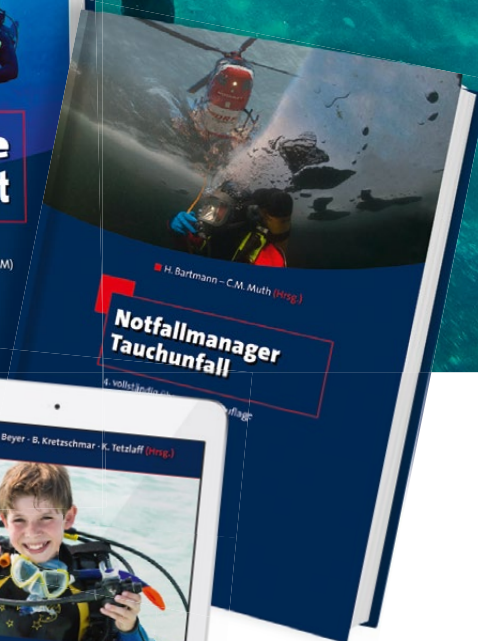




U O S S T E C

Dekompressions-Theorie - SUPERSCHNELLE GEWEBE
KEIN HARMLOSER NEBEL - Shisha & CO-Intoxikation
Überarbeitet - APNOE-FLYER VON VDST & GTÜM
HBO-THERAPIE - ECHM Empfehlungen auf Deutsch



Neu! Jetzt auch als E-Book!

Gentner – Partner der Tauchprofis



Alfons W. Gentner Verlag,
Forststr. 131, 70193 Stuttgart

Mehr Informationen:
www.asu-arbeitsmedizin.com/buecher



Editorial



Sehr geehrte Leserinnen,
sehr geehrte Leser,

Aktuelle HBO-Indikationen

Der vorliegende Caisson wird von zwei großen Artikeln geprägt. Zum einen hat sich die Redaktion entschlossen, eine Deutsche Übersetzung der aktuellen Empfehlungen des European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM) im Volltext zu veröffentlichen, um diesen wichtigen Text für die HBO-Therapie auch im deutschsprachigen Raum einer möglichst großen Leserschaft zugänglich zu machen.

Der Text ist zum Lesen zwar etwas sperrig und trocken, zum Nachschlagen mit konkreter Fragestellung kann er aber wertvolle Entscheidungshilfen liefern. Das erscheint nicht ganz unwichtig angesichts der Tatsache, dass die HBO-Therapie in Deutschland mit der Anerkennung der Indikation Diabetisches Fußsyndrom durch die Gesetzliche Krankenversicherung ganz vorsichtig wieder an Boden gewinnt. Eine strikte Einhaltung internationaler Qualitätsstandards ist hier sicher hilfreich.

Superschnelle Gewebe

Der deutsche Physiker Albrecht Salm kam bereits mehrfach im Caisson zu Wort. Immer mit Artikeln zur Dekompressionsberechnung - und ihren Problemen. In diesem Caisson widmet er sich der hochinteressanten Fragestellung der Dekompression nach ultrakurzen Tauchgängen. Hier sind im Besonderen Apnoe-Tauchgänge gemeint. Veröffentlichte Case-Reports und Fallserien über Fälle von DCI (decompression incident) bei Apnoetauchern gibt es mittlerweile einige. Die Existenz dieses Krankheitsbildes kann nicht mehr ignoriert werden.

Offen ist im Einzelfall die Genese der Symptome. Handelt es sich tatsächlich um eine Form der DCS (decompression sickness), die sich aufgrund des am Ende eines Apnoetauchgangs hypoxischen Gewebes evtl. etwas anders entwickelt und darstellt als nach kurzen, tiefen SCUBA-Tauchgängen? - oder handelt es sich um Symptome einer AGE (arterial gas embolism) in den gleichen hypoxischen Geweben? - oder aber handelt es sich um Partikel-Embolien im Sinne eines Apoplex durch die besonderen (patho)physiologischen Verhältnisse bei extremen Apnoe-Expositionen?

Albrecht Salm gibt mit seinem Essay über superschnelle Gewebe eine gute Übersicht über alles, was man im Hinblick auf die Inertgassättigung als mögliche Ursache für die Fälle von DCI bei Apnoetauchern sagen kann - diesseits des schnellsten ZH-L16-Gewebes von Bühlmann mit 4 min Sättigungshalbwertszeit für das Inertgas Stickstoff.

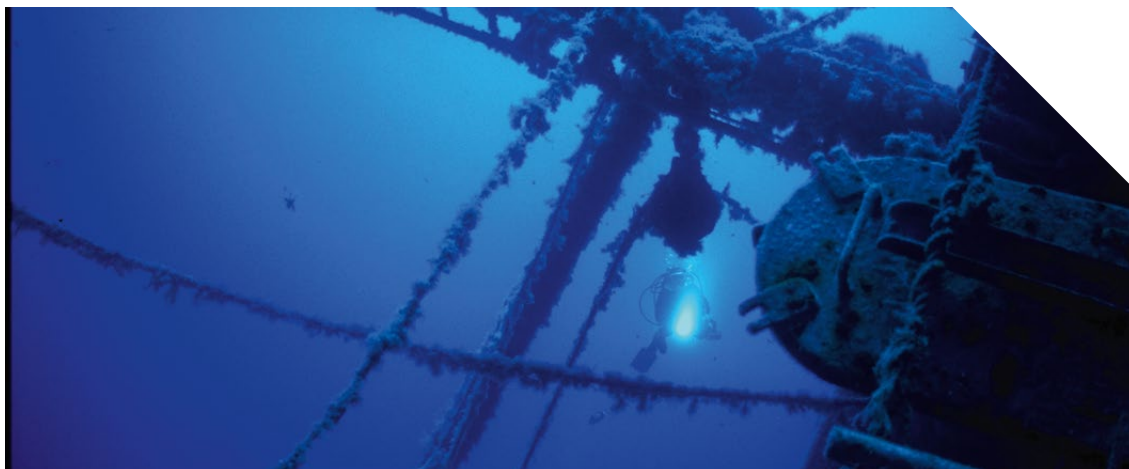
Ihr

Hinweis zum Datenschutz und zur neuen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO)

Die GTÜM e.V. hat den Datenschutz schon immer beachtet und entsprechende Sicherheitsstandards eingehalten. Auch in Zukunft werden wir die Daten nur für die direkten Zwecke des Vereines verwenden. Die Datenschutzerklärung haben wir überarbeitet und an die aktualisierte Gesetzgebung angepasst. Für weitere Informationen schauen Sie bitte auf unserer Homepage nach oder kontaktieren Sie uns.

Dr. Karin Hasmler für den Vorstand der GTÜM e.V.

06
Titelthema



Super Schnelle
Gewebe

24
Shisha - kein
harmloser Nebel



28
ECHM Konsens-
konferenz 2016

42
boot 2018 -
Erinnerungen



46
20 Jahre DKZ
Wiesbaden

Zum Titelbild: Schiffswrack im Mittelmeer bei Mykonos (Foto Albrecht Salm)

Inhalt

03	EDITORIAL Wilhelm Welslau		
05	Impressum & Hinweise für Autoren		
TAUCHMEDIZIN			
06	Superschnelle Gewebe Albrecht Salm		
21	Kommentar zum Flyer von VDST & GTÜM Karin Hasmler, Heike Gattermann		
22	Flyer zum Apnoetauchen - VDST & GTÜM		
HYPERBARMEDIZIN			
24	Shisha - kein harmloser Nebel Sven Dreyer, Snezana Marijan, Sabine Schindler-Marlow		
28	ECHM Konsenskonferenz 2016 Daniel Mathieu, Alessandro Marroni, Jacek Kot		
		AKTUELLES	
		42	BOOT 2018 - private Erinnerungen Jochen D. Schipke
		46	Jubiläumsveranstaltung 20 Jahre DKZ Wiesbaden Karin Hasmler
		49	Neuer Vorsitzender des Verbandes Deutscher Druckkammerzentren e.V.
		50	Kongress-Ankündigungen
		51	Kursangebote
		53	GTÜM-zertifizierte Veranstaltungen
		54	GTÜM-Adressen

Impressum & Hinweise für Autoren

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

redaktion: Dr. Wilhelm Welslau, Seeböckgasse 17/2, A-1160 Wien, Tel.: +43 (0)699 1844 2390, caisson@gmx.net

herausgeber: Dr. Karin Hasmler (Vorstand der GTÜM), c/o BG-Unfallklinik Murnau, Prof. Küntscher-Straße 8, D-82418 Murnau
Tel.: +49 (0)8841 48 2709, k.hasmler@gtuem.org

Geschäftsstelle: GTÜM e.V., Susanne Keller, c/o BG-Unfallklinik Murnau, Prof.-Küntscher-Straße 8, D-82418 Murnau
Tel.: +49 (0)8841 48 2167, Fax +49 (0)8841 48 2166, gtuem@gtuem.org

Satz, Layout: medien@19, Paderborn, dagmar.venus@gmx.de, www.dvenus.de, **Lektorat:** taucherarzt.at, Wien, **Druck & Versand:** Druckerei Marquart GmbH, Aulendorf, Auflage 1.500.

caisson erscheint viermal jährlich, etwa zur Mitte der Monate Januar, April, Juli und Oktober. Redaktionsschluss: 15. Feb., 15. Mai, 15. Aug. und 15. Nov.

Der Bezugspreis ist im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Alle Zuschriften an die Redaktionsadresse. Kürzungen vorbehalten. Namentlich gekennzeichnete Beiträge stellen die Meinung des Autors dar und sind nicht als offizielle Stellungnahme der Gesellschaft aufzufassen.

- Einsendeschluss ist jeweils der 15. Tag im ersten Monat des Quartals.
- Es können nur solche Arbeiten und Zuschriften veröffentlicht werden, die per E-Mail oder CD bei der Redaktion eingehen.
- Datenformat: Microsoft Word, Silbentrennung: keine, Literaturverzeichnis: Nummerieren.
- Die Autoren werden gebeten, nach Möglichkeit Artikel aus früheren caisson-Heften zu zitieren.
- E-Mail: caisson@gmx.net

Superschnelle Gewebe



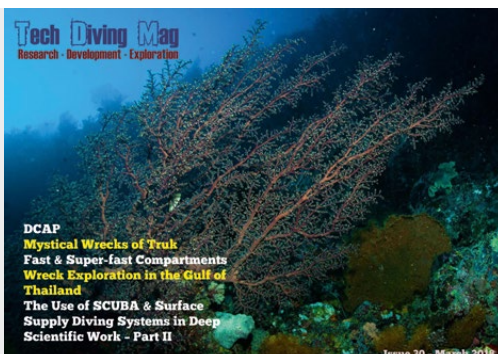
AUTOR

Albrecht Salm
Physiker

PADI Master Scuba-Diver Trainer
SSI Extended Range Instructor
TL für Tauchsportcenter
Esslingen
(www.tauchturm.com)
Berater bei SubMarineConsulting (www.SMC-de.com).
Email: director@SMC-de.com

Bei dem folgenden kleinen Essay über schnelle und super-schnelle Kompartimente handelt es sich nicht um ein streng wissenschaftliches Papier, weder in Form noch im Inhalt, sondern eher um ein paar vorläufige Gedanken zum Thema mit der Absicht das Verständnis und die Diskussion zu fördern.

Leser, welche neu beim CAISSON sind, neu im TEC-Tauchen oder überhaupt Tauchanfänger, mögen sich an ein paar Hintergrundinformationen über deterministische Dekompressionsmodelle und -algorithmen erfreuen (Abschnitt 2: Hintergrund); der erfahrene Taucher kann dies gefahrlos überspringen. Leser, die sich auch nicht gerne mit mathematischen Details herumplagen wollen, dürfen sogar direkt zum Abschnitt 12, dem Fazit, springen. Des weiteren taucht hier die Abkürzung „ca.“ (=circa, ungefähr, ...) sehr häufig auf: **keinesfalls** soll durch die angeführten Zahlen und Formeln der Eindruck erweckt werden, es würde sich hierbei um exakte Wissenschaft handeln.



Die englischsprachige Version dieses deutschen Originalartikels ist am 01.03.2018 im ägyptischen TEC Diving Magazine erschienen.

Er steht unter dem folgenden Link als PDF zum Download bereit:

<http://www.techdivingmag.com/download030.asp>





Foto:

Schiffswrack im Mittelmeer (Mykonos) (Foto: Albrecht Salm)

1. Einführung

Während meines allerersten Kurses über Apnoe-Tauchen, so vor ca. 20 Jährchen, bin ich über die Unfähigkeit der üblichen Dekompressions-Tabellen und -Algorithmen gestolpert, ein wirkliches Freitauchprofil abbilden zu können. Mein damaliger Tauchlehrer für diese Themen, Andy Anlauf, zu dieser Zeit zur internationalen Apnoe-Elite gehörend, fragte mich nämlich, ob ich nicht eine Dekompressionstabelle für die Rekordtauchgänge berechnen könne. So getreu dem Motto: „Hey, Albi, du bist doch Physiker! Rechne doch amal: z.B. in 2 min auf 130 m Tiefe und danach wieder zurück zur Oberfläche. Passiert da was???“

Als Einstieg betrachten wir ein Kompartiment, z.B. eines mit der Halbwertszeit ($\tau_{1/2}$) von 12,5 min (es ist das Kompartiment #3 in der üblichen ZH-L Bezeichnungsweise; mehr zu den Kompartimenten und Halbwertszeiten im Abschnitt 2. Abschnitt 7 streift kurz die ZH-L Thematik). Dieses Kompartiment ändert seine anfängliche Inertgassättigung pN_2 von ca. 0,8 Bar (Sättigung auf Meereshöhe) auf nur 1,1 Bar nach 1 min @ 90 m. Die Übersättigung von ca. 0,3 Bar ist nicht ausreichend, irgendeine nennenswerte Dekompressionsverpflichtung zu erzielen. Bis zum Erreichen der Oberfläche sättigt sich das Kompartiment immer noch auf und erreicht ca. 0,5 Bar

Übersättigung. Dies ist aber immer noch nicht hinreichend für einen sinnvollen Dekompressionsstopp. Die höheren Kompartimente, so ab ca. #8, nehmen die Druckexkursion des Apnoe-Tauchgangs nicht einmal wahr: für diese ist der Vorgang viel zu schnell!

Desweiteren existiert ein Phänomen namens „Taravana“: dies beinhaltet die vielen anekdotenhaften Berichte über unerklärbare Fälle von DCS bei Apnoe-Tauchgängen. Besonders bei den Unterwasser-Erntearbeitern von Naturvölkern scheint dies aufzutreten, welche zum Nahrungserwerb viele Wiederholungstauchgänge unter Apnoe innerhalb kürzester Zeit durchführen.

Paulev (vgl. Abschnitt 11) beobachtete Fälle von DCS Typ II während der Notaufstiegsübungen aus U-Booten; Schaefer (vgl. Abschnitt 4) berichtete über N_2 -Blasen in Blutproben bei Apnoe-Tauchern: die Zeitbasis für dieses Phänomen sei innerhalb von 10 sec.

Weiterhin wird in der „TEC Gemeinde“ seit langem eine, stellenweise leicht überhitzte Debatte, über die Wirksamkeit von 1- bis 2-minütigen, sogenannten „tiefen Stopps“ bei Mischgastauchgängen geführt.

Der zeitliche Ablauf aller dieser Beobachtungen bewegt sich in einem „sub 5 Minuten“-Rahmen. Eine

rein phänomenologische Beschreibung benötigt daher eine exponentielle Halbwertszeit ($\tau_{1/2}$) in der Größe eines Bruchteils der maximalen Zeitspanne. Da die grobe Faustregel ca. 6 Halbwertszeiten für eine komplette Sättigung oder auch Entsättigung für jedwedes Kompartiment vorsieht (bei konstantem Druck), erhalten wir folgenden Bruchteil: wir dividieren die max. Zeitspanne von ca. 5 min durch die Anzahl (6) der benötigten Halbwertszeiten und erhalten damit einen ersten Näherungswert von $\tau_{1/2}$ zu ca. 60 sec. Bereits damit kann man mathematisch relativ elegant die raschen Druckänderungen nachvollziehen!

