

Vereisung des Atemreglers: Tödliche Gefahr beim Bergseetauchen

*Ergänzte Fassung der Publikation in der Zeitschrift „Caisson“, Heft 1 (2010), S. 10 - 15
Internet-Veröffentlichung mit freundlicher Genehmigung des Redakteurs Prof. Dr. J. D. Schipke (29.3.2010)
Aus dem Institut für Sportwissenschaft der Johannes Gutenberg-Universität Mainz*

D. Hothorn, H.-V. Ulmer

1. Einleitung

Unter den 2,7 Millionen deutschen Tauchern wird das Bergseetauchen immer beliebter. Das Tauchen in Bergseen geht auch in heimischen Bergseen mit speziellen Gefahren einher, besonders im Hinblick auf die Vereisung des Atemreglers. Als weitere Besonderheiten gelten: Erniedrigter Luftdruck, Absturz an Steilhängen und verminderte Wassertemperaturen.

Da auch in deutschen Bergseen immer wieder tödlich ausgehende Unfälle infolge vereister Atemregler vorkommen, wollten die Autoren u.a. klären, inwieweit dieses Risiko in den Curricula und Kursangeboten großer Tauchorganisationen berücksichtigt wird und welches dafür notwendige Wissen bei Bergseetauchern vorhanden ist.

2. Sachstand

Tauchen wird weltweit und auch gerade in Deutschland immer beliebter. 2,7 Millionen Deutsche gehen regelmäßig tauchen, darunter auch in heimischen Seen (HALLS, 2005, 18). *Bergsee* wird in der Literatur nicht einheitlich definiert, bei KLINGMANN und TETZLAFF (2007, 89) ab 600 m, bei RICHARDSON (2000, 2) schon ab 300 m. Dekompressionstabellen müssen laut RICHARDSON ab 300 m korrigiert werden. Danach gehören mehrere bayerische Seen zu Bergseen (Tabelle 1). Ab einer Tiefe von 15 – 20 m ist dort ganzjährig mit Temperaturen von 4 – 6° C zu rechnen.

Tabelle 1: Höhenlage einiger deutscher und nahegelegener Bergseen. Höhenangaben gemäß WIKIPEDIA 2010

Bergsee	Höhe über NN (m)	Maximale Tiefe (m)
Bodensee	395	254
Attersee	469	171
Chiemsee	518	72
Starnberger See	584	128
Walchensee	802	192

Der Reiz des Bergseetauchens liegt u.a. an den meist sehr guten Sichtverhältnissen, aber auch an den faszinierenden Unterwasserstrukturen, z. B. Steilwände, wie die „Galerie“ am Walchensee (DIVE COLLEGE, o. A.). Das Tauchen in Bergseen geht aber mit besonderen Gefahren einher, speziell hinsichtlich eines Vereisens des Atemreglers, aber auch im Hinblick auf geänderte Druckverhältnisse, niedrige Wassertemperaturen sowie Abstürzen an Steilhängen. Auf eine der Höhenlage angepasste Dekompression sowie auf Trockentauchanzüge wird im Schrifttum zum Bergseetauchen fast einheitlich eingegangen (z.B. in den Lehrbüchern von PADI, 2006), nicht jedoch auf die lebensbedrohliche Gefahr des Vereisens von Atemreglern beim Bergseetauchen. In typischen Tauch-Lehrbüchern (RICHARDSON, 2000; CLARK, 2003; SCHEYER, 2002; HAHN U. HOFFMANN, 2003) wurden nur 2 Hinweise gefunden. HAHN U. HOFFMANN (2003, 80) erwähnen ohne Bezug zum Bergseetauchen diese Gefahr nur generell beim Tauchen in kalten Gewässern; lediglich SCHEYER (2002, 54 ff) geht explizit auf das genannte Vereisen beim Bergseetauchen ein.

Der Atemregler sorgt für einen dem aktuellen Umgebungsdruck angepassten Druck der Einatemluft: In 2 Stufen wird Druckluft dekomprimiert (Abb. 1). Durch die Dekompression kommt es aufgrund des Joule-Thomson-Effekts zu einer Abkühlung des durchströmenden Atemgases. Wenn diese Feuchtigkeit enthält, kommt es zur Vereisung der 1. Stufe. Aus Sicherheitsgründen wird dann

automatisch der Druck aus den Flaschen abgelassen (sogen. Abblasen), bis der Vorrat weitgehend verloren gegangen ist. Nur durch ein komplett redundantes Atemregler-System kann die entstehende Notlage behoben werden; „eine Redundanz über einen „Oktopus“, der an der selben ersten Stufe angeschlossen ist wie der Hauptregler, ist nicht akzeptabel und als potentiell gefährlich einzustufen“ (REINTS, o. A.). Dabei muß rasch manuell ohne Sichtkontakt (Abb. 2) auf das zweite System umgeschaltet werden, weshalb Einübung der zugehörigen Handgriffe erforderlich ist. Hierbei haben sich Ventilhandrad-Fernbedienungen offensichtlich nicht bewährt (TAUCHER.NET GMBH (2010)). Als Konsequenz mehrfacher tödlicher Unfälle im norddeutschen Kreidesees (max. 60 m tief) wurde dort 1995 (SCHMOLDT, 2010) ein Wachdienst eingeführt, der u.a. die dort vorgeschriebene Tauchausrüstung „zwei getrennte Atemregler, kaltwassertauglich“ kontrolliert (WACHDIENST 2009).

