

C.-M. Muth<sup>1</sup>, J. Wendling<sup>2</sup>, K. Tetzlaff<sup>3</sup>

## Tauchtauglichkeitsuntersuchungen bei Sporttauchern mit besonderer Berücksichtigung medizinischer Grenzfälle

*Certificate of „fitness to dive“*

1 Sektion Anästhesiologische Pathophysiologie und Verfahrensentwicklung, Uniklinik für Anästhesiologie Ulm

2 DAN Europe Suisse, Biel-Bienne, Schweiz

3 I. Medizinische Klinik, Klinik für Allgemeine Innere Medizin, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

### Zusammenfassung

Das Tauchen zählt nach wie vor zu den sogenannten Trendsportarten und erfreut sich großer Beliebtheit nicht nur bei völlig gesunden, sportlich aktiven Menschen, sondern als Freizeitgestaltung zunehmend auch bei Menschen mit beeinträchtigter Gesundheit. Gesetzlich wird zur Ausübung einer nichtberuflichen Unterwasseraktivität zwar keinerlei Bescheinigung der gesundheitlichen Voraussetzungen verlangt, gleichzeitig besteht aber die Forderung der Tauchsportverbände nach einer gültigen Tauchtauglichkeit als Voraussetzung zur Teilnahme an deren Aktivitäten.

In Deutschland ist jeder approbierte Arzt dazu berechtigt, eine Tauchtauglichkeitsuntersuchung durchzuführen und ein entsprechendes Attest auszustellen. Die Art und der Umfang der Untersuchung sind nicht bindend geregelt. Der untersuchende Arzt kann aber unter Umständen nach Tauchunfällen haftungsrechtlich in Anspruch genommen werden. In diesem Artikel werden mögliche Einflüsse wichtiger gesundheitlicher Störungen auf die Tauchtauglichkeit besprochen und Entscheidungshilfen bei einigen häufigen Grenzfällen gegeben.

**Schlüsselwörter:** Tauchtauglichkeit, Tauchuntersuchung, Grenzfälle

### Einleitung

Die Tauchtauglichkeitsuntersuchung stellt für viele Sporttaucher ein lästiges Übel dar, welches in regelmäßigen Abständen scheinbar „unnütze Kosten“ verursacht. Weder zum Kauf der Tauchausrüstung noch zum Betauchen von entsprechenden Gewässern ist ein Nachweis der Tauchtauglichkeit nötig. Zum Tauchen im Urlaub reicht häufig sogar die schriftliche Eigenerklärung, dass keinerlei relevante Erkrankungen vorliegen. Einzig die (freiwillige) Forderung der Tauchsportverbände nach einer gültigen Tauchtauglichkeit als Voraussetzung zur Teilnahme an Tauchaktivitäten schafft bei vielen Tauchern den nötigen Druck, sich dieser Untersuchung zu unterziehen. Die Analyse tödlicher Tauchunfälle zeigt zudem, dass häufig vorbestehende gesundheitliche Störungen ursächlich waren (5). Dies ist insbesondere auch deshalb von Bedeutung, weil angesichts der stetig steigen-

### Summary

Scuba diving is a popular recreational sport, not only for the healthy and fit but also for those whose health or physical ability is impaired. Legally, for non-professional underwater activity, there is no requirement neither for any kind of diving licence, nor for the certification of physical ability. The Scuba Diving Associations generally require a certificate or statement of 'Fitness To Dive' before participation is approved. In Germany, any physician can provide this document without any special preparatory training. Significantly there are no official guidelines or requirements as to the scope of such an examination and certificate, but the issuing physician could incur liability in case of any subsequent diving accident. This article summarises the implications of this situation for physicians, and provides some information about common diagnoses and help with decisions in some of the more frequent borderline cases.

**Key words:** Fitness to dive, medical evaluation of divers, borderline cases

den Zahl von Sporttauchern auch die Zahl derer mit vorbestehenden Erkrankungen zunimmt.

Die Tauchtauglichkeitsuntersuchung stellt für Sporttaucher eine Empfehlung ohne bindenden Charakter dar. Dies setzt ein großes Maß an Eigenverantwortung voraus. Während Berufstaucher in der Regel keine Wahl bezüglich der Einsatzgewässer und Einsatzbedingungen haben, können Sporttaucher mit gewissen Einschränkungen (z.B. unvorhergesehene Erschwernisse wie plötzliche Strömung, etc.) die Rahmenbedingungen bei der Ausübung ihres Sportes frei wählen. Dies ermöglicht jedoch dem untersuchenden Arzt neben der Tauchtauglichkeit bzw. -untauglichkeit, auch die eingeschränkte Tauglichkeit zu attestieren, sie also ggf. mit gewissen Auflagen zu versehen.

In Deutschland ist jeder approbierte Arzt dazu berechtigt, eine Tauchtauglichkeitsuntersuchung durchzuführen und ein entsprechendes Attest auszustellen. Ebenso sind Art und

Umfang der Untersuchung nicht bindend geregelt. Allerdings kann der untersuchende Arzt haftungsrechtlich in Anspruch genommen werden, wenn es beim Tauchen zu einem Zwischenfall gekommen ist, der zumindest mittelbar mit einer vorbestehenden gesundheitlichen Störung in Zusammenhang steht. Die nationalen Fachgesellschaften (in Deutschland die Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin (GTÜM) e.V.) haben einheitliche Richtlinien zur Untersuchung von Sporttauchern erstellt, um den untersuchenden Ärzten eine Leitlinie an die Hand zu geben (Tab. 1). Dennoch

Tabelle 1: Wichtige weiterführende Literatur

- Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin (GTÜM). Ausschuss Tauchtauglichkeit: Richtlinien: <http://www.gtuem.org/guidelines.htm>
- Wendling J, Ehm O, Ehram R, Knessl P, Nussberger P (Hrsg.): Manual Tauchtauglichkeit. Zweite Auflage 2001 (erhältlich über: Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin (GTÜM))
- Ehm OF: Tauchtauglichkeitsuntersuchungen bei Sporttauchern. 2. Auflage. Springer, Berlin 1995

bleibt die Bescheinigung der Tauglichkeit bei einer Reihe von gesundheitlichen Störungen im Ermessen des Untersuchers. Der nachfolgende Artikel soll daher dem untersuchenden Arzt helfen, die Tauchtauglichkeit auch bei Personen mit bestehenden gesundheitlichen Störungen einschätzen zu können und eine Entscheidungshilfe bei einigen häufigen Grenzfällen an die Hand geben.

