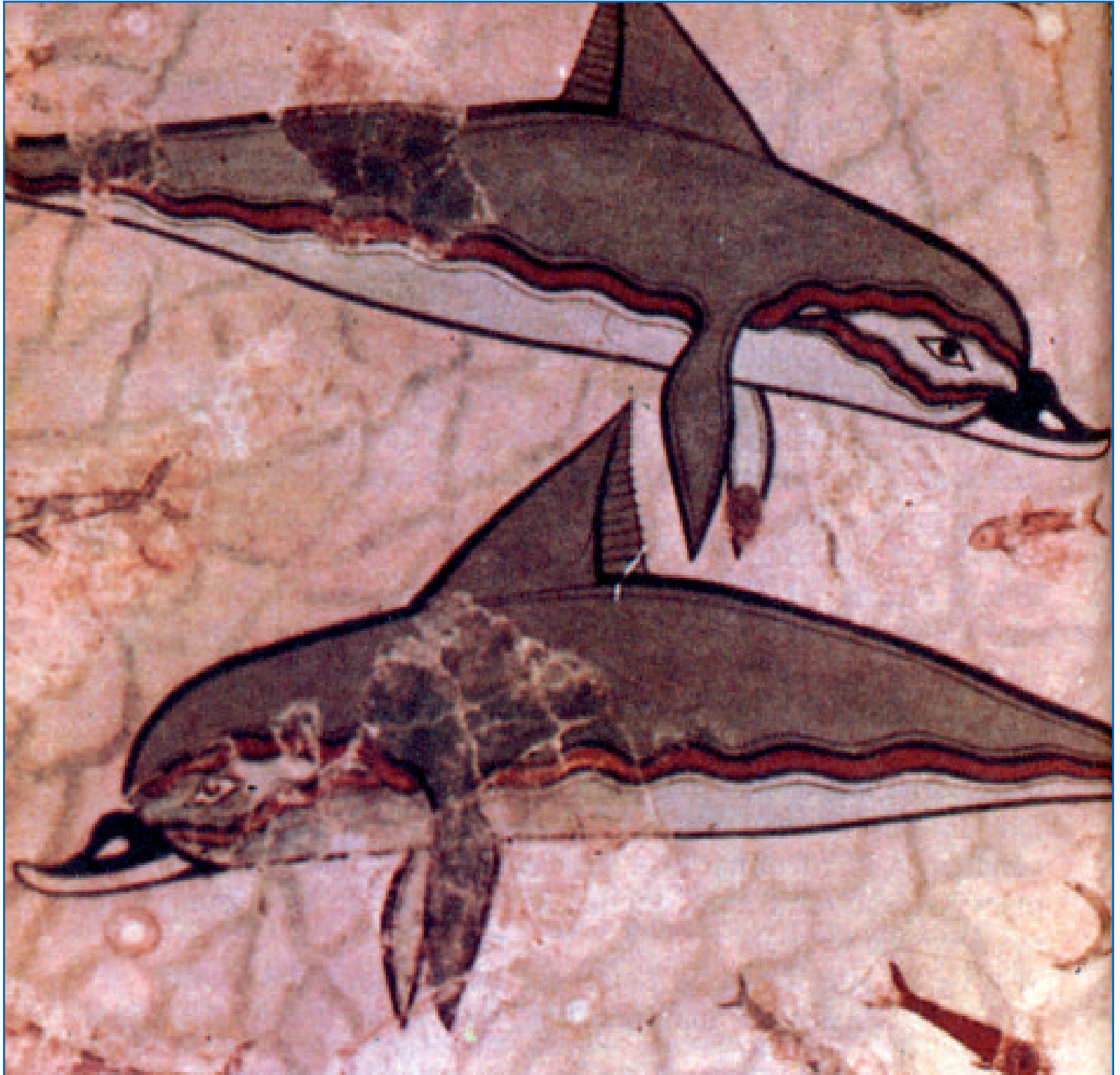




# CAISSON

21. Jg. Sept. 2006 Nr. 3

Mitteilungen der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin





**Abb. 1:** Kretische Seeleute begaben sich nie auf See, ohne einen Fisch an ihren Bug zu binden



**Abb. 2:** Griechisches Tongefäß mit Delphinmotiv aus dem 4. Jh. v. Chr. (Louvre)



**Abb. 3:** Griechisches Mosaik. Es stellt einen Knaben dar, welcher auf einem Delphin reitet



## Zur Titelseite

### Mensch und Delphin: eine uralte Freundschaft

JD Schipke

Vor etwas mehr als 30 Jahren wurden in Südafrika Felsenritzzeichnungen aus prähistorischer Zeit entdeckt, auf denen die Umrisse von Delphinen und sogar die Gestalt eines zwischen ihnen herum schwimmenden Menschen deutlich zu erkennen waren. Die Freundschaft zwischen Mensch und Delphin muss also uralte sein.

Besonders schöne und treffende Delphindarstellungen sind aus der Zeit der ägäischen Kultur (3. und 2. vorchristliches Jahrtausend) erhalten. Das **Titelbild** zeigt einen Delphinfries, der im Palast von Knossos das Badezimmer der Königin schmückt. Überhaupt scheinen die Kreter einen vertrauten Umgang mit den Meerestieren gepflogen und ihnen gegenüber eine Einstellung vertreten zu haben, wie sie im Abendland erst wieder im 20. Jahrhundert auflebte. Der Delphin war offenbar weit mehr als nur ein dekoratives Motiv.

Kretische Seeleute sich begaben sich nie auf See, ohne einen Fisch an ihren Bug zu binden (**Abb. 1**). Sie schätzten die Delphine als exzellente Lotsen, welche sie sogar zu heiligen Stätten leiteten. Eine dieser heiligen Stätten heißt auch heute noch 'Delphi'. Unabhängig davon, ob diese Geschichte wahr ist, gab es im zweiten vorchristlichen Jahrtausend ziemlich sicher deutlich mehr Delphine, welche bereits damals die uns heute gut bekannten, menschenfreundlichen Tendenzen an den Tag legten und Annäherungsversuche unternahm. Es dauerte nahezu 4000 Jahre, bis sich der Mensch der lange vergessenen Freundschaft erinnerte.

Von den Seefahrern der ägäischen Kultur übernahmen Phönizier und Griechen u.a. auch die Ehrfurcht vor dem Delphin und den Glauben an seine schützende Rolle. Damals wäre es keinem Fischer eingefallen, einen Delphin zu töten. Ein zufällig in ein Netz geratener Delphin wurde auf der Stelle wieder frei gelassen.

Wie sehr der Delphin die Fantasie der Griechen beschäftigte, zeigt ihre Töpferkunst in immer neuen Abwandlungen (**Abb. 2**).

Eine gleichfalls große Vorliebe für das Delphinmotiv zeigten die als hervorragende Seeleute bekannten Etrusker. Sie stellen Delphine immer wieder auf ihren Grabfresken dar. Auch auf Münzen taucht das Bild des Delphins bis zum Überdruß auf; nicht weniger als 40 griechische Städte haben damals Münzen mit Delphinen prägen lassen.

Die Griechen hatten übrigens für die Freundschaft zwischen Menschen und Delphinen eine wunder-

schöne Erklärung. Als Dionysos während einer Schiffsreise bemerkte, dass die Seeleute nach Asien steuerten, um ihn dort als Sklaven zu verkaufen, verwandelte er ihre Ruder in Schlangen, füllte das Schiff mit Efeu und ließ unsichtbare Flöten erklingen. Als dann das Schiff auch noch von Weinranken festgehalten wurde, stürzten sich die Seeräuber wie von Sinnen ins Meer. Dionysos verwandelte sie in Delphine. Delphine sind also den Menschen so wohlgesonnen, weil sie eigentlich reuige Piraten sind.

In der klassischen Literatur wimmelt es von Berichten über Delphine. Diese Berichte wurden lange Zeit nicht so recht geglaubt. Nachdem jedoch das Verhalten dieser Meeressäuger heute besser bekannt ist, können einige dieser 'Märchen' mittlerweile plausibel erklärt werden. Z.B. die Geschichte von Telemachos, dem Sohn des Odysseus, der als Kind ins Meer stürzte und von Delphinen ans rettende Ufer gebracht worden sein soll. Entsprechend bekannt ist daher auch ein griechisches Mosaik, welches einen Knaben zeigt, der auf einem Delphin reitet (**Abb. 3**).

Die Griechen haben die Delphine nicht nur verehrt sondern auch naturwissenschaftlich korrekt beschrieben. Aristoteles erkannte bereits, dass es sich nicht um Fische sondern um Säugetiere handelt, und er berichtet staunend von den zahlreichen Lauten, die diese Tiere ausstoßen können. Ebenso korrekt beschreibt er ihre gegenseitige Zuneigung und Hilfsbereitschaft.

Wie so viele andere Embleme der Kreter, Etrusker und Römer ging das Delphinsymbol in die christliche Religion und in die abendländische Heraldik ein. Der Delphin wurde zum Symbol der Auferstehung, zum Fürsprecher, der den Menschen im Wasser stützt und führt, damit er - von seinen Sünden gereinigt - der Wiedergeburt teilhaftig werden kann. Der Delphin wurde gleichzeitig zum Führer, der den Schiffbrüchigen in den Hafen des Heils geleitet. Ganz konsequent erscheint daher Christus - wie einst Apollo - unter dem Bild eines Delphins.

Wir machen unsere Leser auf drei Artikel über Delphine/Wale in dieser Ausgabe aufmerksam.

Jochen D Schipke  
Redaktion CAISSON

## Editorial

Liebe Leserinnen, liebe Leser!

### *Bildung I*

Für deutsche Mediziner ist der Herbst in aller Regel geprägt durch eine Anhäufung von Kongressen und Fortbildungs-Veranstaltungen aller Fachrichtungen. Da fällt es oft nicht leicht, neben der Pflicht des eigenen großen Fachgebietes auch die Kür für seine Nischenfächer zu absolvieren. Und die Tauch- und Überdruckmedizin zählt nun einmal für viele Kolleginnen und Kollegen mehr zum nice to have als zum harten Broterwerb.

Umso mehr freut mich immer die hohe Beteiligung an den Veranstaltungen der GTÜM, sowohl an den in dreijährigem Rhythmus durchgeführten wissenschaftlichen Tagungen als auch an den Workshops zu bestimmten Einzelthemen in den Jahren dazwischen. Nach unserer letzten großen Tagung in Dresden im Oktober 2005 freue ich mich nun auf Ihre rege Beteiligung an unseren HBO-Workshop in Halle/Saale am 14./15. Oktober 2006. Alle mehr tauchmedizinisch interessierten Kolleginnen und Kollegen möchte ich jetzt schon den nächsten tauchmedizinischen Workshop der GTÜM am 17./18. März 2007 in Heidelberg ans Herz legen. Die näheren Einzelheiten hierzu werden wir Ihnen demnächst im CAISSON und auf unserer Website mitteilen. Und noch ein wichtiger Termin für Ihren Terminkalender: der Kongress der European Underwater and Baromedical Society (EUBS) findet 2007 in der Woche vom 8.-15. September in Sharm el-Sheikh auf dem Sinai in Ägypten statt (s. [www.eubs2007.org](http://www.eubs2007.org)). Ein Muss für alle Tauchmediziner und tauchmedizinisch Interessierten.

### *Bildung II*

Damit Sie sich einmal ein Bild machen können, wer was in der GTÜM macht, haben wir uns entschlossen, alle Verantwortlichen nicht nur namentlich sondern mit ihrem Konterfei auf der Website aufzuführen. Auf der nächsten Tauch- oder

Hyperbarmedizinischen Veranstaltung müssen Sie also nicht mehr versuchen, die Namen auf den immer zu kleinen Namensschildern zu entziffern... Und es tut sich noch mehr auf der Homepage der GTÜM: Wir sind laufend um die Erweiterung unserer Inhalte bemüht. Hier haben die Leiter der GTÜM-Ausschüsse auch Verantwortung für die entsprechenden Bereiche der GTÜM-Website übernommen. Sollten Sie hierzu Anregungen haben, so wenden Sie sich gern an unseren Webmaster Dr. Christoph Klingmann ([c.klingmann@gtuem.org](mailto:c.klingmann@gtuem.org)) oder direkt an die betreffenden Ausschussvorsitzenden.

### *Bildung III*

Die Leitlinie Tauchunfall hat seit ihrer Erstauflage in 2002 inzwischen einen gewissen Bekanntheitsgrad erreicht. Erfreulich, dass die österreichische Schwestergesellschaft der GTÜM (ÖGTH) auch die aktuelle Version von 2005 wiederum für Österreich übernommen hat (s. [www.oegth.at](http://www.oegth.at)). An dieser Stelle noch einmal der Dank an Dr. Wilfried Beuster und Dr. Clemens Mader für ihre Mitarbeit in der Expertengruppe und der Jury.

Noch erfreulicher ist, dass auch die schweizerische SUHMS als Schwestergesellschaft die Leitlinie nun durch die intensiven Bemühungen ihres Präsidenten, Dr. Peter Nussberger, ins Schweizerdeutsche übersetzt und implementiert hat. Als Großtat wurde die Leitlinie auch gleich noch in Französisch übersetzt. Beide Fassungen sind auf der GTÜM-Website als PDF-Datei herunterzuladen. Wie uns Dr. Nussberger mitteilt, ist eine italienischsprachige Fassung gerade im Entstehen.

Doch nun genug der einleitenden Worte. Ich wünsche viel Spaß mit Ihrem neuen CAISSON.

Ihr Wilhelm Welslau

### Hinweis

Wir machen unsere Leser auf einen Fragebogen auf der GTÜM-Homepage aufmerksam. Bitte verwenden Sie ihn, damit wir den Inhalt unserer Homepage weiter verbessern können.



## Kommentierte Literatur: Tauchen

In der folgenden und gekürzten Übersetzung eines Beitrages aus Australien wird ein System für Urlaubstaucher vorgestellt, mit welchem diese unterwasser 'reiten' können. In eigenen Untersuchungen berichten die Autoren über Aspekte wie Atmung, Sicherheit und Risiko-Management.

Übersetzung: JD Schipke

### Medical standards for the use of 'Scubadoo' - a discussion paper

G Simpson, J Ferns, T Knight, ML Heron

'Scubadoo' is a novel recreational diving device which operates at a fixed depth of 3 m sea water (msw). The diver is free to move in an air-filled dome replenished by continuous air flow from a scuba tank which is an integral part of the device. Calculations show that the equilibrium concentration of carbon dioxide and oxygen in the dome depend on the volumetric air flow from the compressed-air cylinder. Experiments carried out with an air flow of 20 l.min<sup>-1</sup> gave gas mixtures consistent with the calculations. This provides the basis of safe design for the air supply to the dome. The medical issues that may arise in the use of the Scubadoo device are discussed. Most of the medical issues which apply to scuba diving are minimised here because of the rigid 3 msw depth limit. Pulmonary barotrauma and also bronchospasm for asthmatics are theoretically possible but are considered to be low-risk conditions in the context of the use of the device. Epilepsy and other conditions likely to cause sudden loss of consciousness are the only contra-indications to use of the device. It is concluded that Scubadoo should not be subjected to the same medical restrictions as scuba diving.

#### Key words

Recreational diving, diving, safety, respiratory, Scubadoo, risk management

### Medizinische Standards für die Nutzung des 'Scubadoo' – ein Diskussions-Papier

#### Einleitung

Das 'Scubadoo' ist ein relativ neues Unterwasser Urlaubs-System. Es besteht aus einem untertauchbaren, Scooter-ähnlichen Fahrzeug, welches gesteuert werden kann und durch einen elektrischen Motor angetrieben wird. Der Passagier sitzt auf einem Sitz; eine Halbkugel aus Acryl wölbt sich über dem oberen Körper (Abb. 1). Die Halbkugel ist luftgefüllt, so dass die Schultern und der Kopf des Passagiers aus dem Wasser herausragen. Die

Luft wird mit einer konstanten Rate von einem integrierten Drucklufttauchgerät ersetzt. Das Fahrzeug wird durch das das tief liegende Gewicht von Batterie und Motor in einer aufrechten Position gehalten und zusätzlich durch den Auftrieb der Luft in der Acryl-Halbkugel. Die Sicherheit wird weiter erhöht, weil das Fahrzeug mit einer Leine an einer Oberflächenboje befestigt ist. Das Gerät wird bis auf eine maximale Tiefe von 3 m Seewasser eingesetzt. Der elektrische Motor und der Propeller gestatten eine langsame Vorwärtsfahrt. Das Fahrzeug kann durch den Passagier gesteuert werden. Normalerweise überwacht ein Tauchinstruktor mit Tauchgerät jedes Scubadoo-System. Das Fahrzeug wird in einer relativen kurzen Unterwassertour für etwa 20 min eingesetzt. Es ergab sich die Frage, welche medizinischen Standards auf die potentiellen Benutzer dieses Fahrzeugs angewendet werden sollten. Wir haben einige einfache Berechnungen durchgeführt ebenso wie einige Tests Unterwasser, um die Situation zu klären.

*Simpson G, Ferns J, Knight T, Heron ML  
Diving and Hyperbaric Medicine, 2006;36:9-11*

#### Address for correspondence:

Graham Simpson  
130 Abbott Street  
Caïms  
Qld 4870, Australia

CAISSON 2006; 21 (3): 5-8



**Abb. 1:** Das Scubadoo bewegt sich auf einer Tiefe von maximal 3 m. Die aufrechte Position des Systems wird durch die tief liegenden Batterien und den Elektromotor, die luftgefüllte Halbkugel und die an der Oberfläche mitgezogene Boje gewährleistet. Der Benutzer sitzt in dem System wie auf einem Motorrad. Er kann das Gerät steuern. Ein 'Tauchgang' soll etwa 20 min dauern. In dieser Zeit wird kontinuierlich Frischluft aus einem Druckluft-Tauchgerät mit einem Fluss von 25 l/min abgegeben

#### Potentielle medizinische Probleme

Die Benutzer des Scubadoo atmen komprimierte Luft (Umgebungsdruck) von einer Atmosphäre plus 3 m Salzwasser. Es gibt keine zweite Atemreglerstufe, und der Kopf des Benutzers befindet sich in der Halbkugel, in welcher sich ungefähr 25 l Luft befinden. Frische Luft wird in den Dom von einem Drucklufttauchgerät bei einem konstanten Fluss von 20 l/min geliefert. Die potentiellen Probleme sind daher:

1. Dekompressionserkrankung
2. Hypoxie wegen einer nicht adäquaten Luftversorgung
3. CO<sub>2</sub>-Retention wegen mangelhaftem Spülen der Halbkugel
4. Barotrauma der Ohren oder der Nasennebenhöhlen
5. Barotrauma der Lunge
6. Verstärkung von vorbestehenden, medizinischen Bedingungen, insbesondere Asthma
7. Panik

#### Theoretische Berechnungen

Um einige dieser Probleme zu untersuchen, führten wir Berechnungen durch, welche die erwarteten Veränderungen der Gaszusammensetzung innerhalb der Halbkugel betrafen. Wir erwarteten einen Sauerstoffverbrauch von 300 ml/min und eine Kohlendioxidproduktion von 250 ml/min für eine erwachsene Person in Ruhe. Das ungefähre Volumen innerhalb der Halbkugel beträgt 25 l. Die Berechnungen wurden für drei unterschiedliche einströmende Volumina von dem Druckluft-Tauchgerät durchgeführt: 20, 10 und 5 l/min. Wir konnten zeigen, dass der Luftfluss in die Halbkugel letztlich nicht die Zusammensetzung von Sauerstoff und Kohlendioxid beeinflusst. Bei dem kleinsten Fluss war jedoch der Gleichgewichtszustand schneller erreicht. Die berechneten Gleichgewichtswerte – mit den O<sub>2</sub>- und CO<sub>2</sub>-Werten eines Erwachsenen bei Ruhe – und einem Einstrom von 20 l Luft/min sind: Gleichgewichts-O<sub>2</sub>-Konzentration: 19,49 %; Gleichgewichts-CO<sub>2</sub>-Konzentration: 1,29 %. Wird angenommen, dass durch einen psychologischen Stress oder eine moderate physische Belastung die CO<sub>2</sub>-Produktion verdoppelt wird, dann ändern sich diese Zahlen nur geringfügig. Die Gleichgewichts-CO<sub>2</sub>-Konzentration steigt auf 2,51% an. Der kritische Faktor, welcher die Gleichgewichtswerte bestimmt, war die Höhe des Luftstromes: Bei einem Fluss von 10 l/min verdoppelte sich etwa der Gleichgewichtswert für das CO<sub>2</sub>; er blieb aber im sicheren Bereich. Allerdings könnten Einstromwerte unterhalb dieses Wertes Probleme verursachen. Bei einem Einstrom von 20 l/min waren etwa 90 % der Gleichgewichtswerte innerhalb von 12 min erreicht. Am Ende eines 20-minütigen 'Tauchganges' waren die Werte sehr ähnlich den berechneten Gleichgewichtswerten. Zur weiteren Erklärung siehe [1].

#### Methoden

Die Untersuchungen wurden in einem Schwimmbad mit einem Freiwilligen durchgeführt. Der Luft-einstrom in die Halbkugel betrug 20 l/min. Die Messungen der CO<sub>2</sub>-Konzentration innerhalb der Halbkugel wurden mit einem CO<sub>2</sub>-Messgerät (BCI International Capnograph Model 20600A1) durch-



geführt, welches die Endexpirationsluft untersuchte. Zusätzlich wurde die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit der Luft innerhalb der Halbkugel mit einem Centre 311 Feuchtigkeits- und Temperatur-Messgerät (Model RS-232) erfasst. Die Messungen wurden während eines 27-minütigen 'Tauchganges' durchgeführt. Durch die zusätzlichen Messgeräte ergaben sich Begrenzungen, so dass der Scubadoo letztlich kurz unterhalb der Oberfläche verblieb, also nicht auf 3 m Wassertiefe. Die CO<sub>2</sub>-Werte wurden durch Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit verursachte Veränderungen korrigiert.

### Resultate

Die Ergebnisse sind in Tab. 1 zusammengestellt. Die gemessenen Änderungen in den CO<sub>2</sub>-Konzentrationen sind in guter Übereinstimmung mit den berechneten Werten. Es ergab sich eine CO<sub>2</sub>-Endkonzentration von etwa 2,3 %. Die Temperatur in der Halbkugel stieg signifikant an, während die relative Feuchtigkeit bei etwa 80 % verblieb.

### Diskussion

Die CO<sub>2</sub>-Endkonzentration von etwa 2,3 % legt nahe, dass die CO<sub>2</sub>-Produktion der Versuchsperson größer als die basal angenommene Produktion von 250 ml/min war. Sie überschritt aber

**Tab. 1:** Zeitabhängige Änderungen der Temperatur, Luftfeuchtigkeit und von CO<sub>2</sub> in einem Scubadoo, welches unmittelbar unter der Wasseroberfläche eingesetzt wurde. Die Glocke wurde mit einem konstanten Lufteinstrom von 20 l/min versorgt

Zeit [min]	Temp. [°C]	rel. Feuchte [%]	CO <sub>2</sub> [%]*
0	33,3	60,5	0
1	33,9	73,8	0,82
3	34,9	78,0	1,09
5	36,4	84,0	1,24
8	35,9	87,0	1,24
11	36,7	92,4	1,52
13	37,2	88,0	1,66
16	37,2	87,0	22,07
19	37,9	83,6	2,22
22	38,7	79,8	2,08
25	41,3	76,6	2,07
27	41,4	79,4	2,35

\* = korrigiert um rel. Feuchte, Temperatur und Luftsättigung

nicht 500 ml/min. Die damit berechnete O<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre der Halbkugel würde daher über 19 % liegen. Der Anstieg der Temperatur kann damit begründet werden, dass die Experimente an der Oberfläche an einem sonnigen Tag durchgeführt wurden. Man kann davon ausgehen, dass die Temperatur weniger stark ansteigen würde, wenn die Halbkugel komplett unter Wasser wäre. Es ist nicht uninteressant, dass die relative Feuchtigkeit in der Halbkugel bei 80 % verblieb, obwohl trockene Luft aus dem Druckluft-Tauchgerät konstant hinzugefügt wurde.

### Aspekte

Die Autoren diskutieren im Folgenden einige mögliche medizinische Probleme, die mit der Benutzung eines 'Scubadoos' verbunden sein könnten.

### Dekompressionserkrankung

Stickstoff über 20 min bei einem Druck von 3 m Wassertiefe kann keine Dekompressionserkrankung hervorrufen.

### Barotrauma

Der Abstieg auf 3 m wird vermutlich keine signifikanten Ohr- oder Nasennebenhöhlen-Druckschädigungen hervorrufen, selbst wenn es nicht zu einem Druckausgleich kommt. Nichtsdestoweniger schlagen wir vor, dass die Teilnehmer über Druckausgleichstechniken informiert werden. Der begleitende Taucher kann außerdem relativ einfach durch die transparente Halbkugel signalisieren, dass der Druckausgleich durchgeführt werden soll.

### Lungenbarotrauma

Ein Lungenbarotrauma ist theoretisch möglich, wenn aus 3 m rasch aufgestiegen wird. Es fällt jedoch schwer, sich diese Situation vorzustellen, weil der Scubadoo im Wesentlichen an der Oberflächenboje hängt, da er selbst einen negativen Auftrieb (= Abtrieb) hat. Die einzige Möglichkeit, rasch aufzusteigen, könnte darin bestehen, dass der Passagier die Halbkugel plötzlich verlässt und rasch aufsteigt, während er die Luft anhält. In einer 1:1 Überwachungssituation scheint diese Möglichkeit extrem unwahrscheinlich.

### Hypoxie und CO<sub>2</sub>-Retention

Sowohl die Berechnungen als auch das direkte Experiment – bei beiden wurde ein Lufteinstrom von 20 l/min angenommen (tatsächlich werden in der Praxis 25 l/min zugeführt) – zeigen, dass der Ersatz der Luft ausreicht, um die Sauerstoffkonzentration bei 19 % zu halten. Berücksichtigt man, dass in der Praxis der Umgebungsdruck geringfügig um 3 m Salzwasser erhöht sein würde, dann bliebe der pO<sub>2</sub> in der Inspirationsluft im wesentlichen unverändert. Die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen steigen an, aber nicht auf Werte, bei welchen irgend-

welche Symptome zu erwarten wären oder auf Werte, bei welchen eine Hyperventilation ausgelöst würde. Eine kürzliche Studie über Kopfhäuben unter hyperbaren Bedingungen unterstützt diese Überlegungen [2].

