



Ch. Plafki,  
M. Almeling,  
W. Welslau

## Dehydrierung als Risikofaktor für den Dekompressionsunfall beim Sporttauchen - ein Fallbericht

Dehydration — a risk factor for the decompression-accident in diving

Druckkammer-Zentrum Lübeck am Marien-Krankenhaus (Ärztlicher Leiter: Dr. med. Ch. Plafki), Druckkammer-Zentrum Kassel (Ärztliche Leitung: Dr. med. W. Welslau u. Dr. med. M. Almeling)

### Zusammenfassung

Es wird über einen Dekompressionsunfall mit neurologischen Symptomen bei einem erfahrenen Sporttaucher berichtet. Bei Fehlen eines offenkundigen Verstoßes gegen die vorgeschriebenen Austauchregeln kann eine Dehydrierung durch intensives körperliches Ausdauertraining vor dem Tauchgang als Risikofaktor hierfür identifiziert werden. Die Druckkammerbehandlung endete mit einer kompletten Restitutio. Die physiologischen Zusammenhänge werden erläutert und allgemeine Empfehlungen zur Regulierung des Flüssigkeitshaushaltes beim Sporttaucher werden gegeben.

**Schlüsselwörter:** Tauchsport, Dekompressionsunfall, Dehydrierung

### Summary

We report on a decompression-accident with neurological manifestation in an experienced recreational diver. As no obvious omission against the prescribed rules of decompression could be observed, dehydration due to intense jogging prior to the dive was identified as a risk-factor. Hyperbaric treatment resulted in a complete restitution. The physiological aspects are discussed and recommendations for the fluid - intake before diving are given.

**Key words:** recreational, diving, decompression-accident, dehydration

### Einleitung

Das Sporttauchen hat sich in den letzten Jahren zu einem zunehmend beliebten Freizeitsport entwickelt. Da viele Tauchsportler ohne Zugehörigkeit zu Vereinen oder Verbänden ihrem Sport nachgehen, kann ihre genaue Zahl kaum bestimmt werden. Aus Zahlen der entsprechenden Industrie kann jedoch ein ungefähre Wert von mindestens 1 Million Bundesbürger ermittelt werden, die zumindest Taucherfahrung besitzen. Diese Zahl wird sich bei anhaltendem Boom sicherlich innerhalb der nächsten Jahre noch steigern.

Die besonderen physikalischen und physiologischen Verhältnisse, denen der Sporttaucher sich aussetzt, erfordern eine besondere Ausbildung, Beratung und Tauglichkeitsuntersuchung. Die Stickstoffaufnahme der Gewebe während der eigentlichen Grundzeit (= Zeit vom Beginn des Abtauchens bis zum Beginn des Auftauchvorganges) und die korrespondierende Stickstoffabgabe während der Auftauchphase folgen einer exponentiellen Kinetik, die durch Halbwertszeiten charakterisiert wird. Für unterschiedliche Körpergewebe differieren diese Halbwertszeiten zwischen wenigen Minuten und bis zu 12 Stunden und werden durch die Durchblutung wesentlich determiniert. Diese Vorgänge müssen dem Taucher bekannt sein, damit eine Dekompressionskrankheit (= Taucher- oder Caissonkrankheit), die letztlich Folge einer Stickstoffübersättigung

