

Versicherungsmedizinische Knacknüsse beim «Tauchunfall»

Dr. med. Jürg Wendling, Biel

Zusammenfassung

Notfallsituationen beim Tauchen erweisen sich bezüglich der auslösenden Ursache oft als komplex, zuweilen zweideutig. Während eine traumatische Verletzung unter Wasser oder beim Ein- und Ausstieg einfach als Unfall anzusprechen ist, sind Symptome, welche durch Dekompressionseffekte zustande kommen, wie z. B. die Dekompressionskrankheit DCS und das Lungenbarotrauma mit arterieller Gasembolie (AGE), schwieriger zu deuten. Im Allgemeinen, d.h. bei spontanem Auftreten während odernach dem Tauchgang, werden diese Zwischenfälle als Krankheit gedeutet. Bei unerwarteten und von aussen bestimmten Faktoren kann auch hier der Unfallbegriff bejaht werden, was allerdings oft ein Gutachten braucht, um der Sache gerecht zu werden. An einem Beispiel einer Notaufstiegsübung mit Komplikationen wird die Verknüpfung von gefährlichen Ereignissen geschildert, Differenzialdiagnosen diskutiert und die Schlussfolgerungen erklärt. Ein unkontrolliert rascher Notaufstieg, der zur Lungenruptur mit AGE und schweren zerebralen Ausfällen führte, konnte so als

Unfall anerkannt werden, da die Ursache für den Notaufstieg eine unerwartete technische Wasserbeimengung beim Atemregler des Tauchers war im Rahmen einer Übung für die sogenannte Wechsellatmung. Eine Regel kann jedoch daraus nicht abgeleitet werden, da jeder Fall einzeln analysiert und versicherungsmedizinisch durch einen erfahrenen Taucherarzt abgeklärt werden muss.

Résumé

Les causes d'une situation d'urgence en plongée se révèlent souvent complexes, et parfois ambiguës. Alors qu'on nomme sans problème accident une blessure traumatique sous l'eau ou survenue en entrant ou en sortant de l'eau, des symptômes dus à des suites d'une décompression tels que la maladie de la décompression (DCS) et le barotraumatisme pulmonaire avec embolie gazeuse artérielle (AGE) sont difficiles à interpréter. En général, c'est-à-dire lors d'une apparition spontanée pendant ou après la plongée de tels symptômes, ils sont associés à une maladie. Si certains facteurs inattendus et extérieurs entrent en ligne de compte, il est correct de recourir au concept d'accident, ce qui ne peut être souvent établi qu'au moyen d'une

expertise pour pouvoir juger convenablement de la situation. Dans un exemple d'un exercice de remontée en urgence avec complications, on décrit l'entrée en jeu d'événements dangereux, des diagnostics différentiels sont discutés et on explique les conséquences. Une remontée rapide non contrôlée qui entraîna une rupture pulmonaire avec AGE et des arrêts cérébraux graves a pu être ainsi déclarée comme accident, vu qu'un défaut technique inattendu (eau dans le régulateur de la respiration du plongeur) était la cause pour la remontée d'urgence dans le cadre d'un exercice de respiration alternée. Cependant, on ne peut pas en déduire une règle générale comme quoi chaque cas doit être examiné et analysé sur le plan de la médecine des assurances par un médecin de plongée expérimenté.

Tauch- und Überdruckzwischenfälle – Unfall oder Krankheit?

Zwischenfälle, die eine ärztliche Behandlung erfordern, sind eine Seltenheit, sowohl beim Sporttauchen wie auch bei Arbeiten unter Wasser oder unter Überdruckbedingungen (z. B. Tunnelbau). Die Inzidenz beim Sporttauchen ist 1:30 000 Tauchgänge für das typische einfache

Freizeittauchen, bis 1:3000 für Tauchtechniken mit erhöhter Gefährdung (technisches Tauchen, Höhlentauchen, Tieftauchen, auch spezielle Berufstauchtechniken). Trotz dieser an sich geringen Wahrscheinlichkeiten verglichen mit anderen Sportarten handelt es sich beim Tauchen um eine Sportart mit besonderer Gefährdung. Dies, weil ca. 1/10 der Tauchunfälle tödlich enden, was nur bei wenigen anderen Sportarten der Fall ist.