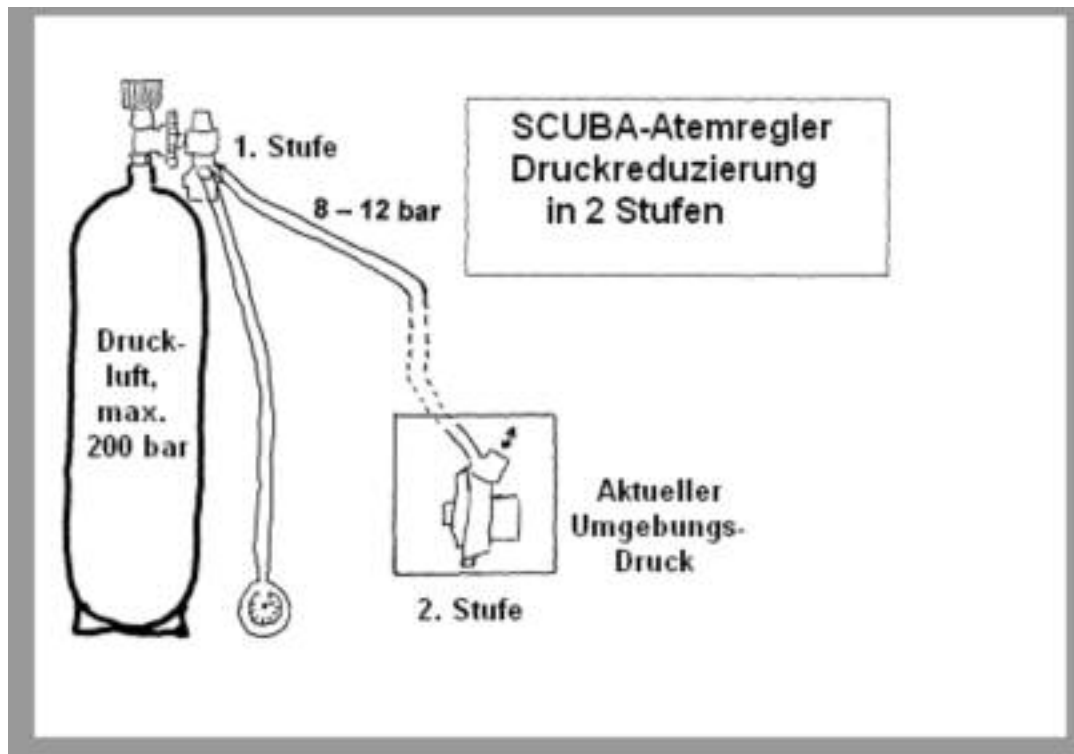


Abb.1: Schema eines Atemregler-Systems. Bei einem Zweitatemregler („Octopus“) wird eine weitere 2. Stufe hinter der 1. Stufe angeschlossen.

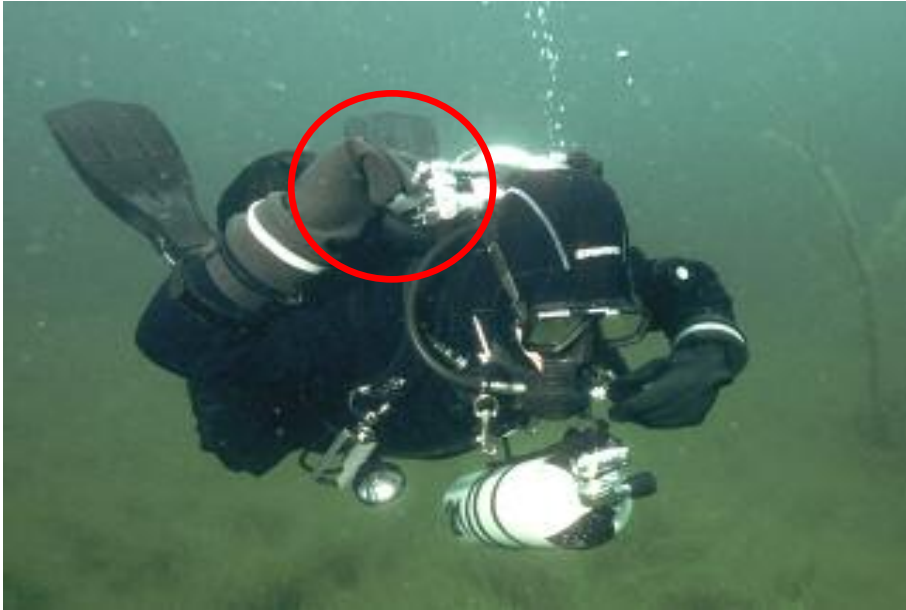


Abb. 2: Umschalten auf das 2. Atemregler-System mit der rechten Hand ohne Sichtkontakt (aus: REINTS, O. A., Hinweiskreis ergänzt), mit freundlicher Genehmigung durch W. Reints

