

Aus dem
Krankenhaus St. Josef, Braunau am Inn (Österreich)
Abteilung Pädiatrie
Primar: Prof. Dr. Uwe Wintergerst

Untersuchung des Längenwachstums bei Kindern und Jugendlichen, die mit komprimierter Luft tauchen

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Andreas Stadler
aus
Braunau am Inn

2024

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Uwe Wintergerst

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Susanne Bechtold-Dalla Pozza
PD Dr. Josefine Römmler-Zehrer

Dekan: Prof. Dr. Thomas Gudermann

Tag der mündlichen Prüfung: 10.10.2024

In Liebe und Dankbarkeit meiner lieben Ehefrau Jacqueline und meinen Töchtern Marlis und Sophie, die mich ständig motiviert haben.

Wenn in dieser Arbeit in der Regel von „Tauchern“, „Teilnehmern“, „Tauchlehrern“, usw. in der männlichen Form geschrieben wird, geschieht dies einzig und allein um den Lesefluss nicht zu beeinträchtigen. Eine Abweichung vom generischen Maskulinum würde an diesen Stellen keine erkenntnisleitende oder verständnisvertiefende Funktion haben. Eine Hervorhebung männlicher Leistungen oder Minderung weiblich oder divers erbrachter Leistungen ist damit keinesfalls beabsichtigt oder gewollt.

In Erinnerung an meinen Vater Dr. med. Klaus Stadler.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	Seite 6
1.1 Entwicklung Kindertauchen	Seite 6
1.2 Physikalische Veränderungen beim Gerätetauchen	Seite 7
1.3 Fragestellung	Seite 9
1.4 Wachstumsentwicklung des Kindes	Seite 10
1.5 Aktuelle Empfehlungen der Tauchverbände	Seite 11
1.6 Perzentilen-Kurven	Seite 11
1.7 KIGGS-Studie	Seite 15
2. Methoden	Seite 16
2.1 Probanden	Seite 16
2.2 Datenerfassung	Seite 18
2.3 Datenanalyse	Seite 19
2.4 Statistische Auswertung	Seite 21
2.5 Genehmigung Ethik-Kommission	Seite 24
3. Ergebnisse	Seite 25
4. Diskussion	Seite 30
4.1 Ergebnisinterpretation	Seite 30
4.2 Fazit für die Praxis	Seite 36
5. Zusammenfassung	Seite 38
6. Literatur- und Quellenverzeichnis	Seite 41
7. Abkürzungsverzeichnis	Seite 45
8. Anhang	Seite 46
8.1 Anschreiben	Seite 46
8.2 Einverständniserklärung	Seite 47

8.3 Fragebogen	Seite 49
8.4 Statistik	Seite 50
9. Publikationen	Seite 108
10. Danksagung	Seite 109
11. Eidesstattliche Versicherung	Seite 110

1. Einleitung

1.1 Entwicklung Kindertauchen

Seit Ende der 1990er Jahre wird das Gerätetauchen („SCUBA-Diving“) von Kindern und Jugendlichen in Deutschland immer populärer [1,2]. Medizinische Empfehlungen zu tauchmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen von Kindern gibt es zu diesem Zeitpunkt noch nicht, über Risiken durch das Tauchen bei Kindern ist noch nichts bekannt. Dieser neue Trend des Kindertauchens setzt sich bis heute immer noch weiter fort. Dementsprechend entwickelten Anfang dieses Jahrtausends auch viele namhaften Tauchsportverbände weltweit vermehrt spezialisierte Kindertauchprogramme mit entsprechend geschulten Tauchlehrern (allen voran der VDST, PADI und SSI). Ermöglicht wurde dies durch die stetige Weiterentwicklung der Tauchausrüstung und die entsprechende Ausbildung der Tauchlehrer [3,4]. Hierdurch wurde das Gerätetauchen auch für Kinder zunehmend interessanter. Aktuell sind im Verband Deutscher Sporttaucher (VDST) bei insgesamt 72052 Mitgliedern 8023 Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren aktiv. Das sind ca. 11 % der Taucher im VDST (Stand vom 20.12.2023) [5].

Durch diesen Boom musste sich auch die Sparte Tauchmedizin zunehmend mit dem Thema Kindertauchen beschäftigen und entsprechende Empfehlungen aussprechen, insbesondere da der kindliche Körper beim Tauchen, ebenso wie bei erwachsenen Tauchern, erheblichen physiologischen Veränderungen und

Risiken ausgesetzt ist. Abhängig von Tauchtiefe und Tauchzeit sind hierbei vor allem Barotraumata und Dekompressionserkrankungen zu nennen. Dies führte zur Publikation einer Vielzahl von medizinischen Artikeln in einschlägigen Tauchmagazinen und Verbandszeitschriften, jedoch ohne entsprechende Studiendaten [6,7]. Beim Studium der entsprechenden medizinischen Literatur und des pubmed-Verzeichnisses zum Thema Kindertauchen finden sich auch heute noch kaum validierte Studien, entsprechende Langzeitstudien fehlen gänzlich [8,9]. Über tauchende Kinder wurden lediglich einige wenige Publikationen über Barotraumen, arterielle Gasembolien, Kohlenmonoxid-Vergiftungen, Extrasystolen und temporäre Beeinträchtigungen der Lungenfunktion veröffentlicht [10-18]. Untersuchungen über langfristige Beeinträchtigungen des kindlichen Körpers durch das Tauchen wurden bisher jedoch nicht durchgeführt. Somit basieren die bisher ausgesprochenen Empfehlungen diesbezüglich fast durchgehend nur auf theoretischen Überlegungen und Erfahrungswerten der Tauchverbände ohne sichere Validierung.

1.2 Physikalische Veränderungen beim Gerätetauchen

Die Atemluft beim Sporttauchen besteht normalerweise aus komprimierter Luft (ca. 78 % Stickstoff, ca. 21 % Sauerstoff, ca. 1 % Edelgase). Stickstoff ist ein sogenanntes Inertgas, das heißt dass der eingeatmete Stickstoff nicht am Stoffwechsel im Körper teilnimmt. Das wiederum bedeutet jedoch nicht, dass er im Körper keine Folgen hinterlassen kann. Wie alle Gase unterliegt auch der Stickstoff dem Gesetz von Henry ($C_G \div p_G = k_H$; Konzentration des gelösten

Gases in der Flüssigkeit \div Partialdruck des Gases über der Flüssigkeit = konstant (Henry-Konstante)). Mit steigendem Umgebungsdruck beim Abtauchen (Kompression) nimmt auch der Partialdruck der eingeatmeten Gase zu. Hierbei reichert sich besonders der lipophile Stickstoff mit zunehmender Tauchtiefe und Tauchzeit in den verschiedenen Geweben (Kompartimenten) unseres Körpers an und sättigt diese zunehmend auf. Beim Auftauchen am Ende des Tauchganges mit entsprechender Druckabnahme (Dekompression) erfolgt der umgekehrte Ablauf und der Stickstoff wird wieder aus den Körpergeweben freigesetzt und über das Blut, die Lunge und die Ausatemluft abgeatmet. Je nach Auftauchzeit und Auftauchgeschwindigkeit kann dies zu Blasenbildung führen, ähnlich wie beim erstmaligen Öffnen einer Mineralwasserflasche durch die Druckabnahme des Kohlendioxid-Gases. Diese Blasen können nicht nur im Blut, sondern auch in anderen Geweben freigesetzt werden und dort Schäden verursachen. Die Blasenbildung geschieht besonders dann, wenn zu „schnell“ aufgetaucht wird. In der Tauchausbildung wird deshalb großen Wert daraufgelegt, dass die empfohlene Aufstiegs geschwindigkeit nicht überschritten wird, um die Blasenbildung, die zu einer Dekompressionserkrankung führen kann, möglichst zu vermeiden.

Die Stickstoffblasen könnten bei Kindern und Jugendlichen theoretisch auch in den noch nicht verschlossenen Epiphysenfugen auftreten und dort Schäden in den Wachstumsfugen verursachen, die einen negativen Einfluss auf das Längenwachstum haben könnten. In den aktuellen tauchmedizinischen Büchern finden sich immer wieder theoretische Überlegungen zum Risiko des Gerätetauchens auf eine negative Entwicklung des Längenwachstums bei Kindern, was in den letzten Jahren zu häufigen Diskussionen führte [19-21].

Auch bei heutigen tauchmedizinischen Fortbildungen und in der Tauchlehrerausbildung wird diese theoretische Gefahr thematisiert und dementsprechend zur Vorsicht geraten. Aus dieser theoretischen Gefahr heraus entstanden zum Teil auch die jetzt noch gültigen Empfehlungen zum Tauchen mit Kindern und Jugendlichen [22]. Wissenschaftlichen Studien zum Wachstum von Kindern und Jugendlichen mit einem Kontext zum Gerätetauchen wurden bisher noch nicht evaluiert.

1.3 Fragestellung

In der vorliegenden Studie wurde in einer ersten Annäherung an das Problem von etwaigen Langzeitkomplikationen durch das Tauchen mit komprimierter Luft bei Kindern untersucht, ob die bei der Dekompression entstehenden Stickstoffblasen die bei Kindern noch nicht verschlossenen Epiphysenfugen schädigen und somit das Längenwachstum beeinträchtigen könnten. Insbesondere da das Längenwachstum ein guter Marker für das allgemeine körperliche Wohlbefinden von Kindern und Jugendlichen ist [23].

Zusätzlich zu dieser generellen Frage, wurde außerdem der Einfluss wichtiger Parameter im Zusammenhang mit dem Gerätetauchen in Untergruppen mit der Längenentwicklung der Probanden verglichen, um die eventuellen Auswirkungen dieser Einflussfaktoren separat darzustellen.

1.4 Wachstumsentwicklung des Kindes

Das Wachstum von gesunden Kindern und Jugendlichen verläuft nach der Geburt bis zum Erwachsenwerden entlang spezifischer Perzentilenkurven. Hierbei wachsen die Kinder in entsprechenden periodischen Wachstumsschüben. Man unterscheidet dabei im Wesentlichen drei prägnante Wachstumsphasen:

- 1. Phase: Geburt bis zum 5. Lebensjahr
- 2. Phase: 5. Lebensjahr bis zum 10. Lebensjahr
- 3. Phase: 10. Lebensjahr bis zum 16. Lebensjahr

Diese Wachstumsschübe unterliegen jedoch großen individuellen Schwankungen, was zeitliches Auftreten und Ausprägung betrifft. In der ersten Wachstumsphase, gleich nach der Geburt, zeigt sich vor allem ein vermehrtes Längenwachstum der Extremitäten, Rumpf und Kopfdurchmesser verändern sich nur leicht. Die zweite Phase ist vor allem durch ein konstantes Wachstum von ca. $\frac{2}{3}$ der Extremitäten und ca. $\frac{1}{3}$ des Rumpfes gekennzeichnet. Im pubertären beziehungsweise dritten Wachstumsschub zeigen sich nochmal größere Veränderungen. Dabei sieht man vor allem eine Steigerung des Wachstums von Rumpf und Thorax (ca. $\frac{2}{3}$) und weniger der Extremitäten (ca. $\frac{1}{3}$), hierbei aber vor allem der unteren Extremitäten. Der Gipfel der Veränderungen liegt dabei in der 3. Phase bei den Mädchen um das 12. Lebensjahr und bei den Jungen um das 14. Lebensjahr.

1.5 Aktuelle Empfehlungen der Tauchverbände

Bei den großen anerkannten Tauchverbänden (VDST, SSI, PADI) ist die Gerätetauchausbildung bei Kindern ab dem 8. Lebensjahr erlaubt. In den deutschen Tauchsportvereinen beginnen auch viele Jugendliche zwischen 12 und 14 Jahren mit dem Gerätetauchen. Somit fällt beim Kindertauchen mit Gerät der Beginn der Tauchaktivitäten vor allem in den Bereich des zweiten und dritten Wachstumsschubes. Insbesondere beim pubertären Wachstumsschub sind die körperlichen Veränderungen meist am größten. Damit ist der Organismus in Bezug auf mögliche Entwicklungsschädigungen durch das Tauchen in diesem Zeitraum auch am anfälligsten [19,24,25].

1.6 Perzentilen-Kurven

Um die regelrechte Wachstumsentwicklung von Kindern und Jugendlichen beobachten, kontrollieren und vergleichen zu können, werden die regelmäßig erhobenen Messergebnisse in Perzentilen-Kurven eingetragen. Dabei werden Körperlänge, Körpergewicht und Kopfumfang in Bezug zu dem entsprechenden Alter bei Erhebung der Ergebnisse und auch zueinander in eine Kurve eingetragen. Es werden geschlechterspezifisch Perzentilen-Kurven für Mädchen und Jungen unterschieden, auch um den unterschiedlichen Wachstumsgipfel des pubertären Wachstumsschubes bei den einzelnen Geschlechtern abzubilden. Die Perzentilen-Kurven bilden dabei die Streuung der

Wachstumsentwicklung als statistische Verteilung ab, wobei die 50 %-Perzentile den Durchschnitt und die 3 %- und 97 %-Perzentile die äußeren Begrenzungen des Normalbereichs (+/- zwei Standardabweichungen) anzeigen (Abb. 1,2). Das Wachstum eines Kindes entwickelt sich normalerweise über die Zeit entsprechend seiner spezifischen individuellen Perzentilen-Kurve. Ein kontinuierliches längeres Abweichen von der vorher eingeschlagenen Perzentile ist als pathologisch anzusehen und muss weiter abgeklärt werden [24,25].

Perzentilkurven für Körpergröße [in cm] bei Jungen im Alter von 6 bis 18 Jahren (KIGGS 2003–2006)
 [nach: Ann Hum Biol 2011, 38: 121–130, Copyright 2011 Informa UK Ltd.]

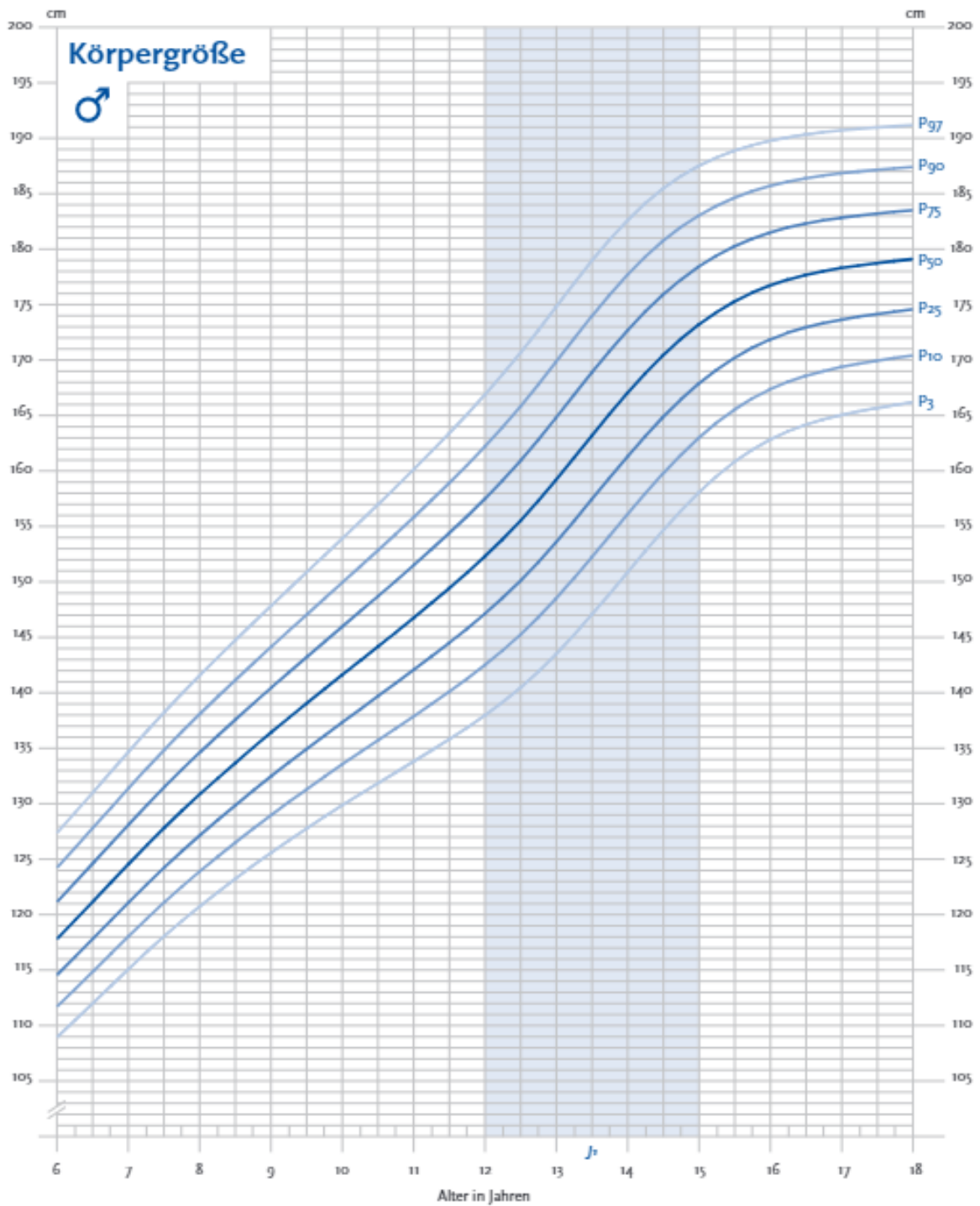


Abb. 1: Perzentilenkurve KIGGS für Jungen

Perzentilcurven für Körpergröße (in cm) bei Mädchen im Alter von 6 bis 18 Jahren (KIGGS 2003–2006)
 [nach: Ann Hum Biol 2011, 38:121–130, Copyright 2011 Informa UK Ltd.]

