



---

# CAISSON

17. Jg.

April 2003

Nr. 1

---

Mitteilungen der  
Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin



## Inhaltsverzeichnis

Zum Titelbild	3
<hr/>	
Geleitworte	3
<hr/>	
Zwanzig Jahre GTÜM	x
<hr/>	
Erfreuliche Pressemitteilung	x
<hr/>	
Idiopathische Facialisparesie (Bell's Paresie)	x
<hr/>	
Risiko der arteriellen Gasembolie bei kardiochirurgischen Eingriffen	x
<hr/>	
Dekompression von Druckkammerpersonal bei Begleiterwechsel	x
<hr/>	
Leserbrief von Dr. med. Chr. Heiden	x
<hr/>	
Aufgelesen	x
<hr/>	
Leitlinie Tauchunfall I	x
<hr/>	
Seminare und Kurse	x
<hr/>	
Therapieeinrichtungen HBO	x
<i>Deutschland</i>	x
<i>Österreich</i>	x
<i>Schweiz</i>	x
<hr/>	
Anschriftenliste der GTÜM	x
<hr/>	
Hinweise für Autoren	x
<hr/>	

## CAISSON

Organ der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V.  
Herausgeber: Vorstand der GTÜM

Redaktion: Prof. Dr. Jochen D. Schipke  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Postfach 101007 • D – 40001 Düsseldorf  
Tel. 0211 - 81 19949 • Fax 0211 81 - 16996

ISSN  
0933-3991

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

Satz, Druck und Versand bei ....., Auflage 1000; Abgabe an Mitglieder unentgeltlich.

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

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

## Zum Titelbild

Das Titelbild zeigt Paul Bert in der rechten Kammer, während er in einem "heroischen" Selbstversuch reinen Sauerstoff atmet, der sich in der linken Kammer befindet. Als einziges "Messgerät" diente ein Kanarienvogel, der sich oben in der rechten Kammer in seinem Käfig aufhielt.

Einige Angaben zur Biographie des faszinierenden Wissenschaftlers und Politikers: Er wurde 1833 in Auxerre geboren und war bereits mit 33 Jahren Professor an der Universität in Bordeaux und 3 Jahre später in Paris. In den Jahren 1881 und 1882 war er Unterrichtsminister. Bert starb 1886 in Hanoi, als einer

der führenden Köpfe der damaligen französischen Kolonialverwaltung.

Insbesondere sein wissenschaftliches Werk rechtfertigt, dass Paul Bert nach mehreren Jahren ein zweites Mal das Titelbild des CAISSON ziert. Seine Arbeit "Bemerkungen zur vergleichenden Anatomie und Physiologie" machen ihn mit Sicherheit zu einem der Väter der Physiologie.

Insbesondere die "Vergleichende Physiologie der Atmung" und "Der barometrische Druck" sind auch heute noch eine Basis für Untersuchungen, die sich mit Tauch und Überdruckmedizin beschäftigen.

## Geleitworte

Die erste Caisson-Ausgabe des Jahres 2003 liegt vor Ihnen. Äußerlich unverändert ist es doch die erste Ausgabe unter unserem neuen Caisson-Redakteur Prof. Dr. JD Schipke. In guter Tradition hat er einen gelungenen Mix aus Beiträgen zur Tauchmedizin und klinischen Hyperbarmedizin erstellt.

Sie finden in dieser Ausgabe den ersten Teil der neuen Leitlinie der GTÜM zur Tauchunfallbehandlung. Mit der Leitlinie Tauchunfall ist ein weiterer wichtiger Schritt der GTÜM zur Qualitätssicherung in unserem Fachgebiet getan. Allen Mitwirkenden an der Erstellung dieser ersten deutschsprachigen Leitlinie für den Bereich der Tauch- und Hyperbarmedizin sei an dieser Stelle nochmals herzlich gedankt.

Am 26.03.03 hat der Ausschuss Krankenhaus zur Überprüfung neuer und schon länger angewandter Verfahren, nach Prüfung der wissenschaftlichen Literatur erstmals festgestellt, dass es derzeit keine Therapiealternative zur HBO bei Dekompressionserkrankungen gibt und dass die HBO bei CO Intoxikationen zweckmäßig und vor allem wirtschaftlich ist. Damit sind die ersten beiden, einer Reihe von noch zur Entscheidung vorliegenden Indikationen als Krankenhausleistung zu Lasten der gesetzlichen Krankenversicherung anerkannt. Nach Jahren einer eher unwissenschaftlich und

von politischen Interessen geprägten Diskussion, vor allem mit dem Bundesausschuss Ärzte und Krankenkassen sehe ich mit dieser Entscheidung eine Versachlichung der Diskussion und damit etwas Licht am Ende des Tunnels für die HBO. Ob dies letztlich die existentielle Bedrohung der Krankenhaus unabhängigen Druckkammerzentren in Deutschland noch abwenden kann, und damit die flächendeckende Versorgung der Bevölkerung mit HBO Therapieeinrichtungen wieder herstellen hilft, wird sich meiner Auffassung nach jedoch erst in den kommenden Jahren zeigen. Den Aufruf an alle GTÜM Mitglieder und im Bereich der HBO tätigen Kollegen unsere Bestrebungen zur Qualitätssicherung mit guten Studien zur Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit der HBO-Therapie zu unterstützen möchte ich an dieser Stelle nochmals eindringlich wiederholen.

Mit den besten Grüßen

Ihr  
Dr. med. Armin Kemmer  
Präsident der GTÜM

## Zwanzig Jahre GTÜM

Die Gesellschaft für Tauch und Überdruckmedizin e. V. wurde vor 20 Jahren, am 19. März 1983, im Parkhotel Frankfurt am Main von den damaligen Gründungsmitgliedern gegründet

- Professor Dr. Erich Lorenzoni, MHH, Hannover
- Flottenarzt Dr. Klaus Seemann, SchiffMedInstM, Kronshagen
- PD Dr. K. Richter, MHH, Hannover
- Dr. Oskar Ehm, Internist, Heidelberg
- Flottillenarzt KarlPeter Faesecke, SchiffMedInstM, Kronshagen
- Dr. Wolfgang Nätscher, Partenstein
- Dr. Dietmar Tirpitz, St. Joseph Hospital, Duisburg
- Dr. Anton Pallua, Universitätsklinik, Innsbruck

Erster Präsident war Dr. Seemann, Geschäftsführender Präsident Prof. Dr. Lorenzoni und Vizepräsident Prof. Dr. Gerstenbrand. Im ersten Beirat der GTÜM saßen damals die Kollegen Ehm, Faesecke und Pallua. Die neue wissenschaftlich Gesellschaft hatte von Beginn an Ausschüsse eingerichtet: „Überdruckforschung“ (Prof. Dr. Bühlmann, Zürich), „Technik“ (Dipl.-Ing. Fust, Köln), „Hyperbare Oxygenation“ (Dr. Tirpitz) und „Sporttauchen“ (Dr. Nätscher).

Mit dem ersten Sitz in Hannover erhob die neu gegründete GTÜM den Anspruch im mitteleuropäischen deutschsprachigen Raum den fachlichen Meinungsaustausch unter ihren Mitgliedern zu fördern, dies im besonderen durch die Symposien „Tauchmedizin“, die Richtlinien für die Weiterbildung von Ärzten und ärztlichem Hilfspersonal auf diesem Fachgebiet zu erstellen sowie öffentliche und private Einrichtungen zu beraten.

Der initiale Gedanke, eine „GTÜM“ zu gründen, kam eigentlich von Prof. Lorenzoni, Medizinische Hochschule Hannover. Er hatte die inzwischen längst zur festen Größe gewordenen Tauchmedizin-symposien bereits vor der GTÜMGründung in 1978 und 1981 in Hannover organisiert und geleitet. Erst das dritte Symposium „Tauchmedizin“, im Oktober 1984 in Hannover, fand als eine Veranstaltung der GTÜM statt, ebenfalls unter der Verantwortung des dann langjährigen Geschäftsführenden Präsidenten Lorenzoni.

Es ist nicht zufällig, dass sich in den späten Siebziger Jahren tauchmedizinische Kompetenz in Hannover konzentrierte, denn 1976 ereignete sich der sogenannte Druckkammerunfall von Hannover. Bei einer „therapeutischen Tauchfahrt“ chronisch kranker älterer Menschen in der technisch und personell völlig desolat ausgestatteten Druckkammer eines Heilpraktikers (es handelte sich ausdrücklich nicht um hyperbare Sauerstofftherapie, sondern um eine Überdruckbehand-

lung ohne Sauerstoffatmung) kamen damals durch erforderlich gewordene Notdekompression sechs Menschen zu Tode, viele wurden verletzt. In der darauf folgenden gutachterlichen Auseinandersetzung mit den Ereignissen spielten die Medizinische Hochschule in Hannover (Lorenzoni, Richter) und das Schifffahrtmedizinische Institut der Marine in Kronshagen (Seemann) die entscheidenden Rollen. Die unfassbare Druckkammerkatastrophe von Hannover hat damit sowohl den Grundstein für unsere Symposien, wie auch für die GTÜM als solche bedeutet. Beides hat dazu wesentlich beigetragen, die hyperbare Sauerstofftherapie, die zu Unrecht in den Strudel der Ereignisse geraten und in Deutschland faktisch paralysiert war, Stück für Stück zu rehabilitieren.

Der letztendliche Impuls zur Gründung einer deutschsprachigen tauch und überdruckmedizinischen Fachgesellschaft war zuvor der 8. Wissenschaftlichen Tagung der EUBS im Oktober 1982 in Travemünde aus der Gruppe der deutschsprachigen Teilnehmer gekommen, weswegen sich die junge GTÜM anfänglich auch als ein zentraleuropäisches Kapitel von EUBS und UMS (Vorläufer der UHMS) verstand und sich deren Zielen verpflichtete, bis sie sich nach Ablauf der ersten drei Jahre deutlich verselbständigen konnte. Als äußerlich sichtbares Zeichen dieses Verselbständigungsprozesses kann der erste CAISSON (Juli 1986) und das eigene Logo der GTÜM (März 1988) gelten. Bis zu Beginn der 90er Jahre hatte die GTÜM signifikant Mitglieder aus Österreich, der Schweiz, aber z. B. auch aus den Niederlanden und anderen benachbarten Ländern. Später gründeten sich in den meisten Ländern eigene nationale Fachgesellschaften, die GTÜM hat unter ihren Mitgliedern allerdings immer noch rund 35 Kollegen und Kolleginnen aus dem Ausland. Noch vor 10 Jahren galt im Vorstand der GTÜM eine Mitgliederzahl von 300 als „magische Grenze“. Mit ihrem 15 Geburtstag hatte die GTÜM diese magische Grenze nicht nur überschritten, sondern sogar mehr als verdoppelt, als ein Zeichen für den damaligen Boom in hyperbarer Sauerstofftherapie und Tauchmedizin. Trotz erheblicher Schwierigkeiten unseres Faches in den vergangenen fünf Jahren hält die GTÜM bis heute eine erfreulich hohe, quasi konstante Mitgliederzahl von rund 650.

Die erwachsene GTÜM darf stolz, aber nicht selbstzufrieden auf das Erreichte zurück blicken. Sie ist die feste Größe für das medizinischwissenschaftliche Gebiet der Tauch und Überdruckmedizin in unserem Land. Allen denjenigen, die hier nicht namentlich genannt worden sind, weil sie ihre Kraft im Hintergrund eingebracht haben, sei an dieser Stelle sehr herzlich gedankt.

Ich wünsche der GTÜM auf dem Weg zum 25. Geburtstag alles Gute und dem derzeitigen Führungsteam guten Erfolg bei der Bewältigung der anstehenden Herausforderungen.

Dr. U. van Laak  
Past-Präsident

Präsidenten der GTÜM seit 1983

1983 – 1984	Dr. Klaus Seemann, Kiel	1993 – 1996	Dr. Joachim Pröhl, Tarp
1984 – 1987	Dr. Klaus Seemann, Kiel	1996 – 1999	Dr. Dietmar Tripitz, Duisburg
1987 – 1990	Prof. Dr. Dr. Franz Gerstenbrand, Innsbruck	1999 – 2002	Dr. Ulrich van Laak, Kronshagen
1990 – 1993	Dr. Oskar F. Ehm, Heidelberg	2002 - 2005	Dr. Armin Kemmer, Murnau

## **Erfreuliche Pressemitteilung**

(siehe auch Bundesanzeiger, Nr. 72, 2003 und Deutsches Ärzteblatt, Heft 18, 2003)

**Ausschuss Krankenhaus nach § 137 c SGB V; Der Vorsitzende**

**Ausschuss beschließt erstmals zu Behandlungsmethoden im Krankenhaus**

**Hyperbare Sauerstofftherapie bei Dekompressionskrankheit und Kohlenmonoxidvergiftung bleibt Kassenleistung.**

**Autologe Chondrozytenimplantation an Schulter und Fingergelenken wird ausgeschlossen**

Siegburg, 26. März 2003 – Im Krankenhaus bleibt die Hyperbare Sauerstofftherapie (HBO) zur Behandlung der Dekompressionskrankheit und der Kohlenmonoxidvergiftung auch künftig Kassenleistung. Die Autologe Chondrozytenimplantation (ACI) an den Fingergelenken und am Schultergelenk hingegen darf nicht als Krankenhausleistung zu Lasten der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) erbracht werden. Entsprechende Beschlüsse fasste der Ausschuss Krankenhaus in seiner heutigen Sitzung. Das Gremium kommt damit erstmals seinem gesetzlichen Auftrag nach, neue und schon länger im Krankenhaus angewandte Verfahren hinsichtlich ihres diagnostischen und therapeutischen Nutzens, der medizinischen Notwendigkeit und der Wirtschaftlichkeit zu prüfen. Mit den Ergebnissen der heutigen Sitzung dokumentiert der Ausschuss Krankenhaus seine Handlungsfähigkeit.

Bei der Hyperbaren Sauerstofftherapie wird der Patient in einer Druckkammer einer Überdruckbehandlung unterzogen. Die Dekompressionskrankheit wird durch Gasbläschen in Blut und Geweben hervorgerufen, die Embolien auslösen können. Sie ist häufig eine Folge von Tauchunfällen, kann aber auch nach extremem Druckverlust bei Flugsituationen auftreten. Nach Abschluss der Beratungen im Arbeitsausschuss konnte eindeutig festgestellt werden, dass es derzeit keine Therapiealternative zur HBO bei der Dekompressionskrankheit gibt.

Nach Auswertung der wissenschaftlichen Literatur zur Kohlenmonoxidvergiftung (CO-Vergiftung) kommt der Arbeitsausschuss zu dem Ergebnis, dass die HBO auch bei dieser Indikation ausreichend, zweckmäßig und wirtschaftlich ist.

Bei der Autologen Chondrozytenimplantation wird zur Behandlung von Gelenkknorpelschäden gesunde Knorpelmengen am Kniegelenk entnommen, durch ein biotechnologisches Verfahren vermehrt und in das erkrankte Gelenk injiziert. Die Beratungen im Arbeitsausschuss zu diesem Thema führten zu dem Ergebnis, dass die ACI an den Fingergelenken und am

Schultergelenk derzeit nicht den Kriterien des § 137 c SGB V (ausreichend, zweckmäßig, wirtschaftlich) entspricht und damit nicht als Leistung zu Lasten der gesetzlichen Krankenversicherung erbracht werden darf. Begründet wird dies damit, dass trotz der Vielzahl von Literaturfundstellen zur ACI keine medizinisch-wissenschaftliche Literatur gefunden werden konnte, die einen Einsatz dieser Methode in den beiden Gelenkregionen ausreichend belegt. Mit diesem Beschluss ist keine Vorentscheidung für andere Indikationen, die z.Zt vom Ausschuss geprüft werden, verbunden.

Die Abschlussberichte zu den Methodenbewertungen werden demnächst im Internet veröffentlicht.

Zudem fasste der Ausschuss Krankenhaus den Beschluss, die Beratung der Positronenemissionstomographie (PET), einem bildgebenden Verfahren zur Diagnostik, aufzunehmen. Entsprechend der Verfahrensrichtlinien wird das Beratungsthema veröffentlicht. Mit der Veröffentlichung wird Sachverständigen der medizinischen Wissenschaft und Praxis, Dachverbänden von Ärztesellschaften, Spitzenverbänden von Selbsthilfegruppen und Patientenvertretungen und Spitzenverbänden von Herstellern von Medizinprodukten und geräten Gelegenheit zur Stellungnahme gegeben. Für die Stellungnahme ist der entsprechende Fragebogen des Arbeitsausschusses zugrunde zu legen. Weiterhin einigten sich die Vertreter der GKV-Spitzenverbände, der Deutschen Krankenhausgesellschaft und der Bundesärztekammer, Prof. Dr. Michael Jürgen Polonius und Dr. Rolf Matthesius als unparteiische Mitglieder in den Ausschuss Krankenhaus zu berufen.

Auf dem Seidenberg 3a,  
53721 Siegburg  
Tel.: 0224193880

# Idiopathische Facialisparese (Bell's Parese): Kann die Hyperbare Sauerstofftherapie helfen?

Ch. Heiden, E. Biesinger, R. Höing, Traunstein

## Zusammenfassung

Die Behandlung der idiopathischen Facialis-parese mit hyperbarem Sauerstoff ist derzeit noch keine etablierte Behandlungsmethode. Positive Behandlungsergebnisse auch unter prospektiver und randomisierter Studienanlage bestätigen die von den experimentellen und klinischen Ergebnissen der Hyperbaren Sauerstofftherapie (HBO) bei anderen Indikationen hergeleitete Behandlungsrationale für die Anwendung der HBO bei der Bell'schen Lähmung. Es bleibt abzuwägen, ob der Einsatz der HBO mit eventuell besseren Behandlungsergebnissen dem Einsatz der Kortisonbehandlung vorzuziehen ist.

Sollten die etablierten Behandlungsverfahren für die Behandlung der idiopathischen Facialisparese wegen Unverträglichkeit oder Kontraindikationen nicht anwendbar sein, steht den Therapeuten jedenfalls mit der HBO eine weitere vielversprechende und kostengünstige Behandlungsoption zur Verfügung. Es werden die Grundlagen der herkömmlichen Behandlungsmaßnahmen, wie auch der HBO dargestellt und mit Literatur belegt.

## Einleitung

Die Behandlung der idiopathischen Facialis-parese mit hyperbarem Sauerstoff ist derzeit noch keine etablierte Behandlungsmethode. Positive Behandlungsergebnisse auch unter prospektiver und randomisierter Studienanlage bestätigen die von den experimentellen und klinischen Ergebnissen der HBO bei anderen Indikationen hergeleitete Behandlungsrationale für die Anwendung der HBO bei der Bell'schen Lähmung. Diese Tatsache wurde von mehreren Arbeitsgruppen erkannt und führte zu dem Antrag auf Anerkennung als HBO-Indikation bei der UHMS und den Europäischen Gesellschaften für Hyperbar-medizin.

## 1. Behandlungsindikation

### 1.1 Epidemiologie und Definition

Die Definition in den Leitlinien der deutschen Gesellschaft für Hals- Nasen-Ohrenkrankheiten, Kopf und Halschirurgie lautet:

*... meist einseitige, plötzlich auftretende, periphere, inkomplette oder komplette, teils funktionelle teils degenerative Lähmung des Nervus Facialis ohne erkennbare Ursache...*

Bei 70 % aller Facialisparesen findet sich keine pathologische Ursache, sie werden als idiopathisch klassifiziert (Bell'sche Parese) (2).

## 1.2 Ätiologie und Pathophysiologie

Es werden eine ganze Reihe von ätiologischen Faktoren diskutiert: Infekte mit neurotrophen Viren, kälteinduzierte Ischämie, allergische Reaktion, Autoimmunerkrankung, Diabetes, Streß mit sympathikotoner Ischämie und rheumatische Ursachen. Durch die entzündungsbedingte Schwellung kann der dann in seinem Knochenkanal eingeeengte Nerv weitere Schäden durch Druck und Autostrangulation der Blutversorgung erfahren (Theorie der primären und sekundären Ischämie) (8, 16).

## 1.3 Prognose

Die Prognose der idiopathischen Facialis-parese ist bei einer hohen Spontanheilungsrate günstig. Sie wird beeinflusst vom Alter der Patienten, möglichen Begleiterkrankungen (z.B. Diabetes) und dem Ausmaß der Schädigung. Die **Neurodyspraxie** als Störung von Membranfunktionen heilt innerhalb weniger Tage aus. Die **Neurapraxie** mit Entmarkungszeichen heilt durch Regeneration der Schwann'schen Scheiden in 3 – 6 Wochen.