Im nächsten Abschnitt folgt eine ziemlich zackige Einführung in (deterministische) Dekompressionsmodelle und -algorithmen, danach kommt eine kurze (und begrenzte) und schlaglichtartige Literatur-Übersicht, wie andere (durchaus subjektiv ausgewählte) Forscher dieses Thema bereits behandelt haben.

2. Hintergrund: was ist das überhaupt, ein Kompartiment ?

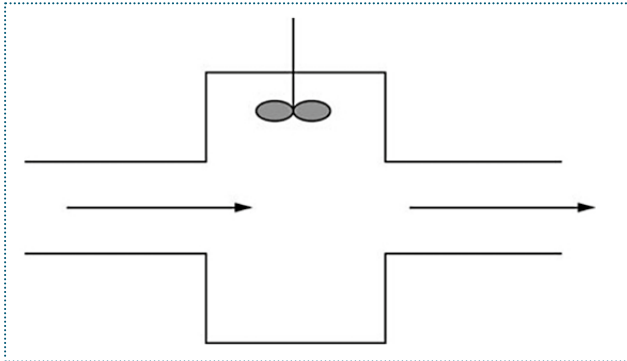
Das folgende ist eine recht freche Kopie aus einem Buch meines Freundes Carl Edmonds (Ref.: Edmonds, Carl. Diving and Subaquatic Medicine, Fifth Edition, 5th Edition. CRC Press, 20150713. VitalBook file). Die Bildchen dazu hat ein anderer Freund beige-steuert: David Doolette, der im Moment für die NEDU arbeitet, die „Naval Experimental Diving Unit of the USN“ (USN = the United States Navy).

Aufbauend auf der Darstellung in Abbildung 1 betrachten wir nun das Szenario eines Tauchganges mit mehreren, nämlich mit 5 Kompartimenten: das untere Bildchen zeigt die Stickstoff-Aufnahme von 5 hypothetischen Kompartimenten. Diese 5 Kompartimente sind alle durchblutet, allerdings mit unterschiedlichen Perfusionsraten, ergo auch mit unterschiedlichen Halbwertszeiten. Der Tauchgang wird mit Luft auf eine Tiefe von 30 m (ca. 4 atm) durchgeführt. P_{amb} ist der absolute, der Umgebungsdruck in Atmosphären (atm). Der inspiratorische als auch der alveolare Inertgasdruck steigen auf ~3.1 atm (hier nicht dargestellt): der arterielle Inertgaspartialdruck (P_{aN_2}) paßt sich (mehr oder weniger) unmittelbar an.

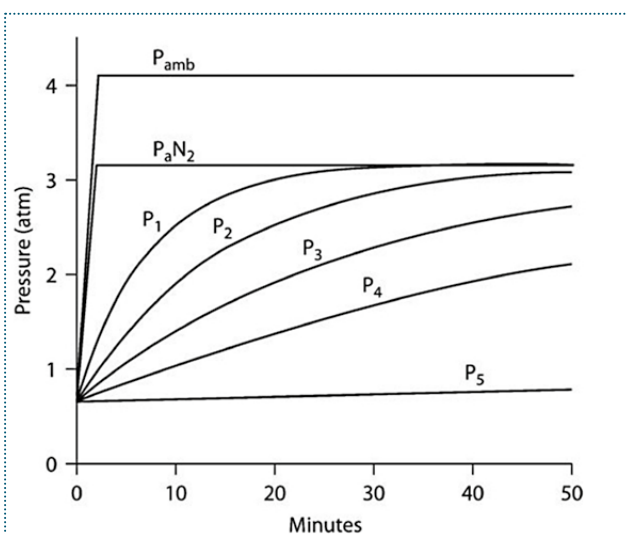


Foto:

Flusstauschen in der Verzasca (Tessin)
(Foto: Albrecht Salm)

**Abbildung 1**

Das obige Bildchen zeigt ein einfaches Modell für ein begrenztes Volumen irgendeiner durchbluteten Region des Körpers eines Säugetieres: gezeigt ist nur ein einziges Kompartiment, also mit nur einer Halbwertszeit. Es ist das Modell für ein sogenanntes „gut durchmisches“ Gewebe, daher das Symbol mit dem kleinen Mixer. „Gut durchmischt“ bedeutet, daß das mit dem arteriellen Blutfluß (linker Pfeil) antransportierte Inertgas sich relativ zügig mit dem umliegenden Gewebe durchmischt und ein, nun etwas veränderter, Inertgasanteil sich im venösen Blut (rechter Pfeil) entweder zu weiteren Kompartimenten bzw. zur Lunge, bewegt (mit freundlicher Genehmigung der Herren Carl Edmonds & Dr. David Doolette, USN).

**Abbildung 2**

Mit der erwähnten Faustregel kann man aus dem Graphen die Halbwertszeiten der fraglichen Kompartimente abschätzen: z.B. erreicht P1 seine 50% Sättigung nach 5 min, also wird es nach $6 \cdot 5 = 30$ min gesättigt sein; P2 nach $6 \cdot 10$ min (mit freundlicher Genehmigung von Dr. David Doolette, USN).

Bedingt durch die endlichen (Transport-)Kapazitäten von Blut, Lunge und Kreislauf steigen die Inertgasdrücke in den verschiedenen Körpergeweben und damit auch in den Kompartimenten, etwas langsamer an. Nur die Modellgewebe #1 und #2 erreichen in etwa eine Sättigung während dieses Tauchganges. Mit der oben erwähnten Faustregel kann man aus dem Graph die Halbwertszeiten der fraglichen Kompartimente abschätzen: z.B. erreicht P₁ seine 50% Sättigung nach 5 min, also wird es nach $6 \cdot 5 = 30$ min gesättigt sein; P₂ nach $6 \cdot 10$ min (Abbildung 2).

Die Graphen der Kompartiment-Sättigung zeigen ein sogenanntes „exponentielles“ Verhalten der Form $[1 - e^{-kt}]$ mit $k = \ln(2) / \tau$, der Halbwertszeit τ und der Tauchzeit t in min: typisch für sehr viele Phänomene in der echten Natur. Die Mathematik dahinter, eine einfache [lineare Differential-Gleichung](https://www.divetable.info/theorie.htm), ist bereits vielfach an anderen Orten ausführlich beschrieben z.B. da: <https://www.divetable.info/theorie.htm>.

In diesem einfachen Modell befinden sich P₁ bis P₅ in einer *Parallel*-Schaltung (vergleiche das untere Schaubild, unterer Teil). Selbstverständlich sind auch andere Modelle mit anderen Schaltungen der Kompartimente denkbar. Die berühmtesten Dekompressionsmodelle, also diejenigen von Haldane, Workman (USN Tabellen), Schreiner und Bühlmann (ZH-L) und Bühlmann-Hahn benutzen genau diese Parallel-Schaltung. Dagegen wird im obigen Teil des unteren Bildchens eine *Serien*-Schaltung der Kompartimente dargestellt. Ein solches Modell benutzen Kidd, Stubbs, Nishi et al für die DCIEM Tabellen: die Luft- und Mischgas-Tauchtabellen für kanadische Militär- und Berufstauchgänge. Wir sehen 4 Kompartimente, bezeichnet mit # 1 → # 4, mit den Halbwertszeiten $t_{1/2}$: HWZ 1 → HWZ 4. In dieser speziellen Serien-Schaltung müssen die Halbwertszeiten nicht unbedingt unterschiedlich sein.

Alle diese Modelle werden „deterministisch“ genannt: sie versuchen eine sichere Dekompression vorherzusagen. Sichere Dekompression bedeutet eine voraus berechnete Kombination von Stopp-Zeiten und Stopp-Tiefen, beruhend ausschließlich auf der bisherigen Historie des Tauchganges; d.h. auf dem Tiefen-Zeitprofil sowie des Inertgasgehaltes des Atemgemisches.

In einer komplett anderen Liga spielen die „statistischen“ Dekompressionsmodelle: hier werden die Ergebnisse von -zig tausenden Tauchgängen im Nachhinein analysiert: die Ergebnisse (DCS: JA oder

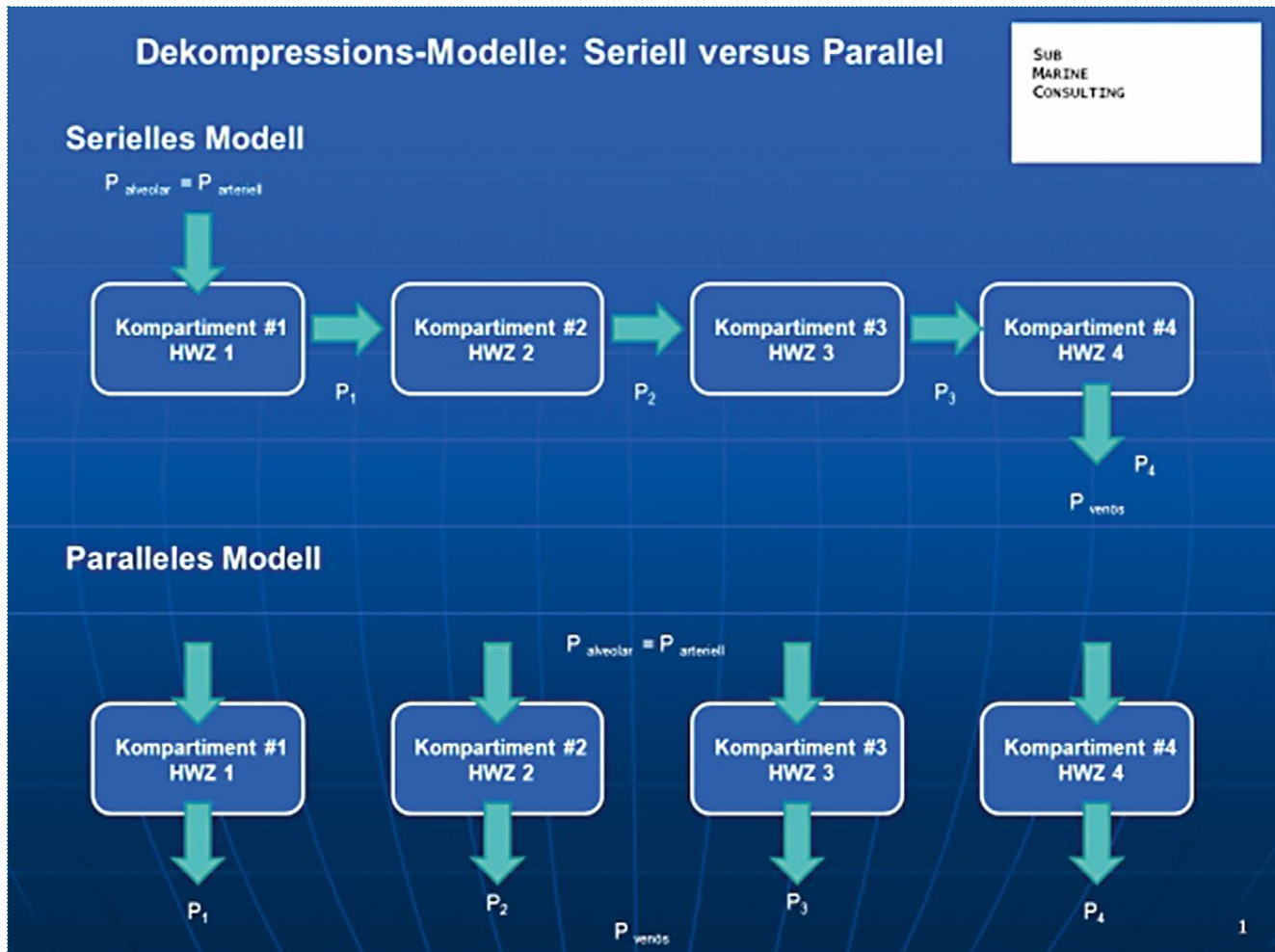


Abbildung 3
Serielle versus Parallele Dekompressionsmodelle (Grafik Albrecht Salm)

NEIN) werden dann mathematisch in Einklang (best „fit“) mit einer theoretischen Übersättigung gebracht und erst anschließend wird eine neue Tauchtabelle produziert mit einer bereits vorberechneten Wahrscheinlichkeit ($p(\text{DCS})$) die Dekompressionskrankheit zu kontrahieren.

Physiologische Definition der Kompartiment-Halbwertszeit

Wie oben skizziert, sind die Halbwertszeiten ($\tau_{1/2}$) mit dem bewegten Blutvolumen verknüpft, d.h. Volumen pro Zeit (ml pro min) pro ml Kompartimentvolumen; daher sieht die streng physiologische Definition so aus:

$$\tau_{1/2} = 0,693 * \alpha_{ti} / (\alpha_{bl} * dQ/dt) \quad (0)$$

Definition der weiteren Variablen:

α_{ti} : Löslichkeit des Inertgases im Gewebe (tissue = ti), $ml_{(S)gas} * ml_{ti}^{-1} * (100 \text{ kPa})^{-1}$
 α_{bl} : Löslichkeit des Inertgases im Blut (Blut = bl), $ml_{(S)gas} * ml_{blood}^{-1} * (100 \text{ kPa})^{-1}$
 dQ/dt : Perfusionsrate, $ml_{blood} * ml_{ti}^{-1} * \text{min}^{-1}$

Das Verhältnis der Löslichkeiten Blut / Gewebe ($\alpha_{bl} / \alpha_{ti}$) führt einen bekannten Namen: es ist der „Partitions-Koeffizient“; dieser kann aus Tabellen entnommen werden, z.B. aus denen der sogenannten PBPK (vgl. Abschnitt 8). Wenn weder zum Partitions-Koeffizient noch zur Perfusion-Rate präzise gemessene Daten vorliegen, wird einfach alles zu einem einzigen Wert zusammengezogen! Diese Vorgehensweise führt direkt zur pragmatischen Schreiner Matrix (vgl. Abschnitt 5).

Ein Kompartiment als „Tief-Pass“!

Die Exponentialfunktionen die die Auf- und Entsättigung der Kompartimente beschreiben, ähneln denen eines elektronischen Schaltkreises, bestehend aus einem Widerstand und einem Kondensator. Solche Schaltungen kann man benutzen, um z.B. Wechsel- in Gleichstrom umzuformen: die höherfrequenten Anteile des Wechselstromes werden gefiltert. Übrigbleiben lediglich die niederfrequenten Anteile des Signals; daher der Name „Tief Pass“.

Wenn jetzt im Tauchprofil Bewegungen mit einem „Hochfrequenz“-Verhalten erscheinen, also substantielle Tiefenänderungen in relativ kurzer Zeit, wie z.B. beim „Jo-Jo“-Tauchen, ist der Dekompressionsalgorithmus „blind“ dafür: der Tauchcomputer mag sicherlich in der Logbuch-Datei diese Werte speichern, die relativ langsamen Kompartimente können das garnicht bemerken.

(Ref.: Hahn MH (1989): Responses of decompression computers, tables and models to „yo-yo“ diving, Undersea Biomed Res 16 (Suppl.): 26.)

3. Experimente mit Ziegen: Haldane

THE PREVENTION OF COMPRESSED-AIR ILLNESS.

By A. E. BOYCOTT, D.M.,

G. C. C. DAMANT,

Lieut. and Inspector of Diving, R.N.,

AND J. S. HALDANE, M.D., F.R.S.

IN: J. Hyg. Camb. 1908; 8:342-443.