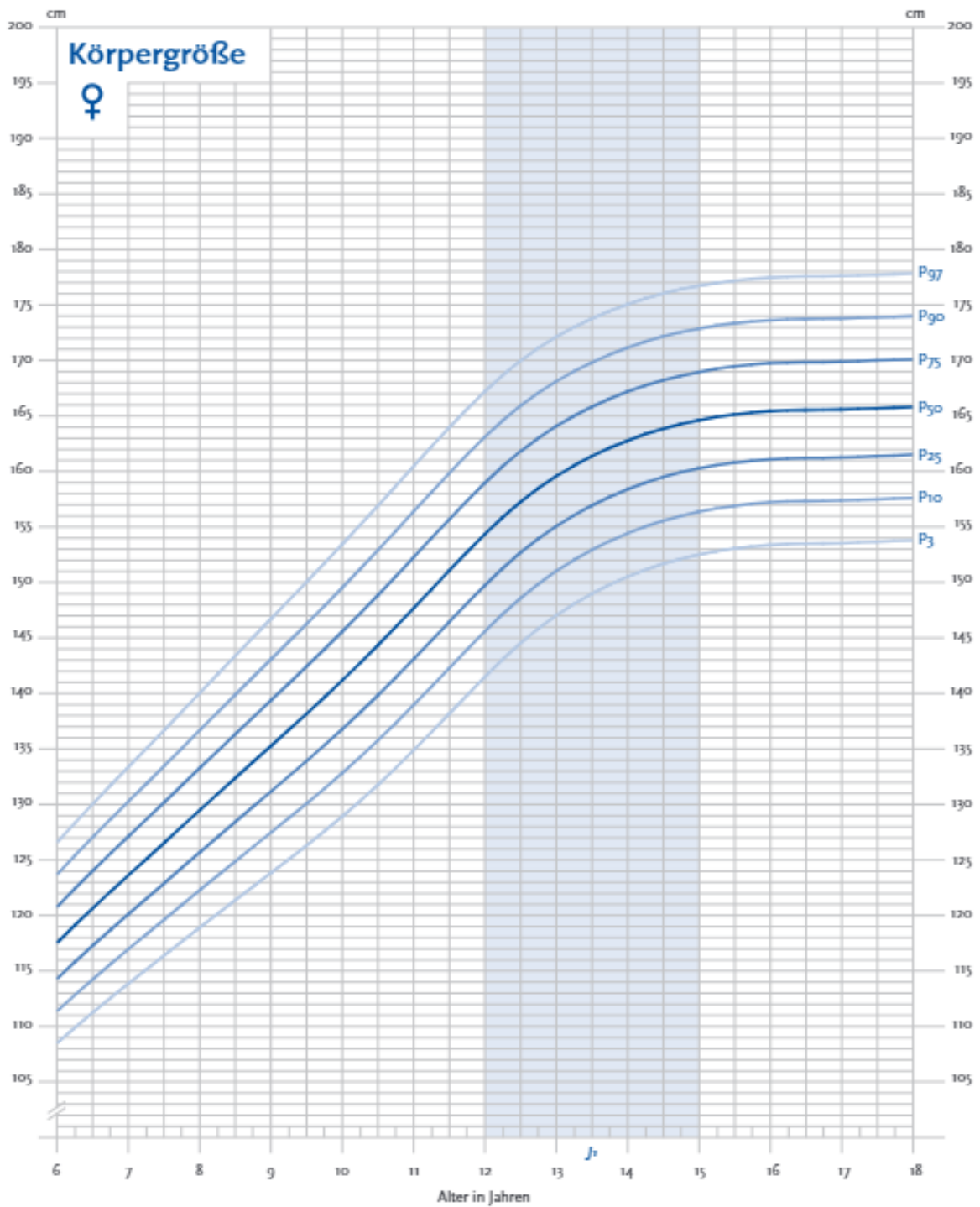


Abb. 2: Perzentilenkurve KIGGS für Mädchen

1.7 KiGGS-Studie

Für die vorliegende Studie wurden für die Analyse der erhobenen Wachstumsdaten die validierten Perzentilenkurven der KiGGS-Studie des Robert Koch-Institutes herangezogen, da bei der Entwicklung ein großes Potential an Kindern und Jugendlichen aus Deutschland abgebildet wurde. Die notwendigen Messungen waren standardisiert und qualitätskontrolliert, und bilden somit eine gute nationale Referenzpopulation ab (Abb. 1,2).

Bei der KiGGS-Studie des RKI wurden über den Zeitraum ab 2003 bis heute wiederholt Daten von 0- bis 17-jährigen Kindern in Deutschland durch das RKI erhoben und verglichen. Die erhobenen Gesundheitsdaten im Rahmen von KiGGS sind deutschlandweit repräsentativ und umfassend. Diese Daten werden mit verschiedenen Methoden erhoben. Dabei kommen Befragungen, medizinische Untersuchungen und Laboranalysen zum Einsatz um die Validität zu verbessern. Die Kinder und Jugendlichen werden im Rahmen einer Kohorte im Laufe der Jahre immer wieder eingeladen, so dass Veränderungen im Vergleich zum zeitlichen Ablauf beurteilt werden können. Für die Erhebung der Daten in Bezug auf die Perzentilenkurven wurden aus dem großen Teilnehmerpool der KiGGS-Studie diejenigen ausgeschlossen, die an bestimmten chronischen Erkrankungen litten oder Medikamente einnehmen, die das Körpergewicht oder das Wachstum beeinflussen können. Die Daten und damit die entstandenen Kurven wurden nach Mädchen und Jungen getrennt erhoben und erstellt [26-28].

2. Methoden

2.1 Probanden

Für die vorliegende Untersuchung wurden tauchende Kinder und Jugendliche über die bekannten Tauchsportorganisationen und deren Medizinabteilungen, Ausbildungsleiter und Jugendleiter kontaktiert. Insbesondere mit dem VDST entwickelte sich dabei eine fruchtbare Zusammenarbeit, wobei auch auf der verbandseigenen Homepage, über diverse Newsletter und auf Fortbildungs- und Medizinseminaren intensiv für die Studie geworben wurde. Außerdem wurde mit mir persönlich bekannten tauchenden Kindern und Jugendlichen beziehungsweise deren Eltern und Familien Kontakt aufgenommen. Die weitere Korrespondenz von interessierten Kindern und Jugendlichen mit dem Studienverantwortlichen erfolgte im Anschluss per E-Mail, telefonisch oder per Brief.

Daraufhin erhielten die potentiellen Teilnehmer Informationen zur Studie in Form eines Anschreibens zum Hintergrund und Zweck der Studie (siehe Anhang 8.1), inklusive Voraussetzungen der Probanden und ausführlicher Aufklärung, sowie eine Einverständniserklärung (Anhang 8.2) und einen Fragebogen zur Datenerhebung (Anhang 8.3). Eine Aufklärung zum Datenschutz wurde im Rahmen des Informationsschreibens und der Einverständniserklärung durchgeführt. Die definierten Ein- und Ausschlusskriterien zur Teilnahme an der Studie wurden ebenso mitgeteilt.

Einschlusskriterien:

- Tauchbeginn vor dem 14. Lebensjahr
- mindestens zwei Jahre Taucherfahrung, wobei jedes Jahr mindestens ein Tauchgang durchgeführt werden musste
- lückenlose Dokumentation der durchgeführten Tauchgänge in Form eines üblichen Taucher-Logbuchs mit Angabe von Tauchgangdatum, Tauchtiefe und Tauchzeit
- Längenperzentile vor Tauchbeginn über der 3. und unter der 97. Perzentile
- Vorhandensein von mindestens drei dokumentierten Größenmessungen mit zugehörigem Erhebungsdatum vor Tauchbeginn, jedoch nach dem ersten Lebensjahr
- keine chronischen Erkrankungen oder Medikamenteneinnahme, die das Längenwachstum beeinflussen können
- unterschriebene Einverständniserklärung durch die Erziehungsberechtigten und die Kinder beziehungsweise Jugendlichen

Ausschlusskriterien:

- Tauchbeginn nach dem 14. Lebensjahr
- weniger als zwei Jahre Taucherfahrung
- fehlerhafte Dokumentation der Tauchgänge im Taucher-Logbuch
- Längenperzentile vor Tauchbeginn unter der 3. oder über der 97. Perzentile
- fehlerhafte Durchführung und Dokumentation der Größenmessungen

- Vorhandensein von chronischen Erkrankungen, die das Längenwachstum beeinflussen können
- Medikamenteneinnahme, die das Längenwachstum beeinflussen kann
- Widerruf der Teilnahmeerklärung

2.2 Datenerfassung

Jeder Teilnehmer erhielt ein Datenblatt zum Ausfüllen (siehe Anhang 8.3). Hierin wurden die persönlichen Daten (Name und Geburtsdatum), Alter bei Tauchbeginn, Körpergröße nach dem letzten Tauchgang und eventuell vorhandene chronische Erkrankungen, die bisherigen Tauchgänge mit Datum, Tauchtiefe und Tauchgangdauer und die dokumentierten Größenangaben mit Erhebungsdatum vor Tauchbeginn erfragt. Zusätzlich wurde um eine Kopie des Taucher-Logbuchs und des „gelben Untersuchungsheftes“ gebeten. Im „gelben Untersuchungsheft“ werden in Deutschland die Vorsorgeuntersuchungen der Kinder und Jugendlichen durch den Kinderarzt oder Hausarzt aufgezeichnet. Bei den Vorsorgeuntersuchungen wird auch zwingend die aktuelle Größe des Kindes beziehungsweise Jugendlichen erhoben und dokumentiert. Die aktuelle Größe nach dem letzten Tauchgang wurde nach entsprechenden Vorgaben und Anleitung durch die Erziehungsberechtigten erhoben und mit dem entsprechenden Datum in das Datenblatt eingetragen.

Alle Tauchgänge wurden mittels Tauchcomputern erfasst, deren Mitführen beim Tauchen seit mehr als zwanzig Jahren Standard ist und anschließend in das Taucher-Logbuch übertragen. Im sogenannten „Taucher-Logbuch“ werden

alle Tauchgänge eines Tauchers über das gesamte „Taucherleben“ hinweg dokumentiert. Es werden dabei die jeweilige maximale Tauchtiefe und Tauchzeit, der Ort des Tauchganges und besondere Beobachtungen vermerkt. Da Kinder und Jugendliche sehr stolz darauf sind mit Gerät zu tauchen, ist die Eintragung der entsprechenden Tauchdaten eines erlebten Tauchganges in das Logbuch der erfolgreiche Abschluss eines Tauchtages und wird von ihnen normalerweise mit der entsprechenden Gewissenhaftigkeit erledigt.

Nach Eingang des Datenblattes wurden alle Angaben auf Richtigkeit und Vollständigkeit überprüft. Bei unvollständigen oder unklaren Daten wurde per E-Mail oder telefonisch nachgefragt und die Daten entsprechend ergänzt. Anschließend wurden die Daten vollständig in einer Excel-Datei zusammengefasst, anonymisiert und noch fehlende Parameter wie Summen und Mittelwerte für die Statistik ermittelt.

2.3 Datenanalyse

Aus den übermittelten Größenangaben wurden gemäß der KIGGS-Studie die entsprechenden Größenperzentilen und Z-Scores ermittelt und dokumentiert [24-26]. Die zugehörigen Z-Scores zu den Größenangaben in Bezug zu dem Erhebungsdatum wurden mit der App-Anwendung Ped(z) von Daniel Graefe entsprechend den KiGGS-Daten bestimmt. Außerdem wurde bei jedem Studienteilnehmer das Alter bei Tauchbeginn, die Anzahl der durchgeführten Tauchgänge, die mittlere Tauchzeit und die mittlere maximale Tauchtiefe dokumentiert. Das Produkt aus Tauchtiefe und Tauchzeit wurde als Äquivalenz-

Wert für die Stickstoffbelastung der Probanden bei den Tauchgängen berechnet.

Alle einzelnen Tauchgänge wurden auf die Einhaltung der entsprechenden Sicherheitsempfehlung des VDST für das Tauchen mit Kindern und Jugendlichen hin überprüft. Diese enthalten entsprechende Empfehlungen zu maximaler Tauchzeit und maximaler Tauchtiefe, bezogen auf das jeweilige Alter, beim Tauchen mit Kindern und Jugendlichen.

Die empfohlenen maximalen Tauchtiefen und Tauchzeiten des VDST beim Kindertauchen betragen derzeit [29]:

- von 8 – 9 Jahren 5 Meter max. Tauchtiefe, max. 25 Minuten
- von 10 – 11 Jahren 8 Meter max. Tauchtiefe, max. 25 Minuten
- von 12 – 13 Jahren 12 Meter max. Tauchtiefe, max. 25 Minuten
- von 14 – 15 Jahren 25 Meter max. Tauchtiefe
- über 16 Jahren 40 Meter max. Tauchtiefe

Verbunden mit dieser Überprüfung ist die Frage, ob die aktuelle Empfehlung des VDST zum Tauchen mit Kindern und Jugendlichen als sicher anzusehen ist. Bei Überschreitung der, vom Alter her, empfohlenen maximalen Tauchtiefe, wurde das Produkt aus überschrittener Tiefe (Abweichung von den aktuellen Empfehlungen) und Tauchzeit ermittelt und dokumentiert. Dies wurde als zusätzliche Stickstoffbelastung außerhalb der Empfehlung gewertet. Tauchgänge vor dem 8. Lebensjahr wurden ebenfalls als außerhalb der Empfehlung gewertet, unabhängig von der maximalen Tauchtiefe. Laut der bereits erwähnten KIGGS-Studie des RKI ist ein weiteres Längenwachstum nach dem 18. Geburtstag kaum mehr vorhanden [26,27]. Ab Erreichen des 18.

Lebensjahres wurden die Teilnehmer deshalb als ausgewachsen gewertet und die entsprechende Wachstumsperzentile für 18 Jahre auch bei Größenerhebungen nach dem 18. Geburtstag bei identischer Körpergröße herangezogen. Übermittelte Tauchgänge, die nach dem 18. Lebensjahr durchgeführt wurden, wurden dementsprechend in der Analyse nicht mehr berücksichtigt.

Die akquirierten Daten wurden nach Abschluss der Sammlung und Aufbereitung an ein professionelles Statistikbüro zur Analyse der Studiendaten weitergeleitet.

2.4 Statistische Auswertung

Der Prä-Post-Vergleich des Wachstumsperzentilen-bezogenen Z-Werts wurde konfirmatorisch durchgeführt. Dafür wurde ein Nichtunterlegenheitsansatz gewählt (Nichtunterlegenheitsrahmen = 0,025, Alpha einseitig = 5 %). Die H1-Hypothese lautete: Der Z-Wert nach dem Ende der Tauchsportausübung ist nicht niedriger als vor Beginn derselben.

Der einseitige Z-Wert-Äquivalenzrahmen von 0,025 ist so gewählt, dass ein Abfall jedes 10. Kindes um 1 Perzentilenhalbstufe bzw. jedes 20. Kindes um 1 Perzentilenstufe nicht mehr toleriert wird (im Falle eines einheitlichen Perzentilenausgangswerts von 10: Verringerung um 1 Perzentilenhalbstufe bei max. 8,3% der Kinder bzw. Verringerung um 1 Perzentilenstufe bei max. 4,1% der Kinder. Im Falle eines einheitlichen Perzentilenausgangswerts von 50:

Verringerung um 1 Perzentilenhalbstufe bei max. 7,4% der Kinder bzw. Verringerung um 1 Perzentilenstufe bei max. 3,7% der Kinder). Als Grundlage für eine Fallzahlschätzung für den Hauptzielparameter (ΔZ -Wert) auf Per-Protocol-Basis dienen folgende Daten, Annahmen und Festlegungen:

- ΔZ -Wert: 0,0 (Mw)
- $\alpha = 5\%$ einseitig
- $\beta = 20\%$
- Äquivalenzrahmen einseitig: 0,025
- Parametrischer Äquivalenztest für verbundene Stichproben

Laut Fallzahlschätzung basierend auf Pilotdaten werden 64 für die Hypothesenüberprüfung geeignete Studienteilnehmer benötigt. Unter Berücksichtigung einer Drop-Out-Rate von max. 5% ergibt sich ein Einschlussbedarf von 68 Kindern.

Zur Überprüfung der Hypothesen wurde ein einseitiges 95%-Konfidenzintervall (entspricht einem zweiseitigen 90 %-Konfidenzintervall) der mittleren Prä-Post-Differenz (Z-Wert nach dem Ende der Tauchsportausübung minus Z-Wert vor Beginn der Tauchsportausübung) betrachtet.

Alle Datensätze der metrischen Variablen wurden auf Normalverteilung überprüft (Kolmogorov-Smirnov-Test mit Signifikanzkorrektur nach Lilliefors, Alpha = 10 %). Metrische Variablen wurden bei Vorliegen normalverteilter Datensätze zwischen Subgruppen mittels Zweistichproben-t-Test für

unabhängige Stichproben (Überprüfung auf Varianzheterogenität: Levene Test, Alpha = 5 %), ansonsten mittels des exakten Mann-Whitney-U-Tests verglichen, für die Subgruppenvergleiche des Geschlechts, der einzigen dichotomen Variablen, kam der Fisher's Exakte Test zur Anwendung.

Abhängig vom Vorliegen oder Nichtvorliegen einer Normalverteilung wurden parametrische oder nichtparametrische zweiseitige 95 % Konfidenzintervalle berechnet.

Eine multiple Regressionsanalyse (schrittweises Modell) wurde zur Überprüfung des Einflusses folgender Variablen auf den Prä-Post-Verlauf des Wachstumsperzentilen-bezogenen Z-Werts herangezogen:

Alter bei Tauchbeginn (Jahre)

Intervall Tauchbeginn bis Tauchende (Jahre)

Tauchgänge

Tauchzeit (Mittelwert)

Tauchzeit SD

Tiefe (Mittelwert)

Tiefe SD

*N₂-Gesamtbelastung (Mittelwert aus maximalem Druck und Tauchzeit **

Tauchgänge)

Geschlecht

Ratio aus Tauchgängen außerhalb der VDST-Empfehlung / Gesamt

*N₂ aktuell – empfohlen * TG außerhalb der VDST-Empfehlung*

Es erfolgte keine Adjustierung des Alphafehlerniveaus für multiples Testen, daher sind – mit Ausnahme der oben beschriebenen Hypothesentestung – die Ergebnisse der schließenden Statistik rein deskriptiv. Für die Auswertung wurde die Open-Source-Software R, Version 3.4.1 (The R Foundation for Statistical Computing, Wien, Österreich) verwendet.

Die statistische Auswertung wurde von dem Statistik-Institut der Johannes-Kepler-Universität, Linz (Dr. W. Schimetta) durchgeführt (siehe Anhang 8.4).

2.5 Genehmigung Ethik-Kommission

Die vorliegende Studie wurde von der Ethik-Kommission der Sport-Hochschule Köln überprüft und genehmigt (Ethik-Antrag Nr. 41/2015, Projekt-Nummer 354-06).

Alle Probanden und deren gesetzliche Erziehungsberechtigte gaben ihr schriftliches Einverständnis zur Teilnahme an dieser Studie ab.

3. Ergebnisse

Insgesamt wurden die Daten von 68 Kindern und Jugendlichen im Rahmen der Studie erhoben. Vier Teilnehmer wurden von der weiteren Auswertung der Daten ausgeschlossen: Ein Kind wegen eines vorher aufgetretenen T-Zell-Lymphoms, das erst nach Abschluss der therapeutischen, aber wachstumshemmenden Chemotherapie mit dem Tauchen begonnen hat und drei weitere potentielle Teilnehmer wegen Unter- beziehungsweise Überschreitung der 3. beziehungsweise 97. Längenperzentile (außerhalb der Einschlusskriterien) bei Beginn des Gerätetauchens.

Somit konnten 64 Kinder und Jugendliche an der Studie teilnehmen und deren Daten ausgewertet werden. Die statistisch geforderte Probandenzahl war damit erreicht und die Studie wurde deshalb abgeschlossen. 26 der Probanden waren weiblich und 38 männlich. Das mediane Alter der Teilnehmer bei Tauchbeginn betrug 10,4 Jahre (Spannweite 4 bis 14 Jahre). Insgesamt wurden die Daten von 3787 Tauchgängen mit Gerät dokumentiert, mit einem Median von 47 Tauchgängen pro Teilnehmer (Spannweite 8 bis 222 TG). Die mediane Anzahl der Tauchsaisons waren 5 Jahre (Spannweite 2 bis 13 Jahre) und die mediane Tauchzeit pro Tauchgang betrug 38,5 Minuten (Spannweite 2,3 bis 120 Minuten). Bei den Tauchgängen wurde eine mediane Tauchtiefe von 11,4 Metern erreicht (Spannweite 0,5 bis 61 Meter).