von Geweben ist, vermieden werden kann. Nach jedem Tauchgang ist es notwendig, den Auftauchvorgang (sog. Austauchen) nach bestimmten Regeln zu gestalten. Zum einen muß die Aufstiegs-geschwindigkeit an sich limitiert werden, andererseits kann die Notwendigkeit zur Einhaltung zusätzlicher Dekompressionsstops in einer definierten Tiefe entstehen, um eine ausreichende Stickstoffabgabe über die Lungen zu erzielen, ohne daß ein kritisches Maß an Gasblasenbildung im Gewebe erfolgt, wobei eine gewisse unkritische Gasblasenmenge nach nahezu jeder Dekompression entsteht. Die bestimmenden Größen hierfür sind die maximal erreichte Tauchtiefe und die Tauchzeit. Dem Sporttaucher stehen heutzutage prinzipiell zwei Möglichkeiten zur Berechnung eines Tauchgangs zur Verfügung. Es handelt sich dabei zum einen um verschiedene Tabellenwerke, die die maximale Tauchtiefe und die Grundzeit berücksichtigen und somit unter Annahme eines Rechteckprofils des Tauchganges zusätzliche Sicherheitsmargen beinhalten. Alternativ wird seit über einem Jahrzehnt von Sporttauchern zunehmend der Tauchcomputer verwendet. Dieser erfaßt die Tauchtiefe und -dauer in einem bestimmten Zeitraster und erlaubt eine differenzierte Betrachtung des Tauchganges.

Neue Modelle versuchen zudem, bestimmte physiologische Besonderheiten bei geringer Wassertemperatur oder hohem Atemluftverbrauch zu berücksichtigen, bilden jedoch noch keinen Be-

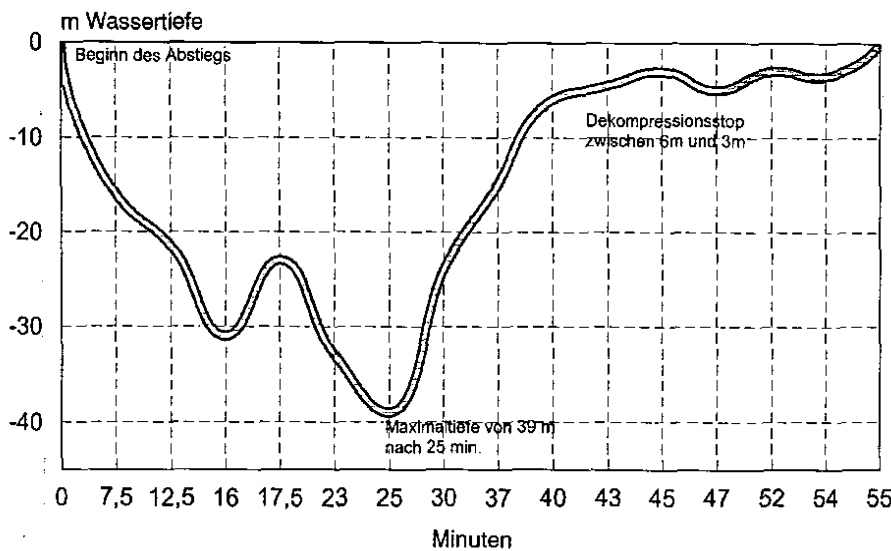


Abbildung 1: Tiefenprofil des vom Verunfallten durchgeführten Tauchganges

standteil der Standardausrüstung des Sporttauchers. Insgesamt lassen sich Dekompressionsunfälle jedoch mit keinem Instrument vollständig vermeiden. Immer wieder wird der tauchmedizinisch tätige Arzt mit verunfallten Tauchern konfrontiert, die augenscheinlich keine der von der Tabelle oder vom Computer vorgegebenen Regeln verletzt haben.

Im Folgenden soll exemplarisch ein solcher Fall vorgestellt und die Bedeutung von Flüssigkeitsverlusten für die Entstehung eines Dekompressionsunfalls diskutiert werden.

### Fallbericht

Ein 37-jähriger Sporttaucher mit einer Taucherfahrung von über 500 Tauchgängen ohne Tauchunfall unternimmt mit zwei weiteren Tauchern am 18.10.96 einen Tauchgang, der folgende Charakteristika aufweist (Abb. 1):

- 8. Tauchgang innerhalb von 10 Tagen
- Ersttauchgang am betreffenden Tag, Oberflächenpause seit dem letzten Tauchgang von mehr als 20 Stunden
- maximal erreichte Tiefe: 39 m
- Grundzeit bis zum Beginn des Auftauchens: 25 min
- gesamte Tauchgangszeit: 55 min
- Dekompressionsstopp: 15 min zwischen 3 m und 6 m (Brandung)
- durchschnittliche Wassertemperatur: 22,5 °C
- möglicherweise außergewöhnliche körperliche Anstrengung zum Ende

des Tauchganges auf Grund o.g. Brandung.

