

¹Schnell D, ²Hoffmann U, ³Scheuten K, ^{1,4}Schnell HJ, ^{1,4}Radermacher M, ⁵Pingel E

Tauchen mit Schwimmbrillen

Diving with swimming goggles

¹Ressort Sportophthalmologie des Berufsverbandes der Augenärzte Deutschlands (BVA), Düsseldorf

²Institut für Physiologie und Anatomie der Deutschen Sporthochschule Köln

³HNO-Gemeinschaftspraxis, Waldbröl

⁴Augen-Gemeinschaftspraxis, Waldbröl

⁵Pingel-Optik, Düsseldorf

ZUSAMMENFASSUNG

In Schulen und Schwimmvereinen war es schon von jeher üblich, Kinder und Erwachsene mit Schwimmbrillen in mäßige Tiefen tauchen zu lassen. In den letzten Jahren traten Zweifel an der Ungefährlichkeit des Tauchens mit Schwimmbrillen auf, die eine gewisse Berechtigung haben. Der beim Tauchen durch zunehmenden Wasserdruck entstehende Sog in der Brille kann nämlich durch den fehlenden Nasenerker nicht ausgeglichen werden, dadurch ist ab einer gewissen Tauchtiefe mit einem Barotrauma des Bereichs zu rechnen, den die Brille abdeckt. Eine Empfehlung der Deutschen Lebensrettungsgesellschaft (DLRG) im Jahre 2005, wegen dieser Gefahr mit Schwimmbrille nicht tiefer als 60 cm zu tauchen, hatte zur Folge, dass alle die, die nicht ohne Schwimmbrille tauchen wollten oder konnten, beim Tauchen auf der Bank saßen. Zur Abschätzung der Gefährdungen, die für Probanden auftreten könnten, tauchten vier der Autoren auf eigene Gefahr in einem Vorversuch mit verschiedenen Schwimmbrillenarten insgesamt 60 mal auf 2 Meter (15 bis 30 sec lang) und 5 Meter Tiefe (ohne längeren Aufenthalt). Verwendung fanden zwei kleine Schwimmbrillen, wie sie wegen ihres geringen Wasserwiderstandes bei Schwimmwettkämpfen vorwiegend getragen und auf den Augengeweben selbst durch meist starkes Anziehen der kopfumgreifenden Elastikbänder abgedichtet werden. Daneben wurden zwei große Schwimmbrillen eingesetzt, die sich an der knöchernen Augenhöhle abstützen und somit keinen Druck auf die Augen selbst ausüben. Die insgesamt durchgeführten 230 Versuche zeigten, dass durch mangelnden Druckausgleich in den Schwimmbrillen bis 3 Meter Tauchtiefe keine und bis 5 Meter nur geringe temporäre subjektive und objektive Beeinträchtigungen auftreten. Da die kleinen Schwimmbrillen durch Druck auf die Augen Probleme machen können, werden vor allem für Kinder und Jugendliche größere Schwimmbrillen empfohlen, die keinen Druck auf die Augen ausüben.

Nachdem das Team die DLRG über seine Versuchsergebnisse in Kenntnis gesetzt hatte, gestattete diese wieder das kurzzeitige Tauchen mit Schwimmbrillen bis zwei Meter.

Schlüsselwörter: DLRG, Barotrauma, Schwimmbrillen, Tauchverbot, Tauchversuche

PROBLEM- UND ZIELSTELLUNG

Der Anlass für die von unserer Arbeitsgruppe vorgenommenen Tauchversuche mit Schwimmbrillen war eine Verlautbarung der Deutschen Lebensrettungsgesellschaft (DLRG) im Jahre 2005, die zur Verhinderung eines Barotrauma davor warnte, mit Schwimmbrillen tiefer als 60 cm zu tauchen.