## Art und Umfang der Untersuchungen

Die Anamnese sollte so ausführlich wie möglich erfolgen (4,9). Sie kann mit einem standardisierten Fragebogen erhoben werden (Vordrucke sind bei den nationalen Fachgesellschaften erhältlich). Die körperliche Untersuchung soll mehr als nur orientierenden Charakter haben. Wesentlicher, unabdingbarer Bestandteil der Untersuchung ist die Inspektion der Ohren. Liegen hier Auffälligkeiten vor, so ist ggf. eine konsiliarische HNO-ärztliche Untersuchung zu veranlassen. Ebenso wichtig ist die Messung der Lungenfunktion, wobei mindestens die Lungenvolumina zu bestimmen sind und möglichst auch expiratorische Flusswerte erhoben werden sollten (Fluss-Volumen-Kurve). Ergeben sich bei der Lungenfunktionsprüfung Hinweise auf obstruktive, restriktive oder kombinierte Funktionsstörungen, ist auch hier die fachärztliche Abklärung dringend angeraten.

Bei entsprechender Anamnese ist die Durchführung einer Ergometrie mit Belastungs-EKG empfohlen. Sie wird aber nicht mehr als zwingend betrachtet, da es sich dann um eine medizinische Leistung zur Krankheitsabklärung handelt und somit nicht mehr Bestandteil der Tauchtauglichkeitsuntersuchung ist.

Strittig ist der Wert einer Röntgenuntersuchung der Lunge. Für die Erstuntersuchung auf Tauchtauglichkeit ist sie zwar grundsätzlich empfohlen, bei leerer Anamnese ist der diagnostische Wert aber zumindest fraglich (3).

Neben der sorgfältigen Inspektion und der allgemeinen körperlichen Untersuchung sind die Untersuchung der

Bruchpforten und die sorgfältige Prüfung und Dokumentation des Reflexstatus inkl. Pupillenstatus wichtig. Letzteres kann im Falle des Verdachts auf einen stattgehabten Tauchunfall bei der Entscheidungsfindung hilfreich sein.

## Diagnosebezogene Bewertung der Befunde

Die Tauchtauglichkeit ist gegeben, wenn alle erhobenen Befunde unauffällig sind (26). Aber auch bei Abweichungen von der Norm kann das Tauchen mit Einschränkungen möglich sein. Als Richtlinie über relative und absolute Kontraindikationen, also Befunde, die das Tauchen einschränken oder ausschließen, werden hier die Richtlinien der Fachgesellschaften übernommen, wie sie in einer gemeinsamen Publikation dargestellt wurden bzw. im Internet abzurufen sind (Tab. 1). Es ist jedoch anzumerken, dass es medizinische Grenzfälle gibt, bei denen die Expertenmeinungen zur Tauchtauglichkeit uneinheitlich sind. Teilweise ist eine generelle Aussage nicht möglich, sondern es muss eine sorgfältige Einzelentscheidung von Fall zu Fall erfolgen. Hier tragen sowohl der untersuchende Arzt, als auch der untersuchte Taucher ein hohes Maß an Verantwortung.

Im folgenden sollen Hinweise für einige solcher Grenzfälle gegeben werden, wobei eine umfassende Darstellung aller Krankheitsbilder den Rahmen dieser Übersicht sprengt. Interessierten Lesern, die häufiger Taucher untersuchen, sei daher das Tauchtauglichkeitsmanual der drei deutschsprachigen Fachgesellschaften zusätzlich empfohlen. Es wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass diese Empfehlungen nur für Sporttaucher gelten, denn die Untersuchungen und Ausschlusskriterien für gewerbliche und behördliche Taucher sind andernorts bindend geregelt (Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz G 31).

### Lunge

Die Lunge ist sowohl beim Gerätetauchen, als auch beim Apnoetauchen vielfältigen physikalischen und physiologischen Veränderungen unterworfen. Darüber hinaus können pathologische Veränderungen der Lunge eine wesentliche Rolle in der Pathogenese schwerer Tauchunfälle spielen (28). Die Beurteilung der Lungenfunktion verdient daher besondere Aufmerksamkeit. Kontraindikationen zum Tauchen sind eine schwere bronchiale Hyperreagibilität insbesondere in Verbindung mit persistierender obstruktiver Ventilationsstörung sowie emphysematische Veränderungen des Lungengewebes oder isolierte Bullae (30).

Sehr kontrovers wird die Beurteilung von Asthmatikern diskutiert, zumal in den letzten Jahren immer deutlicher wurde, dass viele Fälle von Lungenüberdehnung sehr wahrscheinlich auf 'Air-trapping' Mechanismen zurückzuführen sind (15,20,29). Die sehr trockene und in der Regel auch kalte Inspirationsluft stellt einen bronchialen Reiz dar und kann bei entsprechender Prädisposition zum Bronchospasmus führen (29,31). Hohe Strömungsgeschwindigkeiten des Atemgases auch in den kleinen Atemwegen bewirken ihrer-