Diese wichtigen Informationen zur Vereisung von Atemreglern mußten sich die Autoren mühsam aus verschiedenen Quellen zusammensuchen. In den Curricula für Basis-Tauchkurse der weltweit größten Ausbildungsorganisationen PADI (RICHARDSON, 1999) und SSI (Clark, 2003) findet man nur spärliche Hinweise, vor allem nicht zur Gefährdung durch vereiste Atemregler. Weiterführende Kurse für das Bergseetauchen bietet nur PADI an. SSI führt nach eigenen Angaben keinen speziellen Bergseetauchkurs durch (SSI Europe 2009 a und 2009 b)

In der Spezialkurs-Ordnung des VERBANDS DEUTSCHER SPORTTAUCHER (VDST, 2009) wird unter 19 Spezialkursen Bergseetauchen nicht genannt, jedoch Eistauchen: Dabei soll im Falle einer „gedachten Vereisung“ die „Atmung am Zweitatemregler des Partners“ geübt werden (S. 33). Aber auch das vermittelte Wissen im speziellen Bergseetauchkurs von PADI ist lückenhaft (PADI Europe, 2006). So liegt der Schwerpunkt des PADI Bergsee-Tauchkurses auf der Anpassung der Tauchgänge an die veränderten Luftdruckbedingungen. Dieser Sachverhalt ist zwar wichtig, vernachlässigt aber die typische Todesursache beim Bergseetauchen: Die Vereisung der 1. Stufe des Atemregler-Systems.

So wundert es nicht, dass nach MIELKE u. A. (1998, 144) die meisten Tauchunfälle in Bergseen aufgrund „menschlichen Versagens“ des Tauchers – ohne dies zu spezifizieren – zustande kommen. In deren Beitrag zum Thema „Tauchunfälle in den bayerischen Voralpenseen“ gibt es keinen einzigen Hinweis auf die Gefahr durch Vereisung des Atemreglers bzw. den Hinweis auf ein notwendiges redundantes Atemregler-System; allerdings wird ausgeführt, dass keiner der behandelten Tauchunfälle auf eine mangelhaft funktionierende Ausrüstung zurückzuführen gewesen sei.

FIESELER u. A. (2009) führten aus, dass in der Münchener Gerichtsmedizin pro Jahr 2-7 verunglückte Taucher obduziert werden, meist aus dem Starnberger See (584 m hoch) und dem Walchensee (802 m). Eine Rückfrage ergab, dass eine Dokumentation über die Tauchgeräte-Ausrüstung nicht vorliegt. Am 18. 11. 2009 teilte FIESELER auf Anfrage unter Bezug auf ein technisches Gutachten mit: „Eine Vereisung scheint ausgeschlossen“ (FIESELER 2009 a). Zum Beitrag FIESELER u. A. (2009) erschienen zwei Leserbriefe (FIESELER 2009 b sowie RESCH 2009). In beiden wird nicht auf einen eventuell fehlenden zweiten Atemregler als Ursache für einen tödlich endenden Bergsee-Tauchunfall hingewiesen, im Lesebrief von RESCH (2009) aber auf den Verlust von Atemgas durch Vereisung.

Eine Vereisung des Atemreglers ist nur möglich, wenn sich feuchtes Atemgas oder gar Wasser in den Druckgasflaschen befindet. Gemäß DIN EN 12021 (BAUER GROUP, 2010, o.S.) soll „trockenes“ Atemgas in die Flaschen gefüllt werden. Die Realität sieht aber oft anders aus. Hierzu wird folgende persönliche Mitteilung wiedergegeben (KREMERS, 2009):

„Es ist völlig klar, Wasser oder Feuchtigkeit gehört eigentlich in keine Druckluftflasche, und es gilt als Gütekriterium in Taucherkreisen, trockene Luft zu bekommen. Vor allem im Bereich des Kaltwassertauchens ist Feuchtigkeit im Bereich der Ersten Stufe nicht selten eine Unfallursache. Die Ventile vereisen und das Atemgas strömt unatembare ab. Das macht sich nicht gut. Leider kommt es aber trotzdem relativ häufig zu "Feuchtem Atemgas". Erst kürzlich las ich einen Unfallbericht, wo ein Taucher nach dem Flaschen-TÜV noch ca. 3 Liter Wasser in der Flasche zurückbehalten hatte. Ein Fehler nach vollzogener Drucktestung beim TÜV!

Kompressoren, die etwas schwach auf der Brust sind, Flaschen, die in extrem warmer Umgebung gefüllt werden oder auch Flaschen, die bis zum völligen Verlust des Restdrucks abgeatmet werden, können Wasser gezogen oder Kondenswasser gebildet haben.

Viele Taucher arbeiten mit Speicherflaschen, füllen selbst oder betreiben eigene Kompressoren. Wenn es dann schnell gehen muss oder ein schöner Tauchgang bevor steht, werden gerne mal die notwendigen Sicherheitsregeln außer Acht gelassen. Außerdem wissen die Wenigsten um dieses Problem (zumindest über die Ursachen des Problems). Ein weiterer Grund für ein Vereisen der Ersten Stufe kann auch Wasser im Inneren der Stufe sein. Unvorsichtiges Reinigen oder Ausspülen mit Wasser reicht da schon“.