Bei 26 Teilnehmern zeigte sich eine ΔZ (aktueller Z-Wert minus Z-Wert Baseline, d.h. Z-Wert vor Tauchbeginn und nach dem letzten dokumentierten

Tauchgang) der Perzentilenabweichung der Körpergröße kleiner 0 und bei 38 Kindern und Jugendlichen größer 0. Die mittlere Differenz von ΔZ wurde mit 0,127 berechnet (zweiseitiges 90 %-Konfidenzintervall -0,0246 bis 0,2790). Die mittlere ΔZ befindet sich damit innerhalb der Nicht-Inferioritäts-Grenzen ($> -0,025$, $p = 0,0495985$, Abb. 3). Der mittlere Z-Wert war somit am Ende der Beobachtungsperiode sogar geringfügig größer als zu Beginn des Gerätetauchens.

Damit konnte die H1-Hypothese: „Der Z-Wert ist aktuell nicht niedriger als zu Baseline“ ($Z\text{-Wert aktuell minus } Z\text{-Wert Baseline} \geq -0,025$) statistisch signifikant bestätigt werden. Die Untergrenze des Konfidenzintervalls liegt dabei knapp über der Nicht-Unterlegenheitsschranke ($-0,0246 > -0,025$, $p = 0,0495985$). Somit kann von einer Nicht-Unterlegenheit ausgegangen werden. Eine Überlegenheit zeigt sich nicht ($p = 0,084$).

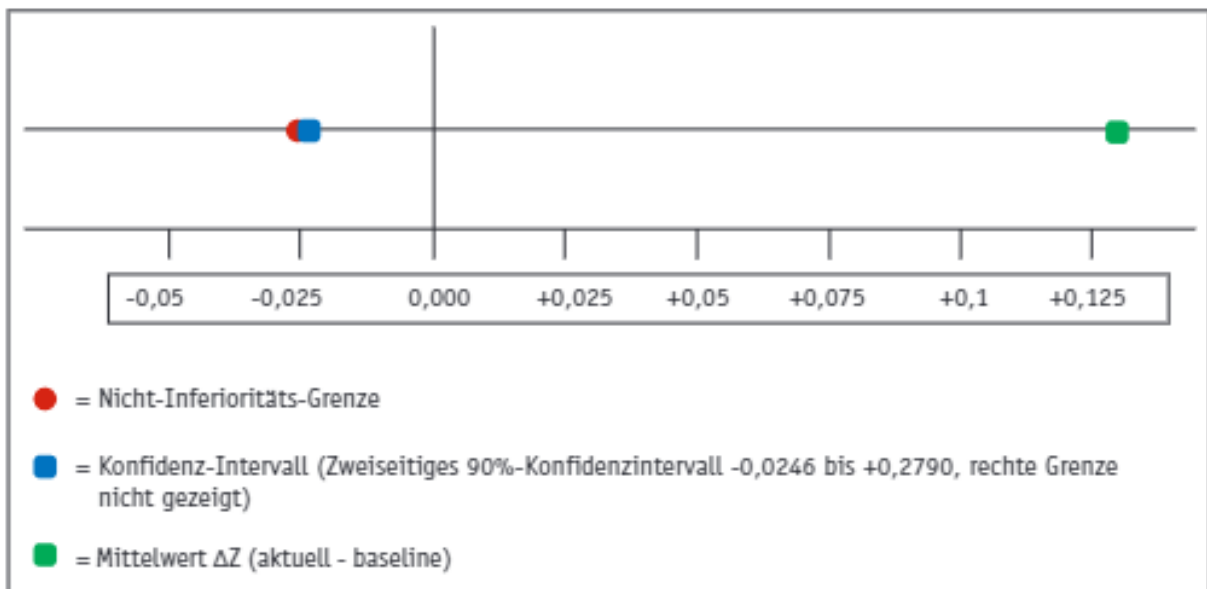


Abb. 3: Mittlere ΔZ mit Nicht-Inferioritätsgrenze und Konfidenzintervall

In weiteren Regressionsanalysen (Ursachenforschung) wurden die Daten der Teilnehmer mit $\Delta Z < 0$ und $\Delta Z > 0$ (abhängige Variable) in Bezug auf weitere wichtige Parameter im Zusammenhang mit dem Gerätetauchen (unabhängige Variablen) statistisch miteinander verglichen. Dies erfolgte mittels multivariater Regression und univariater Subgruppenvergleiche. Dabei zeigten sich nur sehr wenig Faktoren mit Einfluss auf den Z-Wert-Verlauf. Im multivariaten Ansatz wurde einzig und allein die „N₂-Gesamtbelastung (Mittelwert * Tauchgänge)“ als auffällig in die schrittweise Modellsuche aufgenommen. Hierbei kam zur Darstellung, dass je höher die Gesamtbelastung mit Stickstoff ist, desto geringer ist ΔZ (standardisierter Regressionskoeffizient Beta = -0,289, p-Wert 0,021). Dieser negative Einfluss auf ΔZ ist nur sehr gering, was zur nachgewiesenen Nicht-Unterlegenheit der H1-Hypothese passt.

Die p-Werte für alle anderen Variablen bezogen auf ΔZ betragen jeweils $> 0,05$ und zeigten somit keinen signifikanten Einfluss auf ΔZ (Tab. 1).

Parameter	$\Delta Z < 0$ (N=26)	$\Delta Z > 0$ (N=38)	Test	p-Wert
Alter bei Tauchbeginn (Jahre) Median; Min-Max	11; 5,5-14	10,1; 4,05-13,8	t-test	0,155
Taucherfahrung (Saisons) Mittelwert +/- SD	4,48 +/- 2,79	4,94 +/- 2,76	t-test	0,511
Tauchgänge Median; Min-Max	37,5; 8-178	56,5; 9-222	MWU	0,992
Tauchzeit (min) Mittelwert +/-SD	40,0 +/- 9,6	37,0 +/- 7,6	t-test	0,171
Mediane maximale Tauchtiefe (m)* Median; Min-Max	11,6; 5,1-26,8	11,0; 5,1-20,4	MWU	0,589
Mittlere Stickstoffbelastung (min x m x TG) Mittelwert +/- SD	51644,2 +/- 74431,7	29713,1 +/- 30113,8	MWU	0,63
Zusätzliche Stickstoffbelastung durch Tauchgänge tiefer als empfohlen (min x m x TG) Mittelwert +/- SD	6278,6 +/-16285,4	2867,7 +/- 3665,2	MWU	0,74
*Die mittlere maximale Tauchtiefe wurde für jeden Probanden berechnet. Tabelle 1 zeigt den Median für diese Mittelwerte. MWU = Mann-Whitney-U-Test				

Tab. 1: Subgruppen-Analyse des Wachstums in Bezug auf wichtige Tauchparameter

Die Vorerkrankungsparameter wurden nur deskriptiv dargestellt und nicht statistisch verglichen, da die Repräsentativität und Aussagekraft sehr gering erscheinen.

Das von der Analyse ausgeschlossene Kind mit dem T-Zell-Lymphom befand sich vor Ausbruch der Erkrankung auf der 60. bis 80. Längenperzentile. Bei Beginn der Ausübung des Tauchsports lag es nach der Chemotherapie auf der 11. Perzentile ($Z = -1,21$). Nach drei Tauchjahren konnte das Kind sein Längenwachstum auf die 46. Perzentile ($Z = -0,11$) aufholen. Zwei ausgeschlossene Jugendliche waren zu Beginn des Tauchens über der 97.

Perzentile. Einer war zu Tauchbeginn auf der 100. Perzentile ($Z = 3,95$) und blieb nach sechs Tauchsaisons auch auf der 100. Längenperzentile ($Z = 2,71$). Der andere Jugendliche befand sich zu Beginn des Gerätetauchens auf der 99. Perzentile ($Z = 2,28$) und fiel nach neun Tauchsaisons auf die 82. Längenperzentile ($Z = 0,92$). Der vierte von der Analyse ausgeschlossene Teilnehmer war zu Beginn auf der 2. Perzentile ($Z = -2,12$) und fand sich zehn Tauchsaisons später unter der 1. Längenperzentile ($Z = -2,97$) wieder [30].

Bei einem Teilnehmer fehlten teilweise die Detailangaben zu den Tauchgängen. Ansonsten war der Datensatz aber komplett. Auf Grund der ohnehin geringen Probandenzahl wurde der besagte Fall in der Auswertung beibehalten, aber die Regressionsanalyse nur mit den verdichteten Tauchdaten (bis einschließlich „N₂-Belastung * TG“) durchgeführt. Somit erklärt sich die abweichende Fallzahl bei der deskriptiven Darstellung der sechs Tauchtiefenparameter (Anhang 7.4, Tab. 8, 9,12,21,22,25,34,35,38).

4. Diskussion

4.1 Ergebnisinterpretation

Gerätetauchen von Kindern und Jugendlichen wurde in den letzten 20 bis 25 Jahren immer populärer [1-4].

Auch nach intensiver Literaturrecherche finden sich bis heute kaum valide Studien zum Thema Kindertauchen, entsprechende Langzeitstudien fehlen gänzlich. Über tauchende Kinder wurden bisher lediglich einige wenige Publikationen über Barotraumen, arterielle Gasembolien, Kohlenmonoxid-Vergiftungen, Extrasystolen und temporäre Beeinträchtigungen der Lungenfunktion veröffentlicht [8-16].

In der vorliegenden Studie wurde die Frage nach einem eventuellen negativen Einfluss des Tauchens mit Pressluft-Tauchgerät (SCUBA-Diving) auf das Längenwachstum von Kindern und Jugendlichen behandelt.

In der Tauch-Aus- und Weiterbildung, sowie in der Tauchmedizin wird seit jeher vor dieser eventuellen Gefahr gewarnt. Ursächlich hierfür ist das Verhalten des Inertgases Stickstoff, das sich während dem Tauchgang durch den erhöhten Umgebungsdruck im Körper anreichert und in der Auftauchphase (Abfall des Umgebungsdruckes bzw. Dekompression) wieder frei wird. Dadurch entstehen bei fast jedem Tauchgang in der Auftauchphase Stickstoffblasen, die theoretisch auch in den Wachstumsfugen auftreten könnten. Hierdurch wäre eine eventuelle Schädigung der Epiphysenfugen und damit eine Störung des Längenwachstums möglich. Wissenschaftliche Untersuchungen für diese theoretische Annahme existieren jedoch nicht.

Als Design der Studie, bezogen auf die Hauptaussage, wurde ein konfirmatorischer Prä-Post-Vergleich des Wachstumsperzentilen-bezogenen Z-Werts gewählt. Dabei konnte ein Nichtunterlegenheitsansatz mit der H1-Hypothese „Der Z-Wert nach dem letzten dokumentierten Tauchgang ist nicht niedriger als vor Tauchbeginn“ bestätigt werden. Der mittlere Z-Wert war, im Rahmen dieser Studie, nach dem Tauchen am Ende der Beobachtungsperiode sogar geringfügig größer als bei Tauchbeginn.

Hierdurch ergibt sich im Rahmen dieser Studie kein Hinweis, dass Gerätetauchen bei Kindern und Jugendlichen mit Pressluft einen negativen Einfluss auf das Längenwachstum hat.

Bei weiteren Subgruppenanalysen wurde der Einfluss einzelner demographischer und tauchspezifischer Parameter auf den Z-Wert untersucht (siehe Tab. 1). Alle weiteren untersuchten und berechneten Parameter ergaben keinen Hinweis auf einen das Wachstum beeinflussenden Faktor.

Bezüglich der Empfehlungen der führenden Tauchverbände zum Kinder- und Jugendtauchen kann gesagt werden, dass auf Grund der aktuellen Studienergebnisse keine Notwendigkeit besteht die derzeitigen Empfehlungen zum Kinder- und Jugendtauchen anzupassen.

Betrachtet man nur die Körpergrößenentwicklung der zehn Studienteilnehmer mit den meisten durchgeführten Tauchgängen (106 bis 222 geloggte Tauchgänge), so zeigt sich über die Tauchdauer in Jahren nur bei einem Probanden eine Erhöhung des Z-Werts. Drei Teilnehmer blieben auf ihrer Längenperzentile und bei sechs Kindern beziehungsweise Jugendlichen fiel der Z-Score. Dies begründet eine gewisse Unsicherheit, insbesondere in

Zusammenhang mit dem auffälligen Einfluss der Gesamt-Stickstoff-Belastung im schrittweisen Modell der Regressionsanalyse. Diesbezüglich sollten unbedingt noch weitere Studien mit größeren Fallzahlen durchgeführt werden, um einen Effekt der N₂-Gesamtbelastung definitiv auszuschließen oder zu beweisen.

Bei den vier ausgeschlossenen Probanden (Drop Outs) wurden die Ausgangsdaten zwar erhoben, aber es wurde keine weiterführende Auswertung und statistische Analyse durchgeführt (siehe Ergebnisse).

Auf Grund der geringen Teilnehmerzahl der tauchenden Kinder und Jugendlichen, sowie des retrospektiven Studiendesigns kann die vorliegende Studie nur als Pilotstudie gewertet werden. Um die Aussagen der Studie zu festigen und einen negativen Effekt des Gerätetauchens auf den kindlichen Organismus gänzlich auszuschließen, bedarf es auf jeden Fall weiterer ausgedehnter Erhebungen und valider prospektive Studien mit größeren Fallzahlen. In der Einbeziehung größerer Fallzahlen besteht jedoch die größte Schwierigkeit. Trotz intensivster Bemühungen über alle deutschen Tauchsportverbände, der üblichen sozialen Medien, Tauchmedizinweiterbildungen und persönlicher Kontakte, dauerte es 30 Monate die von unserem Statistik-Institut empfohlene Teilnehmerzahl von 64 Kindern und Jugendlichen für eine Pilotstudie zu rekrutieren.

Um bei der Regressionsanalyse den Einfluss der Stickstoffgesamtbelastung auf den Z-Wert zu untersuchen, musste ein Weg gefunden werden die Stickstoffbelastung pro Tauchgang abzubilden. Wie schon erwähnt unterliegt die Aufsättigung des menschlichen Körpers mit dem Inertgas Stickstoff unter

Druck dem physikalischen Gesetz von Henry. Um diese genau darzustellen, müsste der gesamte Tauchgang mit kontinuierlichem Tauchtiefenprofil vorliegen und mathematisch aufgearbeitet werden. Dies wäre nur im Rahmen einer prospektiven Studie mit jeweiligem Auslesen des Tauchprofils aus dem Tauchcomputer nach dem Tauchgang und daraus folgender mathematisch-physikalischer Aufarbeitungen möglich. In der vorliegenden Studie bestand diese Möglichkeit nicht. Um einen Näherungswert für die Stickstoffbelastung zu haben, damit die geplante Analyse durchgeführt werden kann, wurde das Produkt aus Gesamttauchzeit und maximaler Tauchtiefe als Surrogatmarker erfasst.

Ein weiterer Kritikpunkt ist die Größenerhebung der letzten Körpergrößen durch die jeweiligen Eltern der Teilnehmer. Da die jungen Probanden über ganz Deutschland verteilt waren, konnte eine Messung der „End-Körpergröße“ aus logistischen Gründen nicht persönlich erfolgen. Die Eltern wurden ausführlich und eindeutig angewiesen, wie sie die Körpergröße ihrer Kinder zu bestimmen haben. Damit sollten Messungenauigkeiten deutlich eingeschränkt werden. Da die Eltern den Auswertungsmodus nicht kannten, erscheint ein systematischer Fehler als eher unwahrscheinlich.

Die Körpergrößen vor Tauchbeginn wurden aus dem sogenannten „gelben Vorsorgeheft“ entnommen. In diesem „Dokumentationsheft kinderärztlicher Untersuchungen in Deutschland“ werden bei den empfohlenen ärztlichen Vorsorgeuntersuchungen die Körperlängen durch Pädiater oder Hausärzte gemessen und dokumentiert. Somit können die erhobenen Daten zu den Körpergrößen vor Beginn des Tauchsports als zuverlässig angesehen werden. Die Z-Scores der Längenperzentilen wurden aus den publizierten Daten der

groß angelegten KIGGS-Studie des RKI bestimmt [26]. Kinder und Jugendliche die mit Gerät tauchen, sind im Vergleich zur einbezogenen Gesamtgruppe der KIGGS-Studien-Teilnehmer, prozentual gesehen, verschwindend gering. Dadurch konnte auf eine nicht-tauchende Kontrollgruppe beziehungsweise matched pairs verzichtet werden.

Da seit mittlerweile über 20 Jahren aus Sicherheitsgründen standardmäßig nur noch mit Tauchcomputern getaucht wird und tauchende Kinder von Anfang an darauf trainiert werden, die Tauchdaten aus dem Tauchcomputer gewissenhaft in ihr Taucher-Logbuch zu übertragen, können diese Daten als zuverlässig angesehen werden. Für die Datenerhebung lagen zudem zu über 70 % der Tauchgänge übermittelte Kopien der Tauch-Logbücher vor. Bei den restlichen Fällen wurden die Daten aus den Logbüchern in das zugesendete Datenblatt übertragen. Lediglich bei einem Teilnehmer fehlten die Detailangaben zu den Tauchgängen teilweise, was das Gesamtergebnis der Studie jedoch nicht beeinflusst (siehe Ergebnisse).

Bei manchen Studienteilnehmern wurde die „End-Größe“ erst im Erwachsenenalter bestimmt, da sie zwar bereits als Kinder beziehungsweise Jugendliche mit dem Tauchsport begonnen hatten, aber zum Zeitpunkt der Studie bereits erwachsen waren. Wie bereits erwähnt, zeigte sich in der KIGGS-Studie des RKI, dass ein weiteres Längenwachstum nach dem 18. Lebensjahr kaum mehr vorhanden ist [24]. Da die KIGGS-Studie eine große Klientel über ganz Deutschland repräsentiert und die Teilnehmer der Studie ebenfalls aus ganz Deutschland rekrutiert wurden, kann diese Aussage auch auf die vorliegende Studie übertragen werden. Das Alter der Teilnehmer befand sich bei Messung der „End-Größe“ noch nicht in einem Bereich, wo durch

degenerative Einflüsse eine messbare Abnahme der Körperlänge angenommen werden darf. Die gemessene Körperlänge nach dem 18. Lebensjahr wurde deshalb auf den 18. Geburtstag zurückgesetzt. Ein einflussnehmender Fehler auf die Studie erscheint dadurch als unwahrscheinlich.

Stickstoff ist ein lipophiles Gas. Das heißt, dass sich der Stickstoff durch die Druckerhöhung beim Tauchen nach dem Gesetz von Henry vermehrt in fettreichen Geweben löst. Bei adipösen Probanden könnte somit eine vermehrte Stickstoffanreicherung vermutet werden, die eventuell Einfluss auf eine Bildung von Stickstoffblasen in der Dekompressionsphase des Tauchganges haben könnte. In dieser Studie wurde bei der Datenaufnahme weder das Körpergewicht noch der BMI-Wert im Verlauf der Tauchsaisons und am Ende der Datensammlung erhoben. Somit konnte ein Einfluss des Körpergewichtes beziehungsweise des BMI-Wertes auf den Z-Wert nicht überprüft werden. Dies sollte unbedingt in einer weiteren Studie mit aufgenommen werden, da Adipositas eventuell einen negativen Einfluss auf den kindlichen Organismus im Zusammenhang mit dem Gerätetauchen haben könnte.