Ca. 20 Minuten nach Ende des Tauchganges kommt es beim Verunfallten zu erheblichen Hüftschmerzen beidseits, die ein Stehen unmöglich machen. Dazu treten Kribbelparästhesien im Bereich beider Fußsohlen auf. Es werden Allgemeinsymptome in Form von erheblicher Müdigkeit, Schwindel, Übelkeit und Erbrechen berichtet.

Nach Einleitung der Rettungskette wird der Verunfallte erstmals 55 min nach Auftreten der Symptome ohne vorherige normobare Sauerstofftherapie in einer örtlichen Druckkammer mit einem Tauchunfallbehandlungsschema 6 der U.S. Navy (7) behandelt. Diese Therapie wird am Folgetag wiederholt. An acht weiteren Tagen wird die Behandlung mit einem anderen Schema (3 x 30 min Sauerstoffatmung bei 240 kPa Gesamtdruck) fortgeführt. Unter dieser Therapie kommt es zu einer sukzessiven Besserung bis zur kompletten Rückbildung der Symptomatik. Es bestehen keine neurologischen Defizite. Die körperliche Leistungsfähigkeit ist bezogen auf das Alter überdurchschnittlich.

Die anderen Taucher der Gruppe zeigten keinerlei Symptome. Der verwendete Tauchcomputer zeigte keine Verstöße gegen die erforderlichen Austauschregeln an.

**Anmerkung:** Als Ausdauersportler gibt der Verunfallte ein Lauftraining von mehr als 10 km am Morgen ca. 90 Minu-

ten vor dem Tauchgang an. Als Trinkmenge danach wird ein Glas Orangensaft und eine Tasse Kaffee genannt.

### Diskussion

Der Verlauf des Tauchganges, die Charakteristik der Symptomatik und der zeitliche Verlauf unter suffizienter Behandlung führt zur Diagnose einer Dekompressionserkrankung. Diese betraf im speziellen Fall nur einen Taucher einer Dreiergruppe. Der Tauchcomputer des Verunfallten zeigte keinen Verstoß gegen die allgemeinen Sicherheitsregeln für das Austauchen an. Als Risikofaktor stellt sich jedoch das Lauftraining mit sicherlich erheblichem Flüssigkeitsverlust ohne adäquate Substitution dar. Das aufgezeigte Tauchgangsprofil kann als durchaus üblich für vielfrequentierte Tauchgängen angesehen werden.

Der Report des Diver's Alert Network (4) zeigt, daß die Tiefen-/Zeitlimits bei etwa der Hälfte der Dekompressionsunfälle nicht überschritten wurden. Neben anderen Risikofaktoren spielt eine Dehydrierung eine wichtige Rolle für die Entstehung eines Dekompressionsunfalls, indem sie die Mikrozirkulation beeinträchtigt und so die Stickstoffabgabe verzögert und das Risiko einer Stickstoffblasenbildung mit nachfolgender Symptomatik erhöht (3, 5). Zudem besteht ein Thromboserisiko. Dietzel et al. (5) analysierten einen Unfall, der in seinen Charakteristika dem beschriebenen ähnelt, allerdings ein weniger positives Behandlungsergebnis zeigte. Neben diesen gut dokumentierten Fällen kann mit einiger Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß nicht wenige Dekompressionsunfälle auf Grund des Risikofaktors „Dehydrierung“ entstehen. Die Ursachen hierfür können während eines Urlaubsaufenthaltes allgemein und beim Taucher speziell sehr vielfältig sein. So können folgende Faktoren einen u.U. erheblichen Flüssigkeitsverlust bedingen:

- Durchfallerkrankungen
- Perspiratio insensibilis
- Perspiratio sensibilis bei körperlicher Belastung (v.a. in warmen Gegenden)
- genußmittelbedingte Diurese (Kaffee, alkoholische Getränke)
- allgemeine Diuresesteigerung während des Tauchganges (sog. Taucherdiurese auf Grund immersions-

PRAXIS



- bedingter Erhöhung des zentralen Blutvolumens)  
- Verlust über die Atemwege während der Preblutatemung (sehr trockene Luft)

Jeder verunfallte Taucher ist als dehydriert zu betrachten, so daß die Flüssigkeits- und Elektrolytsubstitution als therapeutische Erstmaßnahme gilt (2). Die Empfehlungen gehen hier von einem Liter Flüssigkeit in der ersten Stunde, bis zu zwei Litern innerhalb der ersten beiden Stunden nach Auftreten der Symptomatik (2, 4) aus. Erst danach sollte die weitere Substitution bilanziert erfolgen.

Den besprochenen Risiken sollte während der medizinischen Beratung eines Tauchers Rechnung getragen werden, denn die genannte Konstellation ist sicherlich nicht selten anzutreffen. Auch in der Tauchausbildung sollten entsprechende Fakten Erwähnung finden. Die Empfehlung von *Almeling* (1) geht dahin, daß zwei Stunden vor dem Tauchgang 500-700 ml und kurz davor nochmals eine kleinere Menge getrunken werden soll, wobei dies nur Anhaltspunkte sind und der Flüssigkeitsbedarf durchaus deutlich höher liegen kann. Nach einem Tauchgang und zwischen Tauchgängen sollte ebenfalls auf eine ausreichende Trinkmenge geachtet werden. Diuresesteigernde Getränke wie Kaffee oder alkoholische Getränke sind generell zu vermeiden. Zwischen körperlichen Belastungen und einem Tauchgang ist nicht nur eine ausreichende Flüssigkeitsaufnahme zu beachten, sondern auch je nach Niveau der Anstrengung, Trainingszustand und äußeren Bedingungen ein Intervall von mindestens 2 bis 4 Stunden einzuhalten, um eine effektive Substitution zu ermöglichen.

#### Literatur

1. *Almeling, M.*: Vorsicht Dehydration! Flüssigkeitsverlust und Dekompressionsrisiko bei Tauchern. *Divemaster* 3/95, 29-30.
2. *Bennett, P., D. Elliot*: The Physiology and Medicine of Diving. Saunders, London/Philadelphia/Toronto/Sidney/Tokyo 1994.
3. *Bühlmann, A.A.*: Tauchmedizin. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo 1993.
4. *Diver's Alert Network*: Report on Diving Accidents & Fatalities. Durham, NC 1996.
5. *Dietzel, F., H. Kovac, F.M. Schmolle-Jüttner, G.B. Friehs*: Dehydration als möglicher Auslöser eines Dekompressionsunfalls - ein Fallbericht. *Caisson* 10 (1995), 88-92.

6. *Edmonds, C., C. Lowry, J. Pennefather.*: Diving and Subaquatic Medicine. Butterwoth-Heinemann 1992.

7. *Plafki, Ch., W. Welslau*: Voruntersuchungen und Therapieschemata. In: *Almeling, M., W. Welslau* (Hrsg.): Grundlagen der hyperbaren Sauerstofftherapie. Archimedes, Strande 1996

#### Anschrift für die Autoren

Dr. med. Christian Plafki  
Druckkammer-Zentrum  
am Marien-Krankenhaus  
Parade 3  
23552 Lübeck  
Tel. 0451/1407750, Fax 0451/1407751

## Therapiesicherheit und Verkehrstüchtigkeit

### Kardinalsymptom Muskelverspannung - ein klarer Fall für Mephenesin

65-80 Prozent unserer Bevölkerung und immerhin 25 Prozent der 30-50jährigen klagten oder klagten schon einmal über Schmerzen im Bereich des Achsenskeletts. Der Rückenschmerz ist das häufigste Symptom bei unter 45jährigen Patienten und bei ca. 85 Prozent der Rückenpatienten summieren sich die Ausfallzeiten im Arbeitsprozeß auf über drei Monate.