Bei Eintreten einer **Axondegeneration** bei erhaltenem Perineurium, der Axonotmesis, tritt die Funktion je nach Ort der Schädigung frühestens nach 3 bis 6 Monaten ein. Defektheilungen sind möglich bei intrafaszikulärer heteromorpher Neurotisation. Schäden am Axon und Perineurium (**Neurotmesis**) erholen sich bei erhaltener Kontinuität des Nerven ebenfalls etwa in 6 Monaten – zeigen aber häufig Defektheilungen. Häufig bestehen unterschiedliche Schädigungsgrade an den einzelnen Faszikeln. Defektheilungen mit mimischen, kosmetisch und funktionell unbefriedigenden Massenbewegungen kommen in 50 % der Fälle mit kompletten Lähmungen und in 25 % der Fälle mit Teilparesen trotz Behandlung *leg artis* vor (9, 10).

Die **Spontanheilung** wird nach Stennert 1994 mit 50 bis 60 % der Fälle angegeben (16). Kontrollierte Studien geben Heilungsraten unter Prednison zwischen 66 und 89 % an (1, 4, 9, 19). Eine nicht kontrollierte Untersuchung an 33 Patienten fand 97 % Heilung (11).

Neurophysiologische Messungen am Nerven und den versorgten Muskeln werden erst nach ca. 14 Tagen für prognostische Beurteilungen aussagekräftig.

## 2. Therapeutischer Nutzen und Vorzüge der HBO

### 2.1 Übliche, anerkannte Therapiemaßnahmen

Da bei Beginn der Erkrankung harte prognostische Kriterien für die Vorhersage der Spontanheilung nicht zur Verfügung stehen, werden grundsätzlich alle idiopathischen Facialisparesen behandelt. Operative Verfahren sind inzwischen weitestgehend verlassen worden (2527).

Nicht steroidale Antirheumatika, sonstige Antiinflammatorika und vor allem Kortison (vorwiegend Prednison) in fallender Dosis zugleich mit Durchblutungsfördernden Infusionen (z.B. StennertSchema; 19) werden schulmäßig eingesetzt. Nach den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie sollte die kombinierte Behandlung mit Kortison und Infusionen stationär erfolgen. Das therapeutische Ziel ist dabei die Oedemreduktion und die Vermeidung hypoxischer Schäden durch Incarceration im Fallopischen Kanal. Die Effektivität dieser Standardtherapien wurde bisher nie auf Basis der 'evidence based medicine' nachgewiesen.

### 2.2 Spezifische Effekte der HBO

Die in Diskussion stehenden Pathomechanismen beruhen auf Vorgängen, die aufgrund klinischer und experimenteller Untersuchungen mit HBO günstig beeinflusst werden können: Oedemreduktion, Wundheilungsvorgänge bei Traumata, Reperfusionsschäden, Stoffwechselverbesserung durch O<sub>2</sub>-Überangebot, Beeinflussung von Entzündungen durch Zellaktivierung und Antimikrobiotikose.

Speziell auf neurologischem Gebiet wurde die durch HBO induzierte cerebrale Vasokonstriktion bei gleichzeitigem O<sub>2</sub>-Überangebot speziell auch in krankheitsbedingt unterversorgten Arealen nachgewiesen. Positive Effekte des hyperbaren Sauerstoffs auf diverse craniale und spinale Hypoxien an Nerven wurden gesehen, ohne daß schädigende Effekte beobachtet wurden (5, 7, 13, 21).

Es gibt eine ganze Reihe von experimentellen Bestätigungen des Heilung beschleunigenden Effektes der HBO an peripheren Nerven (3, 24, 23, 20).

Andere Sauerstoffbehandlungsverfahren als die HBO erreichen für die zu erzielenden Effekte nicht vergleichbare und ausreichende Sauerstoffpartialdruckerhöhungen.

### 2.3 Studien und Expertenaussagen

#### *Randomisierte und kontrollierte Studien (15)*

Racic G., P.J.Denoble, N.Sprem, L.Bojic, B.Bota 1997: Hyperbaric oxygen as a therapy of Bell's palsy. Undersea Hyperb.med. 24, 35-38

79 Patienten wurden randomisiert therapiert mit HBO (2.8 bar 100 % Sauerstoff 60 min 2x täglich 5 Tage/Woche bis zu 30 Sitzungen und oraler Placebogabe)

oder Prednison (450 mg in 8 Tagen + HBO 2,8 bar 7 % Sauerstoff als HBOPlacebo). Nachuntersuchung bis zu 9 Monate. In der HBO Gruppe erreichten 95,2 % die Vollremission in 22 Tagen mit 3 normalisierten NET Ergebnissen von 5 pathologischen. Die Prednison Gruppe erreichte 75,7 % Vollremission in 34,4 Tagen mit 0 normalisierten NET Ergebnissen von 9 pathologischen.

Die Ergebnisse legen nahe, daß die HBO-Therapie effektiver als die Prednisonbehandlung ist.

#### *Nicht kontrollierte klinische Studien (6, 16)*

Racic G, P Denoble, S Gosovic, H Kovacevic 1985: The hyperbaric oxygen in the treatment of Bell's palsy (24 Patienten mit idiopath. Facialislähmung wurden mit HBO behandelt. Bei allen trat eine schnelle Komplettheilung ein).

Grimaud R, Benichoux R, Larcan A, Masson JP: L'oxygénothérapie hyperbare en O.R.L. (O.H.B.) Principes, indications, résultats. J Fr Otorhinolaryng (Lyon) 22, 1973, 295298: Ménière und Facialis

#### *Studien zum Nachweis der Beeinflussung pathophysiologisch relevanter Größen (3)*

Bradshaw PO, AG Nelson, JW Fanton, T Yates, KS KaganHallet: Effect of hyperbaric oxygenation on peripheral nerve regeneration in adult male rabbits. Undersea Hyperb Med 23, 1996, 107113

## 3. Risiken

Die Risiken der HBO-Therapie für die Behandlung der idiopathischen Facialisparesie sind mit denen bei anderen Behandlungsindikationen vergleichbar. Nebenwirkungen ergeben generell keine bleibenden Schäden. Mit einer relevanten Häufigkeit kann es zu Barotraumen kommen (3 % der Fälle, von denen 1 - 2 % einer Behandlung bedürfen. Sauerstofftoxische Krampfanfälle werden in höchstens 1:10.000 Behandlungen gesehen und klingen auf Grund ihres Entstehens in Hyperoxie folgenlos in kürzester Zeit ab (siehe auch www.vddhbo.de).

## 4. Wirtschaftlichkeit

Die Kosten für eine stationäre Infusionsbehandlung betragen für 10 Tage bei Tagespflegesätzen zwischen 150.- € und 300.- € durchschnittlich 2000.- €. Dem ist entgegenzusetzen der Aufwand von in Deutschland durchschnittlich 1500.- € für 10 Behandlungen mit HBO. Mit diesem Aufwand erübrigen sich die in 20 % der Fälle nach Kortisonbehandlung noch erforderlichen weiteren z.T. kostenintensiven Behandlungsmaßnahmen (plastisch chirurgische Rekonstruktionen o. Ä.) weitgehend.



**Literatur**

1. Adour KK: Medical management of idiopathic facial palsy (Bell's palsy). *Otolaryngol Clin N Am* 24, 1991, 663 – 673
2. Arnold et. al. Leitlinien der deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohrenkrankheiten, Kopf und Halschirurgie. HNO-Mitteilungen (Beilage) 46, 1996, S. 6; <http://www.hno.org/leitl.htm>
3. Bradshaw PO, AG Nelson, JW Fanton, T Yates, KS KaganHallet: Effect of hyperbaric oxygenation on peripheral nerve regeneration in adult male rabbits. *Undersea Hyperb. Med* 23, 1996, 107113
4. Devries PP: Prednisone in idiopathic facial palsy. *ORL* 90, 1977, 1960
5. Einstein PR, SR Hameroff, PC Johnson, GG Anderson: Effects of HBO therapy or dimethyl-sulfoxide on cerebral ischaemia in unanaesthetised gerbils. *Neurosurgery* 18, 1986, 528532
6. Grimaud R, Benichoux R, Larcen A, Masson JP: L'oxygéno-therapie hyperbare en O.R.L. (O.H.B.) Principes, indications, resultats. *J Fr Otorhinolaryng (Lyon)* 22, 1973, 295298
7. Higgins A, RD Perstein, JB Mullen, BS Nashold: Effects of HBO therapy on long tract neuronal conduction in the acute phase of spinal cord injury. *J Neurosurg* 55, 1981, 501510
8. Hilger JA: The nature of Bell's palsy. *Laryngoscope* 59, 1949, 228264
9. Hyden D, P Sansted, LM Odkvist: Prognosis in Bell's palsy based on symptoms, signs and laboratory data. *Acta Otolaryngol* 93, 1982, 407414
10. Kobayashi T, Y Kudo, MJ Chow: Nerve excitability test using fine needle electrodes. *Acta Otolaryngol (Stockholm)* 446, suppl, 1988, 6469
11. Laskawi R, J Brauneis, W Damenz, M Schroeder: Hydroxyethyl starch in the treatment in Bell's facial palsy. A clinical study. *Laryngoscope* 69, 1990, 163165
12. Makishima K, Yoshida M, Kuroda Y, Konda N, Ikebe E: Hyperbaric oxygenation as a treatment for facial palsy. In Yanagita N, Nakashima T, (eds): *Hyperbaric Oxygen Therapy in Otorhinolaryngology. Advances in Otorhinolaryngology Karger Basel (CH)* 54, 1998, 110118
13. Miller JD, I Ledingham, WB Jennet: Effect of hyperbaric oxygen on intracranial pressure and cerebral blood flow in experimental cerebral oedema. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 33, 1970, 745 – 755
14. Murakamis, Mizobuchi M, Nakashiro Y, Doi T, Hato N, Yanagihara N: Bell palsy and herpes simplex virus: Identification of viral DNA in endoneurial fluid and muscle. *Ann Intern Med* 124 (1996) 2730
15. Racic G, PJ Denoble, N Sprem, L Bojic, B Bota 1997: Hyperbaric oxygen as a therapy of Bell's palsy. *Undersea Hyperb Med.* 24, 35 – 38
16. Racic G, P Denoble, S Gosovic, H Kovacevic: The hyperbaric oxygen in the treatment of Bell's palsy. In Örnhagen H (ed) *Diving and hyperbaric medicine. Proc. XI Ann. Meeting EUBS Goteborg Sweden 1985*, 139 (FOA report C50021H1)
17. Saunders et al.: Sudden deafness and Bell's palsy: a common cause. *Ann Otol* 68, 1959, 830837
18. Stankiewicz JA: A review of the published data on steroids and idiopathic facial paralysis. *Otolaryngol head Neck Surg* 97, 1987, 481486
19. Stennert E: Fazialispareesen. In Naumann et. al. (Hrsg) *OtoRhinoLaryngologie in Klinik und Praxis* (Thieme, Stuttgart) 1, 1994, 666
20. Uzman BG, SD Synder, GM Villegas: Status of peripheral nerve regeneration. In Seil (ed) *Neural Regeneration and Transplantation Vol 6*, New York Alan R. Liss Inc 1989 15 – 28
21. Wholen RE: The protective effect of hyperbaric oxygenation in cerebral anoxia. *Arch Neurol* 14, 1966, 15 – 19
22. Wolf SM, JH Wagner, S Davidson, A Forsythe: Treatment of Bell's palsy with prednisolone: a prospective randomized study. *Neurology* 28, 1978, 158 – 161
23. Yu WY, SS Shim: The effects of hyperbaric oxygen on nerve regeneration: An experimental study in the femoral nerve of rabbits. *Proc. 5Th Int. Hyperbaric Congress 1973*, 473 – 478
24. Zamboni WA, RE Brown, AC Roth, A Mathur, LI Stephenson: Functional evaluation of peripheral nerve repair and the effect of hyperbaric oxygen. *J Reconstr Micro* 11, 1995, 2729
25. Adour KK, C. Diamond: Decompression of the facial nerve in Bell's palsy: A historical review. *Otolaryngol Head Neck Surg* 90, 1982, 453460
26. Fisch U.: Surgery for Bell's palsy. *Arch Otolaryngol* 107, 1982, 111
27. May M., Sr. Klein, FH Taylor: Idiopathic (Bell's) facial palsy: Natural history defies steroid or surgical treatment. *Laryngoscope* 95, 1985, 406409
28. Nylander G.: Tissue ischemia and hyperbaric oxygen treatment: An experimental study. *Acta Chir Scand* 1986 suppl, 533
29. Thom SR, ME Elbuken: Oxygen dependent antagonism of lipid peroxydation. *Free Radic Biol Med* 10, 1991, 413 – 426
30. Zamboni WA, AC Roth et al.: Morphological analysis of the microcirculation during reperfusion of ischemic skeletal muscle and the effect of hyperbaric oxygen. *Plast Reconstr Surg* 91, 1992, 11101123
31. Ochs S.: Energy metabolism and supply of P to the fast axoplasmic transport mechanism in nerve. *Federation Proc* 33, 1974, 10491058
32. Higgins AC., RD Pearlstein, JB Mullen, BS jr Nashold: Effects of hyperbaric oxygen therapy on longtract neuronal conduction in the acute phase of spinal chord injury. *J Neurosurg* 55, 1981, 501510
33. Hare MH.: A proposal for the use of hyperbaric oxygen therapy for idiopathic facial nerve (Bell's) palsy. Presented to the hyperbaric oxygen therapy committee at the annual scientific meeting of the UHMS. 2001
34. Heiden CL: Hyperbaric Oxygen Therapy (HBOT) as an option for treatment of Facial Palsy (idiopathic) (Bell's Palsy) submitted Oct 2000 to the Hyperbaric Oxygen Therapy Committee of the UHMS
35. Haapaniemi T, G Nylander et al.: Hyperbaric oxygen treatment enhances regeneration of rat sciatic nerve. *Exp Neurol* 149; 1998, 433438
36. Low PA, JD Schmelzer et al.: Effect of hyperbaric oxygenation on normal and chronic streptozotocin diabetic peripheral nerves. *Exp Neurol* 99, 1988, 201212

**Anfragen:**

Dr. med. Ch. Heiden, Max Platz 5,

D - 83278 Traunstein, E-Mail: [heiden@tonline.de](mailto:heiden@tonline.de)

## Risiko der arteriellen Gasembolie bei kardiochirurgischen Eingriffen

JS Sachweh, LMU, Herzchirurgische Klinik und Poliklinik, München-Großhadern

Neurologische Komplikation treten gehäuft im Rahmen kardiochirurgischer Eingriffe auf. Als Ursachen werden arterielle Hypoperfusion, systemische Embolien und inflammatorische Komponenten diskutiert [1].

Systemische Embolien können aus festen Partikeln bestehen (Gewebetrümmer, Fett, Koagel, Fremdmaterial etc.) oder gasförmiger Natur sein. Arterielle Gasembolien stellen eine gefürchtete Komplikation kardiochirurgischer Eingriffe dar, wobei das Gehirn die geringste Ischämietoleranz aufweist und damit besonders gefährdet ist. Gasembolien bei kardiochirurgischen Eingriffen bestehen meistens aus Luft [2], die auf verschiedenen Wegen in den Systemkreislauf gelangen kann.

Luft, die während des Eingriffs in die Lungenvenen, den linken Vorhof oder den linken Ventrikel gelangt ist, kann trotz Entlüftungsmanöver in den Systemkreislauf gelangen [3]. Eine zuvor nicht bekannte Shuntverbindung (ASD, VSD) kann eine weitere Ursache für arterielle Gasembolien darstellen. Die extrakorporale Zirkulation (EKZ) ist ein wesentlicher Einflussfaktor für die Entstehung gasförmiger Mikroembolien [4]. Die meisten Patienten sind gasförmigen Mikroembolien aus einer oder mehreren dieser Quellen ausgesetzt [5]. Die Komponenten der Herz-Lungen-Maschine (HLM) sowie deren Handhabung bergen Möglichkeiten für die Entstehung von arteriellen Gasembolien. Eine insuffiziente Entlüftung der HLM vor Beginn der EKZ, das Kanülieren [6], zu niedrige Blutspiegel im venösen Reservoir [7], die Verwendung bestimmter venöser Reservoirs [8], der Lufteinstrom über die venösen Kanülen, die Verwendung von vakuumassistierten venösen Drainagen (Verwendung besonders bei sogenannten minimalinvasiven Eingriffen) [9,10], der massive Einsatz der Kardiotomiesauger, die Verwendung von bestimmten Oxigenatoren [11], exzessiven Kühl- und Aufwärmgradienten [12], ungefilterten arteriellen Linien [13], die Verabreichung von Medikamenten in die HLM (7-fach höhere Embolierate) [2] u. a. gehen mit dem Risiko von Lufteinstrom in die arterielle Linie der HLM einher. Zum Schutz vor Embolien ist der arteriellen Kanüle ein Filter mit einer Porenweite von 20-40 µm vorgeschaltet. Dieses Filter kann unter bestimmten Umständen Gasblasen größeren Querschnitts passieren lassen [10]. So führt z.B. der Einstrom von 60ml Luft über die venöse Linie zum Auftreten von Mikroembolien distal des arteriellen Filters [14].

Die Verteilung von Gasblasen in das Gehirn hängt u.a. von dem Auftrieb der Gasblasen ab. Große Gasblasen haben mehr Auftrieb als kleine und gelangen damit sel-

tener ins Gehirn, kleine Blasen mit weniger Auftrieb sind eher vom Blutfluss als vom Auftrieb abhängig [15]. Daher nimmt man an, dass die Trendelenburg Lagerung die Verteilung großer Gasblasen am Gehirn vorbei günstig, die Verteilung kleinerer Gasblasen weniger beeinflusst. Ob Gasblasen im arteriellen Gefäßsystem des Gehirns gefangen bleiben oder sich in die Venen weiterverteilen ist besonders von der Größe der Gasblasen abhängig. Mikroblasen kleiner als 15 µm strömen ungehindert durch die Kapillaren [16], größere verweilen für eine variable Dauer im arteriellen Gefäßbett [17]. Ein Abstrom in das venöse Gefäßsystem von initial gefangenen Gasblasen hängt u.a. von einer kontinuierlichen Schrumpfung, zerebraler Vasodilatation und systemischer Hyperperfusion ab [15]. Die Schrumpfung und Auflösung einer Gasblase hängt im wesentlichen von der Löslichkeit des entsprechenden Gases und der Größe der Gasblase ab [18]. In Gegenwart von Gasblasen kommt es zu einer Aktivierung von Leukozyten [19] und Komplementsystem [20]. Auch kleine Gasblasen können bei ihrer Passage durch Abschlüpfung der Basalmembran die Blut-Hirnschranke aufheben [21] und damit die zerebrale Autoregulation stören [15].

Die zwei entscheidenden Mechanismen für den Schaden durch eine arterielle Gasembolie sind die akute Ischämie und sekundär inflammatorische Prozesse [15]. Massive Gasembolien können eine akute und schwere Ischämie mit Todesfolge herbeiführen oder sich über Bewusstseinsverlust mit fokalen Ausfällen äußern [15]. Der Prozess der Zellzerstörung ist zeitabhängig und partiell reversibel [15]. Gasembolien können radiologisch als Infarkt imponieren; diese sind jedoch meist klein und multifokal [22]. Eine spontane funktionelle Erholung wird oft beobachtet [23] und mit einer Verteilung der Gasblasen unter Freigabe des Blutstromes in Verbindung gebracht, bevor ein bleibender Schaden auftritt [24].

Embolien aus festen oder gasförmigen Bestandteilen bleiben trotz der Verwendung von arteriellen Linienfiltern eine bedeutsame Quelle für Morbidität und Mortalität kardiochirurgischer Eingriffe [25,26]. Ein Zusammenhang zwischen der während der EKZ intravasal detektierten Mikroembolien, gleich welcher Genese, und der Inzidenz postoperativer neurologischer Schädigungen wurde demonstriert [6,25], obgleich viele Patienten mit nachgewiesener Embolieexposition keine neurologischen Komplikationen aufwiesen [27]. Mittels transkranielle Dopplersonografie wurde nachgewiesen, dass bei nahezu allen Patienten während der EKZ zerebrale Mikroembolien auftraten [28,29]. Diese

Embolien werden als Ursache für die postoperative neuropsychologische Beeinträchtigung gesehen [30,31]. Über schwere neurologische Komplikationen mit dauerhafter Behinderung oder Tod wurde bei 0.1% der Patienten berichtet [32]. Die bei 2–8% der Patienten nach EKZ auftretenden ernststen psychoneurologischen Dysfunktionen [25, 33, 34] werden zu einem großen Teil arteriellen Mikroembolisationen zugerechnet [35], wobei eine Differenzierung nach Partikel oder Gasembolie bisher nicht gelang. Neuropsychologische Untersuchungen zeigten, dass bei 50-70% der Patienten eine Woche nach koronarer Bypasschirurgie mit EKZ neurologische Beeinträchtigungen auftraten [36, 37]; bei 30-40% der Patienten traten kognitive Defekte im Langzeitverlauf auf [38, 39].