Abschließend wurde das Längenwachstum auch als Maß für die kindliche Gesundheit untersucht [23]. Ob Gerätetauchen andere negative Effekte unabhängig vom Wachstum hat, bleibt weiteren Studien vorbehalten.

4.2 Fazit für die Praxis

In der vorliegenden retrospektiven Studie ergab sich kein Hinweis für eine negative Beeinträchtigung des Längenwachstums durch das Gerätetauchen mit Pressluft bei Kindern und Jugendlichen. Selbst bei einer teilweisen Überschreitung der maximal empfohlenen Tauchtiefe und Tauchzeit für das Kinder- und Jugendtauchen durch den VDST, zeigte sich kein eindeutiger negativer Effekt auf die Körpergröße. Die Empfehlungen der anderen großen Tauchverbände in Deutschland zum Kinder- und Jugendtauchen, allen voran PADI und SSI, decken sich im Großen und Ganzen mit den Empfehlungen des VDST. Diese aktuell bestehenden Empfehlungen können somit zunächst beibehalten werden. Allerdings sind für eine abschließende Bewertung noch weitere, idealerweise prospektive Untersuchungen mit einer größeren Teilnehmerzahl wünschenswert.

Da das größte Problem die Rekrutierung von ausreichenden Probandenzahlen ist, sollte primär versucht werden mit den großen Tauchsportverbänden (VDST, PADI, SSI, etc.) zusammenzuarbeiten, um weitere Daten zu akquirieren. Bei der regelmäßig durchzuführenden Tauch-Tauglichkeits-Untersuchung durch einen Arzt wird unter anderem standardmäßig die Körpergröße und das Körpergewicht erhoben. Vielleicht könnte man sich diese Daten für weitere Studien zu Nutze machen. Über eine Veränderung des empfohlenen Untersuchungsbogens der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin könnte man bei Kindern und Jugendlichen eine Schweigepflicht-Entbindung zur Weiterleitung von Größe und Gewicht, zum Beispiel an die Medizinabteilung

des VDST, integrieren und die Daten dort zentral sammeln, vergleichen und auswerten.

5. Zusammenfassung

In den letzten 20 Jahren entwickelte sich das Gerätetauchen bei Kindern und Jugendlichen im Sinne von Ausbildung zum Kindertauchen und Kindertauchausrüstung kontinuierlich und in schnellen Schritten weiter. Folglich erfreut sich auch die Ausübung des Tauchsports mit Gerät unter Kindern und Jugendlichen in den letzten Jahren zunehmender Beliebtheit, die bis heute ungebremst anhält. Wie bei den erwachsenen Gerätetauchern unterliegt der kindliche Organismus dabei multiplen physikalischen und physiologischen Einflüssen. Insbesondere wirken sich dabei die Druckveränderungen auf den Körper aus und hierbei vor allem auf die im Körper vorhandenen verschiedenen Gase. Dadurch bestehen aber auch medizinische Risiken und Gefahren für den menschlichen Organismus.

Im Gegensatz zu den erwachsenen Tauchern gibt es kaum medizinische Untersuchungen, geschweige denn valide Studien zu den medizinischen Langzeit-Auswirkungen des Gerätetauchens auf den sich noch entwickelnden Körper von Kindern und Jugendlichen. Dies führte zur vorliegenden Arbeit mit der Frage nach einem, theoretisch möglichen, negativen Einfluss des Gerätetauchens auf das Längenwachstum bei Kindern und Jugendlichen. Da sich bei Tauchgängen in der Dekompressionsphase Stickstoffblasen bilden können, wäre bei einem Auftreten dieser in den Epiphysenfugen eine schädliche Auswirkung auf das Längenwachstum möglich.

Es wurden daraufhin die Körpergrößen und Tauchgangdaten von $n = 68$ Kindern und Jugendlichen gesammelt und von 64 Probanden (Mädchen = 26, Jungen =

38) analysiert. Aus diesen Daten wurden mit Hilfe der KIGGS-Studie die jeweils zugehörigen Perzentilen-Werte und Z-Scores vor und nach Tauchbeginn berechnet. Daraus wurde ΔZ (Z-Wert aktuell minus Z-Wert Baseline) bestimmt. Bei den erhobenen Tauchgangdaten wurden, soweit notwendig, die entsprechenden Mittelwerte beziehungsweise Mediane ermittelt und in Bezug auf die Wachstumsdaten analysiert. Das mediane Alter der Teilnehmer bei Tauchbeginn betrug 10,4 Jahre (Spannweite 4 bis 14 Jahre). Insgesamt wurden die Daten von 3787 Tauchgängen mit Gerät ausgewertet, mit einem Median von 47 Tauchgängen pro Teilnehmer (Spannweite 8 bis 222 TG). Die mediane Anzahl der Tauchsaisons waren 5 Jahre (Spannweite 2 bis 13 Jahre) und die durchschnittliche Tauchzeit pro Tauchgang betrug 38,5 Minuten (Spannweite 2,3 bis 120 Minuten). Bei den Tauchgängen wurde eine mediane Tauchtiefe von 11,4 Metern erreicht (Spannweite 0,5 bis 61 Meter). Die ermittelten ΔZ -Werte der Teilnehmer (ΔZ kleiner 0 = 26 und ΔZ größer 0 = 38 Probanden) wurden hinsichtlich weiterer demographischer und tauchspezifischer Parameter (Alter bei Tauchbeginn, Taucherfahrung, Tauchgangs-Anzahl, Tauchzeit, Tauchtiefe, Stickstoffbelastung und Geschlecht) mittels Subgruppenanalysen statistisch miteinander verglichen.

Die mittlere Differenz von ΔZ (aktueller Z-Wert minus Z-Wert Baseline) wurde mit 0,127 berechnet (zweiseitiges 90 %-Konfidenzintervall -0,0246 bis 0,2790). Dies bedeutet, dass der mittlere ΔZ -Score des Längenwachstums am Ende der Beobachtungsperiode sogar ein wenig höher war als zuvor. Die mittlere ΔZ befindet sich damit innerhalb der Nicht-Inferioritäts-Grenzen ($> -0,025$, $p = 0,0495985$). Dadurch konnte die H1-Hypothese: „Der Z-Wert ist aktuell nicht niedriger als zu Baseline“ (Z-Wert aktuell minus Z-Wert Baseline $\geq -0,025$)

statistisch signifikant bestätigt werden. Die Untergrenze des Konfidenzintervalls liegt dabei knapp über der Nicht-Unterlegenheitsschranke ($-0,0246 > -0,025$, $p = 0,0495985$). Somit kann von einer Nicht-Unterlegenheit ausgegangen werden. Eine Überlegenheit zeigt sich nicht ($p = 0,084$).

Der weitere Vergleich der zwei Untergruppen ($\Delta Z < 0$ bzw. $\Delta Z > 0$) mit weiteren Tauchparametern mittels Regressionsanalyse zeigte für alle Parameter keine wesentliche Änderung des Z-Wertes.

Somit zeigen die Ergebnisse der Studie keinen Hinweis auf eine wesentliche Beeinträchtigung des Längenwachstums durch das Gerätetauchen mit komprimierter Luft bei Kindern und Jugendlichen.

Das Design der Studie wurde als retrospektive Pilotstudie gewählt und durchgeführt. Diesbezüglich sollten zur Untermauerung der Ergebnisse noch weiterführende Studien erfolgen. Diese sollten sinnvollerweise als prospektive Studien erfolgen und eine deutlich größere Teilnehmerzahl einschließen. Außerdem sollte das Körpergewicht als zusätzlicher Parameter Beachtung finden.

6. Literatur- und Quellenverzeichnis

1. Projekt Kindertauchen des BTSV und WLT auf der Interboot 1999 – Ein Plus für den Tauchsport. Divemaster. 1999;4/99:15.
2. Großer Sonderteil Kindertauchen. Tauchen. 2002;8/2002.
3. Hoffmann U. Tauchen mit Kindern und Jugendlichen – Eine besondere Aufgabe für den Tauchausbilder. Divemaster. 1994;1/94:55-9.
4. Schwerpunktthema: Kindertauchen. Divemaster. 1997;1/97:15-24.
5. VDST-Bundesgeschäftsstelle, Berliner Straße 312, 63067 Offenbach [abgerufen am 20.12.2023].
6. Hoffmann M. Kindertauchen. Divemaster. 2007;54:23-32.
7. Beyer C, Hoffmann U, Löhler J, Muth C-M, Tetzlaff K, Winkler B, Panchard M-A, Bänziger O, Fuchs H, Haldi H, Oswald H, Prohaska R, Welslau W, Lemaître F, Carturan D, Tournay-Chollet C, Gardette B. Schwerpunktheft: Tauchen mit Kindern. Caisson. 2012;27(4):5-32.
8. Buwalda M, Querido A L, van Hulst R A. Children and diving, a guideline. Diving and Hyperbaric Medicine. 2020;50(4):399-404. DOI:10.28920/dhm50.4.399-404.
9. Cilveti R, Osona B, Pena J A, Moreno L, Asensio O. Scuba diving in children: Physiology, risks and recommendations. Anales de Pediatría. 2015;83(6):410-6. DOI:10.1016/j.anpedi.2015.03.011. Epub 2015 May 26.
10. Le Guen H, Halbert C, Gras Le Guen C, Coulangue M. Serious pulmonary barotrauma in a child after first-time scuba dive. Archives de Pédiatrie. 2012;19: 733-5. DOI:10.1016/j.arcped.2012.04.014. Epub 2012 Jun 6.

11. Harmsen S, Schramm D, Karenfort M, Christaras A, Euler M, Mayatepek E, Tibussek D. Presumed Arterial Gas Embolism After Breath-Hold Diving in Shallow Water. *Pediatrics*. 2015;136(3):687-90.
DOI:10.1542/peds2014-4095. Epub 2015 Aug 10.
12. Johnson V, Adkinson C, Bowen M, Ortega H. Should children be SCUBA diving?: Cerebral arterial gas embolism in a swimming pool. *Pediatric Emergency Care*. 2012;28(4),361-2.
DOI:10.1097/PEC.0b013e31824d9d14.
13. Lemaître F, Tourny-Chollet C, Hamidouche V, Lemouton M C. Pulmonary function in children after a single scuba dive. *International Journal of Sports Medicine*. 2006;27(11):870-4.
DOI:10.1055/s-2006-923810. Epub 2006 Jun 8.
14. McDermott J H, Reynard C, Perry J, Dear J W, Child F, Jenner R. Acute carbon monoxide toxicity in a paediatric cohort: analysis of 10 boys poisoned during a scuba diving lesson. *Clinical Toxicology*. 2018;56(9):856-9.
DOI:10.1080/15563650.2018.1444175. Epub 2018 Mar 8.
15. Tetzlaff K, Thomas P S. Short- and long-term effects of diving on pulmonary function. *European Respiratory Review*. 2017;26(143):160097. DOI:10.1183/16000617.0097-2016. Print 2017 Mar 31.
16. Winkler B E, Tetzlaff K, Muth C-M, Hebestreit H. Pulmonary function in children after open water SCUBA dives. *International Journal of Sports Medicine*. 2010;31(10):724-30.
DOI:10.1055/s-0030-1262803. Epub 2010 Jul 30.

17. Winkler B E, Tetzlaff K, Muth C-M, Paulat K, Hebestreit H. SCUBA-dive-related changes in heart rate in children. *Pediatric Exercise Science*. 2011;23(3):388-98. DOI:10.1123/pes.23.3.388.
18. Wollin P, Christmann M, Kroker A, Zielen S. Lung function testing in children before and after an age-adapted SCUBA dive in a swimming pool. *Pneumologie*. 2011;65(5):308-13. DOI:10.1055/s-0030-1256152. Epub 2011 Feb 3.
19. Fabian A. Bewegungsapparat. In: Beyer C, Kretschmar B, Tetzlaff K, Hrsg. *Moderne Tauchmedizin im Kindes- und Jugendalter*. 1. Auflage. Gentner Verlag; 2017. 75-81.
20. Beyer C. Kinder und Jugendliche – Orthopädische Erkrankungen. In: *Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin, Österreichische Gesellschaft für Tauch- und Hyperbarmedizin, Hrsg. Checkliste Tauchtauglichkeit*. 2. Auflage. Gentner Verlag; 2014. 98-9.
21. Beyer C. Besonderheiten der körperlichen Entwicklung und ihre Bedeutung für die Tauchtauglichkeit des Kindes. In: Klingmann C, Tetzlaff K, Muth C-M, Hrsg. *Moderne Tauchmedizin*. 3.Auflage. Gentner Verlag; 2019. 595-6.
22. Kromp T. Tauchausbildung bei Kindern und Jugendlichen. In: Beyer C, Kretschmar B, Tetzlaff K, Hrsg. *Moderne Tauchmedizin im Kindes- und Jugendalter*. 1. Auflage. Gentner Verlag; 2017. 115-25.
23. Nejedly N. Normal and Abnormal Growth in the Pediatric Patient. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*. 2020;50(3):100771. DOI:10.1016/j.cppeds.2020.100771. Epub 2020 Apr 11.
24. Baumann T. *Atlas der Entwicklungsdiagnostik*. 2. Auflage. Thieme Verlag; 2007.

25. Illing S, Claßen M. Klinikleitfaden Pädiatrie. 7. Auflage. Urban & Fischer Verlag; 2006.
26. KiGGS-Studie [Internet]. Ohne Jahr [zitiert am 13.07.2022]. Abrufbar unter: <https://www.kiggs-studie.de>
27. Robert Koch-Institut [Internet]. Ohne Jahr [zitiert am 13.07.2022]. Abrufbar unter: <https://www.rki.de>
28. Neuhauser H, Schienkiewitz A, Schaffrath-Rosario A, Dortschy R, Kurth B. Referenzperzentile für anthropometrische Maßzahlen und Blutdruck aus der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS). In: Robert-Koch-Institut. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. 2. Auflage. RKI-Hausdruckerei; 2013.
29. Verband deutscher Sporttaucher e.V. [Internet]. Ohne Jahr [zitiert am 27.09.2018]. Abrufbar unter: www.vdst.de/erleben/erlebniswelten/tauchen-mit-kindern/
30. Wintergerst U, Stadler A, Gattermann H, Hoffmann U. Längenwachstum von Kindern, die mit komprimierter Luft tauchen. Pädiatrische Praxis. 2019;92(4):597-603.

7. Abkürzungsverzeichnis

BMI	Body-Mass-Index
KiGGS	Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland
N ₂	Stickstoff
PADI	Professional Association of Diving Instructors
RKI	Robert Koch-Institut
SCUBA	Self Contained Underwater Breathing Apparatus (autonomes Tauchgerät)
SSI	Scuba Schools International
TG	Tauchgang/Tauchgänge
VDST	Verband Deutscher Sporttaucher

8. Anhang

8.1 Anschreiben



Franziskanerinnen
Vöcklabruck

A. ö. Krankenhaus
St. Josef Braunau GmbH

Ringstraße 60
A-5280 Braunau am Inn
☎ 0043/7722/804-0, Fax 804-11
E-Mail: office@khbr.at

Andreas Stadler
SA-Leiter Medizin im BLTV

Waldstraße 39
84359 Simbach am Inn
Tel.: 08571/972777
E-Mail: stadler.anderl@gmx.de



Sehr geehrte tauchende Familie,

in Zusammenarbeit mit dem Krankenhaus Braunau und dem VDST führen wir derzeit eine retrospektive Kindertauchstudie mit der Frage "**nach dem Einfluss von Tauchen mit Pressluft auf den wachsenden Organismus durch**".

Wenn man in einschlägigen medizinischen Journalen nach Antworten sucht, ob Tauchen mit komprimierter Luft für den wachsenden Organismus ein Risiko darstellen kann wird man leider kaum fündig. In der Tauchmedizin wird durchaus z.B. diskutiert, ob sich Stickstoffblasen in die Wachstumsfugen des Skeletts (die bei Erwachsenen geschlossen sind !) einlagern und deren Funktion stören. Wenn dem so wäre, könnte dies zu Störungen des Wachstums führen. Wissenschaftliche Untersuchungen hierzu liegen aber bisher nicht vor.

Wir würden gerne diese Frage untersuchen und diesbezüglich um Ihre Mithilfe bitten. Im Kern geht es darum, das Wachstum vor und einige Zeit nach Erwerb des Brevets und entsprechender Tauchgänge zu vergleichen. Da jeder ansonsten gesunde junge Mensch entlang einer sog. Perzentilenkurve wächst, könnte durch einen solchen Vergleich rasch die obige Frage geklärt werden.

Eine Vorstellung oder Untersuchung der Kinder ist dabei nicht notwendig. Es werden lediglich Daten gesammelt und anschließend miteinander verglichen.

Die teilnehmenden Kinder oder jungen Erwachsenen sollten bis zum 16. Lebensjahr mit dem Tauchen begonnen haben und mindestens zwei Jahre Taucherfahrung aufweisen. Zum Vergleich sollten mindestens drei belegte Größenmessungen mit entsprechendem Datum vor Beginn des Tauchens und die aktuelle Größenmessung mit Datum vorliegen. Zusätzlich brauchen wir die Daten der bisher durchgeführten Tauchgänge (bis max. zum 18. Geburtstag).

Die früheren Größenmaße des Kindes können Sie ganz einfach aus dem gelben U-Heft (Vorsorgeheft) abschreiben oder dieses einfach kopieren oder einscannen. Für die aktuelle Größe wäre aufgrund der höheren Genauigkeit eine Bestimmung beim (Kinder)-Arzt sinnvoll, jedoch nicht zwingend vorausgesetzt. Bezüglich der Tauchgänge wäre eine Kopie des Logbuches am sinnvollsten.

Ich möchte Sie deshalb bitten - wenn Sie zur Teilnahme an dieser Studie bereit sind - sich mit uns per E-Mail oder telefonisch in Verbindung zu setzen und das beigefügte Formular auszufüllen. Die Auswertung der Daten geschieht völlig anonym und wir werden jeder teilnehmenden Familie die Ergebnisse zusenden.