Verständlicherweise steht für diese Rückenpatienten die Wiedergewinnung der schmerzfreien Alltagsbeweglichkeit im Vordergrund, unabhängig von der krankheitsspezifischen Ätiologie im einzelnen. In diesem Kontext kommt der Monosubstanz Mephenesin (nur in Dolo Visano M<sup>®</sup>-Drg.) als zentral angreifendem Myotonolytikum eine Sonderstellung zu. Pharmakodynamisch wird die Substanzwirkung auf eine Reduktion des Aktionspotentials durch Hemmung des schnellen Natrium- und Calciumeinstroms zurückgeführt.

Bereits in niedriger Dosierung gelingt so mit diesem Muskelrelaxans aus der Propandiol-Reihe über selektive Blockaden der polysynaptischen Erregungsübertragung und auch der gekreuzten polysynaptischen Reflexbögen auf primär spinaler und wahrscheinlich auch supraspinaler Ebene die gezielte Durchbrechung des symptomunterhaltenden Teufelskreises von muskulärer Verspannung und Schmerz. Zudem verhindert erfahrungsgemäß nur eine gezielt und frühzeitig greifende Schmerzunterdrückung die gefürchtete Chronifizierung des Rückenschmerzes. Bei peroraler Gabe zeichnet Mephenesin eine relativ kurze Halbwertszeit aus.

Die Substanz ist seit über 50 Jahren bekannt und gehört zu den besonders sorgfältig abgesicherten Pharmazeutika. Von selten zu beobachtenden und zudem

transitorischen leichten Befindlichkeitsstörungen abgesehen, wurden bisher keine unerwünschten Begleitreaktionen beobachtet, auch Gewöhnung und Suchtgefahr sind ausgeschlossen. Die wenigen absoluten Kontraindikationen beschränken sich auf Myasthenia gravis, Leberinsuffizienz, Schwangerschaft und Wirkstoff-Allergie. Gemäß seiner Pharmakodynamik kann Mephenesin die Wirkung von Barbituraten und Betäubungsmitteln sowie auch Alkohol weiter verstärken.

#### Aktuell TÜV-geprüft - Verkehrssicherheit für den mobilen Bürger

Gemäß jüngster Untersuchungen der Deutschen Verkehrssicherheitswacht wird jeder vierte Unfall in Deutschland von Medikamenten direkt oder indirekt mitbeeinflusst. Eine aufwendige Studie aus dem Jahr 1993 (Prüfstelle für Medikamenteneinflüsse auf Verkehrs- und Arbeitssicherheit - PMVA - TÜV Rheinland), doppelblind und randomisiert mit 40 Probanden, konnte entscheidend dazu beitragen, Mephenesin diesbezüglich aus der Schußlinie zu nehmen. Entsprechend sind jetzt auch die bisher im Beipackzettel aufgeführten Nebenwirkungen Müdigkeit, Schläfrigkeit und Benommenheit ab 1. Januar 1997 gestrichen. Gerade diese risikolose Einsetzbarkeit auch bei jungen mobilen Patienten, die im Arbeitsprozeß stehen, sollte überzeugen, Mephenesin an vorderster Stelle in das Therapiekonzept bei Muskelverspannungen, Cervico-Brachialgelenk- und Myotendinosen einzubinden, sinnvollerweise ergänzt durch gezielte Physiotherapie, physikalische Maßnahmen und Propagierung eines rückengerechten Arbeitsplatzes.

*Wegener Medica Service, Hildesheim*