Zur Erstellung der weltweit ersten Dekompressionstabelle mit Stufendekompression für Lufttauchgänge haben die Autoren ca. 1.000 Druckkammer-Tauchgänge von über 80 Ziegen (und weiteren, ungezählten kleineren Tierchen) ausgewertet. Die Schar der 5 benutzten Halbwertszeiten wurde einfach über Verdoppelungen der 5-Minuten Halbwertszeit des Kompartiments #1 erzeugt: 5, 10, 20, 40 min. Die letzte, die 5. Halbwertszeit von 75 min entsprach einer theoretischen Sättigung mit Stickstoff der Ziegen nach geschätzten ca. 5 bis 7,5 h (a.a.O.: S. 349 & 350). Gemäß diesen Regeln wären auch Kompartimente mit Halbwertszeiten von 2,5 oder 1,25 min denkbar. Und tatsächlich gab es schon Hinweise auf rasch ablaufende physiologische Prozesse mit schnellerer Sättigung. Auf S. 348 werden 10 min postuliert. Aus dieser ca. 10-minütigen Sättigung kann man somit eine Halbwertszeit von 10 min / 6 → ca. 1,6 min ableiten.

Dies wiederum könnte man benutzen, um mit der berühmten „2:1“ Regel von Haldane et al. die alten, originalen (Luft-)Tauchtabellen der o.g. Veröffentlichung zu modifizieren. Das Ergebnis der modifizierten „neuen“ Haldane-Tabellen zeitigt in der Tat „tiefe Stopps“, also tiefere Stopps wie im Original vermerkt von einer 1 - 2 minütigen Dauer, ohne allerdings die flacheren Stopps substantiell zu verlängern!



Anmerkung: eine ziemlich einfache Prozedur, wie man das selber machen und auch nachrechnen kann sowie eine ausführliche Würdigung der Arbeit von Haldane et al findet man in: [TDM, Issue 25, December 2016, S. 13-20](#). Download-Link: <http://www.techdivingmag.com/download025.asp>

4. U-Boot Notausstiege: Schaefer

In seinem Beitrag zum 1. „Underwater Physiology Symposium“ im Jahre 1955:

4.6 THE ROLE OF CARBON DIOXIDE IN THE PHYSIOLOGY OF HUMAN DIVING

K. E. Schaefer
Physiology Branch
U. S. Naval Medical Research Laboratory

beschreibt Schaefer auf S. 135 Notaufstiege im U-Boot Trainingsturm. Nach Tauchgängen unter Apnoe auf 90 feet (ca. 27,5 m) wurden in arteriellen und venösen Blutproben Gasbläschen entdeckt, welche nicht dem CO₂ sondern N₂ zugeschrieben wurden. Die Blutproben wurden den Tauchern unmittelbar bei Erreichen der Oberfläche entnommen. Der Blutschaum schien nach ca. 10 sek. an der Oberfläche zu verschwinden oder ca. 40 sek. nach Beginn des Aufstiegs. Eine tolerierte Übersättigung von ca. 3:1 schien überschritten. Die Tauchgänge waren im Bereich 1 bis max. 2 Minuten.

Dies würde einen Entsättigungsprozeß mit einer angenommenen Halbwertszeit von $10 + 40 / 6 \rightarrow$ ca. 10 sek. sowie einen Sättigungsprozeß mit Halbwertszeiten von 1/6 bis ca. 2/6 min. beschreiben.

5. Die pragmatische Schreiner Matrix

In dem Beitrag zum 4. Symposium von "Proceedings of the Fourth Symposium on Underwater Physiology 1971" sehen wir die „pragmatische“ 4 * 4 Schreiner Matrix mit ihren 16 Kompartimenten; das Kompartiment #0 wurde aber nie benutzt.

A PRAGMATIC VIEW OF DECOMPRESSION

H. R. Schreiner and P. L. Kelley

“The whole meaning of a conception expresses itself in practical consequences, either in the shape of conduct to be recommended or in that of experience to be expected if the conception is true.”

William James, 1842–1910 (20)

		Tissue fat fraction (X)			
Specific rate of tissue perfusion ($\dot{Q}/R$)	min^{-1}	0	0.3	0.7	1.0
	0.3	0	1	2	3
	0.1	4	5	6	7
	0.03	8	9	10	11
	0.0085	12	13	14	15

FIG. 2. Derivation of inert gas exchange compartments by the arbitrary pairing of four specific rates of tissue perfusion and four levels of tissue fat fraction. The resulting compartments are numbered 0 to 15 as shown.

min^{-1})* in solving Eq. (13), one obtains a total of 16 different values of k representing 16 inert gas exchange *units* or *compartments*. These entities are not necessarily identifiable anatomical substructures of the body but rather represent assemblages of those regions within the human body that happen to be characterized by one and the same specific time constant of inert gas transport. These 16 inert gas exchange *compartments* (numbered 0 to 15 for ease of reference) are shown schematically in Fig. 2. It is immediately clear that any other arbitrary array of $\dot{Q}/R$ and x may be employed to derive gas exchange *compartments* as long as representative and minimal rates of the specific rate of tissue perfusion and extreme values of fat fraction are included.

Damit kann man (*) sehr einfach ein „super-schnelles“ Kompartiment ableiten, z.B. mit Halbwertszeiten von 2,5 oder 1,25 min, wenn man das Schema auf S. 210 mit folgenden Parametern ausnutzt: $dQ/dt * R = 0,2772 \text{ min}^{-1}$ resp. 0,5544 (Fett-Anteil $X = 0,0$).

6. (USN) United States Navy Methode: Workman

(Workman, Robert D. "Calculation of Decompression Tables for Nitrogen-Oxygen and Helium-Oxygen Dives," Research Report 6-65, U.S. Navy Experimental Diving Unit, Washington, D.C.; 26 May 1965)

Hier haben wir die Kompartiment-Halbwertszeiten für N_2 von 5 bis 240 min (a.a.O.: S. 5) sowie die dazugehörigen sogen. "M"-Werte; die erlaubten, maximalen (daher M) Inertgasübersättigungen:

half time (h)	5	10	20	40	80	120	160	240
M (ft)	104	88	72	56	54	52	51	50
$\Delta M/\Delta 10 \text{ ft.}$	+18	+16	+15	+14	+13	+12	+11	+11

Die M-Werte können anhand einer sehr einfachen, empirischen linearen (Geraden-) Gleichung für jedes Kompartiment separat berechnet werden (Gleichung 1):

$$M = M_0 + \Delta M * d \quad (\text{Gleichung 1})$$

Hierbei ist M_0 der maximale Inertgasüberdruck für die Tauchtiefe 0 feet und ΔM ist die Steigung der Geraden, multipliziert mit der Tauchtiefe (in feet). Die angegebenen M-Werte sind allerdings nicht in der Längeneinheit feet sondern in einer Druckeinheit zu interpretieren (fsw oder fswa: feet of seawater, absolute).

Spaßeshalber haben wir (*) die ΔM (Delta M) und M_0 Werte über die Halbwertszeiten angepasst und mit diesem "best fit" schnellere Kompartimente und die dazugehörigen maximalen Übersättigungen berechnet:

fit für M_0

Unsere „Generator-Funktion“ ergibt, mit einem Korrelationskoeffizient von nahezu 1, als Beispiel für Halbwertszeiten von 1,25, 2,0 & 2,5 min folgende Werte für M_0 : 156, 134 & 126 fswa.

fit für ΔM

Das gleiche Generator Polynom gibt uns hier, ebenso mit einem überraschend großen Korrelationskoeffizient, für die oben ausgesuchten Halbwertszeiten von 1,25, 2,0 & 2,5 min die Geradensteigungen ΔM mit: 37,5, 8,4 & 4,5.

7. Schweizer Bergseetauchen: Bühlmann

Referenz: "Tauchmedizin", Albert A. Bühlmann, Ernst B. Völlm (Mitarbeiter), P. Nussberger; 5. Edition in 2002, Springer, ISBN 3-540-42979-4). Das dort beschriebene, sogenannte „ZH L-16“ System (ZH für Zürich, L für lineare Übersättigungsgleichung; sowie 16 für die Anzahl der a- & b-Koeffizientenpaare für jedes Inertgas) ist der direkte Nachfolger der Schreiner 4 * 4 Matrix (a.a.O., S. 158):

Tabelle 25. Die Koeffizienten ZH-L16 für N₂

Kompartiment Nr.	t _{1/2} N ₂ [min]	ZH-L16A „theoretisch“		ZH-L16B Tabelle	ZH-L16C Computer
		b	a	a	a
1	4,0	0,5050	1,2599	1,2599	1,2599
1 b	5,0	0,5578	1,1696	1,1696	1,1696
2	8,0	0,6514	1,0000	1,0000	1,0000
3	12,5	0,7222	0,8618	0,8618	0,8618
4	18,5	0,7825	0,7562	0,7562	0,7562
5	27,0	0,8126	0,6667	0,6667	0,6200
6	38,3	0,8434	0,5933	0,5600	0,5043
7	54,3	0,8693	0,5282	0,4947	0,4410
8	77,0	0,8910	0,4701	0,4500	0,4000
9	109,0	0,9092	0,4187	0,4187	0,3750
10	146,0	0,9222	0,3798	0,3798	0,3500
11	187,0	0,9319	0,3497	0,3497	0,3295
12	239,0	0,9403	0,3223	0,3223	0,3065
13	305,0	0,9477	0,2971	0,2850	0,2835
14	390,0	0,9544	0,2737	0,2737	0,2610
15	498,0	0,9602	0,2523	0,2523	0,2480
16	635,0	0,9653	0,2327	0,2327	0,2327

Hier gibt es bereits eine einfache, empirische Beziehungen zwischen der Halbwertszeit $\tau_{1/2}$ eines Kompartiments und der erlaubten, tolerierten Übersättigung für das Inertgas N₂. Wenn wir nun diese beiden angegebenen Gleichungen für die Koeffizienten a & b (von S.129, Gleichung 2) mit der linearen Gleichung für den tolerierten Umgebungsdruck (Gleichung 3, a.a.O., S. 117) zu einer Gleichung kombinieren:

$$a = 2,0 \text{ bar} * (\tau_{1/2} \text{ N}_2 [\text{min}])^{-1/3} \quad (\text{Gleichung 2})$$

$$b = 1,005 - 1 * (\tau_{1/2} \text{ N}_2 [\text{min}])^{-1/2}$$

$$P_{\text{Kompartiment}} = (P_{\text{ambient, tolerated}} / b) + a \quad (\text{Gleichung 3})$$

erhalten wir das Generator-Polynom von Gleichung 4 und setzen den tolerierten Umgebungsdruck auf 1 Bar für einen direkten Aufstieg zur Oberfläche:

$$P_{\text{Kompartiment}} = (1 \text{ Bar} / (1,005 - \tau^{-1/2})) + (2 \text{ Bar} * \tau^{-1/3}) \quad (\text{Gleichung 4})$$

Auch hiermit kann man nun schnellere Kompartimente und die dazugehörigen erlaubten Übersättigungen berechnen. Allerdings divergiert dieser kleine Algorithmus bei einer Halbwertszeit von $\tau_{1/2} = 1,005$ min, somit ist dies das schnellste Kompartiment hier.

Unsere bisherigen gewählten Halbwertszeiten von 1,25, 2,0 & 2,5 min liefern dann die tolerierten Kompartiments-Überdrücke von ca. 11, 4,95 & 4,1 Bar. Diese vergleichen wir jetzt direkt mit den Ergebnissen aus der Workman-Anpassung für M_0 ; i.e. für die Tauchtiefe $d = 0$ feet in (Gleichung 1): 4,8, 4 & 3,9 Bar.

8. PBPK: Mapleson, Nishi, Flook et al.

Eines der ersten, sogenannten PBPK (**P**hysiologically **B**ased **P**harmaco-**K**inetic Model) welches mittels einer Simulation mit einem elektrischen, analogen Schaltkreis gelöst wurde, war dasjenige von Mapleson. Es war dazu gedacht, die Gasaufnahme von Narkosegasen wie Halothan im menschlichen Körper zu simulieren: Mapleson, W.W. An electrical analogue for uptake and exchange of inert gases and other agents. J. Appl. Physiol. 18: 197 – 204, 1963.

Frühere Versuche (Morales, M.F. and R.E. Smith, 1944, 1945 & 1948 in: Bulletin of Mathematical Biophysics) waren nicht ganz so erfolgreich, da zu dieser Zeit die erforderliche schnelle Hardware einfach nicht erhältlich war.

Da die PBPK auch für weitere Simulationen, z.B. für die Drogenaufnahme oder auch ganz andere Umwelteinflüsse gebraucht werden können, kann mit Fug' und Recht das Haldane Modell als eines der wirklich ersten PBPK bezeichnet werden.

Die Parameter von Mapleson wurde auch für den operativen Tauchbetrieb ausgebeutet: Flook, V., R. Nishi, A. Khan. Modelling and Validation of Treatment Tables for Severe Decompression Accidents; in: Operational Medical Issues in Hypo- and Hyperbaric Conditions [les Questions medicales a caractere operationel liees aux conditions hypobares ou hyperbares] ADA395680, DCIEM, Oct. 2000.

Hier finden wir bereits super-schnelle Kompartimente, nämlich die # 1 & 2 in der unteren Tabelle:

Characteristics of each compartment. Time constant in minutes.

Compartment	Tissues	Time constant
1	Adrenals, kidneys, thyroid	0.86
2	Heart, brain grey matter	1.87
3	Liver plus portal system, other small glands and organs	3.07
4	Brain white matter	5.31
5	Red marrow	12.25
6	Muscle and skin	50.62
7	Nonfat subcutaneous	69.14
8	Fatty marrow and fat	nitrogen 211.3
		helium 78.3

Zum Vergleich nehmen wir die Referenzdaten für den menschlichen Körper (Ref.: L R Williams* and R W Leggett; Metabolism and Dosimetry Research Group, Health and Safety Research Division, Oak Ridge; National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee 37831-6383, USA, 21 February 1989). A.a.O. finden wir auf S. 188 eine Zusammenstellung der relevanten Perfusionswerte:

Table 1. Blood flow rates (ml per kg tissue per min) to tissues of resting man, as given in some reviews and physiology texts.

Tissue	Mapleson 1963 ^(a)	Bell <i>et al</i> 1968 ^(b)	Cowles <i>et al</i> 1971 ^(c)	Brobeck 1979 ^(d)	Ganong 1979 ^(e)	Guyton 1982 ^(f)
Adipose tissue	20	—	24	—	—	—
Adrenals	5000	—	5100	—	—	1800
Bone	0	120	0	—	—	50
Brain	510	650	530	540	540	500
Lung tissue	—	—	—	570	—	180
Heart tissue	800	1000	810	700	840	610
Intestines	—	700	390	540	—	700
Kidneys	4100	1500	4000	4300	4200	3600
Liver (total)	410	1500	840	540	580	750
Red marrow	90	—	400	—	—	—
Skeletal muscle	20-50	20	21	27	27	26
Skin	20-50	30	57	—	130	120
Spleen	—	400	390	—	—	700
Thyroid	4000	5600	5000	—	—	2500

Die Raten variieren nicht nur um einen Faktor von ca. 250 von Knochen (ca. 20) bis hinzu 5000, sondern auch im Laufe der Zeit und von Autor zur Autor. Allerdings sollte auch genau diese Varianz im Spektrum der verwendeten Halbwertszeiten eines Dekompressionsalgorithmus zu finden sein. Darüber hinaus fällt auf, dass i.d.R. 14 oder weniger („echte“) Kompartimente adressiert werden. Dies könnte durchaus bedeuten, daß einige Tauchcomputer, welche ja mehr wie 14 benutzen, nicht wirklich näher an die physiologische Realität herankommen. Das vielleicht einzige Argument für ein dichtes Spektrum an Halbwertszeiten wäre dann eher philosophisch, in dem Sinne, dass „die Natur keine Sprünge macht“ (Gottfried Wilhelm Leibniz: La nature ne fait jamais de sauts).