Mit herzlichen Grüßen,

Prof. Dr. Uwe Wintergerst
Leiter der Kinderabteilung
Krankenhaus Braunau
E-Mail: uwe.wintergerst@khbr.at

Andreas Stadler
Sachabteilungsleiter Medizin
im BLTV
E-Mail: stadler.anderl@gmx.de

8.2 Einverständniserklärung

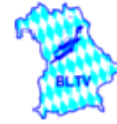


A. ö. Krankenhaus
St. Josef Braunau GmbH

Ringstraße 60
A-5280 Braunau am Inn
☎ 0043/7722/804-0, Fax 804-11
E-Mail: office@khbr.at

Andreas Stadler
SA-Leiter Medizin im BLTV

Waldstraße 39
84359 Simbach am Inn
Tel.: 08571/972777
E-Mail: stadler.anderl@gmx.de



Einverständniserklärung

„Pilot-Studie zum Einfluss von Tauchen mit Pressluft auf den wachsenden Organismus.“

Vielen Dank für Ihre Bereitschaft an dieser Datenerhebung teilzunehmen. Beim Tauchen mit Druckluft wird je nach Tiefe und Dauer des Tauchganges Sauerstoff und Stickstoff in Blut und Gewebe gelöst. Beim Auftauchen kommt es zu Mikrogasblasen v.a. in venösen Blutgefäßen, wenn der Umgebungsdruck wieder sinkt. Bei Erwachsenen bleibt dies ohne Relevanz, solange der Taucher die Nullzeiten und die Begrenzung der Aufstiegs geschwindigkeit berücksichtigt (Handbücher von diversen Tauchorganisationen). Da bei den meisten Tauchorganisationen Kinder ab 8 Jahren ein Tauch-Brevet (mit Restriktionen hinsichtlich der Tauchtiefe je nach Alter) erwerben können, stellt sich die Frage des Einflusses des Tauchens auf den wachsenden Organismus. Hierzu liegen nur spärliche Studien vor (s.u.). Unter anderem wird vermutet, dass Gasblasen die Intaktheit der Wachstumsfugen und somit das weitere Wachstum beeinträchtigen könnten (Monatsschrift für Kinderheilkunde 2012). Daten hierzu liegen, wie gesagt, nicht vor. Gesunde Kinder wachsen normalerweise entlang sogenannter Wachstumskurven (Perzentilenkurven) und weichen nur bei entsprechenden Gründen (Erkrankung, Nahrungsmangel, etc.) von ihrer individuellen Wachstumskurve ab.

Die vorliegende Studie möchte das Wachstum tauchender Kinder in Abhängigkeit von der maximalen Tiefe, Tauchdauer und Anzahl der Tauchgänge retrospektiv untersuchen.
Studienteilnehmer: Kinder mit Tauchbeginn im Alter von 8-16 Jahren mit Tauch-Brevet und mindestens 2 Jahren Taucherfahrung.
Methode: Vergleich der Wachstumskurven vor und nach Beginn des Tauchens mit Pressluft.

Die Daten werden selbstverständlich vertraulich behandelt und anonymisiert ausgewertet. Hierzu werden die Wachstums-Daten aus dem sog. U-Heft (gelbes Heft), das normalerweise bei jedem Kind vorliegt, in eine Perzentilenkurve eingetragen und die individuelle Perzentile als „Voruntersuchung“ bestimmt.
Beim Stichtag der Untersuchung werden anhand des Logbuchs die Anzahl der Tauchgänge und die größte und mittlere Tauchtiefe bestimmt. Eventuelle Vorkommnisse werden, soweit im Logbuch dokumentiert, berücksichtigt. Es ist bei Jugendlichen allerdings davon auszugehen, dass nur Nullzeit-Tauchgänge durchgeführt wurden.

Die Studienteilnehmer werden gebeten, Größe, Gewicht und Kopfumfang zum Stichtag anzugeben. (Am besten wäre es, wenn diese Bestimmung ein Arzt durchführt). Die Daten werden wiederum in die Perzentilenkurve eingetragen und mit dem Wert vor Beginn des Tauchens verglichen.
Die Daten werden vertraulich behandelt und vor der Veröffentlichung in einem Fachjournal anonymisiert.

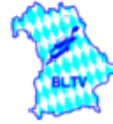


**A. ö. Krankenhaus
St. Josef Braunau GmbH**

Ringstraße 60
A-5280 Braunau am Inn
☎ 0043/7722/804-0, Fax 804-11
E-Mail: office@khbr.at

**Andreas Stadler
SA-Leiter Medizin im BLTV**

Waldstraße 39
84359 Simbach am Inn
Tel.: 08571/972777
E-Mail: stadler.anderl@gmx.de



Inhalt und Zweck der Studie wurden uns ausreichend erklärt. Hiermit stimme ich der Teilnahme an der Studie zu.

Ort, Datum

Erziehungsberechtigter

Ort, datum

tauchendes Kind/Jugendliche

8.3 Fragebogen

Datenblatt für Kindertauchstudie (Beispiel)									
Kind/Jugendlicher	Geburtsdatum								
Bitte Kopie des Logbuchs zusenden oder Tabelle ausfüllen									
Allgemeine Fragen									
Alter bei Tauchbeginn (Jahre, Monate)									
chronische Erkrankung (vor. bzw. nach Tauchbeginn) ?									
ja/nein									
Größenangaben (bitte aus gelbem Untersuchungsheft oder Tauchtauglichkeitszeugnissen entnehmen)									
Alter	Geburt	Alter (z.B.) 2 Jahre	z.B. 4-5 Jahre	z.B. 6-8 Jahre	bei Tauchbeginn	z. B 1 und 2 bzw. Aktuell			
Datum									
Größe in cm									
Tauchgänge im Einzelnen (mit Jahresangabe gemäß Logbuch)									
Initialien	Jahr	Nummer TG	Tauchzeit	max. Tiefe					

Tauchen-Wachstumsraten-Studie

Deskriptive & statistische Analyse

n=64

Subgruppenanalysen

SG1: „Delta Z-Wert < 0 =nein“ (n=38) vs. „Delta Z-Wert < 0 =ja“ (n=26)

SG2: „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre =nein“ (n=39) vs. „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre =ja“ (n=25)

SG3: „N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)“ =nein“ (n=32) vs. „N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)“ =ja“ (n=32)

Rundungsfehler können in manchen Tabellen zu einer minimalen Abweichung der Summe aller Einzelwerte vom theoretisch korrekten Gesamtwert, d.h. 100%, führen.

Inhaltsverzeichnis

- Deskriptive Analyse - Tabellen**
 - SG1 „Delta Z-Wert < 0 nein/ja“
 - SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“
 - SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109) nein/ja“

- Statistische Analyse – 95%-Konfidenzintervalle**
 - Gesamt
 - SG1 „Delta Z-Wert < 0 nein/ja“
 - SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“
 - SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109) nein/ja“

- Statistische Analyse – Hypothesentestung**

- Statistische Analyse – Subgruppenvergleiche**
 - SG1 „Delta Z-Wert < 0 nein/ja“
 - SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“
 - SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109) nein/ja“

- Statistische Analyse – Multiple Regression**

Tab. 2: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“ (1)

Deskriptive Analyse – Tabellen SG1
SG1 „Delta Z-Wert < 0 nein/ja“

		Alter bei Tauchbeginn (Jahre)						n (gültig)	
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.		Std.-Abw.
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	4,05	8,00	10,10	9,80	11,50	13,80	2,32	38
	ja	5,70	9,50	11,00	10,70	12,51	15,30	2,60	26
	Gesamt	4,05	8,35	10,40	10,17	12,10	15,30	2,46	64

		Alter bei Tauchende (Jahre)						n (gültig)	
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.		Std.-Abw.
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	9,37	12,71	14,99	14,75	16,30	18,50	2,30	38
	ja	9,37	13,24	16,17	15,17	17,22	18,72	2,60	26
	Gesamt	9,37	12,85	15,00	14,92	16,94	18,72	2,41	64

		Intervall Baseline bis Datum Größe aktuell (Jahre)						n (gültig)	
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.		Std.-Abw.
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	1,96	4,29	9,26	9,28	12,59	22,94	5,55	38
	ja	1,70	6,24	10,06	11,18	13,76	38,00	7,85	26
	Gesamt	1,70	4,99	9,32	10,05	12,74	38,00	6,59	64

		Intervall Baseline bis Tauchbeginn (Jahre)						n (gültig)	
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.		Std.-Abw.
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	0,00	0,13	2,03	2,86	4,83	10,58	2,88	38
	ja	0,00	0,47	2,85	3,76	5,98	10,18	3,48	26
	Gesamt	0,00	0,22	2,34	3,23	5,62	10,58	3,14	64

Tab. 3: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“ (2)

	Intervall Tauchende bis Datum Größe aktuell (Jahre)							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	0,00	0,00	0,00	1,48	1,61	12,94	2,99	38
ja	0,00	0,00	0,00	2,94	4,01	31,49	6,59	26
Gesamt	0,00	0,00	0,00	2,07	2,24	31,49	4,80	64

	Intervall Tauchbeginn bis Tauchende (Jahre)							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	1,04	2,47	4,57	4,94	7,00	11,00	2,76	38
ja	0,96	2,17	4,16	4,48	6,00	12,00	2,79	26
Gesamt	0,96	2,31	4,39	4,75	6,33	12,00	2,76	64

	Alter bei Baseline (Jahre)							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	1,42	5,14	5,35	6,95	9,87	12,56	2,72	38
ja	2,00	5,00	5,22	6,93	9,74	13,72	3,41	26
Gesamt	1,42	5,11	5,29	6,94	9,81	13,72	3,00	64

	Alter bei Datum Größe aktuell (Jahre)							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	9,37	12,99	15,49	16,22	17,97	26,98	4,05	38
ja	9,37	13,85	16,44	18,11	20,31	49,99	8,14	26
Gesamt	9,37	13,54	15,96	16,99	17,99	49,99	6,07	64

Tab. 4: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“ (3)

	Tauchgänge							
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	9,00	27,00	56,50	55,97	72,00	222,00	40,78	38
ja	8,00	24,00	37,50	66,38	106,00	178,00	58,04	26
Gesamt	8,00	26,50	47,00	60,20	75,50	222,00	48,37	64

	Tauchzeit (Mittelwert)							
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	20,40	32,00	37,60	37,04	42,30	53,20	7,62	38
ja	23,40	31,30	41,55	40,03	45,90	57,70	9,62	26
Gesamt	20,40	31,95	38,50	38,25	44,15	57,70	8,54	64

	Tauchzeit SD							
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	2,30	10,40	12,80	12,24	15,10	18,90	3,43	38
ja	5,40	8,70	12,00	12,68	15,60	21,40	4,61	26
Gesamt	2,30	10,00	12,75	12,42	15,30	21,40	3,93	64

	Tauchzeit Min.							
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	1,50	10,00	15,00	14,61	18,00	35,00	7,42	38
ja	2,00	11,00	15,00	16,50	20,00	32,00	7,74	26
Gesamt	1,50	10,00	15,00	15,38	20,00	35,00	7,55	64

Tab. 5: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“ (4)

		Tauchzeit Max.							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	25,00	59,00	64,25	64,93	71,00	110,00	14,75	38
	ja	35,00	56,00	66,00	71,35	83,00	120,00	22,16	26
	Gesamt	25,00	57,50	64,50	67,54	76,50	120,00	18,24	64

		Tauchzeit Range							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	5,00	42,00	52,00	50,33	60,00	90,00	16,73	38
	ja	15,00	38,00	49,00	54,85	70,00	111,00	25,27	26
	Gesamt	5,00	40,00	51,50	52,16	63,50	111,00	20,56	64

		Tauchzeit Gesamt							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	203,00	820,00	1821,50	2061,63	2483,50	9478,00	1636,41	38
	ja	185,00	767,00	1198,00	2796,88	4274,00	9864,00	2923,29	26
	Gesamt	185,00	815,00	1641,50	2360,33	2724,50	9864,00	2257,50	64

		Tiefe (Mittelwert)							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	5,10	9,10	11,00	11,87	15,30	20,40	3,90	38
	ja	5,10	8,30	11,60	12,95	15,40	26,80	5,79	26
	Gesamt	5,10	9,10	11,40	12,31	15,30	26,80	4,75	64

Tab. 6: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“ (5)

	Tiefe SD							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	0,90	3,50	5,45	5,72	7,20	12,60	2,62	38
ja	1,40	3,10	5,50	5,78	7,20	15,90	3,33	26
Gesamt	0,90	3,35	5,50	5,74	7,20	15,90	2,90	64

	Tiefe Min.							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	0,50	2,00	3,35	3,34	4,00	7,60	1,62	38
ja	1,00	2,80	3,90	3,83	5,00	8,40	1,73	26
Gesamt	0,50	2,00	3,50	3,54	4,25	8,40	1,67	64

	Tiefe Max.							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	6,50	18,50	26,00	27,17	36,20	50,00	11,61	38
ja	9,00	16,00	26,95	27,35	35,00	61,00	14,63	26
Gesamt	6,50	17,65	26,00	27,24	36,10	61,00	12,81	64

	Tiefe Range							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	3,10	14,00	23,05	23,83	34,70	48,00	11,95	38
ja	5,40	10,60	23,20	23,52	33,00	56,00	14,31	26
Gesamt	3,10	12,55	23,05	23,70	34,00	56,00	12,85	64

Tab. 7: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“ (6)

		N2-Belastung (Mittelwert)							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	112,90	356,20	432,30	486,73	688,70	927,10	211,51	38
	ja	138,40	258,50	543,80	585,46	695,10	1700,70	374,05	26
	Gesamt	112,90	301,35	466,90	526,84	693,85	1700,70	290,15	64
		N2-Belastung SD							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	32,90	202,70	320,25	318,86	395,10	685,40	155,25	38
	ja	67,70	184,50	297,75	342,42	433,60	1280,10	254,48	26
	Gesamt	32,90	189,60	311,40	328,43	410,75	1280,10	199,97	64
		N2-Belastung Min.							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	3,00	28,50	60,95	69,91	88,20	349,60	64,54	38
	ja	4,00	45,00	64,00	90,13	120,00	343,20	71,18	26
	Gesamt	3,00	33,00	63,00	78,12	103,00	349,60	67,51	64
		N2-Belastung Max.							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	195,00	882,00	1255,00	1440,18	1953,00	3740,00	850,85	38
	ja	270,00	680,40	1210,50	1534,26	1925,00	4860,00	1167,64	26
	Gesamt	195,00	817,60	1248,00	1478,40	1939,00	4860,00	984,05	64

Tab. 8: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“ (7)

		N2-Belastung Range						n (gültig)	
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.		Std.-Abw.
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	120,00	729,00	1199,50	1370,27	1875,00	3720,00	869,28	38
	ja	187,20	592,20	1067,50	1444,13	1809,00	4805,00	1170,00	26
Gesamt		120,00	676,10	1169,00	1400,28	1842,00	4805,00	994,15	64

		N2 Gesamtbelastung (Mittelwert * Tauchgänge)						n (gültig)	
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.		Std.-Abw.
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	1177,20	11432,00	21884,55	29713,12	39627,00	172360,80	30113,82	38
	ja	1107,20	8000,00	20812,00	51644,20	70776,90	302724,60	74431,66	26
Gesamt		1107,20	9332,40	21109,00	38622,62	45312,35	302724,60	53374,98	64

		TG unter 7 m						n (gültig)	
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.		Std.-Abw.
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	0,00	4,00	12,00	14,05	20,00	51,00	12,33	37
	ja	0,00	4,00	7,50	11,65	17,00	44,00	11,23	26
Gesamt		0,00	4,00	11,00	13,06	19,00	51,00	11,86	63

		TG - 10 m						n (gültig)	
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.		Std.-Abw.
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	0,00	5,00	10,00	10,92	17,00	30,00	7,85	37
	ja	1,00	4,00	7,50	12,35	16,00	69,00	14,55	26
Gesamt		0,00	4,00	9,00	11,51	16,00	69,00	11,03	63

Tab. 9: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“ (8)

		TG - 20 m							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	0,00	10,00	17,00	19,86	28,00	71,00	14,67	37
	ja	0,00	9,00	14,50	24,50	40,00	75,00	21,94	26
	Gesamt	0,00	9,00	15,00	21,78	30,00	75,00	18,01	63

		TG - 30 m							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	0,00	0,00	2,00	7,14	11,00	67,00	12,24	37
	ja	0,00	0,00	3,00	10,73	13,00	81,00	18,57	26
	Gesamt	0,00	0,00	2,00	8,62	11,00	81,00	15,14	63

		TG - 40 m							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	0,00	0,00	0,00	1,51	2,00	11,00	2,88	37
	ja	0,00	0,00	0,50	4,65	2,00	45,00	11,63	26
	Gesamt	0,00	0,00	0,00	2,81	2,00	45,00	7,86	63

		TG über 40 m							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	8,00	1,41	37
	ja	0,00	0,00	0,00	1,96	0,00	32,00	6,65	26
	Gesamt	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	32,00	4,41	63

Tab. 10: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“ (9)

	Größe Baseline							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	82,50	112,00	114,85	122,68	140,00	155,00	16,97	38
ja	89,00	111,50	116,75	125,39	141,80	161,50	20,68	26
Gesamt	82,50	111,75	115,15	123,78	140,00	161,50	18,46	64

	Größe aktuell							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	147,00	163,00	171,75	169,90	176,00	197,00	12,26	38
ja	140,00	160,00	173,75	168,55	178,00	185,00	11,91	26
Gesamt	140,00	160,00	173,00	169,35	177,65	197,00	12,04	64

	Delta Größe (aktuell minus Baseline)							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	13,00	25,00	51,50	47,22	61,20	102,50	22,15	38
ja	0,00	18,50	49,50	43,16	65,00	74,00	23,22	26
Gesamt	0,00	24,00	51,50	45,57	62,50	102,50	22,50	64

	Z-Wert Baseline							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	-1,84	-0,45	-0,01	-0,01	0,49	1,72	0,78	38
ja	-0,34	0,20	0,53	0,62	1,09	1,76	0,65	26
Gesamt	-1,84	-0,26	0,22	0,25	0,69	1,76	0,79	64

Tab. 11: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“ (10)

	Z-Wert aktuell							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	-1,53	0,04	0,44	0,57	1,17	2,83	0,92	38
ja	-1,36	-0,53	0,14	0,09	0,80	1,60	0,79	26
Gesamt	-1,53	-0,16	0,38	0,37	0,92	2,83	0,89	64

	Delta Z-Wert (aktuell minus Baseline)							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	0,00	0,16	0,43	0,58	0,80	2,54	0,54	38
ja	-1,33	-0,78	-0,59	-0,53	-0,16	-0,01	0,39	26
Gesamt	-1,33	-0,36	0,07	0,13	0,59	2,54	0,73	64

	Wachstumsperzentile Baseline							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	3,00	33,00	49,50	50,08	69,00	96,00	24,34	38
ja	37,00	58,00	70,00	69,50	86,00	96,00	19,64	26
Gesamt	3,00	40,00	58,50	57,97	75,50	96,00	24,36	64

	Wachstumsperzentile aktuell							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	6,00	52,00	67,00	66,24	88,00	100,00	23,85	38
ja	9,00	30,00	55,50	52,81	79,00	95,00	26,45	26
Gesamt	6,00	43,50	64,50	60,78	82,00	100,00	25,61	64

Tab. 12: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“ (11)

	Delta Wachstumspersentile (aktuell minus Baseline)							
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
nein	0,00	6,00	11,50	16,16	25,00	53,00	14,70	38
ja	-43,00	-26,00	-15,50	-16,69	-6,00	0,00	13,15	26
Gesamt	-43,00	-10,50	2,50	2,81	14,50	53,00	21,45	64

	Ratio nicht empfohlen/Gesamt							
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
nein	0,00	0,08	0,26	0,30	0,40	0,90	0,25	37
ja	0,00	0,00	0,22	0,26	0,40	0,68	0,23	26
Gesamt	0,00	0,06	0,25	0,28	0,40	0,90	0,24	63

	N2: Aktuell-Empfohlen*TG nicht empfohlen							
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
nein	0,00	583,00	1317,60	2867,72	4359,60	18430,50	3665,23	37
ja	0,00	0,00	1105,10	6278,55	4948,00	82900,80	16285,43	26
Gesamt	0,00	362,70	1122,10	4275,37	4909,50	82900,80	10844,69	63