Zwischenfälle beim Tauchen, allgemein «Tauchunfall» genannt, sind zum größeren Teil Dekompressionskomplikationen (Decompression incidents DCI), seltener akute Krankheitsausbrüche, noch seltener traumatische Ereignisse, wie Fig. 1 das verdeutlicht.

 INJURY REPORT	
DCI	183
SUSP. DCI	16
BAROTRUMA (ORL) ETC.	82
SUSP. BAROTRAUMA	5
ASPHYXIA	6
NEAR MISSES	10
OTHER DIVING	4
TRAUMA WET	66
TRAUMA DRY	15
MARINE LIFE INJURY	23
TOTAL 2010	410
64'000 MEMBERS	
1'290'000 DIVES	(= 1:3'150 DIVES)

Fig. 1

DCI werden als Syndrom zusammengefasst, weil eine Unterscheidung vor allem im Akutfall meist nicht möglich ist und die Behandlung der verschiedenen Ätiologien praktisch identisch ist.

Das Syndrom umfasst einerseits die **Dekompressionskrankheit**, d.h. eine innere Bläschenkrankheit, die beim Tauchen durch Übersättigung von gelöstem Inertgas im Blut vorkommt, wenn der Umgebungsdruck unter eine kritische Grenze abfällt (vgl. Fig. 2). Die Symptome sind äusserst vielfältig, meist auch nicht objektivierbar, wie z. B. Kribbelen, Gefühlsminderung oder Jucken an einzelnen Körperstellen, z. T. sichtbar wie rote konfluierende Flecken oder lokale Lymphstauungen, welche typische lokale Schwellungsphänomene hervorrufen. Die schwersten Komplikationen sind

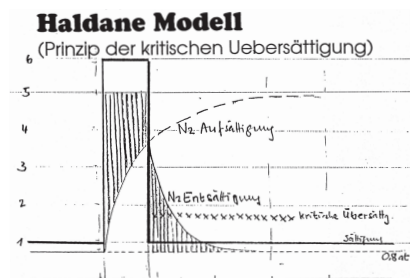


Fig. 2

neurologischer Art, wie motorische Ausfälle, insbesondere auch atypische Querschnittsyndrome oft mit Sphinkterinsuffizienz.

Eine andere Pathologie, das **Barotrauma der Lunge**, kommt zustande, wenn beim Aufstieg das Gas aus dem Thoraxraum bei entsprechend abnehmendem Umgebungsdruck nicht entweichen kann. Daraus resultiert eine Lungenblähung

Lungenbarotrauma

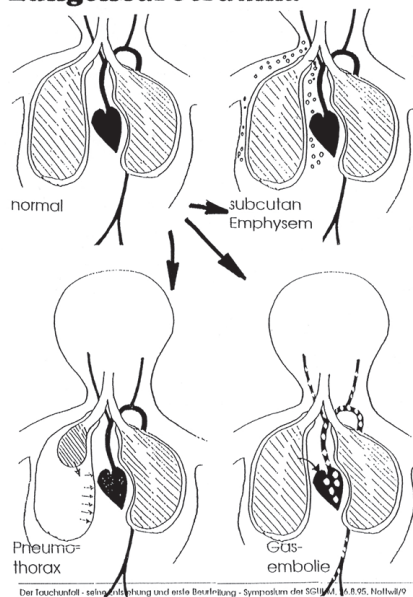


Fig. 3

mit Pleurariss oder eine interstitielle Ruptur, die ein Luftemphysem im Thorax-Hals-Bereich hervorruft, oder eine Gefäßruptur, die eine akute arterielle Gasembolie auslöst (vgl. Fig. 3).

Eine schweizerische Interpretationseigenheit ist, dass der Tauchzwischenfall nach Versicherungsrechtssprechung grundsätzlich als Krankheit gewertet wird, weil die Unfalldefinition nicht vollständig erfüllt ist (kein ungewöhnliches und von aussen einwirkendes Ereignis). Deshalb wird in der Schweiz die international übliche Bezeichnung des Tauchunfalls nicht angewendet. Als Ersatz spricht man dann von einem Tauchzwischenfall oder Tauchnotfall.

Die zweithäufigsten Ereignisse beim Tauchzwischenfall sind akute Krankheitssymptome, die einen Kontrollverlust oder Körperschädigung auslösen wie Kreislaufschwäche, Aspiration, Taucherlungenödem oder Barotraumen im HNO-Bereich. All diese Ereignisse inkl. Ertrinken erfüllen den Unfallbegriff nicht und werden als Krankheit behandelt.