### **Medizinische Voraussetzungen**

Die medizinische Voraussetzung, welche beim Scuba-Tauchen am meisten debattiert wird, ist das Asthma. Der theoretische Einwurf gegenüber dem Scuba-Tauchen von Asthmatikern ist die Präzipitation einer Bronchus-Spasmus-Attacke durch die Tauchumgebung. Auslöser, die üblicherweise erwähnt werden, beinhalten Arbeit, Einatmung von Kälte, trockene Luft und die Möglichkeit der Einatmung von aerolisiertem Seewasser (fehlerhafte Atemregler). Dieser letzte Punkt scheint im Zusammenhang mit dem Scubadoo ganz klar auszuscheiden, da es keine zweite Atemregler-Stufe gibt. Da Kopf und Schultern des Passagiers außerhalb des Wassers sind, ist die Atmung normal. Scubadoo bedeutet keine erhebliche körperliche Arbeit, und unser Experiment zeigte, dass die Luft in der Halbkugel sowohl warm als auch feucht ist. Daher scheint Asthma keine Kontraindikation für die Benutzung des Systems zu sein. Soweit andere medizinische Bedingungen / Voraussetzungen betroffen sind, scheint Mangel einer bedeutenden, körperlichen Komponente und die enge Überwachung dafür zu sorgen, dass das System praktisch für alle sicher ist. Eine Ausnahme bilden epileptische Patienten oder solche, bei welchen ein plötzlicher Bewusstseinsverlust zu fürchten ist.

### **Panik**

Die Unterwasser-Umgebung kann eine Panik hervorrufen. Das scheint das größte Problem der Scubadoos zu sein, und daher müssten angemessene Instruktion und Überwachung für die Scubadoo-Benutzer garantiert sein.

### **Schlussfolgerungen**

Nach den bisherigen Ausführungen sollte nach unserer Meinung die Benutzung des Scubadoos nicht den gleichen medizinischen Restriktionen wie Gerätetauchen unterworfen sein. Wird eine angemessene Instruktion und Überwachung angenommen, dann sollte jede Person mit entsprechender Körpergröße diese Systeme benutzen können und medizinische Voraussetzungen – mit der Ausnahme von Epilepsie – sollten nicht als Kontraindikationen betrachtet werden.

### **Literatur**

1. Camporesi EM, Bosco G. Ventilation, gas exchange and exercise under pressure. In: Brubakk AO, Neuman TS, editors. Bennet and Elliott's physiology and medicine of diving. 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Saunders 2003; p81
2. Davidson G, Bennett MH. Effect of oxygen flow on inspired oxygen and carbon dioxide concentrations and patient comfort in the Amron™ oxygen hood. SPUMS J 2004; 34:68-74



## Kommentierte Literatur: Tauchmedizin

In dem folgenden Fallbericht wird über einen Urlaubstaucher berichtet, welcher aus 15 m Tiefe rasch aufstieg, nachdem ihm während des Tauchganges die Luft ausgegangen war. Er entwickelte die klassischen Symptome einer respiratorischen Dekompressionserkrankung. Letztlich war die Behandlung erfolgreich, obwohl zwischen dem Erreichen der Wasseroberfläche und der Behandlung nahezu 13 h vergangen waren.

Übersetzung: JD Schipke

### Respiratory decompression sickness in a recreational scuba diver

CM Wilson, MDJ Sayer

A case study is presented relating to the treatment of a recreational diver with suspected respiratory decompression sickness. The diver had performed a rapid ascent after running out of air at a depth of 15 metres and had immediately displayed all of the classic symptoms of respiratory decompression sickness, with severe chest pain, 'bubbling' in the chest, progression to pain on inspiration, development of a dry cough, blood in the sputum and development of dyspnoea. Eventual treatment was successful with complete resolution. However, the time from surfacing to treatment was almost 13 hours following difficulties in transferring the diver from a remote location. In this case, there was some reduction in the severity of the symptoms during transfer to a recompression facility with the delivery of normobaric oxygen and aggressive hydration.

#### Key words

Decompression illness, decompression sickness, respiratory, cardiovascular, case reports

### Respiratorische Dekompressionserkrankung bei einem Urlaubstaucher

#### Einleitung

Die respiratorische Dekompressionserkrankung (DCS) seit langem beim Tauchen und in der Luftfahrtmedizin gut dokumentiert. Historisch ist die Manifestation dieser Dekompression als 'Chokes' bekannt; andere Begriffe sind 'pulmonale oder kardiopulmonale Dekompressionserkrankung' und 'kardiorespiratorische Dekompressionserkrankung' [1-3]. Es handelt sich dabei um eine der selteneren Präsentationen der DCS. Sie hat lediglich eine 2 %ige Prävalenz in 11.471 Berichten, die von DAN-Daten zusammengestellt wurden [2].

Aktuelle Fälle einer respiratorischen DCS sind in der Literatur selten. Der vorliegende Bericht beschreibt einen Fall, der bereits 1996 in der Dunstaffnage Hyperbaren Einrichtung in der Nähe von Oban (Schottische Westküste) behandelt

wurde. Der Bericht enthält auch die Probleme, welche mit dem Transport des Patienten von einem entfernten Unfallort verbunden sind.

#### Fallbericht

Ein 60 Jahre alter männlicher Urlaubstaucher tauchte vor der Islay-Insel (Innere Hebriden, Schottische Westküste). Islay ist für seine vielen und unterschiedlichen Destillieren bekannt, welche Malt Whiskies mit großem Charakter produzieren [4]. Der erfahrene Taucher (taucht seit vier Jahren) war seit langem als Hypertoniker bekannt, welcher mit einem ACE-Inhibitor (Enalapril, 5 mg/d) behandelt wurde.

Während seines Aufenthaltes auf Islay tauchten er und sein Tauchbegleiter – ein Arzt – auf Tiefen zwischen 12 und 19 m. Innerhalb von drei Tagen führten sie insgesamt sechs Tauchgänge aus. Der Unfall ereignete sich während des zweiten Tauchganges an einem Tag. Der Tauchgang begann um 17 Uhr und führte für 31 min auf 15 m Wassertiefe. Nachdem der Luftvorrat verbraucht war, führte der Taucher einen schnellen Aufstieg durch, welcher während der letzten 6 m unkontrolliert war. Er hatte unmittelbar danach schwere Schmerzen in der vorderen Brust, Schmerzen am hinteren Nacken, welche in den Kopf ausstrahlten

Wilson CM, Sayer, MDJ

SPUMS J 2005; 35:206-8

#### Address for correspondence:

Dunstaffnage Hyperbaric Unit  
Scottish Association for Marine Science  
Dunstaffnage Marine Laboratory, Oban  
Argyll, PA37 1QA, UK

CAISSON 2006; 21 (3), 9-12

und migräneartig waren, und er hatte den Eindruck, dass sein Denken unklar war. Innerhalb weniger Minuten nach dem Erreichen der Oberfläche fühlte er ein 'bubbling' in der Brust, welches sich zu Schmerzen während der Inspiration und zu Husten entwickelte. Das Sputum enthielt Blut. Der Taucher wurde kurzatmig und hatte rasch darauf Schwierigkeiten, kurze Strecken zu gehen.

Es wurde klar, dass er medizinische Hilfe benötigte, und er wurde gegen 19.30 Uhr (also 2 h nach Tauchgangsende) zum Dorfhospital von Islay gebracht. Dorfhospitäler in Schottland gibt es in Gegenden mit dünner Besiedlung. Sie werden von einem praktischen Arzt (General Practitioner) geleitet. Zu diesem Zeitpunkt konnte der Taucher wegen der Kurzatmigkeit nicht mehr laufen. Er war mit einem  $pO_2$  von 25 % hypoxisch. Röntgen-Thorax und Elektrokardiogramm waren weitgehend normal, und der Taucher wurde mit Sauerstoff (4 l/min) über eine Hudson-Maske beatmet.

Ärzte in entfernten Gegenden, in welchen Tauchen unüblich ist, haben wenig oder keine praktischen Kenntnisse über Tauchprobleme. In Schottland gibt es jedoch einen Nottelefon-Dienst, welcher von der Aberdeen-Royal-Infirmary unterhalten wird. Der Consultant in Aberdeen erklärte, dass es sich sehr wahrscheinlich um einen tauchbezogenen Unfall handele, und dass der Patient 'high-flow-Sauerstoff' und 'Flüssigkeits-Wiederbelebung' und für die weitere eilige Behandlung zu einer Rekompersions-Einrichtung transportiert werden sollte. Der praktische Arzt ließ sich nur schwer überzeugen, den Fall weiter zu geben. Letztlich organisierte er aber einen Hubschrauber-Transport (SAR; Royal Navy) [5].

Das UK hat entlang der Küste eine Anzahl von SAR-Basen. In diesem Fall wurde ein Hubschrauber von seiner Basis in Prestwick (südlich von Glasgow) beauftragt, den Taucher von Islay (ungefähr 120 Meilen nördlich von Prestwick) zu der nächsten Rekompersions-Einrichtung in Oban (ungefähr 50 Meilen nördlich von Islay) zu transportieren. Um 21.00 Uhr kam der Helikopter in die Nähe von Islay an und traf dort auf schweren Nebel. Wegen der schlechten Sicht war eine Landung unmöglich. Im Verlaufe der Entscheidung über die nächsten Schritte erhielt der Helikopter die Nachricht von einem anderen medizinischen Notfall. Da eine Landung auf Islay nicht möglich war, wurde der Hubschrauber an den anderen Ort geschickt.

Nachdem der Hubschrauber sich entfernt hatte, entschied der Praktische Arzt, den Patienten auf Islay zu behalten. Es bedurfte für den Consultant in Aberdeen eine lange Zeit und eine große Überzeu-

gungskraft, über das Telefon den praktischen Arzt davon zu überzeugen, dass der Taucher so schnell wie möglich zu einer angemessenen Behandlungseinrichtung überführt werden müsste. Letztlich einigte man sich darauf, die 50 Meilen-Reise mit Hilfe der Königlichen Nationalen Rettungsboot-Einrichtung (RNLI) durchzuführen (Abb. 1; [6]). RNLI-Rettungsboote im UK existieren auf Spendenbasis und haben eine gut ausgebildete Crew aus Freiwilligen.



**Abb. 1a:** Die Royal National Lifeboat Institution (RNLI) wird durch Spenden getragen. Sie führt ihre lebensrettenden Einsätze rund um die Uhr durch. Einsatzgebiet ist das Vereinigte Königreich und die Irische Republik



**Abb. 1b:** Die Institution verfügt über 332 Rettungsboote von 5 bis 17m Länge. Die Crew besteht aus gut ausgebildeten Freiwilligen

Um 1.00 Uhr des nächsten Tages verließ das Islay-Rettungsboot Islay zusammen mit dem Praktischen Arzt und dem Patienten und begann, nordwärts zu fahren. Zur gleichen Zeit verließ das RNLI-Rettungsboot Oban, um südlich zu reisen. Das Oban-Rettungsboot transportierte einen Arzt mit Taucherfahrung. Es bestand die Vorstellung, sich mit dem Islay-Rettungsboot auf der halben Strecke zwischen Islay und Oban zu treffen, um so die Zeit zu vermindern, die das einzelne Boote von der Station entfernt blieb. Nach Übergabe des



Patienten auf das Oban-Boot, stellte sich heraus, dass die initiale Expertenberatung von dem Praktischen Arzt nicht befolgt worden war. Also wurde von der 4 l/min-Sauerstoffatmung über die Hudson-Maske zu einem 100 %igen Demand-System übergegangen, ein intravenöser Zugang wurde gelegt, und eine Infusion mit physiologischer NaCl und aggressivem Flüssigkeitsersatz begann. In den verbleibenden 90 min der Reise verbesserte sich die Dyspnoe.

Bei der Ankunft im Krankenhaus von Oban um 4.00 Uhr morgens (mehr als 10 h nach Tauchgangsende) klagte der Taucher immer noch über Schmerzen im vorderen Brustbereich, verspürte aber weniger Schmerz; er hatte immer noch schweren Husten. Die Untersuchung des Blutes, ein wiederholter Röntgen-Thorax und das EKG ergaben normale Befunde.

Um 6.00 Uhr (= mehr als 12 h nach Tauchgangsende) wurde mit einer Royal-Navy-Behandlungstabelle 62 in der Dunstaffnage Hyperbaren Einrichtung mit der Rekompensation begonnen. Diese Einrichtung befindet sich in den Dunstaffnage-Marine-Laboratorien, welche durch die Schottische Gesellschaft für Marine-Wissenschaft geleitet wird. Die Überdruckkammer in Dunstaffnage wurde ursprünglich installiert, um ein wissenschaftliches Programm durchzuführen, welches mit den Vorschriften für das Tauchen bei Arbeit zu tun hatte.

Nach zwei Sauerstoffzyklen auf 18 m war der Patient vollkommen frei von Symptomen. Die Tabelle wurde ohne Veränderungen weitergeführt, und der Patient erreichte die 'Oberfläche' um 10.45 Uhr, wo er sich vollkommen normal fühlte. Die Dyspnoe war verschwunden, und er war in der Lage, die Krankenhaus-Treppen auf und ab zu laufen. Die Brustschmerzen waren verschwunden und der Husten ebenfalls. Ein erneuter Röntgen-Thorax und das EKG waren normal. Die Biochemie lieferte zwar erhöhte Kreatin-Phosphokinase (CPK)-Werte war aber andererseits normal. In Schottland ist es Routine, einen Patienten für mindestens 24 h nach einer Behandlung im Krankenhaus zu behalten, um mögliche Rückfälle erfassen und die Qualität der Erholung beobachten zu können. Auch 24 h nach der Behandlung fühlte sich der Patient gut und wurde entlassen.

### Diskussion

Die respiratorische Dekompensationserkrankung (DCS) ist durch eine Trias von substernalem Brustschmerz, paroxysmalem Husten und Dyspnoe gekennzeichnet [1,2,7,8]. Diese Diagnose wurde in diesem Fall gestellt, obwohl ein Lungenbarotrauma und eine Gasembolie ebenfalls in Frage kamen. Die initialen Symptome, welche der Patient erlebte, waren geradezu klassisch für

diese DCS-Form mit schweren Brustschmerzen, 'bubbling' in der Brust, Zunahme der Schmerzen während der Inspiration, Entwicklung eines trockenen Hustens, Blut im Sputum und Entwicklung einer Dyspnoe. Die Tiefe und die Dauer des Unfallschadens waren nicht sonderlich provokativ, aber es gab einen schnellen Aufstieg infolge eines Luftmangels.

Traditionell wird eine kardiopulmonale Beteiligung in der Folge von Tauchgängen mit schwerwiegendem Dekompensionsstress beschrieben, entweder wenn die Tauchprofile hochgradig provokativ waren mit unterlassener Dekompensation, oder wenn die Dekompensation lang und mühsam war [1,2]. Dadurch können große Mengen von Gasblasen in das pulmonale Filtersystem eindringen und es überlasten, woraus ein rechtsventrikuläres Versagen und ein zirkulatorischer Kollaps resultieren [7]. Die klinischen Manifestationen werden beobachtet, wenn ungefähr 10 % des pulmonalen Gefäßsystems involviert sind [7]. Die Zeit bis zum Beginn der Symptome kann zwischen ganz kurzen Verzögerungen bis hin zu einer oder mehreren Stunden nach dem Auftauchen variieren [1,2]. Bei irgendeiner Form der respiratorischen DCS können die Symptome persistieren und sich weiterentwickeln und ein respiratorisches 'Dysstress-Syndrom' entwickeln, eine disseminierte intravaskuläre Koagulation, eine zentrale Zyanose, eine respiratorische Azidose, eine pulmonale Hypertension und ein vermindertes Herz-Zeit-Volumen verursachen [2]. Ein respiratorischer und/oder kardialer Stillstand kann folgen, wenn der Patient nicht als Notfall rekomprimiert wird [2]. Die respiratorische DCS repräsentiert eine tödliche Form der Dekompensions-Erkrankung, und die Rekompensationsbehandlung sollte als ein Notfall betrachtet werden [2,9]. Wegen der Entfernung des Tauchplatzes und den Problemen mit dem Transport des Patienten betrug die Zeit bis zur Behandlung in diesem Fall nahezu 13 h. Eine frühe Behandlung dieser Bedingung sollte eine 'high-flow'-Versorgung mit Sauerstoff ebenso beinhalten wie eine Flüssigkeit 'Resuscitation' und sich nicht von anderen Formen der DCS unterscheiden. Es war schade, dass der Praktizierende Arzt den Vorschlägen des Experten nicht folgte, und dass ein rascher Transport trotz der drängenden Anweisungen des Aberdeen-Beraters am Telefon nicht erfolgte. Es bleibt unklar, warum der Anweisung des Experten nicht oder nur unwillig gefolgt wurde. Es gibt allerdings keine Hinweise darauf, dass sich die Intensität der Symptome in diesem Fall während des verzögerten Transportes erhöhten, und es gab eine unmittelbare Verbesserung, nachdem ausreichend normobarer Sauerstoff ebenso wie eine aggressive Hydrierung verabreicht wurden. In diesem Fall wurde eine Rekompensationsbehandlung mit einer nicht-modifi-

zierten Royal-Navy-Tabelle 62 gestartet, welche zu einer nahezu sofortigen und vollkommenen Besserung führte [10]. Ähnliche gute Antworten auf eine Behandlung wurden in anderen Fällen einer respiratorischen DCS berichtet [11]. Obwohl frühere Berichte über eine respiratorische oder pulmonale DCS über pulmonale Ödeme berichteten [3,12], waren alle Röntgen-Thorax-Untersuchungen in dem vorliegenden Fall normal. Die in diesem Fall nicht zu vermeidende Verzögerung bis zum Beginn der Behandlung schien keine progres-

sive Verschlechterung der Symptome als Folge zu haben oder das mögliche Maß der Erholung zu beeinflussen.

Zur Zeit den Unfalles hatte das Oban-Rettungsboot ein 100 % Sauerstoff-demand-System zur Evaluation an Bord. Nach dem Erfolg in dieser Studie wurde diese Ausrüstung von allen Rettungsbooten im Inland und an der Küste übernommen. Als eine weitere Folge dieses Unfalles wurden die schottischen Krankenhäuser mit den entsprechenden Telefonnummern versorgt.

### Literatur

1. Flynn ET. Medical supervision of diving operations. In: Bove AA, editor. Bove and Davis' diving medicine, 4th edition. Philadelphia: Saunders; 2004; p. 343-379.
2. Francis TJR, Mitchell SJ. Manifestations of decompression disorders. In: Brubakk AO, Neuman TS, eds. Bennett and Elliott's physiology and medicine of diving, 5th edition. Edinburgh: Saunders; 2004; p. 578-599.
3. Moon RE. Treatment of decompression illness. In: Bove AA, ed. Bove and Davis' diving medicine, 4th edition. Philadelphia: Saunders; 2004; p. 195-223.
4. Jackson M. Malt whisky companion, 5th edition. London: Dorling Kindersley; 2004.
5. Royal Navy, [last accessed 13. Aug 2005]. Available from <http://www.royal-navy.mod.uk/static/pages/content.php3?page=2865>
6. The Royal National Lifeboat Institution, [last accessed 13. Aug 2005]. Available from <http://www.rnli.org.uk>
7. Walker R. Decompression sickness: clinical. In: Edmonds C, Lowry C, Pennefather J, Walker R, editors. Diving and subaquatic medicine, 4th edition. London: Arnold; 2002; p. 137-150.
8. Neuman TS. Arterial gas embolism and decompression sickness. *News Physiol Sci.* 2002; 17:77-81.
9. Atkins CE, Lehner CE, Beck KA, Dubielzig RR, Nordheim EV, Lanphier EH. Experimental respiratory decompression sickness in sheep. *J Appl Physiol.* 1988; 65:1163-1171.
10. Royal Navy Medical Service. Report on the prevention and management of diving accidents. Institute of Naval Medicine; 2003. [last accessed 13 Aug 2005]. Available from <http://www.rnreference.mod.uk/09/inm/prevman/contents.htm>
11. Gibbons JA, Ramsey CS, Wright JK, Pilmanis AA. Case history of serious altitude decompression sickness following rapid rate of ascent. *Aviat Space Environ Med.* 2003; 74:675-678.
12. Radaideh MM, Lamki LM, Barron BJ, Elshazly SM. Radionuclide lung imaging in respiratory decompression sickness: potential role in the diagnosis and evaluation of hyperbaric therapy. *Clin Nuclear Med.* 2001; 26:320-324.



Es wird nach wie vor darüber diskutiert, ob Kinder und Heranwachsende mit Geräten tauchen sollten. Weitgehend offen ist die auch Frage, ob Kinder und Jugendliche nach Dekompressionsunfällen genauso behandelt werden sollen wie Erwachsene. Der folgende Beitrag ist eine gekürzte Version eines Artikels, in welchem R. Smerz auf diesen wichtigen Aspekt eingeht.

Übersetzung: JD Schipke

## Epidemiology and treatment of a decompression illness in children and adolescents in Hawaii, 1983-2003

R Smerz

The advisability of children and adolescents engaging in scuba-diving activities remains a topic of debate. The advent of enhanced opportunities for divers of a younger age has intensified the controversy. Increased risks for physical injury and the psychological readiness of children and adolescents are at the heart of the debate. Recently, questions have arisen regarding the appropriateness of treating younger divers using the current medical management strategies employed to treat adult cases. This retrospective study reports on the 20-year experience at the University of Hawaii in treating child/adolescent cases. Twenty-two cases were evaluated and treated between 1983 and 2003. Six (27%) of these cases suffered an arterial gas embolism (AGE); the remainder had decompression sickness. Seventeen (77%) presented with moderately serious to severe injury. Nineteen (86%) were associated with lack of experience, and nine (41 %) may have been related to poor judgement, and lack of self-control. Six cases (27%) suffered an AGE, three of whom had relevant histories of asthma. All cases were treated using treatment tables developed at the University of Hawaii for adult divers with twenty (90.9%) attaining complete resolution of symptoms. Five cases developed mild pulmonary oxygen toxicity resulting from treatment. The oxygen toxicity incidence rate of 8% was slightly higher than but not statistically different to that seen in our adult patients. Established adult treatment schedules appear to be safe and produce excellent outcomes when used to treat younger divers.

### Key words

Children, adolescents, decompression illness, medical/diving, treatment, epidemiology

## Epidemiologie und Behandlung der Dekompressions-Erkrankung bei Kindern und Heranwachsenden in Hawaii, 1983-2003

### Einleitung

Kinder und Jugendliche nehmen am Gerätetauchen seit den 60er Jahren teil. Seit den 80ern hat das Interesse kontinuierlich zugenommen, nachdem es neue Tauchprogramme und Tauchgelegenheiten gibt, welche für diese Altersgruppe entworfen und vermarktet worden sind [1,2]. Es ergaben sich aber Fragen über die Angemessen-

heit dieses Vorgehens, welche sich auf Sorgen gegenüber einem erhöhten Risiko von physischen Verletzungen und der psychologischen Eignung gegenüber Tauchgängen begründeten [1-6]. Eine Reihe von Fallberichten und Todesfällen in den letzten Jahren spricht dafür, dass diese Bedenken mehr als theoretischer Natur sind [7-10].

In der jüngeren Vergangenheit ergaben sich auch Fragen über die angemessene medizinische Behandlung von Tauchunfällen bei Kindern [6]. Es existieren wenige publizierte Daten über diese Bedenken. Die vorliegende Studie berichtet über unsere Erfahrung in den letzten zwanzig Jahren, die wir bei der Behandlung von Tauchunfällen von Kindern und Heranwachsenden sammeln konnten, und mit denen wir einige der Fragen möglicherweise beantworten.

### Methoden

In einer retrospektiven Studie wurden 1.274 Fälle von Patienten eingeschlossen, die wegen arterieller Gasembolie (AGE) und Dekompressionserkrankung

Smerz R

SPUMS J 2005; 35:5-10

### Address for correspondence:

R Smerz

Undersea and Hyperbaric Medicine and Medical Director  
Hyperbaric Treatment Center  
University of Hawaii, John A Burns School of Medicine  
347 North Kuakini Street  
Honolulu, Hawaii 96817, USA

CAISSON 2006; 21 (3): 13-16

kung (DCS) behandelt werden sollten und/oder behandelt wurden. Es handelt sich um das Hyperbaric Treatment Center (HTC) der Universität von Hawaii und berücksichtigt den Zeitraum zwischen 1983 und 2003. Der Fokus dieser Studie lag auf Patienten, die  $\leq 17$  Jahre alt waren. Die Fälle wurden in die Kategorien AGE oder DCS unterteilt. Die DCS-Fälle wurden zusätzlich als zerebral, Rückenmark oder nur Schmerz klassifiziert. Hergang des Tauchunfalles (zusammen mit operationalen Tauchfaktoren und Unfall-bezogenen komorbiden Einflüssen), medizinische Vorgeschichte, Alter, Geschlecht, Ausbildungsstand und Taucherfahrung, Ausmaß der Verletzungen, verwendete Behandlung, Resultate pro Unfalltyp, Anzahl von Behandlungen pro Fall und Komplikationen bei der Behandlung wurden erfasst und analysiert.

Das Ausmaß des Unfalles wurde als mild, moderat oder schwer bewertet. Diese Bewertung basierte auf der Fähigkeit, Aktivitäten des täglichen Lebens durchzuführen. Die Bewertung erfolgte bei der initialen Bewertung und zwar unabhängig von der Lokalisation der Verletzung. Schwere Verletzungen waren als lebensbedrohlich definiert und/oder hatten das Potential für eine massive, verbleibende Schädigung, d.h. Koma, Paraplegie und/oder Verschlechterung durch eine lebensbedrohliche Komorbidität. Als moderate Verletzungen wurden solche definiert, welche so umfangreich waren, dass Aktivitäten des täglichen Lebens modifiziert wurden, d.h. motorische Schwächen der unteren Extremitäten aber die Aufrechterhaltung der Möglichkeit herum zu gehen. Milde Fälle waren diejenigen, bei welchen die Symptome oder Befunde eher subjektiv waren oder in einer weniger signifikanten Schädigung bestanden.

