

Tauchen mit Schwimmbrillen

Zusammenfassung

Lange Jahre war es üblich, in den Schulen und Schwimmvereinen, Kinder und Erwachsene mit Schwimmbrille in mäßigen Tiefen tauchen zu lassen. Mittlerweile aufgetauchte Zweifel an der Ungefährlichkeit des Tauchens mit Schwimmbrillen erscheinen berechtigt, weil der beim Tauchen durch zunehmenden Wasserdruck entstehende Sog unter der Brille bei fehlenden Nasenerker nicht ausgeglichen werden kann, und so ab einer gewissen Tauchtiefe ein Barotrauma (5, 6, 7) entstehen muss.

Eine Empfehlung der Deutschen Lebensrettungsgesellschaft, wegen dieser Gefahr mit Schwimmbrille nicht tiefer als 60 cm zu tauchen, veranlasste die Autoren, Tauchversuche zu unternehmen, um festzustellen, wo die Grenze der Gefahren für Haut und Augen unter der Schwimmbrille liegt.

Zur Abschätzung der Gefährdungen, die bei größeren Tauch-Studien auftreten können, tauchten vier der Autoren auf eigene Gefahr in einem Vorversuch insgesamt 60 mal auf 2 und 5 Meter Tiefe mit verschiedenen Schwimmbrillenarten. Verwendung fanden kleine Schwimmbrillen, wie sie wegen ihres geringen Wasserwiderstandes bei Schwimmwettkämpfen Verwendung finden, die auf den Augengeweben selbst durch enges Anziehen abgedichtet werden, und große, die sich an der knöchernen Augenhöhle abstützen und somit keinen Druck auf die Augen ausüben.

Während bei ersteren schon über Wasser ein starker Druck auf die Augen spürbar war und an der Spaltlampe Gefäßerweiterungen sichtbar wurden, und zwar, je weniger Kunststoffpolsterung am Brillenrand den Druck dämpfte, um so mehr, entstanden bei den großen kaum Beeinträchtigungen.

Unter Wasser wurden bis 2 Meter Tauchtiefe, die 5 mal über 15 bzw. 30 Sekunden absolviert wurden, keinerlei Zunahmen der über Wasser verspürten Beschwerden geklagt und auch bei der Spaltlampenuntersuchung keine zusätzlichen Befunde erhoben.

Bei den je 10 Tauch-Gängen der vier Autoren auf 5 Meter Tiefe fanden sich neben subjektiven Sog- und Druckempfindungen sowie der Notwendigkeit, einen Druckausgleich im Nasen-Rachenraum, einschließlich Mittelohr, durchzuführen, Gefäßerweiterungen und Kleinstblutungen (Petechien) in der Bindehaut. Die Gefäßerweiterungen verschwanden nach einem, die Petechien nach 2 Tagen.

Weitere Probleme, insbesondere Funktionsbeeinträchtigungen, traten nicht auf.

Diese Versuche können nur erste Hinweise geben, dass die eigentlichen Gefahren erst bei etwa 2 Meter Tauchtiefe beginnen.

Eine weitere größere Tauch-Studie mit Sportstudenten der Deutschen Sporthochschule Köln soll endgültig klären helfen, bis zu welcher Tauchtiefe ohne Gefahr mit den verschiedenen Schwimmbrillen getaucht werden kann. Damit lassen sich dann entsprechende Warnungen genauer präzisieren.

Dadurch lässt es sich auch verhindern, dass die Kinder und Jugendlichen im Schulsportunterricht und den Schwimmvereinen beim Tauchen auf der Bank sitzen müssen, wie augenblicklich, die unter Wasser wegen eines nicht unterdrückbaren Lidschlussreflexes die Augen nicht aufbekommen oder wegen Chlorallergien, bzw. mangelndem Sehen ohne Schwimmbrille nicht tauchen dürfen oder wollen.

Einleitung

Der Anlass für die von unserer Arbeitsgruppe vorgenommenen Tauchversuche mit Schwimmbrillen war eine Verlautbarung der Deutschen Lebensrettungsgesellschaft (DLRG) im Frühjahr 2006, die zur Verhinderung eines Barotrauma davor warnte, mit Schwimmbrillen tiefer als 60 cm zu tauchen.

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.

Als Folge dieser Empfehlung aber saßen viele Schüler und Schwimmeleven im Schwimmunterricht auf der Bank, wenn getaucht wurde und entweder Allergien, ein nicht überwindbarer Lidschlussreflex unter Wasser oder die Angst vor „blindem Tauchen“ das Abtauchen ohne Brille oder Maske unmöglich machte.