Hieraus ergaben sich folgende Fragestellungen:

- 1) Welches Wissen über Risiken und Ausrüstung (speziell doppelt redundanter Atemregler) ist exemplarisch bei Bergseetauchern vorhanden?
- 2) Welche Ausrüstung wurde exemplarisch bei Bergseetauchern am Walchensee vorgefunden?
- 3) Welche typische Todesursache liegt bei Bergseetauchunfällen aus Sicht von Experten vor?
- 4) Wie viele Tauchkurse wurden an Bergsee-Tauchschulen verkauft?

3. Methodik

Um das Spezialwissen von Tauchern zum Bergseetauchen zu erfassen, wurde vom 9.8. bis 11.8.2008 eine Befragung am Walchensee (802 m über NN) durchgeführt. Hierzu wurden 30 Taucher über ihre Ausbildung und ihren Wissensstand zum Bergseetauchen befragt. Weiterhin wurden Tauchmediziner aus südbayerischen Druckkammerzentren sowie der Präsident der GTÜM (Dr. Wilhelm WELSLAU) zu den speziellen Gefahren und Unfallursachen beim Bergseetauchen interviewt.

Beim Leitfaden-Interview verweigerte keiner der angesprochenen 30 Taucher die Teilnahme oder die erbetene Tonbandaufzeichnung, die dann nachträglich in Ruhe ausgewertet werden konnte. Die Befragung fand an drei beliebten Tauchplätzen statt (Galerie, Steinbruch sowie Einsiedelbucht); weitere Details in HOTHORN (2009).

4. Ergebnisse

4.1 Wissensstand und Ausrüstung der befragten 30 Taucher

Die nachfolgende Tabelle 2 gibt ausschnittsweise Leitfragen und zugehörige Antworten der 30 Befragten wider. Darin zeigt sich, daß nur 17 % überhaupt an einem Bergsee-Tauchkurs teilgenommen hatten. Der Wissensstand über Gefahren beim Bergseetauchen beschränkte sich vorrangig auf den veränderten Luftdruck (93 %). Nicht einmal die Hälfte der Probanden (47 %) gab die Vereisung von Atemreglern an. Zum Informationsstand durch einen Tauchkurs fällt auf, daß die geänderten Druckverhältnisse in der Höhe im Vordergrund standen (57 %). Nur 30 % der Befragten erinnerten sich an „kaltwassertauglichen Atemregler“ und nur 13 % an ein redundantes Atemregler-System. Vor Ort benutzten dann immerhin 70 % der Taucher ein redundantes Atemregler-System.

Tabelle 2: Zusammenstellung von Antworten im Leitfaden-Interview

Leitfrage an 30 Probanden.	Antwort	Antwort	Antwort	Antwort
Haben Sie an einem Bergseetauchkurs teilgenommen?	Nein 25	Ja 5		
Welche Gefahren sehen Sie beim Bergseetauchen? (Mehrfachnennungen)	Veränderter Luftdruck 28	Vereisung von Atemreglern 14	Tiefe 4	Dunkelheit 4
Welche für Sie wichtigste Empfehlung wurden Ihnen im Kurs gegeben?	Veränderte Druckverhältnisse beachten 17	Einen kaltwassertauglichen Atemregler benutzen 9	Ein redundantes Atemregler-System nutzen 4	
Verfügen Sie über ein redundantes Atemregler-System?	Ja 21	Nein 9		
Woher stammt Ihr Wissen um die Risiken des Bergsetauchens?	Fachliteratur 11	Tauchkurs 19		

Gemäß Befragung hatten die meisten Taucher die Empfehlung für ein solches System von den ansässigen Tauchschiulen erhalten. Allerdings gewann der Interviewer den Eindruck, dass etliche dieser Taucher nicht wussten, warum sie empfehlungsgemäß ein redundantes System mit sich führten. Immerhin gingen 30 % der Taucher ohne das erforderliche, redundante System in den Bergsee. Das vorhandene Wissen über die Risiken stammte zu 63 % aus einem Tauchkurs und zu immerhin 37 % aus Fachliteratur.

4.2 Expertenbefragungen

Bei der schriftlichen Befragung von 6 Druckkammerzentren im südbayerischen Raum antworteten 3. Danach waren die meisten Tauchunfälle auf die Vereisung von Atemreglern, kaltes Wasser in Bergseen sowie auf Tieftauchversuche zurückzuführen. Die verunfallten Taucher wären nicht in der Lage gewesen, in den Notsituationen adäquat zu reagieren. Es war nicht ermittelbar, ob man in der Dokumentation der Druckkammerzentren festgehalten hatte, welche Tauchausrüstung benutzt wurde und ob eine Jahresstatistik über die behandelten Tauchunfall-Patienten vorlag.

Der Präsident der GTÜM (WELSLAU 2009) teilte auf Befragung mit, dass die meisten Bergseetauchunfälle aufgrund menschlichen Fehlverhaltens entstünden. Er erweiterte das Fehlverhalten noch auf Leichtsinngigkeiten der Taucher vor dem eigentlichen Tauchgang, wie z.B. nicht eingehaltene Adaption des Körpers an die Höhe.