seits eine Einengung des bronchialen Lumens. Daher sind Patienten mit mittelschwerem bis schwerem persistierendem Asthma mit hoher Variabilität des täglich gemessenen expiratorischen Spitzenflusses (Peak-flow) nicht tauchtauglich. Auch Patienten mit anstrengungs- oder kälteinduzierter Komponente sollten nicht tauchen. Schwieriger ist die Beurteilung für Asthmatiker, die unter regelmäßiger Medikation weitestgehend beschwerdefrei sind und bei denen die Lungenfunktion im beschwerdefreien Intervall normal ist. Ist hier auch grundsätzlich Zurückhaltung geboten, so kann im Einzelfall nach intensiver Diagnostik das Tauchen erlaubt werden. Wichtige Aspekte in der Beurteilung der Tauchtauglichkeit bei Asthma sind die Krankheitseinsicht und der gewissenhafte Umgang mit der Erkrankung. Problembewusste Asthmapatienten, die ihre Dyspnoe gut einschätzen und kontrollieren können (z. B. durch regelmäßiges Peak-flow Protokoll), können auf individueller Basis tauchtauglich sein. Ist eine Asthmaanamnese bekannt, so ist Zusatzdiagnostik empfohlen: Es sollten Provokationsteste durchgeführt werden, die Auskunft über die Empfindlichkeit des Bronchialsystems auf Reizung geben. Hierbei sind auch kalte Luft und körperliche Belastung als potentiell auslösende Agentien zu testen. Eine weitergehende Lungenfunktionsprüfung im Ganzkörperplethysmografen bzw. mittels Spiroergometrie ist dann unbedingt zu empfehlen. Wegen der komplexen Untersuchungen ist die Zusammenarbeit mit einem Lungenfacharzt unumgänglich.

Auch Patienten mit chronischer Bronchitis sollten über eine Risikoerhöhung aufgrund pathologischer Lungenparenchymveränderungen aufgeklärt sein und nicht tauchen, wenn die Lungenfunktion eingeschränkt ist (Einsekundenkapazität kleiner 70 % vom Soll).

Ein bestehendes stärker ausgeprägtes Lungenemphysem schließt eine Tauchtauglichkeit aus, weil es hier bei pulmonalen Druckanstiegen leichter zur Ruptur kommen kann (28). Auch lokal begrenzte emphysematöse Veränderungen und Bullae/Zysten schließen eine Tauchtauglichkeit aus. Leider entziehen sich Veränderungen mit einer Größe von unter 3 cm in der Regel einer einfachen Diagnostik wie dem Röntgen-Thorax. Bei Patienten mit Spontanpneumothorax in der Anamnese liegt der Verdacht auf das Vorliegen solcher pathologischen Veränderungen sehr nahe. Eine Tauchtauglichkeit kann bei suffizienter Behandlung des Pneumothorax attestiert werden, wenn ein Spiral-Computertomogramm des Thorax drei Monate nach dem Ereignis keine pathologischen Veränderungen in der Lunge zeigt. Der Zustand nach lungen- und thoraxchirurgischen Eingriffen gilt als relativer Ausschlussgrund vom Tauchen. Bei Tauchanfängern sollte sicher vom Tauchen abgeraten werden, erfahrenen Tauchern kann im Einzelfall nach sorgfältiger Aufklärung und Abwägung der Risiken das Tauchen mit Einschränkungen erlaubt werden.

## Herz-Kreislaufsystem

Eine weitere zentrale Bedeutung beim Tauchen kommt dem Herz-Kreislauf-System zu. Ein Mindestmaß kardiozirkulatorischer Belastbarkeit ist unabdingbar, um Strömung oder

längere Schwimmstrecken zu bewältigen und auch bei einer Unterwasserrettung die erwartete Hilfe leisten zu können. Zum anderen können bereits die immersionsbedingten Kreislaufveränderungen beim vorgeschädigten Herzen zu einer erheblichen Belastung führen (19).

Entsprechend der hohen Inzidenz in der Gesamtbevölkerung liegt bei Tauchern und Tauchkandidaten mittleren und höheren Lebensalters häufig ein arterieller Hypertonus bei u.U. sonstiger guter Gesundheit und körperlicher Leistungsfähigkeit vor. Bei der Beurteilung der Tauchtauglichkeit bei Hypertonus kommt es zunächst auf die Form der Hypertonie an. Bei der sekundären Hypertonie verbietet in der Regel schon die Grunderkrankung solange das Tauchen, bis sie (wenn möglich) dauerhaft und befriedigend behandelt ist. Daher muss vor allem bei jüngeren Menschen abgeklärt werden, ob es fassbare Ursachen für die Entstehung des Hypertonus gibt. Handelt es sich hingegen um eine essentielle Hypertonie, muss abgeklärt werden, ob es schon zu Organschädigungen gekommen ist, da z.B. immersionsbedingten Volumenverschiebungen zur Überlastung eines vorgeschädigten Herzens führen können. Daher sollte bei Folgeschäden vom Tauchen abgeraten werden.

Bei essentiellen Hypertonus und weitestgehend ausgeschlossen Folgeerkrankungen sowie adäquater (auch medikamentöser) Blutdruckeinstellung ist Tauchen prinzipiell möglich. Zu beachten sind allerdings mögliche Nebenwirkungen der Medikamente (Tab. 2). Bei Tauchern mit guter

Tabelle 2: Antihypertensiva und Tauchen

- **Betablocker:**  
Taucher darauf hinweisen, dass extreme Belastung gemieden werden sollte. Obwohl es für moderne Betablocker nur eingeschränkt gilt, kann es bei starker körperlicher Belastung zu Kreislaufproblemen kommen.  
Als extreme Belastung gelten Tauchgänge gegen Strömung, in Tiefen größer 40 m, bei Kälte und wenn größere Schwimmstrecken bewältigt werden müssen.  
Außerdem beeinflussen auch kardioselektive Betablocker in geringem Maße die Weite der Bronchien, daher besteht eine geringe, theoretische Gefahr für Air-trapping-Mechanismen.  
**Hinweis:** immer besonders langsam und kontrolliert auftauchen, rasche Aufstiege meiden.
- **Diuretika:**  
Durch die immersionsbedingte Diurese wirken synergistisch, d.h. Flüssigkeitsverluste sind ausgeprägter. Im Hinblick auf ein Dekompressionsrisiko ist beim Tauchen daher besonders darauf zu achten, dass diese Verluste adäquat ausgeglichen werden.
- **Alpha-Rezeptorenblocker:**  
Durch die Medikamentenwirkung können sich u.a. Schwindelgefühle und Benommenheit ausbilden (vor allem bei zu geringer Trinkmenge und /oder zu Beginn der Therapie), so dass dann nicht getaucht werden darf. Außerdem kann es u.U. zu rascherer Auskühlung des Tauchers kommen.
- **Kalziumantagonisten** gelten im Hinblick auf das Tauchen als unbedenklich.
- **ACE-Hemmer und Angiotensin-II-Antagonisten** gelten im Hinblick auf das Tauchen als sehr wahrscheinlich unbedenklich.

medikamentöser Einstellung, die aber nur unter Kombination von mehr als 2 blutdruckwirksamen Medikamenten erreicht werden kann, ist Zurückhaltung geboten.