Da Tauchermasken im Allgemeinen sowohl beim Schul- als auch beim Vereins- Schwimmsport nicht benutzt werden sollen oder dürfen, schien es für dieses Kollektiv an Jugendlichen keine praktikable Lösung zu geben.

Um aus diesem Dilemma herauszuhelfen, beschloss eine Arbeitsgruppe, bestehend aus drei Sportophthalmologen, einem Sportoptiker und einem Sportwissenschaftler, durch Tauchversuche die Grenzen der Gefahren für die Augen beim Tauchen mit Schwimmbrillen auszuloten. Dies sollte in zwei Versuchsreihen geschehen. Die erste, über die hier berichtet wird, sollte grob orientierend Aufschluss über die Gefährdung der Versuchspersonen geben und eine zweite, größere Studie genaue Ergebnisse liefern.

Die Tauch-Vorversuche mit Schwimmbrillen zur Gefahrenabschätzung unternahmen vier der fünf Autoren im Selbstversuch, der fünfte fiel wegen einer Trommelfellperforation für diese Versuche aus.

Material und Methode

Durch den fehlenden Nasenerker in einer Schwimmbrille ist beim Abtauchen ein Ausgleich des Druckunterschiedes, der, gemäß dem Boyle-Mariotte-Gesetz, zwischen dem Raum vor und hinter der Brille entsteht, nicht möglich. Dadurch entsteht in der Brille beim Abtauchen mit zunehmender Tiefe ein wachsender Unterdruck, der einen Sog auf Haut und Augen unter der Brille ausübt. Ab einer bestimmten Stärke und Zeitdauer dieser Sogwirkung kommt es zu Blutungen der Haut und der Bindehaut, die man als Barotrauma bezeichnet.

Bei den Versuchen ging es darum, die Tauchtiefe zu finden, bei der subjektive oder objektive Beeinträchtigungen, im Sinne eines beginnenden Barotraumas, auftreten.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten von Schwimmbrillen, zum einen die kleinen, die durch starken Druck auf die Weichteile der Augenregion abgedichtet werden, und die großen Schwimmbrillen, die sich rundum an der knöchernen Augenhöhle abstützen. Es wurden 2 große und 2 kleine Schwimmbrillen bei den Vorversuchen getestet.

Große und kleine Schwimmbrillen gibt es mit und ohne elastische Randanteile aus Gummi oder Kunststoffen verschiedenster Art, die die Abdichtung verbessern und den Druck auf die Gewebe verringern.

Folgende Schwimmbrillen kamen bei den Vorversuchen zum Einsatz:

1. Eine kleine mit elastischem Rand (Abb. 1)
2. eine große mit elastischem Rand (Abb. 2)
3. eine große mit extrem elastischem breitem Rand (Abb. 3)
4. eine kleine ohne jegliche elastische Elemente, bekannt als „Schweden-Brille“ (Abb. 4)



Abb. 1a und b: Schwimmbrille Nr. 1, klein mit schmalem elastischem Rand



Abb. 2 a und b: Schwimmbrille Nr. 2, groß mit großem elastischen Rand



Abb. 3a und b: Schwimmbrille Nr. 3, groß mit extrem großem elastischen Rand



Abb. 4a und b: Schwimmbrille Nr. 4, klein, ohne elastische Komponenten (Schwedenbrille)

Zunächst wurden alle Vorderabschnitte makroskopisch, danach mikroskopisch an der Spaltlampe untersucht. Im Anschluss zogen alle vier Probanden die Schwimmbrillen auf, schilderten nach etwa 5 min ihre subjektiven Eindrücke und wurden nochmals an der Spaltlampe untersucht.

In der Folge absolvierte jeder der vier Probanden 5 Tauchgänge auf 2 Meter und verharrte in dieser Tiefe 15 bzw. 30 Sekunden lang. Danach erhob man subjektive und objektive Befunde. Die Apnoe-Tauchgänge wurden unter Beobachtung eines Beteiligten an einer Stange durchgeführt, die eine Metereinteilung besaß und so gestattete, in definierte Tiefen abzutauchen. Bei den 2-Meter-Tauchgängen hielten sich die Probanden an dieser Stange über 15 bzw. 30 sec. dergestalt fest, dass die Augen in Höhe der Markierung blieben.