4.3 Anzahl verkaufter Bergseetauchkurse der letzten 5 Jahre

In den Jahren 2002 bis 2007 wurden von 4 an Bergseen gelegenen Tauchschiulen insgesamt 462 Bergsee-Tauchkurse verkauft, das wären 92 Taucher pro Jahr (Abb. 3). Die geplante Teilnahme des Erstautors an einem solchen Kurs scheiterte im August 2008 an ungenügender Zahl von Anmeldungen.

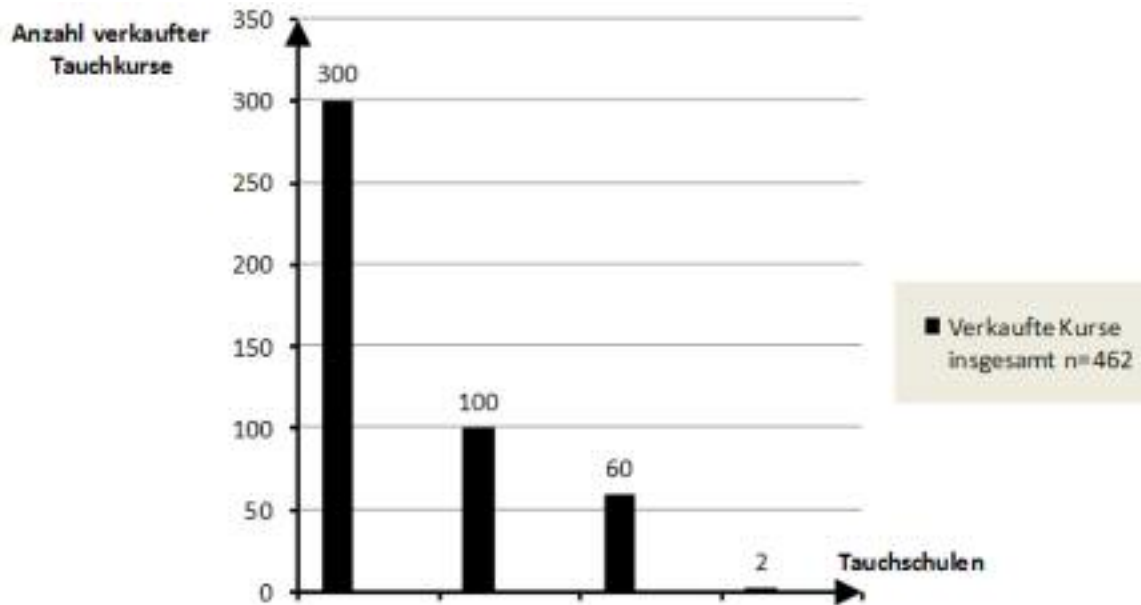


Abb. 3: Übersicht der von 4 an Bergseen gelegenen Tauchschulen verkauften 462 Bergsee-Tauchkurse (2002 bis 2007)

In einem vorläufigen Schriftwechsel über eine Nachfrage zu Bergseetauchkursen teilte eine der vier Tauchschulen mit: „Wir bilden im See aus, d.h. Kaltwasser mit extrem Bedingungen“ (BERGSEETAUCHSCHULE 2010). Offen blieb zunächst, ob bei allen Tauchkursen dieser Bergsee-Tauchschule ein doppelt-redundantes Atemregler-System eingesetzt wird.

5. Diskussion

5.1 Zur Vereisung der Atemregler

Unsere schlaglichtartige Studie macht deutlich: Die Gefährdung durch Vereisung des Atemreglers stellt offensichtlich die typische Todesursache beim Bergseetauchen dar. Sie wird allerdings nicht adäquat berücksichtigt, und zwar sowohl hinsichtlich der Tauchkurse und des Wissenstands der Taucher, als auch hinsichtlich der am Walchensee erhobenen Ausrüstung vor Bergseetauchgängen.

Wie hoch ist die Gefahr einzuschätzen? Zunächst dürfte viel zu wenig bekannt sein, ab welcher Höhe überhaupt von einem Bergsee gesprochen werden sollte. Bergseen sind oft tief, und somit ist unabhängig vom aktuellen Luftdruck mit kaltem Wasser ab 20 m zu rechnen (4 bis 6° C). Es sollen sogar schon im Bodensee vereisungsbedingte Unfälle vorgekommen sein. Wenn allein in der Münchener Gerichtsmedizin pro Jahr 2-7 tödlich verunglückte Taucher meist aus dem Starnberger See sowie dem Walchensee obduziert wurden und die Experten in südbayerischen Druckkammerzentren die meisten Tauchunfälle in Bergseen auf die Vereisung von Atemreglern und auf Tieftauchversuche zurückführen, dann halten wir das für äußerst Ernst zu nehmende Hinweise.