9. Mix aus zwei Modellen: Egi & Gürmen

Eine sehr hübsche Methode ist in diesem Papier zu finden: Egi SM, Gürmen NM: Computation of decompression tables using continous Kompartiment half-lives. Undersea Hyper Med 2000; 27(3): 143 – 153.

Die Autoren betrachteten die Workman- als auch die Bühlmann-Methoden: aber anstatt, wie oben im Abschnitt über Workman & USN, jeweils die M-Werte separat über die Halbwertszeiten anzupassen, kombinierten sie alle M-Werte aus beiden Systemen miteinander. Das Ergebnis ist eine geglättete Kurve von M-Werten über die Halbwertszeiten, ebenso mit einem sehr hohen Korrelationskoeffizient (R^2 in der unteren Abbildung). Der Graph der logarithmischen Funktion $\ln(M)$ über dem Logarithmus der Halbwertszeiten $\ln(\tau_{1/2})$ ergibt eine gerade Linie (a.a.O., Fig. 7 auf S. 149).

149

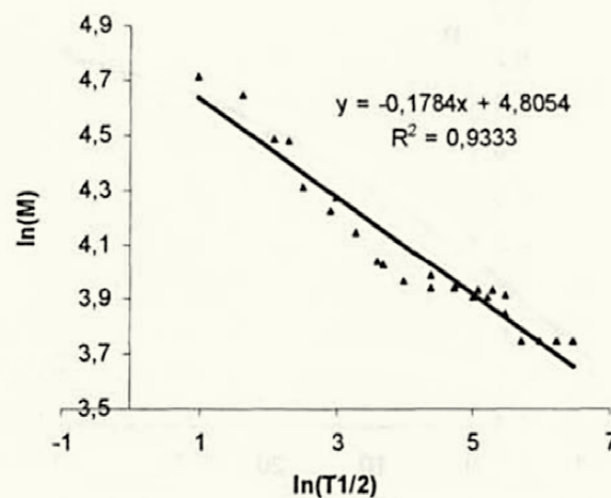


FIG. 7—Correlation between $\ln(M)$ and $\ln(T_{1/2})$ for the hybrid data set (Workman and Bühlmann) at sea level.. Table 4 lists the slope of the line and y-intercepts of different data set combinations.

Auch dies können wir ausschalten und benutzen die angeführte Funktion y mit $x = 0,25$ (i.e.: Halbwertszeit = 1,28 min) und erzielen hiermit $M_0 = 117$ fswa; mit $x = 0,1$ (Halbwertszeit = 1,1 min) erreichen wir $M_0 = 126$ fswa.

10. Apnoe und DCS Typ II: Goldman et al.

Ref.: Decompressionsickness in breath-holddiving, and its probable connection to the growth and dissolution of small arterial gasemboli; Saul Goldman, J.M.Solano-Altamirano, Mathematical Biosciences 262 (2015): 1–9.

In der aktuellsten der geprüften Veröffentlichungen finden wir ein schönes super-schnelles Kompartiment (Brain) mit der Halbwertszeit von 72 sec (Ref.: a.a.O., S. 5):

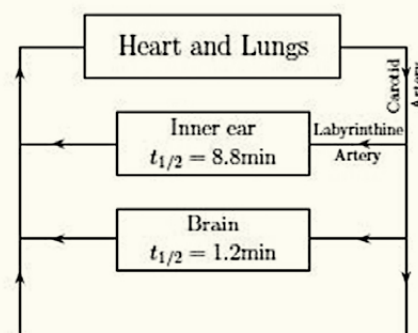


Fig. 3. Independent parallel compartmental model of the head showing the brain and inner ear, each represented as independent mono-exponential compartments, with their respective half-lives ($t_{1/2}$).

11. Ein „Fit“ über die Daten von Paulev

Meine Quelle für die Veröffentlichungen von Paulev war Karl Huggins, mit dem ich die Diskussionen zum Thema seit der Jahrtausendwende führte. Karl erstellte seine Version der USN Tabelle („HUGI Table“) und war dabei, als Anfang der 80'ger einer der ersten kommerziell erhältlichen Tauchcomputer, der Orca EDGE, entwickelt wurde. Der Orca EDGE war auch einer der Ersten, der eine vollständige Sättigungs-/Entsättigungsrechnung durchführte und nicht nur eine Interpolation einer gespeicherten Tauchtabelle.

Wie im Abschnitt „Einführung“ kurz erwähnt, beobachtete Paulev an sich selber DCS Type II während eines Notaufstiegstrainings (Ref. 1). Dies wurde erfolgreich in der Druckkammer behandelt. Daraufhin führte er Messungen an ausgeatmeten Gasen nach Apnoe Tauchgängen durch (Ref. 2 & 3):

1. PAULEV, P. Decompression sickness following repeated breathhold dives. J. Appl. Physiol. 20(5) : 1028-1031. 1965
2. PAULEV, POUL-ERIK, AND NOE NAERAA. Hypoxia and carbon dioxide retention following breath-hold diving. J. Appl. Physiol. 22(3) : 436-440. 1967.
3. PAULEV, POUL-ERIK. Nitrogen tissue tensions following repeated breath-hold dives. J. Appl. Physiol. 22(4): 714-718. 1967:

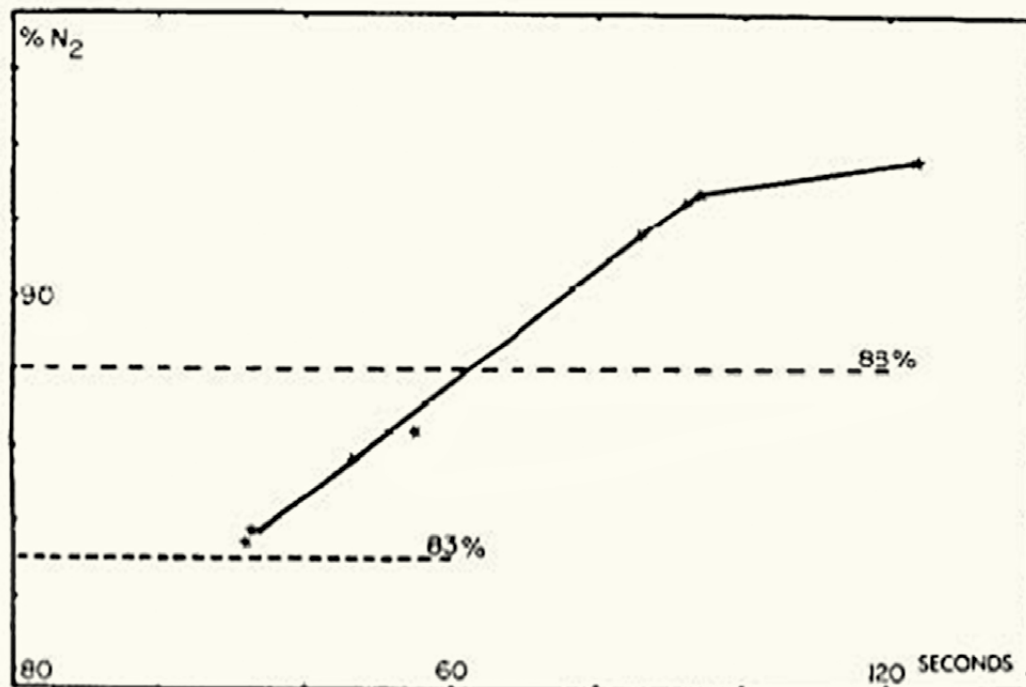


FIG. 1. N₂ percentages from alveolar samples obtained at the bottom of a 18.5 m deep submarine escape-training tank (7). The abscissa is the period from the start of the dive to the time of sampling. The mean durations for descent and ascent in such dives are in seconds [$\pm$ SE (n = 14)]: 22.6 $\pm$ 0.3 and 13.3 $\pm$ 0.6, respectively.

Aus der veröffentlichten Messung (Fig. 1 auf S. 715 der Ref. 3; wie auch die Fig. 3 auf S. 438 der Ref. 2) haben wir (SubMarineConsulting: www.SMC-de.com) die Roh-Daten graphisch extrahiert und eine Kurvenanpassung gerechnet um die N_2 Aufnahme für ein super-schnelles Kompartiment zu simulieren. Die Anpassung an eine mono-exponentielle Sättigungsfunktion wie:

$$Y = 1 - a * \text{EXP}(-b * X) \quad (\text{Gleichung 5})$$

mit $Y = N_2$ Sättigung, alveolar [%]
und $X = \text{Tauchzeit}$ [Sekunden]
ergibt das folgende:

$$a = 0,24$$

$$b = 0,01$$

ebenfalls mit einem recht hohen Korrelationskoeffizient von ca. 0,97; die weiteren mathematischen Details würden allerdings den Rahmen des Essays hier sprengen. Aber nichtsdestotrotz haben wir natürlich so etwas wie eine:

Fehlerfortpflanzung

Der allgegenwärtige Fehler beträgt hierbei ca. +/- 12% aus den Messwerten, da diese ja nur graphisch und nicht digital vorliegen.

Halbwertszeit des super-schnellen Kompartiments

Daraus resultiert nun eine Halbwertszeit, die, wie definiert, $\tau_{1/2} = \ln 2 / b \rightarrow \tau_{1/2} \text{ ca. } 70 \text{ sec } \pm 12 \text{ to } 15\%$ beträgt und damit überraschend genau mit dem theoretischen Wert von Goldman (vgl. Abschnitt 10) übereinstimmt. Daraus wiederum würden sich mit den Gleichungen (2 - 4) im Bühlmann-System ein maximal tolerierter Überdruck von ca. 8 bis 20 Bar berechnen lassen. Selbstverständlich können derart große Werte kontrovers diskutiert werden, aber im Moment sind einfach nicht genügend belastbare Daten vorhanden. Deshalb ist auch eine umgekehrte Variante durchaus denkbar: die üblichen erlaubten Überdrücke von ca. 3 - 3,5 Bar für die bisherigen traditionellen Kompartimente mit den Halbwertszeiten 5 bis 2,5 min könnten auch für die super-schnellen Kompartimente benutzt werden.

12. Fazit

- Ein Kompartiment ist kein definierter physiologischer Körperteil,
- im Gegenteil: es ist eher eine Gruppe von mehreren Geweben, die einige Gemeinsamkeiten teilen, z.B.:
- die Durchblutungsrate;
- die ist der einfache mathematische Kehrwert der Halbwertszeit welche in den Exponentialkurven der Sättigungsrechnung benutzt wird.
- Werden mehrere Kompartimente benutzt, z.B. in einem Tauchcomputer oder einem Dekompressionsmodell, fördert das keinerlei neue medizinische Einsichten, lediglich:
- die vorliegenden experimentellen Daten können besser angepasst werden.
- Für ziemlich schnelle Prozesse, z.B. beim „Jo-Jo“- oder Apnoetauchen, sind die bisher benutzten Halbwertszeiten bei weitem zu groß, i.e.:
- der Tauchcomputer (bzw. eigentlich das Dekompressionsmodell) verhält sich wie ein „Tief Pass“.
- Um derart schnelle Prozesse zu simulieren werden ziemlich schnelle oder auch super-schnelle Kompartimente benötigt; z.B. im Bereich der „Minutenbruchteile“ mit Halbwertszeiten $\tau_{1/2}$ von ca. 30 sec bis zu 1,5 min.

Albrecht Salm

Liebe Leserinnen und Leser,

leider ist in der letzten CAISSON-Ausgabe (1/2018) versehentlich eine Vorgängerversion des aktuellen Apnoe-Flyers von VDST und GTÜM abgedruckt worden. Wir bedauern diesen Fehler und drucken daher die gültige Version in diesem Heft nochmal ab. Es handelt sich um den ebenfalls auf der BOOT 2018 am VDST-Stand ausgelegten Flyer. Es kam bereits die Frage auf, welche medizinischen Untersuchungen für die tauchsportärztliche Untersuchung nun zwingend erforderlich seien. Bislang gelten für das Apnoetauchen die gleichen Untersuchungsstandards wie für das Gerätetauchen.

Wie im Artikel von Claus-Martin Muth und Lars Eichhorn (ebenfalls in der letzten CAISSON-Ausgabe 1/2018 abgedruckt) beschrieben, ergeben sich beim Apnoe-Tauchen nicht unerhebliche körperliche Veränderungen. Bei vorbestehenden strukturellen Veränderungen des Herzmuskels, die im alltäglichen Leben nicht auffallen, sind im Zuge der apnoebedingten Belastung durchaus ernsthafte und gefährliche Störungen denkbar. Experten empfehlen nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft, ein genaueres Augenmerk auf das Herz-Kreislaufsystem zu richten. Dies gilt insbesondere dann, wenn Apnoe-Tauchen nicht als Breitensport, sondern auf Wettkampfniveau betrieben wird. Es kann daher durchaus sinnvoll sein, weiterführende Untersuchungen wie z.B. Belastungs-EKG oder Ultraschalluntersuchungen des Herzens im Rahmen einer tauchsportärztlichen Untersuchung durchzuführen.

Wir hoffen, dass laufende und zukünftige Studien uns weitere Informationen liefern, inwieweit die bisherigen Untersuchungsempfehlungen gegebenenfalls angepasst werden sollten.

Wir erwarten rege und spannende Diskussionen zu diesem Thema in den nächsten Jahren.

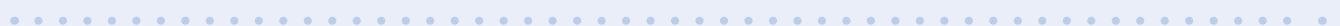
Heike Gatermann und Karin Hasmler

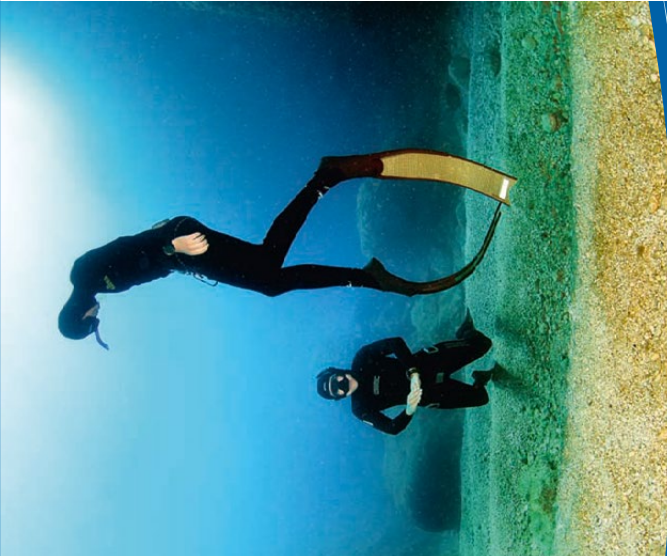


Dr. Karin Hasmler,
Präsidentin der GTÜM e.V.



Dr. Heike Gatermann,
Bundesverbandsärztin des VDST e.V.





Kaum eine Sportart hat sich während der letzten Jahre so rasant weiterentwickelt wie das Apnoetauchen. Vor zehn Jahren noch als Randsportart abgetan, erfreut es sich mittlerweile großer Beliebtheit. Leistungen, die vor ein paar Jahren nur von Topathleten erreicht wurden, schaffen heute auch Freizeitsportler mit einigem Training, z. B. mehr als 100 m Streckentauchen oder mehr als 5 Minuten die Luft anzuhalten. Die physiologischen Grenzen (Lungengröße, Leistungsfähigkeit etc.) sind individuell sehr verschieden.



MEDIZINISCHE EMPFEHLUNGEN ZUM APNOETAUCHEN

Für alle erwachsenen Apnoetaucherinnen und -taucher ist eine Tauchsportuntersuchung mit (Belastungs-) EKG und Lungenfunktionstest alle drei Jahre nach den GTÜM-Vorgaben nötig und wichtig. Für Apnoisten ab dem 40. Lebensjahr verkürzt sich dieses Intervall auf ein Jahr, da Herz-Kreislauf-Schwächen dann eine höhere altersbezogene Wahrscheinlichkeit haben.