Alle Fälle wurden mit Tabellen behandelt, die für Erwachsene an der Universität von Hawaii entwickelt wurden. Die speziellen Tabellen in dieser Studie waren: initial 7,7 oder 5,9 bar mit Mischgasen, dann 100 % Sauerstoff; 2,8 bar (eine modifizierte U.S. Navy-Tabelle 6); und 2,4 bar (unsere übliche HBO-Tabelle). Die beiden letzteren Tabellen verwenden ausschließlich 100 % Sauerstoff [11]. Die Resultate wurden als vollkommenes oder teilweises Verschwinden der Symptome definiert.

## Resultate

### *Epidemiologie*

22 Patienten entsprachen unserer Definition (17 männlich, 5 weiblich; Alter: 12-17 Jahre). 6 Patienten waren Anfänger, 13 waren Open-Water-Taucher, 2 waren Advanced-Open-Water-Taucher, und ein Taucher war nicht zertifiziert. Die Anfängertaucher hatten 2-8 Tauchgänge in ihrem Leben durchgeführt, Open-Water-Taucher hatten 4-20 Tauchgänge, Advanced-Open-Water-Taucher hatten 30-200 Tauchgänge und der nicht-zertifizierte Taucher hatte 100

Tauchgänge während seines Lebens durchgeführt. Drei der sechs AGE-Fälle und drei der DCS-Fälle hatten eine Asthma-Vorgeschichte. Zwei von ihnen nahmen aktiv nicht-steroidale Medikation zur Zeit des Unfalles, um die Symptome zu kontrollieren. Ein Asthmatiker, obwohl nicht symptomatisch und ohne Medikamente, hatte im Vorfeld eine Episode mit verändertem Bewusstsein, mentaler Konfusion und Schwäche (vermutlich ein AGE) unmittelbar nach dem Auftauchen nach einem Tauchgang drei Wochen vor diesem zweiten Unfall. Zwei der DCS-Fälle nahmen Medikamente wegen Verhaltensstörungen.

Während der Tauchunfälle gab es neun Patienten (41 %), welche einen schnellen oder unkontrollierten Aufstieg durchführten, vier (18 %) waren panisch, zwei (9 %) hatten keine Luft mehr. Zwei tauchten an die Grenzen der Tauchtabellen, einer ließ einen Dekompressionsstopp aus (14 %), zwei hatten Tairierschwierigkeiten, einer hatte Druck im Ohr, einer stieß sich den Kopf an der Unterseite des Tauchbootes, und einer froh im Wasser stark. Drei Taucher (14 %) entwickelten die Symptome erst nachdem sie kurz nach Beendigung der Tauchgänge größere Höhen aufsuchten oder in eine heiße Wanne stiegen. Der unsertifizierte Taucher entwickelte Symptome nach dem dritten von vier Tauchgängen am Unfalltag.

### *Behandlung*

Es handelte sich um sechs AGE, 16 DCS-Fälle (6 Schmerz, 5 zerebral und fünf Rückenmark). Fünf Fälle wurden initial als lebensbedrohlich charakterisiert (drei AGE, zwei DCS), zwölf Fälle hatten moderat schwere Symptome (zwei AGE, zehn DCS). Fünf Fälle wurden als milder Schweregrad eingestuft (ein AGE, vier DCS).

Zwei der sechs AGE-Fälle (33 %) erlitten ein signifikantes Barotrauma der Lunge während des Unfalltauchganges, und zwei (33 %) widerfuhr ein Beinahe-Ertrinken. Verzögerungen bis zur Behandlung dauerten zwischen 20 min und 72 h (Mittelwert: 14,25 h, Median; 5,5 h).

Alle Patienten wurden entsprechend der HTC-Behandlungstabellen so lange behandelt, bis entweder eine komplette Heilung erreicht war oder wenn nach mindestens zwei aufeinander folgenden Behandlungen keine weitere Veränderung des Zustandes erreicht wurde. Die Anzahl der Behandlungen rangierte zwischen einer und 22 (Mittelwert: 2,8; Median 1).

Alle, außer zwei Fälle, erreichten eine vollständige Erholung. Bei einem Fall verblieb eine Schwächung des linken Beins. In einem anderen Fall ergab sich eine Haltungsabnormalität, ein sensorischer Verlust in beiden unteren Extremitäten und eine neurogene Blase. Fünf Patienten erlitten milde Symptome einer pulmonalen Sauerstoffvergiftung während der Behandlung.



## Diskussion

In den vergangenen 20 Jahren hat die HTC – es handelt sich um die einzige Einrichtung auf Hawaii welche ein DCI behandeln kann – lediglich 22 Taucher evaluiert und behandelt, welche £ 17 Jahre alt waren. Das bedeutet, dass im Durchschnitt ein Fall pro Jahr in diesem Bundesstaat, welcher vom Pazifischen Ozean umgeben ist, behandelt wurde, und welcher ein Zentrum für alle Arten von Wassersport ist. Der letzte Fall stammt aus dem Jahre 2000.

In den Jahren zwischen 1990 und 2000 zeigen die PADI-Statistiken, dass 70 % aller zertifizierten Taucher PADI-Taucher sind. Ungefähr 15 % dieser zertifizierten Taucher befinden sich in der uns interessierenden Gruppe. Ohne zuverlässige Daten über die Gesamtzahl von Tauchgängen, welche von unserer Studiengruppe innerhalb dieser Periode (1983-2003) durchgeführt wurden, ist eine verlässliche Abschätzung der Unfallhäufigkeit nicht durchführbar. Im Hinblick auf die Häufigkeit sind jedoch die Fälle von Dysbarismus in dieser Gruppe auf Hawaii nicht proportional zu dem Anteil aller zertifizierten Taucher. Eine vollständigere Erfassung des potentiellen Risikos müsste auch tödliche Tauchunfälle beinhalten. Wir schätzen uns glücklich, dass wir derartige Unfälle weder gesehen haben noch von ihnen berichtet wurde. Andere Studien berichten von tödlichen Tauchunfällen in anderen Regionen des Globus [7-10].

DAN berichtet aus den USA das höchste Risiko für dysbare Schädigungen für die am wenigsten erfahrenen Taucher [12]. Der Zertifizierungsstand korreliert jedoch nicht notwendigerweise mit der Erfahrung und – noch wichtiger – der Kompetenz beim Tauchen. Die Gesamtzahl der Tauchgänge während des Lebens könnte ein besserer Indikator sein. In unserer Studienpopulation hatten 19 (86 %) Patienten insgesamt 20 oder weniger Tauchgänge, was vermutlich eine relative Unerfahrenheit reflektiert. Zusätzlich beobachteten wir andere Anzeichen der Unerfahrenheit, zu denen Panik, schnelle Aufstiege, Tauchgänge an der Grenze der Tabellen und übersehene Dekostopps und letztlich fehlende Luft gehört: neun Fälle (41 %).

Dieses operationale Missverhalten mag sich aus einer falschen Beurteilung herleiten, einem Verlust der Selbstkontrolle, der Unfähigkeit, mit einer stressigen Umgebung oder mit mehreren Herausforderungen umzugehen und/oder einer fehlenden emotionalen Reife. Die selben operationalen Fehler liegen aber in einem ganz ähnlichen Umfang bei unseren Unfällen von erwachsenen Tauchern vor. DAN berichtet die gleichen Befunde, welche in über 95 % der Fälle Erwachsene betreffen [12]. Man kann daher schließen, dass die Häufigkeit der Vorkommnisse bei Kindern und

Heranwachsenden in dieser Studie typisch war und statistisch erwartet werden konnte. Obwohl wir von unseren Erwachsenen-Fällen nicht in jedem Fall das Ausbildungsniveau kennen, verweisen dennoch die Anteile der Erwachsenen mit 20 oder weniger Tauchgängen auf deutlich weniger Unfälle als innerhalb der Studiengruppe.

Die vorliegende Studie unterstreicht die absolute Notwendigkeit, Kinder und Heranwachsende sorgfältig im Hinblick auf ihre emotionale und psychologische Reife zu untersuchen, wie auch ihre Fähigkeit, Risiken zu verstehen, die mit dem Tauchen einhergehen, bevor dieser Sport praktiziert wird. Ein nachgewiesener Sinn für Verantwortung, Selbstvertrauen und der Fähigkeit, mit Stressoren des Tauchens umzugehen, sollte vor der Durchführung dieser 'Zerstreuung' liegen. Diese Überlegungen sind vermutlich bei denjenigen Tauchern umso wichtiger, bei welchen weniger elterliches Engagement oder Überwachung erforderlich ist als bei Tauchprogrammen, welche sogar für jüngere Taucher entworfen wurden, und bei denen die Umgebungsbedingungen häufiger anstrengender sind und ein unbegründeter Sinn für Unsterblichkeit vorherrscht [13].

27 % der Population erlitten eine AGE, welche statistisch betrachtet zu 20 %, also nicht zu vernachlässigen, tödlich enden. AGE kommt häufig in der Folge eines pulmonalen Barotraumas vor, welches für sich allein lebensbedrohlich sein kann. Zwei Patienten erlitten ein signifikantes Barotrauma. Eine AGE ereignete sich in 27 % unserer Studiengruppe. Im Vergleich dazu sind es nur 11 % bei unseren erwachsenen Tauchern. Die Häufigkeit dieser Verletzung in unserer Studiengruppe war also fast 2,5 mal vergrößert. 50 % der AGE-Fälle in dieser Studie hatten eine Vorgeschichte mit Asthma, welches wahrscheinlich zu dem Barotrauma führte.

Einige Tauchmediziner haben im Verlaufe der Jahre ihre Ansichten über Tauchen mit Asthmatikern im Hinblick auf ein Lungenbarotrauma und AGE gelockert. Diese Verschiebung ist darauf zurückzuführen, dass eine beträchtliche Anzahl von asthmatischen Tauchern niemals derartige Unfälle erlitten hatten [14]. Auf der Basis der relativ wenigen Fälle in dieser Studie wäre es denkbar, dass man im Hinblick auf Asthma bei jungen Tauchern vorsichtiger umgehen sollte. Ihre Lungen sind weniger reif, die Luftwege sind sensitiver und weniger compliant, sie haben geringere Durchmesser, und sie könnten einen größeren expiratorischen Widerstand und auch air trapping verursachen und dadurch den Weg für ein Barotrauma mit Luftembolisation pflastern. Die vorliegende Studie unterstützt andere Studien aus der Vergangenheit [15-17].

17 Fälle (77 %) hatten moderate bis schwere Symptome. Alle Patienten wurden mit den üblichen HTC-Tabellen behandelt, welche von der Universität von Hawaii in den frühen 80er Jahren entwickelt wurden und seit dieser Zeit eingesetzt werden. Sie enthalten typischerweise hohe Spitzen bis auf etwa 7,7 bar oder bis auf 5,9 bar während welcher Nitrox (65/35 und/oder 50/50) verwendet wird. Es schließt sich ein schrittweiser Aufstieg bis auf 2,8 bar an, wo der Patient mit 100 % Sauerstoff bis zum Ende der Behandlung behandelt wird. Das HTC verwendet auch eine Behandlungstabelle, bei welcher mit 2,8 bar begonnen und eine modifizierte U.S.-Navy Tabelle 6 verwendet wird. Hier wird Sauerstoff mit 2,8, 2,1, 1,4 und 0,7 bar gegeben. Die 2,4 bar-Tabelle wird über eine 2-stündige HBO-Behandlung eingesetzt. In den 20 Jahren des Einsatzes haben diese Tabellen zu einer kompletten funktionalen Erholung in 92,9 % aller behandelten Fälle geführt [11]. Dieser Wert liegt etwa 20 % höher als Werte von allen anderen berichteten nationalen Stellen [12]. In der vorliegenden Studie erreichten 90,9 % eine komplette funktionale Erholung.

Die U.S.-Navy-Tabelle 6 dauert 4,75 h und erzeugt eine pulmonale Toxizität-Dosis (UPTD) von 645. Die HTC-Tabellen werden über 5,25 h bei der 2,8 bar-Tabelle und zu 6,5 h bei der 7,74 bar-Tabelle eingesetzt; Sie erzeugen UPTDs von 790 bis zu 904 [18]. In der vorliegenden Studie wurden insgesamt 62 Behandlungen durchgeführt. Von diesen führten 5 zur Entwicklung von einer milden pulmonalen Sauerstofftoxizität (Inzidenz 8 %). Das war ein wenig, aber nicht signifikant, höher als bei unseren erwachsenen Patienten. Daher scheinen Bedenken im Hinblick auf eine Modifikation oder eine 'Neuerfindung' von pädiatrischen Tabellen nicht gerechtfertigt [4]. Die Verzögerung bis zum Behandlungsbeginn schien keinen Effekt auf die Resultate zu haben.

### Schlussfolgerungen

Dekompressionsunfälle in dieser jungen Population waren selten. Wenn sie aber vorkamen, waren beträchtliche Schädigungen üblich. Viele hingen mit einer falschen Einschätzung zusammen, dem Fehlen von Aufmerksamkeit, dem Verlust der Selbstkontrolle und mit Unerfahrenheit. Kinder und Jugendliche könnten einem gesteigerten Risiko unterliegen, eine AGE zu erleiden. Es ist klar, dass Patienten in dieser Altersgruppe mit reaktiven Erkrankungen der Atemwege ein höheres Risiko haben, ein Barotrauma der Lunge zu erleiden, welches zu einer AGE führt. Sie sollten daher vom Tauchen abgehalten werden. Die Behandlungstabellen, die für die Erwachsenen entwickelt wurden, führten zu hervorragenden Resultaten in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle. Sie bedeuteten kein erhöhtes Risiko gegenüber unerwarteten

Vorkommnissen und sollten anstelle von neu zu entwickelnden und Behandlungs-Verfahren verwendet werden.

### Literatur

1. Vandenhoven G, Collard F, Schamp E. Children and diving: medical aspects. Eight years sports medical follow-up of the first scuba diving club for children in Belgium. *SPUMS J.* 2003; 33:70-73.
2. Richardson D. Children and diving: the recreational-diving training perspective. *SPUMS J.* 2003; 33:83-89.
3. Cvitanič A, Langton, P. Children and scuba diving. Editorial. *SPUMS J.* 2003; 33:74-75.
4. Walker R: How old is old enough? *SPUMSJ.* 2003; 33:78-80.
5. Edmonds C. Children and diving. *SPUMS J.* 2003; 33:206-211.
6. Ambriz G, Abarca M, Torp K. Children treated for DCI and pulmonary oxygen toxicity. *Undersea Hyperb Med.* 2003; 30:240.
7. Walker D. Australian diving deaths 1972-1993. Melbourne: JL Publications; 1998.
8. Davis FM, Wamer M, Ward B. Snorkelling and scuba deaths in New Zealand, 1980-2000. *SPUMS J.* 2002; 32:70-80.
9. Caruso JL, Uguccioni DM, Ellis JE, Dovenbarger JA, Bennett PB. Diving fatalities involving children and adolescents: 1989-2002. *Undersea Hyperb Med.* Inpress 2004.
10. Davis M. Decompression sickness in a 14-year old diver. *SPUMS J.* 2003; 33:75-76.
11. Smerz RW, Overlock RK, Nakayama, H. "Hawaiian deep treatments", efficacy and outcomes, 1983-2003. *Undersea Hyperb Med.* In press 2004.
12. Vann RD, Denoble PJ, Uguccioni DM, Freiburger J, Reed W, et al. Report on decompression illness, diving fatalities, and project dive exploration: DAN's annual review of recreational scuba diving injuries and fatalities based on 2003 data. Durham: Divers Alert Network; 2004. p. 46-77.
13. Edmonds C, Lowry C, Pennefather J, Walker R. Age and diving. In: *Diving and subaquatic medicine*, 4<sup>th</sup> edition. London: Arnold Publications; 2002. p. 599-601.
14. Elliott DH (editor). Are asthmatics fit to dive. Kensington, MD: Undersea and Hyperbaric Medical Society; 1996. p. 334.
15. Tetzlaff K, Reuter M, Leplow B, Heller JM, Bettinghausen E. Risk factors for pulmonary barotrauma in divers. *Chest.* 1997; 112:654-659.
16. Bove A. Observations on asthma in the recreational diving population. *SPUMS J.* 1995; 25:222-225.
17. Chapman-Smith P. Asthmatic fitness to scuba dive. *SPUMS J.* 1995; 25:230-233.
18. Smerz RW. Incidence of oxygen toxicity during the treatment of dysbarism. *Undersea Hyperb Med.* 2004; 31:199-202.



## Kommentierte Literatur: HBO-Therapie

Die nachfolgende Übersichtsarbeit ist ein Beispiel für einen Literaturtyp, der seit einigen Jahren immer üblicher wird: Meta-Analysen. Im vorliegenden Fall hat eine unabhängige, nicht profitorientierte Organisation Studien gesichtet, die sich mit der HBO bei der Behandlung akuter, traumatischer Gehirnverletzungen auseinandersetzen.

Die Cochrane Collaboration (CC) wurde 1993 gegründet; sie wurde nach dem Britischen Epidemiologen Archie Cochrane benannt. Die CC betrachtet sich selbst als 'The reliable source of evidence in health care'. Abstracts von CC-Reviews sind frei zugänglich (<http://www.cochrane.org/>). Die CC hat weltweit eine Reihe von Zentren. Das Deutsche Zentrum befindet sich im Universitätsklinikum Freiburg (<http://www.cochrane.de>). Es folgt eine verkürzte Übersetzung dieser Arbeit.

Übersetzung: JD Schipke

Cochrane corner

### A systematic review of the use of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of acute traumatic brain injury

MH Bennett, B Trytko, B Jonker

**Introduction:** We aimed to assess the randomised clinical evidence for the benefits and harms of adjunctive hyperbaric oxygen therapy (HBOT) for acutely brain-injured patients. HBOT can improve oxygen supply to the injured brain and reduce both cerebral oedema and cerebrospinal fluid pressure and might therefore result in a reduction in patient death and disability.

**Methods:** We performed a systematic search of the literature for randomised controlled trials and made pooled analyses of pre-determined clinical outcomes where possible using Cochrane Collaboration methodology. We included adults with serious closed head injury requiring admission to an intensive care environment, and included trials must have compared a standard therapy with adjunctive HBOT to standard therapy alone following randomised allocation. We pre-determined important clinical outcomes and assessed them when reported in the primary studies.

**Results:** Four trials contributed to this review (382 participants, 199 receiving HBOT and 183 control). Pooled analysis suggested a significant reduction in the risk of dying when HBOT was added (RR 0.69, 95% CI 0.54 to 0.88, NNT = 7,  $p = 0.003$ ), but no statistically significant increase in the chance of a favourable clinical outcome (RR 1.94, 95% CI 0.92 to 4.08,  $p = 0.08$ ).

**Conclusions:** HBOT reduced the risk of death but did not clearly increase the chance of favourable clinical outcome. Routine application of HBOT to these patients should not be justified from this review. More research of high methodological rigour is needed in order to confirm or refute the findings of this review.

#### Key words

Cochrane library, brain injury, hyperbaric oxygen

Cochrane Ecke

### Systematisches Review über den Einsatz der Hyperbaren Sauerstofftherapie für die Behandlung akuter, traumatischer Gehirnverletzungen

#### Einleitung

Die traumatische Gehirnverletzung (TGV) ist ein

*Bennett MH, Trytko B, Jonker B*

*Diving and Hyperbaric Medicine 2006;36:39-46*

#### Address for correspondence:

*MH Bennett, FANZA*

*Department of Diving and Hyperbaric Medicine*

*Prince of Wales Hospital*

*Barker Street, Randwick*

*NSW 2031, Australia*

CAISSON, 2006, 21 (3): 17-23

signifikanter Grund für Behinderungen und für frühen Tod. Jährlich gibt es weltweit mindestens 10.000.000 neue Kopfverletzungen; sie bilden einen hohen Anteil von Todesfällen bei jungen Erwachsenen [1,2]. In den Vereinigten Staaten leben etwa 2 % der Bevölkerung (5,3 Millionen Bürger) mit Behinderungen als Folge einer TGV [1], was zu beträchtlichen medizinischen, sozialen und finanziellen Belastungen bei den Familien und den Gesundheitssystemen führt [3]. Jede Intervention, die die Chancen für ein gutes funktionelles Ergebnis verbessert, sollte daher untersucht werden.

Die Hyperbare Sauerstofftherapie (HBOT) ist eine solche Intervention. HBOT ist die Gabe von 100 %igem Sauerstoff bei einem Umgebungsdruck, welcher größer als 1 bar ist. Das bedeutet, dass der Patient in eine luftdichte Kammer gesetzt wird, und dass der Druck innerhalb der Kammer erhöht wird, während 100 %iger Sauerstoff für die Atmung angeboten wird. Auf diese Weise kann das Gewebe mit einem beträchtlich erhöhten Sauerstoffteildruck versorgt werden. Bei einem Druck von 2 bar werden Patienten mit einer intakten kardiopulmonalen Funktion einen arteriellen Sauerstoffteildruck von über 1.000 mmHg erreichen, während der muskuläre Sauerstoffteildruck bei ungefähr 220 mmHg liegt [4,5]. Die HBOT basiert daher auf der Möglichkeit, eine Gewebhypoxie umzukehren und sekundäre, neurologische Effekte zu modifizieren.

Infolge der primären Verletzung kommt es zu einer weitergehenden Verletzung des Gehirns durch mehrere Mechanismen: zu ihnen gehören die Hypoxie, eine verminderte zerebrale Durchblutung (Ischämie), die Freisetzung von toxischen Mengen exzitatorischer Neurotransmitter, eine gestörte Calcium-Homöostase und erhöhte Zytokin-Spiegel (sekundäre Verletzungen) [6,7]. Zusätzlich ist die Sauerstoffausschöpfung in den Stunden erhöht, die der Verletzung folgen [8].

Bei hypoxischen Neuronen mit anaerobem Metabolismus kommt es zur Azidose, zu einer nicht tolerierbaren Verminderung der zellulären, metabolischen Reserve [9], zum Verlust der Fähigkeit, die Ionen-Homöostase aufrecht zu erhalten, zur Akkumulation von Sauerstoffradikalen, zum Untergang von Zellmembranen und möglicherweise sekundärem Zelltod [10,11]. Ist die Hypoxie schwer genug, treten diese Veränderungen rasch auf, aber es gibt auch Hinweise darauf, dass die Effekte im Verlaufe einiger Tage auftreten [12].

Eine Therapie, welche in der frühen Phase nach TGV das Sauerstoffangebot erhöht, könnte die Langzeitergebnisse verbessern. Die HBOT kann außerdem Gewebsödeme über einen osmotischen Effekt reduzieren [13], und jede Substanz, welche einen positiven Effekt auf eine Gehirnschwellung infolge eines Traumas hat, kann ebenfalls zu verbesserten Ergebnissen beitragen. Andererseits ist Sauerstoff in hohen Konzentrationen gegenüber normal perfundiertem Gewebe möglicherweise toxisch, und das Gehirn ist insbesondere gefährdet [14]. Die HBOT könnte daher in einigen Patienten mehr Schaden anrichten als Gutes tun.

Seit den 60er Jahren gibt es einige Berichte darüber, dass die HBOT die Folgen von Gehirntraumen verbessern [15]. Die HBOT hat gezeigt, dass sie den intrakraniellen Druck bei hirnverletzten Patienten reduziert [16,17], die Stoffwechselaktivität der 'grauen Zellen' in SPECT-Untersuchungen [18] und den Glukosestoffwechsel verbessert [19].

Einige Studien legen nahe, dass HBOT-Effekte nicht für alle Gehirn-verletzten Patienten uniform ist. Z.B. war bei einigen Patienten der zerebro-spinale Flüssigkeitsdruck (CSFP) nach einer HBOT höher als vor der Behandlung, während es bei anderen Patienten zu anhaltenden CSFP-Verminderungen kam [17]. Es könnte also sein, dass die HBOT einen positiven Effekt in einer Untergruppe mit moderaten Verletzungen hat, aber in einer Untergruppe mit extensiven zerebralen Verletzungen nicht. Darüber hinaus könnte eine repetitive HBOT nötig sein, um konsistente Änderungen zu erreichen [20].

Klinische Untersuchungen beschreiben ein weite Spanne von Verbesserungen infolge einer HBOT. Zu den Verbesserungen gehören kognitive und motorische Fähigkeiten, eine verbesserte Aufmerksamkeit und eine verbesserte Verbalisierung [16, 18]. Diese Verbesserungen sind jedoch nicht einfach einer einzigen Behandlungs-Modalität zuzuschreiben, da die HBOT häufig in Zusammenhang mit intensiven unterstützenden und rehabilitierenden Therapien in Verbindung angewendet wurde.

Der Zweck dieser Übersichtsarbeit besteht darin, die randomisierte, klinische Evidenz für den Nutzen oder Schaden einer adjuvanten HBOT in der Behandlung der akuten TGV zu erfassen. Cochrane-Übersichtsarbeiten werden regelmäßig auf den neuesten Stand gebracht: wenn Hinweise vorliegen oder als Antwort auf Kommentare und Kritik. Die Cochrane-Library im Netz sollte für die aktuelle Version der Übersichtsarbeit besucht werden ([www.thecochranelibrary.com](http://www.thecochranelibrary.com)).

### Methoden

Es sollten alle Übersichtsartikel über randomisierte, kontrollierte Studien (RCSs) aufgefunden und untersucht werden, welche sich mit der HBOT bei Patienten mit TGV in den ersten Tagen nach der Verletzung beschäftigten. Alle Studien wurden eingeschlossen, bei welchen Hyperbarer Sauerstoff über 1,5 bar in einer Deko-Kammer verabreicht wurde, bei denen die Behandlungszeiten zwischen 30 und 120 min lagen. Als vergleichbare Therapie wurden Standard-Behandlungen akzeptiert, welche das Ziel hatten, den Schutz für das Gehirn zu maximieren und die Erholung von der TGV zu fördern. Studien ohne Vergleichsverfahren wurden nicht eingeschlossen.