Neben einer gründlichen Entlüftung nach intrakardialen Eingriffen und einer sorgfältigen Durchführung der EKZ wurde nachgewiesen, dass die Kanülierung des distalen Aortenbogens, im Vergleich mit der standardisierten Kanülierung der Aorta ascendens mit einer geringeren Mikroembolierate einher geht [40]; auch die Kopftief Lagerung verringert das Risiko des Einströmens von Gasblasen in die supraaortalen Gefäße [41]. Wird der Eintritt von Luft über die arterielle Linie der HLM beobachtet (Makroembolie) müssen sofort Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Diese Maßnahmen beschränken sich nicht auf die alleinige Entfernung der Luft, sondern dehnen sich auf die Reduzierung des möglichen hypoxischen Hirnschadens aus. Als Maßnahmen gelten Stoppen der HLM, Trendelenburg Lagerung, Entfernung der arteriellen Kanüle und Entlüften über die Kanülationsstelle, Entlüftung der arteriellen Linie, kalte retrograde Perfusion über die obere Hohlvene, intermittierende Komprimierung beider Karotiden, Hypertension durch Gabe von Vasokonstriktoren, Beatmung mit 100%-igem Sauerstoff, Steroid- und Barbituratgabe [42-44].

In diesen Fällen und bei klinischem Verdacht auf eine zerebrale arterielle Gasembolie stellt bei stabilem Patienten die sofortige hyperbare Oxygenierung (HBO) eine Therapieoption dar, wobei eine Therapielatenz zu einer Minderung der neurologischen Rekonvaleszenz führen kann [45-47].

## Literatur

1. Taxlor KM. Brain damage during cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg*. 1998; 65 (suppl 4): 20
2. Taylor RL, Borger MA, Weisel RD, Fedorko L, Feindel CM. Cerebral Mikroemboli during cardiopulmonary bypass: increased emboli during perfusionist interventions. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 89
3. Milsom FP, Mitchell SJ. A novel dual vent heart deairing technique markedly reduces carotid artery microemboli. *Ann Thorac Surg* 1998; 66: 785
4. Butler BD, Kurusz M. Embolic events. In: *Cardiopulmonary Bypass: Principles and Practice*, 2nd ed. Gravlee GP, Davis RF, Kurusz M, Utley JR, eds. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000: 320
5. Tingleff J, Joyce FS, Petterson G. Intraoperative echocardiographic study of air embolism during cardiac operations. *Ann Thorac Surg* 1995; 60: 673
6. Stump DA, Rogers AT, Hammon JW, Newman SP. Cerebral emboli and cognitive outcome after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 1996; 10: 113
7. Mitchell SJ, Willcox T, Gorman DF. Bubble generation and venous air filtration by hardshell venous reservoirs: a comparative study. *Perfusion* 1997; 12: 325
8. Mitchell SJ, Willcox T, McDougal C, Gorman DF. Emboli generation by the Medtronic Maxima hard-shell adult venous reservoir in cardiopulmonary bypass circuits: a preliminary report. *Perfusion* 1996; 11: 145
9. Willcox TW, Mitchell SJ, Gorman DF. Venous air in the bypass circuit. A source of arterial line emboli exacerbated by vacuum-assisted drainage. *Ann Thorac Surg* 1999;68: 1285
10. LaPietra A, Grossi EA, Pua BB, Esposito RA, Galloway AC, Derviaux CC, Glassman LR, Culliford AT, Ribakove GH, Colvin SB. Assisted venous drainage presents the risk of undetected air microembolism. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 120:856
11. Johnston WE, Stump DA, DeWitt DS et al. Significance of gaseous microemboli in the cerebral circulation during cardiopulmonary bypass in dogs. *Circulation*. 1993; 88 (5 Pt 2): II3,19
12. Donald DE, Fellows JL. Physical factors relating to gas emboli in blood. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1961; 42: 110
13. Padayachee TS, Parsons S, Theobald R, Gosling RG, Deverall PB. The effect of arterial filtration on reduction of gaseous microemboli in the middle cerebral artery during cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1988; 45:647
14. Jones TJ, Deal DD, Vernon JC, Blackburn N, Stump DA. How effective are cardiopulmonary bypass circuits at removing gaseous microemboli? *JECT* 2002; 34: 34
15. Mitchell S, Gorman D. The pathophysiology of cerebral arterial gas embolism. *JECT* 2002; 34: 18
16. Feinstein SB, Shah PM, Bing RJ et al. Microbubble dynamics visualized in the intact capillary circulation. *J Am Coll Cardiol* 1984; 4: 595
17. Gorman DF, Browning DM. Cerebral vasoreactivity and arterial gas embolism. *Undersea Biomed Res* 1986; 13: 317
18. Dexter F, Hindman BJ. Computer simulation of microscopic cerebral air emboli during cardiac surgery. *Undersea and Hyperbaric Med* 1998; 25; 43
19. Philp RB, Inwood MJ, Warren BA. Interactions between gas bubbles and components of the blood: Implications in decompression sickness. *Aerospace Med* 1972; 43:946
20. Ward CA, Koheil A, McCulloch D, Johnson WR, Fraser WD. Activation of complement at the plasma-air or serum-air interface of rabbits. *J Appl Physiol* 1986; 60: 1651
21. Hills BA, James PB. Microbubble damage to the blood-brain barrier: relevance to decompression sickness. *Undersea Biomed Res* 1991; 18: 111
22. Mitchell SJ, Benson M, Vadlamudi L, Miller P. Cerebral arterial gas embolism by helium: An unusual case successfully treated with hyperbaric oxygen and lidocaine. *Ann Emerg Med* 2000; 35: 300

23. Elliot DH, Moon RE. Manifestations of the decompression disorders. In: *The physiology and medicine of diving*, 4th ed. Bennet PB, Elliot DH, eds. London: WB Saunders, 1993: 481
24. Francis TJR, Gorman DF. Pathogenesis of the decompression disorders. In: *The physiology and medicine of diving*, 4th ed. Bennet PB, Elliot DH, eds. London: WB Saunders, 1993:454
25. Pugsley W, Klinger L, Paschalis C, Treasure T, Harrison M, Newman S. The impact of microemboli during cardiopulmonary bypass on neuropsychological functioning. *Stroke* 1994; 25: 1393
26. Muth CM, Shanks ES. Gas embolism. *N Engl J Med* 2000; 342: 476
27. Topol EJ, Humphrey LS, Borkon AM et al. Value of intraoperative left ventricular microbubbles detected by transesophageal two-dimensional echocardiography in predicting neurologic outcome after cardiac operations. *Am J Cardiol* 1985; 56: 773
28. Barbut D, Yao FF, Lo YW et al. Determination of size of aortic emboli and embolic load during coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1997; 63: 1262
29. Clark RE, Brillman J, Davis DA, Lovell MR, Price TR, Magovern GJ. Microemboli during coronary artery bypass grafting: genesis and effect on outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988; 95: 668
30. Blauth CI. Macroemboli and microemboli during cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1995; 59:1300
31. Hammon JW, Stump DA, Kon ND et al. Risk factors and solutions for the development of neurobehavioral changes after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1997; 63:1613
32. Stoney WS, Alford WC, Burrus GR, Glassford DM, Thomas CS. Air embolism and other accidents using pump oxygenators. *Ann Thorac Surg* 1980; 29: 226
33. Roach GW, Kanchuger M, Mangano CM et al. Adverse cerebral outcomes after coronary bypass surgery. Multicentre study of perioperative ischemia research group and the ischemia research and education Foundation Investigators. *N Engl J Med* 1996; 335: 1857
34. Walzer T, Herrmann M, Wallesch CW. Neuropsychological disorders after coronary bypass surgery. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1997; 62: 644
35. Kurasz M, Butler B, Katz J, Conti VR. Air embolism during cardiopulmonary bypass. *Perfusion* 1995; 10: 361
36. Shaw PJ, Bates D, Cartlidge NE et al. Neurologic and neuropsychological morbidity following major surgery: comparison of coronary artery bypass and peripheral vascular surgery. *Stroke* 1987; 18:700
37. Wong BI, McLeon RF, Naylor CD et al. Central nervous system dysfunction after warm or hypothermic cardiopulmonary bypass. *Lancet* 1992; 339: 1383
38. Shaw PJ, Bates D, Cartlidge NE et al. Longterm intellectual dysfunction following coronary artery bypass graft surgery: a six months follow-up study. *Q J Med* 1987; 62: 259
39. Bruggemans EF, Van Dijk JG, Huysmans HA. Residual cognitive dysfunctioning at 6 months following coronary artery bypass graft surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 1995; 9: 636
40. Borger MA, Taylor RL, Weisel RD, Kulkarni G, Benaroya M, Rao V, Cohen G, Fedorko L, Feindel CM. Decreased cerebral emboli during distal aortic arch cannulation: a randomized clinical trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 118: 740
41. Van Allen CM, Hrdina LA, Clark J. Air embolism from the pulmonary vein – A clinical and experimental study. *Arch Surg* 1929; 19: 567
42. Mills NL, Ochsnor JL. Massive air embolism during cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980; 80: 798
43. Larach DA. Anesthetic management during cardiopulmonary bypass. *The practice of cardiac anesthesia 1990*; Little Brown and Company, 223
44. Brodie JE. *Accidents. The manual of clinical perfusion 1994*; Glendale Medical Corporation, 95.
45. Ziser A, Adir Y, Lavon H, Shupak A. Hyperbaric oxygen therapy for massive arterial air embolism during cardiac surgery. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 117:818
46. Huber S, Rigler B, Mächler HE, Metzler H, Smolle-Jüttner FM. Successful treatment of massive arterial air embolism during open heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2000; 69:931
47. Kol S, Ammar R, Weisz G, Melamed Y. Hyperbaric oxygenation for arterial air embolism during cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1993; 55:401

# Dekompression von Druckkammerpersonal bei Begleiterwechsel

H. Schöppenthau, A. Kemmer, BG-Unfallklinik Murnau

Häufig erfordern HBO-Behandlungen eine durchgehende Begleitung und Betreuung von Patienten durch medizinisches Personal in der Druckkammer. Wenn ein einziger Begleiter durchgehend die Betreuung während einer Behandlungssitzung versieht, erfolgt für ihn die Dekompression nach den Vorgaben und Standards der GTÜM e.V. Die entsprechenden Prozeduren sind allgemein bekannt. Auf sie soll hier nicht näher eingegangen werden.

Die routinemässig zur Anwendung kommenden Behandlungsschemata (Problemwundenschema (TS 240/90), Innenohrschema (TS 250/60), Boerema-Schema (TS 300/90)) haben mit bis zu ca. 150 Minuten eine relativ geringe Behandlungsdauer, in der Regel ist hierbei ein Begleiterwechsel nicht erforderlich. Sollte dennoch eine vorzeitige Ausschleusung eines Begleiters vorgenommen werden, kann diese problemlos nach den gleichen Schemata wie bei durchgehender Begleitung erfolgen.

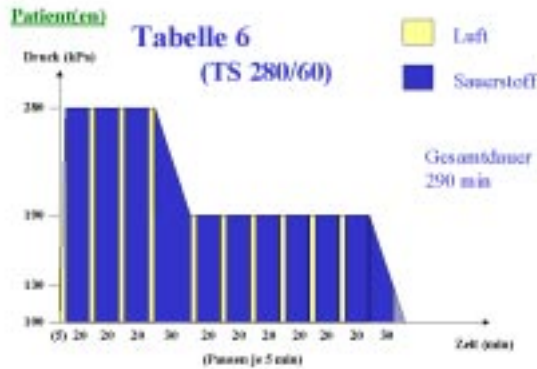
Demgegenüber ist bei längeren Behandlungsschemata (modifizierte U.S. Navy Tabelle 6 (TS 280/60), ggf. mit Verlängerungen, Comex-Tabelle Cx 30 (TS 400)) mit Behandlungsdauern von 285 bis 455 Minuten ein Begleiterwechsel während der Behandlung bzw. ein vorzeitiges Ausschleusen eines zusätzlichen Begleiters oftmals sinnvoll oder wünschenswert. Für derartige Fälle existieren jedoch bislang weder allgemein verbreitete oder etablierte, noch von der GTÜM e.V. offiziell empfohlene Dekompressionstabellen. Dabei deuten zahlreiche Gespräche in hyperbarmedizinischen Fachkreisen wiederholt auf den hohen Bedarf an solchen Tabellen hin. Daher sollen hier nun die wichtigsten in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Murnau erarbeiteten und zur Anwendung kommenden Dekompressionstabellen für Druckkammerbegleiter bei möglichen Begleiterwechseln vorgestellt werden. Die Tabellen wurden unter Berücksichtigung diverser existierender Dekompressionstabellen und Computerprogramme (u.a. Druckluftverordnung und anerkannter Mischgas-tauchprogramme) erstellt und sollen ein Höchstmaß an Sicherheit für die betroffenen Mitarbeiter gewährleisten. Aufgrund der besseren Übersicht erfolgt die Darstellung aller Dekompressionsprozeduren hier nicht in tabellarischer sondern ausschließlich in grafischer Form.

## Grundsätzliche Vorbemerkungen:

- 1) Die Atmung von reinem Sauerstoff unter Behandlungsdrücken in Druckkammern bietet auch für Begleitpersonal das grundsätzliche Risiko einer akuten Sauerstoffintoxikation. Als diesbezüglich sicher gelten erst Drücke  $\leq 220$  kPa, entsprechend einem inspiratorischen Sauerstoffpartialdruck von 2,2 bar. Daher ist auch in den hiesigen Dekompressionstabellen eine Sauerstoffatmung für den Begleiter erst ab dem 220 kPa-Niveau erlaubt und entsprechend eingearbeitet.
- 2) Beginn, Ende und Dauer der jeweiligen Sauerstoffatemphasen für den dekomprimierenden Begleiter sind aus Gründen der Praktikabilität mit den jeweiligen Sauerstoffatemphasen des Patienten synchronisiert. Während der für den Patienten vorgesehenen „Luftpausen“ ist eine entsprechende Unterbrechung der Sauerstoffatmung des Begleiters (z.B. zur Patientenbetreuung oder zwecks Wechsel von der Haupt in die Vorkammer) ebenfalls möglich. Grundsätzlich sollte die Luftatmung in diesen Phasen jedoch auf ein Minimum (maximal 5 Minuten) beschränkt werden. Die entsprechenden Phasen sind im Diagramm leichter schraffiert dargestellt.
- 3) Je nach technischen Vorgaben ist in einigen Kammermodellen eine Sauerstoffatmung  $\leq 130$  kPa nicht zulässig. Hierbei hat auch der Kammerbegleiter in den letzten Minuten der Dekompression Luft statt Sauerstoff zu atmen. Auch diese Phasen sind in den Diagrammen leichter schraffiert dargestellt. Grundsätzlich ist jedoch die Sauerstoffatmung bis zur endgültigen Ausschleusung zu bevorzugen.
- 4) Die angegebenen Dekompressionsverfahren gehen von nichtvorbelasteten (also komplett entsättigten) Druckkammerbegleitern aus. Sollte für den Begleiter bereits eine hyperbare Exposition in den letzten 12 (24) Stunden vorangegangen sein, ist die Dekompressionszeit um (1-)2 Phasen (Sauerstoffatmung zu verlängern. Auf diesbezügliche Details soll hier nicht näher eingegangen werden. Durch Vorhalten einer ausreichenden Zahl qualifizierter Mitarbeiter sollte in der Regel eine Begleiter-Wiederholungsexposition bei der Durchführung dieser Behandlungstabellen vermeidbar sein.

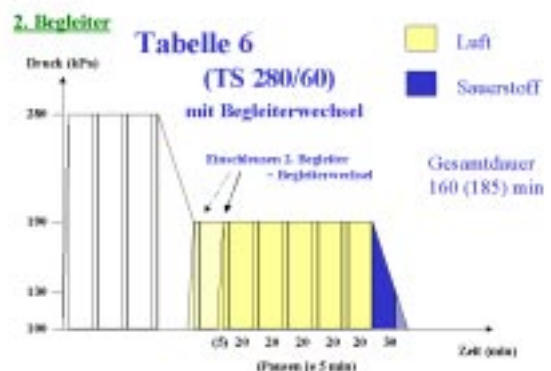
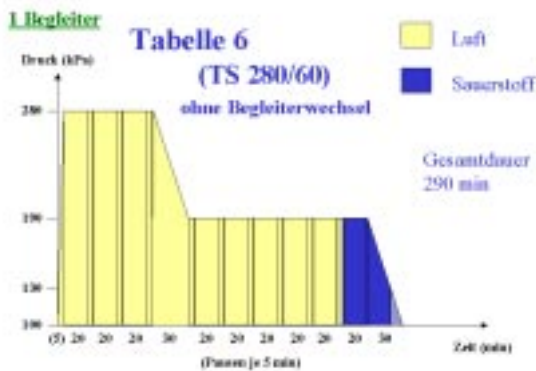
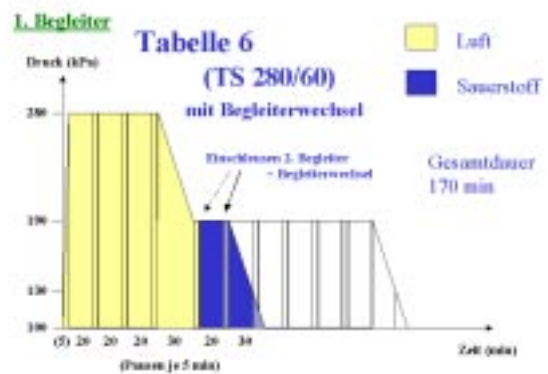
**Modifizierte U.S. Navy Tabelle 6 (TS 280/60):**

**A.** Bei durchgehender Betreuung durch einen Begleiter erfolgt für diesen Begleiter gemäss den Standards der GTÜM e.V. die Sauerstoff-atmung für die Zeit der letzten Patienten-Sauerstoffatemphase (20 min) plus der anschließenden Dekompression von 190 kPa auf 100 kPa (Normaldruck) (30 min).



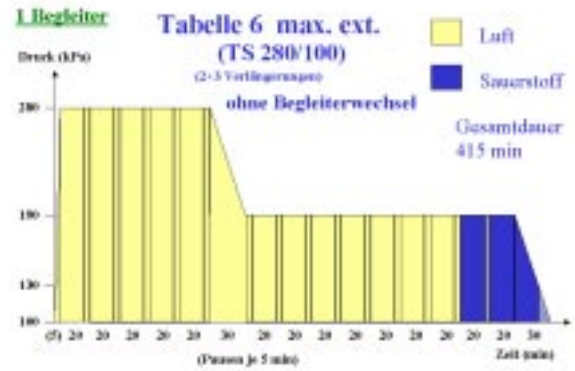
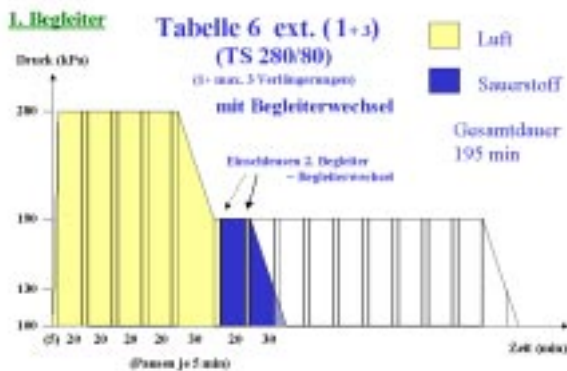
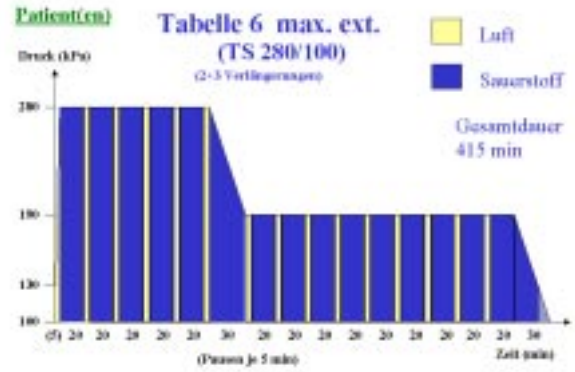
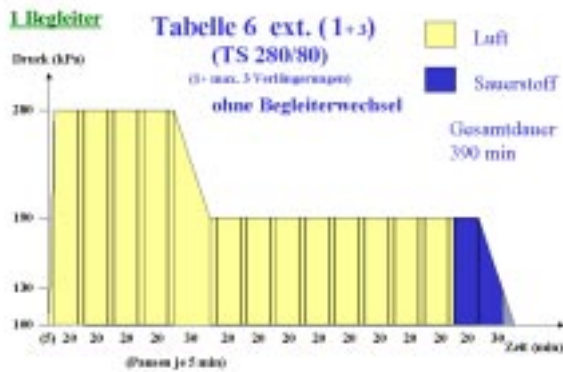
**B.** Ein vorzeitiges Dekomprimieren eines Primärbegleiters erscheint erst nach planmässigem Erreichen des 190 kPa-Niveaus sinnvoll. Auch in diesem Fall ist der Begleiter genauso wie oben beschrieben auszuschleusen: Sauerstoffatmung für eine Phase à 20 min auf 190 kPa → Wechsel in die Vorkammer (max. 5 min Luftatmung) → Dekompression auf Normaldruck in 30 min unter Sauerstoffatmung.