Einige Beispiele für Krankheiten, die eine Kontraindikation für das Apnoetauchen darstellen können

- Koronare Herzkrankheit
- Herzrhythmusstörungen
- Herzmuskelschwäche (z. B. nach Herzinfarkt oder nach Herzmuskelerkrankungen)
- Gefäß- und Kreislauferkrankungen
- nicht eingestellter Bluthochdruck
- Chronische Atemwegserkrankungen, Asthma
- Verletzungen der Lunge nach Operationen oder nach Druckverletzungen
- Zuckerkrankheit
- Gleichgewichtsstörungen, Schwindel
- HNO-Erkrankungen allgemein
- Angststörungen, Depressionen, Durchblutungsstörungen des Gehirns
- chronische Medikamenteneinnahme

SPRECHEN SIE UNSERE TAUCHMEDIZINER AN!




VERÄNDERUNGEN BEIM APNOETAUCHEN

HERZ-KREISLAUF-SYSTEM

- Der Tauchreflex führt zu einer Engstellung peripherer Blutgefäße und zum Anstieg des Blutdruckes. Das Gehirn wird vermehrt mit Blut und Sauerstoff versorgt. Schäden durch Sauerstoffarmut (Hypoxie) werden so vermieden.
- Die Umverteilung des Blutes in den Brustraum erhöht die Vorlast des Herzens (blood pooling). Das Pumpvolumen sowie die Vorspannung des Herzmuskels (Vorlast+) steigen.
- Zwar schützt die Umverteilung des Blutflusses das Gehirn, sie belasten jedoch das Herz-Kreislauf-System durch den hohen Gefäßwiderstand (periphere Vasokonstriktion).
- Der Herzmuskel muss gegen den höheren Gefäßwiderstand anpumpen (Nachlast+).

LUNGE UND OHR

- Schnelle Tiefenwechsel mit Volumenänderungen führen zu hohen Scherkräften in der Lunge.
- Häufige und schnelle Druckausgleichsbelasten das Mittelohr und das Trommelfell.
- Unterdruckverletzungen der Lunge oder der Ohren sind vergleichsweise häufiger als beim Gerätetauchen.

GEIST UND PSYCHE

- Die körperlichen Grenzen stehen den eigenen Leistungsvorstellungen und einem (oft gesunden) sportlichen Ehrgeiz entgegen. Ein nicht immer einfacher Spagat, erst recht, wenn man älter wird.
- Die Umgebungsbedingungen (Kälte, Welle, Strömung, Dunkelheit) haben großen Einfluss auf die mentale Stärke, welche die Leistungsfähigkeit und Sicherheit während des Tauchgangs bestimmen.

JEDER TAUCHGANG IST ANDERS

Körperliche Leistungsfähigkeit ist oft tagesformabhängig. Im Gegensatz zu Leistungssportlern, die oft jahrelang trainieren müssen, um körperliche Leistungen punktgenau abrufen zu können, verfügen nur wenige Apnoe Breitensportler über eine entsprechende Trainingserfahrung im Wettkampfbereich. Die große Mehrheit möchte auch gar keine Wettkampfleistungen erbringen, sondern einfach im Rahmen ihrer Möglichkeiten Spaß haben. Eine Leistungs- oder Zielvorstellung von Apnoedauer, Tauchtiefe oder Tauchstrecke haben dennoch die meisten. Beim Abtauchen muss dann alles stimmen: Umgebungsbedingungen (Sicht, Strömung, Welle, Kälte), mentale Ruhe, Sicherheitsgefühl und Vertrauen (in sich und den Sicherungstaucher), Inspirations-tiefe, Druckausgleich, Ausrüstung usw. Da kann schnell auch mal etwas nicht optimal laufen: nicht tief genug eingeatmet, verschluckt, schlechter Maskensitz oder den Zeitpunkt für den ersten Druckausgleich nicht optimal gewählt – leider brechen nicht alle Taucher ab oder korrigieren ihre Zieltiefe oder Tauchdauer entsprechend. Man muss auch „Nein!“ sagen können und den Mut zum Abbruch haben!

Im Schwimmbad und besonders im Freiwasser ist die Liste der Belastungen für den Körper lang. Trainiert, fit und gesund sollte man schon sein!

TAUCHSPORTÄRZTLICHE UNTERSUCHUNG BEI APNOETAUCHERN

Egal ob beim statischen Apnoetraining oder beim Tieftauchen, jede längere Apnoe lässt den CO_2 -Spiegel ansteigen und den O_2 -Spiegel abfallen. Die einsetzenden Schutzmechanismen belasten das Herzkreislaufsystem stark – oft mehr als man wahrnimmt. Ein Belastungs-EKG deckt bereits früh Schwächen in der kardialen Belastbarkeit, beim Blutdruck oder Rhythmusstörungen auf; Lunge und Trommelfelle sollten gesund und belastbar sein. Auch wenn sich viele Apnoetaucher rundum wohl in ihrer Taucherhaut fühlen – körperliche Schwachstellen sollten über möglichst objektivierbare Tests aufgedeckt werden.

Ein netter Nebeneffekt: der eigene, individuelle Trainingszustand wird objektiv erfasst.



Fotos: Fotolia/Dudarev Mikhail (Tief), Erhard Schutz (Innen)

Shisha: KEIN HARMLOSER NEBEL

Werden Wasserpfeifen, E-Zigaretten & Tabaksticks langfristig die Zigarette ablösen?



Autor

Dr. Sven Dreyer
Facharzt für Anästhesiologie
Mitglied im Vorstand der
Ärztchammer Nordrheia
Leitender Druckkammerarzt
(Diplom IIc)
Hyperbare Sauerstoffthera-
pie am Universitätsklinikum
Düsseldorf
e-mail hbo@med.uni-
duesseldorf.de
24h Notruf 0172 10 99 112

von Sven Dreyer, Snezana Marijan und Sa-
bine Schindler-Marlow

Die gute Nachricht vorweg: Der Anteil der Zigaretten konsumierenden Jugendlichen im Alter von 12 bis 17 Jahren ist in den letzten Jahren rückläufig. In Zahlen ausgedrückt hat sich der Anteil rauchender Jugendlicher von 27,5 Prozent im Jahr 2001 auf 7,8 Prozent im Jahr 2015 um über zwei Drittel verringert. Auch bei den jungen Erwachsenen im Alter von 18 bis 25 geht die Verbreitung des Rauchens zurück.

Jugendforscher erklären sich den Rückgang zum einen durch die schrittweise Anhebung der Tabaksteuer, das Rauchverbot an allen Schulen, die Einführung der Nichtraucherchutzgesetze durch den Bund und die Bundesländer sowie die Altersnachweispflicht an Zigarettenautomaten. Durch diese Maßnahmen in Verbindung mit unterschiedlichen Präventionskampagnen hat sich das Image des Rauchens in der Gesellschaft gewandelt. Rauchen gilt nicht mehr als „cool“. Ganz im Gegensatz zur Wasserpfeife, die vor allem bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen bis



Dieser Artikel wurde erstveröffentlicht im **Rheinischen Ärzteblatt**.

Sven Dreyer, Snezana Marijan, Sabine Schindler-Marlow, Shisha: Kein harmloser Nebel.

Werden Wasserpfeifen, E-Zigaretten und Tabaksticks langfristig die Zigarette ablösen?
RHÄ, S. 21-23, 04/2017

Weitere Infos unter <https://www.aekno.de/page.asp?pageID=17037>





30 Jahren als „in“ gilt und in dem Ruf steht, weniger gesundheitsschädlich zu sein.

Warum die Jugendlichen in Deutschland ausgerechnet in den letzten Jahren ihren Faible für diese alternative Art des Tabakkonsums entdeckt haben, kann kaum einer schlüssig erklären. Wasserpfeifen sind aus den Kulturen des östlichen Mittelmeerraums vor etwa zehn Jahren nach Deutschland gekommen. Das Wasserpfeifenrauchen gilt bei den Jugendlichen als ein geselliges Event, wenn sie gemütlich zusammen sein und entspannen wollen. Nur sehr wenige der jugendlichen Raucher greifen täglich zur Wasserpfeife. Deswegen bezeichnen sich viele Konsumenten auch selbst nicht als Raucher. Die meisten rauchen zwei oder dreimal im Monat Wasserpfeife in geselliger Runde.

Studien belegen Gesundheitsrisiken

Viele Menschen glauben, dass das Rauchen von Wasserpfeifen (Shishas) harmloser sei als Zigaretten- oder Pfeifen-Rauchen und außerdem nicht süchtig mache. Die bisherigen Studienergebnisse lassen an dieser Annahme jedoch zweifeln. Bei Vergleichen von Zigarette versus Wasserpfeife muss vor allem die Zusammensetzung der Tabake, die Häufigkeit und Dauer des Konsums berücksichtigt werden: es muss also unterschieden werden, ob eine Person einmal in der Woche in Gesellschaft eine Wasserpfeife mit nikotinhaltigem Tabak raucht oder ob eine Person täglich eine Wasserpfeife konsumiert. Zur

Veranschaulichung dient folgende Rechnung, die das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) auf der Basis der aufgenommenen Rauchinhaltsstoffe aufgestellt hat:

- Ein gelegentlicher Wasserpfeifenkonsum (eine Wasserpfeife in vier Tagen) führt zu einem Cotiningehalt im 24-Stunden-Urin, der dem Konsum von zwei Zigaretten pro Tag entspricht.
- Ein täglicher Wasserpfeifenkonsum (eine Wasserpfeife pro Tag) führt im 24-Stunden-Urin zu einem Cotiningehalt, der dem Konsum von zehn Zigaretten pro Tag entspricht.

Auch wenn aufgrund der mangelnden Datenlage eine Risikoeinschätzung noch nicht vollständig möglich ist, kommt das Bundesinstitut für Risikobewertung zu folgenden Aussagen:

Wasserpfeifen- und Zigarettenrauch enthalten bei ähnlicher Zusammensetzung die gleichen suchtgefährdenden beziehungsweise gesundheitsschädlichen Substanzen Nikotin, Teer und Kohlenmonoxid. Die im Vergleich zur Zigarette wesentlich geringere Temperatur im Tabak der Wasserpfeife bedeutet nicht, dass der Rauch damit arm oder gar frei von gesundheitsgefährdenden Stoffen ist. Einige gesundheitsgefährdende Stoffe, beispielsweise Nikotin oder Kohlenmonoxid, kommen im Wasserpfeifenrauch sogar in größeren Mengen vor als im Zigarettenrauch.

Untersuchungen von Wasserpfeifenrauch zeigen, dass dieser zum Teil erhebliche Mengen an Teer enthält. Teer entsteht bei der Verbrennung des Tabaks in der Zigarette oder bei der Verschwelung in der Wasserpfeife. Aufgrund der deutlichen Temperaturunterschiede von Zigarette und Wasserpfeife unterscheidet sich die Zusammensetzung des Teers. So enthält Wasserpfeifenteer neben Benzo[a]pyren (PAK), Nitrosonornikotin (TSNA) und 2-Naphthylamin (PAA) auch die Feuchthaltemittel Glycerin und 1,2-Propandiol. Diese Stoffe sind nachweislich krebs-erzeugend. Außerdem gibt es Hinweise darauf, dass gesundheitlich bedenkliche Metalle einschließlich Arsen, Chrom, Nickel und Cadmium im Rauch der Wasserpfeife zu finden sind.

Die Untersuchungen hinsichtlich der genauen Zusammensetzung des Wasserpfeifenteers sind jedoch noch nicht abgeschlossen. Problematisch ist hier auch, dass große Mengen an Wasserpfeifentabak auf dem Schwarzmarkt gehandelt werden, über dessen Inhaltsstoffe keine Aussagen gemacht werden können.

Das BfR kommt daher zu dem Schluss, dass die Gesundheitsgefährdung durch das Rauchen von Wasserpfeifen und Zigaretten ähnlich hoch ist. Studien bringen ein gehäuftes Auftreten von Herzerkran-

kungen, ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko sowie negative Auswirkungen auf das ungeborene Kind bei Schwangeren mit dem Rauchen von Wasserpfeifen in Verbindung. Darüber hinaus besteht speziell beim Wasserpfeife-Rauchen die Gefahr einer Übertragung von Lippenbläschen (Herpes), Gelbsucht (Hepatitis) und der Lungenkrankheit Tuberkulose, wenn das Mundstück nicht vor jedem Zug einer anderen Person gewechselt wird und die Schläuche nicht gereinigt werden.

In den Shisha-Bars, die seit zehn Jahren wie Pilze aus dem Boden schießen, gibt es viel dicken Nebel, aber wenig rechtliche Auflagen. In Deutschland sind nicht-nikotinhaltige Wasserpfeifen (geraucht werden dürfen beispielsweise getrocknete Früchte, Shiazosteine etc.) in Lokalen erlaubt. Rund 6.000 Shisha-Bars gibt es mittlerweile in der Bundesrepublik, die den Trend der Jugendlichen bedienen und daran gut verdienen. Mit orientalischen Geschmacksrichtungen wie „Melon and Raspberry“ oder „Lemon Chill“ werben Shishabars um die jugendlichen Raucher. Ein Shishakopf kostet in der Bar in der Regel zwischen acht und 15 Euro.

Gefahr durch CO-Vergiftungen

Allein ein Gewerbeschein genügt, um eine Bar zu eröffnen. In vielen Lokalen wird rund um die Uhr Wasserpfeifenkohle verbrannt, die zu hohen Werten von Kohlenmonoxid in der Raumluft führt. Kontrollen der Ordnungsämter zeigen, dass in einigen Bars der CO-Wert um fast das Zehnfache des noch durch die Berufsgenossenschaften als unbedenklich definierten Wertes erhöht war. In einigen Städten haben die Ordnungsämter nun im Einzelfall die Wirte mit der Auflage versehen, für eine ausreichende Lüftung und einen Rauchabzug zu sorgen.

Besonders gefährlich wird es dann, wenn zusätzlich zur schlechten Raumluft die Pfeife schnell und nahezu ohne Absetzen geraucht wird. Bei der Verbrennung der Kohle entstehen erhebliche Mengen an Kohlenmonoxid, Benzol sowie PAK, die dann vom Wasserpfeifenraucher aufgenommen werden. Gelangt nicht mehr genug Sauerstoff in den Organismus, kann es zu Vergiftungserscheinungen bis hin zur Bewusstlosigkeit kommen, die auf das Kohlenmonoxid im Dampf zurückzuführen sind.

Dr. Sven Dreyer, leitender Druckkammerarzt der Uniklinik Düsseldorf und Vorstandsmitglied der Ärz-

Wie funktioniert eine Wasserpfeife ?

Die Wasserpfeife, auch Shisha oder Hubble Bubble genannt, besteht aus einem wassergefüllten Glasgefäß, einem Tongefäß für den Tabak, einer Rauchsäule mit Ventil und einem Schlauch mit Mundstück. Der Tabakkopf wird mit etwa fünf bis zehn Gramm Wasserpfeifentabak befüllt und durch ein feines Metallsieb oder eine gelöcherte Alufolie abgedeckt, auf der die glühende Kohle gelegt wird. Durch die glühende Kohle wird die im Wasserpfeifentabak enthaltene Feuchtigkeit mit den Aromastoffen erhitzt und verdampft. Der Tabak wird im engeren Sinne also nicht geraucht, da er nicht verbrennt. Aufgrund des langen Weges durch das Metallrohr, das Wasser und den Schlauch ist der aromatisierte Rauch verglichen mit dem Rauch aus einer Zigarette oder Pfeife relativ kühl und wird dadurch oftmals als angenehmer empfunden. Für die Wasserpfeifen können sowohl nikotinfreie wie auch nikotinhaltige Tabake, Früchte oder Aromasteine verwendet werden.