Tab. 13: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“ (12)

	Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)					
	nein		ja		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
nein	22	57,9	17	65,4	39	60,9
ja	16	42,1	9	34,6	25	39,1
Gesamt	38	100,0	26	100,0	64	100,0

	Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)					
	nein		ja		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
nein	18	47,4	14	53,8	32	50,0
ja	20	52,6	12	46,2	32	50,0
Gesamt	38	100,0	26	100,0	64	100,0

	Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)					
	nein		ja		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
männlich	21	55,3	16	61,5	37	57,8
weiblich	17	44,7	10	38,5	27	42,2
Gesamt	38	100,0	26	100,0	64	100,0

Tab. 14: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“ (13)

	Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)							
	nein			ja			Gesamt	
	n	%	n	%	n	%		
nein	37	97,4	23	88,5	60	93,8		
ja	1	2,6	3	11,5	4	6,3		
Gesamt	38	100,0	26	100,0	64	100,0		
Vorerkrankung ja/nein								

	Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)							
	nein			ja			Gesamt	
	n	%	n	%	n	%		
keine	37	97,4	23	88,5	60	93,8		
Allergien	1	2,6	1	3,8	2	3,1		
ADHS	0	0,0	1	3,8	1	1,6		
allerg. Asthma, Neurodermitis	0	0,0	1	3,8	1	1,6		
Gesamt	38	100,0	26	100,0	64	100,0		
Vorerkrankung								

Tab. 15: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“ (1)

Deskriptive Analyse – Tabellen SG2
SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“

	Alter bei Tauchbeginn (Jahre)						n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	
nein	10,00	10,60	12,00	11,77	12,51	15,30	39
ja	4,05	7,00	7,90	7,66	8,60	9,90	25
Gesamt	4,05	8,35	10,40	10,17	12,10	15,30	64

	Alter bei Tauchende (Jahre)						n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	
nein	11,23	12,71	15,25	15,13	17,27	18,72	39
ja	9,37	13,24	15,00	14,59	16,30	18,40	25
Gesamt	9,37	12,85	15,00	14,92	16,94	18,72	64

	Intervall Baseline bis Datum Größe aktuell (Jahre)						n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	
nein	1,70	4,29	6,75	9,23	12,81	38,00	39
ja	2,84	8,57	9,92	11,33	12,54	25,00	25
Gesamt	1,70	4,99	9,32	10,05	12,74	38,00	64

	Intervall Baseline bis Tauchbeginn (Jahre)						n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	
nein	0,00	0,09	4,83	3,89	7,02	10,58	39
ja	0,00	0,74	1,90	2,19	3,17	5,79	25
Gesamt	0,00	0,22	2,34	3,23	5,62	10,58	64

Tab. 16: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“ (2)

		Intervall Tauchende bis Datum Größe aktuell (Jahre)							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
nein		0,00	0,00	0,00	1,98	1,56	31,49	5,41	39
ja		0,00	0,00	0,02	2,21	2,35	12,94	3,75	25
Gesamt		0,00	0,00	0,00	2,07	2,24	31,49	4,80	64

		Intervall Tauchbeginn bis Tauchende (Jahre)							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
nein		0,96	2,00	3,05	3,36	4,71	6,00	1,66	39
ja		2,17	5,00	7,00	6,93	8,00	12,00	2,75	25
Gesamt		0,96	2,31	4,39	4,75	6,33	12,00	2,76	64

		Alter bei Baseline (Jahre)							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
nein		1,42	5,15	6,53	7,88	10,75	13,72	3,39	39
ja		3,71	5,09	5,16	5,47	5,35	9,74	1,31	25
Gesamt		1,42	5,11	5,29	6,94	9,81	13,72	3,00	64

		Alter bei Datum Größe aktuell (Jahre)							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
nein		11,23	12,71	15,78	17,11	18,00	49,99	6,76	39
ja		9,37	14,35	16,13	16,80	17,82	29,00	4,91	25
Gesamt		9,37	13,54	15,96	16,99	17,99	49,99	6,07	64

Tab. 17: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“ (3)

		Tauchgänge							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	8,00	19,00	34,00	48,26	61,00	171,00	40,96	39
	ja	14,00	40,00	70,00	78,84	96,00	222,00	53,78	25
	Gesamt	8,00	26,50	47,00	60,20	75,50	222,00	48,37	64

		Tauchzeit (Mittelwert)							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	20,40	34,50	40,40	39,11	44,50	53,20	8,27	39
	ja	20,60	31,50	35,90	36,92	41,90	57,70	8,96	25
	Gesamt	20,40	31,95	38,50	38,25	44,15	57,70	8,54	64

		Tauchzeit SD							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	2,30	8,00	12,50	11,73	14,80	21,40	4,25	39
	ja	6,70	11,40	13,60	13,50	15,40	19,60	3,14	25
	Gesamt	2,30	10,00	12,75	12,42	15,30	21,40	3,93	64

		Tauchzeit Min.							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	2,00	14,00	15,00	17,99	20,00	35,00	7,65	39
	ja	1,50	8,00	10,00	11,30	15,00	20,00	5,34	25
	Gesamt	1,50	10,00	15,00	15,38	20,00	35,00	7,55	64

Tab. 18: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“ (4)

		Tauchzeit Max.							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	25,00	55,00	63,50	65,55	73,00	120,00	19,51	39
	ja	45,00	60,00	67,00	70,64	80,00	110,00	15,94	25
Gesamt		25,00	57,50	64,50	67,54	76,50	120,00	18,24	64

		Tauchzeit Range							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	5,00	30,00	48,00	47,56	56,00	111,00	22,06	39
	ja	30,00	48,00	60,00	59,34	66,00	90,00	15,84	25
Gesamt		5,00	40,00	51,50	52,16	63,50	111,00	20,56	64

		Tauchzeit Gesamt							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	185,00	757,00	1174,00	1906,67	2516,20	7726,00	1724,48	39
	ja	489,00	1441,00	2262,00	3068,02	3288,00	9864,00	2795,19	25
Gesamt		185,00	815,00	1641,50	2360,33	2724,50	9864,00	2257,50	64

		Tiefe (Mittelwert)							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	5,10	9,10	11,40	12,33	15,30	25,90	4,49	39
	ja	5,10	9,00	11,40	12,28	15,80	26,80	5,22	25
Gesamt		5,10	9,10	11,40	12,31	15,30	26,80	4,75	64

Tab. 19: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“ (5)

		Tiefe SD							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	0,90	3,30	5,20	5,25	7,20	11,10	2,47	39
	ja	1,40	3,90	5,80	6,51	7,80	15,90	3,39	25
	Gesamt	0,90	3,35	5,50	5,74	7,20	15,90	2,90	64

		Tiefe Min.							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	1,90	3,40	4,00	4,33	5,50	8,40	1,49	39
	ja	0,50	1,50	2,00	2,30	3,00	5,00	1,09	25
	Gesamt	0,50	2,00	3,50	3,54	4,25	8,40	1,67	64

		Tiefe Max.							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	6,50	16,20	25,00	26,62	36,20	60,00	12,56	39
	ja	9,30	18,50	26,00	28,21	36,00	61,00	13,39	25
	Gesamt	6,50	17,65	26,00	27,24	36,10	61,00	12,81	64

		Tiefe Range							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	3,10	12,00	22,00	22,29	33,80	56,00	12,50	39
	ja	6,50	14,50	23,40	25,91	35,00	56,00	13,33	25
	Gesamt	3,10	12,55	23,05	23,70	34,00	56,00	12,85	64

Tab. 20: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“ (6)

		N2-Belastung (Mittelwert)							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	112,90	357,30	552,90	523,95	688,70	1255,20	248,30	39
	ja	179,40	277,60	417,20	531,34	717,00	1700,70	351,18	25
	Gesamt	112,90	301,35	466,90	526,84	693,85	1700,70	290,15	64

		N2-Belastung SD							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	32,90	194,70	288,20	294,75	395,10	777,30	153,93	39
	ja	102,40	181,00	350,80	380,96	473,00	1280,10	250,47	25
	Gesamt	32,90	189,60	311,40	328,43	410,75	1280,10	199,97	64

		N2-Belastung Min.							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	4,00	52,00	88,20	104,44	133,00	349,60	73,35	39
	ja	3,00	20,00	30,00	37,07	55,00	80,00	23,74	25
	Gesamt	3,00	33,00	63,00	78,12	103,00	349,60	67,51	64

		N2-Belastung Max.							
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	195,00	816,20	1170,00	1389,15	1900,00	4750,00	901,62	39
	ja	416,00	882,00	1288,00	1617,62	2030,00	4860,00	1105,30	25
	Gesamt	195,00	817,60	1248,00	1478,40	1939,00	4860,00	984,05	64

Tab. 21: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“ (7)

		N2-Belastung Range							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	120,00	642,40	1037,00	1284,71	1805,00	4630,00	908,86	39
	ja	387,50	846,00	1258,00	1580,55	1997,70	4805,00	1109,48	25
	Gesamt	120,00	676,10	1169,00	1400,28	1842,00	4805,00	994,15	64

		N2 Gesamtbelastung (Mittelwert * Tauchgänge)							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	1107,20	8404,00	17865,00	29559,41	38999,20	200832,00	36985,92	39
	ja	2511,60	15259,80	31284,00	52761,23	54315,00	302724,60	70503,10	25
	Gesamt	1107,20	9332,40	21109,00	38622,62	45312,35	302724,60	53374,98	64

		TG unter 7 m							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	0,00	2,00	6,00	9,41	15,00	51,00	10,54	39
	ja	4,00	11,00	18,00	19,00	22,00	44,00	11,66	24
	Gesamt	0,00	4,00	11,00	13,06	19,00	51,00	11,86	63

		TG - 10 m							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	0,00	3,00	7,00	9,44	11,00	69,00	11,74	39
	ja	1,00	8,00	14,00	14,88	20,00	34,00	9,01	24
	Gesamt	0,00	4,00	9,00	11,51	16,00	69,00	11,03	63

Tab. 22: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“ (8)

		TG - 20 m							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein		0,00	9,00	14,00	19,33	30,00	55,00	15,38	39
ja		0,00	13,50	18,50	25,75	36,00	75,00	21,37	24
Gesamt		0,00	9,00	15,00	21,78	30,00	75,00	18,01	63

		TG - 30 m							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein		0,00	0,00	2,00	6,56	10,00	45,00	10,56	39
ja		0,00	0,00	6,50	11,96	11,00	81,00	20,37	24
Gesamt		0,00	0,00	2,00	8,62	11,00	81,00	15,14	63

		TG - 40 m							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein		0,00	0,00	0,00	2,33	2,00	45,00	7,39	39
ja		0,00	0,00	0,00	3,58	3,50	41,00	8,68	24
Gesamt		0,00	0,00	0,00	2,81	2,00	45,00	7,86	63

		TG über 40 m							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein		0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	13,00	2,15	39
ja		0,00	0,00	0,00	1,88	0,50	32,00	6,63	24
Gesamt		0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	32,00	4,41	63

Tab. 23: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“ (9)

	Größe Baseline							
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
nein	82,50	112,00	123,00	128,88	150,00	161,50	21,07	39
ja	103,00	111,00	113,80	115,82	119,50	140,00	9,12	25
Gesamt	82,50	111,75	115,15	123,78	140,00	161,50	18,46	64

	Größe aktuell							
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
nein	150,00	160,00	168,00	168,90	178,50	197,00	11,69	39
ja	140,00	168,00	174,00	170,06	176,00	195,00	12,79	25
Gesamt	140,00	160,00	173,00	169,35	177,65	197,00	12,04	64

	Delta Größe (aktuell minus Baseline)							
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
nein	0,00	18,50	38,00	40,02	60,50	102,50	24,16	39
ja	17,00	50,00	60,00	54,24	66,00	75,00	16,60	25
Gesamt	0,00	24,00	51,50	45,57	62,50	102,50	22,50	64

	Z-Wert Baseline							
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	n (gültig)
nein	-1,58	-0,30	0,20	0,14	0,59	1,55	0,68	39
ja	-1,84	-0,17	0,48	0,41	1,03	1,76	0,93	25
Gesamt	-1,84	-0,26	0,22	0,25	0,69	1,76	0,79	64

Tab. 24: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“ (10)

		Z-Wert aktuell							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein		-1,53	-0,17	0,29	0,30	0,76	2,83	0,85	39
ja		-1,36	-0,07	0,51	0,49	1,29	2,50	0,96	25
Gesamt		-1,53	-0,16	0,38	0,37	0,92	2,83	0,89	64

		Delta Z-Wert (aktuell minus Baseline)							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein		-1,15	-0,36	0,06	0,15	0,61	2,54	0,75	39
ja		-1,33	-0,04	0,14	0,08	0,56	1,39	0,71	25
Gesamt		-1,33	-0,36	0,07	0,13	0,59	2,54	0,73	64

		Wachstumsperzentile Baseline							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein		6,00	38,00	58,00	54,92	72,00	94,00	22,33	39
ja		3,00	43,00	68,00	62,72	85,00	96,00	27,01	25
Gesamt		3,00	40,00	58,50	57,97	75,50	96,00	24,36	64

		Wachstumsperzentile aktuell							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein		6,00	43,00	61,00	58,38	78,00	100,00	24,14	39
ja		9,00	47,00	69,00	64,52	90,00	99,00	27,85	25
Gesamt		6,00	43,50	64,50	60,78	82,00	100,00	25,61	64

Tab. 25: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“ (11)

	Delta Wachstumsperzentile (aktuell minus Baseline)							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	-43,00	-13,00	2,00	3,46	15,00	53,00	22,28	39
ja	-42,00	-1,00	3,00	1,80	13,00	39,00	20,48	25
Gesamt	-43,00	-10,50	2,50	2,81	14,50	53,00	21,45	64

	Ratio nicht empfohlen/Gesamt							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	0,00	0,00	0,12	0,22	0,38	0,90	0,25	39
ja	0,09	0,25	0,37	0,38	0,51	0,86	0,19	24
Gesamt	0,00	0,06	0,25	0,28	0,40	0,90	0,24	63

	N2: Aktuell-Empfohlen*TG nicht empfohlen							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	0,00	0,00	799,80	2002,34	2347,80	13324,00	3174,25	39
ja	327,60	885,00	2846,00	7969,03	7811,35	82900,80	16654,85	24
Gesamt	0,00	362,70	1122,10	4275,37	4909,50	82900,80	10844,69	63

Tab. 26: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“ (12)

	Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre					
	nein		ja		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
nein	22	56,4	16	64,0	38	59,4
ja	17	43,6	9	36,0	26	40,6
Gesamt	39	100,0	25	100,0	64	100,0
Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)						

	Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre					
	nein		ja		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
nein	23	59,0	9	36,0	32	50,0
ja	16	41,0	16	64,0	32	50,0
Gesamt	39	100,0	25	100,0	64	100,0
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)						

	Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre					
	nein		ja		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
männlich	22	56,4	15	60,0	37	57,8
weiblich	17	43,6	10	40,0	27	42,2
Gesamt	39	100,0	25	100,0	64	100,0
Geschlecht						

Tab. 27: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“ (13)

	Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre					
	nein		ja		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
nein	36	92,3	24	96,0	60	93,8
ja	3	7,7	1	4,0	4	6,3
Gesamt	39	100,0	25	100,0	64	100,0

Vorerkrankung	Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre					
	nein		ja		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
keine	36	92,3	24	96,0	60	93,8
Allergien	1	2,6	1	4,0	2	3,1
ADHS	1	2,6	0	0,0	1	1,6
allerg. Asthma, Neurodermitis	1	2,6	0	0,0	1	1,6
Gesamt	39	100,0	25	100,0	64	100,0

Tab. 28: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median = 21109) nein/ja“ (1)

Deskriptive Analyse – Tabellen SG3
SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109) nein/ja“

		Alter bei Tauchbeginn (Jahre)							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	4,05	9,33	10,50	10,23	12,00	15,30	2,40	32
	ja	5,30	8,00	10,05	10,10	12,32	14,00	2,55	32
Gesamt		4,05	8,35	10,40	10,17	12,10	15,30	2,46	64

		Alter bei Tauchende (Jahre)							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	9,37	11,93	13,63	13,50	14,83	18,30	2,14	32
	ja	11,76	15,13	16,50	16,34	17,80	18,72	1,76	32
Gesamt		9,37	12,85	15,00	14,92	16,94	18,72	2,41	64

		Intervall Baseline bis Datum Größe aktuell (Jahre)							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	1,70	3,09	6,45	7,72	10,06	22,94	5,43	32
	ja	2,30	8,04	11,46	12,38	15,75	38,00	6,90	32
Gesamt		1,70	4,99	9,32	10,05	12,74	38,00	6,59	64

		Intervall Baseline bis Tauchbeginn (Jahre)							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	0,00	0,16	1,60	3,15	5,72	10,18	3,38	32
	ja	0,00	1,22	2,64	3,30	5,62	10,58	2,93	32
Gesamt		0,00	0,22	2,34	3,23	5,62	10,58	3,14	64

Tab. 29: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median = 21109) nein/ja“ (2)

	Intervall Tauchende bis Datum Größe aktuell (Jahre)							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	0,00	0,00	0,00	1,30	1,08	12,94	3,01	32
ja	0,00	0,00	0,10	2,84	3,69	31,49	6,04	32
Gesamt	0,00	0,00	0,00	2,07	2,24	31,49	4,80	64

	Intervall Tauchbeginn bis Tauchende (Jahre)							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	0,96	1,74	2,45	3,27	4,50	10,00	2,20	32
ja	2,21	4,23	6,00	6,24	7,71	12,00	2,46	32
Gesamt	0,96	2,31	4,39	4,75	6,33	12,00	2,76	64

	Alter bei Baseline (Jahre)							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	2,00	5,10	5,28	7,09	9,94	12,63	2,96	32
ja	1,42	5,13	5,31	6,80	9,75	13,72	3,08	32
Gesamt	1,42	5,11	5,29	6,94	9,81	13,72	3,00	64

	Alter bei Datum Größe aktuell (Jahre)							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	9,37	11,93	14,18	14,80	16,59	26,98	4,15	32
ja	11,76	15,52	17,30	19,18	21,23	49,99	6,91	32
Gesamt	9,37	13,54	15,96	16,99	17,99	49,99	6,07	64

Tab. 30: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median = 21109) nein/ja“ (3)

	Tauchgänge							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	8,00	16,00	26,50	27,88	35,00	70,00	14,83	32
ja	31,00	59,00	75,50	92,53	111,50	222,00	48,76	32
Gesamt	8,00	26,50	47,00	60,20	75,50	222,00	48,37	64

	Tauchzeit (Mittelwert)							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	20,40	29,00	36,20	35,63	42,05	53,00	8,86	32
ja	24,10	35,80	41,25	40,88	45,10	57,70	7,45	32
Gesamt	20,40	31,95	38,50	38,25	44,15	57,70	8,54	64

	Tauchzeit SD							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	2,30	7,55	11,45	10,77	13,00	18,90	3,86	32
ja	6,70	11,70	14,00	14,07	15,60	21,40	3,28	32
Gesamt	2,30	10,00	12,75	12,42	15,30	21,40	3,93	64