Besondere Suchstrategien wurden entwickelt, um in Frage kommende Artikel aufzufinden. Die Suche begann mit dem Beginn von Datenbasen und endete im August 2004 und zwar in MEDLINE, EMBASE, the Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL) und der Database of Randomised Controlled Trials in Hyperbaric Medicine (DORCTIHM). Die letztere Datenbank ist auf klinische Evidenzen in diesem Feld ausgerichtet (<http://www.hboevidence.com>).



Medizinische Schlagworte (MeSH) und Schlüsselworte waren: 'hyperbaric oxygenation', 'head injuries, closed', 'head injuries, penetrating', 'cranio-cerebral trauma' and 'coma - post head injury' mit Varianten der wichtigsten Schlüsselwörter und bei Gebrauch im freien Text. Sprachrestriktionen wurden nicht gemacht. Relevante, hyperbare Lehrbücher, Journale und Konferenzberichte wurden manuell gesucht. Experten in diesem Bereich wurden kontaktiert, um publizierte, unpublizierte und laufende randomisierte kontrollierte Studien zu erfassen. Zusätzliche Studien wurden aus den Referenzen der gefundenen Publikationen identifiziert. Die folgenden klinisch wichtigen Ergebnisse wurden vorab festgelegt, und alle eingeschlossenen Studien mussten mindestens über eine dieser Größen berichten: Funktionelle Ergebnismaße (z.B. Glasgow Outcome Scale, GOS), Tod, Aktivitäten des täglichen Lebens oder Maße der Lebensqualität. Zusätzlich wurden die folgenden indirekten Ergebnisse ausgewertet: Intrakranieller Druck (ICP), Magnetresonanz-Bildgebung (MRI), CT-Befunde und Kosten-Nutzen-Relation. Adverse Ergebnisse der HBOT wurden ebenfalls erfasst. Jeder Gutachter erfasste die Ergebnisse der elektronischen Suche unabhängig von den anderen und suchte potentiell relevante Studien. Unstimmigkeiten wurden durch die Begutachtung des Gesamtmanuskriptes und anschließenden Konsens geregelt. Um die methodische Qualität und mögliche Quellen eines Bias zu finden, wurde die Qualitätsskala von Jadad eingesetzt (Tab. 1) [21]. Fehlten irgendwelche wichtigen Daten, wurden die Autoren kontaktiert.

### Statistische Analysen

Die Daten wurden in den Review-Manager (Cochrane Collaboration, Oxford, UK) eingegeben. Für dichotome Ergebnisse - wie der Anteil von Teilnehmern, die verstarben -, wurde das relative Risiko (RR) berechnet und zwar mit einem Konfidenzintervall (CI) von 95 %. Eine statistisch signifikante Differenz von der Kontrolle wurde dann angenommen, wenn das 95 % Konfidenzintervall des RR den Wert '1' nicht beinhaltete. Für kontinuierliche Ergebnisse sowie die mittlere Änderung des intrakraniellen Druckes innerhalb jeder Gruppe wurden die mittleren Unterschiede zwischen den Gruppen mit einem 95 % Konfidenzintervall berechnet. Wir benutzten ein 'fixed-effects'-Modell, bei welchem eine problematische Heterogenität zwischen den Studien unwahrscheinlich war und ein 'random-effects'-Modell, bei welchem solche Heterogenitäten wahrscheinlich waren. Die Heterogenität wurde als problematisch erachtet, wenn die I<sup>2</sup>-Analyse nahe legte, dass mehr als 30 % der Variabilität einer Analyse auf systematische Unterschiede zwischen den Studien zurückzuführen war und nicht auf den Zufall alleine [22]. Besondere Aufmerksamkeit wurde auf die Angemessenheit von Pooling und Metanalysen gelegt. Die 'number-needed-to-treat; NNT' wurde mit einem 95 %igen Konfidenzintervall gerechnet, wenn die Schätzungen für das relative Risiko statistisch signifikant war.

Wir planten eine Sensitivitäts-Analyse für fehlende Daten und die Qualität der Studie. Wir berücksichtigen auch Subgruppen-Analysen basierend auf dem Alter, der Sauerstoff-Dosierung, der verwendeten Vergleichstherapie und der Natur und Schwere der Verletzung.

**Tab. 1:** Bewertung einer Studie nach Jadad [21]. Jedes Kriterium erhält bei Erfüllung einen Punkt oder bei Nichterfüllung einen Punktabzug. Damit sich ergibt sich eine Bewertung der Qualität zwischen 0 und 5

Kriterium	Beschreibung
<b>Randomisierung</b>	Studie wird als randomisiert beschrieben und enthält Vokabeln wie 'random', 'randomized' oder 'randomly'
plus 1 Punkt	Randomisierungsverfahren ist beschrieben und angebracht (z.B. Verwendung einer Randomisierungstabelle)
minus 1 Punkt	Randomisierungsverfahren ist beschrieben und nicht angebracht (z.B. Verwendung des Geburtstages)
<b>Doppelte Verblindung</b>	Studie ist als 'doppelblind' beschrieben
plus 1 Punkt	Verblindungsverfahren ist beschrieben und angebracht (z.B. Verwendung von Plazebo oder Sham-Therapie)
minus 1 Punkt	Verblindungsverfahren ist beschrieben und nicht angebracht (z.B. Verwendung verschiedener Plazebos)
<b>Beschreibung von Ausfällen / Abbrüchen</b>	es gibt eine Beschreibung von Ausfällen oder Abbrüchen innerhalb des Studienverlaufes

## Ergebnisse

### Eingeschlossene Studien

Die im August durchgeführte Suche führte zu 23 Artikeln, von welchen sieben als mögliche, randomisierte Studien an Menschen betrachtet wurden und bei denen eine traumatische Gehirnverletzung mit der HBOT behandelt wurde. Zwei Studien wurden ausgeschlossen, weil sie unvollständige

Berichte von abgeschlossenen Studien waren [23,24], und eine Studie wurde ausgeschlossen, weil sie nur Teilnehmer mit nicht akuten Verletzungen beinhaltete [25].

Letztlich entsprachen lediglich vier Publikationen den Einschlusskriterien [26-29]. Eine Studie [29] verwendete ein sequenzielles System für die Zuordnung, welches letztlich nicht randomisiert war. Die Gesamtzahl der Teilnehmer betrug 382. Von ihnen erhielten 199 HBOT, und 183 dienten als Kontrolle.

Das Einschlusskriterium bei den vier Studien war unterschiedlich. Rockswold [27] akzeptierte diejenigen Teilnehmer mit einem Glasgow Coma Score von weniger als 10 zwischen 6 und 24 h. Ren [26] akzeptierte Teilnehmer mit einem Glasgow Coma Score von weniger als 9 bis zu 3 Tage nach dem Trauma. Die beiden anderen älteren Studien spezifizierten die Einschlusskriterien nicht. Bei ihnen handelte es sich jedoch um Verletzungen mit geschlossenem Schädel und Bewusstlosigkeit [28,29]. Die Behandlungsdrücke (1,5 - 2,5 bar), die Zeiten (60 - 90 min) und die Anzahl der HBOT-Sitzungen (10 - 40) waren zwischen den Studien unterschiedlich. Ganz ähnlich gab es unterschiedliche Vergleichstherapien und eine unterschiedliche Zeit bis zur abschließenden Beurteilung.

In keiner Studie wurde die Methode für die Randomisierung beschrieben. Keine Studie beschrieb die Person, welche für die Randomisierung zuständig war, und keine Studie enthielt eine Sham-Therapie. Die Studienqualität war im Durchschnitt

niedrig und wurde nicht als Grundlage für die Sensitivitäts-Analyse herangezogen.

### Klinische Ergebnisse

Ein statistisches Pooling war für viele der vorgeplanten Ergebnis-Maße nicht möglich, weil entsprechende Daten fehlten. Die Probleme beinhalteten die niedrige Anzahl der Studien, die niedrige Anzahl von Patienten und die Variabilität der eingesetzten Ergebnis-Maße.

### Primäre Ergebnisse

Gute Funktion. Als gute funktionelle Ergebnisse in diesen Studien gilt eines der folgenden Kriterien: Glasgow Outcome Score = 3 [26], Wiedererlangen des Bewusstseins [28], vollkommene Erholung [29] oder eine Klassifizierung als 'auf eigenen Füßen stehen' [27]. Zwei Studien berichteten die Ergebnisse zu einem frühen Zeitpunkt (= 0 - 4 Wochen) und zwar im Anschluss an die Therapie [28,29]; diese beinhalteten 159 Teilnehmer. 29 Teilnehmer (36 %) der HBO-Gruppe hatten ein gutes Ergebnis gegenüber 11 Teilnehmern (14 %) in der Kontrollgruppe. Die gepoolte Analyse legt allerdings nahe, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen gab (RR mit HBOT: 2,66, 95 % CI 0,73 - 9,69; p = 0,06). Es gab Hinweise auf signifikante Heterogenitäten zwischen diesen Studien ( $I^2 = 72 %$ ); dieses Ergebnis wurde mit dem 'Random-Effekte'-Modell erhalten (Tab. 2).

Ren berichtet in seiner Studie eine signifikante Verbesserung der guten Ergebnisse nach sechs Monaten [26] (RR 2,8; 95 % CI: 1,4 - 5,5; p = 0,004), während Rockswold nach zwölf Monaten eine solche Verbesserung nicht sieht [27] (RR 0,98; 95 % CI: 0,73 - 1,3; p = 0,87). Wenn man alle Studien auf ihr endgültiges Ergebnis kombiniert, dann hatten 109 Teilnehmer (51 %) in der HBOT-Gruppe ein gutes Ergebnis gegenüber 61 Teilnehmern (34 %) der Mitglieder der Kontroll-

**Tab. 2:** Risiko für gute Resultate bei endgültigem follow-up. Gesamt Anzahl: 61 Kontrolle (Ktr); 102 HBOT; Heterogenitätstest:  $Chi^2=15,94$ ;  $df=3$  ( $p=0,001$ ),  $I^2=81,2%$ ; Test auf Gesamt-Effekt:  $Z=1,75$  ( $p=0,08$ ); CI: Konfidenz-Intervall

Studie oder Sub-Kategorie	Ktr	HBOT	RR (random) 95 % CI*		Gewicht [%]
			Mittelwert	Bereich	
Holbach 1974	3/50	16/49	5,44	1,96 - 17,51	18,09
Artru 1976	8/29	13/31	1,52	0,74 - 3,13	25,04
Rockswold 1992	44/82	44/84	0,98	0,73 - 1,30	31,26
Ren 2001a	6/20	29/35	2,76	1,39 - 5,49	25,61
Gesamt (95 % CI)	181	199	1,94	0,92 - 4,08	100,0

\* Werte < 1 favorisieren die Kontrolle und Werte > 1 favorisieren die HBOT



gruppe. Dies Ergebnis war jedoch nicht statistisch signifikant (RR 1,94, 95 % CI: 0,92 - 4,08;  $p = 0,08$ ). Dieses Ergebnis ist sehr wahrscheinlich durch umfangreiche Heterogenitäten zwischen den Studien zu erklären ( $I^2 = 81\%$ ) und sollte sehr vorsichtig interpretiert werden.

Die Subgruppenanalyse für den Behandlungsdruck legt nahe, dass die Behandlung mit hohen Drücken (2,5 bar) mit besseren Ergebnissen assoziiert war als die Behandlung mit niedrigen Behandlungsdrücken (1,5 bar) (hoher Druck: RR 2,07; 95 % CI: 1,15 - 3,72;  $p = 0,003$ ; niedriger Druck: RR 2,12; 95 % CI: 0,35 - 12,78;  $p = 0,11$ ). Dieses Ergebnis ist allerdings nicht überzeugend, wenn man die bedeutsame Heterogenität zwischen den beiden Studien mit niedrigen Drücken berücksichtigt ( $I^2 = 81\%$ ).

Mortalität. 3 Studien machen diese Angaben: Hohlbach nach 12 Tagen, Artru und Rockswold 1992 nach 12 Monaten; es sind 327 Teilnehmer betroffen. Die Mortalität war in der Kontrollgruppe signifikant erhöht (RR 1,46; 95 % CI: 1,13 - 1,87;  $p = 0,003$ ). Die Heterogenität zwischen den Studien war niedrig ( $I^2 = 0\%$ ). Die number needed to treat (NNT), um einen Tod durch Verwendung von HBOT zu vermeiden, betrug 7; 95 % CI: 4 - 22 (Tab. 3).

Keine der Studien berichtete über Aktivitäten im täglichen Leben, Lebensqualitäts-Maße, CT oder MRI-Befunde, Fortschritte im Glasgow Coma Score oder Kosten-Nutzen-Rechnungen.

### Sekundäre Ergebnisse

Intrakranialer Druck (ICP). Nur Rockswold berichtet über die Effekte der Therapie auf den ICP [27]. Die Effekte der HBOT sind schwer zu bewerten, weil das experimentelle Protokoll während der Rekrutierungszeit geändert wurde. Über alle Patienten betrachtet gab es keine Unterschiede im

mittleren maximalen ICP zwischen den beiden Gruppen (mittl. Differenz 3,1 mmHg bei der HBOT niedriger, 95 % CI: -0,6 mmHg - 3,4 mmHg). Die Autoren bemerkten bei den frühen HBOT-Teilnehmern höhere ICPs als erwartet. Nachdem diese wahrscheinlich Schmerzen vom Mittelohr-Barotrauma repräsentierten, wurden bei den letzten 46 Teilnehmern für die HBOT Parazentese-Röhrchen eingeführt, um einen Druckausgleich des Mittelohres zu gestatten. Der Vergleich der Kontrollgruppe mit der HBOT-Gruppe mit und ohne Parazentese ergab eine signifikante Verminderung des intrakranialen Druckes mit HBOT plus Parazentese, aber keinen Unterschied, wenn keine Parazentese durchgeführt wurde (mittl. Differenz mit Parazentese, -8,2 mmHg, 95 % CI: -14,7 mmHg bis -1,7 mmHg;  $p = 0,01$ ; ohne Parazentese: mittl. Differenz +2,7 mmHg; 95 % CI: -5,9 mmHg - 11,3 mmHg;  $p = 0,54$ ).

Adverse Effekte. Rockswold berichtet zwei generalisierte Schlaganfälle bei zwei Patienten in der HBOT-Gruppe gegenüber keinem in der Kontrollgruppe (RR 0,2;  $p = 0,3$ ) und zwei weitere Fälle mit Hämotympanum durch Mittelohr-Barotrauma (RR 0,2;  $p = 0,03$ ).

Zwei Studien berichten von Teilnehmern mit signifikanten Lungeneffekten [27,28]. Rockswold berichtet von 10 Personen mit steigendem Sauerstoffbedarf und Infiltraten bei Röntgenaufnahmen der Brust, während Artru von 5 Patienten berichtet, welche Atemsymptome entwickelten, die Zyanose und Hyperpnoe einschlossen, die so schwerwiegend war, dass man auf eine bevorstehende 'hyperoxische Pneumonie' schließen konnte. Daher hatten insgesamt 15 Patienten (13 % der HBOT-Teilnehmer) schwere Lungenkomplikationen, während solche Komplikationen für die Standardtherapie-Gruppe nicht berichtet wurden. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant (RR 0,06; 95 % CI: 0,01 - 0,47;  $p = 0,007$ ). Es gab

**Tab. 3:** Risiko für den Todesfall zu jedem Zeitpunkt nach Einschluss in die Studie. Gesamt Anzahl: 79 Kontrolle (Ktr); 55 HBOT; Heterogenitätstest:  $Chi^2=1,85$ ;  $df=2$  ( $p=0,39$ ),  $I^2=0\%$ ; Test auf Gesamt-Effekt:  $Z=2,95$  ( $p=0,003$ ); CI: Konfidenz-Intervall

Studie oder Sub-Kategorie	Ktr	HBOT	RR (random) 95 % CI*		Gewicht [%]
			Mittelwert	Bereich	
Holbach 1974	37/50	26/49	1,39	1,02 - 1,90	49,11
Artru 1976	16/29	15/31	1,14	0,70, - 1,86	26,56
Rockswold 1992	26/82	14/84	1,90	1,07 - 3,38	25,33
Gesamt (95 % CI)	161	164	1,46	1,13, - 1,87	100,0
* Werte < 1 favorisieren die Kontrolle und Werte > 1 favorisieren die HBOT					

keine Hinweise für eine Heterogenität zwischen den Studien ( $I^2 = 0\%$ ). Diese Analyse legt nahe, dass wir acht Patienten behandeln müssen, um derartige adverse Effekte bei einer Person hervorzurufen (NNT 8; 95 % CI: 5 - 15).

### Diskussion

Diese Übersichtsarbeit beinhaltet vier Studien. Wir glauben, dass sie alle publizierten und unpublizierten, randomisierten Studien an Menschen in diesem Feld beinhaltet (für den Zeitraum, in welcher die Datenbanken durchsucht wurden). Wir fanden einige Hinweise, dass die HBOT die Mortalität infolge von closed-head-Verletzungen reduziert, aber wir sind nicht sicher, dass das Hinzufügen der HBOT zu einer Standardtherapie die Chancen auf eine Erholung bis zum 'auf eigenen Füßen stehen' verbessert. Die einzige Studie, die den intrakraniellen Druck als Maß für günstige Effekte untersuchte, legt nahe, dass der intrakranielle Druck unmittelbar nach einer HBOT bei Patienten niedriger war, bei welchen Mittelohr-Ventilations-Röhrchen benutzt wurde. Diese Röhrchen verhindern ein Mittelohr-Barotrauma während der Kompression – eine höchst schmerzvolle und stimulierende Bedingung, welche vermutlich den intrakraniellen Druck erhöht und zwar unabhängig von der zugrunde liegenden Gehirnverletzung. Die möglichen klinischen Nutzen könnten auf Kosten signifikanter Lungenkomplikationen erkauft werden. Diese Komplikationen sind in der allgemeinen hyperbaren Praxis selten [30] und könnten insbesondere auf die Patienten zutreffen, welche an Schädelverletzungen leiden.

Um die von uns geplanten Vergleiche durchzuführen standen lediglich 382 Teilnehmer für die Evaluation zur Verfügung. Eine Meta-Analyse war für eine Anzahl der Teilnehmer nicht angemessen oder nicht möglich. Andere Probleme mit dieser Übersichtsarbeit hatten mit der niedrigen methodologischen Qualität dieser Studien zu tun, der Verschiedenheit und der schlechten Beschreibung der Eintrittskriterien, der variablen Natur und dem Zeitpunkt der Resultate, der schlechten Berichterstattung der Resultate und der Methodologien und der langen Zeitspanne, innerhalb derer die vier Studien durchgeführt wurden (27 Jahre). Insbesondere besteht die Möglichkeit eines Bias, welcher auf die verschiedenen Entstehungs-Zeiten dieser kleinen Studien, ebenso wie auf die nicht-geblindeten Entscheidungen in allen Studien zurückzuführen ist.

Wir hatten eine Untergruppen-Analyse mit Hinblick auf das Alter, die Sauerstoffdosis, die Natur vergleichbarer Therapien und die Schwere der Verletzung geplant. Die geringe Zahl der auswertbaren Studien und die schlechte Berichterstattung legten nahe, dass die Mehrheit dieser Analysen nicht informativ sein würden. Daher führten wir lediglich eine Untergruppen-Analyse im Hinblick

auf den Behandlungsdruck für den Anteil der Teilnehmer durch, bei welchen gute Resultate erreicht wurden. In diesen Studien wurde kein standardmäßiger Schwereindex eingesetzt, kein Standard-Verletzungsmuster war etabliert, und nur Rockswold und Ren beschreiben die Zeit, zu welcher die Einschlusskriterien angewendet wurden.

13 % der Teilnehmer in zwei dieser Studien litten unter signifikanten Lungenkomplikationen. Das ist unüblich. Andererseits wird die HBOT allgemein als eine relativ gutartige Intervention betrachtet: es gibt wenige wichtige adverse Effekte (Barotrauma der Lunge, Medikamentenreaktionen, Verletzungen oder Tod während eines Brandes in der Kammer). Es gibt auch eine Anzahl von eher kleineren Komplikationen. Visuelle Störungen, üblicherweise die Verminderung der Sehschärfe infolge von konformationalen Änderungen der Linse, werden häufig berichtet - vielleicht bis etwa 50 % derjenigen, welche 30 aufeinander folgende Behandlungen erhalten [31]. Während sich die große Mehrheit der Patienten spontan erholt - über eine Zeit von Tagen bis zu Wochen - benötigt ein kleiner Anteil der Patienten eine weitere Korrektur, um das Sehvermögen auf die Stufe vor der Behandlung zurückzuführen. Der zweithäufigste adverse Effekt im Zusammenhang mit der HBOT ist ein Barotrauma - üblicherweise ein Mittelohr-Barotrauma. Die meisten Barotrauma-Fälle benötigen keine Therapie. Relativ selten - vielleicht einmal pro 5000 Behandlungen - kann die HBOT mit einer akuten neurologischen Toxizität verbunden sein, welche sich als Schlaganfall manifestiert [30].

Wir haben jede Anstrengung unternommen, um auch unpublizierte Daten zu erhalten. Dennoch könnte diese Übersichtsarbeit Gegenstand eines positiven Publikationsbias sein: günstige Studien werden vermutlich eher als ungünstige publiziert. Im Hinblick auf die Langzeitresultate infolge der HBOT und im Hinblick auf irgendwelche Effekte auf die Lebensqualität für diese Patienten haben wir keine relevante Daten gefunden.

### Schlussfolgerungen

Es gibt begrenzte Hinweise, dass die HBOT die Mortalität von Patienten mit akuter traumatischer Gehirnverletzung reduziert. Es gibt aber keine klaren Evidenzen für verbesserte funktionelle Resultate. Die kleine Anzahl von Studien, die geringe Anzahl von Patienten und die methodischen und deskriptiven Unzulänglichkeiten der eingeschlossenen Studien in dieser Übersichtsarbeit verlangen eine vorsichtige Interpretation. Auf Basis dieser Übersichtsarbeit glauben wir nicht, dass die Routineverwendung der HBOT für diese Patienten gerechtfertigt ist.

Hier liegt ein Fall für große, randomisierte Studien mit großer methodischer Strenge vor, um das



wahre Ausmaß des Benefiz der HBOT zu definieren. Insbesondere müsste mehr Information geliefert werden, so dass der Anteil derjenigen klar wird, die in Abhängigkeit von der Schwere oder Klassifikation der Erkrankung am ehesten von dieser Therapie profitieren würden. Auch die vielversprechendste Sauerstoffdosierung müsste angegeben werden. Zukünftige Studien müssten auch einen angemessenen Stichprobenumfang mit ausreichender Aussagekraft berücksichtigen, um die erwarteten Differenzen zu erkennen. Diese Studien müssten ebenso angemessene und sorgfältig beschriebene Vergleichstherapien berücksichtigen sowie die Verwendung einer effektiven Sham-Therapie. Effektives und explizites Verblinden der Resultate müsste gewährleistet sein, ebenso wie entsprechende Erfolgsmaße, die sorgfältige Beleuchtung irgendwelcher adverser Effekte und die Kosten-Nutzen-Relation dieser Therapie.

### Literatur

1. Thunna DJ, Alverson C, Browne DD. Traumatic brain injury in the United States: a report to congress. US Department of health and Human Services, National Centre for Injury Prevention and Control, 1999.
2. Alexander E. Global Spine and Head Injury Prevention Project (SHIP). *Surg Neurol.* 1992; 38: 478-479.
3. Fearnside MR, Gurka JA. The challenge of traumatic brain injury. *Med J Aust.* 1997; 167:293-294.
4. Sheffield P. Tissue oxygen measurements. In: Davis JC, Hunt TK (editors). *Problem wounds. The role of oxygen.* New York: Elsevier; 1988. p. 17-51.
5. Wells CH, Goodpasture JE, Horrigan DJ. Tissue gas measurements during hyperbaric oxygen exposure. *Proceedings of the Sixth International Congress on Hyperbaric Medicine, 1977.* p. 118-124.
6. Tymianski M, Tator CH. Normal and abnormal calcium homeostasis in neurons: a basis for the pathophysiology of traumatic and ischemic central nervous system injury. *Neurosurgery.* 1996; 38:1176-1195.
7. Fiskum G. Mitochondrial participation in ischemic and traumatic neural cell death. *J Neurotrauma.* 2000; 17:843-855.
8. Robertson CS, Constant CF, Gokaslan ZL. Cerebral blood flow, arteriovenous oxygen difference, and outcome in head-injured patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1992; 55:594-603.
9. Muizelaar JP. Cerebral blood flow, cerebral blood volume and cerebral metabolism after severe head injury. In: Becker D, Gudeman S (editors). *Textbook of head injury.* Philadelphia: WB Saunders; 1989. p. 221-240.
10. Ikeda Y, Long DM. The molecular basis of brain injury and brain edema: the role of oxygen free radicals. *Neurosurgery.* 1990; 27:1-11.
11. Siesjö BK, Agardh CD, Bengtsson F. Free radicals and brain damage. *Cerebrovascular and Brain Metabolism Rev.* 1989; 1:165-211.
12. Robertson CS, Narayan RK, Gokaslan ZL, et al. Cerebral arteriovenous oxygen difference as an estimate of cerebral blood flow in comatose patients. *J Neurosurg.* 1989; 70:222-230.
13. Hills BA. A role of oxygen-induced osmosis in hyperbaric oxygen therapy. *Med Hypotheses.* 1999; 52: 259-263.
14. Clark JM, Thom SR. Oxygen toxicity. In: Brubakk AO, Neuman TS (editors). *Bennett and Elliot's The physiology and medicine of diving. Fifth edition.* New York: Saunders; 2003. p. 200-328.
15. Fasano VA, Nunno T, Urciolo R, et al: First observation on the use of oxygen under high pressure for the treatment of traumatic coma. *Clinical Application of Hyperbaric Oxygen.* 1964; 168-173.
16. Sukoff MH, Ragatz RE: Hyperbaric oxygenation for the treatment of acute cerebral edema. *Neurosurgery.* 1982; 10:29-38.
17. Hayakawa T, Kanai N, Kuroda R. Response of cerebrospinal fluid pressure to hyperbaric oxygenation. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1971; 34:580-586.
18. Neubauer RA, Gottlieb SF, Pevsner NH. Hyperbaric oxygen for treatment of closed head injury. *South Med J.* 1994; 87:933-936.
19. Holbach KH, Caroli A, Wassmann H. Cerebral energy metabolism in patients with brain lesions of normo- and hyperbaric oxygen pressures. *J Neurol.* 1977; 217:17-30.
20. Artru F, Philippon B, Gau F, et al. Cerebral blood flow, cerebral metabolism and cerebrospinal fluid biochemistry in brain-injured patients after exposure to hyperbaric oxygen. *Eur Neurol.* 1976; 14:351-364.
21. Jadad AR, Moore RA, Carroll D, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? *Control Clin Trials.* 1996; 17:1-12.
22. Higgins JPT, Thompson SG, Deeks JJ, et al. Measuring inconsistency in meta-analyses. (Education and debate). *BMJ.* 2003; 327:557-560.
23. Ren H, Wang W, Ge Z. Clinical, Glasgow coma scale, brain electric earth map, endothelin and transcranial ultrasonic doppler findings after hyperbaric oxygen treatment for severe brain injury. *Chin Med J.* 2001; 114:387-390.
24. Rockswold GL, Ford SE. Preliminary results of a prospective randomized trial of treatment of severely brain-injured patients with hyperbaric oxygen. *Minnesota Med J.* 1985; 68:533-535.
25. Shi XY, Tang ZQ, Xiong B, et al. Cerebral perfusion SPECT imaging for assessment of the effect of hyperbaric oxygen therapy on patients with post-brain injury neural Status. *Chin J Traumatol.* 2003; 6: 346-349.
26. Ren H, Wang W, Ge Z. Glasgow coma scale, brain electrical activity mapping and Glasgow outcome score after hyperbaric oxygen treatment of severe brain injury. *Chin J Traumatol.* 2001; 4:239-241.
27. Rockswold GL, Ford SE, Anderson DC, et al. Results of a prospective randomized trial for treatment of severely brain-injured patients with hyperbaric oxygen. *J Neurosurg.* 1992; 76:929-934.
28. Artru F, Chacornac R, Deleuze R. Hyperbaric oxygenation for severe head injuries. Preliminary results of a controlled study. *Eur Neurol.* 1976; 14:310-318.
29. Holbach KH, Wassmann H, Kolberg T. Improved reversibility of the traumatic midbrain syndrome using hyperbaric oxygen. *Acta Neurochir.* 1974;30: 247-256.
30. Leach RM, Rees PJ, Wilmshurst P. ABC of oxygen: Hyperbaric oxygen therapy. *BMJ.* 1998; 317:1140-1143.
31. Khan B, Evans AW, Easterbrook M. Refractive changes in patients undergoing hyperbaric oxygen therapy: a prospective study. *Undersea Hyperb Med.* 2003; 24 (Suppl): 9.