Als Folge dieser Empfehlung saßen im Schulsport und

SUMMARY

It has always been customary to let children and adults dive to moderate depths wearing swimming goggles. In recent years, some doubt has arisen about the safety of diving with goggles and the doubt is justified to some extent. The pressure which arises in the goggles from increasing water pressure in diving cannot be offset due to the lack of nosepiece and thus a barotrauma can be expected in the area covered by the goggles. The recommendation of the German Life-Saving League (DLRG) in 2005 of not diving to depths greater than 60 cm meant that those who could not or did not want to dive without goggles were excluded from diving. To estimate the danger which might arise for subjects, the four authors dived at their own risk a total of 60 times to 2 meters (15-20 seconds) and 5 meters (without staying for any length of time at that depth) in a pretrial with various goggles. Two small goggles, like those used in swimming competitions because of their low water resistance and made water-tight on the eye tissue itself by usually strong tension of the elastic band around the head, were used. In addition, two large goggles were used which rest on the bony ocular cavity and thus do not put any pressure on the eye itself. The 230 trials performed showed that to 3 meters in depth no and to 5 meters in depth only slight, transient subjective and objective detriments occur due to the lack of pressure equilibrium in the goggles. Since the small goggles can cause problems due to pressure on the eyes, larger goggles which do not exert pressure on the eyes are recommended especially for children and adolescents.

After the team informed the DLRG of the results of the trials, the DLRG once again permitted short-term diving with goggles to a depth of 2 meters.

Key words: DLRG, barotraumas, swimming goggles, diving ban, diving tests.

in Schwimmvereinen viele Kinder und Jugendliche beim Schwimmunterricht auf der Bank, wenn Strecken- oder Tieftauchen auf 2 bis 3 Meter auf dem Plan standen. Es handelte sich um die Kinder, die entweder wegen Allergien, einem unüberwindbaren Lidschlussreflex unter Wasser oder der Angst vor „blindem Tauchen“ ohne Schwimmbrille nicht tauchen konnten oder wollten. Die Sehschärfe unter Wasser, ohne einen Luftraum vor den Augen, liegt bei Handbewegungen in 10-20 cm.

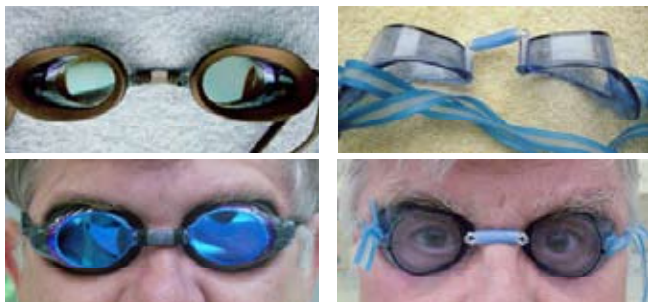


Abbildung 1: Schwimmbrille Nr. 1 (SB 1), klein, zweikammerig, mit schmalem elastischem Rand.



Abbildung 2: Schwimmbrille Nr. 2 (SB 2), klein, zweikammerig, ohne elastische Komponenten (Schwedenbrille).



Abbildung 3: Schwimmbrille Nr. 3 (SB 3), groß, einkammerig, mit extrem großem elastischem Rand.



Abbildung 4: Schwimmbrille Nr. 4 (SB 4), groß, zweikammerig, mit elastischen Komponenten.

Viele erfahrene Tauchlehrer und Schwimmtrainer hielten diese Empfehlung für überzogen, und selbst die DLRG gab zu, dass es sich um eine wahrscheinlich übertriebene Vorsichtsmaßnahme, ohne ausreichenden wissenschaftlichen Hintergrund, handele. Da Tauchermasken im Allgemeinen sowohl beim Schulsport als auch beim Vereinsschwimmsport nicht benutzt werden sollen oder dürfen, schien es für dieses Kollektiv an Jugendlichen keine praktikable Lösung zu geben, solange die Empfehlung dieser renommierten Gesellschaft nicht geändert wurde. Nach Absprache mit der DLRG beschloss eine Arbeitsgruppe, bestehend aus drei Sportophthalmologen, einem Sportwissenschaftler und Tauchlehrer, einem HNO-Arzt und einem taucherfahrenen Optikermeister, durch Tauchversuche die Grenzen der Gefahren für die Augen beim Tauchen mit Schwimmbrillen auszuloten. Dies sollte in zwei Versuchsreihen geschehen. Die erste sollte grob orientierend Aufschluss über das Gefährdungspotential der Versuchspersonen geben und die zweite eine ausreichende Zahl an Detail-Ergebnissen liefern.