Der ggf. neu einzuschleusende Begleiter sollte somit spätestens bei Beendigung der ersten Sauerstoffatemphase auf 190 kPa komprimiert worden sein. Für ihn hat (unabhängig von der Verweildauer auf diesem Druckniveau) lediglich die abschliessende Dekompression von 190 kPa auf Normaldruck unter Sauerstoffatmung zu erfolgen.



C. Bei einer nur einmaligen Verlängerung der Behandlungszeit auf dem 280 kPa-Niveau ergeben sich (unabhängig von einer evtl. weiter verlängerten Behandlungszeit auf dem 190 kPa-Niveau) keine Veränderungen im Dekompressionsschema für den ersten oder auch einzigen Begleiter (eine O<sub>2</sub>-Phase auf 190 kPa-Niveau plus O<sub>2</sub>-Dekompression auf Normaldruck).

D. Bei durchgehender Betreuung durch einen Begleiter erfolgt für diesen Begleiter gemäss den Standards der GTÜM e.V. die Sauerstoffatmung für die Zeit der letzten zwei Patienten-Sauerstoffatmosphären (2 x 20 min + 5 min Pause) plus der anschließenden Dekompression von 190 kPa auf 100 kPa (Normaldruck) (30 min).

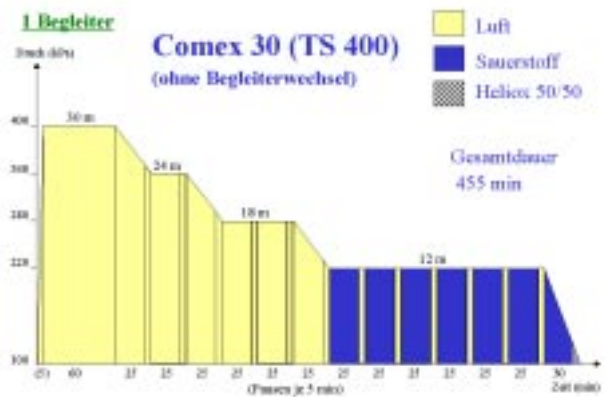
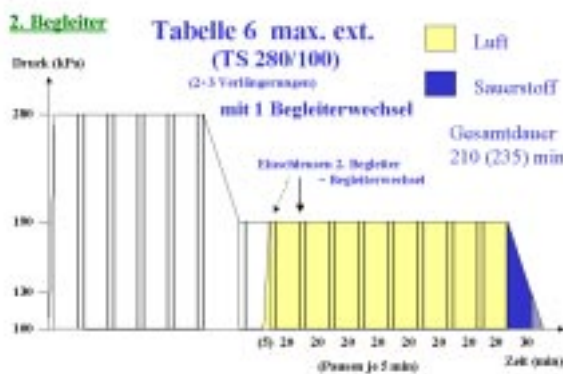
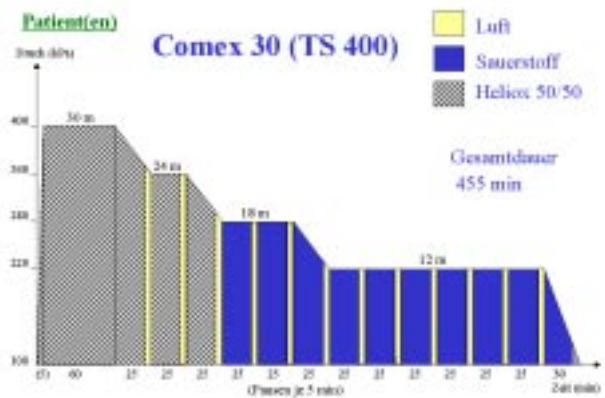
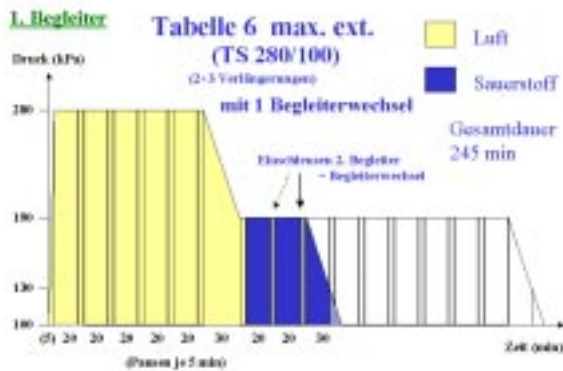


Modifizierte U.S. Navy Tabelle 6 max. ext. (TS 280/100)

E. Unabhängig von der Behandlungs- oder Verweildauer auf dem 190 kPa-Niveau hat auch hier ein nach dem Erreichen des 190 kPa-Niveaus auszuschleusender Primärbegleiter für die Zeit von zwei Patienten-Sauerstoffatmosphären (2 x 20 min + 5 min Pause) plus in der anschließenden Dekompression auf Normaldruck (30 min) Sauerstoff zu atmen. Vor der Dekompression erfolgt für ihn der Wechsel in die Vorkammer. Der ggf. neu einzuschleusende Begleiter sollte somit spätestens bei Beendigung der zweiten Sauerstoffatmosphäre auf 190 kPa komprimiert worden sein. Für ihn hat (unabhängig von der Verweildauer auf diesem Druckniveau) weiterhin lediglich die abschliessende Dekompression von 190 kPa auf Normaldruck unter Sauerstoffatmung zu erfolgen.

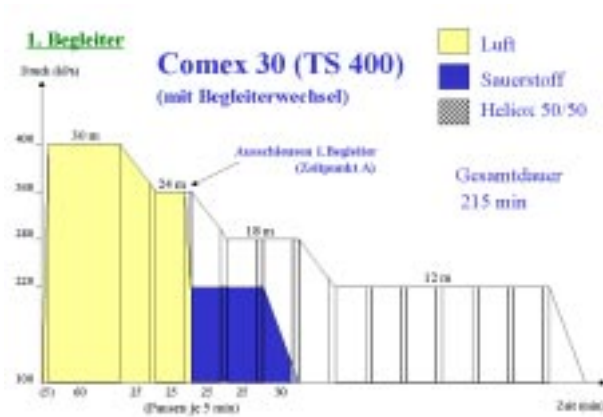
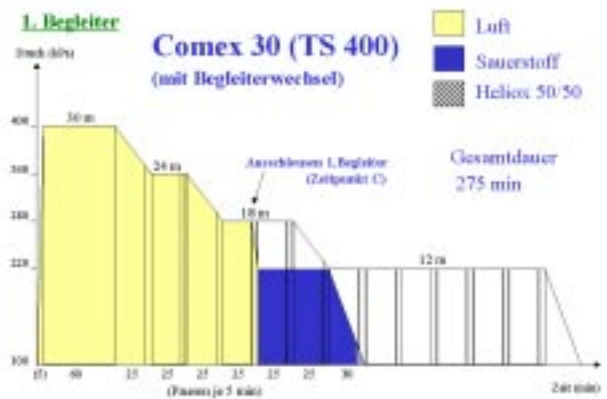
**Comex-Tabelle Cx 30 (TS 400)**

a. Bei durchgehender Betreuung durch einen Begleiter erfolgt für diesen Begleiter gemäss dem Schema der Firma Comex die Sauerstoffatmung für die Zeit der gesamten sechs Patienten-Sauerstoffatmosphäre (6 x 25 min) auf 220 kPa-Niveau plus der anschließenden Dekompression von 220 kPa auf 100 kPa (Normaldruck) (30 min).

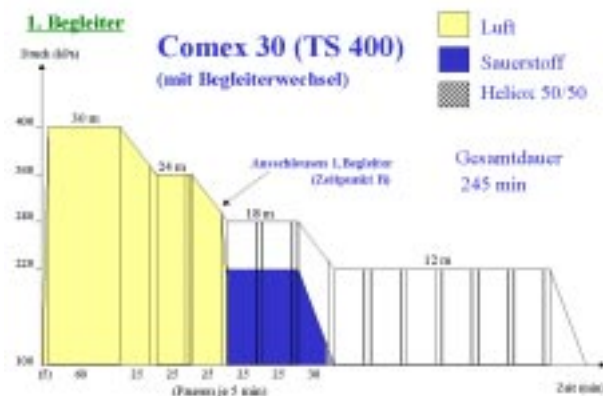


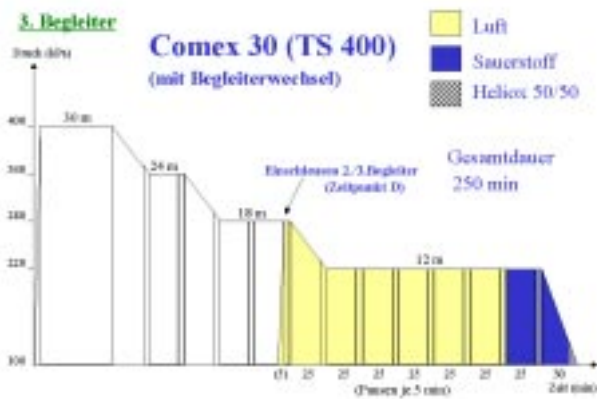


b. Im Falle eines einzelnen geplanten Begleiterwechsels erscheint ein Ausschleusen des Erstbegleiters am sinnvollsten kurz vor Erreichen des 280 kPa-Niveaus (Zeitpunkt B) oder nach Beendigung der ersten Patienten-Sauerstoffatmosphäre auf 280 kPa (Zeitpunkt C). Ein primär zusätzlicher Begleiter könnte natürlich auch früher, z.B. kurz vor Verlassen des 340 kPa-Niveaus (Zeitpunkt A) sinnvoll ausgeschleust werden. Alle erwähnten Erstbegleiter sind dabei nach Verlassen des Behandlungsdrucks in ca. 5 Minuten (bis zum Beginn der folgenden Patienten-Sauerstoff-/bzw. Heliox-Atemphase) unter Luftatmung auf das Dekompressionsniveau von 220 kPa zu dekomprimieren. Erst dann erfolgt für sie die Sauerstoffatmung über 60 Minuten auf diesem Niveau, anschließend Dekompression unter O<sub>2</sub>-Atmung über 30 Minuten auf Normaldruck.



c. Ein Begleiter, der erst auf den Bereich des 280 kPa-Niveaus eingeschleust wird (z.B. Zeitpunkt B oder C), hat bei durchgehender weiterer Patientenbetreuung während der letzten Patienten-Sauerstoffatmosphäre auf 220 kPa-Niveau (25 min) und während der anschließenden Dekompression auf Normaldruck (30 min) Sauerstoff zu atmen. Gleiches Procedere gilt auch für Begleiter, die bei einem noch späteren Begleiterwechsel bis zum Erreichen des 220 kPa-Niveaus (Zeitpunkt D und E) eingeschleust werden.

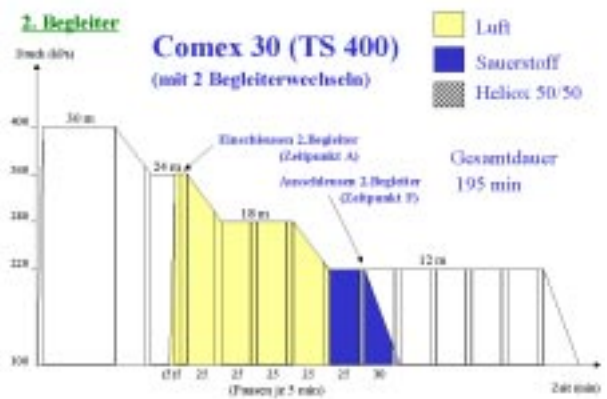
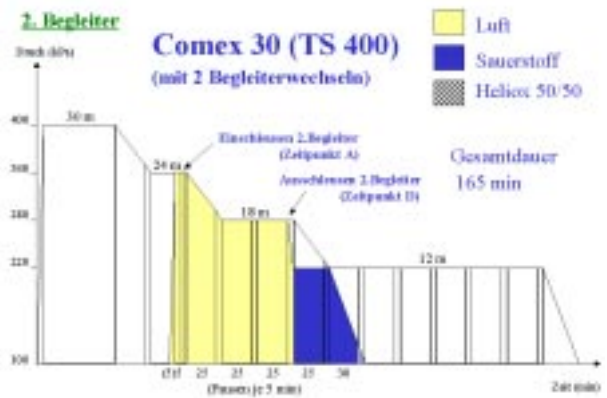
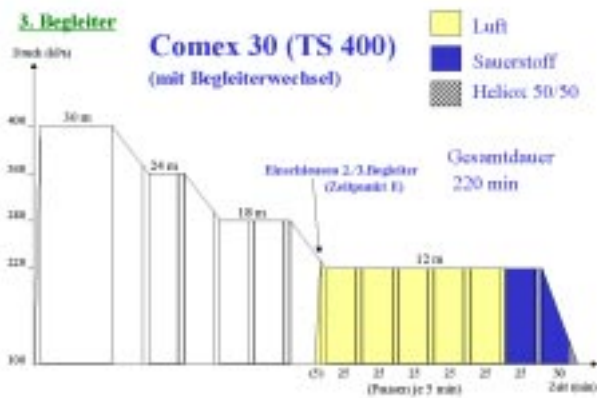




d. Ein geplanter zweimaliger Begleiterwechsel erscheint wenig sinnvoll. Dennoch sollte eine entsprechende Situation vorbereitet sein.

Die Dekompression des ersten und des letzten (also hier dritten) Begleiters ist bereits mit den o.a. Prozeduren erfasst. Ein zwischenzeitlicher zweiter Begleiter könnte am sinnvollsten gegen Ende des Aufenthalts auf dem 340 kPa-Niveau (Zeitpunkt A) eingeschleust werden.

Die Ausschleusung sollte dann entweder kurz vor Verlassen des 280 kPa-Niveaus (Zeitpunkt D) oder nach Beendigung der ersten Patienten-Sauerstoffatmungsphase auf 220 kPa-Niveau (Zeitpunkt F) beginnen. In beiden Fällen erfolgt hier Sauerstoffatmung für diesen zweiten Begleiter für eine Phase à 25 Minuten auf dem 220 kPa-Niveau und während der kurz danach anschließenden Dekompression auf Normaldruck (30 min).



### Begleiterdekompression mit Heliox ?

Die Atmung von Heliox statt Luft durch den Begleiter im Bereich ab 340 kPa bis oberhalb von 220 kPa kann ohne erhöhte Sauerstofftoxikationsgefahr unter Umständen eine anschließende Begleiterdekompression verkürzen. Jedoch ist die berechnete Zeitersparnis bei der Dekompression im Allgemeinen zu gering, um bei der hier beschriebenen blockweisen Atemphasensyn-

chronen Dekompression merklich ins Gewicht zu fallen. Schon aus ökonomischen Gründen kann sie daher nicht generell empfohlen werden.

Die Erstellung dieser Tabellen erfolgte nach bestem Wissen, eine Anwendung im Einzelfall setzt die Überprüfung durch einen erfahrenen Tauch- und Überdruckmediziner voraus.

## Leserbrief von Dr. med. Chr. Heiden, Vorsitzender des VDD e.V.

In Zeiten der Evaluation des Wertes der Hyperbarmedizin durch die offiziellen Gremien in Deutschland und in anderen Ländern werden die Indikationen, Behandlungsverfahren und Behandlungsstandards auch in und zwischen den deutschen Verbänden für Tauch- und Überdruckmedizin diskutiert. Ich bin deshalb meiner wissenschaftlichen Fachgesellschaft, der GTÜM e.V., sehr für die Gelegenheit dankbar, im CAISSON die Haltung des Verband Deutscher Druckkammerzentren e.V. (VDD e.V.) darstellen zu dürfen.

Der VDD e.V. hat sich seit seiner Gründung 1996 der Förderung der HBO-Therapie auf gesicherter Basis verschrieben. Er hat unter Berücksichtigung der Beschlüsse der medizinischen Fachgesellschaften (hier vor allem auch der GTÜM e.V.) einheitliche Qualitäts- und Sicherheitsstandards sowohl für die Druckkammertechnik, für die anzuwendenden Behandlungsschemata, als auch für die Personalqualifizierung definiert und die erste deutsche Zertifizierung von Druckkammerzentren unter externem Monitoring und Auditing durch den Germanischen Lloyd verwirklicht. Die Mitglieder des Vereins gehen mit ihrem Vereinseintritt die Verpflichtung ein, sich an diese Standards zu halten. (Uns ist keine Zertifizierung im Ausland bekannt, die vor der unsrigen installiert wurde!).

Die Satzung des Verbandes sieht für Verstöße Reglementierungen vor, die u.a. Geldstrafen und Ausschluss ermöglichen. Diese Regulierungsinstrumente wurden und werden genutzt und haben bereits zu einer erheblichen Minderung der Mitgliederzahl schon vor dem Einbruch der wirtschaftlichen Gegebenheiten nach dem BUB Beschluss von 2000 geführt. Unsere Mitglieder haben sich darauf geeinigt, dass neben den durch nationale und internationale wissenschaftliche Fachgesellschaften (vor allem GTÜM, ECHM, EUBS, UHMS) anerkannte Indikationen keine 'neuen Indikationen' werbend propagiert und behandelt werden. Ausnahmen von dieser Regel sind zulässig, wenn

1. im Rahmen von wissenschaftlichen Untersuchungen (unter Einhaltung der dafür gegebenen Voraussetzungen) therapiert wird oder wenn
2. auf dringenden Behandlungswunsch von Patienten Indikationen behandelt werden, für die es nach

dem Erkenntnisstand eine Behandlungsrationalität gibt und der Patient eingehend über das Fehlen von klinischen Erfahrungen schriftlich aufgeklärt wurde. (Diese Behandlungsversuche müssen gut dokumentiert und für Auswertungen vorbereitet werden.)

Wir bedauern, dass wir unsere Vorstellungen nicht bei allen deutschen Druckkammerzentren durchsetzen können, weil (noch) nicht alle Kammern bei uns Mitglied sind und darunter wenige 'schwarze Schafe' die Qualitätsstandards nicht einhalten. Der VDD e.V. unterhält und pflegt Kontakte zu nationalen und internationalen hyperbarmedizinischen Fachgesellschaften. Seine Beschlüsse stehen im Konsens mit diesen Fachgesellschaften. Der Verein fördert die Information über die Hyperbarmedizin. Er unterstützt auch Forschung im Bereich der Hyperbarmedizin durch Bereitstellung von personellen, materiellen und finanziellen Ressourcen. Diverse Fachausschüsse kümmern sich um die Umsetzung dieser Vorhaben.

Bisher wurden folgende Bereiche schwerpunktmäßig bearbeitet:

1. Erstellen einer Literaturdatenbank auf CD-Rom durch eine Bibliothekarin. Die Weiterentwicklung der Literaturdatenbank wurde 2001 von der GTÜM übernommen. Mitglieder des VDD e.V. erhalten die Literaturdatenbank kostenlos.
2. Erstellen eines deutschen Handbuchs für Hyperbarmedizin: Welslau W, Rinneberg G, Almeling M, Tirpitz D: Hyperbare Sauerstofftherapie, wissenschaftliche Bewertung ausgesuchter Indikationen. Archimedes – Göttingen 1998; ISBN 3-9805716-2-9
3. In Zusammenarbeit mit dem HBO-Ausschuss der GTÜM wurden indikationsbezogenen Literaturübersichten für diverse Indikationen zur HBO-Therapie zur Verwendung in den Druckkammerzentren und zur Unterstützung von Anträgen bei offiziellen Stellen (Bundesausschuss Ärzte u. Krankenkassen, Krankenkassenspitzenverbände etc) formuliert.

Dr. med. Chr. Heiden  
Vorsitzender des VDD e.V.