Zum Schluss führten drei der Probanden 10 Tauchgänge bis 5 Meter Tiefe durch. Da ein Proband durch eine akute Nebenhöhlenproblematik keinen Druckausgleich durchführen konnte und damit nicht mehr Tauch-tauglich war, übernahm eine der übrigen Versuchspersonen dessen Schwimmbrille und tauchte damit abermals 10 Mal in 5 Meter Tiefe. Subjektive und objektive Befunderhebung schlossen sich an.

Somit wurden insgesamt 20 Tauchgänge auf zwei Meter bis zu 30 sec lang und 40 Tauchgänge auf fünf Meter Tiefe mit den vier verschiedenen Schwimmbrillen durchgeführt.

Ergebnisse

Subjektive Beschwerden traten schon kurz nach dem Aufsetzen einiger der Schwimmbrillen auf. Am stärksten waren diese bei der kleinen Schwimmbrille (Nr. 4) ohne elastische Elemente. Hier wurde der Druck kurz nach dem notwendigen, sehr engen Anlegen schon als äußerst unangenehm empfunden. Nach 5 min waren Gefäßstauungen der Bindehautgefäße an der Spaltlampe festzustellen, die sich während der 2-Meter-Tauchphasen nicht verstärkten, sondern unverändert blieben.

Auch bei den übrigen Brillen traten nach dem Aufsetzen subjektive Beschwerden, hier mehr in Form einer Sogwirkung, auf, die nur bei der extrem stark durch elastische Elemente abgepolsterte Brille Nr. 3 fehlten (Tab. 1).

Schwimmbrillenart	Testperson	Subj. Befund vorher	Obj. Befund vorher	Subj. Befund nachher	Obj. Befund nachher
(1) klein, mit elastischem Rand	H.-J. S.	o.B.	o.B.	Soggefühl	o.B.
(2) groß, mit elastischem Rand	U. H.	o.B.	o.B.	Soggefühl	o.B.
(3) groß mit extrem elastischem Rand	M. R.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.
(4) klein, ohne elastische Komponenten	D. S.	o.B.	o.B.	Starkes Druckgefühl	Zeichen eines Venenstaus (Bindehaut-Gefäß-Erweiterungen)

Tab. 1: Befunde vor und 5 min nach Anlegen der Schwimmbrillen

Mit der Zeit ließ das Druck- bzw. Soggefühl etwas nach, vor allem während der 2-Meter-Tauchgänge.

Kein Proband verspürte während der 2-Meter-Tauchgänge eine Zunahme der Beschwerden, auch nicht bei Brille Nr. 4, mit der 5 mal für 30 sec auf 2 m getaucht wurde. Die subjektiven Befunde blieben ebenfalls völlig unverändert (Tab. 2).

Schwimmbrillenart	Testperson Tauchzeit	Subj. Befund vorher	Obj. Befund vorher	Subj. Befund nachher	Obj. Befund nachher
(1) klein, mit elastischem Rand	H.-J. S. 5x15 sec	o.B.	o.B.	Soggefühl lässt etwas nach	o.B.
(2) groß, mit elastischem Rand	U. H. 5x30 sec	o.B.	o.B.	Soggefühl lässt etwas nach	o.B.
(3) groß mit extrem elastischem Rand	M. R. 5x15 sec	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.
(4) klein, ohne elast. Komponenten, Schwedenbrille	D. S. 5x30 sec	Starkes Druckgefühl	Gefäß- Erweiterungen	Druckgefühl nicht stärker	Unveränderte Gefäß- Erweiterungen

Tab. 2: Befunde vor und nach 5 Tauchgängen (15 sec bzw. 30 sec lang) in 2 Metern Tiefe

Dies änderte sich entscheidend, als man auf 5 Meter Tauchtiefe übergang. Unterhalb 2 m Tauchtiefe nahm nicht nur das Sog- oder Druckgefühl an den Augen zu, sondern auch der Druck auf die Ohren, sodass man mit den bekannten Techniken (1, 2, 3, 6, 7, 8) einen Druckausgleich im Nasenrachenraum, einschließlich Mittelohr, vornehmen musste, wenn man keine Trommelfellperforation riskieren wollte.

Bei allen Tauchern kam es zu deutlichen Zeichen einer Sogwirkung auf die Region unter der Brille, die sich an der Spaltlampe (Abb. 5) in Form von Bindehaut-Gefäßerweiterungen bis hin zu Punktblutungen (Petechien) manifestierten. Die Befunde nahmen von Tauchgang zu Tauchgang zu und erreichten nach dem zehnten ihre stärkste Ausprägung.



Abb. 5: Untersuchung an der Spaltlampe

Während die Gefäßerweiterungen nach 5 bis 24 Stunden abgeklungen waren, benötigten die Kleinstblutungen zwischen 1 und 2 Tagen zur Resorption (Tab. 3).