Die kleinste Gruppe von Tauchzwischenfällen stellen die traumatischen Ereignisse

dar, Verletzungen, Verstauchungen, z. B. ausgelöst durch Sturz von der Tauchleiter oder Verletzungen durch Schiffsschraube oder Bootsrumpf, selten auch durch Meerestiere. Diese Ereignisse erfüllen ganz klar den Unfallbegriff.

Kompliziert wird die Sache dadurch, dass ausnahmsweise auch eine Dekompressionserkrankung oder ein Lungenbarotrauma als Unfall anerkannt werden kann, z. B. beim Versuch, einen in Not geratenen Tauchkameraden zu retten, bei technischen Geräteversagen oder Zwischenfällen, oder bei umweltbedingten Überraschungen (Abdriften durch plötzliche Strömung, Verhedderung im Fischernetz etc.).



Fig. 4

Ein spezieller Tauchzwischenfall – Case report

Eine Dreiergruppe Sporttaucher, zwei Auszubildende und ein Tauchinstructor begeben sich im Sommer in einem Schweizer See auf einen Übungstauchgang, bei welchem ein Notfallszenario «Notaufstieg bei Versagen der Luftzufuhr» geübt wird. Die Übung beginnt am Seegrund auf 18 m, der Übende gibt das abgemachte Zeichen für Luftnot, entfernt den Lungenautomaten wie für diese Übung üblich und erhält vom Tauchpartner dessen Lungenautomaten für die sogenannte Wechsellatmung (Fig. 4).

Während dem nun folgenden Rettungsaufstieg kommt es plötzlich zum unerwarteten Ereignisablauf:

- Der Übende greift wild um sich, um den zusätzlich mitgeführten Reserverlungenautomaten zu suchen, ohne ihn jedoch sogleich zu finden. Das Zweierteam bewegt sich in dieser etwas stürmischen Phase Richtung Oberfläche, gerät aber wieder tiefer und ist immer noch erst 5 m vom Boden weg.
- Nach etwa 6 Minuten Aufstiegsversuch, der jedoch nicht zur Oberfläche geführt hat und unter vermutlich sehr turbulenten Bedingungen, kommt es auf einer Tiefe von 13 m zum Abbruch des Übungsszenarios. Der verunglückte Taucher hat die Kontrolle über alles verloren und steigt mit schnellstmöglicher Geschwindigkeit zur Oberfläche. Dies braucht viel Energie, was durch massives Flossenschlagen allein erreicht werden kann, oftmals durch Aufblasen der Tarierweste ergänzt (hier nicht dokumentiert), zusätzlich aber auch durch Nichtabblasen der in den Lungen gespeicherten Luft. Letzte Methode ist wegen Lungenrissgefahr dringend zu vermeiden, obwohl physikalisch effizient. Bei unserem Tauchteam betrug die Aufstiegs geschwindigkeit 40 m pro Minute, also 4 Mal schneller als nach Tauchregeln maximal erlaubt.
- Während diesem rasanten Aufstieg muss der Verunfallte akute Schmerzen verspürt haben, die er an der Oberfläche durch einen lauten Schrei kommunizierte.
- An der Oberfläche war er noch bei Bewusstsein, blieb jedoch regungslos und wurde vom Tauchpartner ans Ufer geschleppt.
- Am Ufer angelangt hat der Verunglückte dann das Bewusstsein verloren.

- Durch anwesende Taucher wurde er vor Ort mit reinem Sauerstoff als Atemgas versorgt und es wurde Herz-Lungen-Wiederbelebung durchgeführt, die Rettungskette durch Anruf an die REGA mobilisiert. Es folgte ein Ambulanztransport ins Spital, von dort mit Heli in die hyperbare Druckkammer, 20 Flugminuten entfernt, wo nach weiteren Abklärungen die hyperbare Sauerstofftherapie erfolgte. Der Verlauf war kompliziert und protrahiert, weil einerseits ein Pneumothorax vorlag, der drainiert werden musste, andererseits zerebrale Symptome, die nur nach längerer Behandlung glücklicherweise wieder vollständig verschwanden.