**Abbildung 1**

Druckkammer des UK Düsseldorf, 24h Einsatzbereitschaft, Notruf 0172 10 99 112 (Foto: Sven Dreyer)

tekammer Nordrhein berichtet, dass sich in den ersten drei Monaten dieses Jahres die Zahl der Patienten (11 Fälle), die nach dem Besuch einer Shishabar in der Druckkammer in Düsseldorf behandelt werden mussten, im Vergleich zum Vorjahr mit fünf Fällen verdoppelt hat: „Mehr Vorsicht und Sorgsamkeit sowohl beim privaten Gebrauch als auch verbindliche Auflagen in den Shishabars könnten Leben retten. Der Gesetzgeber ist hier gefragt“, so Dreyer.

Würden in den Bars elektrische Heizsysteme in den Shishas verwendet, würde das den Kohlenmonoxidgehalt um 90 Prozent vermindern. Eine gesetzliche Vorlage dafür aber fehlt - bislang. Auch Belüftungsanlagen oder CO-Messgeräte sind nicht gesetzlich vorgeschrieben und so rücken Sanitätsdienste immer wieder aus, um ohnmächtige Jugendliche aus den Bars oder ungelüfteten privaten Räumen zu holen. Die Ärzte versorgen die jungen Patienten dann mit Sauerstoff. Bei schweren Vergiftungen hilft nur die Therapie in einer der bundesweit raren Sauerstoffdruckkammern. Das BfR empfiehlt dringend, regelmäßige Messungen des Kohlenmonoxidgehaltes in der Raumluft von Shisha-Cafés vorzuschreiben, um die möglichen Gesundheitsgefahren für Mitarbeiter und Gäste gering zu halten. Darüber hinaus rät das BfR insbesondere Personen mit Herz-Kreislaufkrankungen sowie Schwangeren, Shisharauchen und den Besuch von Shishabars gänzlich zu meiden.

E-Zigaretten, E-Shishas und Tabaksticks

E-Zigaretten und E-Shishas funktionieren nach einem ähnlichen System wie die Wasserpfeife. Bei E-Zigaretten wird eine Flüssigkeit (Liquid) durch eine elektrothermische Erhitzung verdampft. Bei dem Dampf handelt es sich unter anderem um ein Gemisch aus Propylenglycol- und Glycerindämpfen. Diese beiden Stoffe sind die wesentlichen Inhaltsstoffe in den Liquids und dienen als Träger der Aromen und gegebenenfalls des Nikotins. E-Zigaretten werden aktuell in der Risikoeinschätzung innerhalb der EU sehr kontrovers diskutiert. Die nicht eindeutige Studienlage zeigt zum einen, dass E-Zigaretten eine Möglichkeit der Schadensminimierung und der Chance zur Raucherentwöhnung darstellen. Andere Studien kommen indes zu dem Ergebnis, dass E-Zigaretten ein Einfallstor für den Zigarettenkonsum sind.

Schaut man sich die Konsummuster von Jugendlichen und Erwachsenen hinsichtlich der E-Zigaretten und E-Shishas an, so scheint aktuell nichts darauf hinzudeuten, dass die E-Zigarette langfristig einen Einstieg in das Rauchen darstellt. Zwar hat laut Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung ungefähr jeder zehnte Jugendliche im Alter zwischen zwölf und 17 Jahren und 20,7 Prozent der 18- bis 25-Jährigen einmal eine E-Zigarette ausprobiert, aber Probieren ist nicht gleichzusetzen mit Konsum. Wie sich die Konsummuster von E-Zigaretten und Wasserpfeife langfristig bei den jungen Erwachsenen entwickeln, sollte in deutschen Studien eng im Sinne des Gesundheitsschutzes begleitet werden.

**Abbildung 2**

Die 15-fache Sauerstoffmenge über Atemmasken verdrängt CO aus dem Hämoglobin (Foto: Sven Dreyer)

Konsensuskonferenz

10. hyperbarmedizinische europäische Konsensuskonferenz: Empfehlungen für anerkannte und nicht anerkannte klinische Indikationen, sowie zur Durchführung einer hyperbaren Sauerstoffbehandlung



Daniel Mathieu | Alessandro Marroni | Jacek Kot

Abstract

(Mathieu D, Marroni A, Kot J. Tenth European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine: recommendations for accepted and non-accepted clinical indications and practice of hyperbaric oxygen treatment. Diving and Hyperbaric Medicine. 2017 March;47(1):24-32.)

Im April 2016 fand die zehnte europäische hyperbarmedizinische Konsensuskonferenz statt und wurde von einer großen Delegation von europäischen und nicht-europäischen Experten besucht. Der Schwerpunkt des Treffens lag auf der Novellierung der vom European Committee on Hyperbaric Medicine (ECHM) herausgegebenen Auflistung anerkannter Indikationen zur Hyperbaren Oxygenierung (HBOT),

basierend auf einer umfassenden Überprüfung der bestmöglichen zur Verfügung stehenden Forschungsergebnisse und evidence-based medicine (EBM). Hierfür wurden das modifizierte GRADE System zur Evidenzanalyse zusammen mit dem DELPHI System zur Konsensusanalyse benutzt. Eingeschlossen wurden die Indikationen für die Durchführung einer HBOT, sowie die Indikationen, die vom ECHM bereits zuvor veröffentlicht wurden. Diese wurden von ausgewählten Experten anhand einer umfassenden Literaturrecherche und der zur Verfügung stehenden EBM-Studien analysiert. Die Indikationen wurden folgendermaßen unterteilt: Bei einer Typ 1 Empfehlung wird die HBOT als starke Indikation für eine primäre Behandlung empfohlen und wird auch von einer ausreichend starken Evidenz unterstützt. Eine Typ 2 Empfehlung schlägt eine HBO-Behandlung bei



Dieser Artikel wurde erstveröffentlicht in **Diving and Hyperbaric Medicine**

Mathieu D, Marroni A, Kot J. Tenth European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine: recommendations for accepted and non-accepted clinical indications and practice of hyperbaric oxygen treatment. Diving and Hyperbaric Medicine. 2017 March;47(1):24-32.

Abdruck mit freundlicher Genehmigung der EUBS.



Als Mitglied der EUBS erhalten Sie "Diving and Hyperbaric Medicine" 4 Mal jährlich frei Haus.

Näheres unter www.eubs.org/Applicat.htm

vertretbaren Evidenzleveln vor. Eine Typ 3 Empfehlung betrachtet eine HBO-Behandlung als möglichen oder optionalen Schritt, aber eine ausreichend starke Evidenz ist noch nicht gegeben. Für jeden Empfehlungstyp werden jeweils drei Evidenzstufen berücksichtigt: A, wenn die Anzahl an randomisierten kontrollierten Studien (RCTs) als ausreichend bezeichnet wird; B, wenn es einige RCTs gibt, die die Indikation unterstützen und zugleich ein ausreichender Expertenkonsensus vorliegt; C, wenn die Gegebenheiten keine angemessenen RCTs zulassen, es aber einen internationalen und ausreichenden Konsensus unter Experten gibt. Zum ersten Mal gab die Konsensuskonferenz auch Negativempfehlungen für Indikationen aus, bei denen es einen Nachweis gibt, dass eine HBOT nicht indiziert ist. Die Konferenz gab auch durch Fakten nachgewiesene Empfehlungen für die übliche Vorgehensweise bei der Durchführung einer HBO-Behandlung aus.

Schlüsselwörter

Krankheiten und Probleme; Evidenz; Systematische Auswertung; Symposium; European Committee for Hyperbaric Medicine

Einleitung

Das Europäische Komitee für Hyperbarmedizin (European Committee for Hyperbaric Medicine / ECHM) hat die kontinuierliche Verbesserung der Versorgungsqualität und die Sicherheit der Hyperbarmedizin zum Ziel.¹ Eines der Werkzeuge, dieses Ziel zu erreichen, ist es, Konsensuskonferenzen zu organisieren, um Guidelines zu erstellen, die dann auf möglichst breiter Basis anerkannt und akzeptiert werden. Bisher wurden 1994 und 2004 zwei solcher Konsensuskonferenzen abgehalten. 1994 wurden die Guidelines von einer Jury durch Expertenberichte und einer Publikumsdiskussion erarbeitet.² 2004 wurden die Guidelines durch eine Bewertung der Empfehlungen nach Evidenzleveln und deren Bedeutung für die klinische Praxis verbessert.³ Nach zwölf weiteren Jahren war es nun an der Zeit, diese Guidelines zu überprüfen und gemäß dem medizinischen Fortschritt und der medizinischen Erfahrung, die in diesem Zeitraum gewonnen werden konnte, zu aktualisieren. Für die Guidelines 2016 wünschte das ECHM einen Schritt weiter zu gehen und nicht nur Empfehlungen anhand deren klinischer Bedeutung und Evidenzleveln zu verkünden, sondern auch wie zuversichtlich das Auditorium über diese Empfehlungen ist. Ein vorläufiger

Bericht mit einer kurzen Liste von Indikationen für eine Hyperbare Oxygenierung (HBOT) wurde vor kurzem veröffentlicht.⁴ Mit der nun vorliegenden Arbeit präsentieren wir den kompletten Bericht, einschließlich der Methodik und detaillierten Empfehlungen, die während der Konferenz ausgesprochen wurden. Zusätzliche Unterlagen mit Quellenangaben und Analysen der veröffentlichten Nachweise anhand des GRADE Systems können auf der ECHM Homepage gefunden werden (www.ECHM.org).

Methodik

Die Methodik der Evidence-based medicine (EBM) ist heutzutage allgemein anerkannt und integraler Bestandteil in der Praxis moderner Medizin. Die Herangehensweise und die Werkzeuge die im Bereich der Evidence-based medicine angewendet werden, beinhalten, die Bewertung wissenschaftlicher Beweise und Antworten auf spezifische Fragestellungen zu geben. Abhängig von der Informationsquelle und dem Studiendesign (z.B. von Fallberichten bis hin zu randomisierten kontrollierten Studien – RCTs) gibt es aber verschiedene Evidenzstufen. Daraus ergibt sich das Konzept einer Evidenzpyramide mit abnehmendem Bias, da die methodische Genauigkeit mit der Höhe der Pyramide zunimmt. Für den interessierten Leser stellen wir eine nützliche Referenz über EBM zur Verfügung.⁵

Das Verfahren, neue Empfehlungen für die medizinische Praxis zu erstellen, beruht typischerweise auf drei Bestandteilen: 1) Das Evidenzlevel (z. B. die Qualität der zur Verfügung stehenden Daten) 2) Die Auslegung der Evidenz (z. B. auf was die Datenlage hinweist und inwiefern diese Daten mit einer bestimmten Fragestellung übereinstimmen) und 3) die Modelle oder Belastbarkeit des vorgeschlagenen Verfahrens (z. B. das Ausmaß, in dem ein Arzt fähig ist, eine bestimmte Intervention anhand der ersten beiden Überlegungen zu empfehlen). Diese Methode kann entweder von einem einzelnen Arzt oder einer Expertengruppe, von der erwartet wird zum selben Ergebnis zu kommen, benutzt werden.

In der klinischen Forschung gibt es folgende Evidenz-Einstufungen:

Level A: Es gibt mindestens zwei übereinstimmende, große, doppelt-verblindete RCTs mit keinem oder nur geringem methodischen Bias

- Level B: Doppelt-verblindete RCTs mit methodischem Bias; Arbeiten mit kleiner Population oder eine einzelne Studie.
- Level C: Übereinstimmung von Experten
- Level D: Nicht-kontrollierte Studien ohne Übereinstimmung von Experten
- Level E: Keine Evidenz oder keine günstigen Auswirkungen, oder methodischer oder Auslegungs-Bias, der jegliches Fazit ausschließt.
- Level F: Nach bestehender Evidenz keine Behandlungsindikation

Obwohl die hyperbarmedizinische Gemeinschaft beachtliche Fortschritte machte, qualitativ hochwertige klinische Studien zu erhalten, müssen wir eingestehen, dass viele Fragen aufgrund insuffizienter Evidenz offenbleiben, die wir nicht abschließend beantworten können. Aus diesem Grund ist es kaum überraschend, dass es von der aktuellen Liste klinischer HBOT Indikationen nur eine kleine Anzahl klinischer Indikationen gibt, bei denen eine HBO-Therapie mit höchstem Evidenzlevel verwendet wird. Ärzte sollten bedenken, dass klinische Entscheidungen üblicherweise anhand von Evidenzleveln getroffen werden, die keinen absoluten Nachweis besitzen und dass kein Nachweis eines Behandlungsvorteils nicht das Gleiche bedeutet, wie ein Nachweis, dass kein Behandlungsvorteil zu erwarten ist. In den Augen des ECHM gibt es einige klinische Situationen, in denen es extrem schwierig oder sogar unmöglich ist, qualitativ hochwertige, kontrollierte Arbeiten zu erstellen. Zum Beispiel:

- Die Anwendung der HBOT ist bei einer bestimmten Erkrankung auch ohne unterstützende hohe Evidenzlevel so selbstverständlich, dass sie in diesem Fall in einem solchen Ausmaß akzeptiert wird, dass es absolut unangemessen wäre, zu überlegen, diese Therapieform aufgrund eines Behandlungs- oder Effizienznachweises zu übergehen. Es wäre eine Missachtung allgemein akzeptierter Standards einem Patienten wegen einer Studie den Behandlungsvorteil einer Therapie vorzuenthalten (z. B. eine HBOT bei einem Dekompressionsunfall (DCI) oder einer arteriellen Gasembolie (AGE)).
- Wenn eine Erkrankung oder eine betreffende Krankheit so komplex sind, oder wenn es so viele Variablen gibt, dass es unmöglich wäre eine ausreichend belastbare Studie zu designen, um eine einzelne Prozedur zu beurteilen (z. B. HBOT und Gasgangrän).
- Wenn derzeit keine höheren Evidenzlevel existieren, aber Experten nicht nur aus eigener

Erfahrung, sondern auch aufgrund der Erstellung umfassender Literaturreviews, berichten, dass ein provisorischer Konsens erreicht werden kann, bis künftige Studien Ergebnisse erzielen (z. B. HBOT bei Neuroblastom).

In solchen Situationen sollte nach einer alternativen Herangehensweise gesucht werden. Nach Meinung des ECHM ist die Suche nach einem Konsens in einem Expertengremium ein Weg, die bestmögliche zur Verfügung stehende Evidenz in klinische Guidelines umzusetzen.

Die ECHM Konsensuskonferenzen haben sich zum Ziel gesetzt, eine objektive und komplette Überprüfung der aktuellen Literatur und des aktuellen Wissensstandes zu einem bestimmten Thema oder Fachbereich darzustellen. Diese Methode hat den Vorteil, eine breite Gruppe von Teilnehmern mit umfassendem Spektrum verschiedener Fachrichtungen zu involvieren, um sicherzustellen, dass alle Aspekte eines gewählten Themas und maximale Objektivität berücksichtigt werden. Ein ebenso wertvoller Aspekt dieser Treffen ist die Möglichkeit, dass sich Experten zum Gedanken- und Informationsaustausch treffen können. Im Rahmen einer Konsensuskonferenz präsentieren Experten vor einer Jury und einem Publikum ihre Literaturreviews über ein spezifisches Thema. Im Anschluss trifft sich die Jury an einem abgelegenen Ort um die Präsentation zu diskutieren und stellt im Anschluss die Ergebnisse in einer Konsensaussage vor. Diese gibt die Empfehlungen für die klinische Praxis anhand der vorliegenden Evidenz vor. Diese Empfehlungen werden in einem oder mehreren medizinischen Journals veröffentlicht.