## Aufgelesen

H. Stelzner, Tauchertechnik, Lübeck, Charles Coleman Verlag, 1931

Taucher sind Männer, die unter Wasser oder in unatembare Luft leben und arbeiten können. Taucher sind Männer großer Muskelkraft, mit gesunden Organen. Es gibt keinen zweiten Beruf, der so hohe Anforderungen an körperliche Leistungsfähigkeit stellt, wie sie der Beruf des Tauchers – nicht nur gelegentlich – verlangt. Das Tragen der fast 100 kg schweren Rüstung außerhalb des Wassers, oder die Fortbewegung dieser Masse beim Gehen unter Wasser, das Atmen unter rasch wechselndem Druck und, nicht zuletzt, anstrengendste Arbeiten unter nicht immer einwandfreier Luftversorgung, fordern athletische Muskulatur, gesunde Lunge, kräftiges Herz und einwandfreie Funktion aller Organe.

Taucher sind Männer hoher geistiger Kräfte, von Verstand und einwandfreier Moral. Sie haben so vielseitigen Gefahren zu trotzen, dass an ihre Geistesgegenwart und Beobachtungsgabe höchste Anforderungen gestellt werden. Nützliche und schnelle Taucherarbeit zu leisten ist aber zugleich die eigentliche Kunst des Tauchers, die seine Tätigkeit erst wertvoll macht. Ein unbeirrbares Pflichtgefühl muss ihn antreiben, unter Hergabe aller Kräfte des Körpers und Geistes für schnellste und trefflichste Lösung der gestellten Aufgabe zu sorgen.

Und doch ist Tauchen an sich keine Kunst, so wenig wie Klettern und Laufen oder jeglicher Sport ein Kunststück ist. Zum Könnler wird der Taucher erst – denn Kunst kommt von Können – , wenn er in großen Tiefen erfolgreiche Arbeit zu leisten versteht.

# Leitlinie Tauchunfall I

(der 2. Teil zusammen mit den Anlagen erscheint im nächsten CAISSON)

verfasst von **Wilhelm Welslau und Mitarbeitern**

erstellt am **13. Okt. 2002** - gültig bis **Okt. 2005**

## Inhalt

### Leitlinien Tauchunfall

Vorbemerkungen	Seite
<b>Definition</b>	Seite
<b>Erstmaßnahmen am Unfallort</b>	Seite
- Erste Hilfe durch Laien	Seite
- Erste Hilfe durch medizinisches Personal	Seite
<b>Transport zur Behandlungs-Druckkammer</b>	Seite
<b>Erste Druckkammer-Behandlung</b>	Seite
<b>Transport zum Behandlungszentrum</b>	Seite
<b>Druckkammer-Folgebehandlungen</b>	Seite
<b>Tauchtauglichkeit nach Tauchunfall</b>	Seite
Verzeichnis der relevanten Fachliteratur	Seite
Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	Seite

### **Verantwortlichkeit**

Verantwortlich für die Leitlinie ist die Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V. (GTÜM), vertreten durch ihren Vorstand. Die Entwicklung erfolgte in Zusammenarbeit mit den Schwestergesellschaften der GTÜM, der Österreichischen Gesellschaft für Tauch- und Hyperbarmedizin (ÖGTH) und der Schweizerischen Gesellschaft für Unterwasser- und Hyperbarmedizin (SGUHM). Die Entwicklung erfolgte ohne Unterstützung durch Dritte.

### **Autoren**

Die Leitlinie wurde durch eine Expertengruppe unter der Leitung von Dr. med. Wilhelm Welslau (GTÜM) erstellt. Mitglieder der Expertengruppe waren:  
 Dr. med. Wilfried Beuster (ÖGTH),  
 Dr. med. Wolfgang Förster (Tiefbau-BG),  
 Dr. med. Günter Frey (Bundeswehrkrankenhaus Ulm),  
 Dr. med. Armin Kemmer (BG-Unfallklinik Murnau),  
 Dr. med. Ulrich van Laak (DAN Europe),  
 Dr. med. Claus-Martin Muth (Universität Ulm),  
 Dr. med. Doreen Peusch-Dreyer (VDD),  
 Prof. Dr. med. Peter Radermacher (Universität Ulm),  
 Dr. med. Adel Taher (Hyperbaric Medical Center Sharm el Sheikh, Ägypten),  
 Dr. med. Jürg Wendling (SGUHM),  
 Dr. rer. nat. Jürgen Wenzel (DLR, Institute for Aerospace Medicine, Köln),  
 Norbert Zanker (Tauchlehrer, Belgien)

### **Evidenzeinstufung**

Zur Erstellung der Leitlinie in Stufe 1 nach AWMF (Methodische Empfehlungen „Leitlinie für Leitlinien“, Stand 02/2000) wurde in 12/2001 die oben genannte repräsentative Expertengruppe gebildet.

Zur in Stufe 1 erstellten Leitlinie wurde in Stufe 2 nach AWMF (Methodische Empfehlungen, s.o.) am 12.10.-13.10.2002 auf einer Konsensuskonferenz im Rahmen der wissenschaftlichen Tagung der GTÜM e.V. beraten. Die Expertengruppe aus Stufe 1 stellte die Leitlinie vor. Als Steuergremium für die Stufe 2 fungierte eine international besetzte Jury unter dem Vorsitz von Prof. Dr. med. Alf O. Brubakk (Universität Trondheim, Norwegen). Mitglieder:  
 Dr. med. Peter Germonpre (DAN Europe, Belgien),  
 Dr. med. Clemens Mader (ÖGTH, Österreich),  
 Dr. rer. nat. Klaus Müller (DLR, Institute for Aerospace Medicine, Köln),  
 Dr. med. Peter Müller (EJUHM),  
 Dr. med. Peter Nussberger (SGUHM, Schweiz),  
 Dr. med. Giso Schmeißer (Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften - HVBG),  
 Dr. med. Wilhelm Welslau (GTÜM).

### **Gültigkeit**

Die Leitlinie wurde in Stufe 2 am 13.10.2002 durch die Jury und das Fachpublikum der Konsensuskonferenz approbiert. Die Leitlinie ist bis Oktober 2005 gültig. Sie wird spätestens alle 3 Jahre überarbeitet.

Die Überarbeitung erfolgt durch eine Expertengruppe, die durch Vertreter der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften GTÜM, ÖGTH und SGUHM gebildet wird. Kommt ein solches Gremium nicht zustande, so wird jedenfalls eine solche Expertengruppe spätestens 6 Monate vor der wissenschaftlichen Tagung der GTÜM durch die GTÜM allein gebildet. Die Expertengruppe überprüft die Leitlinie auf ihre Gültigkeit (Leitlinie Stufe 1). Im Rahmen der wissenschaftlichen Tagung werden erforderliche Änderungen der Leitlinie in einer Konsensuskonferenz erneut als Stufe 2-Leitlinie verabschiedet.

### **Ziele**

Die Leitlinie soll eine Hilfe für medizinische Entscheidungsprozesse im Rahmen der Versorgung der Patienten darstellen. Im Rahmen der Qualitätssicherung stellt sie eine qualitativ hochstehende medizinische Versorgung auch unter dem Gesichtspunkt ökonomischer Zwänge dar. Sie gibt dem einzelnen Arzt in einem Notfallbereich weit abseits der Routine Informationen und Instruktionen über den aktuellen Stand der medizinischen Erkenntnisse. Dargelegt wird der aktuelle Stand der Erkenntnisse in der Behandlung von Tauchunfällen:

- in der Ersten Hilfe durch Laien, medizinisches Assistenzpersonal und Ärzte
- in den Prinzipien der Rettungskette und des Transfers verunfallter Taucher
- in der ersten definitiven Therapie von Tauchunfällen
- in der weiteren medizinischen Versorgung von Tauchunfällen

Zielgruppen der Leitlinie sind:

- Alle Taucher, insbesondere alle Tauchlehrer und andere Laienhelfer
- erstbehandelnde Ärzte und Notärzte, sowie Rettungsorganisationen
- alle Ärzte an therapeutischen Druckkammern

### **Anwendbarkeit**

Bei jedem Zweifel an der Anwendbarkeit der Leitlinie ist im Einzelfall der Rat eines Experten (= erfahrener Taucherarzt) einzuholen. In der Leitlinie wird dies explizit bei der Ersten Hilfe durch Laien, der Ersten Hilfe durch medizinisches Personal, der Ersten Druckkammerbehandlung und bei der Frage der Tauchtauglichkeit nach einem Tauchunfall genannt.

### **Regionale Anpassung**

In Österreich und der Schweiz müssen national die Behörden und Organisationen gesondert eingebunden werden. Dies geschieht in der Verantwortung der ÖGTH (Österreich) und der SGUHM (Schweiz) und wird an dieser Stelle nicht ausgeführt. Andere regionale Anpassungen sind nicht sinnvoll und nicht notwendig.

## Definition

Der Tauchunfall ist ein potentiell lebensbedrohliches Ereignis, hervorgerufen durch raschen Abfall des Umgebungsdruckes beim Tauchen mit und ohne Tauchgerät in der sogenannten Dekompressionsphase. Er ist gekennzeichnet durch die Bildung freier Gasblasen in Blut und Geweben. Aus dem Tauchunfall kann eine Dekompressions-Erkrankung entstehen (englisch „Decompression Illness“, die international übliche Abkürzung hierfür ist „DCI“). Der Tauchunfall wird daher auch als Dekompressions-Unfall bezeichnet. Tauchunfälle können abhängig vom Entstehungsmechanismus in Dekompressions-Krankheiten (englisch „Decompression-Sickness“, Abkürzung „DCS“) und arterielle Gasembolien (englisch „Arterial Gas Embolism“, Abkürzung „AGE“) unterschieden werden (siehe Anlage 2 "Systematik der Tauchunfälle").

Die DCS tritt nach längerem Aufenthalt im Überdruck und entsprechender Inertgas-Aufsättigung auf. Sie wird klassisch in die „DCS Typ I“ mit dem Leitsymptom „muskuloskeletale Schmerzen“ und die „DCS Typ II“ mit neurologischer Symptomatik unterschieden. Diese Systematik wird auch in dieser Leitlinie verwendet (siehe unten Kasten „Symptomatik“). Parallel hierzu wird weltweit eine für medizinische Laien (= Taucher) gedachte Einteilung in „Milde Symptome“ (starke Müdigkeit, Hautjucken) und „Schwere Symptome“ unter Einbeziehung der AGE verwendet (siehe Anlage 3 „Tauchunfall-Management“). Daneben werden weitere Klassifizierungen verwendet, die sich jedoch bisher nicht allgemein durchsetzen konnten. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden sie in der Leitlinie nicht genannt, obwohl sie in mancher Hinsicht Vorteile gegenüber der klassischen Einteilung bieten.

Die AGE ist typischerweise die Folge eines Lungen-Barotraumas mit Überdehnung der Lunge. Ursächlich ist ein ungenügendes Entweichen von Luft aus der Lunge während der Reduktion des Umgebungsdruckes beim Aufstieg. Als Nebenfunde sind ein Pneumothorax und/oder ein Mediastinalemysem möglich. Darüber hinaus kann es bei massiver Blasenbildung auf der venösen Seite durch verschiedene Shuntmechanismen zu einem Übertritt von Gas ins arterielle System kommen, z.B. durch ein persistierendes Foramen ovale (Abkürzung „PFO“) oder direkte transpulmonale Passage von Gasbläschen. Klinisch sind DCS Typ II und AGE in vielen Fällen nicht differenzierbar (siehe Anlage 4 "Pathogenese und Symptomatik von Tauchunfällen" und Anlage 5 "Differentialdiagnosen von Tauchunfällen").

## Erstmaßnahmen am Unfallort

Bei Tauchunfällen ist/sind Ersthelfer in der Regel der/die Tauchpartner oder Sicherungstaucher. Der Erfolg der Ersten Hilfe-Maßnahmen und der weiteren Behandlung hängt entscheidend davon ab, dass die Ersthelfer schnell und richtig handeln. Voraussetzung hierfür ist

- a) eine entsprechende Ausbildung aller Taucher,
- b) das Vorhandensein einer auf die Tauchgangsplanung angepassten Notfallausrüstung, sowie
- c) sichere Kommunikationsmittel (zum Beispiel Mobiltelefon und Telefonnummern).

Nur dann können die in dieser Leitlinie angegebenen Maßnahmen auch wirkungsvoll durchgeführt werden.

Die Vorlage für Anlage 3 (Fließschema „Tauchunfall-Management“) stammt von Divers Alert Network Europe, weicht allerdings in einigen Punkten vom DAN-Schema ab. Da dieses aber unter Tauchern weit verbreitet ist wird darauf hingewiesen, dass das DAN-Schema grundsätzlich richtig ist und verwendet werden kann.

## Erste Hilfe durch Laien

Entscheidung für Verdachtsdiagnose Tauchunfall bei folgenden Voraussetzungen:

- es wurde zuvor aus einem Tauchgerät unter Wasser geatmet, unabhängig von dem verwendeten Atemgas / der Atemgas-Mischung (eventuell nur ein Atemzug)
- es wurde zuvor aus einer Luftansammlung unter Wasser geatmet (zum Beispiel Wrack oder Höhle)
- es wurden zuvor Apnoe-Tauchgänge durchgeführt (in der Regel mehrere tiefe Tauchgänge) und
- es liegt/liegen eines/mehrere der folgenden Symptome vor:

### Milde Symptome

- extreme Müdigkeit
- Hautjucken („Taucherflöhe“) mit kompletter Rückbildung innerhalb von 30 Minuten nach Einleiten der spezifischen Erste Hilfe Maßnahmen

### Maßnahmen

- Sauerstoffgabe (100%, siehe unten)
- Flüssigkeitsgabe, 0,5 – 1,0 Liter oral (keine hypertonen, alkohol- oder coffeinhaltigen Getränke!)
- bei Unterkühlung weiteren Wärmeverlust verhindern (Decken, Dampfsperre)
- orientierende neurologische Untersuchung (siehe Anlage 6 „5 Minuten-Neurocheck“)
- keine nasse Rekompensation
- wenn symptomfrei innerhalb 30 Minuten: Arzt verständigen, 24 Stunden beobachten
- wenn noch Symptome nach 30 Minuten: wie schwere Symptome behandeln

### Schwere Symptome

Bei Auftreten von Symptomen noch unter Wasser oder Vorliegen von anderen Symptomen wie

- Hautsymptome
- Schmerzen
- Ameisenlaufen
- Körperliche Schwäche
- Taubheitsgefühl
- Lähmungen
- Atembeschwerden
- Seh-, Hör-, Sprachstörungen
- Schwindel
- Übelkeit
- Eingeschränktes Bewusstsein
- Bewusstlosigkeit

### Spezifische Erste Hilfe-Maßnahmen

- Lagerung
  - bei bewußtseinsklarem Taucher: Rückenlagerung
  - bei Bewusstlosigkeit stabile Seitenlage
- Sauerstoffgabe (schnellstmöglicher Beginn)
  - bei intakter Eigenatmung unabhängig vom Bewusstseinszustand Atmung von 100% Sauerstoff (Abkürzung „O2“) über dicht abschließende Maske mit
    - a) Demand-Ventil oder
    - b) Kreislauf-System mit Absorber für Kohlendioxid (Abkürzung „CO2“),
    - c) gegebenenfalls über Konstantdosierung (mindestens 15 Liter/Minute) mit Reservoirbeutel und Rückschlagventilen, wenn keine besseren Systeme zur Verfügung stehen.

Bewußtseinsklare Taucher können die Maske eventuell selbst halten.

- bei insuffizienter Eigenatmung Masken-Beatmung mit 100% O<sub>2</sub>-Zufuhr
  - a) Beatmungsbeutel mit O<sub>2</sub>-Reservoir und O<sub>2</sub>-Konstantdosierung (mindestens 15 Liter/Minute) oder
  - b) Beatmungsbeutel mit 100% O<sub>2</sub> Demand-Ventil oder
  - c) Kreislauf-System mit CO<sub>2</sub>-Absorber

Die Sauerstoffgabe soll ohne Pause bis zum Erreichen der Behandlungsdruckkammer weitergeführt werden. Auch bei sehr begrenztem O<sub>2</sub>-Vorrat soll O<sub>2</sub> immer in der höchst möglichen Konzentration gegeben werden, keinesfalls mit Raumluft-Zumischung oder bei Konstantdosierung mit weniger als 15 Liter/Minute.

- Flüssigkeitsgabe
  - Bei bewußtseinsklaren Opfern mit stabiler neurologischer Symptomatik und intaktem Schluckreflex schluckweise orale Gabe von 0,5-1,0 Liter Flüssigkeit/ Stunde (keine hypertonen, alkohol- oder coffeinhaltigen Getränke!)

- Bei eingetrübten oder bewusstlosen Opfern oder bei gestörtem Schluckreflex keine orale Flüssigkeitsgabe! (intravenöse Volumengabe erforderlich)

### Weitere Maßnahmen

- Gegebenenfalls Herz-Lungen-Wiederbelebung
- Orientierende neurologische Untersuchung (siehe Anlage 6 „5 Minuten-Neurocheck“)
- Wärmeverlust verhindern (geschützter Ort, Decken, Dampfsperre, möglichst wenig bewegen), keine aktive Wiedererwärmung (zum Beispiel auch heiß duschen), da dies evtl. zur Verschlechterung der Tauchunfall-Symptome und anderen Problemen führen kann.

### Taucherärztliche Telefonberatung

Schnellstmögliche Kontaktaufnahme mit Taucherarzt, um Vorgehen zu koordinieren, z.B.

- nationale DAN-Hotline in Deutschland: 0431-54090, Kennwort „Tauchunfall“
- internationale DAN-Hotline: +39-0396057858, Kennwort „Tauchunfall“
- Eine aktuelle Liste mit Telefonnummern weiterer Hotlines finden Sie auf der Website der GTÜM e.V. unter <http://www.gtuem.org>

### Transport-Organisation

- Rettungsleitstelle alarmieren, „Verdacht auf Tauchunfall“ angeben
- Transportmittel
 

Es gibt keine prinzipielle Präferenz für ein bestimmtes Transportmittel, es ist das im Hinblick auf die Gesamt-Transportzeit schnellste und schonendste Transportmittel zu verwenden. Es besteht keine Einschränkung für einen Helikoptertransport (möglichst nicht höher als 1000 Fuss / 300 m Flughöhe über Grund).
- Transportziel
 

nächste erreichbare Notfallaufnahme, möglichst in Nähe einer Behandlungs-Druckkammer
- Dokumentation
 

Bei Übergabe des Opfers an Rettungsdienst/ Transportbegleitung Dokumentation von Tauchgangsdaten, Symptomverlauf und bisherigen Behandlungsmaßnahmen mitgeben.
- Gerätesicherstellung
 

Alle Geräte, die zur Rekonstruktion des Unfall-^ Tauchgangs beitragen können (z.B. Dekompressions-Computer, Tiefenmesser), sollten dem Taucher mit gegeben werden.
- Tauchpartner des verunfallten Tauchers sollen in die Beobachtung mit einbezogen werden.

### Nasse Rekompensation

Für eine nasse Rekompensation gibt es in Mitteleuropa keine Indikation, sie ist zu unterlassen.



## Erste Hilfe durch medizinisches Personal

### Herz-Lungen-Wiederbelebung

falls erforderlich

Spezifische Erste Hilfe-Maßnahmen

- Lagerung (siehe oben)
- 100% Sauerstoffgabe (schnellstmöglicher Beginn)
  - bei intakter Eigenatmung: (siehe oben)
  - bei insuffizienter Eigenatmung  
Beatmung mit 100% O<sub>2</sub> ggf. nach endotrachealer Intubation über Tubus

Die Sauerstoffgabe soll ohne Pause bis zum Erreichen einer Behandlungs-Druckkammer weitergeführt werden.

Auch bei sehr begrenztem O<sub>2</sub>-Vorrat soll O<sub>2</sub> in der höchst möglichen Konzentration gegeben werden, keinesfalls mit Raumluft-Zumischung oder bei Konstantdosierung mit weniger als 15 Liter/Minute

- Flüssigkeitsgabe  
intravenöse Gabe von 0,5 – 1,0 Liter Flüssigkeit / Stunde (bevorzugt Ringerlaktat, keine ausschließlich Glucosehaltigen Lösungen)

**Medikamente** (dem Arzt vorbehalten)

- Grundsätzlich Verfahren nach notfallmedizinischen Standards
- Für die Behandlung von Tauchunfällen ist bisher kein Medikament als spezifisch sicher wirksam belegt.

### Weitere Maßnahmen

- Grundsätzlich Verfahren nach notfallmedizinischen Standards
- Orientierende neurologische Untersuchung (wiederholt, siehe zum Beispiel Anlage 6 "5 Minuten-Neurocheck")
- Urinkatheter, wenn erforderlich (zum Beispiel bei Blasenentleerungsstörungen)
- Thoraxdrainage, wenn erforderlich (zum Beispiel bei Spannungs-Pneumothorax)
- Bei Hyperthermie: Aggressive Behandlung bei Patienten mit schweren neurologischen Symptomen
- Bei Unterkühlung: Weiteren Wärmeverlust verhindern. Patienten mit schwerer Unterkühlung (kein Kältezittern mehr) möglichst wenig bewegen. Patienten an geschützten Ort bringen und in wärmende Decken hüllen, Dampfsperre zum Beispiel mit Rettungsdecke.