	Tauchzeit Min.							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	5,00	13,00	15,00	18,31	21,00	35,00	7,86	32
ja	1,50	9,50	12,75	12,44	15,50	27,00	6,01	32
Gesamt	1,50	10,00	15,00	15,38	20,00	35,00	7,55	64

Tab. 31: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median = 21109) nein/ja“ (4)

	Tauchzeit Max.						n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	
nein	25,00	53,50	59,00	58,63	64,50	90,00	32
ja	52,00	64,25	71,50	76,45	81,00	120,00	32
Gesamt	25,00	57,50	64,50	67,54	76,50	120,00	64

	Tauchzeit Range						n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	
nein	5,00	28,00	42,00	40,31	50,00	75,00	32
ja	33,00	52,50	61,50	64,02	72,00	111,00	32
Gesamt	5,00	40,00	51,50	52,16	63,50	111,00	64

	Tauchzeit Gesamt						n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	
nein	185,00	662,50	815,00	921,63	1184,50	1695,00	32
ja	1171,00	2255,50	2724,50	3799,03	4618,05	9864,00	32
Gesamt	185,00	815,00	1641,50	2360,33	2724,50	9864,00	64

	Tiefe (Mittelwert)						n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	
nein	5,10	7,10	9,30	9,73	11,70	16,40	32
ja	9,10	11,10	14,00	14,89	17,75	26,80	32
Gesamt	5,10	9,10	11,40	12,31	15,30	26,80	64

Tab. 32: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median = 21109) nein/ja“ (5)

		Tiefe SD							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	0,90	2,85	3,35	3,96	5,30	7,80	1,85	32
	ja	3,50	5,60	7,10	7,53	8,60	15,90	2,67	32
Gesamt		0,90	3,35	5,50	5,74	7,20	15,90	2,90	64

		Tiefe Min.							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	1,00	2,30	3,40	3,61	4,25	8,40	1,75	32
	ja	0,50	2,00	3,60	3,47	4,60	6,00	1,61	32
Gesamt		0,50	2,00	3,50	3,54	4,25	8,40	1,67	64

		Tiefe Max.							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	6,50	12,15	17,90	19,08	25,75	38,00	8,30	32
	ja	17,50	26,00	35,50	35,41	42,45	61,00	11,26	32
Gesamt		6,50	17,65	26,00	27,24	36,10	61,00	12,81	64

		Tiefe Range							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	3,10	9,30	12,55	15,47	22,85	34,00	8,36	32
	ja	13,00	23,05	33,50	31,94	39,05	56,00	11,21	32
Gesamt		3,10	12,55	23,05	23,70	34,00	56,00	12,85	64

Tab. 33: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median = 21109) nein/ja“ (6)

		N2-Belastung (Mittelwert)							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	112,90	235,60	319,40	380,73	566,00	748,80	191,83	32
	ja	321,20	426,50	669,15	672,94	767,35	1700,70	300,36	32
	Gesamt	112,90	301,35	466,90	526,84	693,85	1700,70	290,15	64

		N2-Belastung SD							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	32,90	130,70	198,00	206,65	281,45	433,60	101,16	32
	ja	170,40	333,35	397,00	450,21	522,60	1280,10	201,04	32
	Gesamt	32,90	189,60	311,40	328,43	410,75	1280,10	199,97	64

		N2-Belastung Min.							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	5,00	41,40	64,00	93,17	141,50	349,60	81,78	32
	ja	3,00	24,75	60,50	63,07	89,10	180,00	45,89	32
	Gesamt	3,00	33,00	63,00	78,12	103,00	349,60	67,51	64

		N2-Belastung Max.							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	195,00	573,40	834,50	863,16	1122,75	1900,00	427,23	32
	ja	800,00	1309,05	1939,00	2093,63	2342,50	4860,00	1001,99	32
	Gesamt	195,00	817,60	1248,00	1478,40	1939,00	4860,00	984,05	64

Tab. 34: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median = 21109) nein/ja“ (7)

		N2-Belastung Range							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein		120,00	513,65	676,10	769,99	999,30	1809,00	418,31	32
ja		725,00	1277,00	1840,00	2030,56	2273,65	4805,00	1006,69	32
Gesamt		120,00	676,10	1169,00	1400,28	1842,00	4805,00	994,15	64
		N2 Gesamtbelastung (Mittelwert * Tauchgänge)							
nein		1107,20	6954,00	9332,40	10199,27	12727,90	20846,00	5725,36	32
ja		21372,00	28358,70	45312,35	67045,98	71590,05	302724,60	63945,29	32
Gesamt		1107,20	9332,40	21109,00	38622,62	45312,35	302724,60	53374,98	64
		TG unter 7 m							
nein		0,00	3,00	7,50	9,63	16,00	29,00	7,75	32
ja		1,00	4,00	13,00	16,61	23,00	51,00	14,24	31
Gesamt		0,00	4,00	11,00	13,06	19,00	51,00	11,86	63
		TG - 10 m							
nein		0,00	2,00	5,00	7,09	11,00	20,00	6,19	32
ja		2,00	8,00	13,00	16,06	22,00	69,00	13,02	31
Gesamt		0,00	4,00	9,00	11,51	16,00	69,00	11,03	63

Tab. 35: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median = 21109) nein/ja“ (8)

		TG - 20 m							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	0,00	5,00	9,00	9,38	13,50	23,00	6,29	32
	ja	11,00	21,00	30,00	34,58	41,00	75,00	17,20	31
	Gesamt	0,00	9,00	15,00	21,78	30,00	75,00	18,01	63

		TG - 30 m							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	0,00	0,00	0,00	1,13	2,00	11,00	2,38	32
	ja	0,00	6,00	11,00	16,35	20,00	81,00	18,60	31
	Gesamt	0,00	0,00	2,00	8,62	11,00	81,00	15,14	63

		TG - 40 m							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	1,00	0,37	32
	ja	0,00	0,00	2,00	5,55	5,00	45,00	10,60	31
	Gesamt	0,00	0,00	0,00	2,81	2,00	45,00	7,86	63

		TG über 40 m							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32
	ja	0,00	0,00	0,00	2,26	2,00	32,00	6,13	31
	Gesamt	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	32,00	4,41	63

Tab. 36: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median = 21109) nein/ja“ (9)

		Größe Baseline							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	89,00	112,00	117,25	125,02	140,00	161,50	18,50	32
	ja	82,50	111,25	115,15	122,54	139,50	160,00	18,62	32
	Gesamt	82,50	111,75	115,15	123,78	140,00	161,50	18,46	64

		Größe aktuell							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	140,00	153,75	165,75	166,27	177,65	197,00	13,86	32
	ja	149,00	168,00	174,00	172,44	177,50	188,00	9,12	32
	Gesamt	140,00	160,00	173,00	169,35	177,65	197,00	12,04	64

		Delta Größe (aktuell minus Baseline)							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	10,70	21,00	39,50	41,25	59,90	82,30	21,03	32
	ja	0,00	29,50	58,00	49,89	65,85	102,50	23,40	32
	Gesamt	0,00	24,00	51,50	45,57	62,50	102,50	22,50	64

		Z-Wert Baseline							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	-1,45	-0,19	0,27	0,30	0,63	1,76	0,67	32
	ja	-1,84	-0,38	0,13	0,19	0,92	1,70	0,90	32
	Gesamt	-1,84	-0,26	0,22	0,25	0,69	1,76	0,79	64

Tab. 37: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median = 21109) nein/ja“ (10)

		Z-Wert aktuell							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	-1,31	-0,10	0,39	0,44	0,83	2,83	0,88	32
	ja	-1,53	-0,26	0,27	0,31	1,03	2,25	0,92	32
	Gesamt	-1,53	-0,16	0,38	0,37	0,92	2,83	0,89	64

		Delta Z-Wert (aktuell minus Baseline)							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	-0,96	-0,28	0,07	0,14	0,41	2,54	0,74	32
	ja	-1,33	-0,57	0,11	0,12	0,66	1,39	0,73	32
	Gesamt	-1,33	-0,36	0,07	0,13	0,59	2,54	0,73	64

		Wachstumsperzentile Baseline							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	7,00	42,50	60,50	59,94	73,50	96,00	21,12	32
	ja	3,00	35,50	55,00	56,00	82,00	96,00	27,42	32
	Gesamt	3,00	40,00	58,50	57,97	75,50	96,00	24,36	64

		Wachstumsperzentile aktuell							n (gültig)
		Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	10,00	46,00	65,00	62,53	80,00	100,00	23,55	32
	ja	6,00	40,00	60,50	59,03	84,50	99,00	27,79	32
	Gesamt	6,00	43,50	64,50	60,78	82,00	100,00	25,61	64

Tab. 38: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median = 21109) nein/ja“ (11)

	Delta Wachstumsperzentile (aktuell minus Baseline)							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	-30,00	-10,50	2,50	2,59	11,50	53,00	20,34	32
ja	-43,00	-10,50	4,00	3,03	18,00	43,00	22,82	32
Gesamt	-43,00	-10,50	2,50	2,81	14,50	53,00	21,45	64

	Ratio nicht empfohlen/Gesamt							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	0,00	0,07	0,33	0,31	0,48	0,90	0,25	32
ja	0,00	0,06	0,23	0,25	0,38	0,86	0,23	31
Gesamt	0,00	0,06	0,25	0,28	0,40	0,90	0,24	63

	N2-Aktuell-Empfohlen*TG nicht empfohlen							n (gültig)
	Min.	25%-Perz.	Median	MW	75%-Perz.	Max.	Std.-Abw.	
nein	0,00	178,30	1024,30	1535,13	2288,25	5799,80	1699,10	32
ja	0,00	556,60	2347,80	7103,99	7923,90	82900,80	14959,77	31
Gesamt	0,00	362,70	1122,10	4275,37	4909,50	82900,80	10844,69	63

Tab. 39: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median = 21109) nein/ja“ (12)

	N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)					
	nein		ja		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
nein	18	56,3	20	62,5	38	59,4
ja	14	43,8	12	37,5	26	40,6
Gesamt	32	100,0	32	100,0	64	100,0

	N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)					
	nein		ja		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
nein	23	71,9	16	50,0	39	60,9
ja	9	28,1	16	50,0	25	39,1
Gesamt	32	100,0	32	100,0	64	100,0

	N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)					
	nein		ja		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
männlich	18	56,3	19	59,4	37	57,8
weiblich	14	43,8	13	40,6	27	42,2
Gesamt	32	100,0	32	100,0	64	100,0

Tab. 40: Deskriptive Analyse – Tabellen: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median = 21109) nein/ja“ (13)

		N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)									
		nein				ja				Gesamt	
		n	%	n	%	n	%	n	%		
Vorerkrankung ja/nein	nein	30	93,8	30	93,8	60	93,8				
	ja	2	6,3	2	6,3	4	6,3				
	Gesamt	32	100,0	32	100,0	64	100,0				

		N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)									
		nein				ja				Gesamt	
		n	%	n	%	n	%	n	%		
Vorerkrankung	keine	30	93,8	30	93,8	60	93,8				
	Allergien	2	6,3	0	0,0	2	3,1				
	ADHS	0	0,0	1	3,1	1	1,6				
	allerg. Asthma, Neurodermitis	0	0,0	1	3,1	1	1,6				
	Gesamt	32	100,0	32	100,0	64	100,0				

Tab. 41: Statistische Analyse – 95 %-Konfidenzintervalle: Gesamt

**Statistische Analyse
95%-Konfidenzintervalle**

Gesamt

Variable	MW	95%-CIs		Normalverteilung	
		Untergrenze	Obergrenze		
Delta Z-Wert (aktuell minus Baseline)	gesamt	0,13	-0,05	0,31	ja

Variable	MW	95%-CIs		Normalverteilung	
		Untergrenze	Obergrenze		
Delta Wachstumsperzentile (aktuell minus Baseline)	gesamt	2,81	-2,54	8,17	ja

Konfidenzintervalle für die Mediane

Variable	Median	95%-CIs		Normalverteilung	
		Untergrenze	Obergrenze		
Delta Z-Wert (aktuell minus Baseline)	gesamt	0,07	-0,026	0,302	ja

Variable	Median	95%-CIs		Normalverteilung	
		Untergrenze	Obergrenze		
Delta Wachstumsperzentile (aktuell minus Baseline)	gesamt	2,50	-0,311	7,00	ja

Anmerkung: Überprüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test mit Lilliefors-Signifikanzkorrektur alpha = 10%

Tab. 42: Statistische Analyse – 95 %-Konfidenzintervalle: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“

SG1

Variable		Subgruppe	Kategorie	MW	95%-CIs		Normalverteilung
					Untergrenze	Obergrenze	
Delta Z-Wert (aktuell minus Baseline)		Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	0,58	0,40	0,75	nein
			ja	-0,53	-0,68	-0,37	ja
Variable		Subgruppe	Kategorie	MW	95%-CIs		Normalverteilung
					Untergrenze	Obergrenze	
Delta Wachstumsperzentile (aktuell minus Baseline)		Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	16,16	11,33	20,99	nein
			ja	-16,69	-22,00	-11,38	ja

Konfidenzintervalle für die Mediane

Variable		Subgruppe	Kategorie	Median	95%-CIs		Normalverteilung
					Untergrenze	Obergrenze	
Delta Z-Wert (aktuell minus Baseline)		Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	0,43	0,250	0,690	nein
			ja	-0,59	-0,707	-0,201	ja
Variable		Subgruppe	Kategorie	Median	95%-CIs		Normalverteilung
					Untergrenze	Obergrenze	
Delta Wachstumsperzentile (aktuell minus Baseline)		Delta Z-Wert < 0 (aktuell minus Baseline)	nein	11,50	6,497	17,000	nein
			ja	-15,50	-22,707	-7,549	ja

Anmerkung: Überprüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test mit Lilliefors-Signifikanzkorrektur alpha = 10%

Tab. 43: Statistische Analyse – 95 %-Konfidenzintervalle: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“

SG2

SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“

Variable	Subgruppe	Kategorie	MW	95%-CIs		Normalverteilung
				Untergrenze	Obergrenze	
Delta Z-Wert (aktuell minus Baseline)	Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	0,15	-0,09	0,40	ja
		ja	0,08	-0,21	0,38	nein
Variable	Subgruppe	Kategorie	MW	95%-CIs		Normalverteilung
Delta Wachstumsperzentile (aktuell minus Baseline)	Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	3,46	-3,76	10,68	ja
		ja	1,80	-6,65	10,25	nein

Konfidenzintervalle für die Mediane

SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“

Variable	Subgruppe	Kategorie	Median	95%-CIs		Normalverteilung
				Untergrenze	Obergrenze	
Delta Z-Wert (aktuell minus Baseline)	Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	0,06	-0,162	0,373	ja
		ja	0,14	-0,019	0,478	nein
Variable	Subgruppe	Kategorie	Median	95%-CIs		Normalverteilung
Delta Wachstumsperzentile (aktuell minus Baseline)	Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre	nein	2,00	-6,083	9,165	ja
		ja	3,00	0,000	9,560	nein

Anmerkung: Überprüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test mit Lilliefors-Signifikanzkorrektur alpha = 10%

Tab. 44: Statistische Analyse – 95 %-Konfidenzintervalle: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median nein/ja“

SG3

SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109) nein/ja“

Variable	Subgruppe	Kategorie	MW	95%-Cis		Normalverteilung
				Untergrenze	Obergrenze	
Delta Z-Wert (aktuell minus Baseline)	N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	0,14	-0,13	0,40	nein
		ja	0,12	-0,14	0,38	ja
Variable	Subgruppe	Kategorie	MW	95%-Cis		Normalverteilung
				Untergrenze	Obergrenze	
Delta Wachstumsperzentile (aktuell minus Baseline)	N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	2,59	-4,74	9,93	ja
		ja	3,03	-5,20	11,26	ja

Konfidenzintervalle für die Mediane

SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109) nein/ja“

Variable	Subgruppe	Kategorie	Median	95%-Cis		Normalverteilung
				Untergrenze	Obergrenze	
Delta Z-Wert (aktuell minus Baseline)	N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	0,07	-0,150	0,290	nein
		ja	0,11	-0,040	0,560	ja
Variable	Subgruppe	Kategorie	Median	95%-Cis		Normalverteilung
				Untergrenze	Obergrenze	
Delta Wachstumsperzentile (aktuell minus Baseline)	N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)	nein	2,50	-3,007	7,002	ja
		ja	4,00	-1,014	14,002	ja

Anmerkung: Überprüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test mit Lilliefors-Signifikanzkorrektur alpha = 10%

Statistische Analyse

Hypothesentestung

Test auf Nichtunterlegenheit: „Z-Wert aktuell“ vs. „Baseline“

(H1-Hypothese: „Der Z-Wert ist aktuell nicht niedriger als zu Baseline“)

Zur Überprüfung der Hypothesen wird ein einseitiges 95%-Konfidenzintervall (entspricht einem zweiseitigen 90%-Konfidenzintervall) der mittleren Differenz von „Z-Wert aktuell“ minus „Baseline“ betrachtet.

Unter der Annahme der Gleichheit der Z-Werte zu den beiden Zeitpunkten wäre die mittlere Differenz 0, im Falle höherer Z-Werte zum Zeitpunkt „aktuell“ wäre die Differenz größer 0 bzw. im Falle niedrigerer Z-Werte zum Zeitpunkt „aktuell“ wäre die Differenz kleiner 0.

Zum Test auf Nicht-Unterlegenheit („Der Z-Wert ist aktuell nicht niedriger als zu Baseline“) wird von einer Nicht-Unterlegenheitsschranke von $-0,025$ ausgegangen.