Neben der Hochdruckkrankheit haben Erkrankungen der Koronargefäße eine hohe Inzidenz in der Bevölkerung. Ein

durchgemachter Herzinfarkt als Manifestation einer Erkrankung der Koronargefäße gilt primär als Ausschlussgrund vom Tauchen. Die Begründung liegt darin, dass es durch den Infarkt zu einer (partiellen) Insuffizienz des Herzmuskels, zur Ausbildung von Narben im Herzmuskel und zum vermehrten Auftreten von Rhythmusstörungen kommen kann, insbesondere bei Belastung (entweder körperlicher Art, etwa durch Schwimmen gegen Strömung, oder Volumenbelastung des Herzens bei z.B. vermehrtem venösen Rückstrom zum Herzen, welcher beim Tauchen durch verschiedene Mechanismen erfolgt) (10). Gerade beim Tauchen in heimischen (kalten) Gewässern kommt es zusätzlich durch den Kältereiz zu einer Vasokonstriktion. Dies kann bei ohnehin vorgeschädigten Koronarien u.U. ebenfalls zu pektanginösen Beschwerden führen.

Unter bestimmten Bedingungen kann allerdings Tauchen auch nach einem Infarkt möglich sein. So gelten z.B. Taucher mit koronarer Ein-Gefäßerkrankung als tauchtauglich, bei denen das Infarktereignis länger als 1 Jahr zurück liegt, die unter Belastung keine Angina pectoris oder andere Beschwerden entwickeln, ebenso keine Rhythmusstörungen und bei denen weder die Hämodynamik beeinträchtigt ist, noch eine gestörte Pumpfunktion des Herzens vorliegt.

Ist hingegen eine vorbestehende KHK symptomatisch geworden, ohne zum Infarkt geführt zu haben oder als Zufallsbefund diagnostiziert worden, so dass rechtzeitig vor einem Infarkt eine Dilatation und/oder Stenteinlage durchgeführt worden ist, so kann die Tauchtauglichkeit dann attestiert werden, wenn auch unter Belastung keine auffälligen EKG-Befunde im Sinne einer Versorgungsstörung des Herzmuskels und Herzrhythmusstörungen auftreten. Zusätzlich sollten in allen Fällen echocardiografische Kontrollen der Herzfunktion durchgeführt werden. Diese Befunde sind zur Kontrolle jährlich zu erheben. Allerdings sollte zwischen der Intervention und Wiederaufnahme des Tauchens mindestens ein halbes Jahr liegen und eine Kontrolle erfolgen. In diesen Fällen ist beim Tauchen künftig zu beachten, dass vorhersehbar anstrengende, kalte und sehr tiefe Tauchgänge gemieden werden sollten.

Komplex ist die Beurteilung auf Tauchtauglichkeit beim Vorliegen von Herzrhythmusstörungen und Vitien, deren komplette Abhandlung den hier gegebenen Rahmen sprengen würde. Zusammenfassend sei erwähnt, dass diejenigen Vitien mit einer Tauchtauglichkeit vereinbar sind, die überwiegend zu einer Klappeninsuffizienz führen, aber hämodynamisch nicht von Bedeutung sind.

Liegt ein offenes Foramen ovale vor, so kann bei persistierenden Öffnungen die Tauchtauglichkeit nach operativem (auch minimal-invasivem) Verschluss attestiert werden. Bei einem nur funktionell offenen Foramen ovale ist auf ein wahrscheinlich erhöhtes Risiko beim Tauchen hinzuweisen und ein konservatives Tauchverhalten zu empfehlen (keine tiefen und langen Tauchgänge, Beachtung der Auftauchzeiten mit langsamer Auftauchgeschwindigkeit, etc.) (13,18).

Schließlich sei noch der Zustand nach tiefer Venenthrombose erwähnt. Es besteht beim Zustand nach tiefen Venenthrombosen der unteren Extremität solange absolutes

Tauchverbot, bis eine volle Mobilisation und Sportfähigkeit wieder hergestellt ist und keine hämodynamischen Einschränkungen mehr bestehen. Ist es als Folge der Thrombose zur Lungenembolie gekommen, ist Tauchen grundsätzlich möglich, wenn sich kein pulmonaler Hypertonus ausgebildet hat und die Leistungsfähigkeit nicht eingeschränkt ist. Bei persistierendem pulmonalem Hypertonus besteht hingegen absolutes Tauchverbot. Eine begleitende Antikoagulation gilt dagegen nicht als Kontraindikation für das Tauchen. Insbesondere Marcumar wird nicht als ein besonderes Risiko für den Taucher gesehen, so dass unter Einnahme dieses Medikaments eine Tauchtauglichkeit gegeben ist. Es ist allerdings zu bedenken, dass bei marcumarisierten Tauchern schon z.B. geringste Druckausgleichprobleme zu massiven Einblutungen in das Trommelfell und Mittelohr führen können. Das gleiche gilt für Bagateltraumen in anderen Bereichen des Körpers.

### Ohr und Nasennebenhöhlen

Diesem Bereich kommt beim Tauchen eine besondere Stellung zu, weil es sich hier um gasgefüllte Hohlräume handelt, die wesentliche Prädilektionsstellen für Barotraumen sind (21,27). Daher führt jede Form einer Belüftungsstörung in diesem Bereich zumindest vorübergehend zum Tauchverbot, bei chronischen Belüftungsstörungen z.B. im Sinne einer chronischen Sinusitis oder pathologischen Tubenfunktion auch dauerhaft (23).