Pathophysiologische und tauchtechnische Überlegungen

a) Der Notaufstieg als Übung

Der übliche Ablauf der Übung geht folgendermassen vor sich: Der Atemregler, der an einem Zufuhrschlauch am Tauchgerät hängt, wird abwechselungsweise dem einen und dem anderen Tauchpartner gegeben, welcher jeweils einen Atemzug nimmt und sogleich den Automaten wieder zurückgibt. Diese Prozedur erlaubt eine Fortsetzung der kont-

rollierten Tauchtätigkeit, wobei als nächstes der Aufstieg erfolgt unter Beachten der vorschriftsgemässen Auf-tauchregeln.

Dabei werden sich sämtliche Gasräume ausdehnen entsprechend der Abnahme des hydrostatischen Drucks. Dies bedeutet, dass die Auftriebskraft entsprechend dem grösseren Gasvolumen in den Tarierwesten immer grösser wird und damit die Aufstiegs-geschwindigkeit immer schneller. Um dies zu verhindern, was unbedingt notwendig ist, muss bei dieser Übung (und natürlich auch im Notfall) Gas durch das Ablassventil der Tarierweste abgelassen werden.

Diese Übung ist in der Tauchtechnik eine der schwierigsten zu erlernen, ist jedoch im Notfall eine lebensrettende Hilfsmassnahme, die ausgebildet und geübt werden muss.

b) Stimmritzenkrampf

Der sogenannte «Stimmritzenkrampf» wird oft als Ursache eines Barotraumas angegeben, ist jedoch physiologisch nicht bewiesen. Andererseits beobachtet man eine temporäre Obstruktion der

Atemwege durch einen Spasmus der unmittelbar oral gelegenen Muskulatur im tiefen Schlund und epiglottisch. Als Auslöser für einen Krampf kommen entweder exogene Reize wie auch starke vegetative Stimulationen in Frage.

Damit können erhebliche Drücke erzeugt werden, die durchaus in der Lage sind, eine Lungenruptur herbeizuführen. Zu diesem selbstzerstörerischen Akt gehört immer ein Auslöser. Der häufigste ist ein Fremdkörperreflex beim Einatmen von grösseren Wasserspritzern, wenn noch etwas Wasser im Atemregler ist, wie es bei der Rettungsübung regelmässig vorkommt.

c) Panik und unkontrollierter Notaufstieg

Wie beschrieben handelt es sich bei der Notaufstiegsübung um eine schwierige Sache, wobei die Zeit, während der der Lungenautomat beim einen und anschliessend beim anderen Tauchpartner verbleiben darf, genau geregelt sein und der Wechsel harmonisch erfolgen muss. Wird dieser Rhythmus gestört, entsteht öfter eine Hyperkapnie oder auch nur Angst, nicht genug Luft zu erhalten, was sich zur Panik weiterentwickelt.

Da Wasser bei Aspiration zum Ertrinken führt, ist es begreiflich, obwohl völlig falsch, wenn ein Taucher in der Panik die noch vorhandene Luft in den Lungen zurückhält. Die autonome Weiterentwicklung führt dann auch zum Schlundkrampf. Dass dieser Notaufstieg dann nicht kontrolliert, sondern fälschlicherweise mit schnellstmöglicher vertikaler Antriebskraft nach oben führt, ist angesichts der Todesangst verständlich. Wegen der fehlenden N₂-Rückdiffusion entsteht dann eine zusätzliche Übersättigung, die zur endogenen Bläschenbildung führen kann.

Diagnose und Differenzialdiagnosen

Aufgrund der Befunde sowie aus dem Verlauf unter Therapie handelt es sich hier ausschliesslich um Komplikationen des Tauchens, welche durch Druckveränderungen ausgelöst sind, also DCI. Andere Ursachen kommen aufgrund der Umstände, des Verlaufs und des Vorzustandes des Patienten kaum in Frage. Ätiologisch kommt die intrinsische Bläschenentstehung in Frage, was man als Dekompressionserkrankung bezeichnet, andererseits exogene Entstehung von Bläschen durch ein Barotrauma der Lunge, was zur arteriellen Gasembolie (AGE) führen kann. Beim panikartig aus-

gelösten Notaufstieg, dem sogenannten «Blow-up», kommen grundsätzlich beide Entstehungsweisen in Frage. Als Ursache für eine AGE muss dann eine Lungengewebsschädigung gefunden werden, bei intrinsischer Bläschenentstehung muss das Tauchprofil beim Nachrechnen eine kritische Übersättigung in einem Gewebe ergeben.