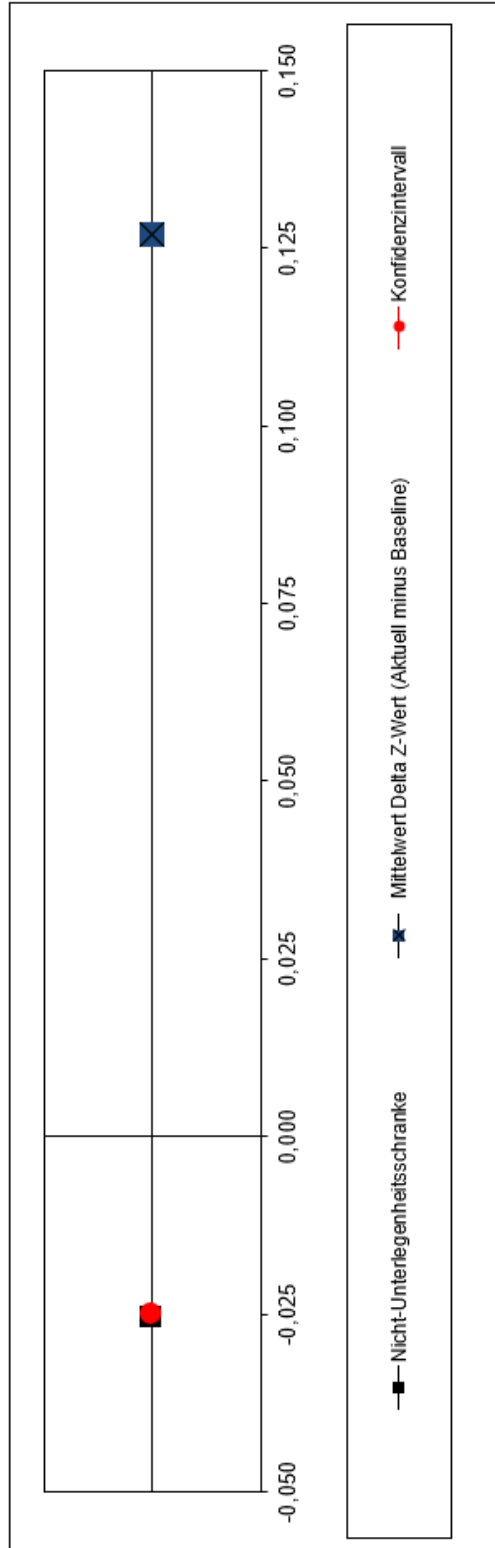
H₀-Hypothese: $(Z\text{-Wert}_{\text{Aktuell}} \text{ minus } Z\text{-Wert}_{\text{Baseline}}) < -0,025$

H₁-Hypothese: $(Z\text{-Wert}_{\text{Aktuell}} \text{ minus } Z\text{-Wert}_{\text{Baseline}}) \geq -0,025$

Abb. 5: Statistische Analyse – Hypothesentestung (2)

Delta Z-Wert (Aktuell minus Baseline)¹: Mittelwert = 0,127

einseitiges 95%-Konfidenzintervall: -0,0246 bis ∞
 (zweiseitiges 90%-Konfidenzintervall: -0,0246 bis 0,2790)



Die Untergrenze des Konfidenzintervalls liegt knapp über der Nicht-Unterlegenheitsschranke (-0,0246 > -0,025; $p = 0,0495985$) somit kann von einer Nicht-Unterlegenheit ausgegangen werden.
 Eine Überlegenheit zeigt sich nicht ($p=0,084$).

¹ Normalverteilung vorhanden; Überprüfung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test mit Lilliefors-Signifikanzkorrektur alpha = 10%

Tab. 45: Statistische Analyse – Subgruppenvergleiche: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“ (1)

Statistische Analyse
Subgruppenvergleiche SG1
 SG1 „Delta Z-Wert < 0 nein/ja“

Parameter	Test	p-Wert
Alter bei Tauchbeginn (Jahre)	t-Test	0,155
Alter bei Tauchende (Jahre)	MWU	0,461
Intervall Baseline bis Datum Größe aktuell (Jahre)	t-Test	0,260
Intervall Baseline bis Tauchbeginn (Jahre)	MWU	0,319
Intervall Tauchende bis Datum Größe aktuell (Jahre)	MWU	0,846
Intervall Tauchbeginn bis Tauchende (Jahre)	t-Test	0,511
Alter bei Baseline (Jahre)	MWU	0,346
Alter bei Datum Größe aktuell (Jahre)	MWU	0,711
Tauchgänge	MWU	0,992
Tauchzeit (Mittelwert)	t-Test	0,171
Tauchzeit SD	MWU	0,997
Tauchzeit Min.	MWU	0,417
Tauchzeit Max.	MWU	0,561
Tauchzeit Range	MWU	0,804
Tauchzeit Gesamt	MWU	0,905
Tiefe (Mittelwert)	MWU	0,589
Tiefe SD	t-Test	0,940
Tiefe Min.	t-Test	0,251
Tiefe Max.	MWU	0,686
Tiefe Range	t-Test	0,926
N2-Belastung (Mittelwert)	MWU	0,630
N2-Belastung SD	MWU	0,823
N2-Belastung Min.	MWU	0,147
N2-Belastung Max.	MWU	0,833
N2-Belastung Range	MWU	0,823
N2 Gesamtbelastung (Mittelwert * Tauchgänge)	MWU	0,973
TG unter 7 m	MWU	0,406
TG - 10 m	MWU	0,700

Tab. 46: Statistische Analyse – Subgruppenvergleiche: SG1 „ΔZ-Wert < 0 nein/ja“ (2)

Parameter	Test	p-Wert
TG - 20 m	MWU	0,881
TG - 30 m	MWU	0,888
TG - 40 m	MWU	0,262
TG über 40 m	MWU	0,857
Größe Baseline	MWU	0,512
Größe aktuell	MWU	0,986
Delta Größe (aktuell minus Baseline)	MWU	0,652
Z-Wert Baseline	t-Test	0,001**
Z-Wert aktuell	t-Test	0,035*
Delta Z-Wert (aktuell minus Baseline)	MWU	<0,001**
Wachstumsperzentile Baseline	t-Test	0,001**
Wachstumsperzentile aktuell	t-Test	0,038*
Delta Wachstumsperzentile (aktuell minus Baseline)	MWU	<0,001**
Geschlecht	Fisher	0,797
Ratio nicht empfohlen/Gesamt	t-Test	0,501
N2:Aktuell-Empfohlen*TG nicht empfohlen	MWU	0,744

* ... p < 0,05
 ** ... p < 0,01

t-Test ... unverbundener Zweistichproben t-Test Varianzanalyse (Überprüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test mit Lilliefors-Signifikanzkorrektur alpha = 10%, Überprüfung auf Varianzhomogenität mittels Levene-Test)
 MWU ... exakter Mann-Whitney-U-Test
 Fisher ... Fisher's Exakter Test

Tab. 47: Statistische Analyse – Subgruppenvergleiche: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“ (1)

Statistische Analyse
Subgruppenvergleiche SG2
 SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“

Parameter	Test	p-Wert
Alter bei Tauchbeginn (Jahre)	MWU	<0,001**
Alter bei Tauchende (Jahre)	t-Test	0,382
Intervall Baseline bis Datum Größe aktuell (Jahre)	MWU	0,095
Intervall Baseline bis Tauchbeginn (Jahre)	MWU	0,309
Intervall Tauchende bis Datum Größe aktuell (Jahre)	MWU	0,210
Intervall Tauchbeginn bis Tauchende (Jahre)	T-Test	<0,001**
Alter bei Baseline (Jahre)	MWU	0,005**
Alter bei Datum Größe aktuell (Jahre)	MWU	0,916
Tauchgänge	MWU	0,004**
Tauchzeit (Mittelwert)	t-Test	0,322
Tauchzeit SD	t-Test	0,078
Tauchzeit Min.	MWU	<0,001**
Tauchzeit Max.	MWU	0,237
Tauchzeit Range	MWU	0,008**
Tauchzeit Gesamt	MWU	0,023*
Tiefe (Mittelwert)	MWU	0,835
Tiefe SD	t-Test	0,090
Tiefe Min.	MWU	<0,001**
Tiefe Max.	MWU	0,611
Tiefe Range	MWU	0,333
N2-Belastung (Mittelwert)	MWU	0,672
N2-Belastung SD	MWU	0,193
N2-Belastung Min.	MWU	<0,001**
N2-Belastung Max.	MWU	0,444
N2-Belastung Range	MWU	0,304
N2 Gesamtbelastung (Mittelwert * Tauchgänge)	MWU	0,096
TG unter 7 m	MWU	<0,001**
TG - 10 m	MWU	0,003**

Tab. 48: Statistische Analyse – Subgruppenvergleiche: SG2 „Alter bei Tauchbeginn < 10 Jahre nein/ja“ (2)

Parameter	Test	p-Wert
TG - 20 m	MWU	0,195
TG - 30 m	MWU	0,172
TG - 40 m	MWU	0,827
TG über 40 m	MWU	0,705
Größe Baseline	MWU	0,014*
Größe aktuell	MWU	0,725
Delta Größe (aktuell minus Baseline)	MWU	0,009**
Z-Wert Baseline	t-Test	0,199
Z-Wert aktuell	t-Test	0,407
Delta Z-Wert (aktuell minus Baseline)	MWU	0,921
Wachstumsperzentile Baseline	t-Test	0,214
Wachstumsperzentile aktuell	t-Test	0,354
Delta Wachstumsperzentile (aktuell minus Baseline)	MWU	0,910
Geschlecht	Fisher	0,801
Ratio nicht empfohlen/Gesamt	MWU	0,002**
N2-Aktuell-Empfohlen* TG nicht empfohlen	MWU	0,001**

* ... p < 0,05
 ** ... p < 0,01

t-Test ... unverbundener Zweistichproben t-Test Varianzanalyse (Überprüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test mit Lilliefors-Signifikanzkorrektur alpha = 10%, Überprüfung auf Varianzhomogenität mittels Levene-Test)
 MWU ... exakter Mann-Whitney-U-Test
 Fisher... Fisher's Exakter Test

Tab. 49: Statistische Analyse – Subgruppenvergleiche: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median nein/ja“ (1)

Statistische Analyse
Subgruppenvergleiche SG3
SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median (Median=21109)“

Parameter	Test	p-Wert
Alter bei Tauchbeginn (Jahre)	MWU	0,782
Alter bei Tauchende (Jahre)	t-Test	<0,001**
Intervall Baseline bis Datum Größe aktuell (Jahre)	MWU	0,001**
Intervall Baseline bis Tauchbeginn (Jahre)	MWU	0,537
Intervall Tauchende bis Datum Größe aktuell (Jahre)	MWU	0,065
Intervall Tauchbeginn bis Tauchende (Jahre)	MWU	<0,001**
Alter bei Baseline (Jahre)	MWU	0,950
Alter bei Datum Größe aktuell (Jahre)	MWU	<0,001**
Tauchgänge	MWU	<0,001**
Tauchzeit (Mittelwert)	t-Test	0,013*
Tauchzeit SD	t-Test	<0,001**
Tauchzeit Min.	MWU	0,004**
Tauchzeit Max.	MWU	<0,001**
Tauchzeit Range	MWU	<0,001**
Tauchzeit Gesamt	MWU	<0,001**
Tiefe (Mittelwert)	MWU	<0,001**
Tiefe SD	MWU	<0,001**
Tiefe Min.	t-Test	0,739
Tiefe Max.	t-Test	<0,001**
Tiefe Range	MWU	<0,001**
N2-Belastung (Mittelwert)	MWU	<0,001**
N2-Belastung SD	MWU	<0,001**
N2-Belastung Min.	MWU	0,153
N2-Belastung Max.	MWU	<0,001**
N2-Belastung Range	MWU	<0,001**
N2 Gesamtbelastung (Mittelwert * Tauchgänge)	MWU	<0,001**
TG unter 7 m	t-Test	0,020*
TG - 10 m	MWU	<0,001**

Tab. 50: Statistische Analyse – Subgruppenvergleiche: SG3 „N2 Gesamtbelastung > Median nein/ja“ (2)

Parameter	Test	p-Wert
TG - 20 m	t-Test	<0,001**
TG - 30 m	MWU	<0,001**
TG - 40 m	MWU	<0,001**
TG über 40 m	MWU	<0,001**
Größe Baseline	MWU	0,582
Größe aktuell	MWU	0,048*
Delta Größe (aktuell minus Baseline)	MWU	0,124
Z-Wert Baseline	t-Test	0,568
Z-Wert aktuell	t-Test	0,553
Delta Z-Wert (aktuell minus Baseline)	MWU	0,662
Wachstumsperzentile Baseline	t-Test	0,522
Wachstumsperzentile aktuell	t-Test	0,589
Delta Wachstumsperzentile (aktuell minus Baseline)	t-Test	0,936
Geschlecht	Fisher	>0,999
Ratio nicht empfohlen/Gesamt	t-Test	0,326
N2:Aktuell-Empfohlen* TG nicht empfohlen	MWU	0,031*

* ... p < 0,05
 ** ... p < 0,01

t-Test ... unverbundener Zweistichproben t-Test Varianzanalyse (Überprüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test mit Lilliefors-Signifikanzkorrektur alpha = 10%, Überprüfung auf Varianzhomogenität mittels Levene-Test)

MWU ... exakter Mann-Whitney-U-Test

Fisher ... Fisher's Exakter Test

Tab. 51: Statistische Analyse – Multiple Regression (1)

Multiple Regression

**abhängige Variable: Delta Z-Wert (aktuell minus Baseline)
unabhängige Variablen: ausgewählte Parameter**

- **Modell 1:** alle Variablen

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	Teststatistik	p-Wert
	B	Standardfehler			
(Konstante)	0,310	1,333		0,232	0,817
Alter bei Tauchbeginn (Jahre)	-0,059	0,101	-0,198	-0,587	0,560
Intervall Tauchbeginn bis Tauchende (Jahre)	0,027	0,100	0,100	0,267	0,790
Tauchgänge	0,001	0,006	0,093	0,216	0,830
Tauchzeit (Mittelwert)	0,006	0,018	0,066	0,319	0,751
Tauchzeit SD	-0,016	0,030	-0,084	-0,514	0,609
Tiefe (Mittelwert)	0,025	0,065	0,165	0,388	0,700
Tiefe SD	0,026	0,083	0,102	0,311	0,757
N2 Gesamtbelastung (Mittelwert * Tauchgänge)	0,000\$	0,000009	-0,672	-1,045	0,301
Geschlecht	0,158	0,205	0,108	0,771	0,444
Ratio nicht empfohlen/Gesamt	-0,541	0,736	-0,178	-0,734	0,466
N2:Aktuell-Empfohlen*TG nicht empfohlen	0,000#	0,000022	0,060	0,186	0,853

angepasstes R-Quadrat < 0,001

\$... -0,00000915583403094
... 0,000004074212867071

Tab. 52: Statistische Analyse – Multiple Regression (2)

- **Modell II:** schrittweise Modellsuche

Modell (Konstante)	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		Teststatistik	p-Wert
	B	Standardfehler	Beta			
N2 Gesamtbelastung (Mittelwert * Tauchgänge)	-0,00000393984	0,0000016572	-0,289		-2,377	0,021*

R-Quadrat = 0,084

Tab. 53: Statistische Analyse – Multiple Regression (3)

• **Univariate Regressionsmodelle ausgewählter Parameter**

Modell (Konstante)	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		Teststatistik	p-Wert
	B	Standardfehler	Beta			
Alter bei Tauchbeginn (Jahre)	0,411	0,391			1,049	0,298
	-0,028	0,037	-0,094		-0,745	0,459
R-Quadrat = 0,009						

Modell (Konstante)	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		Teststatistik	p-Wert
	B	Standardfehler	Beta			
Intervall Tauchbeginn bis Tauchende (Jahre)	0,048	0,183			0,264	0,793
	0,017	0,033	0,063		0,496	0,622
R-Quadrat = 0,004						

Modell (Konstante)	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		Teststatistik	p-Wert
	B	Standardfehler	Beta			
Tauchgänge	0,310	0,144			2,155	0,035
	-0,003	0,002	-0,202		-1,626	0,109
R-Quadrat = 0,041						

Modell (Konstante)	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		Teststatistik	p-Wert
	B	Standardfehler	Beta			
Tauchzeit (Mittelwert)	0,729	0,416			1,751	0,085
	-0,016	0,011	-0,185		-1,481	0,144
R-Quadrat = 0,034						

Tab. 54: Statistische Analyse – Multiple Regression (4)

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	Teststatistik	p-Wert
	B	Standardfehler			
(Konstante)	0,352	0,305		1,156	0,252
Tauchzeit SD	-0,018	0,023	-0,098	-0,774	0,442
R-Quadrat = 0,010					

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	Teststatistik	p-Wert
	B	Standardfehler			
(Konstante)	0,379	0,254		1,491	0,141
Tiefe (Mittelwert)	-0,020	0,019	-0,134	-1,061	0,293
R-Quadrat = 0,018					

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	Teststatistik	p-Wert
	B	Standardfehler			
(Konstante)	0,183	0,204		0,897	0,373
Tiefe SD	-0,010	0,032	-0,039	-0,308	0,759
R-Quadrat = 0,002					

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	Teststatistik	p-Wert
	B	Standardfehler			
(Konstante)	0,279	0,109		2,572	0,013
N2 Gesamtbelastung (Mittelwert * Tauchgänge)	-0,00000393984	0,0000016572	-0,289	-2,377	0,021*
R-Quadrat = 0,084					

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	Teststatistik	p-Wert
	B	Standardfehler			
(Konstante)	-0,086	0,278		-0,308	0,759
Geschlecht	0,150	0,185	0,102	0,810	0,421
R-Quadrat = 0,010					

Tab. 55: Statistische Analyse – Multiple Regression (5)

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		Teststatistik	p-Wert
	B	Standardfehler	Beta	Beta		
(Konstante)	0,178	0,144			1,233	0,222
Ratio nicht empfohlen/Gesamt	-0,172	0,388	-0,057		-0,444	0,659
R-Quadrat = 0,003						

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		Teststatistik	p-Wert
	B	Standardfehler	Beta	Beta		
(Konstante)	0,201	0,097			2,073	0,042
N2-Aktuell-Empfohlen*TG nicht empfohlen	-0,000016936	0,000008381	-0,250		-2,021	0,048*
R-Quadrat = 0,063						

9. Publikationen:

Ergebnisse dieser Arbeit wurden bereits während der Anfertigung der Dissertation an folgender Stelle veröffentlicht:

- Wintergerst U, Stadler A. Längenwachstum bei Kindern, die mit komprimierter Luft tauchen. Vortrag Landesverbandsärztetreffen des Verbandes Deutscher Sporttaucher. Freiburg. April 2018.
- Wintergerst U, Stadler A, Gatermann H, Hoffmann U. Längenwachstum bei Kindern, die mit komprimierter Luft tauchen. Poster Deutschen Jahrestagung für Kinderheilkunde. Leipzig. September 2018.
- Stadler A, Wintergerst U. Hat das Tauchen mit Pressluft bei Kindern Einfluss auf das Längenwachstum?. Vortrag Landesausbildertagung des Bayerischen Landestauchsport-Verbandes. Coburg. Oktober 2018.
- Wintergerst U, Stadler A. Längenwachstum bei Kindern, die mit komprimierter Luft tauchen. Vortrag 2. Symposium Tauchen von Kindern und Jugendlichen der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin. Wiesbaden. März 2019.
- Wintergerst U, Stadler A, Gatermann H, Hoffmann U. Längenwachstum von Kindern, die mit komprimierter Luft tauchen. Pädiatrische Praxis. 2019;92(4):597-603.

10. Danksagung

Ich bedanke mich bei Herrn Prim. Prof. Dr. Uwe Wintergerst für die Überlassung des Themas und seine unermüdliche Unterstützung.

Außerdem bedanke mich bei allen teilnehmenden Kindern und Jugendlichen mit ihren Eltern, für die Teilnahme an der Studie und die gewissenhafte Erhebung und Übermittlung der Daten.

Nicht zuletzt danke ich Herrn Dr. Wolfgang Schimetta für die statistische Analyse und Auswertung der Daten.

11. Eidesstattliche Versicherung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel

Untersuchung des Längenwachstums bei Kindern und Jugendlichen, die mit komprimierter Luft tauchen

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen wurden, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden vorab in der Publikation Wintergerst U, Stadler A, Gattermann H, Hoffmann U. Längenwachstum von Kindern, die mit komprimierter Luft tauchen. Pädiatrische Praxis. 2019;92(4):597-603 veröffentlicht.

Simbach am Inn, 13.10.2024

Andreas Stadler

Ort, Datum

Unterschrift Doktorand

Interessenkonflikt:

Der korrespondierende Autor erklärt, dass bei der Erstellung der Doktorarbeit keine Interessenkonflikte jedweder Art bestanden.