MATERIAL UND METHODE

Um nicht andere Probanden zu gefährden, unternahmen vier der Autoren am ersten Tauchtag selbst die Tauchversuche, bis auf 5 Meter. Bei der zweiten Versuchsreihe ging es darum, an Hand von systematischen Tauchversuchen festzustellen, ob bei einer üblichen Tauchtiefe von 2 bis 3 Metern mit Schwimmbrille subjektive oder objektive Beeinträchtigungen oder gar Schäden im Sinne eines beginnenden Barotraumas auftreten.

Es wurden handelsübliche Typen von Schwimmbrillen getestet: 1. Zwei kleine Brillen, die durch Druck auf die Weichteile der Augenregion abgedichtet werden, 2. Zwei große Schwimmbrillen, die rundum auf der Haut über den Knochen der Augenhöhle aufliegend ohne Druck auf die Augen dicht werden. Diese Schwimmbrillen gibt es ohne und mit elastischen Rändern verschiedenster Art aus Gummi, Silikon oder Spezialkunststoffen, die die Abdichtung verbessern und den Druck auf die Gewebe dämpfen. Folgende Schwimmbrillen (SB) kamen bei den Schwimmbrillen-Tauch-Versuchen zum Einsatz:

1. Kleine Schwimmbrille, zweikammerig, mit elastischem Rand (SB 1, Abbildung 1).
2. Kleine Schwimmbrille, zweikammerig, ohne jegliche elastische Elemente, bekannt als „Schweden-Brillen“ (SB 2, Abbildung 2).

3. Große Schwimmbrille, einkammerig, mit extrem elastischem breitem Rand (SB 3, Abbildung 3).
4. Große Schwimmbrille, zweikammerig, mit elastischem Rand (SB 4, Abbildung 4).

1. Tauchtag

Zunächst wurden bei jedem Probanden die Vorderabschnitte makroskopisch, danach mikroskopisch an der Spaltlampe untersucht. Im Anschluss daran zogen die vier Probanden die Schwimmbrillen auf, schilderten nach etwa fünf Minuten ihre subjektiven Eindrücke und wurden nach Absetzen der Brillen nochmals an der Spaltlampe untersucht. In der Folge absolvierte jeder der vier Probanden 10 Tauchgänge auf 2 Meter und verharrte in dieser Tiefe 15 bis 30 sec lang. Danach erhob man subjektive und objektive Vorderabschnitts-Befunde. Auf Netzhautuntersuchungen wurde verzichtet, weil bei diesen Apnoe-Tauchgängen, anders als beim Tauchen mit Pressluft, keine Netzhautschäden zu erwarten waren (1, 2, 3, 8, 9, 10).

Die Tauchgänge wurden, unter Beobachtung durch einen Beteiligten, an einer Stange, die unter Wasser befestigt war und eine Metereinteilung besaß, durchgeführt. Bei den 2-Meter-Tauchgängen hielten sich die Probanden an dieser Stange etwa 15 bzw. 30 sec lang fest, wobei die Augen stets in Höhe der Markierung bleiben mussten. Zum Schluss führten alle vier Probanden je 5 Tauchgänge bis 5 Meter Tiefe durch. Subjektive und objektive Befunderhebungen schlossen sich an.

Somit wurden insgesamt 40 Tauchgänge auf zwei Meter bis zu 30 sec lang und 20 Tauchgänge auf 5 Meter Tiefe (ohne Verweildauer) mit den vier verschiedenen Schwimmbrillen durchgeführt. Nachdem bei keinem der Beteiligten bleibende Folgen oder gar Schäden aufgetreten waren, wurde der 2. Tauchtag mit weiteren Probanden anberaumt.

2. Tauchtag

An den Tauchversuchen des zweiten Tauchtages nahmen sieben Sportstudenten, vier Jugendliche zwischen 12 und 14 Jahren sowie ein Sportwissenschaftler und Tauchlehrer teil. Zur Untersuchung standen ein Hals-Nasen-Ohrenarzt (HNO-Arzt) und drei Augenärzte zur Verfügung.