CAVE: bei schwerer Unterkühlung ist eine aktive Wiedererwärmung mit vor Ort zur Verfügung stehenden Möglichkeiten oft ineffektiv und birgt ohne intensivstationäre Interventionsmöglichkeiten das Risiko evtl. nicht beherrschbarer Herz-Kreislaufprobleme. Daneben kann eine Wiedererwärmung (zum Beispiel auch heiß duschen) evtl. zur Verschlechterung der Tauchunfall-Symptome führen.

### Taucherärztliche Telefonberatung

Kontaktaufnahme mit Taucherarzt, um Vorgehen zu koordinieren, zum Beispiel

- nationale DAN-Hotline in Deutschland: 0431-54090, Kennwort „Tauchunfall“
- internationale DAN-Hotline: +39-0396057858, Kennwort „Tauchunfall“
- Eine aktuelle Liste mit Telefonnummern weiterer Hotlines finden Sie auf der Website der GTÜM e.V. unter <http://www.gtuem.org>

### Monitoring und Dokumentation

- Notarztprotokoll
- Laien-Dokumentation der Tauchgangsdaten, des Symptomverlaufes und der Behandlungsmaßnahmen
- Mitgegebene Geräte (zum Beispiel Dekompressions-Computer, Tiefenmesser)

## Transport zur Behandlungs-Druckkammer

### Transportmittel

- bodengebundene Rettungsfahrzeuge (möglichst erschütterungsarm, CAVE Passfahrten)
- Boot (möglichst erschütterungsarm)
- Hubschrauber (niedrigste fliegerisch vertretbare Flughöhe, möglichst nicht mehr als 1000 Fuss / 300 m über Grund)
- Flugzeug (Kabinendruck nahe 1 bar)

Beim Transport von DCI-Patienten ohne vorangegangene Druckkammerbehandlung ist eine Umgebungsdruckreduktion deutlich unter den Luftdruck am Tauchgewässer zu vermeiden, da dies zu einer Verschlimmerung der Symptomatik führen kann.

### Betreuung während Transport

- Eingeleitete Maßnahmen der Spezifischen Erste-Hilfe fortführen (siehe oben)
- Die Sauerstoffgabe soll ohne Pause bis zum Erreichen einer Behandlungs-Druckkammer weitergeführt werden
- Regelmäßige Wiederholung der orientieren den neurologischen Untersuchung (siehe zum Beispiel Anlage 6 "5 Minuten-Neurocheck")

## Erste Druckkammer-Behandlung

### Technische Mindestanforderungen an die Behandlungs-Druckkammer

- In Deutschland muß die Behandlungs-Druckkammer den Anforderungen der DIN 13256 entsprechen
- Allgemein wird gefordert
  - Mindest-Arbeitsdruck von 280 kPa (2,8 bar absolut / 18 m Wassertiefe),
  - O<sub>2</sub>-Atemmöglichkeit für alle Personen in der Druckkammer

- medizinische Ausstattung entsprechend einem Notarztkoffer nach DIN 13232

### Maßnahmen vor der ersten Behandlung

- Neurologischer Status, notfalls zu Beginn der Behandlung (Dokumentation!)
- Röntgen-Thorax in 2 Ebenen, alternativ (besser) Thorax-Computertomografie zum Ausschluss eines Pneumothorax. Die Untersuchung ist immer durchzuführen, wenn
  - dies ohne vertretbaren Zeitverlust möglich ist oder
  - bei Verdacht auf Lungenbarotrauma
- Urinkatheter, wenn erforderlich (zum Beispiel bei Blasenentleerungsstörungen)
- Thoraxdrainage, wenn erforderlich (zum Beispiel bei Spannungs-Pneumothorax)
- Parazentese, wenn erforderlich (zum Beispiel bei Bewusstlosigkeit)
- bei intubierten Patienten kontinuierliche Cuffdruckkontrolle (Stand der Technik) oder befüllen des Endotrachealtubus-Cuffs mit Aqua destillata
- Weitere Maßnahmen nach medizinischer Erfordernis im jeweiligen Einzelfall
- gegebenenfalls taucherärztliche Telefonberatung, um Vorgehen abzustimmen, zum Beispiel
  - nationale DAN-Hotline in Deutschland: 0431-54090, Kennwort „Tauchunfall“
  - internationale DAN-Hotline: +39-0396057858, Kennwort „Tauchunfall“
  - Eine aktuelle Liste mit Telefonnummern weiterer Hotlines finden Sie auf der Website der GTÜM e.V. unter <http://www.gtuem.org>

## Behandlungstabellen

- Standard-Behandlungstabelle ist "US Navy Treatment Table 6" oder Modifizierungen dieser Tabelle mit initialer 100% O<sub>2</sub>-Atmung bei 280 kPa (2,8 bar absolut / 18 m Wassertiefe) (zum Beispiel Tabelle S1 in Berufsgenossenschaftlicher Information (BGI) 690 „Merkblatt für die Behandlung von Erkrankungen durch Arbeiten im Überdruck“). Diese Tabelle wird für alle Tauchunfälle empfohlen, unabhängig vom verwendeten Atemgas (zum Beispiel Sauerstoff, Luft, Nitrox, Heliox oder Trimix).
- Andere Behandlungs-Tabellen sollten Einrichtungen und Personal mit Erfahrung, Kenntnissen und einer entsprechenden Ausrüstung vorbehalten bleiben, welche es ermöglichen, auch mit unerwünschten Ergebnissen umgehen zu können.
- Bei Verstoß gegen Dekompressionsregeln (englisch „omitted decompression“) ohne Symptomatik sind kürzere Behandlungstabellen zum Beispiel bei 280 kPa (2,8 bar absolut / 18 m Wassertiefe) oder 240 kPa (2,4 bar absolut / 14 m Wassertiefe) mit O<sub>2</sub>-Atmung möglich, zum Beispiel „US Navy Treatment Table 5“ oder "Problemwunden-Schema" (s. Anlage 8).

### Maßnahmen während der ersten Behandlung

- wiederholt neurologische Kontrolluntersuchungen, zum Beispiel während Luftpausen, immer vor Entscheidungen über evtl. erforderliche Verlängerungen der Behandlungstabelle (Dokumentation!)
- wiederholt Auskultation der Lungen (Pneumothorax? ggf. seitengleiche Beatmung?), immer vor Drucksenkungen in der Behandlungstabelle
- regelmäßige Kontrolle aller abgeschlossenen Gasräume in den medizinischen Behandlungsgeräten (zum Beispiel Endotrachealtubus-Cuff, Infusion, Tropfkammer, Blutdruck-Manschette), immer vor Drucksenkungen in der Behandlungstabelle

### Adjuvante Behandlungsmaßnahmen

- Grundsätzlich Verfahren nach notfallmedizinischen / intensivmedizinischen Standards
- bei wachen Patienten psychologische Unterstützung!
- Flüssigkeitsbilanzierung, abhängig von der Symptomatik
- Für die Behandlung von Tauchunfällen ist bisher kein Medikament als spezifisch sicher wirksam belegt.

### Dokumentation

der durchgeführten Maßnahmen zur Übergabe an den Weiterbehandler

## Transport zum Behandlungszentrum

Sind nach der ersten Druckkammer-Behandlung noch Symptome vorhanden, so hat sich innerhalb von 24 Stunden eine oder gegebenenfalls mehrere Folgebehandlung/en anzuschließen. Ist in diesen Fällen die erste Behandlung in einer Druckkammer durchgeführt worden, wo zwischen den Druckkammer-Behandlungen keine stationäre medizinische Betreuung möglich ist, so muss ein Transport in ein entsprechend ausgestattetes Behandlungszentrum erfolgen. Die Wahl des Transportmittels erfolgt unter Abwägung von Transportstrecke und Transportzeit und der unter „Transportmittel“ genannten Kautelen.

### Transportmittel

- bodengebundene Rettungsfahrzeuge (möglichst erschütterungsarm)
- Boot (möglichst erschütterungsarm)
- Hubschrauber (Einzelfall-Entscheidung über Flughöhe und Zeitpunkt des Transports)
- Flugzeug (Einzelfall-Entscheidung über Kabinendruck und Zeitpunkt des Transports)

Es gibt keine gesicherten Daten für eine pauschale Forderung nach einem Transport unter 1 bar-Bedingungen auch für Sekundärtransporte. Die Entscheidung ist nicht nur unter Kostenaspekten, sondern auch im Sinne

des Patienten zu bedenken, da Flüge mit üblichem Kabinendruck (zum Beispiel 0,8 bar absolut) oft schneller und einfacher zu organisieren sind.

Beim Transport von DCI-Patienten nach Durchführung von mindestens einer Druckkammer-Behandlung und mindestens 24 Stunden nach dem Unfallereignis stellt ein Flugtransport mit üblichem Kabinendruck (zum Beispiel 0,8 bar absolut) kein prinzipielles Transporthindernis mehr dar. Es muss aber in jedem Fall daran gedacht werden, dass Sauerstoffatmung erforderlich sein kann.

Die Entscheidung für einen solchen Transport ist in Abhängigkeit von a) dem bisherigen Krankheitsverlauf und b) der Schwere evtl. noch bestehender Symptome. Es liegen international keine einheitlichen Empfehlungen vor, nach welcher Zeit und nach wie vielen Druckkammerbehandlungen DCI-Patienten mit welchem Kabinendruck geflogen werden sollen. Die Entscheidung sollte im Einzelfall mit erfahrenen Taucherärzten abgestimmt werden.

#### **Betreuung während Transport**

- grundsätzlich Verfahren nach notfall-medizinischen/intensivmedizinischen Standards
- eingeleitete Maßnahmen fortführen
- 100% Sauerstoffgabe in Abhängigkeit von der Klinik
- Volumenersatz, bei jedem Flug auf gute Hydrierung achten (intravenös oder oral)
- orientierende neurologische Verlaufskontrollen
- Dokumentation, zum Beispiel Notarztprotokoll / Intensivtransport-Protokoll
- Medikamente: grundsätzlich Verfahren nach notfallmedizinischen / intensiv-medizinischen Standards

## **Druckkammer-Folgebehandlungen**

Sind nach der ersten Druckkammer-Behandlung noch Symptome vorhanden, so hat sich innerhalb von 24 Stunden eine oder gegebenenfalls mehrere Folgebehandlung/en anzuschließen.

#### **Art und Anzahl der Druckkammer- Behandlungen nach der ersten Druckkammer-Behandlung**

- Gegebenenfalls eine zweite Druckkammer-Behandlung nach der Standard-Behandlungstabelle (siehe oben) oder
- sofort mindestens 1x täglich Behandlungen mit hyperbarem Sauerstoff (HBO) zum Beispiel nach dem sogenannten „Problemwunden-Schema“ mit 90 Minuten O<sub>2</sub>-Atmung bei 240 kPa (2,4 bar absolut / 14 m Wassertiefe)

- Andere Behandlungs-Tabellen sollten Einrichtungen und Personal mit Erfahrung, Kenntnissen und einer entsprechenden Ausrüstung vorbehalten bleiben, welche es ermöglichen, auch mit unerwünschten Ergebnissen umgehen zu können.

#### **Abstände zwischen den Behandlungen**

höchstens 24 Stunden, höchstens 2 Behandlungen innerhalb 24 Stunden

weitere Diagnostik / Kontrolluntersuchungen je nach klinischen Symptomen

- Magnetresonanztomografie (MRT)
- Computertomografie (CT)
- fachneurologische Konsiliaruntersuchung (regelmäßig)
- Lungenfunktion nach klinischer Symptomatik

#### **Krankengymnastik / Physiotherapie**

- zwischen den Druckkammerbehandlungen:
  - entsprechend dem klinischen Erkrankungsbild durch Fachpersonal
  - Beginn spätestens nach 3 Tagen.
- während der Druckkammerbehandlungen:
  - ist möglich, Vorteile gegenüber der Durchführung zwischen den Druckkammer-Behandlungen sind nicht erwiesen.

#### **Entscheidung über Beendigung der Druckkammerbehandlungen**

- Nach vollständiger und anhaltender Symptomfreiheit kann die Druckkammer-Therapie beendet werden.
- Kommt es bei mehreren durchgeführten Behandlungen nach initialer Besserung unter fortgeführter Therapie während 3-5 Tagen zu keiner weiteren Verbesserung der Symptomatik, so wird die Druckkammer-Therapie abgebrochen und die für das neurologische Krankheitsbild empfohlene Rehabilitations-Maßnahme fortgeführt

#### **Dokumentation**

##### **Weitere therapeutische Maßnahmen**

Medikamentöse und weitere Therapie entsprechend dem klinischen Erkrankungsbild nach Maßgabe der beteiligten Fachgebiete (Intensivmedizin, Innere Medizin, Urologie, Neurologie usw.)

##### **Rehabilitation nach Ende der Druckkammer-Behandlungen**

Bei fortbestehenden neurologischen Ausfällen wird die für das neurologische Krankheitsbild empfohlene Rehabilitations-Maßnahme unmittelbar an die Druckkammer-Therapie angeschlossen.

##### **Tauchtauglichkeit nach Tauchunfall**

Grundsätzlich sollte die Beurteilung der Tauchtauglichkeit nach Tauchunfall gemäß den Empfehlungen im "Tauchtauglichkeits-Manual" (siehe unter Literatur) erfolgen.

Voraussetzung für die Erwägung einer erneuten Tauchtauglichkeit ist eine vollständige Beendigung der Tauchunfall-Therapie und die Stabilität des Behandlungsergebnisses, auch im Fall von Residuen.

Die erneute Tauglichkeitsuntersuchung sollte nur durch einen erfahrenen Tauchmediziner erfolgen. Dessen Qualifikation sollte mindestens "Diving Medicine Physician" sein (siehe Ausbildungsrichtlinien unter: <http://www.gtuem.org>, <http://www.oegth.at> oder <http://www.edtc.org>).

Zusätzlich sollte er über praktische Erfahrung in der Tauchunfall-Behandlung verfügen.

## Relevante Fachliteratur

1. Annane D, Troche G, Delisle F, Devauchelle P, Paraire F, Raphael JC, Gajdos P: Effects of mechanical ventilation with normobaric oxygen therapy on the rate of air removal from cerebral arteries. *Crit Care Med.* 1994;22(5):851-7
2. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF): W. Lorenz, W. Müller: Methodische Grundlagen der Leitlinienerstellung - Leitlinie für Leitlinien, Februar 2000
3. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) und Ärztliche Zentralstelle für Qualitätssicherung (ÄZQ): Das Leitlinien-Manual. Zeitschrift für ärztliche Fortbildung und Qualitätssicherung (ZaeFQ). 95 (2001): Suppl I. Urban&Fischer, ISSN 1431-7621
4. Ärztliche Zentralstelle Qualitätssicherung (ÄZQ): Checkliste Methodische Qualität von Leitlinien. 2. Version (8/1999), gültig bis 2/2003
5. Ball R: Effect of severity, time to recompression with oxygen, and retreatment on outcome in forty-nine cases of spinal cord decompression sickness. *Undersea Hyperb Med.* 1993;20:133-45
6. Bennett PB & Elliott DH: *The Physiology and Medicine of Diving* (fifth edition). Brubakk A and Neuman T (Eds.); London: Harcourt Brace, 2002 (in press)
7. Berufsgenossenschaftliche Information BGI 690 „Merkblatt für die Behandlung von Erkrankungen durch Arbeiten in Überdruck (Arbeiten in Druckluft, Taucherarbeiten)“, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Fachausschuß „Arbeitsmedizin“, Oktober 1996
8. Boussuges A, Blanc P, Molenat F, et al.: Haemoconcentration in neurological decompression illness. *Int J Sports Med* 1996;17:351-355
9. Bracken MB, Holford TR: Effects of timing of methylprednisolone or naloxone administration on recovery of segmental and longtract neurological function in NASCIS 2. *J Neurosurg* 1993;79:500-507
10. Bracken MB, Shepard MJ, Collins WF, et al.: A randomized, controlled trial of methylprednisolone or naloxone in the treatment of acute spinalcord injury. Results of the Second National Acute Spinal Cord Injury Study. *New Engl J Med* 1990;322:1405-1411
11. Bracken MB, Shepard MJ, Collins WF, Jr, et al.: Methylprednisolone or naloxone treatment after acute spinal cord injury: 1-year follow-up data. Results of the second National Acute Spinal Cord Injury Study. *J Neurosurg* 1992;76:23-31
12. Bracken MB, Shepard MJ, Holford TR, et al.: Administration of methylprednisolone for 24 or 48 hours or tirilazad mesylate for 48 hours in the treatment of acute spinal cord injury. Results of the Third National Acute Spinal Cord Injury Randomized Controlled Trial. *National Acute Spinal Cord Injury Study. JAMA* 1997;277:1597-1604
13. Bracken MB, Shepard MJ, Holford TR, et al.: Methylprednisolone or tirilazad mesylate administration after acute spinal cord injury: 1-year follow up. Results of the third National Acute Spinal Cord Injury randomized controlled trial. *J Neurosurg* 1998;89:699-706
14. Bruno A, Biller J, Adams HP, Jr, et al.: Acute blood glucose level and outcome from is chemic stroke. *Neurology* 1999;52:280-284
15. Bühlmann AA: Dekompressionskrankheit des Rückenmarks. Resultate der Früh und Spätbehandlung. *Schweiz. Med. Wschr.* 1985;115:796-800
16. Dovenbarger J, Ugucioni D (Eds.): Report on Decompression Illness and Diving Fatalities: 1998 Edition, Divers Alert Network
17. Dovenbarger J, Ugucioni DM, Sullivan K, Freiburger JJ, Dear, GD, Moon RE: A review of payalysis in 69 recreational SCU BA injuries. *Undersea & Hyperbaric Medicine. Suppl.* 2000
18. Dromsky DM, Toner CB, Fahlman A, et al.: Prophylactic treatment of severe decompression sickness with methylprednisolone. *Undersea Hyperbaric Med* 1999;26 (Suppl):15
19. Edmonds C, Lowry CH, Pennefather J, Walker R: *Diving and Subaquatic Medicine*, 4th Ed., Arnold Publishers, London, 2002
20. Ehm OF, Hahn M, Wenzel J: *Tauchen noch sicherer. Leitfaden der Tauchmedizin für Sporttaucher, Berufstaucher und Ärzte.* 8. überarbeitete und erweiterte Auflage, Müller-Rüschlikon Verlags AG, Cham 1999.
21. European Committee for Hyperbaric Medicine: Proceedings of the 2nd European Consensus Conference on Treatment of Decompression Accidents in Recreational Diving. Recommendations of the Jury. Hrsg.: F. Wattel, D. Mathieu, Marseille, 1996:13-25
22. Flynn ET: Decompression Sickness. In: *Hyperbaric Oxygen Therapy: A Critical Review.* Eds: Camporesi EM, Barker AC, Undersea and Hyperbaric Medical Society, Bethesda MD, 1991
23. Freiburger JJ, Denoble PJ, Vann RD, Pieper CF, Ugucioni DM, Pollock NW, Wachholtz C, Moon RE: The association of presenting symptoms of DCI with residual neurological abnormalities after treatment. *Undersea & Hyperbaric Med, Suppl.* 2001
24. Geerts WH, Heit JA, Clagett GP, et al.: Prevention of venous thromboembolism. Sixth ACCP Consensus Conference on Antithrombotic Therapy. *Chest* 2001;119:132S-175S
25. Green JW, Tichenor J, Curley MD: Treatment of type I decompression sickness using the U.S. Navy treatment algorithm. *Undersea Biomed Res* 1989;16(6):465-470
26. GTÜM/ÖGTH/SGUHM: *Tauchtauglichkeits-Manual.* Wendling, J., O. Ehm, R. Ehrsam, P. Knessl, P. Nussberger (Eds.), 2nd Edition, September 2001

