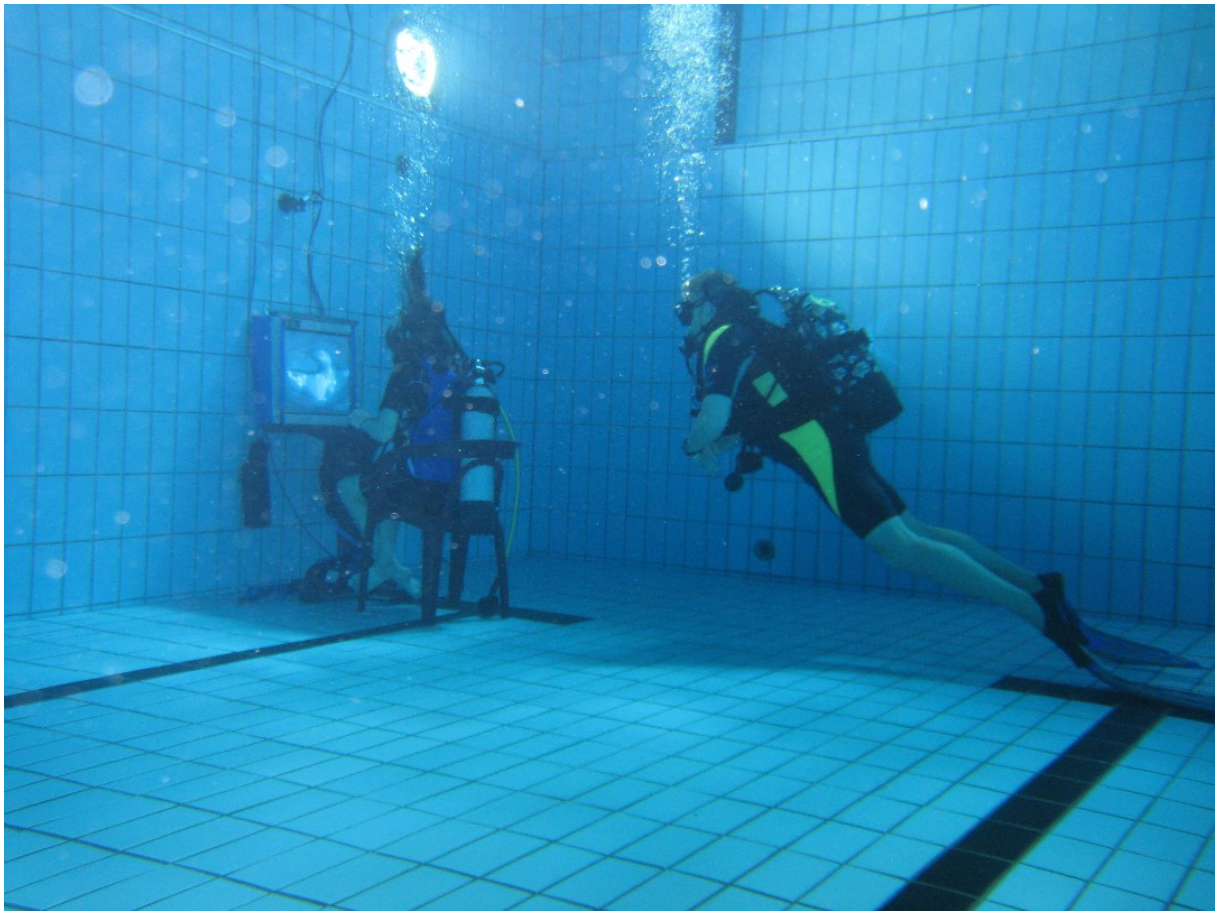


Abbildung 5: Testdurchführung unter Wasser

Über dem Monitor an der Schwimmbeckenwand war zudem noch vor der Testdurchführung eine Unterwasserkamera angebracht und so eingestellt worden, dass das Gesicht der Testperson gefilmt werden konnte.

Zusätzlich wurde von hinten und seitlich der Testperson fotografiert, allerdings nicht während der laufenden Testung, um die Testdurchführung nicht zu stören.

Während eine Testperson gerade den Test durchführte, konnte schon die nächste bzw. die nächsten 2 Testpersonen mit dem Tauchequipment vertraut gemacht werden.

Die Reihenfolge der Testpersonen wurde per Zufallsprinzip bestimmt, ebenso ob die erste Testung über oder unter Wasser durchgeführt wurde.



Abbildung 6: Testperson unter Wasser

2.4. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mittels Microsoft Excel 2007 (Microsoft Inc., Redmond, USA) und SPSS 19 (IBM Inc., Armonk, USA). Als Datensätze standen anthropometrische Daten, Daten zur Taucherfahrung sowie die Testergebnisse des CPT über Wasser (im Lehrer- bzw. Besprechungszimmer) und unter Wasser im Hallenbad zur Verfügung.

Die Testung auf Normalverteilung der Stichprobe erfolgte mittels des Kolmogorov–Smirnov Test (KS) Tests. Ein großer Vorteil des Kolmogorow-Smirnow-Testes (KS-Test) besteht darin, dass die zugrundeliegende Zufallsvariable keiner Normalverteilung folgen muss und der Test auch für kleine Stichproben geeignet ist.

Der paarweise Vergleich zwischen den Testergebnissen über Wasser und unter Wasser erfolgte bei linear-skalierten, normalverteilten Variablen mittels t-Test für gepaarte Stichproben. Bei Variablen, die die o.g. Kriterien nicht erfüllten, kam der Wilcoxon-Mann-Whitney Rangsummentest zum Einsatz [5].

Insgesamt konnten schließlich Daten von 12 Probanden ausgewertet werden, die den Test über und unter Wasser bis zu Ende fertig durchgeführt hatten. Von den übrigen Probanden standen keine Daten zum Vergleich über versus unter Wasser zur Verfügung. Entweder wurde der Test unter Wasser nicht vollständig beendet und nicht von Anfang bis Ende durchgehalten oder fehlerhaft durchgeführt, so dass keine ausreichenden Daten für die Auswertung zur Verfügung standen.

Als signifikant wurde ein Unterschied dann angesehen, wenn p kleiner/gleich 0,05 war.

Für die graphische Darstellung wurde die Farbe „blau“ für Testergebnisse unter Wasser gewählt. Für die Darstellung der Ergebnisse über Wasser wurde die Farbe „grün“ gewählt.

3. Ergebnisse

3.1. Reaktionszeit

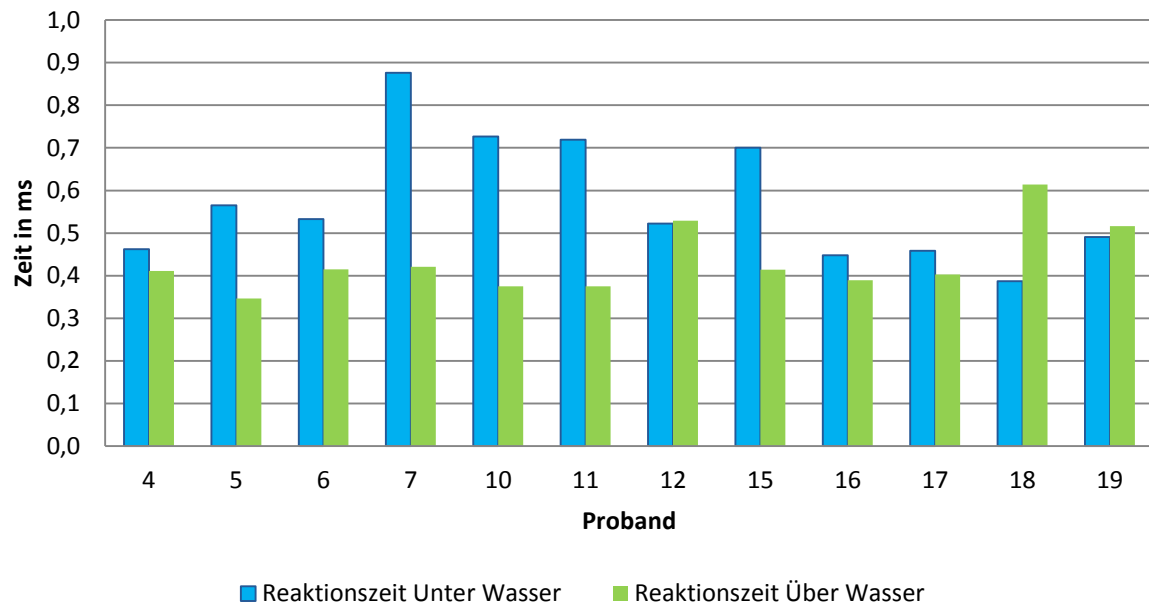


Abbildung 7: Mittlere Reaktionszeit im Continuous Performance Task (CPT) am Computer über und unter Wasser von Schülern mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS) einer Förderschule für verhaltensauffällige Jugendliche in NRW, Ostern 2012

Der Mittelwert der Reaktionszeit aller Probanden über Wasser betrug 0,47 ms, die Standardabweichung 0,16 .