Da die Apnoe-Tauchgänge kurz waren und nur bis in eine Tiefe von 5 Metern reichten, somit Schäden am mittleren und hinteren Augenabschnitt nicht zu erwarten waren (1, 2, 3), wurde auf eine Untersuchung dieser Augenabschnitte in dieser Vor-Versuchsreihe verzichtet.

Funktionseinbußen der Augen waren weder zu erwarten, noch zu beobachten.

Schwimmbrillena rt	Test- Person	Subj. Befund vorher	Obj. Befund vorher	Subj. Befund nachher	Obj. Befund nachher
(1) klein, mit elastischem Rand	H.-J. S.	Soggefühl	o.B.	Ab 3 m verstärktes Soggefühl Druckausgleich im Nasenrachen-Mittelohr- Raum unabdingbar	BH-Gefäße erweitert, eine BH-Punkt-Blutung (nach zwei Tagen o.B.)
(2) groß, mit elastischem Rand	U. H.	o.B.	o.B.	Ab 3 m verstärktes Soggefühl Druckausgleich im Nasenrachen-Mittelohr- Raum unabdingbar	BH-Gefäße erweitert, einige BH-Punkt- Blutungen (nach zwei Tagen o.B.)
(3) groß mit extrem elastischem Rand	D. S.	Leichtes Soggefühl	o.B.	Ab 3 m verstärktes Soggefühl Druckausgleich im Nasenrachen-Mittelohr- Raum unabdingbar	Starke BH-Gefäß- Erweiterungen (nach einem Tag o. B.)
(4) klein, ohne elast. Komponenten Schwedenbrille	D. S.	Starkes Druckgefühl	Gefäß- Erweiterungen	Ab 3 m verstärktes Soggefühl Druckausgleich im Nasenrachen-Mittelohr- Raum unabdingbar	Starke BH-Gefäß- Erweiterungen (nach einem Tag o. B.)

Tab. 3: Befunde vor und nach 10 Kurz-Tauchgängen auf 5 Meter Tiefe

Diskussion

Beobachtet man Schwimmwettkämpfe, so fällt schon dem Laien auf, dass praktisch alle Wettkämpferinnen und Wettkämpfer am Ziel als erstes die Schwimmbrillen regelrecht herunterreißen. Der Grund dafür ist, dass sie kleine Schwimmbrillen tragen, die durch extremes Festziehen auf den Weichteilen der Augen abgedichtet werden. Das schmerzt so sehr, dass das Abziehen einer Befreiung gleich kommt, wie die Betroffenen versichern.

Diese kleinen Brillen, vergleichbar den von uns verwendeten Brillen Nr. 1 und Nr. 4, werden getragen, weil sie, im Gegensatz zu den großen, wenig Wasserwiderstand bieten, denn sie verschwinden praktisch in der Augenhöhle.

Schon vor einigen Jahren konnten wir im Kölner Hochschulschwimmzentrum, während wir Untersuchungen über die Haftung von verschiedenen Kontaktlinsen-Typen unter Wasser durchführten, mit der Spaltlampe Schwimmsportler nach dem Training untersuchen und stellten fest, dass durch das Tragen eng angezogener kleiner Schwimmbrillen Stauungszeichen und kleine Blutergüsse in Lid- und Bindehaut auftraten. In der Literatur werden Augen-Verletzungen, Blutungen und die Bildung von Tumoren (Lid-Neurome) durch die kleinen Schwimmbrillen beschrieben (4, 6, 7, 9).

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 aufragenden Brillen wird, so sagen uns Experten, erheblich überschätzt.

Unsere Tauchversuche bestätigen die Gefährlichkeit dieser Brillen: Die kleine Schweden-Brille (Nr. 4) ohne elastische Elemente übt schon unmittelbar nach dem Aufsetzen einen extremen Druck auf das Augengewebe aus und führt zu Symptomen eines Gefäßstaus außerhalb des Wassers.

Der zunehmende Wasserdruck führt ohne Druckausgleich, der ja bei fehlendem Nasenerker nicht möglich ist, in der Schwimmbrille zu einem zunehmenden Unterdruck, wodurch ein Sog, ähnlich dem eines Schröpfkopfes, entsteht, der auf das Gewebe unter der Schwimmbrille wirkt. Bei 5 Metern Tauchtiefe werden immerhin bis zu -0,5 Bar wirksam, ein Wert, der Symptome eines beginnenden Barotraumas hervorruft (5, 7). Elastische Ränder der Schwimmbrillen, aus Silikon, Gummi oder anderen Materialien, verringern die Sogwirkung, je größer die Elastizität, desto mehr.