Zunächst wurden bei allen Probanden die Sehschärfe, die Beweglichkeit der Augen, das Stereosehen (Test: Titmus Hausfliege), der vordere Augenabschnitt mittels Spaltlampe (Abbildung 5; Links), das zentral-parazentrale Gesichtsfeld (Amsler-Netz) und der Augenhintergrund (indirekte Augenspiegel-Untersuchung,

Abbildung 5; Mitte) untersucht. Der HNO-Arzt inspizierte das Trommelfell und prüfte den Druck im Mittelohr (Abbildung 5; Rechts). Jeder Proband setzte zunächst die jeweils für ihn vorgesehene Schwimmbrille auf, fünf Minuten später wieder ab, und es wurden die Augen nochmals makroskopisch und mikroskopisch (Spaltlampe) auf Druckauswirkungen der Brille untersucht. Danach begab er sich zu den Tauchversuchen unter Wasser.



Abbildung 5: Links: Spaltlampenuntersuchung, Mitte: Netzhautspiegelung Rechts: HNO-Untersuchung.

Während die Jugendlichen nur im Abstand von 3-4 Minuten je fünf Mal in zwei Meter Tiefe tauchen mussten, absolvierten die Sportstudenten zunächst eine Tauchserie von 10 Tauchgängen in zwei Meter Tauchtiefe und, wenn dadurch keinerlei pathologische Befunde erhoben wurden, nach einer Pause von 15-20 Minuten eine solche von 10 Tauchgängen in drei Meter Tiefe. Proband Nr. 12 konnte wegen akuten Unwohlseins nur die 10 Tauchgänge auf 2, nicht auf 3 Meter durchführen. Nach Beendigung der jeweiligen Tauchserie wurden von den vier Ärzten abermals sämtliche erwähnten Untersuchungen durchgeführt.

Druckmessungen in den Schwimmbrillen

Um festzustellen, welcher Druck (bzw. Sog) in den Schwimmbrillen bei den verschiedenen Tauchtiefen herrscht, wurden die Innendruckwerte in den Schwimmbrillen gemessen. Bei den durchgeführten Tauchversuchen versagte das Gerät zur Messung der Brillen-Innendruckwerte, diese wurden zu einem späteren Zeitpunkt von Müller (6) nachgeholt. Hier tauchten 11 Probanden mit dem Brillentyp SB 3 und einer Brille, die mit dem Typ SB 4 praktisch identisch war, je dreimal in ein, zwei und drei Meter Tiefe und mit der Schweden-Brille (SB 2) aus Vorsicht nur dreimal in ein und zwei Meter.



Abbildung 6: Links: Nach 5 Tauchgängen auf 5 m Gefäßerweiterungen, -Staus und Petechien. Rechts: 3 Tage später: Normbefund.

Tauchgängen ganz geringe Bindehautreizungen.

Am zweiten Tauchtag verstärkten sich bei den 2- und 3-Meter-Tauchgängen die durch die Schwimmbrillen verursachten primären subjektiven Beschwerden und objektiven Befunde in keinem Falle. Während die Bindehaut-Gefäßveränderungen bei allen Probanden nach 5 bis 10 Stunden verschwunden waren, benötigten die Kleinstblutungen etwa 2 Tage zur Resorption. In den Ohren verspürten am ersten Tauchtag die vier Taucher ein mit der Tiefe zunehmendes Druck- oder Soggefühl, sodass sie gezwungen wurden, einen Druckausgleich im Nasenrachenraum mit einer

ERGEBNISSE

Das Durchschnittsalter aller Taucher unserer Tauchstudie lag bei 32,6 Jahren. Wie zu erwarten, veränderten sich die meisten Augenfunktionen und -befunde durch die Tauchgänge nicht, dazu zählten die Sehschärfe, die Motilität, das Stereosehen, das zentral-parazentrale Gesichtsfeld (untersucht mittels Amslertafel) und die objektiven Netzhautbefunde (Tabelle 1).

Subjektive Augen-Beschwerden traten schon kurz nach dem Aufsetzen einiger Schwimmbrillen auf. Am stärksten wirkten sich diese bei den Trägern kleiner Schwimmbrillen aus, weil es erforderlich war, diese stark in die Augenhöhle zu pressen, damit sie dicht wurden. Sieben der acht Probanden, die kleine Brillen trugen, gaben schon primär Sog- oder Druckempfindungen an, während dies nur bei einem von acht Trägern großer Brillen der Fall war. Entsprechend wurden schon vor den Tauchgängen bei diesen sieben Probanden leichte bis mäßige Gefäß-Erweiterungen und -Reizungen festgestellt. Am ersten Tauchtag fanden sich bei den zwei Probanden mit den kleinen Schwimmbrillen nach den Tauchgängen auf 5 Meter Gefäßerweiterungen unterschiedlicher Ausprägung. Proband 3, der eine Schwedenbrille trug, hatte zusätzlich Gefäßstaus und Punktblutungen (Abbildung 6). Die beiden Probanden mit großen Brillen zeigten nach den

Tabelle 1: Befunde, die nach den Tauchgängen unverändert blieben (hellblau: 1. Tauchtag, Blau: 2. Tauchtag).