Bei akuter oder dauerhafter Perforation des Trommelfells besteht ebenfalls absolutes Tauchverbot. Nach spontanem Verschluss bestimmt die entstandene Narbe die Tauchtauglichkeit: atrophe Narben mit nur geringer Belastbarkeit schließen die Tauchtauglichkeit aus. Die Entscheidung muss jedoch ein HNO-Arzt treffen. In diesem Zusammenhang sei ausdrücklich erwähnt, dass die Entscheidung auf Tauchtauglichkeit in diesen Fällen eine ja/nein-Entscheidung ist. Tiefenlimitierungen sind nicht sinnvoll, denn die relativ größte Druckbelastung findet während der ersten 10 m statt, wie an anderer Stelle ausführlich erläutert wird. Ist ein Trommelfellddefekt mit einer Tympanoplastik verschlossen worden, ist bei Tauchanfängern eher Zurückhaltung bei der Tauchtauglichkeit geboten, denn gerade bei Anfängern erinnert vor allem der Dehnungsschmerz beim Abtauchen an die Notwendigkeit des Druckausgleichs. Erfahrene Taucher können je nach Verlauf nach Tympanoplastik tauchen, da sie den Druckausgleich mit einem gewissen Automatismus durchführen. In jedem Fall muss die Entscheidung zusammen mit einem HNO-Arzt gefällt werden, denn entscheidend ist der Umfang des Eingriffs und die Einheilung des Implantats (11,32)

Liegen chronische Gleichgewichtsstörungen vor, muss zunächst eine genaue Abklärung der Ursache erfolgen. Tauchtauglichkeit ist in der Regel nicht gegeben (17,24,27). Patienten mit chronischen Ohrgeräuschen (Tinnitus) und auch nach Hörsturz dürfen hingegen tauchen, wenn keine persistierende Schwindelsymptomatik vorliegt.

Exostosen des Gehörgangs schließen per se eine Tauchtauglichkeit nicht aus. Nur bei extremer Ausprägung

sollte sie so lange ausgesetzt werden, bis eine operative Abtragung und anschließend vollständige Heilung stattgefunden hat. Extrem ausgeprägte Exostosen können einerseits zusammen mit Cerumen zu einem Verschluss des Gehörgangs führen, andererseits die Entstehung einer Otitis externa begünstigen.

## Augen

Das Auge als flüssigkeitsgefülltes Organ unterliegt beim Tauchen keinen kompressionsbedingten Druckschwankungen, so dass Bedenken diesbezüglich unbegründet sind (1). Eine adäquate Sehfähigkeit ist hingegen sowohl für die Orientierung über wie unter Wasser, das Erkennen von Gefahrensituationen und das Ablesen der Instrumente von erheblicher Bedeutung. Entsprechend ist bei eingeschränkter Sehfähigkeit, insbesondere auch bei einer Hyperopie, eine Korrektur zu fordern. Die Art der Korrektur ist dabei unerheblich, da es sowohl Korrekturgläser für die Taucherbrille gibt, als auch die Möglichkeit der Verwendung von Kontaktlinsen besteht. Bei letzteren ist allerdings zu beachten, dass es unmittelbar nach dem Tauchen zu einem ‚Nebelsehen‘ kommen kann. Dies ist üblicherweise ohne pathologische Bedeutung, sondern Ausdruck einer vorübergehenden Refraktionsanomalie durch mechanischen Druck kleiner Gasbläschen auf die Hornhaut (Abb. 1). Diese Gasbläschen bilden sich dekompressionsbedingt zwischen Hornhaut

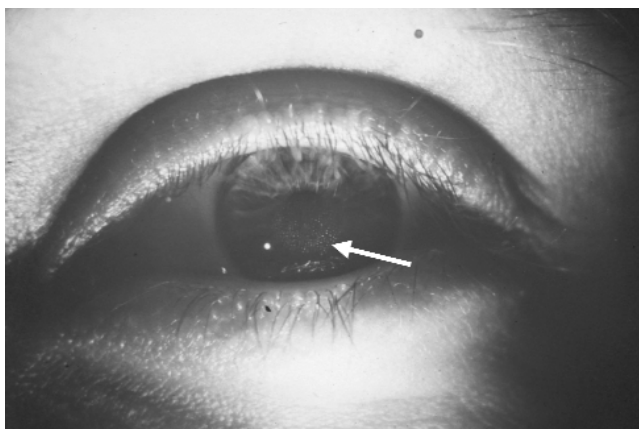


Abbildung 1: Die Abbildung zeigt das Auge eines Tauchers mit Kontaktlinse nach dem Tauchen. Zwischen Kontaktlinse und Hornhaut haben sich multiple kleine Gasbläschen gebildet (Pfeil). Die vorübergehende Refraktionsanomalie ist harmlos und bildet sich ohne therapeutische Maßnahmen zurück. Diese Bläschenbildung ist nicht Ausdruck eines stattgehabten Tauchunfalls.  
(\* mit freundl. Genehmigung von U. Ehrmann, DLRG Ulm)

und Hinterfläche der Kontaktlinse und sind nicht Ausdruck eines durchgemachten Dekompressionsunfalls (16). Langsames Auftauchen und häufiger Lidschlag sollen helfen, dieses Phänomen zu vermeiden.

Auch bei höhergradiger Myopie bestehen keine grundsätzlichen Bedenken, insbesondere besteht keine tauchbedingte Gefahr der Netzhautablösung (1). Dennoch sollte Tauchern mit starker Myopie aus grundsätzlichen Erwägungen empfohlen werden, zweimal pro Jahr den Augenhintergrund kontrollieren zu lassen.

Die Tauchtauglichkeit bei erhöhtem Augeninnendruck und Glaukom muss differenziert betrachtet werden. Die

Anamnese Glaukom fordert also die fachärztliche Untersuchung (1).