Die Anwendung der EBM-Methodik im Konsensusprozess hilft den Mitgliedern der Jury eine Übereinstimmung zu erlangen und stärkt die ausgesprochenen Empfehlungen. Auf diese Art schätzt jedes Jurymitglied die von den Experten vorgestellte Literatur und die vorgestellte Evidenz ein und bewertet diese gemäß deren Qualität. Während der ECHM-Konferenz benutzt jedes Jurymitglied dieselbe Bewertungsskala (von 1 bis 4) für das Evidenzlevel wie folgt:^{2,3}

Für Grundlagen-Studien (Gewebe, zelluläres oder subzelluläres Level) und für Tierstudien mit Kontrollgruppe:

- Level 1: starke Evidenz einer positiven Wirkung;
- Level 2: Evidenz einer positiven Wirkung;
- Level 3: geringe Evidenz einer positiven Wirkung;
- Level 4: keine Evidenz einer positiven Wirkung oder methodischer oder Auslegungsbias und damit jegliches Fazit ausschließend.

Für Humanstudien:

- Level 1: starke Evidenz einer positiven Wirkung basierend auf mindestens zwei übereinstimmenden, großen und doppelt-verblindeten RCTs mit keinem oder nur schwachem methodischen Bias;
- Level 2: Evidenz einer positiven Wirkung basierend auf doppelt-verblindeten RCTs mit methodischen Schwächen oder nur kleiner Population oder nur eine einzelne Studie;
- Level 3: geringe Evidenz einer positiven Wirkung, nur basierend auf unkontrollierten Studien (historische Kontrollgruppe, Kohorten Studie);
- Level 4: keine Evidenz einer positiven Wirkung (nur Fallberichte), methodischer Bias oder Fehlinterpretation, gleiches Fazit ausschließend.

Die Schlussfolgerungen der Jury wurden gemäß den Levels der stützenden Evidenz (Tabelle 1) eingeteilt:

- Typ 1 Empfehlungen bedeuten „besonders empfohlen“. Empfehlungen oder Standards werden von Level 1 Evidenz unterstützt.
- Typ 2 Empfehlungen bedeuten nur „empfohlen“. Empfehlungen oder Standards werden von Level 2 Evidenz unterstützt;
- Typ 3 Empfehlungen bedeuten „optional“. Stellungnahmen werden nur von Level 3 Evidenz unterstützt.

Nach Expertenanhörung und mit Hilfe von Literaturauswertung bewertete die Jury während der ECHM Konsensuskonferenz im Jahr 2004 die vorhandene Evidenz gemäß der Gradeinteilung, die wir im Vorangegangenen beschrieben haben (Level A bis F)³. Die Erkrankungen, bei denen der Gebrauch der HBOT von Level A, B oder C Evidenz unterstützt wurde, wurden als anerkannte Indikationen angesehen. Um die Diskussionen und Entscheidungen der Jury bei Erkrankungen, bei denen eine HBOT nicht als anerkannte Indikation angesehen wird, transparenter zu machen, wurden die D, E und F-Level mit der Beurteilung der existierenden Evidenz durch die Jury ebenfalls beschrieben.

Für die Konsensuskonferenz 2016 beschloss das ECHM das modifizierte Grade-System für die Evidenzanalyse^{7,8} zusammen mit dem DELPHI-System zur Konsensusbeurteilung^{9,10} zu übernehmen. Wie auch in vorangegangenen Konferenzen, bat das ECHM ein Expertengremium für jede Fachrichtung auf einer Literaturübersicht basierende Berichte der jeweiligen Evidenz zusammenzufassen und einen Vorschlag für Empfehlungen vorzubereiten (Tabelle 1).⁶⁻⁸

Um die vorgeschlagenen Veränderungen, mit denen die Qualität der Guideline-Ausarbeitung verbessert wird, zu berücksichtigen, führen wir zwei zusätzliche Schritte ein:

- Alle Berichte wurden der Expertengruppe vorgelegt und jeder Experte wurde gebeten die klinische Relevanz und die klinische Evidenz jeder vorgeschlagenen Empfehlung zu beurteilen (Delphi-Methode).
- Berichte und Expertenmeinungen wurden während der Konferenz präsentiert und diskutiert. Das Auditorium stimmte im Anschluss über jede Empfehlung ab. Die Übereinstimmung unter den Auditoriumsteilnehmern wurde bewertet und bekannt gegeben. Schließlich konnten evidenz-basierte Empfehlungen einvernehmlich und mit Vertrauen des Auditoriums ausgesprochen werden.
- Mit Anwendung dieser Methodik erwarten wir, dass jeder, der die Schlussfolgerungen der Konferenz liest, sofort in der Lage ist, die Belastbarkeit jeder Aussage zu beurteilen und für die eigene Praxis umzusetzen.

Ergebnisse

Die Empfehlungen klinischer HBOT-Indikationen wurden getrennt für anerkannte Indikationen (Tabelle 2), nicht anerkannter Indikationen (Tabelle 3) und den Fällen, in denen HBOT nicht empfohlen wird (Tabelle 4,) präsentiert.

ANERKANNTE INDIKATIONEN

Kohlenstoffmonoxid (CO) Intoxikation

- Wir empfehlen HBOT zur Behandlung einer CO-Intoxikation (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz)
- Wir empfehlen, bei jedem CO-intoxikierten Patienten die sofortige Gabe von 100 % Sauerstoff als Erstmaßnahme (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz)
- Wir empfehlen die Anwendung einer HBOT bei jeder CO-intoxikierten Person, unabhängig von der Höhe des Carboxyhämoglobins zum Zeitpunkt der Klinikaufnahme, die Bewusstseinsveränderungen, klinisch auffällige neurologische, kardiologische, respiratorische oder psychologische Symptome zeigt (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz)

- Wir empfehlen die Anwendung einer HBOT bei CO-intoxikierten schwangeren Frauen, unabhängig vom klinischen Beschwerdebild und unabhängig von der Höhe des Carboxyhämoglobins zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz)
- Es wäre sinnvoll, Patienten mit einer milden CO-Intoxikation entweder durch 12-stündige normobare Sauerstoffgabe oder mittels HBOT zu behandeln (Typ 3 Empfehlung, Level B Evidenz)
- Es ist nicht empfohlen, asymptomatische Patienten, deren CO-Exposition länger als 24 Stunden zurückliegt, mittels HBOT zu behandeln (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).

Offene Frakturen in Kombination mit einer Crush-Verletzung

- Wir empfehlen die Anwendung der HBOT in der Behandlung von offenen Frakturen und / oder in Kombination mit einer Crush-Verletzung (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz)
- Wir empfehlen die zeitnahe Anwendung einer HBOT bei schweren offenen Frakturen, da hierdurch Komplikationen wie Gewebsnekrosen oder Infektionen reduziert werden können. Gustilo 3B und 3C Verletzungen werden als Indikationen für eine HBOT betrachtet. Weniger schwerwiegende Verletzungen sollten als Indikationen für eine HBOT angesehen werden, wenn patienten- oder verletzungsbedingte Risikofaktoren vorhanden sind (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz)
- Wir legen nahe, dass eine Anwendung der HBOT bei Crush-Verletzungen oder offenen Wunden, auch ohne Frakturen, Vorteile bringt, wenn die Gewebsvitalität bedroht ist oder ein signifikantes Infektionsrisiko vorliegt (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Es wäre sinnvoll, eine HBOT bei geschlossenen Crush-Verletzungen anzuwenden, wenn die Gewebsvitalität vom klinischen Aspekt gefährdet ist (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz)
- Es wäre sinnvoll, eine HBOT bei geschlossenen Crush-Verletzungen anzuwenden, wenn ein Kompartmentsyndrom droht, das Verfahren einer Fasciotomie aber nicht etabliert ist, es aber die Möglichkeit gibt, den Verlauf zu überwachen und das Ansprechen auf die HBO-Therapie entweder klinisch oder mittels Kompartmentsdruckmessung oder mittels Sauerstoffgewebesättigung überwacht werden kann (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).

- Wir empfehlen, dass Druckkammerzentren, die Crush-Verletzungen behandeln, mit den nötigen Gerätschaften für eine transcutane Sauerstoffmessung unter hyperbaren Bedingungen (TCOM) ausgestattet sind, da hierdurch in einigen Situationen eine vorhersehende Aussage getroffen werden kann (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz).

Radioneekrose oder bestrahlungs-induzierte Verletzungen

- Wir empfehlen eine HBOT zur Behandlung der mandibulären Osteoradioneekrose (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz).
- Wir empfehlen eine HBOT zur Prävention einer mandibulären Osteonekrose nach Zahnextraktion (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz).
- Wir empfehlen eine HBOT zur Behandlung der hämorrhagischen Strahlenzystitis (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz).
- Wir empfehlen eine HBOT zur Behandlung einer Strahlenproktitis.
- Wir legen eine HBOT zur Behandlung einer Osteonekrose an anderen Knochen außer der Mandibula nahe (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz.)
- Wir legen eine HBOT zur Prävention eines Verlustes knochenintegrierter Implantate beim bestrahlten Knochen nahe (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir legen eine HBOT zur Behandlung von Weichteil-Strahlenschäden (andere Lokalisationen als Zystitis oder Proktitis), besonders im Kopf-Hals-Bereich nahe (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Es wäre sinnvoll, eine HBOT bei der Behandlung oder zur Prävention strahleninduzierter Verletzungen des Larynx anzuwenden (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Es wäre sinnvoll, eine HBOT in der Behandlung bestrahlungsinduzierter Verletzungen des zentralen Nervensystems anzuwenden (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).

Dekompressionserkrankung (DCS)

- Wir empfehlen eine HBOT zur Behandlung einer DCS (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir empfehlen die Gabe von 100 % Sauerstoff als Erstmaßnahme (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir empfehlen eine intravenöse Flüssigkeitssubstitution mit glucosefreien Kristalloiden (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).

- Wir empfehlen eine HBOT / Rekompresstionstabellen (US Navy Treatment Table 6 oder Helium / Sauerstoff (Heliox) Comex Cx30 oder eine gleichwertige Behandlung) für die Erstbehandlung einer DCS (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz). Eine Behandlung gemäß US Navy Treatment Table 5 kann bei ausgewählten leichten Fällen angewandt werden.
- Wir empfehlen, geeignete HBO-Behandlungstabellen bei noch vorhandenen Manifestationen einer DCS (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir empfehlen die Anwendung von niedermolekularem Heparin zur Prophylaxe einer tiefen Venenthrombose für immobile oder gelähmte Patienten mit einer DCS (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir empfehlen den Gebrauch von Lidocain und Heliox-Rekompresstions-Tabellen bei der Behandlung einer schweren neurologischen DCS (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir legen den Gebrauch von oralem Tenoxicam (oder ähnlichen NSAR) bei passend selektierten DCS-Fällen nahe (Typ 2 Empfehlung, Level B Evidenz).

Gasembolie

- Wir empfehlen eine HBOT zur Behandlung der Gasembolie (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir empfehlen die Anwendung einer HBOT in Fällen arterieller oder venöser Gasembolien mit neurologischen und / oder kardiologischen Manifestationen. Auch wenn ein kurzes Intervall (< 6 Stunden) zwischen Embolie und einer Hyperbarbehandlung mit einem besseren Outcome verknüpft ist, wurde das Ansprechen auf eine hyperbare Therapie in vielen Fällen auch nach längeren Zeitintervallen mit erheblichen klinischen Verbesserungen beobachtet, in einer kleinen Patientengruppe sogar nach 24 Stunden oder länger (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz).
- Wir empfehlen die sofortige Gabe von 100 % Sauerstoff bei beobachteten Embolien. Auch wenn sich die Symptome zurückbilden, ist die Einleitung einer HBOT dennoch empfohlen, da eine sekundäre Verschlechterung im Verlauf weiterhin auftreten kann (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz).
- Wir empfehlen keine Behandlung nach Behandlungstabellen über 405 kPa, da hierfür keine gute Evidenz vorhanden ist. Die Überlegung, unter hohem Druck Heliox oder Nitrox anzuwenden, muss von jedem Behandler anhand seiner Er-

fahrung und den logistischen Gegebenheiten abhängig gemacht werden (Typ 2 Empfehlung, Level B Evidenz).

- Wir empfehlen den Gebrauch einer Begleittherapie für eine isolierte arterielle Gasembolie (AGE), wie z.B. Lidocain (Typ 2 Empfehlung, Level B Evidenz) Aspirin und / oder NSAR (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Es wäre sinnvoll, Antikoagulanzen als Begleittherapie für eine isolierte AGE zu verwenden (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).

Anaerobe und Mischinfektionen

- Wir empfehlen die Anwendung der HBOT in der Behandlung von anaeroben und gemischt-bakteriellen Infektionen (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir empfehlen die Anwendung der HBOT in der Behandlung von nekrotisierenden Weichteilinfektionen an allen Lokalisationen, insbesondere im Falle der perinealen Gangrän (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir empfehlen, dass eine HBOT in ein interdisziplinäres Behandlungsprotokoll mit sofortiger und adäquater chirurgischer, sowie antibiotischer Therapie, welches darauf abzielt die wahrscheinlichsten anaeroben und aeroben Keime zu behandeln (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz), integriert wird.
- Wir empfehlen eine HBOT in ein Behandlungsprotokoll intrakranieller Abszesse zu integrieren, wenn eines der folgenden Kriterien erfüllt ist: multiple Abszesse, Abszesse in einer tiefen oder dominierenden Region, geschwächter Patient, Kontraindikation für eine chirurgische Therapie, kein Ansprechen oder weitere Verschlechterung unter einer Standardbehandlung (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir legen nahe, eine HBO als Zweitmaßnahme in der Behandlung anderer anaerober oder gemischt anaerober-aerober Gewebsinfektionen, wie die pleuropulmonologische oder peritoneale Infektion, zu integrieren (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).

Hörsturz (plötzlicher idiopathischer sensorineuraler Hörverlust, idiopathic sudden sensorineural hearing loss ISSNHL)

- Wir empfehlen die Anwendung einer HBOT in der Behandlung eines ISSNHL (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz).

- Wir empfehlen die Anwendung einer HBOT in Kombination mit einer medikamentösen Therapie bei Patienten mit akutem ISSNHL, die sich innerhalb von zwei Wochen nach Erkrankungsbeginn vorstellen (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz).
- Wir empfehlen keine alleinige oder mit Medikamenten kombinierte HBOT bei Patienten, die sich sechs Monate nach Erkrankungsbeginn vorstellen (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Es wäre sinnvoll, eine HBOT als Ergänzung zu Corticosteroiden bei Patienten einzusetzen, die sich nach den ersten zwei Wochen, aber nicht später als einen Monat nach Erkrankungsbeginn vorstellen. Dies gilt insbesondere bei Patienten mit erheblichem Hörverlust (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).