27. Hampson NB (Ed.): Hyperbaric Oxygen Therapy: A Committee Report. Undersea and Hyperbaric Medical Society, 10531 Metropolitan Avenue, Kensington MD 20805-2627, USA. Revised 1999
28. Hurlbert RJ: The role of steroids in acute spinal cord injury: an evidence-based analysis. *Spine* 2001;26(24 Suppl):S39-S46
29. Hyldegaard O, Kerem D, Melamed Y: Effect of combined recompression and air, oxygen, or heliox breathing on air bubbles in rattissues. *J Appl Physiol.* 2001;90:1639-47
30. Hyldegaard O, Moller M, Madsen J: Effect of He-O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, and N<sub>2</sub>O-O<sub>2</sub> breathing on injected bubbles in spinal white matter. *Undersea Biomed Res* 1991;18:361-371
31. Melamed Y, Shupak A, Bitterman H: Medical problems associated with underwater diving. *N Engl J Med* 1992 Jan 2;326(1):30-5
32. Mitchell SJ: Lidocaine in the treatment of decompression illness: a review of the literature. *Undersea Hyper Med* 2001;28(3):165-174
33. Moon R: Adjunctive therapy in decompression illness: present and future. *SPUMS Journal* 2000; 30: 99-110
34. Moon RE, Dear GL, Stolp BW: Treatment of decompression illness and iatrogenic gas embolism. *Respir Clin N Am* 1999;5:93-135
35. Moon RE, Sheffield PJ: Guidelines for treatment of decompression illness. *Aviat Space Environ Med.* 1997 Mar;68(3):234-43
36. Moon RE: Classification of the decompression disorders: time to accept reality. *Undersea Hyperb Med.* 1997;24(1):2-4
37. Moon RE: Treatment of diving emergencies. *Crit Care Clin.* 1999;15:429-56
38. Muth CM, Shank ES, Larsen B: Der schwere Tauchunfall: Pathophysiologie - Symptomatik - Therapie. *Anaesthesist* 2000;49(4): 302-316
39. Muth CM, Shank ES: Gas embolism. *N Engl J Med.* 2000;342(7):476-82
40. Mutzbauer TS, Ermisch J, Tetzlaff K, Frey G, Lampl LA: Low dose lidocaine as adjunct for treatment of decompression illness (DCI). *Undersea Hyperbaric Med* 1999; 26(supp):A20
41. Myers RA, Bray P (1985) Delayed treatment of serious decompression sickness. *Ann Emerg Med* 14;254-257
42. NOAA Diving Manual, Diving for Science and Technology 1991;20-8 - 20-9
43. Pointillart V, Petitjean ME, Wiart L, et al.: Pharmacological therapy of spinal cord injury during the acute phase. *Spinal Cord* 2000;38:71-6
44. Radermacher P, Warninghoff V, Nürnberg JH, Flechsig F, van Laak U: Erfolgreiche Langzeitbehandlung mit hyperbarem Sauerstoff nach schwerer zerebroarterieller Gasembolie, *Anästhesiol. Intensivmed. Notfallmed. Schmerzther.* 1994;29 59-61
45. Schlotterbeck K, Tanzer H, Alber G, Mueller P: Zerebrale Luftembolie nach zentralem Venenkatheter. *Anaesth Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1997;32: 458-462
46. Shank ES, Muth CM: Decompression illness, iatrogenic gas embolism, and carbon monoxide poisoning: the role of hyperbaric oxygen therapy. *Int Anesthesiol Clin.* 2000;38:111-38
47. Shupak A, Melamed Y, Ramon Y, Bentur Y, Abramovich A, Kol S: Helium and oxygen treatment of severe air-diving-induced neurologic decompression sickness. *Arch Neurol.* 1997;54:305-11
48. Spiess BD, Cochran RP, Kunzelman K, et.al. Cerebral protection from massive air embolism with a perfluorocarbon emulsion prime addition for cardiopulmonary bypass. *Anesthesiology,* 1994;81:A692
49. Strauss MB, Borer RC Jr: Diving medicine: contemporary topics and their controversies. *Am J Emerg Med.* 2001 May;19(3): 232-8
50. Thalmann ED: Principles of U.S. Navy Recompression Treatments for Decompression Sickness. In: Moon RE and Sheffield PJ (eds.): Treatment of Decompression Illness, Proceedings of the Forty-fifth Workshop of the Undersea and Hyperbaric Medical Society. UHMS, Ken-sington MD 1996
51. US Navy Diving Manual. Naval Sea Systems Command Publication 0910-LP-100-3199. Revision 4, March 2001
52. Vann R, Denoble P, Ugucioni D, Freiburger J, Perkins R, Reed W, Dovenbarger J, Caruso J: Report on Decompression Illness, Diving Fatalities and Project Dive Exploration: 2002 Edition, Divers Alert Network
53. Vann RD, Gerth WA: Physiology of decompression sickness. In Pilmanis AA, Editor. Proceedings of the 1990 Hypobaric Decompression Sickness Workshop, p. 35-51. Brooks Air Force Base, Armstrong Laboratory, 1990
54. Wass CT, Lanier WL, Hofer RE, et al.: Temperature changes of 1°C alter functional neurologi-cal outcome and histopathology in a canine model of complete cerebral ischemia. *Anesthesiology* 1995;83:325-335
55. Wendling, J: Epidemiology, Clinical Manifestation and Treatment Results of Recreational Diving Accidents. In: European Committee for Hyperbaric Medicine: Proceedings of the 2nd European Consensus Conference on Treatment of Decompression Accidents in Recreational Diving. Recommendations of the Jury. Hrsg.: F.Wattel, D.Mathieu, Marseille, 1996:37-57
56. Young Y, Menon DK, Tisavipat N, Matta BF, Jones JG: Propofol neuroprotection in a rat model of ischaemia reperfusion injury. *Eur J Anaesthesiol* 1997;14:320-326

#### Abkürzungen und Fachbegriffe

AGE	Arterielle Gasembolie
AWMF	Arbeitsgemeinschaft wissenschaftlicher medizinischer Fachgesellschaften
ÄZQ	Ärztliche Zentralstelle Qualitätssicherung
bar absolut	Druckeinheit für absoluten Druck
CAVE	"Vorsicht", Hinweis auf besonderes medizinisches Problem
CO <sub>2</sub> Kohlendioxid	
CT	Computer-Tomografie
DAN	Divers Alert Network
DCI	Decompression illness
DCS	Decompression sickness
Dekompression	Druckreduzierung
Demand-Ventil	Ventil, welches bei geringem Sog/ Unterdruck auf der Niederdruckseite "auf Anforderung" (= on demand) Gas liefert
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
EUBS	European Underwater and Baromedical Society

EJUHM	European Journal for Underwater and Hyperbaric Medicine
GTÜM	Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V.
HBO	Hyperbarer Sauerstoff (= hyperbaric oxygen)
Heliox hypertone Getränke	Atemgasgemisch aus Helium und Sauerstoff  Getränke höherer Osmolarität gegenüber anderen Flüssigkeiten im menschlichen Körper (z.B. stark zuckerhaltige Flüssigkeit)
ICHM	International Committee for Hyperbaric Medicine
kPa	Kilopascal
MRT	Magnet-Resonanz-Tomografie
Neurocheck	Orientierende Untersuchung des Nervensystems
Nitrox	Atemgasgemisch aus Stickstoff und Sauerstoff
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
ÖGTH	Österreichische Gesellschaft für Tauch- und Hyperbarmedizin
oral Problemwunden- Schema	den Mund betreffend, mündlich, in den Mund  Tabelle für Druckkammern mit 90 Minuten O <sub>2</sub> -Atmung bei 240 kPa (2,4 bar absolut / 14 m Wassertiefe), wird auch zur Behandlung von Tauchunfällen eingesetzt
SGUHM	Schweizerische Gesellschaft für Unterwasser- und Hyperbarmedizin
Tabelle S1	Tabelle für Druckkammern mit initialer O <sub>2</sub> -Atmung bei 280 kPa (2,8 bar absolut / 18 m Wassertiefe), wird zur Behandlung von Tauchunfällen eingesetzt
Trimix	Atemgasgemisch aus Helium, Stickstoff und Sauerstoff
UHMS	Undersea and Hyperbaric Medical Society
US Navy Treatment Table 5	Tabelle für Druckkammern mit initialer O <sub>2</sub> -Atmung bei 280 kPa (2,8 bar absolut / 18 m Wassertiefe), wird zur Vorbeugung von Tauchunfällen bei Verstoß gegen Dekompressionsregeln eingesetzt
US Navy Treatment Table 6	Tabelle für Druckkammern mit initialer O <sub>2</sub> -Atmung bei 280 kPa (2,8 bar absolut / 18 m Wassertiefe), wird zur Behandlung von Tauchunfällen eingesetzt
VDD	Verband deutscher Druckkammerzentren e.V.

## SEMINARE und KURSE

### Wichtiger Hinweis in eigener Sache:

Wenn auch Sie Ihre Institution, Seminare oder Kurse aufgeführt wissen wollen, liefern Sie bitte Ihre Daten gemäß den "Hinweisen für Autoren" und nach dem u. a. Muster an die Redaktion bitte auf Datenträger oder via EMail: [caisson@gtuem.org](mailto:caisson@gtuem.org) . Wir können leider anderweitig eingereichte Daten nicht berücksichtigen und bitten in eigenem Interesse um Verständnis und Beachtung.

Die Redaktion CAISSON.

#### Schiffarztmedizinisches Institut der Marine

**Kontakt:** SchiffMedInstM, Leiter Ausbildung,  
Kopperpähler Allee 120, D-24119  
Kronshagen, Tel. 0431 / 5409 1545 oder  
1714, Fax 1778

Thema: Tauchmedizin A+B

Datum: 27.01. bis 07.02.2003  
12.05. bis 23.05.2003  
08.09. bis 19.09.2003

Ort: SchiffMedInstM Kronshagen und AZS  
Neustadt

Thema: Taucherarztlehrgang (A-D)

Datum: 22.09. bis 14.11.2003

Ort: SchiffMedInstM Kronshagen und AZS  
Neustadt

#### Baromed Consulting Schwanewede

**Kontakt:** Baromed Consulting, An der Wald-  
schmiede 22,  
D-28790 Schwanewede  
Tel.: 0421 / 666316, Fax 0431 / 666372,  
[dpeusch@t-online.de](mailto:dpeusch@t-online.de)

Thema: Tauchmedizin Kurs I

Datum: 07.11. bis 09.11.2003

Ort: Schwanewede/Bremen

Thema: Tauchmedizin Kurs II

Datum: 21.11. bis 23.11.2003  
06.12. bis 07.12.2003

Ort: Schwanewede/Bremen

Thema: Tauchmedizin Kurs I

Datum: 06.02. bis 08.02.2004

Ort: Schwanewede/Bremen

Thema: Workshop für Tauchmedizin

Datum: 23.02. bis 01.03.2004

Ort: El Quseir - Ägypten

Thema: Tauchmedizin Kurs II

Datum: 05.03. bis 07.03.2004  
19.03. bis 21.03.2004

Ort: Schwanewede/Bremen

Thema: Tauchmedizin Kurs I

Datum: 05.11. bis 07.11.2004

Ort: Schwanewede/Bremen

Thema: Tauchmedizin Kurs II

Datum: 19.11. bis 21.11.2004  
03.12. bis 05.02.2004

Ort: Schwanewede/Bremen

#### Medic Dive Göttingen

**Kontakt:** Medic Dive, Neuer Garten 1 A,  
D-34454 Bad Arolsen,  
Tel. 05691/8066378, Fax 05691/626771,  
[info@medicdive.de](mailto:info@medicdive.de), [www.medicdive.de](http://www.medicdive.de)

#### Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

**Kontakt:** Medizinische Fakultät, Universitäts-  
klinik für Aästhesiologie und Opera-  
tive Intensivmedizin, Hyperbare  
Oxygenation, D-06097 Halle,  
Tel. 0345 / 557 4350, Fax 0345 / 557 4352  
[anaesthesia@medizin.uni-halle.de](mailto:anaesthesia@medizin.uni-halle.de),  
[www.medicin.uni-halle.de](http://www.medicin.uni-halle.de)

Thema: Tauchmedizin A+B

Datum: 27.04. bis 05.05.2003

Ort: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

#### HBO-Zentrum Rhein-Neckar

**Kontakt:** Institut für Hyperbare Sauerstoffthera-  
pie und Tauchmedizin am Diakoniekran-  
kenhaus Mannheim, Speyrer Straße 91-  
93, D-681163 Mannheim  
Tel.: 0621 / 8102390, Fax 0621/8102393,  
[dr.mueller@hbo-mannheim.de](mailto:dr.mueller@hbo-mannheim.de)

Thema: Taucherarzt-Lehrgang Teil I (Medical  
Examiner of Divers) einschl. Einwei-  
sungslehrgang nach BG G 31

Datum: 28.02. bis 02.03.2003

Ort: HBO-Zentrum Rhein-Neckar, Mannheim

#### Institut für Überdruck - Medizin Regensburg

**Kontakt:** Institut für Überdruck-Medizin, Gewer-  
bepark, A 45, D-93059 Regensburg, Tel.  
0941 / 466140, Fax 0941 / 4661422,  
E-Mail: [HBO-Regensburg@t-online.de](mailto:HBO-Regensburg@t-online.de),  
[www.HBO-Regensburg.de](http://www.HBO-Regensburg.de)

Thema: Wenoll-Kurs mit 50 m Probeschleusung  
 Datum: 08.02. und 08.11.2003  
 Ort: Institut für Überdruckmedizin, Regensburg  
 Thema: DAN-Kurs mit 50 m Probeschleusung  
 Datum: 22.02. und 22.11.2003  
 Ort: Institut für Überdruckmedizin, Regensburg

**Hyperbares Sauerstoff-Zentrum Consulting GmbH München**  
**Kontakt: Hyperbares Sauerstoff-Zentrum GmbH, Karlstraße 42, D-80333 München Tel.: 089 / 54823122, Fax 089 / 54823150, HBOZentrum@aol.com www.hbozentrum.de**

## THERAPIEEINRICHTUNGEN HBO Deutschland

### Liste GTÜM e. V. / DAN Europe

#### Druckkammeranlagen mit **gesicherter** 24StundenDienstbereitschaft für die hyperbare Sauerstofftherapie

Hinweis: Die telefonische Beratung ist bei diesen Einrichtungen jederzeit verfügbar für Druckkammerbehandlungen muss außerhalb der Routinedienstzeit mit einer Vorlaufzeit gerechnet werden, auch wenn dies in dieser Liste nicht explizit erwähnt ist. Die telefonische Kontaktaufnahme vor Anfahrt / Flug zur jeweiligen Druckkammer wird allerdings in jedem Fall empfohlen!

**04107 Leipzig**  
**Klinik für Hyperbarmedizin**  
 KarlLiebknechtStraße 1 a  
 04107 Leipzig  
 Notruf: +49 (0) 172 399 26 26  
 Tel.: +49 (0) 341 961 41 41  
 Fax: +49 (0) 341 961 41 43

**06110 Halle**  
**Druckkammer Universitätsklinik Halle**  
**Anästhesiologie und operative Intensivmedizin**  
 Dryanderstraße 47  
 06110 Halle  
 Notruf: +49 (0) 345 557 24 08  
 Tel.: +49 (0) 345 557 43 50

**10249 Berlin**  
 Vorwarnzeit 20 min.  
**Sektion für hyperbare Sauerstofftherapie und Tauchmedizin am Krankenhaus im Friedrichshain**  
 Matthiasgasse 7  
 10249 Berlin  
 Notruf: +49 (0) 30 42 21 17 17  
 Tel.: +49 (0) 30 42 10 87 50  
 Fax: +49 (0) 30 42 10 87 60

**24119 Kronshagen/Kiel**  
 Vorwarnzeit 20 min.  
**Schiffahrtsmedizinisches Institut der Marine**  
**Druckkammeranlage Hydra 2000**  
 Kopperpähler Allee 120  
 24119 Kronshagen  
 Notruf: +49 (0) 431 540 90  
 Tel.: +49 (0) 431 54 09 17 82  
 Fax: +49 (0) 431 54 09 15 50  
**28777 Bremen**

**ZETÜM Zentrum für Tauch und Überdruckmedizin**  
 Ermlandstraße 55  
 28777 Bremen  
 Notruf: +49 (0) 171 782 25 97  
 Tel.: +49 (0) 421 600 75 77  
 Fax: +49 (0) 421 600 75 79  
 Email: hbobremen@aol.com

**30163 Hannover**  
 Vorwarnzeit 45 min.  
**Druckkammerzentrum Hannover**  
**Lister Krankenhaus**  
 Lister Kirchweg 43  
 30163 Hannover  
 Notruf: +49 (0) 511 192 22  
 Tel.: +49 (0) 511 965 66 10

**32423 Minden**  
 Hyperbares SauerstoffTherapieZentrum  
 GustavAdolfStraße 1 a  
 32423 Minden  
 Notruf: +49 0171 35 75 882  
 Tel.: +49 (0) 571 82 84 90  
 Fax: +49 (0) 571 82 84 929  
 Email: medicox@tonline.de

**33739 Bielefeld**  
**Druckkammerzentrum Bielefeld**  
 Heidsieker Heide 114  
 33739 Bielefeld  
 Notruf: +49 (0) 5206 83 63  
 Tel.: +49 (0) 5206 83 63  
 Tel.: +49 (0) 160 155 91 81  
 Fax: +49 (0) 5206 8499

**40547 Düsseldorf**  
**Sauerstoff-Therapiezentrum Düsseldorf**  
**ORL-Vitamed GmbH & Co KG**  
 Hansaallee 30  
 40547 Düsseldorf  
 Notruf: +49 (0) 179 641 76 57  
 Tel.: +49 (0) 211 57 05 83  
 Fax: +49 (0) 211 57 05 84



**44137 Dortmund**

Vorwarnzeit 1 Std.

**TauchMed GmbH****Zentrum für hyperbare Sauerstofftherapie**

Hoher Wall 911

44137 Dortmund

Notruf: +49 (0) 162 371 36 89

Tel.: +49 (0) 231 721 44 37

Tel.: +49 (0) 231 721 44 39

Fax: +49 (0) 231 721 44 29

Email: tauchmed@tonline.de

**47139 Duisburg**

Vorwarnzeit 30 min.

**Katholisches Klinikum Duisburg****St. JosephHospital Laar**

Ahrstraße 100

47139 Duisburg

Notruf: +49 (0) 203 800 16 20

Fax: +49 (0) 203 800 16 66

**52072 Aachen****HBOZentrum Euregio Aachen****bei der Universitätsklinik**

Kackertstraße 11

52072 Aachen

Notruf: +49 (0) 180 523 42 34

Tel.: +49 (0) 241 840 44

**55131 Mainz****Universitätsklinik Mainz****Klinik für Anästhesiologie**

Langenbeckstraße 1

55131 Mainz

Notruf: +49 (0) 6131 170

Tel.: +49 (0) 6131 17 73 66

Fax: +49 (0) 6131 17 66 49

**60327 Frankfurt****Mobile Behandlungsdruckkammer****Branddirektion Frankfurt Feuerwache 3**

Heinrichstraße 8

60327 Frankfurt/Main

Notruf: +49 (0) 69 21 27 21 70

Tel.: +49 (0) 69 21 27 21 70

Fax: +49 (0) 69 21 27 23 98

**70372 Stuttgart****HBO ZentrumStuttgart**

KönigKarlStraße 66

70372 Stuttgart

Notruf: +49 (0) 711 192 22

Tel.: +49 (0) 711 509 44 53

**70469 Stuttgart****DCS 1****Druckkammer CentrumStuttgart**

Heilbronner Strasse 300

70469 Stuttgart

Notruf: +49 (0) 711 192 22

Tel.: +49 (0) 711 85 10 32

**79104 Freiburg****Druckkammerzentrum Freiburg GmbH****am St. Josefkrankenhaus**

Habsburger Straße 116

79104 Freiburg

Notruf: +49 (0) 170 202 61 11

Tel.: +49 (0) 761 38 20 18

Fax: +49 (0) 761 38 20 19

Email: info@hbofreiburg.de

**80333 München****Hyperbares Sauerstoff Zentrum GmbH**

Karlstrasse 42

80333 München

Notruf: +49 (0) 89 548 23 10

Tel.: +49 (0) 89 54 82 31 22

Fax: +49 (0) 89 54 82 31 50

Email: hbozentrum@aol.com

**81671 München****Druckkammer Feuerwache 5****Branddirektion München**

Anzinger Straße 41

81671 München

Notruf: +49 (0) 89 40 66 55

Tel.: +49 (0) 89 40 66 55

**82418 Murnau****Druckkammerzentrum der****BerufsgenossenschaftlichenUnfallklinik**

Prof.-Küntscher-Straße 8

82418 Murnau

Notruf: +49 (0) 8841 48 26 86

Tel.: +49 (0) 8841 48 29 01

Tel.: +49 (0) 8841 48 29 02

Tel.: +49 (0) 8841 48 22 30

Fax: +49 (0) 8841 48 22 66

Email: kemmer@bgumurnau.de

**83278 Traunstein****Druckkammerzentrum Traunstein****am Kreiskrankenhaus Traunstein**

CunoNiggelStraße 3

83278 Traunstein

Notruf: +49 (0) 861 192 22

Tel.: +49 (0) 861 159 67

Tel.: +49 (0) 861 70 50

Fax: +49 (0) 861 158 89

Email: hbotraunstein@tonline.de

**88662 Überlingen**

Vorwarnzeit 30 min.