## Forschungstauchen

### Forschung, Ausbildung und Umweltschutz am Golf von Aqaba: Das Red Sea Environmental Centre in Dahab (Süd-Sinai, Ägypten)

A Keck

The Red Sea Environmental Centre (RSEC) is a private institution for research, education and environmental protection at the Gulf of Aqaba (Dahab, South Sinai, Egypt). Its scope of activities comprises possibilities for universities to arrange marine biological and geological field courses, possibilities of field sojourns for undergraduate and MSc students or visiting scientists, as well as introductory reef biology for anyone interested to know and experience more about the underwater life. The environmental efforts of the institution, in collaboration with the National Parks of Egypt, focus on coral reef protection and conservation with projects such as census of snorkelers and divers at dive sites, reef monitoring campaigns (underwater transects), and environmental awareness initiatives.

Das Red Sea Environmental Centre (RSEC) ist eine junge, noch im Aufbau begriffene Wissenschafts- und Umweltinstitution mit eigener Feldstation an den Ausläufern des südlichen Sinai-Gebirges: in Dahab. Die Institution entstand aufgrund einer privaten, österreichisch-deutschen Gründungsinitiative Anfang 2003 und arbeitete bis Juli 2005 noch unter dem Namen Sinai Environmental Center (SEC) als Projektinstitution der ägyptischen Dahab Association for Environmental Development (DAED). Es handelt sich um eine non-Governmental Organisation (NGO). Danach wurde sie unter dem Namen Red Sea Environmental Centre als gemeinnützige Organisation in Österreich angemeldet. Gleichzeitig erhielt die Institution die erforderlichen Genehmigungen durch ägyptische Regierungsorgane, um in diesem Land ihren wissenschaftlichen und umweltförderlichen Aktivitäten nachgehen zu können. Zu den wichtigsten Voraussetzungen hierbei gehören Projekt-Genehmigungen, die von der Verwaltung der ägyptischen Nationalparks erteilt werden, die dem Umweltministerium unterstellt ist.

#### Forschung, Lehre und Umweltschutz

Das RSEC mit seiner Feldstation in Dahab versteht sich als eine private und zunehmend international ausgerichtete Forschungs- und Ausbildungseinrichtung, die es Universitäten und höheren Schulen mit ihren Lehrkräften und Studenten ermöglicht, naturkundliche Studien in einer faszinierenden und noch relativ gering erforschten Region durchzuführen. Die Schwerpunkte der Studienaktivitäten liegen vor allem im Bereich der Meeresbiologie und Geologie/Paläontologie. Jedoch auch Themen aus dem ter-

restrischen Bereich (z.B. Vegetationsökologie) oder kulturgeographische Aspekte (z.B. Beduinenkultur) fanden bisher Beachtung. Die Belange des Natur- und Umweltschutzes in der Region sind dabei von ganz besonderer Bedeutung, da die ägyptische Regierung die Küstenbereiche des Roten Meeres in zunehmendem Grad für den Tourismus entwickeln will – trotz der bereits eingerichteten Naturschutzgebiete und teilweise auf Kosten einer benachteiligten Urbevölkerung (Beduinenstämme). Dies bedeutet, dass wissenschaftliche Projekte am RSEC letztlich auch dem nachhaltigen Umweltschutz dienen sollen, etwa durch Beiträge zur Biodiversitätsforschung und biologisch-ökologischen Bestandsaufnahme (biological inventories) bestimmter Habitats (z.B. Korallenriff oder Wadi) sowie durch Studien an wirtschaftlich wichtigen Fischpopulationen oder ökologischen Risikofaktoren (z.B. Dornenkronen-Seestern; Abb. 1).



**Abb. 1:** Studien einer Diplomandin am Dornenkronen-Seestern *Acanthaster planci* Foto: A. Keck



### Universitätskurse, wissenschaftliche Studien und Bildung für jedermann

Eine der grundlegenden Aktivitäten des RSEC besteht darin, die Feldstation für Universitäten oder andere Lehreinrichtungen zur Verfügung zu stellen, die die Einrichtung für ihre eigenen studentischen Exkursionen, Kurse oder Seminare nutzen wollen (Abb. 2). Bei den hauptsächlich meeresbiologischen oder geologisch-paläontologischen Kursen halten sich dabei Theorie (Vorlesungen, Studentenreferate) und Praxis (Unterwasser-, Gelände- und Laborübungen) die Waage. Oft werden solche Universitätskurse noch mit Tagesausflügen kombiniert, die die Studenten mit landschaftlich und biologisch-geologisch besonders interessanten Protektoraten bekannt macht, wie etwa dem Nationalpark Ras Mohammed (hohe Riff-Biodiversität, Fischreichtum, fossile Riffe an Land) und der Protected Area Nabq (Mangrovenstände, Salzmarschen (Sabkha), Arak (Dünen). Hierdurch wird den Studenten eine Fülle weiterer Kenntnisse in erlebnisreicher und anschaulicher Form vermittelt.

Ein weiteres Angebot ist an den wissenschaftlichen Nachwuchs gerichtet - vor allem fortgeschrittene Studenten - die ein mehrmonatiges, selbständiges Studienprojekt an der Feldstation durchführen wollen. Hierbei kann es sich um eine kleinere Studienarbeit (undergraduate work) oder auch eine Diplomarbeit handeln. Die Möglichkeit für Dissertationen und damit auch für längere Studienaufenthalte wird ebenfalls geboten, jedoch sind Kandidaten für solche Projekte auf eine solide Finanzierung (etwa durch Studienförderung, Stipendien) angewiesen. Die fachliche und themenbezogene Betreuung wird in der Regel durch die Universität oder Hochschule gestellt, an der der betreffende Studierende eingeschrieben ist, während mehr generelle wissenschaftliche Hilfestellung und logistische Betreuung vor Ort an der RSEC-Feldstation erfolgen. Bei Arbeiten unter Wasser assistiert die Partner-Tauchbasis des RSEC in Dahab.



**Abb. 2:** Universitätskurs an der RSEC-Feldstation in Dahab  
Foto: C. Alter

Darüber hinaus steht die Station auch etablierten Wissenschaftlern zur Verfügung, die im Verlauf mehrwöchiger bis mehrmonatiger Aufenthalte ein Projekt bearbeiten können. Falls für ein solches Projekt der Bedarf besteht, Proben zu sammeln und auszuführen (etwa Fauna, Flora oder Fossilien), müssen die wissenschaftlichen Gäste am RSEC im Vorfeld Projektanträge an die Verwaltung der Nationalparks und gegebenenfalls der CITES management authority (Washingtoner Artenschutzabkommen) stellen. Das RSEC steht den Gästen bei diesen Formalitäten jedoch hilfreich zur Seite.

Schließlich bietet das RSEC auch eigene, vor allem meeresbiologische Kurse und Seminare an, die zum einen an Studenten gerichtet sind, zum anderen gewöhnlichen Urlaubsreisenden – bislang vor allem Schnorchlern und Sporttauchern – die Möglichkeit eröffnen, ein für sie passendes Freizeit-Bildungsangebot zu finden und wahrzunehmen.

### Naturparkregion Süd-Sinai und Riffschutz

Praktisch der gesamte Bereich der südöstlichen Sinaiküste mit den vorgelagerten Saumriffen (Korallenriffen) und Wadimündungen, einschließlich des größten Anteils des gebirgigen Hinterlandes steht unter Naturschutz. Seit Anfang der 80er bis Ende der 90er Jahre sind hier mit Hilfe der EU insgesamt fünf Protektorate entstanden, darunter der Nationalpark Ras Mohammed und das für seine Mangrovenbestände berühmte Protektorat Nabq. Das RSEC hat sich im Rahmen seiner Aktivitäten und der Zusammenarbeit mit der Nationalpark-Verwaltung verpflichtet, alle von seiner Institution betreuten wissenschaftlichen Projekte über entsprechende Anträge bewilligen zu lassen und durch Berichte zu dokumentieren.

Die mit dem wachsenden Touristenstrom einhergehende bauliche und infrastrukturelle Entwicklung der Küstenregion (Bau von Hotelanlagen, Restaurants, Tauchbasen, Einkaufszentren) hat in zunehmendem Maße zu Umweltproblemen geführt. Besonders gefährdet sind die ufernahen Korallenriffe, denen einmal durch bauliche Veränderungen, jedoch auch durch unbedachtes Verhalten wenig erfahrener Schnorchler und Sporttaucher in fortschreitendem Umfang Zerstörung droht.

Schwerwiegenden Einfluss auf die Riffökologie haben außerdem die Wirkungen der illegalen Fischerei, vor allem mit Stellnetzen im Riffbereich, da durch diese Methode zusätzlich schwere Schäden an Korallenkolonien im Bereich von Riffdach und Riffkrone verursacht werden (durch reef trampling sowie direkte Einwirkung von Netzgarn; Abb. 3).

### Nachhaltige Riffschutzmaßnahmen, Umweltbewusstsein und -training

Am RSEC wurde daher vor einigen Monaten ein Riffschutzprogramm entworfen (Coral Reef Sustainability Program), das die Dokumentation der progressiven Riffverschlechterung und -zerstörung zum Ziel hat. Erstes Teilprojekt ist dabei eine Zählung oder Schätzung (census survey) der Zahl von Schnorchlern und Sporttauchern, die täglich bekannte oder weniger bekannte Tauchplätze aufsuchen. Die gewonnenen Daten werden mit publizierten oder anderweitig verfügbaren Werten für die ökologische Belastbarkeit oder Tragfähigkeit (carrying capacity) verglichen. Nach ersten vorsichtigen Schätzungen lässt sich bereits jetzt befürchten, dass die Belastbarkeitsgrenze für die am meisten besuchten Riffeinstiege in Dahab um ein Vielfaches überschritten ist.



**Abb. 3:** Durch Stellnetz verursachte Schäden an *Acropora*-Korallen  
Foto: C. Alter

Parallel zu diesem census survey wird zur Zeit in Zusammenarbeit mit der internationalen Reef Check Organisation ein erweitertes Reef Check Protocol ausgearbeitet. Das Ziel ist ein regelmäßig durchzuführendes Riff-Überwachungsprogramm für Dahab (Dahab Reef Monitoring), bei dem einmal jährlich anhand von festen Transekten (Riffstreckenabschnitten) entlang verschiedener Tiefenhorizonte (0, 5, 10, 15 m) der Gesundheitszustand des Korallenriffs geprüft wird. Die zu untersuchenden Kategorien umfassen das Vorkommen und die Diversität von Fischen und Wirbellosen (jeweils mit für das Riff charakteristischen Indikatorarten), das Spektrum an (Boden)substrat sowie das Ausmaß und die Identifikation von Korallenschädigungen (mit Hinweis auf mögliche Ursachen). Ein erstes Reef Monitoring in Dahab und Umgebung ist für August 2006 vorgesehen.

Als vorbeugende Umweltmaßnahmen sind am RSEC schließlich Initiativen unter dem Stichwort Environmental Awareness in Vorbereitung, d.h. Informationskampagnen und Schulungen zur Ausbildung eines Umweltbewusstseins und umweltfreundlichen Verhaltens. Zwei Beispiele werden im folgenden genannt. Besucher der Korallenriffe sollen durch Informationstafeln an den Stränden nicht nur auf die Verletzlichkeit des Ökosystems Korallenriff, mit seinen zumeist sehr langsam wachsenden Beständen an Steinkorallen aufmerksam gemacht werden, sondern auch auf angrenzende Habitats wie die ökologisch besonders wertvollen Seegraswiesen, die sich oft in Ufernähe befinden. Seegraswiesen zählen global zu den produktivsten Lebensräumen überhaupt; sie stabilisieren Sedimente, bieten Schutz und Nahrung für eine Vielzahl niederer und höherer Lebewesen und bilden die Kinderstube für heranwachsende Generationen von Krebsen und Fischen auch aus dem Korallenriff. Umweltseminare für Tauchguides (Divemaster, Tauchlehrer) sollen in Zukunft dazu beitragen, den Kenntnisstand zur Ökologie der Korallenriffe und der benachbarten Lebensräume entscheidend zu erhöhen und durch Weitergabe des Wissens an die schnorchelnden und tauchenden Gäste deren Umweltbewusstsein und Verhalten in den zu schützenden Biotopen zu verbessern. Die Vermittlung solcher Kenntnisse wird nicht erst an den Tauchplätzen erfolgen, sondern bereits an den Tauchschoolen, an denen die Gäste einchecken, Ausrüstung ausleihen und dabei Informationen oder "Lerneinheiten" zu nachhaltigem Umwelthandeln entgegennehmen können.

#### Anschrift des Autors:

Dr. Alexander Keck  
Scientific Manager  
Red Sea Environmental Centre  
c/o Lagona Village Dahab  
Dahab, South Sinai, Egypt  
Alexander.keck@redsea-ec.org  
www.redsea-ec.org



## Meeresbiologie

### Militärische Aktivitäten und atypische Walstrandungen

K Breusing

Das Militär ist für eine Vielzahl von Lärmquellen im Meer verantwortlich. Die genauen Auswirkungen der zahlreichen Aktivitäten in den Ozeanen sind derzeit nicht nachvollziehbar. Tatsache bleibt aber, dass viele atypische (unnatürliche) Walstrandungen (Tab. 1) mit größter Wahrscheinlichkeit durch militärische Aktivitäten zustande gekommen sind. Im Rahmen von Manövern aber auch von Routinearbeiten kommt es beispielsweise zu Tiefflügen, größeren Schiffsformationen, Explosionen und dem Einsatz von leistungsstarken Sonarsystemen. So sind Explosionen bei militärischen Tests und Übungen mit Pegeln von 267 dB im Bereich von 0,45-7,07 kHz eine beachtliche Lärmquelle (Evans und Nice 1996; Perry 1998). Auch Kommunikationssysteme zwischen U-Booten verursachen beträchtliche Geräusche im Meer: sie produzieren Töne mit 5-11 kHz bei einem Pegel von 180-200 dB (Richardson et al. 1995).

Diese Aktivitäten haben besonders gravierende Folgen, wenn sie z.B. in Schutzgebieten oder in für Wale und Delfine besonders wichtigen Gebieten durchgeführt werden. So z.B. vor Sylt im August 2000 in der Nähe des Schweinswalschutzgebietes. Gerade in diesen Gebieten soll jegliche Beeinträchtigung der Tiere vermieden werden, da Störungen einen besonders großen Einfluss haben können.

Am problematischsten ist derzeit der Einsatz von leistungsstarken Sonarsystemen (um 235 dB). Je nach Zweck verwenden diese Systeme mittlere oder niedere Frequenzen, wobei sich niederfrequente Schallwellen über mehrere Tausend Kilometer ausbreiten können. Beide Frequenzbereiche werden von unterschiedlichen Wal- und Delfinarten selbst genutzt. Momentan werden in mehreren Staaten niederfrequente Sonarsysteme neue eingeführt: z.B. SURTASS LFA (Surveillance Towed Array Sensor System) in den USA und

SONAR 2087 in Großbritannien. Diese Systeme arbeiten mit niedrigen Frequenzen, um militärisch interessante Objekte über weite Distanzen ermitteln zu können. Andere Länder benutzen bereits ähnliche Systeme oder planen dies. Da das Militär in allen Ozeanen der Welt aktiv ist, kann sein Eingriff in die Lebensräume von Cetaceen erheblich sein. Leider ist für die Öffentlichkeit der Zugang zu Informationen über die genaue Natur und das Ausmaß militärischer Aktivitäten stark eingeschränkt. So ist die Beeinträchtigung der Ozeane durch die militärische Lärmbelastung insgesamt nur sehr schwer zu quantifizieren.

Die Auswirkungen von leistungsstarken Sonarsystemen sind ausgesprochen vielfältig und in ihren Mechanismen teilweise noch nicht vollständig verstanden. Das Spektrum reicht von Habitatsverlust bis hin zum Tod der Tiere. Im Folgenden wird nur auf Ereignisse mit Todesfolge eingegangen. Im Moment gibt es drei verschiedene Hypothesen, mit denen man zu erklären versucht, wie der Einsatz aktiver Sonarsysteme zum Tod beziehungsweise zu Strandungen von Cetaceen führen kann:

- Auswirkungen auf das Verhalten der Tiere
- Indirekte physiologische Auswirkungen auf das Gewebe der Tiere
- Direkte physiologische Auswirkungen auf Gewebe oder Organe der Tiere

#### Auswirkungen auf das Verhalten der Tiere

Ein wesentlicher Teil der bekannt gewordenen Strandungen, die vermutlich im Zusammenhang mit militärischen Manövern stehen, kam sehr wahrscheinlich durch unnatürliche Verhaltensänderungen der Tiere zustande. Hierzu muss man wissen, dass Cetaceen ausgesprochen ambivalent auf akustische Reize reagieren.

Sowohl Pottwale als auch Gewöhnliche Grindwale zeigten Verhaltensänderungen hinsichtlich ihrer Lautäußerungen als Reaktion auf den Einsatz militärischer Sonargeräte (Watkins et al. 1985; Rendell und Gordon 1999). Parsons et al. (2000) berichten von einem signifikanten Rückgang an Zwergwal-Sichtungen während NATO-Übungen in Westschottland, bei denen Militärschiffe aktives Sonar einsetzten. Miller et al. (2000) bemerkten, dass sich die Dauer von Walgesängen aufgrund von LFA-Sonar verlängerte.

#### Adresse des Autors:

Dr. K. Breusing  
Undinestr. 50  
12203 Berlin, Germany  
E-Mail: karsten.breusing@wdcs.org

CAISSON 2006; 21 (3): 27-31

Auch einige anekdotische Berichte, die nichts mit militärischen Manövern zu tun haben, beschreiben die Auswirkungen von Lärm auf Cetaceen. So schwammen z.B. Tiere in direkter Nähe einer *air gun*. Diese Geräte erzeugen kleine gerichtete Explosionen und produzieren mit die lautesten Geräusche im Meer (*Bedingung*: sehr lautes Geräusch – *Reaktion*: im Ausnahmefall keine Verhaltensänderung oder sogar eine Attraktion). Andererseits werden mit Hilfe von Geräuschen jedes Jahr Hunderte von Delfinen an die japanische Küste getrieben, um sie dort im flachen Wasser zu schlachten. Die Treiber benutzen dabei kleine Stahlstangen, mit denen sie aufeinander schlagen (*Bedingung*: sehr leises Geräusch – *Reaktion*: starker Einfluss auf das Verhalten). In Untersuchungen zur Kommunikation von Großen Tümmlern (Brensing et al. 2001) wurde ein Ultraschall Sidescan-Sonar eingesetzt, von dem behauptet wurde, dass es aufgrund seiner geringen Stärke und hohen Frequenz keine Verhaltensäußerungen hervorruft. Tatsächlich reagierten die Tiere aber mehrfach aggressiv auf den Experimentator und seine Gerätschaft (*Bedingung*: leises Geräusch in einem unbedenklichen Frequenzbereich – *Reaktion*: überraschend aggressives Verhalten). Es ist also durchaus nicht berechenbar, wie Cetaceen auf Geräusche reagieren.

Derzeit ist der Einfluss des Lärms auf das Verhalten die wahrscheinlichste Erklärung für die Strandungen. Warum? Betroffen sind hauptsächlich die tief tauchenden Arten, wie z.B. Schnabelwale, aber auch andere Arten wie Rundkopfdelfin, Gemeiner Delfin und Schweinswal (Jepson et al. 2003). Vermutlich weichen die Tiere aufgrund der lautstarken Sonargeräte von ihrem normalen Tauchprofil ab und schwimmen zu schnell nach oben (Jepson et al. 2003; Fernández et al. 2005). Dafür sprechen Symptome wie die Gas- und Fettembolie, ähnlich wie bei der in der Tauchmedizin so bedeutsamen Taucherkrankheit. Bis vor kurzem glaubte man, dass Cetaceen nicht an dieser Krankheit leiden können. Untersuchungen an Knochen von Pottwalen haben aber ergeben, dass die Tiere Symptome der Taucherkrankheit zeigen, diese jedoch scheinbar nicht unmittelbar ein Problem darstellen (Moore und Early 2004). Es ist nun sehr wahrscheinlich, dass Cetaceen durch ihr Verhalten dafür sorgen, dass die Symptome nicht so stark werden, um im Normalfall ein Problem darzustellen (Moore und Early 2004). Da bei den Untersuchungen keine anderen Krankheiten oder Todesursachen gefunden wurden (Jepson et al. 2003; Fernández et al. 2005), ist eine unnatürliche, also anthropogene Ursache für die Strandungen die einzig logische Erklärung. In Tab. 1 sind nur atypische Strandungen aufgeführt, bei denen zur gleichen Zeit und am selben Ort militärische Manöver durchgeführt wurden.

### **Indirekte physiologische Auswirkungen auf das Gewebe der Tiere**

Das Sonar könnte nicht nur das Verhalten der Tiere verändern. Eine weitere Hypothese lautet, dass die Schallemissionen im stickstoffgesättigten Gewebe Mikroblasen in Schwingungen versetzen und so Blasen, die bis dahin unschädlich oder nicht vorhanden waren, zum Aggregieren anregen. Infolge dessen können große, gefährlichere Blasen entstehen. Dieses Phänomen ist auch aus der Medizin bekannt, und so sollten keine diagnostischen Untersuchungen nach schwerer körperlicher Belastung durchgeführt werden, da auch schwere körperliche Arbeit zur Entstehung von Mikroblasen führen kann. Diese zweite Hypothese wird durch Experimente an isolierten Organen (Leber, Blut und Nieren) untermauert (Lawrence et al. 2005), denn niedrige Frequenzen mit geringer Intensität lösten diesen Effekt in stickstoffgesättigtem Gewebe tatsächlich aus. Möglicherweise addieren sich die indirekten physiologischen Auswirkungen und die negativen Verhaltensänderungen und führen dann zu den beobachteten Strandungen.

### **Direkte physiologische Auswirkungen auf Gewebe oder Organe der Tiere**

Die Wirkung höherer Frequenzen (Ultraschallbereich) ist aufgrund ihrer Bedeutung in der Medizin ausgesprochen gut erforscht und verstanden. Um eine Wirkung zu erzielen, muss eine bestimmte Stärke über einen bestimmten Zeitraum wirken (Brensing 2003). In der Medizin lassen sich die Schwellenwerte nach einer Formel berechnen (AIOM/NEMA 1998). Um einen Schaden anzurichten, muss aber selbst bei hohen Schalldruckpegeln das Gewebe einige Minuten lang exponiert sein. Es kann allerdings bei Cetaceen und bei Menschen zu einer temporären oder permanenten Verschiebung der Wahrnehmungsfähigkeit kommen, wenn die Hörorgane über einen bestimmten Zeitraum sehr starkem Schall ausgesetzt sind. Außerdem kommen auch kommunikative Effekte zum Tragen. Damit diese Effekte wissenschaftlich eindeutig belegt werden können, müssen die Tiere sofort nach ihrem Tode untersucht werden. Leider ist dieser Nachweis bisher noch nicht erbracht worden. Voraussetzung dafür wäre z.B. die Kenntnis über geplante Manöver, so dass ein wissenschaftliches Strandungsteam sofort Analysen durchführen könnte. Leider weigert sich das Militär oftmals, entsprechende Daten zu veröffentlichen.