Prob. Nr.	Alter (in Jahren)	Visus s.c.	Beweglichkeit	Stereo-Sehen	Amsler-Netz	Fundus
1	50	-	-	-	-	-
2	40	-	-	-	-	-
3	68	-	-	-	-	-
4	58	-	-	-	-	-
5	50	1,0/1,0	o. B.	o. B.	o. B.	o. B.
6	14	1,0/1,0	o. B.	o. B.	o. B.	o. B.
7	12	1,0/0,6	o. B.	o. B.	o. B.	o. B.
8	12	1,0/1,0	o. B.	o. B.	o. B.	o. B.
9	12	1,0/1,0	o. B.	o. B.	o. B.	o. B.
10	36	1,0/1,0	o. B.	o. B.	o. B.	o. B.
11	25	1,0/1,0	o. B.	o. B.	o. B.	o. B.
12	50	1,0/1,0	o. B.	o. B.	o. B.	o. B.
13	24	0,1/0,8	Strab. conv.	keines	o. B.	o. B.
14	26	1,0/1,0	o. B.	o. B.	o. B.	o. B.
15	21	0,7/0,7	o. B.	o. B.	o. B.	o. B.
16	23	1,0/1,0	o. B.	o. B.	o. B.	o. B.

Tabelle 2: Nach den Tauchgängen veränderte Befunde (hellblau: 1.Tauchtag; Probanden-Nr. 1-4. Blau: 2. Tauchtag Probanden Nr. 5 bis 16).

Prob. Nr.	SB-Art	Tauch-tiefen in m	Subj.durch SB	Subj.bei u. nach TG	Vorderer Augenabschnitt vor bzw. nach letztem TG	Subj. und obj. Ohrbefunde nach letztem TG
1	4	2/5	o. B.	Sog-Druck	Geringe Bindehautreizungen	Bei 5 m subj. Ohr-Druck
2	3	2/5	Sog	Sog ab 3 m	Geringe Bindehautreizungen	Bei 5 m subj. Ohr-Druck
3	2	2/5	Druck stark	Druck stärker	Starke Gefäßerweiterungen und -Staus, Petechien nach TG (Abb. 7)	Bei 5 m subj. Ohr-Druck
4	1	2/5	Sog	Sog	Leichte Gefäßerweiterungen	Bei 5 m subj. Ohr-Druck
5	1	2	Sog	o. B.	Geringe Gefäßfüllung vorher	Imp.: R: -50, T.: O. B. bds.
6	3	2	o. B.	o. B.	o. B.	Imp.: L: -50 T: L: Gerötet
7	4	2	o. B.	o. B.	o. B.	Imp.: R: -50 T: O. B. bds.
8	4	2	o. B.	o. B.	o. B.	Imp.: 0, T: O. B. bds.
9	3	2/3	o. B.	o. B.	o. B.	Imp.: R:-46, L: -9 T: Gerötet bds.
10	1	2/3	Sog	Sog-Druck	Vermehrte BH-Injektion vorher	Imp.: L: -50, T: O. B. bds.
11	1	2/3	Druck	Sog leicht	Erweiterte BH-Gefäße vorher	Imp.: 0, T: O. B. bds.
12	2	2	Druck	Druck	Leichte Bindehautinjektion vorher	Imp.: 0, T: L: Gerötet.
13	3	2/3	o. B.	o. B.	o. B.	Imp.: 0, T: O. B. bds.
14	2	2/3	Druck	Druck	Leichte Gefäßerweiterung vorher	Imp.: 0, T: O. B. bds.
15	4	2/3	o. B.	o. B.	o. B.	Imp.: 0, T: O. B. bds.
16	2	2/3	o. B.	o. B.	o. B.	Imp.: L: -50 T: O. B. bds.