**Druckkammer des BTSV****am Städt. Krankenhaus Überlingen**

Härtenweg 1

88662 Überlingen

Notruf: +49 (0) 7551 990

Tel.: +49 (0) 7551 990

**89077 Ulm**  
**HBO Zentrum Ulm GmbH**  
**Tagesklinik Söflingen**  
 Magirusstraße 35/4  
 89077 Ulm  
 Notruf: +49 (0) 731 932 93 20  
 Tel.: +49 (0) 731 932 93 20  
 Fax: +49 (0) 731 932 93 21  
 Email: tageskliniksoeflingen@tonline.de

**89081 Ulm**  
**Bundeswehrkrankenhaus Ulm**  
**Abt. X Anästhesiologie und intensivmedizin**  
 Oberer Eselsberg 40  
 89081 Ulm  
 Notruf: +49 (0) 731 17 10 20 55  
 Tel.: +49 (0) 731 17 10 20 54  
 Tel.:: +49 (0) 731 171 00

## THERAPIEEINRICHTUNGEN HBO Deutschland

### Liste GTÜM e. V. / DAN Europe

Druckkammeranlagen mit **ingeschränkter** Dienstbereitschaft  
für die hyperbare Sauerstofftherapie

Hinweis: Die telefonische Beratung ist bei diesen Einrichtungen zu den genannten Zeiten verfügbar, Notruftelefone können auch außerhalb der Routinedienstzeiten geschaltet sein. Für Druckkammerbehandlungen muss in jedem Fall die telefonische Kontaktaufnahme vor Anfahrt / Flug zur jeweiligen Druckkammer erfolgen!

**01309 Dresden**  
 Mo - Fr, am Tag  
**Klinik für Hyperbarmedizin**  
 Gautschweg 1 a  
 01309 Dresden  
 Notruf: +49 (0) 172 399 26 26  
 Tel.: +49 (0) 351 314 26 00  
 Fax: +49 (0) 351 314 26 20

**07747 Jena**  
 Mo - Fr, am Tag  
**Hypermed GmbH Zentrum für Überdruckmedizin**  
 Erlanger Allee 103  
 07747 Jena  
 Notruf: +49 (0) 172 352 28 20  
 Tel.: +49 (0) 3641 36 86 91  
 Fax: +49 (0) 3641 36 86 93  
 Email: info@dkjena.de

**17424 Seebad Heringsdorf**  
 Mo - Fr, am Tag  
**Druckkammerzentrum Inselklinik**  
 Kulmstraße 9  
 17424 Seebad Heringsdorf  
 Notruf: +49 (0) 38378 590  
 Tel.: +49 (0) 38378 595 33  
 Fax: +49 (0) 38378 595 85

**22307 Hamburg**  
 Mo - Fr, am Tag  
**Druckkammerzentrum Hamburg**  
**am Allgemeinen Krankenhaus Barmbeck**  
 Rübenkamp 148  
 22307 Barmbeck  
 Notruf: +49 (0) 40 63 27 34 34  
 Tel.: +49 (0) 40 63 27 34 34

**23552 Lübeck**  
 Mo - Fr, am Tag  
**Druckkammerzentrum Lübeck**  
**am Marienkrankenhaus**  
 Parade 3  
 23552 Lübeck  
 Notruf: +49 (0) 451 140 77 50  
 Tel.: +49 (0) 451 140 77 50  
 Fax: +49 (0) 451 140 77 51

**34121 Kassel**  
 Mo - Fr, am Tag  
**HBO2 Druckkammerzentrum Kassel**  
 Hansteinstraße 29  
 34121 Kassel  
 Notruf: +49 (0) 561 192 22  
 Tel.: +49 (0) 561 932 47 00  
 Fax: +49 (0) 561 932 47 01  
 Email: info@hbokassel.de

**35578 Wetzlar**  
 Mo - Fr, am Tag  
**HBOZentrum Mittelhessen GmbH**  
 Frankfurter Straße 90  
 35578 Wetzlar  
 Notruf: +49 (0) 171 544 15 57  
 Tel.: +49 (0) 6441 972 40  
 Fax: +49 (0) 6441 972 42

**38114 Braunschweig**

Mo - Fr, am Tag

**Zentrum für hyperbare Sauerstofftherapie**

Neustadtring 30 a

38114 Braunschweig

Notruf: +49 (0) 173 920 84 04

Tel.: +49 (0) 531 57 50 22

**38640 Goslar**

bedarfswise, auf Anfrage

**Zentrum für hyperbare Sauerstofftherapie SüdNS**

Petersilienstraße 57

38640 Goslar

Notruf: +49 (0) 5321 192 22

Tel.: +49 (0) 5321 205 28

Tel.: +49 (0) 171 408 11 90

**49214 Bad Rothenfelde**

Mo - Fr, am Tag

**Zentrum für hyperbare Sauerstofftherapie**

Hannoversche Straße 33

49214 Bad Rothenfelde

Notruf: +49 (0) 5424 662 70

Tel.: +49 (0) 5424 662 70

Fax: +49 (0) 5424 662 73

**52351 Düren**

Mo - Fr, am Tag

**Druckkammerzentrum Düren****PaulusPrivatklinik**

Arnoldsweiler Straße 2123

52351 Düren

Notruf: +49 (0) 2421 130 79

Tel.: +49 (0) 2421 280 30

Fax: +49 (0) 2421 28 03 55

**53757 HBO Zentrum Mittelrhein**

Mo - Fr, am Tag

**Sankt Augustin**

Hennefer Straße 8

53757 Sankt Augustin

Notruf: +49 (0) 2241 20 53 48

Tel.: +49 (0) 2241 20 53 48

Fax: +49 (0) 2241 20 54 48

**59073 Hamm**

Mo - Fr, am Tag

**Sauerstoffdruckkammer Hamm****St. BarbaraKlinik**

m Heesener Wald 8

59073 HammHeesen

Notruf: +49 (0) 172 537 42 21

Tel.: +49 (0) 2381 301 13

**60528 Frankfurt**

Mo - Fr, am Tag

**Zentrum für Sauerstoffüberdruck u. Tauchmedizin****Orthopädische Universitätsklinik Frankfurt**

Marienburgstraße 57

60528 Frankfurt am Main

Notruf: +49 (0) 69 21 27 21 70

Tel.: +49 (0) 69 670 53 84

Fax: +49 (0) 69 670 53 87

**63069 Offenbach**

Mo - Fr, am Tag

**Druckkammerzentrum Offenbach GmbH****in den Städtischen Kliniken**

Starkenburgring 66

63069 Offenbach

Notruf: +49 (0) 700 83 83 39 09

Tel.: +49 (0) 69 83 83 39 09

**65193 Wiesbaden**

Mo - Fr, am Tag

**Druckkammerzentrum Wiesbaden****am Roten Kreuz Krankenhaus**

Schöne Aussicht 41

65193 Wiesbaden

Notruf: +49 (0) 611 192 22

Tel.: +49 (0) 611 531 90 53

Fax: +49 (0) 611 531 90 55

**65719 Hofheim**

Mo - Fr, am Tag

**HBOZentrum RheinMain**

Reifenberger Straße 6

65719 Hofheim / Taunus

Notruf: +49 (0) 6192 192 22

Tel.: +49 (0) 6192 50 62

**66877 Ramstein**

Mo - Fr, am Tag

**Oxymed GmbH****Privatinstitut für hyperbare Medizin**

Schulstraße 4

66877 RamsteinMiesenbach

Notruf: +49 (0) 6371 730 00

Tel.: +49 (0) 6371 719 19

Fax: +49 (0) 6371 95 33 23

**68163 Mannheim**

Mo - Fr, am Tag

**HBOZentrum RheinNeckar****am Diakoniekrankenhaus Mannheim**

Speyrer Straße 9193

68163 Mannheim

Notruf: +49 (0) 621 810 20

Tel.: +49 (0) 621 810 23 90

Fax: +49 (0) 621810 23 93

**69115 Heidelberg**

Mo - Fr, am Tag

**Druckkammerzentrum Heidelberg GmbH**

Landhausstraße 25

69115 Heidelberg

Notruf: +49 (0) 6221 60 26 53

Tel.: +49 (0) 6221 60 26 53

Fax: +49 (0) 6221 60 26 55

**74072 Heilbronn**

Mo - Fr, am Tag

**HBOZentrum NeckarFranken****Die Tagesklinik Heilbronn**

Allee 38

74072 Heilbronn

Notruf: +49 (0) 7131 192 22

Tel.: +49 (0) 7131 786 85 00

**77787 Klausenbach**  
Mo - Fr, am Tag Sa vorm.  
Vorwarnzeit 1 Std.

**Reha-Klinik Klausenbach**

Kolonie 5  
77787 Nordrach  
Notruf: +49 (0) 7838 820  
Tel.: +49 (0) 7838 824 02

**80331 München**  
Mo - Fr, nachmittags

**HBO Institut**

**Krankenhaus Rechts der Isar**

Sonnenstraße 11  
80331 München  
Notruf: +49 (0) 89 40 66 55  
Tel.: +49 (0) 89 41 40 26 00

**93059 Regensburg**  
Mo - Fr, am Tag

**Institut für Überdruckmedizin**

Gewerbepark A 45  
93059 Regensburg  
Notruf: +49 (0) 941 192 22  
Tel.: +49 (0) 941 46 61 40

**95032 Hof**  
Mo - Fr, am Tag

**Oxytrans GmbH**

**Privatinstitut für hyperbare Sauerstofftherapie**

Flugplatz 20 a  
95032 Hof  
Notruf: +49 (0) 9292 192 22  
Tel.: +49 (0) 9292 920 81

## THERAPIEEINRICHTUNGEN HBO Österreich

### Liste GTÜM e. V. / DAN Europe

Druckkammeranlagen mit **gesicherter** 24-StundenDienstbereitschaft  
für die hyperbare Sauerstofftherapie

Hinweis: Die telefonische Beratung ist bei diesen Einrichtungen jederzeit verfügbar für Druckkammerbehandlungen muss außerhalb der Routinedienstzeit mit einer Vorlaufzeit gerechnet werden, auch wenn dies in dieser Liste nicht explizit erwähnt ist. Die telefonische Kontaktaufnahme vor Anfahrt / Flug zur jeweiligen Druckkammer wird allerdings in jedem Fall empfohlen!

**A-8036 Graz**  
**Druckkammer Graz**  
**Universitätsklinikum, Landeskrankenhaus Graz**  
**Klinische Abteilung für Thorax und Hyperbare Therapie**  
Auenbrugger Platz 29  
A8036 Graz  
Notruf: +43 (0) 316 385 28 03  
Tel.: +43 (0) 316 385 20 56  
Fax: +43 (0) 316 385 27 56

## THERAPIEEINRICHTUNGEN HBO Schweiz

### Liste GTÜM e. V. / DAN Europe

Druckkammeranlagen mit **gesicherter** 24StundenDienstbereitschaft  
für die hyperbare Sauerstofftherapie

Hinweis: Die telefonische Beratung ist bei diesen Einrichtungen jederzeit verfügbar für Druckkammerbehandlungen muss außerhalb der Routinedienstzeit mit einer Vorlaufzeit gerechnet werden, auch wenn dies in dieser Liste nicht explizit erwähnt ist. Die telefonische Kontaktaufnahme vor Anfahrt / Flug zur jeweiligen Druckkammer wird allerdings in jedem Fall empfohlen!

**CH-1011 Lausanne**  
**HBO-Zentrum Universität Lausanne**  
**Div. Soins intensifs de médecine**  
Rue du Bugnon 46  
CH-1011 Lausanne  
Notruf: +41 (0) 21 314 11 11  
Tel.: +41 (0) 21 314 16 32  
Fax: +41 (0) 21 314 13 84CH1211

**CH-1211 Genf**  
**HBO-Zentrum Universität Genf**  
Rue MicheliduCrest 14  
CH-1211 Genève 4  
Notruf: +41 (0) 22 372 67 50  
Tel.: +41 (0) 22 372 71 45  
Fax: +41 (0) 22 372 71 84

**CH-4057 Basel**  
**HBO-Zentrum Basel**  
Kleinhüninger Straße 177  
CH-4057 Basel  
Notruf: +41 (0) 61 265 25 25  
Tel.: +41 (0) 61 631 30 13  
Fax: +41 (0) 61 631 30 06

**THERAPIEEINRICHTUNGEN HBO Schweiz**  
**Liste GTÜM e. V. / DAN Europe**  
**Druckkammeranlagen mit eingeschränkter Dienstbereitschaft**  
**für die hyperbare Sauerstofftherapie**

Hinweis: Die telefonische Beratung ist bei diesen Einrichtungen zu den genannten Zeiten verfügbar, Notruftelefone können auch außerhalb der Routindienstzeiten geschaltet sein. Für Druckkammerbehandlungen muß in jedem Fall die telefonische Kontaktaufnahme vor Anfahrt / Flug zur jeweiligen Druckkammer erfolgen!

**CH-3073 Gümlingen**  
Mo - Fr, am Tag  
**HBO-Zentrum Gümlingen**  
**Klinik Siloah AG für Sauerstofftherapie**  
Worbstraße 324  
CH-3073 Gümlingen  
Notruf: +41 (0) 31 958 11 11  
Tel.: +41 (0) 31 958 10 50  
Fax: +41 (0) 31 958 10 90

**CH-4513 Langendorf**  
Mo - Fr, am Tag  
**HBO-Zentrum Langendorf**  
**Institut für Hyperbare Oxygenation**  
Langendorfstraße 2 b  
CH-4513 Langendorf  
Notruf: +41 (0) 32 623 68 68  
Tel.: +41 (0) 32 623 68 68  
Fax: +41 (0) 32 623 71 09

**CH-6000 Luzern**  
Mo - Fr, am Tag  
**HBO-Zentrum Kantonsspital Luzern**  
**HNO-Abteilung**  
CH-6000 Luzern  
Notruf: +41 (0) 41 205 11 11  
Tel.: +41 (0) 41 205 11 11  
Fax: +41 (0) 41 205 49 95

**CH-8091 Zürich**  
Mo - Fr, am Tag  
**HBO-Zentrum Universitätsspital Zürich**  
**Druckkammerlabor am USZ**  
Rämistraße 100  
CH-8091 Zürich  
Notruf: +41 (0) 1 255 64 54  
Tel.: +41 (0) 1 255 64 54  
Fax: +41 (0) 1 255 20 36

# ANSCHRIFTENLISTE GTÜM

## Anschriftenliste GTÜM - Stand Dezember 2002

Geschäftsstelle, Vorstand, Beisitzer, Ausschüsse

**Verwaltung:****Geschäftsstelle der GTÜM**

Zentrale Anlaufstelle

Frau Gabriele Erhard  
BG-Unfallklinik Murnau  
Prof. Küntscherstr. 8  
D-82418 Murnau  
Tel. 08841 - 482167, Fax 08841 - 482166  
info@gtuem.org  
mail@gtuem.org

**Vorstand:****Präsident der GTÜM**

Dr. med. Armin Kemmer  
Anästhesist und Taucherarzt  
BG-Unfallklinik Murnau  
Prof. Küntscherstr. 8  
D-82418 Murnau  
Tel. 08841 - 482167, Fax 08841 - 482166  
kemmer@gtuem.org

**Vize-Präsident der GTÜM**

Dr. med. Wilhelm Welslau  
Arbeitsmediziner, Sportmediziner  
Seeböckgasse 17  
A-1160 Wien  
Tel: +43 (699) 18442390  
Fax: +49 (1) 9442390  
welslau@gtuem.org  
www.taucherarzt.at

**Sekretär der GTÜM**

Dr. med. Peter Müller  
Anästhesist  
HBO-Zentrum Rhein-Neckar am  
Diakonie-Krankenhaus  
Speyerer Straße 91-93  
D-68163 Mannheim  
Tel: 0621 - 8102390  
mueller@gtuem.org

**Past-Präsident der GTÜM**

Dr. med. Ulrich van Laak  
Flottenarzt und Taucherarzt  
Eichkoppelweg 70  
D-24119 Kronshagen  
Tel. 0431 - 54 42 87 oder 0171 - 32 64 66 2  
Fax 0431 - 54 42 88  
vanlaak@gtuem.org

**Beisitzer**

Priv. Doz. Dr. med. Ulrich Carl  
Chefarzt Strahlentherapie  
Diakoniekrankenhaus  
27342 Rotenburg/W.  
Tel. 04261 - 772741, Fax 04261 - 772148  
carl@gtuem.org

---

<b>Beisitzer</b>	Priv.-Doz. Dr. med. Jochen Hansen Chefarzt Abteilung Anästhesie und Intensivmedizin Friedrich-Ebert-Krankenhaus Friesenstraße 11 D-24534 Neumünster Tel. 04321 - 40 52 04 0, Fax 04321 - 40 52 04 9 hansen@gtuem.org
<b>Beisitzer</b>	Priv.-Doz. Dr. med. Kay Tetzlaff Fachbereichsleiter Pneumologie Boehringer Ingelheim Pharma D-88397 Biberach an der Riss Tel. 07351 - 542407, Fax 07351 - 544735 tetzlaff@gtuem.org
<b>Beisitzer</b>	Dr. med. Ullrich Siekmann HBO-Zentrum Euregio Aachen Pfalzgrafenstraße 79 D-52072 Aachen Tel. 0241 - 800 Funk 6320, Fax 0241 - 172652 siekmann@gtuem.org
<b>Redaktion CAISSON</b>	Prof. Dr. Jochen D. Schipke Universitätsklinikum Düsseldorf ZOM I, Exp. Chirurgie, Geb. 14.81 Moorenstrasse 5 D-40225 Düsseldorf Tel. 0211 - 81 19949, Fax 0211 - 81 16996 caisson@gtuem.org schipke@gtuem.org
<b>Ausschüsse: Ausschuss Tauchmedizin</b>	Dr. med. Claus-Martin Muth Am Gänsacker 1 D-89250 Senden Tel.: 0731 - 500 25142 muth@gtuem.org
<b>Ausschuss Tauglichkeit</b>	Priv.-Doz. Dr. med. Kay Tetzlaff Fachbereichsleiter Pneumologie Boehringer Ingelheim Pharma D-88397 Biberach an der Riss Tel. 07351 - 542407, Fax 07351 - 544735 tetzlaff@gtuem.org
<b>Ausschuss Hyperbare Sauerstofftherapie</b>	Dr. med. Ullrich Siekmann HBO-Zentrum Euregio Aachen Pfalzgrafenstraße 79 D-52072 Aachen Tel. 0241 - 800 Funk 6320, Fax 0241 - 172652 siekmann@gtuem.org
<b>Ausschuss Weiterbildung</b>	Dr. med. Wilhelm Welslau Arbeitsmediziner, Sportmediziner Seeböckgasse 17 A-1160 Wien Tel: +43 (699) 18442390, Fax: +49 (1) 9442390 welslau@gtuem.org, www.taucherarzt.at

**Ausschuss Weiterbildung**

Dr. med. Jürgen Wenzel  
DLR – Institut für Flugmedizin  
D-51147 Porz - Wahnheide  
Tel. 02203 - 601 3370, Fax 02203 - 68323  
wenzel@gtuem.org

**Ausschuss Technik**

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

**Arbeitsgemeinschaft Medizinisch  
Wissenschaftlicher Fachgesellschaften:****AMWF Repräsentant**

Dr. med. Wilhelm Welslau  
Arbeitsmediziner, Sportmediziner  
Seeböckgasse 17  
A-1160 Wien  
Tel: +43 (699) 18442390, Fax: +49 (1) 9442390  
welslau@gtuem.org, www.taucherarzt.at

**AWMF Wissenschaftliches Komitee**

Priv. Doz. Dr. med. Ulrich Carl  
Chefarzt Strahlentherapie  
Diakoniekrankenhaus  
27342 Rotenburg/W.  
Tel. 04261 - 772741, Fax 04261 - 772148  
carl@gtuem.org

## Hinweise für Autoren des CAISSON

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 3,5 Zoll Disketten 1,44 MB, ZIP 100 Datenträger oder E-Mail 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:**

3,5 Zoll Diskette 1,44 MB  
Zip 100 Diskette  
E-Mail: caisson@gtuem.org

**Datenformat:**

Microsoft Word (Version 2.0, 6.0 oder 7.0)  
Schrift: TAHOMA  
Schriftgröße: 12  
Zeilenabstand: 1,2-zeilig  
Absatzformat: linksbündig  
Silbentrennung: keine

**Bildformate:**

BMP, TIF

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

Unaufgefordert eingesandte Manuskripte werden auch bei Nichtveröffentlichung nicht zurückgeschickt.