### **Maßnahmen zum Schutz der Tiere**

Leider handelt es sich bei den am häufigsten betroffenen Schnabelwalen um eine Gruppe von Tieren, die aufgrund ihrer hauptsächlich untergetauchten Lebensweise zu den am wenigsten erforschten Walarten überhaupt gehören (MacLeod and d'Amico 2006). Von deutschen aber auch von



**Tab. 1:** Strandungen von Cetaceen. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen typischen und atypischen (unnatürlichen) Walstrandungen. Typische oder auch natürliche Walstrandungen betreffen einzelne Tiere oder Gruppen einer Art. Atypische Walstrandungen betreffen Tiere unterschiedlicher Arten oder, bei solitär lebenden Tieren wie Schnabelwalen, Strandungen von Gruppen. Außerdem treten sie in einer größeren räumlichen Verteilung und zur gleichen Zeit auf. Die folgenden Strandungen sind atypische Strandungen und werden im Zusammenhang mit menschlichen, speziell militärischen Aktivitäten diskutiert (Frantzis 1998; Simmonds und Lopez-Jurado 1991; Vonk und Martin-Martel 1989)

Datum	Ort der Strandung	Tierart und Anzahl	Folgen	vermuteter Auslöser
2006 Januar	Südostküste Spaniens	4 Cuvier-Schnabelwale	alle sterben	höchstwahrscheinlich aktives Mittelfrequenz-Sonar, eingesetzt bei einer militärischen Übung
2005	Outer Banks (North Carolina), USA	34 Grindwale 1 Minkwal 2 kleine Zwergpottwale		höchstwahrscheinlich militärischer Einsatz von Mittelfrequenz-Sonar; US Naval exercise
2005	Küste Floridas, USA	mehr als 70 Delfine	mindestens 20 Rauzahndelfine sterben	USS Philadelphia führte mit den Navy SEALs nur 65 km vor der Küste Übungen durch
2004	Lanzarote, Fuerteventura (Kanarische Inseln)	4 Schnabelwale		NATO Naval exercise „Majestic Eagle“
2003	Haro Strait zwischen Vancouver Island (CA) and San Juan Island (USA)	14 Schweinswale	alle sterben	Mid-Range Sonar Übung der USS SHOUP
2002	Gran Canaria (Kanarische Inseln)	10 Schnabelwale		NATO Naval Exercise „Neo Tapon“
2002 Ende September	Lanzarote, Fuerteventura (Kanarische Inseln)	17 Schnabelwale drei verschiedener Schnabelwal-Arten (Cuvier-, Blainville- und Gervais-Zweizahnwal)	11 Tiere sterben und 6 werden ins Meer zurück gebracht	US Militärübung mit Einsatz von Mittelfrequenz Sonar
2000 13.-17. März	Bahamas	17 Wale (darunter 1 Zwergwal, Cuvier-Schnabelwale, Blainville- Schnabelwale und 1 Atlantischer Fleckendelfin)	mindestens 7 Tiere sterben	LFAS-Tests der US-Navy im Rahmen des LWAD- Programms (Littoral Warfare Advanced Development)
2000	Madeira	3 Schnabelwale		höchstwahrscheinlich militärischer Einsatz von Mittelfrequenz-Sonar
1999	U.S. Virgin Islands	4 Schnabelwale		höchstwahrscheinlich militärischer Einsatz von Mittelfrequenz-Sonar
1996	Golf von Kyparissiakos, Griechenland	12 Schnabelwale		NATO-Übung, Test von LFA-Sonar
1991	Fuerteventura und benachbarte Kanarische Inseln	24 Schnabelwale (Gervais-Zwei- zahnwale, Cuvier-Schnabelwale und andere Arten)		militärische Manöver
1991	Kanarische Inseln	2 Schnabelwale		militärische Manöver
1990	Saruga-Bucht, Japan	6 Schnabelwale		die Saruga-Bucht liegt in der Nähe der Kommandozentrale der 7. US Flotte
1989	Fuerteventura (Kanarische Inseln)	24 Schnabelwale		höchstwahrscheinlich militärischer Einsatz von Mittelfrequenz-Sonar
1989	Sagami-Bucht, Japan	3 Schnabelwale		die Sagami-Bucht liegt in der Nähe der Kommandozentrale der 7. US Flotte
1988	Fuerteventura (Kanarische Inseln)	3 Schnabelwale 1 Entenwal		NATO Manöver
1987	Saruga-Bucht, Japan	2 Schnabelwale		die Saruga-Bucht liegt in der Nähe der Kommandozentrale der 7. US Flotte
1985	Fuerteventura (Kanarische Inseln)	13 Schnabelwale		höchstwahrscheinlich militärischer Einsatz von Mittelfrequenz-Sonar
1979	Sagami-Bucht, Japan	13 Schnabelwale		die Sagami-Bucht liegt in der Nähe der Kommandozentrale der 7. US Flotte
1978	Sagami-Bucht, Japan; Saruga-Bucht, Japan	9 Schnabelwale 4 Schnabelwale		die Saruga-Bucht und die Sagami-Bucht liegen in der Nähe der Kommandozentrale der 7. US Flotte
1974	Korsika	3 Schnabelwale 1 Streifendelfin		Bericht über Kriegsschiff
1974	Bonaire (Kleine Antillen)	4 Schnabelwale		Bericht über Explosion durch Marine
1968	Sagami-Bucht, Japan	8-10 Schnabelwale		die Sagami-Bucht liegt in der Nähe der Kommandozentrale der 7. US Flotte
1966	Cogoleto, (Ligurien), Italien	3 Schnabelwale		Anwesenheit amerikanischer oder englischer Militärschiffe

anderen offiziellen militärischen Stellen werden verschiedene Maßnahmen zum Schutz der Tiere angegeben. Hier die drei Wichtigsten:

*Visuelle Beobachtung.* Wenn Tiere gesehen werden, kommt es nicht zum Einsatz von aktiven Sonargeräten. **Kritik:** Besonders bei den hauptsächlich betroffenen Schnabelwalen ist dies Methode ineffizient (Cox et al. 2006), da die Tiere den größten Teil ihres Lebens unter Wasser verbringen. Aus diesem Grund gehören sie auch zu den am wenigsten erforschten Walarten. Grundsätzlich funktioniert diese Methode aber auch nur am Tag und bei ruhiger See.

*Passive akustische Beobachtung.* Wenn Aktivitäten der Tiere gehört werden, kommt es nicht zu einem aktiven Einsatz von Sonarsystemen. **Kritik:** Besonders die hauptsächlich betroffenen Schnabelwale gelten als akustisch nicht gut erforscht (Barlow and Gisiner 2006). Da es bisher nur wenige Aufnahmen von diesen Tieren gibt, könnten sie akustisch nicht sehr aktiv sein könnten, und so wäre es leicht möglich, dass die Tiere mit dieser Methode nicht erkannt werden.

*Langsame Steigerung der Amplitude.* Hierdurch sollen die Tiere gewarnt werden und sich aus dem Areal zurückziehen. **Kritik:** Obwohl diese Methode häufig eingesetzt wird, gibt es derzeit noch keinen wissenschaftlichen Beleg für ihre Effektivität. Letztlich ist es sogar möglich, dass genau der gegenteilige Effekt eintritt.

Tatsächlich wird diese Strategie nach Angaben der Militärs schon seit vielen Jahren angewendet. Wie Tab. 1 zeigt, bleibt sie jedoch. Außerdem sind alle Angaben, die das Militär macht, für die Öffentlichkeit nicht nachvollziehbar, da sich auch das deutsche Verteidigungsministerium weigert, entsprechende Informationen herauszugeben oder Protokolle über die durchgeführten Maßnahmen vorzulegen. Dieses Handeln steht im Widerspruch zu einer Resolution des Europäischen Parlamentes, und es ist fraglich, ob diese Position mit dem deutschen Umweltinformationsgesetz im Einklang steht.

### Zusammenfassung

Alles in allem ist derzeit nicht abzusehen, welchen Einfluss besonders die militärische Lärmverschmutzung der Meere auf Cetaceen haben kann. Damit Wissenschaftler nicht weiterhin auf Spekulationen angewiesen sind, bedarf es der Freigabe entsprechender Daten (Podestà et al. 2006). Immerhin hat das US-Militär in seinem Joint Interim Report (Dez. 2001) zu der Bahamas-Strandung im Jahr 2000 zugegeben, dass der militärische Einsatz von Sonargeräten die wahrscheinlichste Erklärung für die Strandung ist.

In jedem Fall muss bedacht werden, dass bei den Strandungen vermutlich die wenigsten Tiere an Land schwimmen, und dass militärische Manöver in allen Weltmeeren vielfach auch auf offener See stattfinden. Wahrscheinlich werden die meisten betroffenen Tiere auf den Meeresboden sinken, und wir erfahren nur von einem Bruchteil der getöteten Tiere. Diese These wird durch die Beobachtungen des Meeresbiologen Ken Balcomb bestätigt, der seit 1992 auf den Bahamas Wale studiert. Er sichtete ein Jahr nach der Massenstrandung im März 2000 kaum noch Schnabelwale in den Gewässern um die Insel Abaco. Natürlich könnten die Tiere auch wegen der schlechten Erfahrung das Gebiet verlassen haben.

Aufgrund der erdrückenden Indizienlage und in Anbetracht der Tatsache, dass es sich oftmals um gefährdete Arten handelt, muss das Vorsorgeprinzip Anwendung finden, da die Anwendung des Verhältnismäßigkeitsprinzips in den vergangenen Jahren immer wieder zu Strandungen geführt hat. Aus diesem Grund fordern Umweltverbände wie beispielsweise die Wal- und Delfinschutzorganisation (WDCS) die verbindliche Durchführung von Umweltverträglichkeitsgutachten für Lärmverursachende Aktivitäten oder die sachlich begründete Festlegung von Grenzwerten sowie Akteneinsicht in die wissenschaftlichen Erkenntnisse über leistungsstarke militärischen Sonaranlagen. Diese Forderung können Sie unter [www.wale.org](http://www.wale.org) unterstützen.

### Literatur

1. AIOM/NEMA, 1998 Standard for real-time display of thermal and mechanical acoustic output indices on diagnostic ultrasound equipment. Revision 1, American Institute of Ultrasound in Medicine, Rockville, M.D., USA
2. Balcomb, K.C. & Claridge, D.E., 2001 A mass stranding of cetaceans caused by naval sonar in the Bahamas. *Bahamas Journal of Science* 8(2): 1-12
3. Barlow, J. and Gisiner R. Mitigating, monitoring sound on beaked whales J. *Cetacean Res. Manage.* 7(3):239-249, 2006
4. Brensing, K., Linke, K. & Todt, D., 2003 Can dolphins heal by ultrasound? *Journal of Theoretical Biology* 225 (1): 99-105
5. Brensing, K., Linke, K. & Todt, D., 2001 Sound source location by phase differences of signals. *J. Acoust. Soc. America* 109: 430-433
6. Cox, T.M.; Ragen, T.J.; Read, A.J.; Vos, E.; Baird, R.W.; Balcomb, K.; Barlow, J.; Caldwell, J.; Cranford, T.; Crum, L.; D'amico, A.; D'spain, G.; Fernández, A.; Finneran, J.; Gentry, R.; Gerth, W.; Gulland, F.; Hildebrand, J.; Houser, D.; Hullar, T.; Jepson, P.D.; Ketten, D.; Macleod, C.D.; Miller, P.; Moore, S.; Mountain, D.C.; Palka, D.; Ponganis, P.; Rommel, S.; Rowles, T.; Taylor, B.; Tyack, P.; Wartzok, D.; Gisiner, R.; Meads, J.; Benner, L. Understanding the impacts of anthropogenic sound on beaked whales<sup>1</sup> *J. Cetacean Res. Manage.* 7(3):177-187, 2006



7. Crum, L. A., Bailey, M. R., Guan, J., Hilmo, P. R., Kargl, S. G. & Matula, T. J., 2005 Monitoring bubble growth in supersaturated blood and tissue ex vivo and the relevance to marine mammal bioeffects. *Acoustical Society of America ARLO* 6(3)
8. Evans, P.G.H. & Nice, H., 1996 Review of the effects of underwater sound generated by seismic surveys in cetaceans. Seawatch Foundation, Oxford, UK
9. Fernández, A., Edwards, J. F., Rodríguez, F., Espinosa de los Monteros, A., Herráez, P., Castro, P., Jaber, J. R., Martín, V. & Arbelo, M., 2005 "Gas and Fat Embolic Syndrome" Involving a Mass Stranding of Beaked Whales (Family Ziphiidae) Exposed to Anthropogenic Sonar Signals. *Vet. Pathol.* 42: 446–457
10. Frantzis, A. & Cebrian, D., 1999 A rare mass stranding of Cuvier's beaked whales: cause and implications for the species biology. *European Research on Cetaceans* 12: 332-335
11. Frantzis, A., 1998 Does acoustic testing strand whales? *Nature* 329: 29
12. Houser, D.S., Howard, R. & Ridgway, S., 2001 Can diving-induced tissue nitrogen supersaturation increase the chance of acoustically driven bubble growth in marine mammals? *Journal of Theoretical Biology* 213: 183-195
13. Jepson, P.D., Arbelo, M., Deaville, R., Patterson, I.A.P., Castro, P., Baker, J.R., Degollada, E., Ross, H.M., Herráez, P., Pocknell, A.M., Rodríguez, F., Howie, F.E., Espinosa, A., Reid, R.J., Jaber, J.R., Martín, V., Cunningham, A.A. & Fernández, A., 2003 Gas-bubble lesions in stranded cetaceans. *Nature* 425
14. Macleod, C.D. and d'Amico, A. A review of beaked whale behaviour and ecology in relation to assessing and mitigating impacts of anthropogenic noise. *J. Cetacean Res. Manage.* 7(3):211–221, 2006
15. Miller, P. J., Biassoni, N., Samuels, A. & Tyack, P. L., 2000 Whale songs lengthen in response to sonar. *Nature* 405 (6789): 903
16. Moore, M. J. & Early, G. A., 2004 Cumulative Sperm Whale Bone Damage and the Bends. *Science* 306: 2215
17. Parsons, E.C.M., Birks, I., Evans, P.G.H., Gordon, J.G., Shrimpton, J.H. & Pooley, S., 2000 The possible impacts of military activity on cetaceans in West Scotland. *European Research on Cetaceans* 14: 185-190
18. Perry, C., 1998 A review of the impact of anthropogenic noise on cetaceans. Paper presented to the Scientific Committee at the 50th Meeting of the International Whaling Commission, 1998. SC/50/E9
19. Podestà, M.; d'Amico, A.; Pavan, G.; Drougas, A.; Komnenou, A. and Portunato, N. A review of Cuvier's beaked whale strandings in the Mediterranean Sea. *J. Cetacean Res. Manage.* 7(3):251–261, 2006
20. Rendell, L.E. & Gordon, J.C.D., 1999 Vocal responses of long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) to military sonar in the Ligurian Sea. *Marine Mammal Science* 15: 198-204
21. Richardson, W.J., Greene, C.R., Malme, C.I. & Thomson, D.H., 1995 *Marine Mammals and Noise*. Academic Press Inc., San Diego, USA
22. Simmonds, M. P. & Lopez-Jurado, L. F., 1991 Whales and the military. *Nature* 51: 448
23. Vonk, R. & Martin, V., 1989 Goosebeaked whales *Ziphus cavirostris* mass strandings in the Canary Isles. *European Research on Cetaceans* 3: 73-77
24. Watkins, W.A., Moore, K.E. & Tyack, P., 1985 Sperm whales acoustic behaviour in the Southeast Caribbean. *Cetology* 49: 1-15
25. Weiss, R., 2001 Whales' deaths linked to Navy's sonar tests. *Washington Post*, December 31: A8

Wir machen unsere Leser auf die Rubrik 'Vorgestellt' aufmerksam (Seite 38) in welcher einige Angaben zur WDGS gemacht werden. Gleichzeitig erinnern wir an einen ähnlichen Artikel im CAISSON 2, 2005.

## Maria Sybille Merian: das schwimmende Forschungslabor des Institutes für Ostseeforschung

L Donath und JD Schipke

Die Besserverdienenden werden sich erinnern: Maria S. Merian zierte bis 2001 eine Seite der 500 DM Scheine (Abb. 1). Frau Merian wurde damit zu Recht geehrt. Sie beschrieb u.a. die Metamorphose der Schmetterlinge und unternahm zusammen mit ihrer Tochter lange Forschungsreisen. Das war damals unüblich: Frau Merian lebte zwischen 1647 und 1717.



**Abb. 1:** 1675 gibt ihr Mann ihre Kupferstiche heraus. Doch schon bald macht sie sich selbstständig: Maria Sibylla Merian (1647-1717) ist eine der bekanntesten und herausragendsten Naturforscherinnen vergangener Zeit

Auch das eisrandfähige Forschungsschiff MARIA S. MERIAN soll –von seinem Heimathafen Warnemünde lange Reisen unternehmen (Abb. 2). Die Rede ist von Deutschlands erstem Forschungsschiff-Neubau seit 15 Jahren. Von den Baukosten von knapp 60 Mio Euro hätten Mutter und Tochter Merian nur träumen können. Und über eine Finanzierung der Reise- und Forschungskosten durch die DFG (70%) und das Bundesforschungsministerium (30%) hätten sich beide sicher riesig gefreut.



**Abb. 2:** Mit dem neuen eisrandfähigen Forschungsschiff MARIA S. MERIAN verfügt Deutschland über das weltweit modernste multidisziplinäre Forschungsschiff. Die MERIAN bietet der Meeresforschung exzellente Arbeitsmöglichkeiten, wodurch Deutschlands Spitzenstellung im internationalen Vergleich weiter ausgebaut wird

Die MERIAN bietet mit ihren fast 100 m Länge und knapp 20 m Breite eine geräumige Plattform für die 21 Mann Besatzung und die 22 Wissenschaftler, die an Bord arbeiten sollen. Es waren dann auch Geologen, Meteorologen und Biologen, die die Anforderungen an Bau und Ausstattung dieses Schiffes bestimmt hatten. Haben die Wissenschaftler sich nicht geirrt, dann kann das Forschungsschiff ihre Anforderungen in den nächsten 30 Jahren erfüllen. An mangelnder wissenschaftlichen Ausrüstung können die zukünftigen Projekte nicht scheitern, denn im Rumpf lassen sich bis zu 150 t wissenschaftliches Gerät verstauen. Taucher befinden sich nicht an Bord. Ein Tauchereinsatz ist auch nicht geplant. Am Bootsrumf fallen die vielen Kräne auf. Mit ihrer Hilfe lässt sich praktisch jeder Platz an Deck erreichen. So können die Geologen ihre 25 m langen Bohrkerne auf Deck lagern und bearbeiten und bei Bedarf auch in Kühlräumen verstauen. Chemiker und Meeresbiologen können mit Hilfe der Kräne ihre Proben aus dem Wasser aufnehmen und im Naßlabor ihre Proben bzw. Fauna und Flora untersuchen.

Gefordert wurde auch ein ökonomisches und ökologisches Schiff. Die zusätzliche Forderung nach Vibrationsfreiheit und Geräuscharmheit wurde erreicht, indem Diesel verbrannt wird, um Generatoren anzutreiben. Und der elektrische Antrieb kann sich sehen lassen. Je zwei Propeller sind direkt unter dem Heck an einer Gondel aufgehängt, die sich um 360 ° drehen lässt (Abb. 3). Die Merian lässt sich also auf der Stelle drehen.



**Abb. 3:** Bei der MERIAN ist der eigentliche Fahrmotor in einer Art Gondel (englisch: pod) direkt unter dem Heck angebracht. Im Schiff befinden sich die Dieselaggregate und die Generatoren, die den Strom erzeugen. Damit sind wenig Schallquellen (z.B. keine Getriebe) im Schiff vorhanden. Der elektrische Antrieb ist insgesamt ruhig und sehr sparsam. Der Pod-Antrieb ermöglicht ein hervorragendes Manövrieren in alle Richtungen und eine sehr langsame Fahrt über sehr lange Zeiträume



Andererseits wird die MERIAN mit ihren knapp 30 km/h nicht das Blaue Band der Meere erobern können. Den Speedbooten hat sie aber voraus, dass sie sich auch noch in bis zu 50 cm dickem Eis sicher bewegen kann. Damit ist die MERIAN neben der POLARSTERN (s. CAISSON 21, (2), 2006) das zweite europäische Multifunktionsschiff, das im Eis operieren kann. Diese Eigenschaft wird für die Merian bedeutsam, wenn sie einer ihrer Aufgaben nachkommen soll, nämlich den Klimawandel in den nördlichen Meeren zu untersuchen. Der eigentliche Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten liegt in der Erforschung des Ökosystems der Ostsee.

Noch ein Wort zum Institut für Ostseeforschung (IOW): Das Institut widmet sich der interdisziplinären Meeresforschung in Küsten- und Randmeeren. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt in der Erforschung des Ökosystems der Ostsee. Das IOW ist eines von 84 unabhängigen wissen-

schaftlichen Forschungseinrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft. Diese ist aus den zur 'Blauen Liste' gehörenden, besonders förderungswürdigen Instituten und ehemaligen Akademien der DDR hervorgegangen. Die heutigen Leibniz-Institute werden von Bund und Ländern finanziert. Diese Institute bearbeiten typischerweise langfristige Fragestellungen und führen Grundlagenforschung durch, welche von den Universitäten der Länder nicht geleistet werden kann. Das IOW ist eine außeruniversitäre Forschungseinrichtung. Als ein 'An-Institut' hält es allerdings engen Kontakt zur Universität Rostock.

Weitere Information über das IOW und über Ergebnisse aktueller wissenschaftlicher Projekte finden sich im Internet unter [www.io-warnemünde.de](http://www.io-warnemünde.de).

Mitautorin:  
 cand. Biol. Lucia Donath,  
 c/o Redaktion CAISSON

## Wale singen vor Mallorcas Küste

JD Schipke

Seit langem erklingen die Gesänge der Urlauber beim Ballermann. Seit kurzem sind diese verstummt. Seit einigen Jahren vernehmen Sportfischer und Taucher allerdings andere eigenartige Geräusche. Es sind die Gesänge von Finnwalen, sagen die Wissenschaftler.

Es gab viele Theorien über die Quelle der Geräusche: Erdöl-Bohrungen vor der Küste, U-Boote, Frachter, Fähren, Meeresungeheuer oder sogar versunkene Ufo-Stationen. Die ungewöhnlichen



**Abb. 1:** Der Finnwal (*Balaenoptera physalus*) wird 40 bis 70 t schwer. Er erreicht regelmäßig Tauchtiefen von weit über 200 m und bleibt etwa 15 min unter Wasser. Seine Nahrung besteht fast ausschließlich aus Krill. Kleine Schwarmfische sind jedoch stets willkommen

Geräusche wurden mit ebenso ungewöhnlichen Vergleichen beschrieben: wie Bolzen, die auf Metallplatten fielen oder wie Dampflokomotiven bei der Arbeit. Dr. Batle vom Ozeanographischen Institut der Balearen liefert die Erklärung, nachdem Geräusche, Jahreszeit und Gegend zusammenpassen: Es handelt sich um Finnwale, die im Norden Mallorcas vorbeiziehen.

Finnwale sind in allen Ozeanen zu treffen. Diese nahen Verwandten der Blauwale sind die zweitgrößten Tiere auf der Erde (Abb. 1). Mit ihrem schlanken 20 m langen Körper erreichen sie eine Geschwindigkeit von fast 50 km/h.

Die Gesänge dienen der Kommunikation mit ihren Artgenossen über Hunderte von Kilometern. Taucher können die Geräusche nur über etwa 5 bis 10 km hören und hatten schon früh ausgeschlossen, daß sie durch Schiffe verursacht werden könnten.

Der Balearen-Urlauber kann also aufatmen. Alles ist klar. Nach wie vor ist jedoch unklar, ob die Finnwale das Ausbleiben der seltsamen Geräusche vom Ballermann richtig deuten können.

## Aus der Gesellschaft

### Pressemitteilung

Vom 29.6. bis zum 1.7.06 fand auf Fehmarn eine Seenotrettungsübung für Tauchmediziner statt. Das Programm für die 25 Teilnehmer war gleichermaßen intensiv und abwechslungsreich. Es begann mit drei Vorträgen über die Klinik schwerer Tauchunfälle, Klinik des Ertrinkens (Sektion verunfallter Taucher) und HLW und AED unter taucherischen Aspekten. Bei der Diskussion über die neuen HLW-Regeln fiel auf, dass sie vielen Teilnehmern nicht bekannt waren.

Einer der Höhepunkte war der Besuch bei den Marinefliegern. Nach einem Vortrag über Aufgaben, Gliederung und Einsatzbedingungen der Marineflieger wurden die Teilnehmer in mehr als 2 h in die Ortungstechniken und die an Bord zur Verfügung stehenden Rettungsmittel von SAR-Hubschraubern (Sea-King, Abb. 1) eingewiesen. Besonderes Gewicht lag auf den medizinisch korrekten Bergetechniken. Bei der nachmittäglichen Übung waren dann 6 Taucher im Flachwasser 'vermisst'. Im Gegensatz zum Vorjahr konnten alle Taucher geortet und gerettet werden.

Im Ernstfall wären aber die 'Reanimationsmaßnahmen' für einige der Opfer zu spät gekommen. Damit war der Tag nicht zu Ende, denn es folgte noch ein ausgedehnter Besuch an Bord eines der größten DGzRS-Seenotkreuzer 'John T. Essberger' inklusive seines Tochterbootes 'Elsa' (Abb. 1). Schwerpunkte der Gespräche mit der Mannschaft waren der Einsatz der bordeigenen Rettungsmittel, Alarmierung und Auslösung der Rettungskette, Bergetechniken und Einsatz der zur Verfügung stehenden medizinischen Gerätschaften. Während des anschließenden Abendessens in den Räumen der DGzRS wurde weiter gefachsimpelt; natürlich auch über aktuelle Ballsportarten.