Der ursächliche Zusammenhang zwischen Bergseetauchen und Vereisung des Atemreglers ist evident: Das kalte Wasser kühlt die Dekompressionsstufen des Atemreglers stark ab. Die vor allem in der ersten Stufe anfangs massive Dekompression führt dort zu einer erheblichen Abkühlung und es gibt offensichtlich genügend Anlässe, daß sich entgegen der Vorschrift kein trockenes Atemgas in den Druckflaschen befindet. Hinzu kommt die Abkühlung der Druckflaschen beim Bergseetauchen, wodurch auch bei geringer Luftfeuchtigkeit die relative Feuchte der Druckluft zunimmt. Wir schließen uns daher der Meinung von REINTS (o.A.) an: Ein nicht redundantes, nur „kältewassertaugliches System“ reicht nicht aus; nur ein komplett *doppelt* redundantes System kann im Vereisungs-Notfall helfen, somit auch nicht der „Octopus“. Nach unserer Kenntnis reichen wenige Minuten dafür aus, bis ein abgeschaltetes, vereistes System „aufgetaut“ ist und, so im Falle eines länger dauernden Aufstiegs, als Reservesystem wieder zur Verfügung steht.

Das Umschalten auf den Ersatz-Atemregler sollte unbedingt unter Wasser ohne fremde Hilfe geübt werden, möglichst vor Beginn jeder Saison neu. Es muß auch im Ernstfall ohne Sichtkontakt durchgeführt werden, und dann in einer typischen, potenziell Panik auslösenden Situation. Übungen an Land oder mit manueller Hilfe des Tauchlehrers oder eines zweiten Tauchschülers – wie uns berichtet wurde – reichen keineswegs aus. Bei den Übungen sollte aufgrund eigener Erfahrungen auch die Position der Ausrüstung am Rücken getestet werden: Sitzt die Flasche zu tief, kann man das Flaschenventil gar nicht erreichen; sitzt sie zu hoch, wird das Austarieren unter Wasser schwieriger. Der Einsatz einer Ventilhandrad-Fernbedienung hat sich auch aus Sicht des Erstautors nicht bewährt.

Für geradezu unverstänlich halten wir das Übungsprogramm des VDST beim Eiswasser-Tauchen, wonach bei einer Vereisung der betroffene Taucher am Zweitatemregler („Octopus“) des Partners atmen soll. Dies erscheint uns erstens nicht als praxisgerecht, da es immer wieder vorkommt, daß Tauchpartner sich verlieren und zweitens bringt der Taucher dadurch seinen helfenden Partner in Gefahr, da nun dessen Atemregler in der 1. Stufe doppelt belastet und die Vereisungsgefahr somit deutlich erhöht wird. Wenn solche Lehrinhalte vermittelt und geübt werden, braucht man sich nicht zu wundern, wenn Bergseetaucher in kalte Bergseen ohne ein komplett redundantes Atemregler-System und entsprechende Übung einsteigen.

Ähnliches gilt für alle Tauchkurse in Bergseen, selbst wenn diese sich nur in geringeren Anfängertiefen abspielen. Jedem Tauchschüler, der in einen Bergsee einsteigt, sollte in Theorie und Praxis vermittelt werden, dass und warum für ein Bergseetauchen ein komplett redundantes Atemregler-System notwendig ist. Dies könnte verhindern, dass in Bergseen ausgebildete Taucher ohne die adäquate Ausrüstung und Übung auch auf tiefere Bergsee-Tauchgänge einsteigen bzw. dort mit einem doppelt redundanten Atemregler-System tauchen, ohne zu wissen, warum (s. Tabelle 2).

Die Befragung von Tauchern am Walchensee ließ deutliche Mängel beim Tauchlizenzwerb erkennen. In den Tauchkursen wird – wie auch im Schrifttum – überwiegend auf die veränderten Druckverhältnisse hingewiesen. Dies ist nicht falsch; die tödliche Gefahr droht aber viel mehr durch vereiste Atemregler. Darauf sollten alle Tauchschüler bereits im Basiskurs hingewiesen werden, ferner auf die dringende Empfehlung, einen Spezialkurs über das Bergseetauchen zu absolvieren. Es ist schon erstaunlich, dass SSI sowie VDST gar keine Bergseetauchkurse anbieten und dass im PADI-Curriculum für den Basiskurs auf die Vereisungsgefahr nicht hingewiesen wird (RICHARDSON 1999).

Nur trockene Atemgase abzufüllen, erscheint in der Realität fast utopisch zu sein; ein trockener Flascheninhalt ist selbst im Idealfall damit nicht gewährleistet: Spätestens nach der ersten TÜV-Prüfung mit Wasserfüllung dürften die Innenwände feucht bleiben. Und was alles noch so Feuchtigkeit oder gar Wasser in die Flaschen bringen kann, hat KREMERS (2009) im Sachstand ausführlich beschrieben.

Tauche nie allein, diese Regel gilt erst recht fürs Bergseetauchen. Aber wie oft haben gerade Anfänger den Sichtkontakt zu ihrem Tauchpartner verloren! Tauche in Bergseen stets mit einem komplett redundanten Atemregler-System und übe das Umschalten bei Vereisung unter realen Bedingungen ohne fremde Hilfe oft genug – das sollte eine weitere Tauchregel werden.