Der Mittelwert der Reaktionszeit unter Wasser lag bei 0,58 ms, die Standardabweichung betrug 0,14.

Bei $p=0,026$ kann festgestellt werden, dass die mittlere Reaktionszeit aller Probanden unter Wasser signifikant länger ist als über Wasser (p kleiner 0,05).

Der CPT bietet darüber hinaus die Möglichkeit, die Reaktionszeit in eine erste und zweite Testphase, also vor und nach der kurzen Pause von zwei Minuten, aufzusplitten.

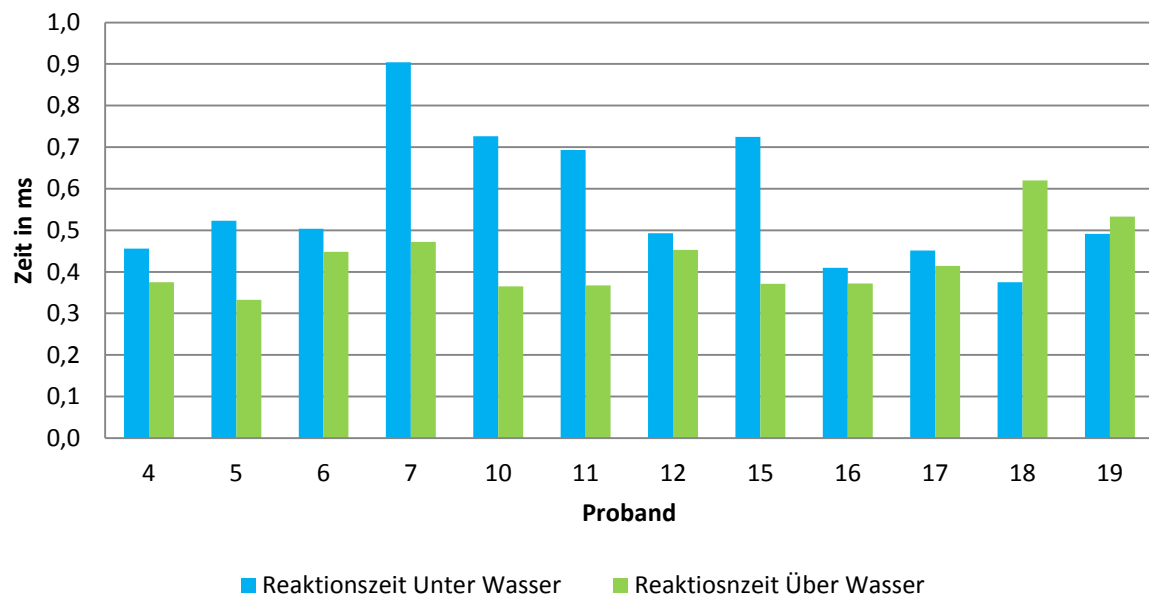


Abbildung 8: Mittlere Reaktionszeit in Teil 1 des Continuous Performance Task (CPT) am Computer über und unter Wasser von Schülern mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS) einer Förderschule für verhaltensauffällige Jugendliche in NRW, Ostern 2012

Der Mittelwert der Reaktionszeit aller Probanden in Testteil 1 betrug über Wasser 0,46 ms, Standardabweichung 0,18. Unter Wasser lag der Mittelwert für die Reaktionszeit in Testteil 1 bei 0,57 ms, Standardabweichung 0,15.

Die Reaktionszeit in Testteil 1 unter Wasser ist ebenfalls signifikant länger als über Wasser ($p=0,046$).

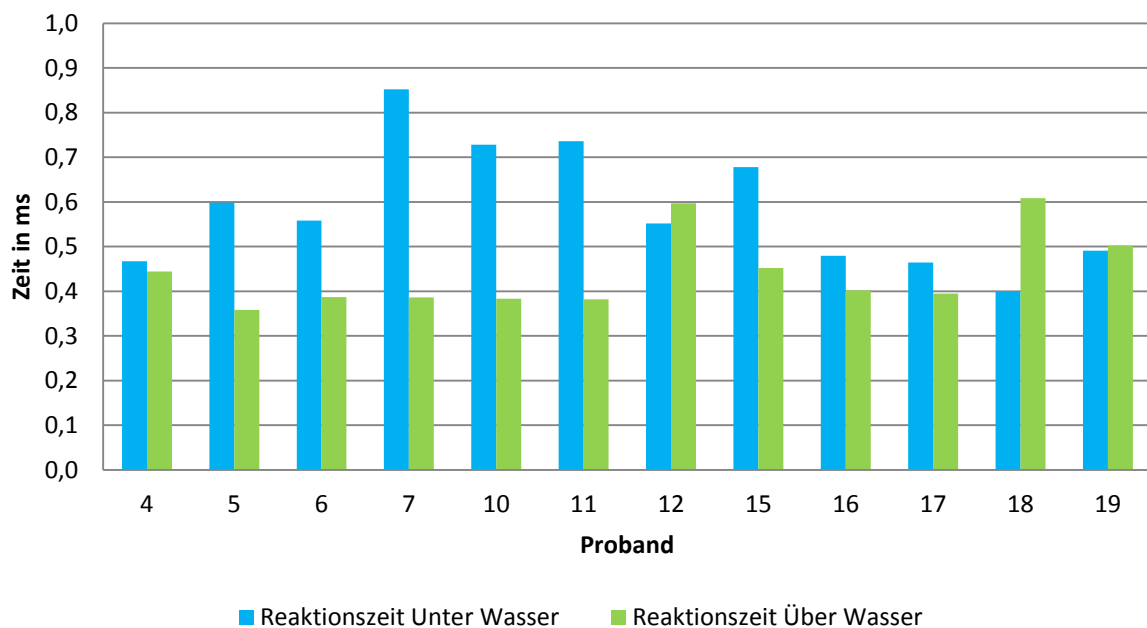


Abbildung 9: Mittlere Reaktionszeit in Teil 2 des Continuous Performance Task (CPT) am Computer über und unter Wasser von Schülern mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS) einer Förderschule für verhaltensauffällige Jugendliche in NRW, Ostern 2012

Die Reaktionszeit aller Probanden in Testteil 2 betrug im Mittel über Wasser 0,47 ms, Standardabweichung 0,16 ;

und unter Wasser 0,58 ms, Standardabweichung 0,14.

Die Reaktionszeit in Testteil 2 unter Wasser ist ebenfalls wieder signifikant länger als über Wasser ($p=0,011$).

3.2. Richtige Reaktionen

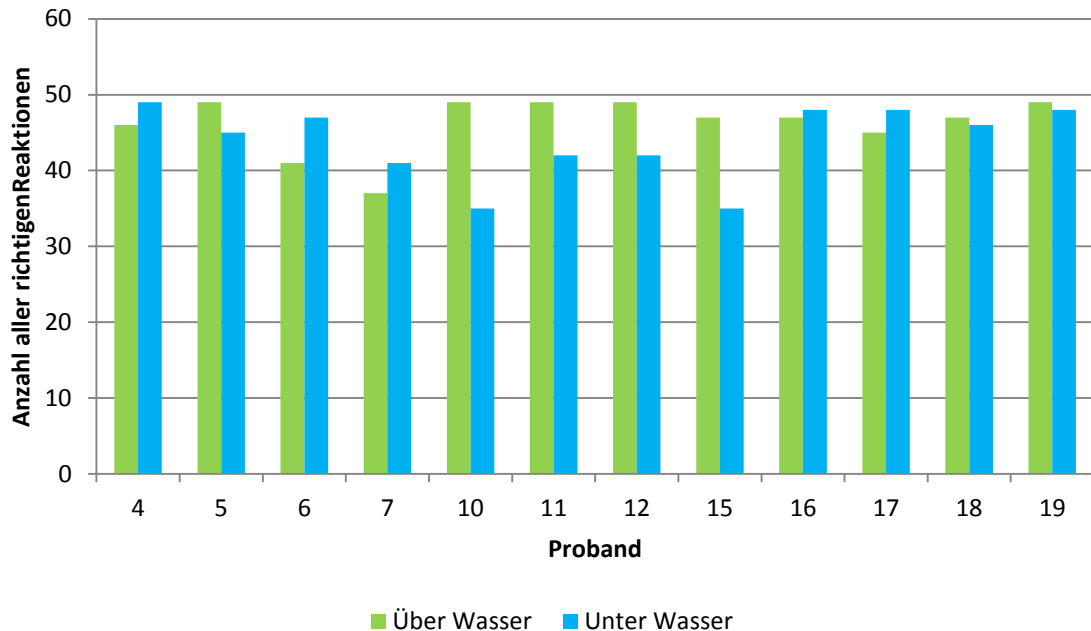


Abbildung 10: Anzahl aller richtigen Reaktionen im Continuous Performance Task (CPT) am Computer über und unter Wasser von Schülern mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS) einer Förderschule für verhaltensauffällige Jugendliche in NRW, Ostern 2012

Die Anzahl aller richtigen Reaktionen pro Proband zeigt Unterschiede über versus unter Wasser. Im Mittel finden sich über Wasser 46,25 richtige Reaktionen pro Proband (Standardabweichung 3,74), unter Wasser etwas weniger, nämlich 43,83 richtige Reaktionen (Standardabweichung 4,91).