Der Höhepunkt des nächsten Tages war die gemeinsame Ausfahrt zu einem Wrack und der dortige Tauchgang. Das Chaos war geplant und programmiert: sechs 4er-Gruppen drängelten sich an der Ankerleine, um bei schlechter Sicht abzutauken und sich an einem langweiligen 'Miniwrack' wieder zu treffen. Es kam aber noch schlimmer: Nach dem Wiederaufstieg waren die Schlauchboote verschwunden. Das geplante Chaos schlug in bühnenreif gespielte Panik um, als sich zusätzlich 'Dekounfälle' ereigneten. Erst nachdem die Gruppe der 'Verschollenen' sich organisiert hatte, kreuzte die 'Essberger' auf, die in der



**Abb. 1:** Der SAR-Hubschrauber (Sea King Mk 41) bei einer Winch-Übung mit einem Seenotkreuzer der Deutschen Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger

Nähe gewartet hatte. So konnten erst die 'Verunfallten' und dann die restlichen Taucher vom Tochterboot 'Elsa' aufgenommen und dann an die Essberger übergeben werden. Die Veranstaltung wurde in den Räumen der DGzRS folgerichtig mit den Themen Unterkühlung auf hoher See und deren notfallmäßige und klinische Behandlung abgeschlossen. Neben 14 GTÜM-Refresher-Punkten und Anerkennung für die sportmedizinische Ausbildung wurde die Teilnahme an dieser Übung mit 17 CME-Punkten 'belohnt'.

#### **Anschrift des Autors:**

Dr. W. Hühn  
HBO-Zentrum Mittelhessen  
Institut für Tauch- und Überdruckmedizin  
Frankfurter Str. 90  
35578 Wetzlar  
hbo-zentrum-mittelhessen@t-online.de



## Leserbrief

### Zum Artikel Yildiz et al. (CAISSON Nr. 2, 2006)

Zum Artikel: Yildiz et al.: Fibromyalgie. Med. Res. 2004; 32: 263 (CAISSON Nr. 2, 2006) erlauben Sie mir bitte folgende Anmerkung.

Die Fibromyalgie als 'Krankheitsbild' in der Schmerztherapie, Rheumatologie u.A. entspricht nach dem Grad einer Definition, Kenntnissen über Ursachen, Möglichkeit einer Diagnostik, Vielfältigkeit von Therapieansätzen und der Ergebnisqualität im Grunde dem 'Tinnitus' in der HNO-Heilkunde. Die hyperbarmedizinische Literatur zur Fibromyalgie besteht im Grunde nur aus dem jetzt wiedergegebenen Artikel, der vielversprechend scheint. Bezüglich des Tinnitus liegen wesentlich mehr Veröffentlichungen mit Befürwortung und ebenso Ablehnung der HBO vor. (Auch die sinnvolle Eingrenzung auf akuten einseitigen Tinnitus mit nachgewiesenem Haarzellschaden in der betroffenen Cochlea verbessert hier die Datenlage noch nicht wesentlich). Trotz des posi-

tiven Artikels muss daher dringend vor einer unkritischen Übernahme der Fibromyalgie als Indikation für die HBO gewarnt werden.

Auf Grund des Artikels wurden wir von unseren Schmerztherapeuten um 'Probebehandlungen' gebeten. Ein Protokoll zur Auswertung der kostenfrei behandelten 'Testpatienten' wird gerade erstellt und steht dann Interessenten gerne zur Verfügung. Eines der Hauptprobleme dabei ist die Patientenselektion, weil die Diagnose praktisch nicht sicher zu stellen ist und immer der Verdacht auf eine Somatisierung psychischer Probleme besteht.

Ch. Heiden  
Druckkammerzentrum Traunstein  
Cuno-Niggel-Str. 3  
83278 Traunstein

### Stellungnahme der Redaktion

Wir freuen uns über Leserbriefe, nehmen sie ernst und versuchen, auf ihren Inhalt einzugehen. In diesem besonderen Fall hat der Caisson offenbar erreicht, dass eine HBO-Therapie-Variante sorgfältig untersucht werden soll. Ein schöneres Ergebnis ist fast nicht vorstellbar. Dr. Heiden freut

sich vermutlich über Nachfragen/Anregungen/Kooperationsangebote.

JD Schipke  
Redaktion CAISSON

#### Hinweis

Wir machen unsere Leser auf einen Fragebogen auf der GTÜM-Homepage aufmerksam. Bitte verwenden Sie ihn, damit wir den Inhalt unserer Homepage weiter verbessern können.

## Zum Leserbrief von Rolf Börger (CAISSON Nr. 2, 2006)

Sehr geehrter Herr Prof. Schipke,

der Leserbrief des Kollegen Börger aus Köln hat mich nachdenklich gemacht. Auch ich fand immer, dass ein gewisses Übergewicht der HBO-Fraktion und der Marine-Fraktion in den Beiträgen des CAISSON bestand. Allerdings hat mich weniger die Werbung fürs Militär gestört, denn ich glaube, das in der Zielgruppe des CAISSON Werbung fürs Militär wenig bewirkt, aber an den meisten wissenschaftlichen Daten des Militärs war ich auch nur z.T. interessiert.

Die für mich viel wichtigeren Daten zur Tauchtauglichkeit und zum Tauchen mit Erkrankungen und Behinderungen könnten gerne noch ausführlicher im CAISSON dargestellt werden. Aber da muss ich mich auch an die eigene Brust schlagen.

Denn ich habe immer schon einmal vorgehabt, einige interessante Kasuistiken zusammenzustellen, z.B. von Tauchern mit traumatischem Pneumothorax, die problemlos später getaucht haben, oder auch von Tauchern mit Emphysembullae oder Lungenkavernen. Aber ich habe es nie gemacht. Deshalb darf ich mich nicht über mangelnde Artikel die mich interessieren beklagen. Vielleicht regt aber die Leserbriefdebatte ja den ein oder anderen Taucherarzt an, über interessante Fälle im CAISSON zu berichten. Davon könnten dann vielleicht auch die Militär- und die HBO-Fraktion profitieren.

Mit freundlichen Grüßen  
Ihr Norbert K. Mülleneisen

## Stellungnahme der GTÜM

Sehr geehrter Herr Kollege Mülleneisen,

haben Sie vielen Dank für Ihren Leserbrief. In Absprache mit Prof. Schipke und nach Rücksprache mit Ihnen erlaube ich mir, Ihnen im CAISSON zu antworten.

Als ehemaliger Taucherarzt am Schiffahrtsmedizinischen Institut der Marine möchte ich zunächst ein paar Worte zu den Begriffen "Militär"- und "Marine-Fraktion" loswerden. Ich kann Ihnen aus eigener Erfahrung (1986-94) und aus nach wie vor engen persönlichen Kontakten versichern, dass sich die meisten tauch- und überdruckmedizinisch aktiven Kollegen, deren Arbeitgeber der Bundesminister der Verteidigung ist, als integraler Bestandteil der GTÜM verstehen und immer so gesehen haben. Und zwar aus Interesse am gemeinsamen Thema Tauchmedizin.

Ohne das andauernde persönliche Engagement von Kollegen mit militärischem Dienstgrad wäre die GTÜM sicher noch lange nicht, wo sie heute steht. Hier eine Fraktion abgrenzen zu wollen verkennt, dass das Schiffahrtsmedizinische Institut der Marine, salopp gesagt, in Deutschland so etwas wie die Mutter der Tauchmedizin darstellt. Das ist in anderen Nationen mit ihren entsprechenden Einrichtungen übrigens nicht viel anders. Wenn sich die Gewichte inzwischen auch auf andere Institutionen und Gruppen verteilen, umso besser. Der Vorwurf eines Veröffentlichungs-Bias an die Adresse der CAISSON-Redaktion geht aber sicher am Thema vorbei. Das ehrliche Bemühen um Ausgewogenheit in der Darstellung der verschie-

denen Schwerpunkte der Tauch- und Hyperbarmedizin kann nur gelingen, wenn entsprechendes Material vorhanden ist.

In Ihrem Leserbrief schreiben Sie ja auch offen, was sicher auf viele Kollegen zutrifft. Ihre Quintessenz deckt sich mit einem Grundanliegen, das von allen bisherigen CAISSON-Redakteuren, von Dr. Seemann, Dr. van Laak und Prof. Schipke, immer wieder vorgebracht wurde: Sehr geehrte GTÜM-Mitglieder, bitte schicken Sie uns Beiträge zur Veröffentlichung!

Der CAISSON lebt von der aktiven Mitgestaltung durch die Mitglieder der GTÜM. Was Sie uns nicht schicken, können wir nicht drucken. Ich nehme Ihren Leserbrief daher sehr gern als Anlass für eine Unterstreichung dieses Aufrufs um Mitarbeit. Der Aufwand und die Hemmschwelle für einen Artikel im CAISSON sind doch gar nicht so groß. Es handelt sich schließlich um keine rein wissenschaftliche Fachzeitschrift, in der nur Originalia nach gestrengem Review-Verfahren angenommen werden, sondern immer noch um eine Mitgliederzeitschrift, in der wir auch gern interessante und diskussionswürdige Kasuistiken veröffentlichen.

Also schreiben Sie, liebe Mitglieder, und lassen Sie Ihre Kollegen teilhaben an Ihren Erfahrungen, bereichern Sie die Diskussion um Fragen zur Tauchtauglichkeit oder zu anderen interessanten Gebieten.

Mit freundlichen Grüßen  
Ihr Wilhelm Welslau  
für die GTÜM und den CAISSON



## Vorgestellt

### Wal- und Delfinschutz mit der WDCS

K Breusing

Die internationale Wal- und Delfin-Schutzgesellschaft (Whale and Dolphin Conservation Society: WDCS) setzt sich weltweit für den Schutz von Walen und Delfinen und ihren Lebensraum ein. Sie arbeitet politisch unabhängig und finanziert ihre Tätigkeit über Spenden und Stiftungsmittel. Die Gesellschaft hat Büros in fünf Ländern: Argentinien, Australien, Deutschland, Großbritannien und USA. (siehe auch Beitrag von K Breusing auf den Seiten 27-31)



Neben politischer Lobbyarbeit (Kampagnen) unterstützt die WDCS Feldforschung (Projekte) und tritt auf zahlreichen internationalen Konferenzen auf.

Zu den Projekten gehören z.B. die Delfintage in Griechenland. Hier wollen die Initiatoren bei der lokalen Bevölkerung das Bewusstsein für die Bedrohungen der heimischen Meeressäuger schärfen sowie die Bedeutung von strengen Schutzmaßnahmen für die Tiere deutlich machen. In Bangladesh wurde eine Bestandserhebung über den Ganges-Delfin erfolgreich durchgeführt (Abb. 1). Noch vor Kurzem existierten kaum und wenn nur fragmentarische Berichte über die Existenz des Susu (*Platanista gangetica*) im südlichen Bangladesh.

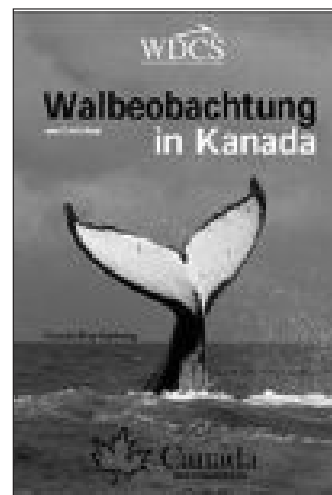


**Abb. 1:** Ganges-Flussdelfin im Arm des Wissenschaftlers  
Copyright WDCS

In den letzten vier Jahren hat die WDCS versucht, Grönland für seine Dezimierung von Narwalen zur Rechenschaft zu ziehen. Die Angelegenheit wurde CITES, dem Washingtoner Artenschutzabkommen, vorgelegt, das den Handel mit bedrohten Arten regelt. Im letzten Jahr wurde der Narwal endlich in die Liste der Evaluierungen aufgenommen – ein Vorgang, der den Einfluss des internationalen Handels auf die Art prüfen soll.

Seit Anfang der 1990er Jahre hat die WDCS auf allen Kontinenten etwa 200 Projekte durchgeführt, finanziert und organisiert. Strengere Schutzmaßnahmen und die Verhinderung der direkten Tötung von Walen und Delfinen sind unter anderem das Ziel.

Begegnungen mit Walen und Delfinen zählen zu den



**Abb. 2:** Die WDCS fördert Whale Watching unter der Bedingung, dass die Wale nur minimal gestört und nicht drangsaliert oder verletzt werden

beeindruckendsten und berührendsten Momenten im Leben eines jeden Meeresfreundes. Es gibt zahlreiche Plätze, an welchen Wale beobachtet werden können. Ein WDCS-Ratgeber zeigt einige der besten kanadischen Plätze (vom Land und vom Boot; Abb. 2). Es finden sich auch spannende Tipps für Walbeobachtungstouren sowie Allgemeines über die etwa 36 Wal- und Delfinarten in den drei Meeren Kanadas.

#### **Anschrift des Autors:**

Dr. K. Breusing  
WDCS, Altostraße 43  
81245 München  
T. +49 (0)89 6100 2393  
E-Mail: kontakt@wdcs.org  
www.wdcs-de.org

## Aufgelesen

### Das HBO-Tier

L Küppers-Tiedt

HBO-Tiere sind extrem scheue Lebewesen. Nur wenige Menschen haben ein solches Tier jemals zu Gesicht bekommen. Die Inzidenz steigt aber - interessanterweise - mit dem Druck in der Kammer.

Über die Lebensweise des HBO-Tieres ist wenig bekannt. Die umfangreichsten Untersuchungen auf diesem Gebiet wurden von Haux et al. (2002) durchgeführt. Dennoch konnten bislang nur einige Aspekte ausreichend geklärt werden, zu denen die Ernährung gehört. Eine weithin akzeptierte Hypothese geht von einer Art 'Photosynthese' unter erhöhtem  $pO_2$  aus. Dafür spricht, dass HBO-Tiere nur unter erhöhtem Umgebungsdruck (und damit erhöhtem  $pO_2$ ) gesichtet wurden. Vermutlich ist der Stoffwechsel unter normobarer Raumluft extrem reduziert, und die Tiere verharren in einer Art Kammerschlaf.

Die Literatur liefert keinerlei Hinweise darauf, dass sich HBO-Tiere von organischem Material ernähren. Bisher wurden niemals 'Freißpuren' an der Innenausstattung der HBO-Kammern festgestellt. Auch nach langem Verschluss einer Kammer wurden die HBO-Tiere noch gesichtet; sie waren also nicht 'verhungert'. Ein wichtiger Hinweis auf die anorganische Sauerstoffernährung ist die wiederholte Beobachtung, dass die Aktivität der HBO-Tiere mit zunehmendem Sauerstoffanteil zunimmt (s. Beschreibungen aus der Mailänder Kammer, in welcher die Sauerstoffanzeige defekt war: hier traten bislang die meisten HBO-Tiere auf).

Es gilt als gesichert, dass HBO-Tiere wasserscheu sind, da sie von Tauchern (unter gleichen Überdruckbedingungen) bisher niemals gesichtet wurden. Offensichtlich fliehen die Tiere auch vor der Flutung (zur Prüfung) aus der Kammer, denn noch nie sind ertrunkene HBO-Tiere nach der Prüfung gefunden wurden.

Da sich die HBO-Tiere häufig nur für Sekunden zeigen, liegen über ihr Aussehen nur individuelle Beschreibungen vor. Außerdem konnte bisher keine einziges Tier gefangen werden. Einheitlich sind interessanterweise die Aussagen über die Farbe. Sie wird stets als 'hell' (weiß bis gelblich) beschrieben. Die Augen scheinen das auffälligste Merkmal der HBO-Tiere zu sein: sie sind dunkel und haben die Form von Katzenaugen. Die Größe der Tiere wird zumeist mit 20-30 cm angegeben. Aber auch ein wesentlich kleineres HBO-Tier (5-10 cm) wird beschrieben. Ob es sich dabei um ein Jungtier handelte, konnte leider nicht geklärt werden (s. dazu Diskussionsbeiträge im CAISSON, 1997).

Insgesamt scheinen HBO-Tiere Frettchen ähnlich zu sehen, wobei aber die Kopfform stets als drei-

eckig mit deutlich prominenten Augenwülsten beschrieben wurde. Eine häufig geäußerte Kritik besteht in der fehlenden Klassifizierbarkeit der Spezies. Möglicherweise, so wird angemerkt, handelt es sich sogar um unterschiedliche Tierarten. Dagegen spricht allerdings die stets gleichförmige Beschreibung der HBO-Tiere. Eine Verwechslung mit Kleinnagern wird hier nochmals nachdrücklich zurückgewiesen.

Über das tägliche Leben und Verhalten der HBO-Tiere ist fast nichts bekannt. Es muss dabei bedacht werden, dass es in der gesamten Literatur nur 31 Beschreibungen von HBO-Tieren gibt. Die längste Beobachtungszeit beträgt etwa eine Minute. Meistens zeigen sich die Tiere jedoch nur für wenige Sekunden. Nur Präger et al. (1999) berichten bislang von einer Mehrfachsichtung eines HBO-Tieres durch eine Person. Ganz überwiegend werden HBO-Tiere beim ersten oder zweiten Aufenthalt in einer HBO-Kammer gesehen. Ob daraus abgeleitet werden kann, dass HBO-Tiere neugierig und an Veränderungen ihrer Umgebung interessiert sind, oder ob es sich bei dieser Beobachtung um Revierverhalten handelt, wird intensiv diskutiert. Noch weniger ist über die Fortpflanzung der HBO-Tiere bekannt. Tiergruppen (und auch Jungtiere, s.o.) wurden bislang nicht sicher beobachtet. Auch wenn nach Sichtung eines HBO-Tieres die Kammern gründlich durchsucht wurden, ergaben sich niemals Hinweise auf bevorzugte Paarungsorte oder Nester.



**Abb. 1:** Auch die Existenz der Wolpertinger wird häufig in Frage gestellt

Die Ausführungen legen nahe, dass noch ein hoher Bedarf und viel Potential für weitere Forschungstätigkeit besteht. Es werden also alle, die mit HBO-Kammern zu tun haben, gebeten, durch genaue Beobachtungen weitere Informationen über diese seltene Tierart zu sammeln. Zunächst geht es darum, die Existenz dieser faszinierenden Tiere zu bestätigen: HBO-Tiere sollen nicht das Schicksal der Wolpertinger (Abb. 1), des Rasselbocks, des Raurapps oder des Dilldapps erleiden.

#### **Anschrift der Autorin**

Lea Küppers-Tiedt  
Klinik und Poliklinik für Neurologie  
Universität Leipzig  
Liebigstr. 22a, 04103 Leipzig



## Umfang der Haftung eines zufällig am Unfallort anwesenden Arztes

JD Schipke

Am OLG München wurde über den Umfang der Haftung eines zufällig am Unfallort anwesenden Arztes verhandelt. (s. auch Neue Juristische Wochenschrift, 2006, 26)

Zum Sachverhalt. Das am 3. 5. 1999 geborene Mädchen M fordert von G Schmerzensgeld und Feststellung der Schadensersatzpflicht wegen behaupteter fehlerhafter Behandlung nach einem Ertrinkungsunfall. Am 24. 3. 2001 gegen 11.30 Uhr hielt sich die damals knapp zweijährige M im Anwesen ihrer Eltern auf und spielte im gemeinsamen Hofraum des elterlichen Hauses und des Nachbaranwesens der Familie F. Der nicht eingezäunte Hofraum liegt circa 50 m vom Ufer des Chiemsees entfernt am oberen Ende einer leicht abschüssigen Wiese.

Der See hatte an diesem Tag einen erhöhten Wasserspiegel, so dass ein Teil der Wiese unter Wasser stand. Die Wassertemperatur betrug 8 °C.

Gegen 11.50 Uhr bemerkte die Mutter von M, dass M verschwunden war. Gemeinsam machten sich Mutter und Großtante von M auf die Suche nach dem Kind. Um circa 12 Uhr fand die Großtante M bewusstlos etwa 3 m vom Ufer entfernt mit dem Gesicht unter Wasser im Chiemsee treiben. Sie holte M aus dem Wasser und rief um Hilfe. Der Beklagte G, ein niedergelassener Gynäkologe, der sich zufällig in der Nähe bei seinem Boot aufhielt, bemerkte die Hilferufe und eilte hinzu. Er gab sich als Arzt zu erkennen und untersuchte M. Er hielt deren Kopf schräg nach unten und strich den Oberkörper von unten nach oben aus, woraufhin Wasser aus dem Mund und orangefarbener Schaum aus der Nase von M herauslief. G entfernte Schaum aus der Nase des Kindes, fühlte mehrfach den Puls und die Temperatur und schaute in die Pupillen, die weit und starr waren. M war stark unterkühlt und atmete nicht, hatte keinen tastbaren Puls mehr und fühlte sich an „wie eine kalte Wachspuppe“. Auf Grund des Zustandes von M glaubte G, dass M tot sei. Er teilte dies den anwesenden Angehörigen und Nachbarn mit und unternahm keine weitere Reanimation. M wurde daraufhin von ihrer Mutter ins Haus getragen. Um 12.10 Uhr trafen von Nachbarn um 12.02 Uhr alarmierte Mitarbeiter der Wasserwacht ein. Sie führten Wiederbelebungsversuche durch, ohne dass M das Bewusstsein wiedererlangte, oder das Herz wieder zu schlagen begann. Erst dem Notarzt, der gegen 12.16 Uhr vor Ort eintraf, gelang es durch Gabe von Suprenin, eine Herzaktion bei M auszulösen. Anschließend wurde die intubierte und beatmete, komatöse M mit dem Hubschrauber in das Kreis Krankenhaus T. gebracht. Die im Krankenhaus gemessene Körpertemperatur von M betrug 28,8 °C.

Etwa 14 Tage nach dem Vorfall erwachte M nach intensivmedizinischer Versorgung aus dem Koma. Infolge des Sauerstoffmangels hat M einen hypoxischen Hirnschaden erlitten. Sie ist bis heute stark behindert und pflegebedürftig, leidet insbesondere an einer schweren Tetraspastik, an Schmerzzuständen und Sehstörungen. Ein gegen G eingeleitetes Ermittlungsverfahren wegen unterlassener Hilfeleistung wurde von der Staats-Anwaltschaft T. mit Beschluss vom 12. 12. 2001 nach § 170 II StPO eingestellt. Das Landgericht hat nach Einholung fachärztlicher Gutachten des Sachverständigen Prof. P. und Verwertung der im staatsanwaltschaftlichen Ermittlungsverfahren erhobenen Zeugenaussagen und polizeilichen Ermittlungen die Klage abgewiesen. Die Berufung von M hatte keinen Erfolg. Es folgt die Begründung. Herangezogen wurde das BGB §§ 611, 662, 680

1. In einem Notfall lässt der bloße Hinweis eines zufällig anwesenden Arztes auf seinen Beruf nicht den Rückschluss zu, dieser wolle einen Behandlungsvertrag mit dem Unfallopfer bzw. dessen gesetzlichen Vertretern abschließen. Die Übernahme der Hilfeleistung im Einvernehmen mit den Angehörigen des Unfallopfers durch den Arzt erfolgt vielmehr auf Grund eines unentgeltlichen Auftrags.

2. Es mag noch zumutbar und gerechtfertigt sein, einen zufällig am Unglücksort anwesenden Arzt bezüglich der Anforderungen an den objektiven Sorgfaltsmaßstab an denjenigen Kenntnissen und Fähigkeiten zu messen, über die er berufsbedingt verfügen muss, zumal wenn er zu erkennen gibt, dass er Arzt ist und damit die Anwesenden auf seine Qualifikation vertrauen. Weitergehende Haftungsverschärfungen aus dem Beruf des Helfers abzuleiten, erscheinen jedoch nicht sachgerecht, selbst wenn dieser von sich aus oder auf Nachfrage offenbart, dass er Arzt ist.

3. Liegt kein Behandlungsverhältnis vor, sondern leistet ein zufällig am Unfallort anwesender Arzt entsprechend der gesetzlichen Pflicht die Hilfe, die jeder Dritte auch zu erbringen hätte, würde die Anwendung der im Arzthaftungsrecht entwickelten Beweislastgrundsätze zu einer sachlich nicht gerechtfertigten und für einen Arzt unvermeidbaren Haftungsverschärfung in Notfällen führen.

4. Nicht alle in der universitären Ausbildung vermittelten Kenntnisse zählen zu den fundamentalen Grundlagen, deren Außerachtlassen für einen Arzt schlechterdings unverständlich ist. (Leitsätze der Redaktion)

OLG München, Urteil vom 6. 4. 2006 - 1 U 4142/05 (nicht rechtskräftig)

## David Blaine - Zauberer und Illusionist

JD Schipke

Dem Zauberer und Illusionisten David Blaine (Abb. 1) gelingt es seit Jahren, die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen. Im November 2000 sperrte er sich auf dem Times Square für 58 h in einen 6 t schweren Eisblock. Im Jahre 2003 landete er im Krankenhaus, nachdem er 44 Tage lang in einer Box über der Themse gegangen und während dieser Zeit nur Wasser getrunken hatte.



**Abb. 1:** Der New Yorker Zauberer und Illusionist David Blaine ist 33 Jahre alt

Anfang Mai 2006 bestieg er in New Yorks Lincoln Center für eine Woche eine Salzwasser-gefüllte Plexiglaskugel (2,5 m Durchmesser). Während dieser Zeit atmete er über einen Atemregler.

Er trug wahlweise eine Maske oder auch einen Taucherhelm, so dass er ab und zu mit Passanten plaudern konnte (Abb. 2).



**Abb. 2:** Die Plexiglaskugel hat einen Durchmesser von 2,4 m und fasst 7500 l Wasser. Die Versorgung mit Luft und flüssiger Nahrung erfolgte über Schläuche

Blaine hatte sich gut vorbereitet. Er trug Schuhe, die am Boden hafteten, so dass er nicht pausenlos schwimmen musste. Damit auch nach 7 Tagen das Wasser noch sauber war, hatte er Tage vor dem 'lebendigen Ertrinken' keine feste Nahrung zu sich genommen. Ein Katheter sorgte dafür, dass auch die über einen Schlauch angelieferte Flüssignahrung nicht zu Kontaminationen führte. Ob die Entleerung in die lange Hose erfolgte, ist ungewiss. Studien über den Einfluss von siebentägigen Tauchgängen auf die Gesundheit liegen leider nicht vor. Dieser Fallbericht spricht jedoch gegen einen akuten therapeutischen Nutzen (Abb. 3) Vor dem Verlassen des menschlichen Aquariums war noch ein Spektakulum angesagt: es galt, den Apnoe-Weltrekord von knapp 9 min zu brechen. Leider musste Blaine bereits nach 7 min und 8 s abbrechen. Er wurde bewusstlos und begann zu krampfen. Jetzt fragt man sich natürlich, unter welchen Bedingungen und an welchem Ort im nächsten Jahr der zweite Durchgang stattfindet.