Prob.-Nr.= Probanden-Nummer, SB=Schwimmbrille, TG=Tauchgang, Imp.=Impedanz in ws, T=Trommelfell

der üblichen Techniken vorzunehmen. Die Ohr-Beschwerden verschwanden danach jeweils schlagartig. Subjektiv wurden während 2- und 3-Meter-Tauchgängen keine oder nur geringe Drucksymptome in den Ohren geklagt. Bei sieben der 24 untersuchten Ohren des 2. Tauchtages stellte der HNO-Arzt geringe Trommelfellrötungen und/oder einen leichten Unterdruck im Mittelohr wegen mangelnden Druckausgleichs bei den Tauchgängen über 2 bis 3 Meter Tiefe fest. Bei keinem waren die Befunde als gravierend oder gar gefährlich einzustufen. Die Haut aller Probanden zeigte nach sämtlichen Tauchgängen keinerlei pathologischen Befund.

Die Messungen der Brillen-Innendruckwerte wurden in den Brillentypen SB 2, SB 3 und einer Brille vorgenommen, die der von uns verwendeten Brille SB 4 voll entsprach. Jeder der 11 Probanden tauchte mit allen 3 Brillen jeweils dreimal in jede der drei Tiefen (mit SB 2 nur in 1 und 2 m Tiefe). Getaucht wurde mit Pressluft. In der jeweiligen Tauchtiefe verweilten die 4 Frauen und 7 Männer jeweils mindestens 10 Sekunden. Die genaue Untersuchungsmethodik kann der Arbeit von Müller (6) entnommen werden. Alle Messkurven

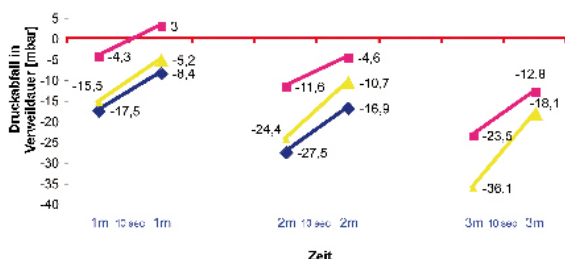


Abbildung 7: Durchschnittswerte der Brilleninnendruckwerte der Tauchgänge mit den Brillen SB 2, SB 3 und SB 4 zu Beginn und am Ende der mindestens 10-sekündigen Tauchzeit in die Tiefen von ein, zwei und drei Metern.

zeigten einen ähnlichen Verlauf: Zu Beginn eines Tauchganges fand sich meist der tiefste Druckwert, am Ende lag dieser durchschnittlich 11 mbar höher (Abbildung 7). Fehlversuche durch undichte Brillen oder apparative Mängel wurden ausgesondert, 220 Tauchgänge konnten verwertet werden.

Auffällig war, dass der Druck in den Brillen zu Beginn der Verweilzeit in den einzelnen Tauchtiefen häufig tiefer lag als es der Tauchtiefe entsprach, nur bei der Brille SB 3 war dies nicht der Fall, da lagen die Druckwerte am Ende des 1m-Tauchganges im Schnitt sogar im Plusbereich, somit bestand in der Brille ein geringer Überdruck. Berechnet man die mittleren Druckwerte unter den 3 Brillen in den drei Tauchtiefen, so erkennt man, dass in der Schwedenbrille (SB 2) im Mittel ständig Werte unter dem zu erwartenden Druck-Wert der jeweiligen Tauchtiefe gemessen

wurden (Abbildung 8). In den beiden anderen Brillen lag der Druck, bis auf eine geringe Absenkung in der Brille SB 4 in 1 m, stets im Durchschnitt gering bis stark über dem Druckwert der erreichten Tauchtiefe. Auf eine Untersuchung des Augeninnendruckes wurde verzichtet, obwohl bei einem gewissen Prozentsatz von Trägern kleiner Schwimmbrillen mit nicht unerheblichen Erhöhungen des intraokularen Druckes zu rechnen ist (5). Die Tragezeiten der Brillen lagen jedoch mit maximal 10 Minuten unter dem Wert, bei dem Beeinträchtigungen oder gar Schäden zu erwarten waren.