Untersuchungen bei Tauchern und Schnorchlern konnten zeigen, dass Schwimmen, Schnorcheln und Tauchen beim chronischen Weitwinkelglaukom nur geringe, schnell wieder abklingende Augendruckschwankungen erwarten lassen (12). Eine Tauchtauglichkeit ist also dann gegeben, wenn der N. opticus noch nicht geschädigt ist. Diese Einschränkung ist wichtig, denn durch eine tauchbedingte Vasokonstriktion durch z.B. den Tauchreflex, Kälte, oder auch erhöhte Sauerstoffpartialdrücke kann es zu einer Malnutrition kommen. Auch besteht die Möglichkeit von Mikroembolien durch kleinste Gasbläschen, die einen vorgeschädigten Nerv weiter schädigen können. Bei einem Glaukom, das bereits zu einem Sehnervschaden geführt hat, wird daher vom Tauchen und Schnorcheln abgeraten. Dies ist, wie erwähnt, auch beim Engwinkelglaukom, der Fall. In Augen mit engem Kammerwinkel kann es beim Tauchen zum Winkel- und Pupillarblock kommen. Da auch das Schnorchelschwimmen bei engem Kammerwinkel Augendrucksteigerungen verursachen kann, sollten Personen mit engem Kammerwinkel auch nicht schnorcheln (12). Das Weitwinkelglaukom schließt die Tauchtauglichkeit nicht aus, beim Engwinkelglaukom besteht hingegen absolutes Tauchverbot

Beim Vorliegen einer Linsentrübung des Auges (Katarakt) spricht dann nichts gegen das Tauchen, wenn die Sehleistung nicht eingeschränkt ist. Tauchen mit Pressluft führt sehr wahrscheinlich auch zu keiner Progression der Eintrübung, wenn in den für Sporttaucher üblichen Grenzen getaucht wird. Allerdings ist bekannt, dass erhöhte Sauerstoffpartialdrücke zum Fortschreiten einer Linsentrübung führen können (22), so dass Betroffenen vom Tauchen mit sauerstoffangereicherten Gasgemischen (Nitrox) eher abgeraten werden sollte. Ist der graue Star operationspflichtig geworden, so wird derzeit für 3 Monate post OP ein Tauchverzicht empfohlen (25).

Trägt der zu Untersuchende eine Augenprothese (Glasauge), so ist zu beachten, dass für das Tauchen nur offene Schalenprothesen geeignet sind, die zudem beim Tauchen entfernt werden sollten. Geschlossene Hohlprothesen aus Glas gelten als absolute Kontraindikation, weil es hier im Überdruck zur Implosion kommen kann.

## Sonstiges

**Rückenprobleme und Bandscheibenvorfälle** sind ebenfalls häufige Probleme in der Tauchtauglichkeitssprechstunde. Ein symptomloser Bandscheibenvorfall und Bandscheibenschäden, die nur gelegentlich Beschwerden bereiten, aber nicht mit Nervenausfällen einhergehen, sind mit einer Tauchtauglichkeit vereinbar. Bei Tauchern mit vorgeschädigten Bandscheiben wird allerdings ein leicht erhöhtes Dekompressionsrisiko in diesem Bereich angenommen. Außerdem kann es durch die tauchtypischen Belastungen zu einer Verstärkung des Vorfalls kommen. Schon bei gering ausgeprägten Beschwerden mit Nervenausfällen sollte nicht getaucht werden, denn hier kann es ggf. unmöglich sein zu differenzieren, ob etwaige Parästhesien nach Tauchgängen gas-

blasen- oder bandscheibenbedingt sind. Dies kann im Zweifel in beiden Fällen zu einer Behandlungsverzögerung und / oder zur jeweils falschen Therapie führen.

Bei Zustand nach Bandscheibenoperation gilt: bestehen keine Restbeschwerden mehr und ist die Ausheilung abgeschlossen, so bestehen keine Bedenken gegen das Tauchen. Zu beachten ist jedoch, dass auch hier extreme Risikoprofile beim Tauchen gemieden werden sollten, denn auch diesbezüglich wird angenommen, dass das Risiko für Dekompressionsprobleme erhöht sein könnte.

Ist es trotz oder durch die Therapie zu dauerhaften Schädigungen von Nerven gekommen, ist die Erteilung einer Tauchtauglichkeit nur bei genauer Kenntnis des Patienten und als Einzelabwägung, ggf. mit gewissen Auflagen, möglich. Grundsätzlich sollte jedoch vom Tauchen abgeraten werden.

Tabelle 3: Tauchen mit Diabetes

**Diabetiker:**

- dürfen keine Folgeerkrankungen des Diabetes haben
- müssen schon über längere Zeit aktive Sportler mit guter Leistungsfähigkeit sein,
- entsprechend muss ein unauffälliges Belastungs-EKG vorliegen
- müssen ihren Blutzucker mind. 4x tägl. selbst kontrollieren, Insulin und ihre Kohlehydratzufuhr entsprechend der aktuellen Situation anpassen können. Dabei soll die intensivierete Insulintherapie schon seit mindestens einem Jahr mit guten Einstellwerten durchgeführt werden
- müssen nachweislich über längere Zeit eine gute Zuckereinstellung haben und dürfen auch unter Belastung keine Episoden von Unterzuckerung gehabt haben, die HbA1c-Werte sollten zwischen 5,5 - 8,5% liegen.
- müssen in der Lage sein, eine beginnende Unterzuckerung rechtzeitig zu erkennen und entsprechend zu reagieren
- sollen eine verantwortungsbewusste Psyche besitzen und dürfen sich nicht selbst oder fremdgefährdet verhalten
- sollen ein spezielles Logbuch führen, in dem nicht nur die jeweils Tauchgangsspezifischen Daten geloggt werden, sondern auch die Blutzuckerwerte vor und nach dem Tauchgang

Die Entscheidung zur Tauchtauglichkeit kann nur zusammen mit dem behandelnden Diabetologen oder Hausarzt gefällt werden.. Zu den Einschränkungen zählen die jährliche Nachuntersuchung auch bei jungen Tauchern, die Vermeidung von voraussichtlich stressigen und anstrengenden Tauchgängen, wie Eistauchen und Strömungstauschen. Die Tauchtiefe sollte dem Ausbildungsstand angepaßt sein und auch bei erfahrenen Tauchern die 30 Meter nicht wesentlich überschreiten.