**Abb. 3:** Blaines Hand am Ende des siebentägigen Dauertests im Salzwasser. Rechts die Hand eines Normalbürgers



## Veranstungshinweis

### GTÜM- Workshop 14./15. Oktober 2006 in Halle/S.

#### Hyperbare Oxygenation bei neuronaler Schädigung und bei Indikationen in der Hals-Nasen-Ohren Heilkunde

**Teil 1 Samstag, den 14.10.2006, 9.00 Uhr - 16.00 Uhr**

**Stellenwert der hyperbaren Sauerstofftherapie bei neuronaler Schädigung**

**1. HBO zur Minimierung eines Sekundärschadens nach SHT, 9.30 Uhr - 12.00 Uhr**

Zerebrovaskuläre Autoregulation, zerebraler Energiemetabolismus unter normo- und hyperbarer Oxygenation bei neuronaler Schädigung - Eine Tierexperimentelle Studie.

(L. Köthe, C. Krüger, R. Wenkel, A. Scharf, T. Clausen, C. Holz, D. Henze) Halle

Der Einfluss von hyperbarer Hyperoxie auf Parameter des Hirnstoffwechsels am nicht vorgeschädigten Hirn

(T. Clausen, L. Köthe, C. Krüger, R. Wenkel, A. Scharf, C. Holz, D. Henze) Halle

Der Einfluss hyperbarer Hyperoxie auf Parameter des zerebralen Metabolismus nach intrakranieller Raumforderung

(D. Henze, L. Köthe, C. Krüger, R. Wenkel, A. Scharf, C. Holz, T. Clausen) Halle

Untersuchungen von Hirnmitochondrien nach erhöhtem Hirndruck mit und ohne hyperbarer Oxygenation

(F. Gellerich, D. Henze, C. Holz, L. Köthe, C. Krüger, R. Wenkel, A. Scharf, T. Clausen, Z. Li) Magdeburg

Das schwere diffuse Schädelhirntrauma unter hyperbarer Oxygenierung - Vorstellung eines neuen tierexperimentellen Projektes

(C. Greiner, I. Balakhadze, S. Richter, B. Fischer, J. Wölfer, H. Wassmann) Münster

**2. HBO bei zerebraler Ischämie, 13.00 Uhr - 14.00 Uhr**

HBO bei zerebraler Ischämie - Untersuchung an in vitro- und in vivo Modellen

(A. Günther, L. Küppers-Tiedt, D. Schneider) Leipzig

Dosierung der hyperbaren Oxygenierung bei zerebralen ischämischen Läsionen

(H. Wassmann, B. Fischer, E.J. Speckmann, J. Wölfer, C. Greiner) Münster

**3. HBO bei zerebralen Vasospasmus nach SAB, 14.00 - 15.00 Uhr**

Hyperbare Oxygenation bei zerebralen Vasospasmen - eine therapeutische Option?

(L. Steudel, T. Clausen) Halle

Endothelinmetabolismus unter hyperbarer Hyperoxie

(D. Henze, C. Krüger) Halle

**4. Freie Themen, Beginn 15.00 Uhr**

Auswirkungen der hyperbaren Oxygenierung auf Migration und Vitalität von humanen Glioblastomzellen

(B. Fischer, V. Senner) Münster

**Teil 2 Sonntag, den 15.10.2006, 9.00 Uhr - ca. 14.00 Uhr  
Hyperbare Oxygenation bei HNO-Erkrankungen**

Behandlung schwerwiegender Infektionen im Kopf-Halsbereich durch HBO  
(M. Tisch, H. Maier) Ulm, Fallvorstellungen (HNO-Klinik Halle)

Der Stellenwert der HBO-Therapie in der Verbrennungschirurgie

Einsatz der HBO-Therapie bei Transplantaten und Implantaten in problematischer Umgebung  
(E. Röpke) Halle

HBO in der Radio-Onkologie (Th. Kuhnt) Halle

Der Stellenwert der HBO-Therapie in der chirurgischen Rehabilitation von radiogenen Defekten  
(F. Riedel) Mannheim

Indikationen zur Behandlung von Innenohrerkrankungen durch HBO

Erkrankungen des HNO-Bereiches durch den Tauchsport  
(Ch. Klingmann) Heidelberg

**Tagungsbüro:**

Lutz Gevatter, Universitätsklinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin Halle  
Tel: 0345-557430, Fax: 0345-5574352, e-mail: hbo@medizin.uni-halle.de

**Anmeldung**

**(per Fax an Tagungsbüro: Lutz Gevatter, Fax: 0345-557 4352)**

zum GTÜM-Workshop 'Hyperbare Oxygenation bei neuronaler Schädigung und bei Indikationen in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde' 14.10.-15.10.2006 in Halle/S.  
Hiermit melde ich mich verbindlich zu oben genannten Workshop an.

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Wohnanschrift: \_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_ E-Mail: \_\_\_\_\_

Die Teilnahmegebühr, inklusive Pausenversorgung, beträgt 60,00 Euro. Tageskarte 40,00 Euro.  
Bitte überweisen Sie diese bis zum 1. 10. 2006 auf das Konto der GTÜM e.V.:

Taunus-Sparkasse Eschborn • BLZ 512 500 00 • Konto 413 980 60  
IBAN-Nr: DE07 5125 0000 0041 3980 60 • BIC HELADEF1TSK  
Verwendungszweck: GTÜM-WS Halle

Bitte buchen Sie für mich \_\_\_ Einzel/Doppelzimmer in der Zeit vom \_\_\_\_\_ zum \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Im Kempinski-Hotel 'Rotes Ross' • Einzelzimmer à 69,00 Euro, Doppelzimmer à 86,00 Euro  
\_\_\_\_\_ Im Dorint-Hotel 'Charlottenhof' • Einzelzimmer à 66,00 Euro, Doppelzimmer à 86,00 Euro  
Preise pro Nacht inklusive reichhaltiges Frühstücksbuffet.

Buchungsende zum Vorzugspreis ist der 15.09.2006.

Datum: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_



## Kurse

Wichtiger Hinweis in eigener Sache:

Wenn auch Sie Ihre Institution und Seminare oder Kurse im CAISSON aufgeführt wissen wollen, senden Sie bitte Ihre Daten gemäß den „Hinweisen für Autoren“ und nach dem u. a. Muster an die Redaktion – bitte auf Datenträger oder via E-Mail: [caisson@gtuem.org](mailto:caisson@gtuem.org). Wir können leider anderweitig eingereichte Daten nicht berücksichtigen und bitten in eigenem Interesse um Verständnis. Daten, die die Homepage der GTÜM ([www.gtuem.org](http://www.gtuem.org)) betreffen, senden Sie bitte an: [c.klingmann@gtuem.org](mailto:c.klingmann@gtuem.org)

Die Redaktion CAISSON

### Baromed Consulting Schwanewede/Bremen

**Kontakt: Baromed Consulting**  
**An der Waldschmiede 22**  
**D-28790 Schwanewede**  
**Tel.: 0421 / 666316**  
**Fax: 0421 / 666372**  
**[dpeusch@t-online.de](mailto:dpeusch@t-online.de)**

Thema: Tauchmedizin Kurs I  
 Datum: 6.10. bis 08.10.2006  
 Ort: Schwanewede bei Bremen  
 Thema: Refresher-Kurs GTÜM  
 Termin: 07.10. bis 08.10.2006  
 Ort: Schwanewede bei Bremen

Thema: Tauchmedizin Kurs II  
 Termin: 24.-26.11.2006 und  
 09.-11.02.2007  
 Ort: Schwanewede bei Bremen

Thema: Workshop für Tauchmedizin  
 Termin: 26.02. bis 05.03.2007  
 Ort: El Qeseir / Ägypten

Thema: Tauchmedizin Kurs I  
 Termin: 16.03. bis 18.03.2007  
 Ort: Schwanewede bei Bremen

Thema: Refresher-Kurs GTÜM  
 Termin: 17.03. bis 18.03.2007  
 Ort: Schwanewede bei Bremen

### HBO – Zentrum Mittelhessen

**Kontakt: Institut für Tauch- und**  
**Überdruckmedizin**  
**Dr. med. Wolfgang Hühn**  
**Frankfurter Str. 90**  
**D-35578 Wetzlar**  
**Tel.: 06441 / 97 240**  
**Fax: 06441 / 97 242**  
**Tel.: 06441 / 7 44 56**  
**[hbo-zentrum-mittelhessen@t-online.de](mailto:hbo-zentrum-mittelhessen@t-online.de)**

Thema: Taucherarztlehrgang nach GTÜM  
 "Medical Examiner of Divers"  
 Termin: 04. bis 05.11. und 11.11. bis 12.11.2006  
 oder 03.02. bis 04.02. und 11. bis 12.02.2007  
 Ort: HBO-Zentrum Mittelhessen, Wetzlar

### Baromedizin Aachen

**Kontakt: Baromedizin Tauchmedizinische**  
**Fortbildungen von konkret - Institut**  
**für Fort- und Weiterbildung**  
**Horbacher Str. 73**  
**D-52072 Aachen**  
**Tel.: 0241 / 900 7920**  
**Fax: 0241 / 900 7924**  
**E-Mail: [info@baromedizin.de](mailto:info@baromedizin.de)**  
**<http://baromedizin.de>**

Thema: Taucherarzt (diving medicine physician)  
 Datum: 16.09. bis 22.09.2006  
 Ort: Südnorwegen

Das jeweils aktuelle Angebot der uns gemeldeten Kurse gemäß  
 GTÜM-Richtlinien finden Sie im Internet auf  
 unserer Homepage [www.gtuem.org](http://www.gtuem.org) unter "Termine" / "Kurse".

**Druckkammerzentrum Murnau**

**Kontakt:** BG-Unfallklinik Murnau  
Sekretariat Dr. Kemmer  
Postfach 1431  
D-82418 Murnau  
Tel.: 08841 / 48 2709  
Fax: 08841 / 48 2266  
erhard@bgu-murnau.de

Thema: Kurs für klinische Hyperbarmedizin  
(GTÜM Kurs III)

Termin: 08.12. bis 17.12.2006

Ort: BG Unfallklinik Murnau

**Kontakt:** (nur für nachfolgenden Kurse  
"Tauchmedizin" und "Refresher")  
Dr. Wilhelm Welslau  
Seeböckgasse 17/2  
A-1160 Wien  
Tel. +43 / 699 / 18442390  
Fax +43 / 1 / 9442390  
taucherarzt@gmx.at  
www.taucherarzt.at/kurs1.html  
www.taucherarzt.at/kurs2.html  
www.taucherarzt.at/refresher.html

Thema: Tauchmedizin (GTÜM-Kurs I)

Termin: 20.10. bis 22.10.2006

Ort: BG Unfallklinik Murnau

Thema: Tauchmedizin (GTÜM-Kurs I)

Termin: 23.03. bis 25.03.2007

Ort: BG Unfallklinik Murnau

Thema: Tauchmedizin (GTÜM-Kurs I)

Termin: 17.09. bis 19.09.2007

Ort: Sharm el-Sheikh, Egypt

Thema: Tauchmedizin (GTÜM-Kurs II)

Termin: 17.11. bis 22.11.2006

Ort: BG Unfallklinik Murnau

Thema: Tauchmedizin (GTÜM-Kurs II)

Termin: 20.04. bis 25.04.2007

Ort: BG Unfallklinik Murnau

Thema: Refresher-Kurs (16 UE) für  
GTÜM-Diplome I und II

Termin: 21.10. bis 22.10.2006

Ort: BG Unfallklinik Murnau

Thema: Refresher-Kurs (16 UE) für  
GTÜM-Diplome I und II

Termin: 18.11. bis 19.11.2006

Ort: BG Unfallklinik Murnau

Thema: Refresher-Kurs (16 UE) für  
GTÜM-Diplome I und II

Termin: 24.03. bis 25.03.2007

Ort: BG Unfallklinik Murnau

Thema: Refresher-Kurs (16 UE) für  
GTÜM-Diplome I und II

Termin: 21.04. bis 22.04.2007

Ort: BG Unfallklinik Murnau

Thema: Refresher-Kurs (16 UE) für  
GTÜM-Diplome I und II

Termin: 18.09. bis 19.09.2007

Ort: Sharm el-Sheikh, Egypt

**Institut für Überdruck-Medizin Regensburg**

**Kontakt:** Institut für Überdruck-Medizin  
Gewerbepark A 45  
D-93059 Regensburg  
Tel.: 0941 / 46614-0  
Fax: 0941 / 46614-22  
info@HBO-Regensburg.de  
www.HBO-Regensburg.de

Thema: GTÜM-Kurs I - Diplom:  
Tauchtauglichkeits-Untersuchungen

Datum: 06.10 bis 08.10.2006

Ort: Regensburg

Thema: Refresher-Kurs (16 UE) für  
GTÜM-Diplome I und II

Datum: 07.10 bis 08.10.2006

Ort: Regensburg

Thema: GTÜM-Kurs II - Diplom:  
Taucherarzt/ärztin

Datum: 09.10 bis 14.10.2006

Ort: Regensburg

**A- 1010 Wien****Ärztchamber für Wien****Sportärztereferat**

Kontakt: Dr. Ulrike Preiml

Krottenbachstr. 267/1/11

A-1190 Wien

Tel. + 43 676 - 309 24 80

Fax: + 43 1 440 34 71

ulrike.preiml@meduniwien.ac.at

www.sportmed-preiml.com/seminare.html

Thema: Refresher-Kurs (16 UE) für  
GTÜM und ÖGTH Diplome I und II

Termin: 2.11 bis 9. 11. 2006

Ort: Tauchschiff Golden Dolphin,  
Nordtour ab Hurghada

**Hinweis**

Die aktuelle Druckkammerliste befindet sich auf der GTÜM-Homepage [www.gtuem.org](http://www.gtuem.org)  
Eine gedruckte Version erscheint wieder in Nr. 1/2007



## ANSCHRIFTENLISTE GTÜM - Stand Juni 2006

### Vorstand

#### Präsident

Dr. med. Wilhelm Welslau  
Arbeitsmediziner  
Seeböckgasse 17  
A-1160 Wien  
Tel.: +43 (699) 1844 - 2390  
Fax: +43 (1) 944 - 2390  
w.welslau@gtuem.org

#### Vize-Präsident

Dr. med. Jochen Freier  
Anästhesist  
Reifenberger Str. 6  
D - 65719 Hofheim/Ts.  
Tel.: 06192 - 50 62  
Fax: 06192 - 50 63  
j.freier@gtuem.org

#### Sekretär

Dr. med. Peter HJ Müller  
Anästhesist  
Postfach 1225  
D-76753 Bellheim  
Tel.: 07272 -74 161  
Fax: 07272 - 77 45 11  
p.mueller@gtuem.org

#### Schatzmeister

Dr. med. Karin Endermann  
Anästhesistin  
BG - Unfallklinik Murnau  
Prof. Küntscherstr. 8  
D-82418 Murnau  
Tel.: 08841 - 48 27 09  
Fax: 08841 - 48 21 66  
k.endermann@gtuem.org

#### Past-Präsident

Dr. med. Armin Kemmer  
Anästhesist  
BG - Unfallklinik Murnau  
Prof. Küntscherstr. 8  
D-82418 Murnau  
Tel.: 08841 - 48 21 67  
Fax: 08841 - 48 21 66  
a.kemmer@gtuem.org

#### Vorsitzender des VDD e.V.

Dr. med. Christian Heiden  
HNO-Arzt  
Druckkammerzentrum Traunstein  
Cuno-Niggel-Str. 3  
D-83278 Traunstein  
Tel.: 0861 - 15967  
Fax: 0861 - 15889  
heiden@t-online.de

### Beisitzer

PD Dr. med. Ulrich Carl  
Chefarzt Strahlentherapie  
Diakoniekrankenhaus  
D - 27342 Rotenburg/W.  
Tel.: 04261 - 772 741  
Fax: 04261 - 772 148  
u.carl@gtuem.org

Dr. med. Christoph Klingmann  
HNO-Arzt  
Universitäts-HNO-Klinik  
Im Neuenheimer Feld 400  
D - 69120 Heidelberg  
Tel.: 06221 - 56 67 05  
Fax: 06221 - 56 33 811  
c.klingmann@gtuem.org

Dr. med. Hendrik Liedtke  
Anästhesist  
Universitätsklinik für Anästhesiologie  
Martin-Luther-Universität  
Ernst-Gruber-Str. 40  
D - 06120 Halle  
Tel.: 0345 - 55 70  
h.liedtke@gtuem.org

Dr. med. Claus-Martin Muth  
Anästhesist  
Universitätsklinik f. Anästhesiologie  
Parkstrasse 11  
D-89073 Ulm  
Tel.: 0731 - 500 25 140  
Fax: 0731 - 500 25 143  
c.muth@gtuem.org

Dr. med. Ullrich Siekmann  
Anästhesist  
HBO – Zentrum Euregio Aachen  
Pfalzgrafenstraße 79  
D-52072 Aachen  
Tel.: 0241 - 800 Funk 6320  
Fax : 0241 - 172652  
u.siekmann@gtuem.org

Dr. med. Volker Warninghoff  
Anästhesist - Abteilungsleiter  
Tauch- und Überdruckmedizin  
Schiffahrtsmed. Institut der Marine  
Kopperpähler Allee 120  
D - 24119 Kronshagen  
Tel.: 0431 - 54 09-0  
v.warninghoff@gtuem.org

### Ausschüsse

#### Qualitätssicherung

PD Dr. med. Jochen Hansen  
Chefarzt Anästhesie und Intensivmed.  
Friedrich-Ebert-Krankenhaus  
Friesenstraße 11  
D-24534 Neumünster  
Tel.: 04321 - 40 52 04 0  
Fax: 04321 - 40 52 04 9  
j.hansen@gtuem.org

#### Tauchtauglichkeit

PD Dr. med. Kay Tetzlaff  
Internist / Pneumologe  
Univ. Tübingen, Abt. Sportmedizin  
Silcherstr. 5  
D-72076 Tübingen  
Tel.: 07351 - 54 24 07  
Fax: 07351 - 54 47 35  
k.tetzlaff@gtuem.org

#### Weiterbildung

Dr. med. Hendrik Liedtke (s.o.)

#### Hyperbare Sauerstofftherapie

**Dr. med. Peter HJ Müller (s.o.)**

#### Tauchmedizin

Dr. med. Claus-Martin Muth (s.o.)

#### Technik

Dr. med. Volker Warninghoff (s.o.)

#### Webmaster

Dr. med. Christoph Klingmann (s.o.)

#### Geschäftsstelle der GTÜM

Frau Gabriele Erhard  
BG - Unfallklinik Murnau  
Prof. Küntscherstr. 8  
D-82418 Murnau  
Tel.: 08841 - 48 21 67  
Fax: 08841 - 48 21 66  
gtuem@gtuem.org  
www.gtuem.org

#### Redaktion CAISSON

Prof. Dr. Jochen D. Schipke  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Exp. Chirurgie, Gebäude 14.81  
Moorenstr. 5  
D-40225 Düsseldorf  
Tel.: 0211 - 81 19949  
Fax: 0211 - 81 16996  
caisson@gtuem.org  
j.schipke@gtuem.org

## Hinweise für Autoren

**Einsendeschluss** ist jeweils der 15. Tag im ersten Monats des Quartals, das heißt:

- 15. Januar des Jahres für Heft 1
- 15. April des Jahres für Heft 2
- 15. Juli des Jahres für Heft 3
- 15. Oktober des Jahres für Heft 4

Es können nur solche Arbeiten und Zuschriften veröffentlicht werden, die per E-mail, CD oder 3,5 Zoll Disketten 1,44 MB bei der Redaktion eingehen. Zusätzlich zum Datenmedium muss eine gedruckte Ausgabe des Dokuments eingereicht werden.

Bitte beachten Sie bei der Erstellung von Dokumenten die folgenden Hinweise:

**Medium:**

E-Mail: [caisson@gtuem.org](mailto:caisson@gtuem.org)  
CD und DVD

**Datenformat:**

Microsoft Word (ab Version 2.0)  
Schrift: Arial  
Schriftgröße: 10  
Zeilenabstand: automatisch  
Absatzformat: Blocksatz  
Silbentrennung: keine  
Literaturverzeichnis: Nummerieren

**Bildformate:**

JPEG, TIF, BMP als einzelne Dateien, s/w oder farbig mit mind. 300 dpi gescannt.

Eingereichte Fotos sind auf der Rückseite zu kennzeichnen. Am Ende des Textes ist die die Legende zu den Fotos anzugeben. Sollten die Fotos an einer bestimmten Stelle im Text eingesetzt werden, so ist darauf hinzuweisen und die entsprechende Stelle zusätzlich im Text zu kennzeichnen.

Die Autoren werden gebeten, nach Möglichkeit Artikel aus früheren CAISSON-Heften zu zitieren. Unaufgefordert eingesandte Manuskripte werden auch bei Nichtveröffentlichung nicht zurückgeschickt.

## CAISSON

Organ der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V.  
ISSN 0933-3991

### Redaktion

Prof. Dr. Jochen D. Schipke  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Experimentelle Chirurgie/Geb. 14.81  
Moorenstraße 5  
D - 40225 Düsseldorf  
Tel.: 0211 - 81-19949  
Fax: 0211 - 81-16996  
[caisson@gtuem.org](mailto:caisson@gtuem.org) • [j.schipke@gtuem.org](mailto:j.schipke@gtuem.org)

### Herausgeber

Vorstand der GTÜM  
Dr. med. Wilhelm Welslau  
Seeböckgasse 17  
A - 1160 Wien  
Tel.: +43 (699) 1844 - 2390  
Fax: +43 (1) 944 - 2390  
[w.welslau@gtuem.org](mailto:w.welslau@gtuem.org)  
[www.gtuem.org](http://www.gtuem.org)

CAISSON erscheint viermal jährlich, etwa zur Mitte der Monate März, Juni, September und Dezember. Redaktionsschluss ist der 15. des Vormonats.

Druck und Versand bei Druckerei Schick • Satz: Annette Himmelstoß, München; Edith Brandolisio, Düsseldorf

Auflage 1000; Der Bezugspreis ist im Mitgliedsbeitrag enthalten.  
Alle Zuschriften an die Redaktionsadresse. Kürzungen vorbehalten.

Versand:

Geschäftsstelle: GTÜM, Frau Erhard • BG Unfallklinik Murnau • Prof. Küntscher-Straße 8  
82418 Murnau • Tel. 08841-482167 • Telefax 08841-482166 • [caisson@gtuem.org](mailto:caisson@gtuem.org)

Namentlich gekennzeichnete Beiträge stellen die Meinung des Autors dar und sind nicht als offizielle Stellungnahme der Gesellschaft aufzufassen.



## Veranstaltungshinweis

International Conference on Diving and Hyperbaric Medicine

**33<sup>rd</sup> Annual Meeting of the European Underwater & Baromedical Society (EUBS)**

Sharm el-Sheikh, 8th – 15th September, 2007

**Call for Abstracts and Preliminary Programme**

**EUBS** European Underwater and Baromedical Society

Für nähere Infos schauen Sie bitte auf der Kongress-Homepage [www.eubs2007.org](http://www.eubs2007.org) nach. Dort steht das 1st Announcement auch als PDF-Dokument zum Herunterladen zur Verfügung.

Der Secretary general des Kongresses, Dr. Adel Taher, weist ausdrücklich darauf hin, dass die frühzeitige Flugreservierung das Nadelöhr für eine geplante Kongressteilnahme darstellt. Alle übrigen Eckpunkte (Hotelzimmerreservierung, Transfers, Kongressplätze, etc.) stellten demgegenüber kein Problem dar. Dr. Taher rechnet mit ca. 400 bis 500 Teilnehmern.

W. Welslau

CAISSON

Vorstand der GTÜM - BG Unfallklinik Murnau

Prof. Küntscher-Straße 8, 82418 Murnau

PVSt, Deutsche Post AG, Entgelt bezahlt, Z K Z 62369

## Jahrgang 21

## Inhalt

September 2006 Nr. 3

<b>Zur Titelseite</b>	3
<b>Editorial</b>	4
<b>Kommentierte Literatur: Tauchen</b>	
Medical standards for the use of 'Scubadoo' a discussion paper, <i>G Simpson et al.</i>	5
<b>Kommentierte Literatur: Tauchmedizin</b>	
Respiratory decompression sickness in a recreational scuba diver, <i>CM Wilson, MDJ Sayer</i>	9
Epidemiology and treatment of a decompression illness in children and adolescents in Hawaii, <i>R Smerz</i>	13
<b>Kommentierte Literatur: HBO-Therapie</b>	
A systematic review of the use of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of acute traumatic brain injury, <i>MH Bennett et al.</i>	17
<b>Forschungstauchen</b>	
Forschung, Ausbildung und Umweltschutz am Golf von Aqaba: Red Sea Environmental Centre in Dahab, <i>A Keck</i>	24
<b>Meeresbiologie</b>	21
Militärische Aktivitäten und atypische Walstrandungen, <i>K Breusing</i>	27
Maria Sybille Merian, <i>L Donath, JD Schipke</i>	32
Wale singen vor Mallorcas Küste, <i>JD Schipke</i>	33
<b>Aus der Gesellschaft</b>	
Pressemitteilung, <i>W Hühn</i>	34
Leserbrief - Zum Artikel Yildiz et al., <i>CH Heiden</i>	35
Leserbrief - Zum Leserbrief von Rolf Börger, <i>NK Mülleneisen</i>	36
<b>Vorgestellt</b>	
Wal- und Delfinschutz mit der WDCCS, <i>K Breusing</i>	37
<b>Aufgelesen</b>	
Das HBO-Tier, <i>L Küppers-Tiedt</i>	38
Umfang der Haftung eines zufällig am Unfallort anwesenden Arztes, <i>JD Schipke</i>	39
David Blaine - Zauberer und Illusionist, <i>JD Schipke</i>	40
<b>Veranstaltungshinweise</b>	41 & 47
<b>Kurse</b>	43
<b>Anschriftenliste der GTÜM</b>	45
<b>Hinweise für Autoren &amp; Impressum</b>	46