Diese Unterschiede sind aber nicht signifikant ($p = 0,110$).

Der Testteil 1 wird im CPT nochmals aufgeteilt in zwei gleich lange Teile (Serien 1 und 2).

Der Testteil 2 wird ebenso nochmals in zwei gleiche Teile aufgeteilt (Serien 3 und 4).

Auch hier zeigen sich Unterschiede im Vergleich über versus unter Wasser, die aber nicht signifikant sind.



Abbildung 11: Anzahl der richtigen Reaktionen in Serie 1 des Continuous Performance Task (CPT) am Computer über und unter Wasser von Schülern mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS) einer Förderschule für verhaltensauffällige Jugendliche in NRW, Ostern 2012

Der Mittelwert der richtigen Reaktionen in der ersten Serie über Wasser betrug 9,46, Standardabweichung 0,97 und unter Wasser 8,92, Standardabweichung 1,80. Das bedeutet also etwas mehr richtige Reaktionen über Wasser.

Hier finden sich zwar Unterschiede, die aber nicht signifikant sind ($p=0,102$).

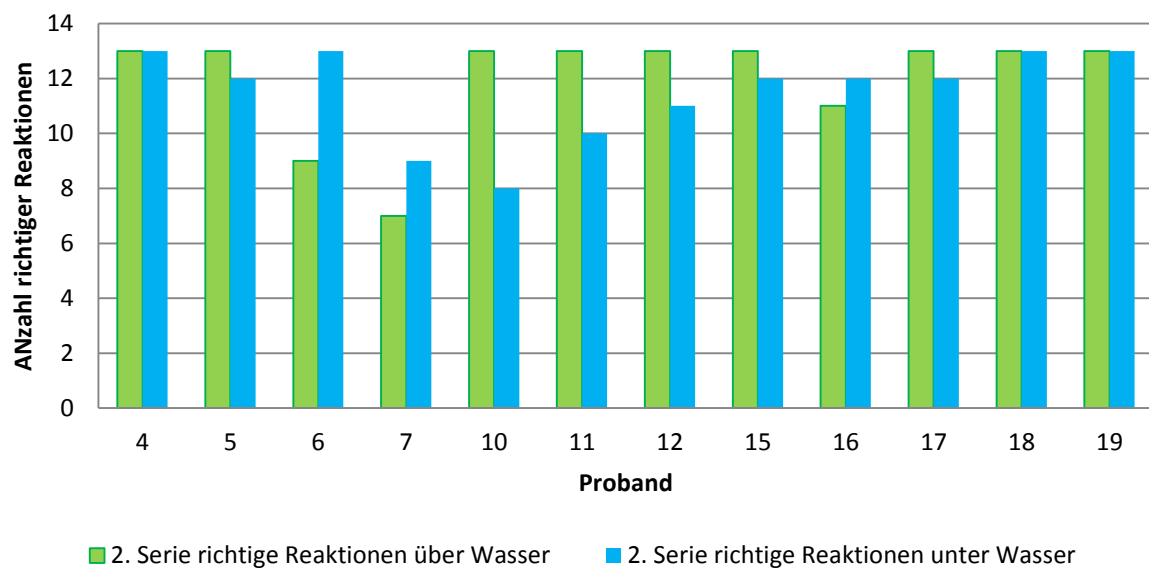


Abbildung 12: Anzahl der richtigen Reaktionen in Serie 2 des Continuous Performance Task (CPT) am Computer über und unter Wasser von Schülern mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS) einer Förderschule für verhaltensauffällige Jugendliche in NRW, Ostern 2012

Der Mittelwert der richtigen Reaktionen pro Proband in der zweiten Serie betrug über Wasser 12,00, Standardabweichung 1,91 und unter Wasser 11,38, Standardabweichung 1,56. Das bedeutet auch hier etwas mehr richtige Reaktionen über Wasser.

Auch diese Unterschiede im 2. Testteil sind nicht signifikant ($p = 0,357$).

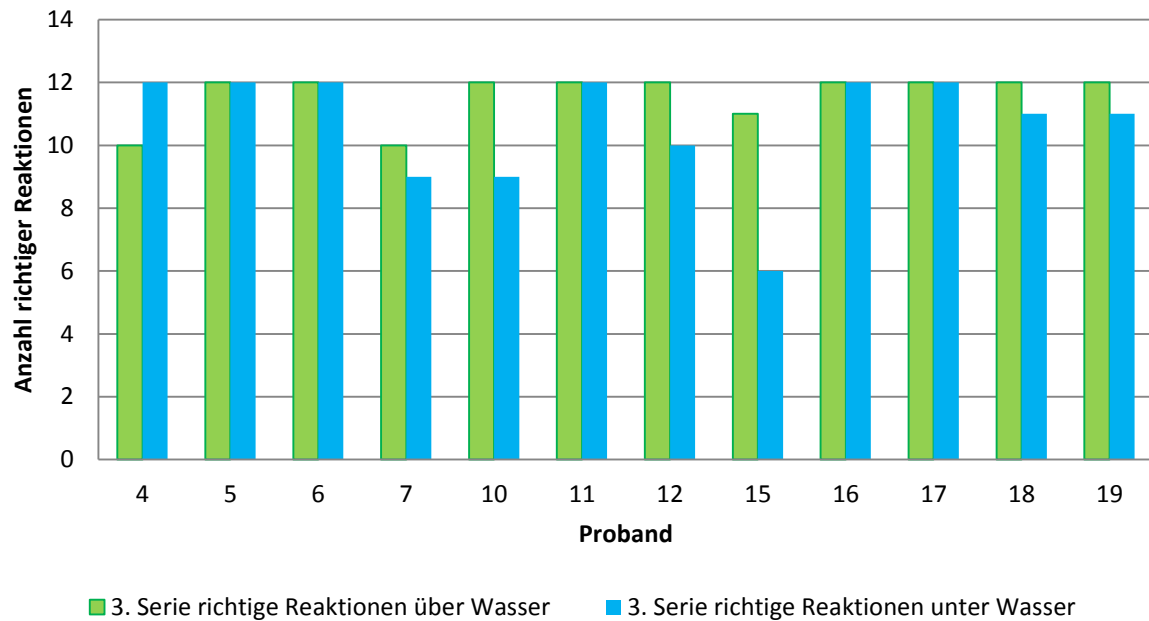


Abbildung 13: Anzahl der richtigen Reaktionen in Serie 3 des Continuous Performance Task (CPT) am Computer über und unter Wasser von Schülern mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS) einer Förderschule für verhaltensauffällige Jugendliche in NRW, Ostern 2012

Der Mittelwert der richtigen Reaktionen pro Proband in Serie 3 betrug über Wasser 11,54, Standardabweichung 0,78 und unter Wasser 10,69, Standardabweichung 1,80.

Somit auch in der 3. Serie etwas mehr richtige Reaktionen über Wasser.

Auch die Unterschiede im 3. Testteil sind nicht signifikant ($p=0,208$).