Ein weiteres häufiges medizinisches Problem stellt das Vorliegen eines Diabetes mellitus dar. Wegen der akzidentellen Hypoglykämiegefahr bei Diabetikern sind diese grundsätzlich nicht tauchtauglich (6,14). Sind diese Patienten aber aktive Sportler, kann, bei nachweislich guter Einstellung der Blutzuckerwerte über längere Zeit, Abwesenheit von Hypoglykämien auch unter intensiver körperlicher Belastung, sportlicher Aktivität und guter Leistungsfähigkeit sowie Verantwortungsbewusstsein das Tauchen mit Einschränkungen erlaubt werden (Tab. 3) (6,7,8,14). Diese Entscheidung kann jedoch nur zusammen mit dem behandelnden Diabetologen oder Hausarzt gefällt werden.

Liegen typische Folgeerkrankungen des Diabetes vor oder ist die körperliche Leistungsfähigkeit eingeschränkt, so ist vom Tauchen abzuraten.

Patienten mit anamnestisch bekannten zerebralen Krampfanfällen ist generell vom Tauchen abzuraten. Bei ei-

nem einmaligen, lange zurückliegenden Krampfanfall (z.B. Fieberkrampf) in der Vorgeschichte des Patienten ist eine eingehende neurologische Untersuchung notwendig, die u.a. ein EEG mit und ohne Provokationsteste beinhalten sollte. Die Tauglichkeit von Patienten, die keine Medikamente mehr nehmen müssen und deren letzter Krampfanfall länger als 5 Jahre zurück liegt, wird sehr kontrovers beurteilt. Diesen Patienten sollte vom Tauchen abgeraten werden, oder die Tauglichkeit nur nach intensivster neurologischer Untersuchung und Provokationstestung (u.a. möglichst auch mit hyperbarem Sauerstoff) attestiert werden. Alle anderen Patienten, auch diejenigen, welche unter Medikation anfallsfrei sind, sind als nicht tauchtauglich zu betrachten.

Bei einer Schwangerschaft sollte aus medizinischer Sicht vom Tauchen abgeraten werden, da eine Schädigung des Feten durch Gasblasen nicht sicher ausgeschlossen ist (2). Gerade während der frühen Schwangerschaft ist es jedoch möglich, dass Tauchgänge durchgeführt werden, ohne dass der Frau ihr Zustand bewusst wäre. In einem solchen Fall besteht kein Grund zu erhöhter Besorgnis und sicher keine Indikation zu abortiven Maßnahmen (2). Mit bekannt werden der Schwangerschaft sollte aber bis nach der Geburt auf das Tauchen verzichtet werden. Stillen hingegen ist in keiner Weise eine Kontraindikation gegen Tauchen. Negative Folgen für das Kind sind völlig ausgeschlossen, es kann lediglich zu einem Rückgang der Milchbildung kommen, was bei adäquater Trinkmenge der Mutter jedoch in der Regel ausgeglichen werden kann.

## Tauchen mit Kindern

Tauchen ist mit Kindern ab einem gewissen Alter möglich, wobei die Altersgrenzen nicht klar definiert sind. Kindertauchen sollte aber nur unter Auflagen erfolgen, denn das noch nicht abgeschlossene Größenwachstum mit den nicht geschlossenen Epiphysenfugen sowie das ungünstige Verhältnis von Körperoberfläche zu Körpervolumen mit der damit verbundenen vermehrten Wärmeabgabe stellen mögliche Gefahren für das Kind beim Tauchen dar.

In Bezug auf die Tauchtauglichkeit gibt es für Kinder keinerlei genormte Richtlinien und Empfehlungen. Wichtig für die Beurteilung sind vor allem die körperliche Reife und die motorischen Fähigkeiten. Hier ist zu fordern, dass das Kind sicher über und unter der Wasseroberfläche schwimmen können und sich im und unter Wasser wohl fühlen muss. Hat es z.B. bereits beim Tauchen im Schwimmbad ohne Hilfsmittel Schwierigkeiten die Augen unter Wasser zu öffnen, so ist es für das Gerätetauchen zu früh. Diese Forderungen werden in der Regel nicht vor dem 6. bis 8. Lebensjahr adäquat erreicht. Daraus ergibt sich, dass das empfohlene Mindestalter aus theoretischen Erwägungen im Augenblick bei 8 Jahren liegt.

Das Einstiegsalter kann individuell auch deutlich höher liegen, denn auch die psychische Entwicklung des Kindes verdient ein Höchstmaß an Beachtung. Das Kind muss dabei in der Lage sein, sich über längere Zeit zu konzentrieren. Auch muss es den Stoff der Tauchtheorie begreifen und den

Anweisungen des Ausbilders gewissenhaft und zuverlässig folgen können.

## Schlussbemerkung

Die behandelten Themen sind die in der Praxis am häufigsten auftretenden Grenzfälle. Um weitergehende Kenntnisse zu erlangen, sei auf die in Tabelle 1 aufgeführte weiterführende Literatur verwiesen. In Zweifelsfällen sollte ein in der Tauchmedizin erfahrener Arzt hinzugezogen werden.

Die Tauchtauglichkeitsuntersuchung sollte niemals den Charakter einer Gefälligkeit haben, sondern durch gründliche Untersuchung gesundheitliche Störungen aufdecken, die den Taucher und auch seine Tauchkameraden gefährden können.