Für die innere Entstehung von Bläschen besteht beim hier vorliegenden Tauchprofil eigentlich kein Grund, da die Gewebe nach einem so kurzen Tauchgang nur unwesentlich Gas aufgenommen hatten. Die sogenannten «schnellen Gewebe», die rasch aufsättigen, können zwar für den Entstehungsmechanismus durchaus eine Rolle spielen.

In unserem Fall liegt allerdings der Beweis für einen Lungenriss mit Pneumothorax vor, ebenso die zerebralen Läsionen als Zielorganschäden der Bläschenembolie, welche die weiteren Symptome hinreichend zu erklären vermag. Man darf also davon ausgehen, dass die Pathologie grossmehrheitlich durch Gaseinschwemmung wegen Überdruck in den Lungen beim unkontrollierten Aufstieg zustande kam.

Differenzialdiagnostisch könnte es auch zum Barotrauma kommen bei okkulten Lungengewebsschädigungen, die bei raschem Druckwechsel ein sogenanntes «Air-Trapping» bewirkt. Nach Ausschluss solcher Diagnosen kommt als Ursache für die AGE nur ein eigentlicher generalisierter Lungenüberdruck in Frage.

Auch eine Fremdkörperobstruktion der Trachea kann ausgeschlossen werden und eine willentliche, durch Pressen herbeigeführte Überdrucksituation wäre nicht in der Lage, eine Lungenruptur zu erzeugen. Als Ursache der Blockierung ist ein reaktiver Muskelkrampf der epiglottischen Zone anzunehmen, ausgelöst durch kalte Wasserspritzer, aber eventuell auch durch vegetative Nervenstimuli im Rahmen der Panikreaktion.

Die Panikreaktion darf als gesichert gelten, sind doch das beobachtete Aufstiegsmuster und die Handlungen unmittelbar vor dem explosiven Aufstieg kaum anders zu erklären. Der Taucher war unerfahren und hat diese Übung wohl zum ersten Mal durchgemacht. Erschwerend ist, dass es sich um sehr kaltes Wasser handelt und auf der beschriebenen Tiefe

die Helligkeit stark reduziert ist, was die Orientierung im Raum, ein wichtiges Element des «sich sicher Fühlens», stark beeinträchtigt. Eine psychische Panik-Prädisposition wurde ausgeschlossen.

Zusammenfassend lautet die **Diagnose: Akute DCI mit schweren neurologischen Ausfällen, bei Barotrauma der Lunge mit Pneumothorax und arterieller Gasembolie, im Rahmen eines durch gestörte Wechselatmung und Panik ausgelösten unkontrollierten Notaufstiegs.**

Versicherungsrechtliche Fragen

a) Was verursachte einen Stimmritzenkrampf? Besteht ein ungewöhnlicher und äusserer Faktor?

Der sogenannte Stimmritzenkrampf, d.h. die akute und unwillkürliche krampfbedingte Obstruktion der oberen Luftwege, wurde mit überwiegender Wahrscheinlichkeit durch Eindringen von kalten Wasserspritzern in den Rachen und Epiglottisbereich ausgelöst. Die Frage, ob es beim Einspritzen von kaltem Wasser bei dieser Aufstiegsübung mit Wechselatmung um einen ungewöhnlichen äusseren Faktor handelt, ist berechtigt. Einerseits ist es eine typische Komplikation der

Wechselatmung beim Training für den Notaufstieg. Von einem Anfängertaucher kann aber nicht vorausgesetzt werden, dass er die Möglichkeit dieses Ereignisses kannte. Eine zusätzliche Komponente durch die Panikreaktion ist durchaus anzunehmen, nicht jedoch dass jene die alleinige auslösende oder dominante Ursache gewesen wäre. Dazu ist auch die Panik selbst durch ungewöhnliche äussere Faktoren entstanden. Zusammenfassend beurteile ich in dieser Situation die Elemente des ungewöhnlichen und äusseren Faktors als gegeben.

b) Ist die schwere Körperschädigung Folge des Stimmritzenkrampfes oder gibt es eine fremde Ursache?