5.2 Konsequenzen für die Praxis

1) Für Tauchschulen: Im Basiskurs sollte auf jeden Fall darauf hingewiesen werden, dass Vereisung des Atemreglers beim Bergseetauchen lebensbedrohliche Situationen auslösen kann, die nur mit einem komplett redundanten Atemregler-System und entsprechender Einübung behoben werden können. Das Reglement am 60 m tiefen norddeutschen Kreidensee kann als vorbildlich bezeichnet werden. Aus diesem Grund sollten Ergänzungskurse für das Bergseetauchen dringend empfohlen werden, die geringe Anzahl verkaufter Bergsee-Tauchkurse stimmt angesichts der speziellen Risiken nachdenklich. Mangelnde theoretische *und* praktische Ausbildung zum Bergseetauchen dürfte maßgeblich zu den typischen, tödlich endenden Unfällen führen. Tauchkurse in Bergseen sollten grundsätzlich mit einem komplett redundanten Atemregler-System durchgeführt werden und dies auch gegenüber dem Tauchschüler begründet werden.

2) Für Taucher: Vereisung des Atemreglers führt zu lebensbedrohlichen Zuständen unter Wasser. Daher wird folgende Tauchregel vorgeschlagen: Tauche in Bergseen stets mit einem komplett redundanten Atemregler-System und übe das Umschalten bei Vereisung unter realen Bedingungen ohne fremde Hilfe oft genug, zumindest am Beginn einer jeden Saison. Achte dabei auch auf die

Position der Flasche, am Rücken nicht zu tief und nicht zu hoch. Achte darauf, daß der Flaschendruck direkt nach dem Tauchgang nicht ganz abgelassen wird und dass beim Reinigen des Atemreglers und der Flasche kein Wasser eindringen kann. Spare nicht an einem Bergsee-Tauchkurs.

3) Für den forensischen Nachweis: Unserer Meinung muß man bis zum Beweis des Gegenteils (z. B. Zeugenaussagen, technische Defekte) davon ausgehen, dass Vereisung als wahrscheinlichste Ursache eines tödlichen Zwischenfalls beim Bergseetauchen in Frage kommt, wenn kein komplett redundantes Atemregler-System benutzt wurde und nur noch wenig Atemgasvorrat nachweisbar ist (Abblasen bei Vereisung). Nachträglich läßt sich die in wenigen Minuten reversible Vereisung ja nicht mehr nachweisen.

4) Für die Dokumentation: Tauchsportvereine, Polizeidienststellen, Druckkammerzentren und Gerichtsmedizinische Institute sollten bei Bergseetauchunfällen unbedingt dokumentieren, ob ein komplett doppelt redundantes Atemregler-System benutzt wurde und welcher Restdruck in der Tauchflasche vorhanden war. Eine systematische Auswertung könnte unseren Überlegungen weiteren Nachdruck verleihen.

6. Zusammenfassung

Bergseetauchen wird immer beliebter; es geht auch in heimischen Bergseen mit besonderen Gefahren einher, speziell mit der Vereisung der 1. Stufe des Atemregler-Systems. Da auch in deutschen Bergseen immer wieder tödlich ausgehende Unfälle infolge vereister Atemregler vorkommen, wollten die Autoren u.a. klären, inwieweit dieses Risiko in Curricula und Kursangeboten großer Tauchorganisationen berücksichtigt wird und welches dafür notwendige Wissen exemplarisch bei Bergseetauchern vorhanden ist. Im Sachstand wird dargelegt, dass Seen oberhalb von 300 m als Bergseen einzustufen sind und wie es dort zur Vereisung des Atemreglers kommt. Die entsprechende Notlage kann nur durch ein komplett redundantes Atemregler-System und rasches Handeln (Übung notwendig) behoben werden. Eine Befragung von 30 Tauchern am Walchensee machte relevante Mängel in Theorie und Praxis bezüglich der Gefährdung durch vereiste Atemregler deutlich; weitere Befragungen weisen auf typische Todesfälle durch vereiste Atemregler hin. Die Autoren legen bei ihren Schlußfolgerungen für die Praxis Vorschläge für Tauchschulen und Taucher sowie zum forensischen Nachweis und zur Dokumentation vor. Als weitere Tauchregel wird vorgeschlagen: Tauche in Bergseen stets mit einem komplett redundanten Atemregler-System und übe das Umschalten bei Vereisung unter realen Bedingungen ohne fremde Hilfe oft genug.

Literaturverzeichnis

1. BAUER GROUP (2010): Begriffe aus der Welt der Druckluft. Stand 2010, Eingang 24.01.2010
<http://www.bauer-kompressoren.de/de/support/druckluftlexikon/w01.php>
2. BERGSEE-TAUCHSCHULE (2010): Antwortschreiben vom 16.1.2010
3. CLARK, R., HRSG. (2003): SSI Open Water Diver. 4. Auflage, SSI, Weinheim
4. DIVE COLLEGE (o. A.): Tauchplätze – Die schönsten Tauchspots am Walchensee. Stand o.A., Eingang 04.02.2010, <http://www.tauchen-walchensee.de/Tauchplatze/tauchplatze.html>
5. EHM, O., HRSG. (2003): Der neue EHM Tauchen noch sicherer, Tauchmedizin für Freizeittaucher, Berufstaucher und Ärzte. 9., völlig neubearbeitete, erweiterte und revidierte Auflage. Müller Rüschiikon, Cham
6. FIESELER, S. (2009 a): persönliche Mitteilung, Brief vom 18. November 2009
7. FIESELER, S.: (2009 b): Nachtrag zum Beitrag Fieseler et al. 24 (4), 40
8. FIESELER, S., ZINKA, B., KUNZ, S. (2009): Tauchgang mit selbstgemischtem Atemgas. Caisson 24, (3), 20 – 21
9. HAHN, M., HOFMANN, U. (2003): 4.3.3 Atemregler. In: EHM, O. HRSG.: Der neue EHM Tauchen noch sicherer, Tauchmedizin Freizeittaucher, Berufstaucher und Ärzte. 9., völlig neubearbeitete, erweiterte und revidierte Auflage. Müller Rüschiikon, 2003, Cham
10. HALLS, M. (2005): Tauchen, die 60 schönsten Tauchgebiete der Welt. Bruno Media, Köln