DISKUSSION

Durch den fehlenden Nasenerker ist in Schwimmbrillen beim Abtauchen ein Ausgleich des Druckunterschiedes nicht möglich, der, gemäß dem Boyle-Mariotte-Gesetz, zwischen dem Raum vor und in der Brille entsteht. Dieser beim Abtauchen mit zunehmender Tiefe wachsende Unterdruck, der einen Sog auf Haut und Augen

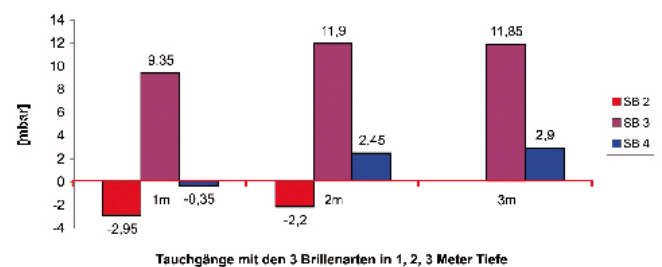


Abbildung 8: Durchschnittlicher mittlerer Druck innerhalb der drei Schwimmbrillen in der jeweiligen Tauchtiefe.

unter der Schwimmbrille ausübt, führt ab einer bestimmten Stärke und Zeitdauer zu Rötungen, schließlich zu Blutungen der Haut und der Bindehaut, die man als Barotrauma bezeichnet (4,7,8,10).

Bei Schwimm-Meisterschaften fällt schon dem Laien auf, dass viele Wettkämpferinnen und Wettkämpfer am Ziel als erstes die Schwimmbrillen regelrecht herunterreißen. Der Grund dafür ist, dass sie kleine Schwimmbrillen tragen, die, wie bereits erwähnt, durch extremes Festziehen auf den Weichteilen der Augen abgedichtet werden, was oft Schmerzen verursacht, wie die Betroffenen versichern. Diese kleinen Schwimmbrillen, vergleichbar den von uns verwendeten Brillen Nr. 1 und Nr. 2, werden getragen, weil sie, im Gegensatz zu den großen, weniger Wasserwiderstand bieten sollen, sie verschwinden praktisch in der Augenhöhle.

Schon vor einigen Jahren fanden wir bei Untersuchungen der Haftfähigkeit verschiedener Kontaktlinsen-Arten unter Wasser im Kölner Hochschulschwimmzentrum an der Spaltlampe bei Schwimmsportlern nach dem Training durch das Tragen eng angezogener kleiner Schwimmbrillen Stauungszeichen, mitunter sogar kleine Blutergüsse in der Bindehaut. Einige wissenschaftliche Arbeiten beschreiben Augen-Verletzungen, Blutungen und die Bildung von Tumoren durch diese kleinen Schwimmbrillen (4, 8, 10, 11, 12). Seitdem empfehlen wir zur Schonung der Augen stets große Schwimmbrillen, die sich an der knöchernen Augenhöhle abstützen und keinen Druck auf das Augengewebe ausüben. Dies gilt auch und gerade für Kinder. Diese Brillen sind auch, weil gefahrloser, bei Schwimmwettkämpfen zu empfehlen. Der Wasserwiderstand dieser etwas stärker auftragenden Brillen wird, so sagen uns Experten, erheblich überschätzt.

Wie zu erwarten, zeigen die Druckmessungen in den Schwimmbrillen (6), dass ein großer Luftraum (die einkammrige SB 3 hat das größte Luftvolumen) und elastische Ränder an Schwimmbrillen, aus Silikon, Gummi oder anderen Materialien (SB 3 und SB 4), die Sogwirkung verringern. Dies beweist auch der gegenüber den anderen beiden Brillen wesentlich tiefere Druck in der Schwedenbrille, die ja keinen abpolsternden Kunststoffrand aufweist. Dass auch eine gewisse Sogminderung von der abdichtenden Haut ausgeht, indem diese in die Brille hineingesaugt wird, unterstreicht die Tatsache, dass auch bei der Schwedenbrille der Druck im Verlauf der 10 sekundigen Verweildauer in der jeweiligen Tauchtiefe absinkt. Aus den Messungen kann man schließen, dass die Sogwirkung unter Schwimmbrillen in der jeweiligen Tauchtiefe um so geringer ist, je größer der Luftraum in der Brille, je stärker die Randabpolsterung und je verschieblicher das Hautgewebe ist, auf dem die Brille sitzt. (Abbildung 1-4, 7, 8). Unsere Tauchversuche bestätigten ferner, dass ein Druck- oder Soggefühl bei kleinen Schwimmbrillen, schon gar, wenn sie ungepolstert sind, häufiger als bei großen auftritt, und zwar je stärker die kopfumgreifenden Gummibänder angezogen werden müssen, desto mehr. Extremer Druck auf die Augengewebe führte so z. T. schon außerhalb des Wassers zu gestauten Gefäßen.