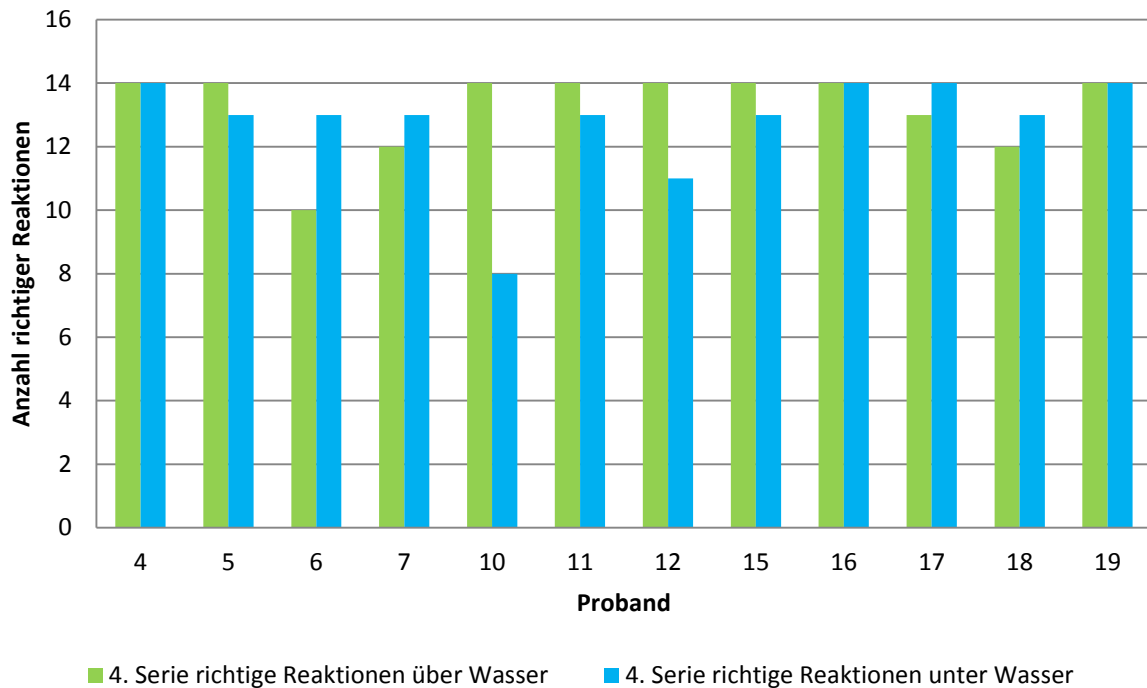


Abbildung 14: Anzahl der richtigen Reaktionen in Serie 4 des Continuous Performance Task (CPT) am Computer über und unter Wasser von Schülern mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS) einer Förderschule für verhaltensauffällige Jugendliche in NRW, Ostern 2012

In Serie 4 betrug der Mittelwert der richtigen Reaktionen pro Proband über Wasser 13,0, Standardabweichung 1,53 und unter Wasser 12,69, Standardabweichung 1,65.

Es zeigen sich auch in Serie 4 Unterschiede über versus unter Wasser, nämlich etwas mehr richtige Reaktionen über Wasser, dies aber auch nicht signifikant ($p=0,515$).

Zusammenfassend ergeben sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der richtigen Reaktionen im Vergleich über versus unter Wasser.

3.3. Commissions- und Omissionsfehler

3.3.1. Commissionsfehler

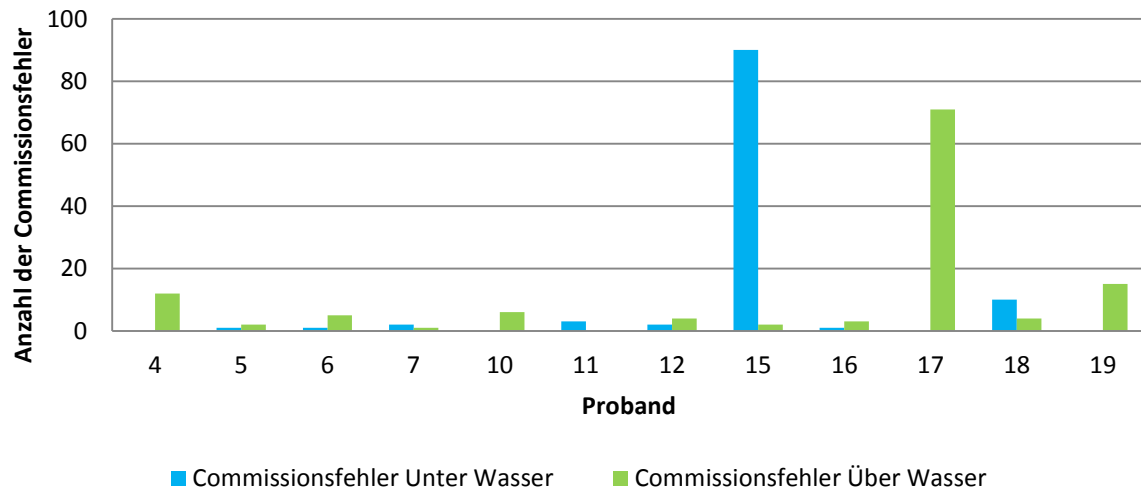


Abbildung 15: Anzahl aller Commissionsfehler im Continuous Performance Task (CPT) am Computer über und unter Wasser von Schülern mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS) einer Förderschule für verhaltensauffällige Jugendliche in NRW, Ostern 2012

Der Mittelwert der Commissionsfehler pro Proband betrug über Wasser 10,54, Standardabweichung 18,64 und unter Wasser 18,15, Standardabweichung 40,89.

Die Unterschiede sind nicht signifikant ($p=0,328$).

Ähnliche Ergebnisse finden sich sowohl im ersten als auch im zweiten Testteil.

Weder in Teil eins (Mittelwert 5,08, Standardabweichung 9,83 über Wasser und Mittelwert 8,54, Standardabweichung 19,16 unter Wasser, $p=0,411$), noch in Testteil zwei (Mittelwert über Wasser 5,46, Standardabweichung 8,96 und Mittelwert unter Wasser 9,62, Standardabweichung 21,77, $p=0,320$) sind die Unterschiede signifikant.

3.3.2. Omissionsfehler

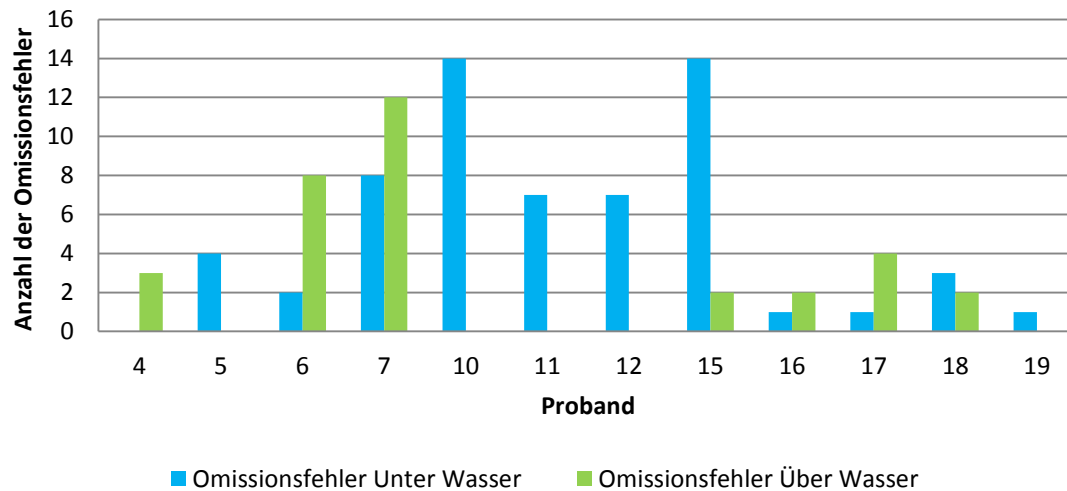


Abbildung 16: Anzahl aller Omissionsfehler im Continuous Performance Task (CPT) am Computer über und unter Wasser von Schülern mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS) einer Förderschule für verhaltensauffällige Jugendliche in NRW, Ostern 2012

Der Mittelwert der Omissionsfehler pro Proband betrug 3,00 mit Standardabweichung 3,70 über Wasser. Mehr Omissionsfehler finden sich unter Wasser, nämlich 5,31 im Mittel mit Standardabweichung 4,63.

Diese Unterschiede sind aber nicht signifikant ($p=0,106$).

Auch in den beiden Testteilen finden sich wieder Unterschiede. Auch diese sind nicht signifikant (Teil 1: Mittelwert über Wasser 1,54, Standardabweichung 2,33, $p=0,170$, und Teil 2: Mittelwert 1,46, Standardabweichung 1,81, $p=0,178$).

4. Diskussion

4.1. *Diskussion der Methoden*

4.1.1. Continuous Performance Task (CPT)

In der internationalen Literatur werden zur Diagnostik und Therapiekontrolle verschiedenste Testsysteme diskutiert, die nicht nur auf der Testung des betroffenen Kindes, sondern auch ergänzend oder ausschließlich auf standardisierter/semistrukturierter Befragung der Eltern, Lehrer, Ärzte und des Umfeldes beruhen. Als alleiniges Mittel ist der CPT nicht zur Diagnosefindung von ADHS hilfreich, dennoch liefert er wertvolle Informationen über Aufmerksamkeits- und andere neuropsychologische Leistungen, und zeichnet sich durch hohe Spezifität und eine geringe Sensitivität aus [25]. D.h. mit dem CPT können gezielt die selektive Aufmerksamkeit, Daueraufmerksamkeit und impulsives Verhalten erfasst werden, die als wichtige Symptome der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung gelten.