Als Fazit dieser Tauch-Selbstversuche lässt sich, trotz der geringen Zahl an Testpersonen sowie der beschränkten Zahl an Tauchgängen feststellen:

1. Die kleinen Schwimmbrillen mit, vor allem aber ohne, elastische Elemente üben eine z. T. wesentlich stärkere Druckwirkung auf die Augen außerhalb des Wasser und Sogwirkung unter Wasser aus als die großen, vor allem, wenn diese einen breiteren elastischen Rand besitzen
2. Bis zu zwei Metern Tauchtiefe treten offensichtlich keine fassbaren Tiefen-bedingten Schäden, im Sinne eines Barotraumas, auf

3. Die Gefahrenzone für die Augen beim Tauchen mit Schwimmbrillen beginnt mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb einer Tauchtiefe von 2 Metern
4. Nach 10 Tauchgängen bis 5 Meter Tiefe sind beginnende Anzeichen eines Barotraumas der Augen feststellbar
5. In keinem Falle traten schwere oder bleibende Schädigungen der Augen auf
6. Funktionseinbußen der Augen (Sehschärfeminderungen, Gesichtsfeldausfälle, Beweglichkeitseinbußen) waren nicht zu erwarten und auch nicht zu verzeichnen

Ausblick

Da die Zahl der Probanden und der Tauchgänge dieser Tauch-Vorversuche für endgültige Ergebnisse und Rückschlüsse zu klein war, wird in einem weiteren Tauchtest eine größere Zahl an Tauchern und Tauchgängen herangezogen werden, um die Grenzen gefahrlosen Tauchens mit den verschiedenen Schwimmbrillenarten zu ermitteln.

Die Untersuchungen nach den Tauchgängen werden sich dann nicht nur auf den vorderen Augenabschnitt beschränken, sondern auch auf den mittleren und hinteren Augenabschnitt erstrecken, mit Tests der wichtigsten Augen-Funktionen.

Literatur:

1. Guldner, D., Vola, J. L.: Tests ophtalmologiques en plongée profonde à saturation. Bull. des Sociétés d. Ophthalmol. de France 87 (4)1987), 463-465
2. Holden, R. Morsman, C. D. Lane, C.M.: Ocular fundus lesions in sports divers using safe diving practices. Brit. J. of Sports Medicine 26 (2) (1992), 90-92
3. James, P.B.: Ocular fundus lesions in divers. Lancet 1 (8640) (1989), 731-732
4. Jowett, N.I., Jowett, S. G.: Ocular purpura in a swimmer. Postgrad. Med. J. 73 (866) (1997), 819-820
5. Rudge, F. W.: Ocular barotrauma caused by mask squeeze during a scuba dive. Southern Med. J. 87 (7) (1994), 749-750
6. Schnell, D.: Sportophthalmologische Aspekte des Tauchsports. Teil 1, Z. Prakt. Augenheilkd. 23 (2002), 457-462
7. Schnell, D.: Sportophthalmologische Aspekte des Tauchsports. Teil 2, Z. Prakt. Augenheilkd. 23 (2003), 27-34
8. Seiff, S. R.: Ophthalmic complications of water sports. Clinics in sports medicine 6 (3) (1987), 685-693
9. Wirta, D. L., Dailey, R. A., Wobig, J. L.: Eyelid neuroma associated with swim goggle use. Arch. Ophthalmol. 116, (11) (1998), 1537-1538

Autoren und Beteiligte (alphabetisch): Dr. sportwiss. Axel Hoffmann (Deutsche Sporthochschule), Eberhard Pingel (Augenoptiker-Meister), Dr. med. Martin Radermacher (Augenarzt), Dr. med. Dieter Schnell (Augenarzt), Dr. med. Hans-Jürgen Schnell (Augenarzt) (die letzten drei Autoren gehören dem Ressort Sportophthalmologie des Berufsverbandes der Augenärzte Deutschlands an)

Kontaktadresse der Autoren:

Dr. Dieter Schnell

Otto-Willach-Str. 2
 53809 Ruppichteroth
 Tel.: 0049-(0)2295-5488
schnell-dieter@t-online.de

Leiter des Ressorts
 Sportophthalmologie des
 Berufsverbandes der
 Augenärzte Deutschlands
 (betreuendes Gremium der
 Augenkranken des Deutschen
 Olympischen Sportbundes)
 Homepage: www.auge-sport.de