Als wichtigstes Ergebnis kann festgehalten werden: Bis zu einer Tauchtiefe von 3 Metern traten weder pathologische Befunde an der Haut noch den Augen und keine Funktionsminderungen auf. Das gleiche gilt für den Bereich des Ohres, wo zwar in etwa einem Drittel der Fälle ein geringer Unterdruck oder eine Trommelfellrötung entstand, aber keinerlei ernsthafte Gesundheitsgefahren auftraten. Auch die Bindehaut-Gefäßveränderungen und Petechien, die

(bei den 2 kleinen Schwimmbrillen) nach den 20 Tauchgängen auf 5 m auftraten, können als leicht bis mäßig eingestuft werden und heilten ohne Folgen ab. Schon bei 5m Tauchtiefe, somit bei einem Unterdruck von -0,5bar, war der Sog bzw. Druck im Ohrbereich subjektiv sehr unangenehm.

Nachdem die Autoren dieser Arbeit der Deutschen Lebensrettungsgesellschaft ihre Untersuchungsergebnisse mitgeteilt hatten, gestattete diese in ihrem Merkblatt (6) wieder kurze Tauchgänge mit Schwimmbrillen bis 2 Meter Wassertiefe. Von Schwedenbrillen rät die DLRG bei Kindern und Jugendlichen ab.

Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen: Keine.

DANKSAGUNG

Wir danken den Firmen Pingel-Optik, Düsseldorf (Tauchversuche mit ärztlichen Untersuchungen) und der Aqua Lung GmbH, Singen (Arbeit Müller (6)) für die Bereitstellung von Material für die Tauchversuche.

LITERATUR

1. **GULDNER D, VOLA JL:** Tests ophthalmologiques en plongée profonde à saturation. Bull des Sociétés d Ophthalmol de France 87 (1987) 463-465.
2. **HOLDENR, MORSMAN CD, LANE CM:** Ocular fundus lesions in sports divers using safe diving practices. Brit J of Sports Medicine 26 (1992) 90-92.
3. **JAMES PB:** Ocular fundus lesions in divers. Lancet 1 (1989) 731-732.
4. **JOWETT NI, JOWETT SG:** Ocular purpura in a swimmer. Postgrad Med J 73 (1997) 819-820.
5. **LEVINE B, RADCLIFFE NM, STARR C:** Effects of wearing swimming goggles on intraocular pressure. Poster bei der ARVO in Ford Lauderdale (2007).
6. **MÜLLER D:** Barotraumarisiko beim Tauchen mit Schwimmbrillen. Examensarbeit für die erste Staatsprüfung für das Lehrfach (Sekundarstufe I), Deutsche Sporthochschule Köln, Eigenverlag (2007), 1-53.
7. **RUDGE FW:** Ocular barotrauma caused by mask squeeze during a scuba dive. Southern Med J (1994) 749-750.
8. **SCHNELLD:** Sportophthalmologische Aspekte des Tauchsports. Teil 1, Z Prakt Augenheilkd 23 (2002) 457-462.
9. **SCHNELLD:** Sportophthalmologische Aspekte des Tauchsports. Teil 2, Z Prakt Augenheilkd 23 (2003) 27-34.
10. **SCHNELLD:** Augen. In: Klingmann, Ch., Tetzlaff, K. (Hrsg.): Moderne Tauchmedizin – Handbuch für Tauchlehrer, Taucher und Ärzte. 1. Auflage. Gentner-Verlag (2007), 449-469.
11. **SEIFF SR:** Ophthalmic complications of water sports. Clinics in sports medicine 6 (1987) 685-693.
12. **WIRTA DL, DAILEY RA, WOBIG JL:** Eyelid neuroma associated with swim goggle use. Arch Ophthalmol 116 (1998) 1537-1538.

Korrespondenzadresse:

Dr. Dieter Schnell

Otto-Willach-Str. 2

53809 Ruppichteroth

E-Mail: schnell-dieter@t-online.de