Diese Symptome finden sich zwar auch bei anderen Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter, sowohl im organisch-medizinischen, psychiatrischen und psychologischen aber auch im sozialpädiatrischen Bereich, d.h. diese Symptome sind nicht spezifisch oder beweisend für das Krankheitsbild ADHS, können aber bei vordiagnostizierter Erkrankung wie bei den bekannten Testpersonen in unserem Fall, mit dem CPT valide im Setting **über versus unter** Wasser verglichen werden.

4.1.2. Testsetting und Testdurchführung

Die Durchführung der Testreihen über und unter Wasser zu vergleichen, erfordert im Idealfall identische Testbedingungen.

Die Testdurchführung **über Wasser** erfolgte in einem ruhigen Besprechungsraum bzw. im Lehrerzimmer, wo der Proband alleine und ungestört war, nur durch den Betreuer begleitet, der in ruhiger und entspannter Atmosphäre den Test erklärt und die Durchführung überwacht hat.

Dagegen fand die Testdurchführung **unter Wasser** in einem sehr unruhigen Umfeld statt, nämlich im öffentlichen Hallenbad. Hier waren die Testpersonen über Wasser multiplen Reizen ausgesetzt, bevor der Tauchgang starten konnte - auch wenn fast kein öffentlicher Badebetrieb herrschte (eingeschränkte Öffnungszeiten während der Osterferien in NRW) und für das Tauchprojekt extra 3 Bahnen abgesperrt waren.

Hier ist ergänzend anzumerken, dass dennoch unter Wasser eine maximale Abschirmung von äußeren Reizen möglich war. Der Monitor war so angebracht, dass die Testperson den Schwimmbadbetrieb nicht sehen konnte, also nur auf den Monitor an der Schwimmbadwand sehen konnte. Durch die veränderte Schallleitung unter Wasser im Vergleich zu Luft waren auch störende akustische Reize über Wasser im Hallenbad nicht mehr relevant, so dass auch hier ähnliche und vergleichbare Testbedingungen wie über Wasser im Besprechungs- bzw. Lehrerzimmer möglich wurden.

Der Umgang mit dem Tauequipment, Maske, Lungenautomat, Flasche und Flossen wurde im Vorfeld, nämlich 2 Tage vor der Unterwassertestung, ausgiebig trainiert, so dass der Tauchlehrer und Betreuer sicher sein konnte, dass der Proband sich unter Wasser wohl fühlte und mit dem Equipment zurechtkam. Bei den Probetauchgängen im Flachwasser des Hallenbades wurden Abtauchen, Tariere, Maske ausblasen und Wechselatmung geübt, sowie ein einfaches Brettspiel am Schwimmbadboden spielerisch ausprobiert und trainiert.

Außerdem war vor dem Beginn des Unterwassertests dafür gesorgt, dass der Proband gut tariert war, d.h. keinen Auftrieb mehr besaß und bequem auf dem Stuhl sitzen konnte. Dazu wurden die Flossen ausgezogen und die Druckluftflasche spannungsfrei hinter der Lehne des ebenfalls negativ tarierten/ bleibeschwerten Campingstuhles justiert.

Auf richtigen Sitz der Maske und ausreichenden Druckausgleich wurde geachtet, und mit dem „OK“-Handzeichen unter Wasser bestätigt.

Die Einweisung zur Testdurchführung erfolgte in beiden Testungen über und unter Wasser durch dieselbe Person, den Tauchlehrer oder Pädagogen, wobei im Hallenbad die hinterste Ecke genutzt wurde, abgetrennt vom Badebetrieb und maximal entfernt vom Flachwasser, wo die Probetauchgänge und der Materialcheck angesiedelt waren.

Mögliche Limitationen der aktuellen Studie:

Insgesamt war die Anzahl der Probanden kleiner als die im Rahmen der Vorarbeit (Anfragen an die Siebengebirgsschule und den Probsthof) zunächst geplanten 25 Probanden.

Probanden fielen aufgrund unvorhergesehener Ereignisse (Nasenbluten, bronchialer Infekt, kein Druckausgleich möglich, Bauchschmerzen) zusätzlich aus, so dass sich die Fallzahl nochmals verringerte.

Aufgrund der geringen Fallzahl wurde deshalb die Gesamtanzahl nicht noch weiter aufgeteilt, wie vorgesehen, nämlich geschlechtsspezifisch oder in zwei Altersgruppen, z.B. eine Gruppe der 8-12 jährigen und eine Gruppe im Alter von 13-17 Jahren. Ebenso wäre eine Gegenüberstellung der medikamentös versus nichtmedikamentös behandelten Schüler bei größerer Fallzahl möglich gewesen.

4.2. Diskussion der Ergebnisse

4.2.1. Reaktionszeit unter Wasser

Die Reaktionszeit unter Wasser war in der Testung signifikant länger als über Wasser. Über Wasser dagegen haben die Probanden im Test signifikant schneller reagiert und damit auch motorisch überschießender, hyperaktiver, impulsiver. D.h. unter Wasser reagierten die Kinder mit ADHS deutlich langsamer und weniger impulsiv als über Wasser.

Erklärt werden könnte die psychomotorische Verlangsamung durch den Tauchreflex, der eine signifikante Bradykardie bei allen lungenatmenden Lebewesen beim Eintauchen unter Wasser auslöst. Der Tauchreflex führt durch eine Stimulation des Parasympathikus zu peripherer Vasokonstriktion und Umverteilung des Blutvolumens (Zentralisierung), Sistieren der Atmung und Bradykardie. Damit wird der Sauerstoffverbrauch auf die lebenswichtigen Organe reduziert [24].

Es werden verschiedene auslösende Faktoren diskutiert, so z.B. durch kutane Rezeptoren in der Nähe von Nase und Oberlippe, auch kaltes Wasser. Aber auch die Partialdrücke von Sauerstoff und Kohlendioxid im Blut beeinflussen den Parasympathikus [44].

In der Lunge vergrößert sich der Durchmesser der Kapillaren bei gleichzeitiger Reduktion des Residualvolumens. Auch die periphere Durchblutung verringert sich [24], und könnte in Zusammenarbeit mit der o.g. Bradykardie u.U. auch eine gewisse motorische Verlangsamung bei der Testung unter Wasser (z.B. beim Betätigen des Drucktasters) erklären.

Die Verlängerung der Reaktionszeit unter Wasser wäre andererseits auch durch eine höhere Vagusaktivität unter Wasser erklärbar: Durch Sport soll neben der Vagusaktivität auch der Serotoninspiegel steigen, und der Streßhormonspiegel sinken [15].

An Ratten konnte eine Reduktion von ADHS-Symptomen während des Schwimmens gezeigt werden [26]. Ein Erklärungsmodell ist die selektive Hochregulation der Dopaminrezeptoren und Downregulation des Dopamin-D2-rezeptors und weiterer Rezeptoren in Hippocampus, präfrontalem Cortex und dorsalem Striatum, im Rattenmodell durch 10 min Schwimmen gezeigt [8].

4.2.2. Richtige Reaktionen

In der Testung zeigten sich tendenziell etwas mehr richtige Reaktionen über Wasser. Es konnten aber keine signifikanten Unterschiede im Bezug auf richtige Reaktionen über versus unter Wasser gefunden werden. Auch die Fehlerart zeigte keine signifikanten Unterschiede über versus unter Wasser.

Daraus kann abgeleitet werden, dass das Gerätetauchen in der Testung keinen signifikanten Einfluss auf die Fehlerhäufigkeit und somit auch nicht auf die Konzentrationsfähigkeit hat. Dass allerdings bei ähnlicher Fehleranzahl über und unter Wasser die Reaktionszeit unter Wasser signifikant länger ist, kann mit einer Verlängerung der Konzentrationsdauer unter Wasser erklärt werden. Insbesondere der Vergleich in allen Testteilen zeigt, dass unter Wasser in allen Testteilen bei längerer Reaktionsdauer keine signifikanten Unterschiede der richtigen Reaktionen bzw. der Fehlerart gemessen wurden. Also kann ein ähnliches Testergebnis über und unter Wasser (im Hinblick auf richtige Reaktionen und Fehlerarten) angenommen werden, bei längerer Konzentrations- und Aufmerksamkeitsspanne, nämlich bei signifikant längerer Reaktionszeit unter Wasser.

Erklärungen in der Literatur über Steigerung der Konzentration unter Wasser finden sich nur sehr spärlich. In der Literatur gibt es widersprüchliche Angaben zum Blutdruckverhalten unter Wasser, insbesondere in geringen Tiefen; ein moderater zentraler Blutdruckanstieg – bedingt durch die Zentralisierung des Blutvolumens – wird diskutiert [44].

Beschrieben wird, dass Sport die Impulsivität und Vigilanzparameter, kognitive Funktionen, die Aufmerksamkeit und die ADHS-typischen Verhaltensauffälligkeiten bessere [33], [18], erklärt durch erhöhte Dopaminfreisetzung beim Sport [6]. Auch dies könnte die Testergebnisse unter Wasser erklären, wenn man diese Ergebnisse auf die spezielle hyperbare Situation unter Wasser überträgt.