## Literatur

1. *Butler FK Jr.*: Diving and hyperbaric ophthalmology. *Surv Ophthalmol.* 39 (1995) 347-366.
2. *Camporesi EM.*: Diving and pregnancy. *Semin Perinatol* 20 (1996) 292-302.
3. *Charpak Y, Blery C, Chastang C, Szatan M, Fourgeaux B.*: Prospective assessment of a protocol for selective ordering of preoperative chest x-rays. *Can J Anaesth.* 35 (1988) 259-264.
4. *Davis JC, Bove AA.*: Medical evaluation for sport diving. In: Bove AA (Hrsg.). *Bove and Davis' Diving Medicine* 3rd Edition. Saunders, Philadelphia, 1997, 349-360.
5. *Divers Alert Network.*: Report on decompression illness, diving fatalities and project dive exploration. The DAN annual review of recreational scuba diving injuries and fatalities based on 1999 data. Divers Alert Network: Durham, NC, USA, 2001.
6. *Dufaitre L, Vialettes B.*: Is scuba diving allowed in diabetic patients treated with insulin? *Diabetes Metab.* 26 (2000) 411-415.
7. *Edge CJ.*: Medical aspects of scuba diving. Standards for diabetic divers are workable. *BMJ.* 309 (1994) 340.
8. *Edge CJ, Grieve AP, Gibbons N, O'Sullivan F, Bryson P.*: Control of blood glucose in a group of diabetic scuba divers. *Undersea Hyperb Med.* 24 (1997) 201-207.
9. *Elliott D (Hrsg.)*: Medical assessment of fitness to dive. Best Publishing Company, Flagstaff, USA, 1995
9. *Giesler U, Jungmann H, Stein G.*: Are coronary patients endangered through arrhythmias in diving? *Med Klin.* 75 (1980) 518-523.
10. *House JW, Toh EH, Perez A.*: Diving after stapedectomy: clinical experience and recommendations. *Otolaryngol Head Neck Surg* 125 (2001) 356-360.
11. *Kalthoff H, John S.*: Verhalten des Augeninnendruckes beim Schnorcheln und Tauchen. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 168 (1976) 253-257.
12. *Knauth M, Ries S, Pohimann S, Kerby T, Forsting M, Daffertshofer M, Hennerici M, Sartor K.*: Cohort study of multiple brain lesions in sport divers: role of a patent foramen ovale. *Br Med J* 314 (1997) 701-705.
13. *Kruger DF, Owen SK, Whitehouse FW.*: Scuba diving and diabetes. Practical guidelines. *Diabetes Care* 18 (1995) 1074.
14. *Mebane GY, McIver NKI.*: Fitness to dive. In: Bennett P, Elliott D (Hrsg.). *The physiology and medicine of diving.* Saunders, London, 1993, 53-76
15. *Mekjavic IB, Campbell DG, Jaki P, Dovsak PA.*: Ocular bubble formation as a method of assessing decompression stress. *Undersea Hyperb Med* 25 (1998) 201-210.
16. *Molvaer OI.*: Vestibular problems in diving and in space. *Scand Audiol Suppl* 34 (1991) 163-170.
17. *Moon RE, Camporesi EM, Kisslo JA.*: Patent foramen ovale and decompression sickness in divers. *Lancet* 8637 (1989) 513-514.
18. *Mukerji B, Alpert MA, Mukerji V.*: Right ventricular alterations in scuba divers: findings on electrocardiography and echocardiography. *South Med J* 93 (2000) 673-676.
19. *Neuman TS, Bove AA, O'Connor RD, Kelsen SG.*: Asthma and diving. *Ann Allergy* 73 (1994) 344-350.
20. *Strutz J.*: Otorhinolaryngologische Aspekte zum Sporttauchen. *HNO* 41 (1993) 401-411
21. *Palmquist BM, Philipson B, Barr PO.*: Nuclear cataract and myopia during hyperbaric oxygen therapy. *Br J Ophthalmol* 68 (1984) 113-117.
22. *Parell GJ, Becker GD.*: Neurological consequences of scuba diving with chronic sinusitis. *Laryngoscope.* 110 (2000) 1358-1360.
23. *Parker J.*: *The Sports diving medical.* J.L. Publications, Melbourne, Australien, 1994
24. *Peters NT, Borer RC Jr, Strauss MB.*: Effect of increased atmospheric pressure on radial keratotomy. *J Cataract Refract Surg* 25 (1999) 1620-1623.
25. *Plafki C, Almeling M, Welslau W.*: Die medizinische Vorsorgeuntersuchung von Sporttauchern. *Dt Ärzteblatt* 96 (1999) A1968-1970
26. *Talmi YP, Finkelstein Y, Zohar Y.*: Otolaryngic examination of the sport scuba diver. *Ear Nose Throat J.* 69 (1990) 524 und 527-528.
27. *Tetzlaff K, Reuter M, Leprow B, Heller M, Bettinghausen E.*: Risk factors for pulmonary barotrauma in divers. *Chest.* 112 (1997) 654-659.
28. *Tetzlaff K, Neubauer B, Reuter M, Friege L.*: Atopy, airway reactivity and compressed air diving in males. *Respiration.* 65 (1998) 270-274.
29. *Tetzlaff K, Reuter M.*: Pneumologische Aspekte der Tauchmedizin. *Pneumologie* 52 (1998) 489-500
30. *Tetzlaff K, Friege L, Koch A, Heine L, Neubauer B, Struck N, Mutzbauer TS.*: Effects of ambient cold and depth on lung function in humans after a single scuba dive. *Eur J Appl Physiol* 85 (2001) 125-129.
31. *Veletic M, Bonifacic M, Manestar D, Veletic M, Bonifacic D.*: Cartilage palisade tympanoplasty and diving. *Otol Neurotol* 22 (2001) 430-432.

## Korrespondenzadresse

Dr. med. Claus-Martin Muth  
Sektion Anästhesiologische Pathophysiologie  
und Verfahrensentwicklung  
Universitätsklinik für Anästhesiologie  
Parkstrasse 11  
D - 89073 Ulm  
Fax: 0731 500 25143  
e-mail: CMMuth@aol.com