Für die schweren ischämischen Hirnschädigungen gibt es keine andere ätiologische Erklärung als die AGE bei Lungenruptur. Dass diese im hier vorliegenden Fall praktisch nur Folge der akuten Atemwegsobstruktion beim Aufstieg sein kann, wurde oben beschrieben. Zu diskutieren ist eine allfällige Beteiligung durch intrinsische Bläschen, wie sie bei so raschem Aufstieg nach einem immerhin fast 30-minütigen Tauchgang ebenfalls entstehen können.

Die geringe Wahrscheinlichkeit dieser Entstehung kann dadurch belegt werden, dass solche viel zu rasche Aufstiege relativ häufig geschehen, ohne dass es zu irgendwelchen Symptomen kommt, sofern die Atemwege während des Aufstieges frei bleiben. Wie weit die Panik selbst als Unfallereignis gewertet werden soll und darf, würde eine erweiterte Diskussion erfordern, für die hier kein Platz ist.

c) Handelt es sich um ein Wagnis?

Wichtig ist hier dabei, dass es sich um ein Tauchmanöver gehandelt hat, das stark erhöhte Risiken in sich birgt, das jedoch aufgrund seiner Wichtigkeit für die Rettung unbedingt geschult und geübt werden muss. Es erfüllt also kei-

neswegs den Charakter eines Wagnisses und durch die Anwesenheit eines erfahrenen Tauchinstructors sowie durch die beschriebene Konstellation und die zwei Vorversuche im selben Tauchgang sehe ich bei diesem Taucher keine Elemente von Fahrlässigkeit oder unsorgfältiger Durchführung. Das hier beschriebene Ereignis entspricht keineswegs einem zu erwartenden natürlichen Ablauf, sondern einer tunlichst zu vermeidenden seltenen Komplikation. Der Taucher ist also kein Wagnis eingegangen.

Aus der Sicht des Arbeitssicherheitsexperten stellen solche Unfälle natürlich ein Problem dar, um das wir uns dringend bemühen müssen, um eine Wiederholung zu vermeiden, ohne den Taucher die Möglichkeit der Rettungsübung vorzuenthalten. Zu erwähnen ist, dass sich in der Zwischenzeit (das Geschehen ereignete sich vor 14 Jahren) die Tauchtechnik verbessert hat, sodass praktisch jeder Taucher heute zwei unabhängige Lungenautomaten mit sich führt und somit beim Ausleihen von Atemluft der eigene Lungenautomat nicht aus dem Mund entfernt werden muss (Fig. 5).



Fig. 5

d) Zivilrechtliche Überlegungen (Haftpflicht)

Aufgrund der speziellen Gefährdung beim Tauchen ist es im Freizeittauchen von allen Ausbildungsorganisationen vorgeschrieben, dass nicht allein getaucht werden soll, dass bei Anfängern jeweils ein erfahrener und hilfefähiger Instruktor dabei ist. Es lässt sich deshalb durchaus die Frage stellen, inwieweit die Mittaucher in der Gruppe den Unfall und damit die Komplikationen hätten vermeiden helfen können. Wurde die Sorgfaltspflicht vollumfänglich wahrgenommen? Warum war der Tauchinstruktor nicht in der Lage, die psychische Unruhe des Verunglückten frühzeitig zu erkennen und das Manöver abubrechen oder allenfalls durch beruhigendes Eingreifen im richtigen Moment wieder eine kontrollierte Situation herbeizuführen? Mangels entsprechender Details über die Abläufe kann man zu der Frage der Sorgfaltspflicht bzw. Fahrlässigkeit hier keine Aussage machen. Der Geschädigte hätte durchaus Haftpflichtansprüche geltend machen können.

Fazit

Flaschentauchen, insbesondere das Sporttauchen, ist eine Tätigkeit mit deutlich erhöhter Gefährdung. Dies ei-

nerseits wegen dem intrinsischen Problem der Bläschenkrankheit, die sich auch bei korrektem, d. h. regelkonformem Verhalten bemerkbar machen kann, andererseits weil bei der kleinsten Unregelmässigkeit, sei es verhaltensbedingt, sei es durch technische Ereignisse bedingt, sofort die lebensbedrohliche Lage zu Panik und unkontrolliertem Verhalten führen kann. Im Einzelfall sollte die versicherungsmedizinische Abklärung durch einen erfahrenen Taucherarzt erfolgen.