4.2.3. Fehlender Unterschied bezüglich Commission und Omission

Es finden sich im Testergebnis keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Fehlerart über versus unter Wasser.

Insbesondere die Commissionfehler lassen Rückschlüsse auf mögliche Aufmerksamkeitsdefizite und Impulsivität zu [25]. Das Ergebnis, dass es keinen Unterschied bezüglich der Art der Fehler gibt, sondern nur tendenziell (und nicht signifikant) bezüglich der Fehlerhäufigkeit, lässt schließen, dass das Gerätetauchen sowohl die selektive Aufmerksamkeit als auch die Daueraufmerksamkeit und die Impulsivität unter Wasser nicht wesentlich beeinflusst. Dass allerdings innerhalb einer signifikant längeren Reaktionszeit keine signifikanten Unterschiede im Bezug auf Fehlerhäufigkeit und Fehlerart gefunden wurden, lässt auf eine signifikant längere Aufmerksamkeitsspanne unter Wasser schließen.

4.3. Sportarten als Therapiebaustein des ADHS

In zahlreichen Elternratgebern, Handouts oder Homepages von Selbsthilfegruppen wird beschrieben, dass die Möglichkeit, Sport zu treiben, Kindern mit ADHS helfen kann, sich im Alltag besser zu integrieren, zu konzentrieren und überschüssige Energie und starken Bewegungsdrang abzubauen und die Koordination zu fördern. Aber auch in der Fachliteratur finden sich Berichte über Sport als therapeutische Alternative zu Medikamenten [54], [38], [29], [18], [32]. Es werden diejenigen Sportarten als geeignet beschrieben, die eine gewisse Selbststeuerung erfordern, wie z.B. Judo, Karate, Kung Fu, Tae-Kwon-Do, Laufen, Joggen, Leichtathletik, Radfahren, Schwimmen, Klettern, Trampolinspringen, Reiten/Voltigieren, Bogenschießen, Segeln, Angeln, Fechten, Akrobatik, Tanzen [7], [10], [20], [43], [36], [60].

Gruppensportarten wie z.B. Fußball, Basket- und Handball stellen eine erhöhte Unfallgefahr wegen der Impulsivität beim ADHS dar, so dass Teamsportarten in der Therapie des ADHS von einigen Autoren als eher ungeeignet eingestuft werden, andererseits werden aber auch gerade Teamsportarten als geeignet bewertet, um die soziale Interaktion und Kompetenz sowie Kooperativität zu stärken [22].

Neben Verbesserung der Bewegungsabläufe bei ADHS-Kindern werden auch eine Verbesserung der messbaren Reaktionszeit (mittels CPT), der Impulsivität und Vigilanzparameter durch Sport berichtet [33], [59].

Empfehlungen für eine bestimmte Sportart, die für alle Kinder und Jugendliche mit ADHS geeignet wäre, können zusammenfassend nicht abgeleitet werden, und es kann auch nicht jede Sportart für jedes Kind empfohlen werden. Welche Sportart die richtige ist, hängt sicherlich auch individuell von Neigung, Vorlieben und Konstitution des Kindes ab.

4.4. Tauchtauglichkeit von Kindern mit ADHS

Ob als Folge dieser Daten künftig auch eine Neubewertung der Tauchtauglichkeit für ADHS-Patienten erforderlich wäre, wird kontrovers diskutiert. Die aktuellen Empfehlungen zur Beurteilung der Tauchtauglichkeit [57] und die Diskussionsbeiträge auf den aktuellen Tauchmedizinischen Symposien und im Caisson, Organ der tauchmedizinischen Fachgesellschaften Deutschland, Österreichs und der Schweiz sehen bereits heute ausdrücklich die Möglichkeit von speziellen ADHS-Gruppen vor und eröffnen somit die Möglichkeit, therapeutische Gruppen einzurichten. Ein klares Setting sowie ein ausgearbeitetes Sicherheitskonzept für Kinder mit ADHS im Rahmen des Tauchens werden als notwendig erachtet. Dies kann im Rahmen spezieller Gruppen durchaus sichergestellt werden.

Bei Eltern oder Tauchpartnern, die mit Kindern tauchen, kann jedoch nicht vom notwendigen Hintergrundwissen und dem entsprechenden Gefahrenbewusstsein ausgegangen werden. Ein weiteres Problem stellen die seltenen aber vorhandenen zentralnervösen und kardialen Nebenwirkungen von Medikamenten dar, die zur Therapie des ADHS eingesetzt werden. Es ist völlig unklar, wie sich das Nebenwirkungsspektrum dieser Medikamente unter erhöhtem Umgebungsdruck, also v.a. bei tieferen Tauchgängen verhält. Hierzu finden sich in der Literatur keine belastbaren Angaben.

Zudem stellen juristische Aspekte bei den (im juristischen Sinne) nur eingeschränkt entscheidungsfähigen Kindern und Jugendlichen (bei ADHS-Betroffenen umso mehr als bei Gesunden) ein weitaus größeres Problem dar, als bei Erwachsenen, die die Hintergründe und möglichen Risiken besser erkennen und ggf. auch bewusst in Kauf nehmen können. Bei Kindern sollte jedoch immer die Gesunderhaltung im Mittelpunkt stehen. Daher scheint die Beurteilung der Tauchtauglichkeit bei Kindern mit ADHS auch in Zukunft kein einfaches Thema zu sein.

Ausblick:

Die Beurteilung der Tauchtauglichkeit von Kindern und Jugendlichen mit ADHS bleibt weiterhin schwierig.

Das sogenannte „pädagogische Tauchen“ hat positive Auswirkungen auf die Symptome der Schüler mit ADHS, und könnte sinnvoll - zumindest im Rahmen eines sportpädagogischen und verhaltenstherapeutischen Konzeptes - sogar als geeignetes Instrument unter strenger Beachtung fester Regeln unter optimalen Bedingungen im Schwimmbad mit besonders geschulten und qualifizierten Ausbildern zur multimodalen Therapie der Schüler mit ADHS beitragen.

Die Beurteilung der Tauchtauglichkeit von Kindern und Jugendlichen mit ADHS muss ggf. neu bewertet werden. Das Tauchen von Kindern und Jugendlichen mit ADHS könnte also unter bestimmten Bedingungen keine absolute Kontraindikation mehr für die Tauchtauglichkeit bedeuten.

Ggf. könnten diese Ergebnisse auch Anlass für weitere Forschungsprojekte sein, und größere Studienprojekte in dem Grenzbereich zwischen Tauchmedizin, Kinder- und Jugendpsychiatrie- und -Psychologie, Pädiatrie und Sozialpädagogik anregen.

5. Zusammenfassung

Wenn bereits unter bestimmten Bedingungen mit ADHS-Kindern getaucht wird, so muss es einen berechtigten Vorteil und auch messbare Ergebnisse im ADHS-spezifischen Verhalten durch das Tauchen geben.

Aussagen über die Reaktionszeit, Fehlerhäufigkeit, Konzentrationsfähigkeit, und Konzentrationsspanne ermöglicht der Continuous Performance Task (CPT), ein computergestütztes psychologisches Testverfahren, das u.a. in der Kinder- und Jugendpädiatrie, -psychiatrie und –pädagogik angewendet wird.

Zur Verfügung stand eine Stichprobe von 18 Kindern und Jugendlichen mit nachgewiesenem ADHS im Alter von 12-17 Jahren, die eine Förderschule für lern- und verhaltensauffällige Kinder und Jugendliche besuchten und im Rahmen eines besonderen Sport- und Lehrprojektes am pädagogischen Tauchen teilnahmen. Aus technischen Gründen standen leider nur komplette Daten von Messungen über und unter Wasser von 12 Probanden zur Verfügung.

Es zeigten sich signifikante Unterschiede im Testergebnis:

A. Die Reaktionszeit unter Wasser war signifikant länger, und zwar sowohl im ersten als auch im zweiten Testteil.

B. Über Wasser wurden von den ADHS-Schülern mehr korrekte Reaktionen als unter Wasser gemessen, d.h. die ADHS-Kinder machten weniger Fehler über Wasser. Dieser Unterschied allerdings war nicht signifikant.

C. Es fanden sich auch Unterschiede im Testergebnis über versus unter Wasser bezüglich der Fehlerart (Commission/Omission). Diese waren allerdings nicht signifikant.

Die Schüler brauchten also unter Wasser länger für die Antworten, und zwar nicht nur zu Beginn des Testes, sondern durchgehend während der gesamten Testdauer von ca. 15 Minuten, und machten tendenziell etwas mehr Fehler, dies aber nicht signifikant.