14. HOTHORN, D. (2009): Gefahren des Bergseetauchens – zum Kenntnisstand von Tauchern.
Diplomarbeit am Institut für Sportwissenschaft der Universität Mainz, Kurzfassung in:
<http://www.uni-mainz.de/FB/Sport/physio/pdf/FILES/HOTHORN-DiplKurztVI-09.pdf>
15. KLINGMANN, C., TETZLAFF, K. (2007): Moderne Tauchmedizin. Genter, Stuttgart
16. KREMERS, G. (2009): persönliche Mitteilung, Schreiben vom 8.10.2009
17. MIELKE, L., ENTHOLZNER, S., HARGASSER, M. U. A. (1998): Tauchunfälle in den bayrischen Voralpenseen –
Verhütung, Diagnose, Behandlung. Sportorthopädie-Sporttraumatologie. 1. S. 144-148,
18. PADI EUROPE (2006): Spezialkurs Tauchen in grösserer Höhe – Kursausarbeitung für den Instructor (Altitude
Diver Specialty Course Instructor Outline) © PADI 1990 – 2005 Translation by PADI Europe, 2006 (als
persönliche Mitteilung)
19. PADI EUROPE (2009): PADI Kurse. Stand 2009, Abfrage 4.2.2010,
20. <http://www.padi.com/scuba/tauchen/padi-Kurse/Tauchkurse-f%C3%BCr-Taucher/Alle-PADI-Kurse-anschauen/Tauchen-in-gr%C3%B6sserer-H%C3%B6he/default.aspx>
21. REINTS, W. (o. A.): Atemregler, Stand: o. A., Abfrage 24.1.2010 <http://www.dir-m.com/tauchen/ausrustung/seitennavigation/lungenautomaten/lungenautomaten.php>
22. RESCH, W. (2009): Leserbrief zum Beitrag Fieseler et al., Caisson 24 (4), 39
RICHARDSON, D. (1999): Open Water Diver Manual. PADI Europe AG, Hettlingen
23. RICHARDSON, D. (2000): Adventures in diving manual, 2. überarbeitete Auflage. PADI Europe AG, Hettlingen
24. SCHEYER, W. (2002): Trockentauchen, Eistauchen, Bergseetauchen, Suchen und Bergen. Delius Klasing,
Bielefeld
25. SCHMOLDT, H., Betreiber der Tauchbasis Kreidensee (2010): Telefonat vom 19.2.2010
26. SSI EUROPE (2009 a): Willkommen in der Welt von SSI. Stand 2009, Abfrage 12.4.2009. http://tropical-divers.com/html/body_ssi_-_tauchkurse.html
27. SSI EUROPE (2009 b): Persönliche Mitteilung, Telefonat vom März 2009
28. TAUCHER.NET GMBH (2010) – Forum Tek Diving: Nautec External Drive vs. OMS Ventilhandrad Fernbedienung.
Stand 2010, Abfrage: 19.2.2010
http://www.taucher.net/forum/Nautec_External_Drive_vs._OMS_Ventilhandrad_Fernbedienung_tek2161.html
29. VERBAND DEUTSCHER SPORTTAUCHER VDST (2009): Spezialkurs-Ordnung, Stand 2009, Abfrage 24.01.2010
http://www.ausbildung.vdst.de/inhalt/vdst-downloads/ordnungen_2009/vdst-sk-ordnung_01-01-09.pdf
30. WACHDIENST (2009) – Sportbasis Kreidensee – Tauchsicherheit. Stand 16.2.2009, Abfrage 19.2.2010.
http://www.kreideseetaucher.de/index.php?option=com_content&task=view&id=28&Itemid=88&lang=de
31. WELS LAU, W. (2009) Präsident der GTÜM. Interview auf der Messe BOOT, Düsseldorf, 31.1.2009
32. WIKIPÄDIA (2010): Bergseen, Stand 2010, Abfrage 24.1.2010,
33. <http://de.wikipedia.org/wiki/Attersee>
34. <http://de.wikipedia.org/wiki/Bodensee>
35. <http://de.wikipedia.org/wiki/Chiemsee>
36. http://de.wikipedia.org/wiki/Starnberger_See
37. <http://de.wikipedia.org/wiki/Walchensee>

Dipl.-Sportwiss. Daniel Hothorn
Sattlerweg 60
55128 Mainz
Daniel.hothorn(at)web.de

Danksagung

Die Autoren danken allen 30 Tauchern, den befragten Druckkammer-Zentren und Tauchschulen, Herrn G. Kremers, Herrn Dr. W. Welslau sowie Herrn W. Reints (Copyright) für bereitwillig gewährte Unterstützung.