Aus den Ergebnissen kann gefolgert werden, dass ADHS-typische Symptome wie Hyperaktivität und motorische Unruhe der ADHS-Kinder für die Zeit des Tauchganges signifikant sinken. Nach subjektiver Einschätzung der Studienleitung zeigte die Verhaltensbeobachtung während der Unterwassertestung, dass die ADHS-Schüler unter Wasser während der Testvorbereitung und unmittelbar vor der Testdurchführung unter Wasser weniger leicht ablenkbar waren und unter Wasser weniger impulsiv reagierten.

Signifikante Unterschiede in der Fehlerhäufigkeit finden sich nicht. Daraus kann gefolgert werden, dass das Gerätetauchen in der Testung keinen wesentlichen Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit der Probanden hat. Tendenziell kann sogar erkannt werden, dass durch die Verlängerung der Reaktionszeit unter Wasser mit ähnlicher Fehlerhäufigkeit in den verschiedenen Testabschnitten die Konzentrationsspanne steigt, und zwar über die gesamte Testdauer. Aufgrund der kleinen Fallzahlen wären weitere Untersuchungen an einer größeren Stichprobe nötig.

Zusammenfassend kann ein positiver Effekt des Gerätetauchens auf einige wesentliche Symptome des ADHS gefunden werden, der während des gesamten Tauchganges - zumindest für die gemessene Testdauer von ca. 15 min – anhält.

6. Literaturverzeichnis

1. Banaschewski T, Konrad K, Rothenberger A, Hebebrand J: Aufmerksamkeitsdefizit/-Hyperaktivitätsstörung. Z Kinder Jugendpsychiatr Psychother 37: 250-265 (2009)
2. Baumeister AA, Henderson K, Pow JL, Advokat C: The early history of the neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder. J Hist Neurosci 21: 263-279 (2012)
3. Brimble MJ: Diagnosis and management of ADHD: a new way forward? Community pract 82: 34-37 (2009)
4. Bruckmann S, Hauk D, Roessner V, Resch F, Freitag CM, Kammer T, Ziemann U, Rothenberger A, Weisbrod M, Bender S: Cortical inhibition in attention deficit hyperactivity disorder: new insights from the electroencephalographic response to transcranial magnetic stimulation. Brain 135: 2215-2230 (2012)
5. Bühner M, Ziegler, M: Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler. Pearson, Deutschland, S. 55-100, S. 236-323 (2009)
6. Chang YK, Liu S, Yu HH, Lee YH: Effect of acute exercise on executive function in children with attention deficit hyperactivity disorder. Arch Clin Neuropsychol 27: 225-237 (2012)
7. Chen YY, Liaw LJ, Liang JM, Hung WT, Guo LY, Wu WL: Timing perception and motor coordination on rope jumping in children with attention deficit hyperactivity disorder. Phys Ther Sport 14: 105-109 (2013)
8. Clements KM, Wainwright PE: Swim stress increases hippocampal Zif268 expression in the spontaneously hypertensive rat. Brain Res Bull 82: 259-263 (2010)
9. Coghill D, Banaschewski T: The genetics of attention-deficit/hyperactivity disorder. Expert Rev Neurother 9: 1547-1565 (2009)
10. Cuypers K, De Ridder K, Strandheim A: The effect of therapeutic horseback riding on 5 children with attention deficit hyperactivity disorder: a pilot study. J Altern Complement Med 17: 901-908 (2011)
11. DGfK-uJuP (Hrsg): Leitlinien zur Diagnostik und Therapie von psychischen Störungen im Säuglings-, Kindes- und Jugendalter. Deutscher Ärzte Verlag, 3. überarbeitete Auflage, S. 239-254 (2007)

12. Döpfner M, Lehmkuhl G, Steinhausen H-C: Kinder-Diagnostik-System (KIDS) Band 1: Aufmerksamkeitsdefizit- und Hyperaktivitätsstörungen (ADHS). In: Hogrefe, Göttingen, S. 7-24 (2006)
13. Doyle C, Brookes K, Simpson J, Park J, Scott S, Coghill DR, Hawi Z, Kirley A, Gill M, Kent L: Replication of an association of a promoter polymorphism of the dopamine transporter gene and Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Neurosci Lett* 462: 179-181 (2009)
14. Eichhorn L: Pro und Contra - Tauchen mit ADHS. *Caisson* 30: 11-14 (2015)
15. Field T: Exercise research on children and adolescents. *Complement Ther Clin Pract* 18: 54-59 (2012)
16. Forbes F: Improving recognition and management of ADHD. *Practitioner* 254: 34-38 (2010)
17. Frodl T, Skokauskas N: Meta-analysis of structural MRI studies in children and adults with attention deficit hyperactivity disorder indicates treatment effects. *Acta Psychiatr Scand* 125: 114-126 (2012)
18. Gapin JI, Labban JD, Etnier JL: The effects of physical activity on attention deficit hyperactivity disorder symptoms: the evidence. *Prev Med* 52 Suppl 1: S70-74 (2011)
19. Gesundheit ersatzkasse Barmer: Arztreport der Barmer GEK. *Deutsches Ärzteblatt* 12: 4 (2012)
20. Harris MJ: Tai-Kwan-Do in relation to ADD. *J Paediatr Child Health* 34: 484 (1998)
21. Hausotter W: ADHS als Begutachtungsproblem beim Erwachsenen. *Versicherungsmedizin* 64: 186-189 (2012)
22. Kang KD, Choi JW, Kang SG, Han DH: Sports therapy for attention, cognitions and sociality. *Int J Sports Med* 32: 953-959 (2011)
23. Kaplan A, Adesman A: Clinical diagnosis and management of attention deficit hyperactivity disorder in preschool children. *Curr Opin Pediatr* 23: 684-692 (2011)
24. Klingmann Ch, Tetzlaff K (Hrsg.): *Moderne Tauchmedizin - Handbuch für Tauchlehrer, Taucher und Ärzte*. Gentner Verlag, Stuttgart, S. 132-134 (2007)
25. Knye M, Roth N, Westhus W, Heine A: *Continuous Performance Test*. Hogrefe Testsystem, Göttingen, 1. Auflage (2003)

26. Ko IG, Kim SE, Kim TW, Ji ES, Shin MS, Kim CJ, Hong MH, Bahn GH: Swimming exercise alleviates the symptoms of attention-deficit hyperactivity disorder in spontaneous hypertensive rats. *Mol Med Rep* 8: 393-400 (2013)
27. Konrad K, Rosler M: Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätssyndrom in der Lebensspanne. *Nervenarzt* 80: 1302-1311 (2009)
28. Koster I, Schubert I, Dopfner M, Adam C, Ihle P, Lehmkuhl G: Hyperkinetische Störungen bei Kindern und Jugendlichen: Zur Häufigkeit des Behandlungsanlasses in der ambulanten Versorgung nach den Daten der Versichertenstichprobe der AOK Hessen/KV Hessen (1998-2001). *Z Kinder Jugendpsychiatr Psychother* 32: 157-166 (2004)
29. Kuo FE, Taylor AF: A potential natural treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder: evidence from a national study. *Am J Public Health* 94: 1580-1586 (2004)
30. Lange KW, Reichl S, Lange KM, Tucha L, Tucha O: The history of attention deficit hyperactivity disorder. *Atten Defic Hyperact Disord* 2: 241-255 (2010)
31. Lehmkuhl G, Sevecke K, Frohlich J, Dopfner M: Kind ist unaufmerksam, kann nicht still sitzen, stört den Unterricht. Ist es wirklich eine hyperkinetische Störung?. *MMW Fortschritte der Medizin* 144: 26-31 (2002)
32. Ludolph AG, Plener PL: Sport als Therapiebaustein in der Behandlung der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS). *PiD- Psychotherapie im Dialog* 12: 221-223 (2011)
33. Medina JA, Netto TL, Muszkat M, Medina AC, Botter D, Orbetelli R, Scaramuzza LF, Sinnes EG, Vilela M, Miranda MC: Exercise impact on sustained attention of ADHD children, methylphenidate effects. *Atten Defic Hyperact Disord* 2: 49-58 (2010)
34. Morgan WP: Anxiety and panic in recreational scuba divers. *Sports Med* 20: 398-421 (1995)
35. Muth CM, Tetzlaff K, Winkler B: Tauchen mit Kindern und Jugendlichen- eine kleine Übersicht. *Caisson* 27: 12-18 (2012)
36. Müller, T: Klettern mit ADS-Kindern- Hobby oder Therapie? Überlegungen und Untersuchungen zu einem multimodalen Behandlungsansatz bei ADS-Kindern. *Dipl-Arb Pädagogische Hochschule Zentralschweiz, Hochschule Luzern* (2006)

37. Network DA: Report on decompression illness, diving fatalities and project dive exploration. In: The DAN annual review of recreational scuba diving injuries and fatalities based on 2001 data. Durham, NC: 121 (2003)
38. O'Connor BC, Fabiano GA, Waschbusch DA, Belin PJ, Gnagy EM, Pelham WE, Greiner AR, Roemmich JN: Effects of a Summer Treatment Program on Functional Sports Outcomes in Young Children with ADHD. *J Abnorm Child psychol* 42: 1005-1017 (2014)
39. Ostermann-Myrau M: Das Aufmerksamkeits-Defizit-Syndrom (ADS). In: *Versicherungsmedizin* 53: 170-172 (2001)
40. Panchard MA, Baenziger O, Fuchs H, Haldi H, Oswald H: Empfehlungen für die Beurteilung der Tauchtauglichkeit beim Kind. *Paediatrica* 17: 10-14 (2006)
41. Petermann F, Lehmkuhl G: ADHS und Störung de Sozialverhaltens. *Z Kinder Jugendpsychiatr Psychother* 39: 421-426 (2011)
42. Petermann F, Lehmkuhl G. ADHS und Störung des Sozialverhaltens: Trends in Diagnostik und Therapie. *Prax Kinderpsychol Kinderpsychiatr* 61: 512-523 (2012)
43. Pfanzelt CH: Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung- Möglichkeiten durch Klettern. Hausarb Techn Univ München, Fakultät für Sportwissenschaft (2008)
44. Rademacher P, Muth CM: Apnoetauchen- Physiologie und Pathophysiologie. *Dtsch Z Sportmed* 53: 185-191 (2002)
45. Ralston SJ, Lorenzo MJ: ADORE -- Attention-Deficit Hyperactivity Disorder Observational Research in Europe. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 13 Suppl 1: I36-42 (2004)
46. Remschmidt H: Global consensus on ADHD/HKD. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 14: 127-137 (2005)
47. Schimmelmann BG, Friedel S, Nguyen TT, Sauer S, Ganz Vogel CI, Konrad K, Wilhelm C, Sinzig J, Renner TJ, Romanos M, Palmason H, Dempfle A, Walitza S, Freitag C, Meyer J, Linder M, Schafer H, Warnke A, Lesch KP, Herpertz-Dahlman B, Hinney A, Hebebrand J: Exploring the genetic link between RLS and ADHD. *J Psychiatr Res* 43: 941-945 (2009)
48. Schlack R, Holling H, Kurth BM, Huss M: Die Prävalenz der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Erste Ergebnisse aus dem Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 50: 827-835 (2007)

49. Schmidt S, Schussler G, Petermann F: ADHD über die Lebensspanne. Ein Update aus Forschung und Praxis. *Z Psychosom Med Psychother* 58: 236-256 (2012)
50. Schwemmler C, Schwemmler U, Ptak M: Störungen der Aufmerksamkeit und Aktivität (ADHS): Aktueller Wissensstand und Bedeutung für HNO-Ärzte. *HNO* 55: 569-574 (2007)
51. Shaw M, Hodgkins P, Caci H, Young S, Kahle J, Woods AG, Arnold LE: A systematic review and analysis of long-term outcomes in attention deficit hyperactivity disorder: effects of treatment and non-treatment. *BMC Med* 10: 99 (2012)
52. Smoot LC, Boothby LA, Gillett RC: Clinical assessment and treatment of ADHD in children. *Int J Clin Pract* 61: 1730-1738 (2007)
53. Tamm L, Juranek J: Fluid reasoning deficits in children with ADHD: evidence from fMRI. *Brain Res* 1465: 48-56 (2012)
54. Taylor AF, Kuo FE: Children with attention deficits concentrate better after walk in the park. *J Atten Disord* 12: 402-409 (2009)
55. Taylor E, Dopfner M, Sergeant J, Asherson P, Banaschewski T, Buitelaar J, Coghill D, Danckaerts M, Rothenberger A, Sonuga-Barke E, Steinhausen HC, Zuddas A: European clinical guidelines for hyperkinetic disorder -- first upgrade. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 13 Suppl 1: 17-30 (2004)
56. Taylor E: Antecedents of ADHD: a historical account of diagnostic concepts. *Atten Defic Hyperact Disord* 3: 69-75 (2011)
57. Tetzlaff K, Klingmann Ch, Muth CM, Piepho T, Welslau W (Hrsg.): Checkliste Tauchtauglichkeit - Untersuchungsstandards und Empfehlungen der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin (GTÜM). Gentner Verlag, Stuttgart, S. 38-47 (2009)
58. Thome J, Reddy DP: The current status of research into Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Proceedings of the 2nd International Congress on ADHD: From Childhood to Adult Disease. *Atten Defic Hyperact Disord* 1: 165-174 (2009)
59. Verret C, Guay MC, Berthiaume C, Gardiner P, Beliveau L: A physical activity program improves behavior and cognitive functions in children with ADHD: an exploratory study. *J Atten Disord* 16: 71-80 (2012)
60. Veser S, Bady M, Wiesner M: Konzentriert durch Klettern- Therapeutisches Klettern bei Kindern mit ADHS. *ergopraxis* 2: 18-21 (2009)

61. Walker RM: Assessing children's fitness for scuba diving. Med J Aust 176: 450 (2002)
62. Wolraich M, Brown L, Brown RT, DuPaul G, Earls M, Feldman HM, Ganiats TG, Kaplanek B, Meyer B, Perrin J, Pierce K, Reiff M, Stein MT, Visser S: ADHD: clinical practice guideline for the diagnosis, evaluation, and treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adolescents. Pediatrics 128: 1007-1022 (2011)

7. Danksagung

Zunächst gilt mein besonderer Dank Dr. med. Bernd Winkler, der mich trotz seines beruflichen Engagements als Vollzeit-Anästhesist und trotz weiterer Forschungsprojekte unterstützt hat. Ganz besonderer Dank gilt auch Prof. Dr. med. Claus-Martin Muth, den ich bei meinem ersten Taucherarztseminar in München 2005 kennengelernt habe und der mir als Doktorvater stets hilfsbereit zur Seite stand.

Des Weiteren danke ich dem Hogrefe Verlag für die kostenlose zur Verfügung Stellung der CPT Software sowie der notwendigen Lizenzen für die Versuchsdurchführung.

Durch Bernd Winkler wurde auch der Kontakt zu den Haupt- und ehrenamtlichen Mitarbeitern des THW Neu-Ulm hergestellt. Mit deren Wissen, Motivation, Einsatz, Material, Zeit und technischem Geschick ist die technisch aufwändige Unterwassertestung überhaupt erst möglich geworden. Danke für die sichere wasserdichte Verarbeitung von Monitor, Drucktaster und Kabel, sowie die zur Verfügung Stellung von zahlreichen Materialien.

Außerdem habe ich einem ehemaligen Schulkollegen von mir, Achim Bäumer zu danken, Rektor der Siebengebirgsschule, einer Förderschule für lern- und verhaltensauffällige Kinder und Jugendliche, die das Tauchen im Rahmen des pädagogischen Konzeptes anbietet. An dieser Stelle ganz lieben Dank an Heike Hebebrand und Martin Schwammborn, die sich um die Testung in der Schule gekümmert und wesentlich zum reibungslosen Ablauf an den Unterwasser-Testtagen beigetragen haben.

In diesem Zusammenhang danke an alle Kinder und Jugendliche der Siebengebirgsschule und vom Probsthof, die bei der Studie über und unter Wasser mitgemacht haben und eine ganz tolle Motivation und Mitarbeit zeigten.

Danke an alle Helfer, die ich nicht namentlich erwähnt habe, die aber dennoch zum Gelingen des Projektes beigetragen haben.

Ich hoffe, dass über das aktuelle Thema „Tauchen mit ADHS“ auch in Zukunft weiter geforscht wird und vielleicht ähnliche Ergebnisse mit größeren Fallzahlen veröffentlicht

werden können. Auch für die Siebengebirgsschule wünsche ich weiterhin viel Erfolg mit dem m.E. hervorragend konzipierten und funktionierenden „pädagogischen Tauchen“.

8. Lebenslauf

Angaben zur Person:

Name: Petra Doris Frieda Anni Schöbel, geb. Oelschlegel

Ausbildung:

Studium: Humanmedizin an der LMU München

Assistenzärztin in der Neurologie, Geriatrie und in der Inneren Medizin.

Facharztprüfung Innere Medizin.

Oberarztfunktion.

Tätigkeit als ärztliche Gutachterin.

Fort- und Weiterbildungen:

- Sonographie (Abdomen, Retroperitoneum und Schilddrüse, Carotiden, Periphere Gefäße, Doppler, UKG)
- Notarztzulassung mit Teilnahme am Notarztdienst
- Strahlenschutz: Notfalldiagnostik und Thorax
- Transfusionsmedizin
- Tauchtauglichkeitsuntersuchung und Diplom I (GTÜM)
- Palliativmedizin
- Geriatrie
- Sozialmedizin
- Lymphologie