Verzögerte Wundheilung

- Wir empfehlen die Anwendung einer HBOT in der Behandlung des Diabetischen Fußsyndroms (Typ 2 Empfehlung, Level B Evidenz).
- Wir empfehlen die Anwendung einer HBOT in der Behandlung ischämischer Ulcera (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Es wäre sinnvoll, eine HBOT in der Behandlung ausgewählter, sekundärer nicht-heilender Wunden bei systemischen Erkrankungen anzuwenden (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir empfehlen die Anwendung der HBOT bei ischämischen Läsionen (Ulzera und Gangrän) ohne chirurgisch zu versorgenden arteriellen Schädigungen oder aber nach gefäßchirurgischen Eingriffen:
 - a. Bei Diabetikern, bei Vorliegen einer kritischen chronischen Ischämie gemäß der europäischen Konsensuskonferenz über kritische Ischämien (siehe Anmerkung unten), wenn die tcPO₂-Messwerte unter hyperbaren Bedingungen (253 kPa, 100 % Sauerstoff) mehr als 100 mmHg betragen (Typ 1 Empfehlung, Level A Evidenz).
 - b. Beim arteriosklerotischen Patienten wird die HBOT im Falle einer chronischen kritischen Ischämie (siehe Anmerkung unten) empfohlen, wenn die tcPO₂-Messwerte unter hyperbaren Bedingungen (253 kPa, 100 % Sauerstoff) mehr als 50 mmHg betragen (Typ 2 Empfehlung, Level B Evidenz).
 - c. Anmerkung: Eine chronische akute Ischämie besteht beim Vorliegen periodisch auftretender Schmerzen, die auch in Ruhe persistieren und eine regelmäßige Analgesie für über zwei Wochen notwendig ist oder Ulzerationen oder eine Gangrän des Fußes oder der Zehen bei einem systolischen Knöcheldruck von < 50 mmHg beim Nicht-Diabetiker oder bei einem systolischen Knöcheldruck von < 30 mmHg beim diabetischen Patienten vorliegt.
- d. Trotz der starken Übereinstimmung bezüglich der Richtigkeit oben genannter Kriterien, der Patientenselektion für eine HBOT, erkennt die Jury aber an, dass nicht alle Druckkammerzentren in der Lage sind, den tcPO₂ unter hyperbaren Bedingungen (253 kPa, 100 % Sauerstoff) zu bestimmen. Aufgrund dieser Einschränkung empfehlen wir die Anwendung der HBOT beim Diabetischen Fußsyndrom (Grad 3 oder darüber nach der Wagner Klassifikation, Stufe B, Grad 3 und darüber nach der University of Texas Klassifikation) die nach vier Wochen adäquater Basis-Wundversorgung nicht auf die Therapie ansprechen (Typ 2 Empfehlung, Level B Evidenz).
- Aus demselben Grund wie oben genannt wäre der Gebrauch der HBOT bei verzögerter Wundheilung (chronisch), nicht-diabetischen Wunden und bei wiederauftretenden, multiplen nicht-heilenden Wunden aufgrund einer Vasculitis, sinnvoll (besonders in den Fällen, die nicht auf eine immunsuppressive Therapie ansprechen) (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Als Standardbehandlung empfehlen wir, eine HBOT als Teil eines ganzheitlichen, interdisziplinären Behandlungsplans mit einer kontinuierlichen Standard-Wundbehandlung und nicht als Stand-Alone Therapie zu benutzen (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz).
- Wir empfehlen, dass eine mindestens vierwöchige Standard-Wundbehandlung vor Beginn einer HBOT durchgeführt wurde (einschließlich adäquatem Debridement, Gefäßscreening auf eine signifikante arterielle Verschlusskrankheit und / oder lokaler Wundhypoxie, adäquater Entlastung und Infektionsmanagement (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Vor Beginn einer HBOT empfehlen wir die Durchführung eines Gefäßscreenings, inklusive bildgebender Maßnahmen. Hiernit lässt sich beurteilen, ob eine Revaskularisationsmaßnahme indiziert ist (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).

- Wir empfehlen den Gebrauch einer tcPO₂-Messung als beste Maßnahme, den lokalen Sauerstoffpartialdruck im Gewebe zu überwachen und Patienten für eine HBOT zu selektieren (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir empfehlen, eine HBOT (Druck, Zeit und Länge der Behandlung) an den jeweiligen Patienten, der jeweiligen Wunde und der Entwicklung anzupassen (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Es wäre sinnvoll, zu überlegen, eine HBOT als Teil eines interdisziplinären Ansatzes in der Behandlung der chronischen Calciphylaxie anzuwenden (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).

Gefährdete Hauttransplantate und Lappen

- Wir empfehlen die Anwendung einer HBOT in der Behandlung gefährdeter Hauttransplantate und Lappen (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir empfehlen die Anwendung einer HBOT in allen Fällen gefährdeter Hauttransplantate und Lappen so schnell wie möglich nachdem die Diagnose gestellt wurde (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz).
- Wir schlagen vor, die Gewebevitalität anhand der Kinik zu beurteilen und zusätzlich objektive Methoden einschließlich der tcPO₂-Messung oder Einschätzung der kapillären Füllung durch den Einsatz eines Laserdoppler zu benutzen (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz).
- Wir empfehlen den Gebrauch einer HBOT mit einem Druck zwischen 203 und 253 kPa für mindestens 60 Minuten pro Behandlungseinheit (am besten 90 bis 120 Minuten). Diese Therapie sollte am ersten Behandlungstag zwei bis dreimal, dann zwei mal täglich solange durchgeführt werden, bis die Gewebe als vital oder nekrotisch angesehen werden können (Typ 2 Empfehlung, Level B Evidenz).
- Wir empfehlen die Anwendung einer HBOT in Fällen, bei denen ein erhöhtes Risiko für gefährdete Hauttransplantate und Lappen vorliegen, sowohl prae-, wie auch postoperativ, z.B. bei bestrahltem oder infiziertem Wundbett, immungeschwächter Patient (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).

Gliedmaßenreplantation

Es wäre sinnvoll, die Anwendung einer HBOT bei der Replantation von Gliedmaßen zu erwägen (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).

Postvaskuläres Reperfusionssyndrom

Es wäre sinnvoll, die Anwendung einer HBOT beim postvaskulären Reperfusionssyndrom zu erwägen (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).

Therapierefraktäre chronische Osteomyelitis

- Wir empfehlen die Anwendung einer HBOT zur Behandlung der chronischen therapierefraktären Osteomyelitis (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir empfehlen, gefährdete Patienten zu identifizieren, da gerade diese wahrscheinlich von der Anwendung einer HBOT profitieren (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir empfehlen das HBOT-Behandlungsprotokoll je nach Erkrankung und Compliance des Patienten zu individualisieren (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir empfehlen, die Wirkung einer HBOT wiederholt während und nach der Behandlung zu evaluieren und dabei dieselbe Diagnostik wie vor der HBOT anzuwenden. Die HBO-Behandlung sollte mindesten 11 bis 12 Wochen, das sind ungefähr 60 Behandlungseinheiten, durchgeführt werden bevor signifikante klinische Ergebnisse erwartet werden können (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).

Femurkopfnekrose (FKN)

- Wir empfehlen den Einsatz einer HBOT in den frühen Stadien einer FKN (Typ 2 Empfehlung, Level B Evidenz).
- Wir empfehlen beim Frühstadium einer FKN tägliche Behandlungen von mindestens 60 Minuten Dauer, mit Gabe von 100 Prozent Sauerstoff, 5-6 Behandlungen pro Woche, mit einer Dauer von insgesamt 4 bis 5 Wochen pro Behandlungszyklus und bei einem Behandlungsdruck von 243 bis 253 kPa (Typ 2 Empfehlung, Level B Evidenz).
- Wir empfehlen, eine MRT-Kontrolle und eine klinische Evaluation durch den behandelnden Orthopäden 3 bis 4 Wochen nach Ende des HBOT-Behandlungszyklus durchzuführen (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir empfehlen, die HBOT nicht als Monotherapie anzuwenden, sondern integriert in ein multidisziplinäres Therapieprotokoll mit Teilbelastung, Gewichtsreduktion, Physiotherapie, wenn verfügbar, sowie Nikotinkarenz für die Dauer des HBOT-Behandlungszyklus (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).

Verbrennungen

- Wir schlagen den Einsatz einer HBOT in der Behandlung von zweitgradigen Verbrennungen von mehr als 20 % der Körperoberfläche (KOF) vor (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir empfehlen, dass nur hochspezialisierte Druckkammerzentren in der Nähe von Verbrennungszentren Verbrennungen als Zusatztherapie neben der klassischen Verbrennungstherapie behandeln und für optimales Monitoring, sowie Flüssigkeitsmanagement sorgen (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir legen nahe, dass der größte Nutzen bei Patienten mit großen Anteilen zweitgradiger Verbrennungen (> 20 % KOF) erreicht wird (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir legen nahe, dass Verbrennungen am Gesicht (Ohr, Nase), Hals, Hände und Finger und Perineum wohl profitieren, wenn die totale verbrannte Körperoberfläche < 20 % beträgt (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Wir schlagen vor, mit einer HBOT innerhalb von sechs (maximal acht) Stunden nach Erleiden einer Verbrennungsverletzung zu beginnen und diese zweimal täglich (bei 253 kPa, 100 Prozent Sauerstoff) für ein Minimum von drei Tagen fortzuführen (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).

Zentralarterienverschluss (Central retinal artery occlusion, CRAO)

- Wir legen nahe, den Einsatz einer HBOT bei der Behandlung von Patienten mit einem Zentralarterienverschluss zu erwägen und dann so schnell wie möglich anzuwenden (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).

Pneumatosis cystoides intestinalis

- Wir legen nahe, eine HBOT bei der Behandlung der Pneumatosis cystoides intestinalis anzuwenden (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).

Sichelzellerkrankung

- Es wäre sinnvoll, den Einsatz einer HBOT als Sekundärtherapie in der Behandlung einer Krise bei Sichelzellerkrankung zusätzlich zu Opioiden zu erwägen (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Es wäre sinnvoll, den Einsatz einer HBOT als

Zusatztherapie zur Standardwundbehandlung bei Patienten mit nicht-heilenden Hautulzerationen auf dem Boden einer Sichelzellerkrankung zu erwägen (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).

Interstitielle Cystitis

- Es wäre sinnvoll, den Einsatz einer HBOT zur Behandlung der interstitiellen Cystitis zu erwägen (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).

Zerebrale Verletzungen bei hochselektiertem Patientengut

- Es wäre sinnvoll, den Einsatz einer HBOT bei der Behandlung von Patienten mit akutem mittelschweren traumatischen zerebralen Verletzungen (Traumatic Brain Injury / TBI) und bei hochselektiertem Patientengut mit chronischem TBI, die einen eindeutigen Nachweis von metabolisch dysfunktionalen Gehirnregion zeigen, zu erwägen (Typ 3 Empfehlung, Level B Evidenz).
- Wir empfehlen die Anwendung einer HBO zur Behandlung einer TBI nur im Rahmen eines Studienprotokolls, das von einer Ethikkommission freigegeben wurde und gemäß bewährter Praktiken klinischer Forschung durchgeführt wird (Typ 1 Empfehlung).
- Wir empfehlen den Einsatz der HBOT nicht zur Behandlung eines akuten Schlaganfalls (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Es wäre sinnvoll, den Einsatz einer HBOT im Rahmen einer Studie bei hochselektierten Patienten mit chronischem Schlaganfall, die einen eindeutigen Nachweis von metabolisch dysfunktionalen Gehirnregionen zeigen, die nicht mit nekrotischen Gehirnregionen übereinstimmen, zu erwägen (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).
- Es wäre sinnvoll, eine HBOT als zusätzliche Maßnahme in der Behandlung postanoxischer Enzephalopathien bei Beinaheerhängen zu erwägen (Typ 3 Empfehlung, Level C Evidenz).

Neuroblastom

- Wir empfehlen den Einsatz einer HBOT zur Behandlung des Neuroblastoms Stadium IV (Typ 2 Empfehlung, Level C Evidenz).

NICHT AKZEPTIERTE EMPFEHLUNGEN (Tabelle 3)

Aufgrund sehr geringer Evidenzlevel (Grad D) werden keine spezifischen Empfehlungen für eine HBOT bei folgenden Erkrankungen gegeben:

- Poststernotomie Mediastinitis
- Otitis externa maligna
- Akuter Myokardinfarkt
- Retinitis pigmentosa
- Fazialisparese (Bell's palsy)

ERKRANKUNGEN BEI DENEN EINE HBOT NICHT INDIZIERT IST (Typ 1 Indikation, Tabelle 4)

Der Nachweis des Fehlens einer klinischen Wirkung einer HBOT erlaubt das Aussprechen von Typ 1 Empfehlungen, die HBOT nicht anzuwenden bei:

- Erkrankungen des autistischen Spektrums (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz)
- Plazentainsuffizienz (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz)
- Multipler Sklerose (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz)
- Zerebralparese (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz)
- Tinnitus (Typ 1 Empfehlung, Level B Evidenz)
- Akute Phase eines Schlaganfalls (Typ 1 Empfehlung, Level C Evidenz).

PRAXIS DER HYPERBAREN BEHANDLUNG

- Wir empfehlen, dass alle europäischen hyperbarmedizinischen Einrichtungen den europäischen Code of Good Practice und die vorliegende ECHM-Liste klinischer HBOT-Indikationen als Minimum für Akkreditierungsverfahren und Erstattungsgrundsätze einhalten.
- Wir empfehlen, bei Erkrankungen bei denen eine HBOT als nicht indiziert eingeschätzt wird, den Nutzen der Behandlung für jeden einzelnen Patienten auf Boden einer Nutzen-Risiko-Analyse zu diskutieren, bevor dieser einer hyperbarmedizinischen Behandlung zugeführt wird.
- Wir empfehlen, dass die medizinische Ausbildung und das Training des medizinischen Personals eines Druckkammerzentrums mit den Standards, die zusammen vom ECHM und des

European Diving Technology Committees (EDTC) vereinbart wurden, eingehalten wird.

- Wir empfehlen, dass die medizinische Ausbildung und das Training des nicht-medizinischen Personals eines Druckkammerzentrums mit den Standards, die von der European Baromedical Association für Krankenschwestern, Bediener und Techniker (EBAss) entwickelt und vom ECHM bewilligt wurden, eingehalten wird.
- Wir empfehlen, dass Ärzte, die in hyperbarmedizinischen Zentren involviert sind, hyperbarmedizinisch ausgebildet werden und sowohl an der klinischen Arbeit, wie auch an Basisforschung teilnehmen.
- Wir empfehlen, dass die hyperbarmedizinische Gemeinschaft als Ganzes ihren Forschungsaufwand erhöht um auch die Evidenzlevel, die von dem ECHM empfohlen werden, zu erhöhen.

Übersetzung

Dr. Christian Oest
medical airport service
GmbH

Hessenring 13A
64546 Mörfelden-Walldorf
Email: c.oest@medical-
gmbh.de
Tel. 06105 34130
Fax. 06105 3413-444



Literaturangaben

1. Marroni A, Mathieu D, Wattel F. History, mission and achievements of the European Committee for Hyperbaric Medicine. In: A. Marroni, D. Mathieu, F. Wattel, editors. *The ECHM collection, volume 1*. Flagstaff, AZ: Best Publishing Company; 2005. p. xv-xxxvi.
2. Marroni A, Mathieu D, Wattel F. First European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine, Lille 2004. In: A. Marroni, D. Mathieu, F. Wattel, editors. *The ECHM collection, volume 1*. Flagstaff, AZ: Best Publishing Company; 2005. p. 1.1-1.142.
3. Marroni A, Mathieu D, Wattel F. The Seventh ECHM Consensus Conference: Lille, France, 2004. In *The ECHM Collection, volume 3*. Marroni A, Mathieu D, Wattel F, editors. Flagstaff, AZ: Best Publishing Company; 2008. p. 1.1.3-1.5.290.
4. Mathieu D, Marroni A, Kot J. Tenth European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine: preliminary report. *Diving Hyperb Med*. 2016;46:122-3.
5. Straus SE, Richardson WS, Glasziou P, Haynes RB, editors. *Evidence-based medicine: how to practice and teach EBM, 4th edition*. Amsterdam: Elsevier; 2010.
6. Calello DP, Liu KD, Wiegand TJ, Roberts DM, Lavergne V, Gosselin S, et al. Extracorporeal treatment for metformin poisoning: systematic review and recommendations from the Extracorporeal Treatments in Poisoning Workgroup. *Crit Care Med*. 2015;43:1716-30.
7. Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, Schünemann HJ; GRADE Working Group. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*. 2008;336(7650):924-6. doi: 10.1136/bmj.39489.470347.AD.
8. GRADE's software for summary of findings tables, health technology assessment and guidelines. [cited 2015 October 09]. Available at: <http://grade.org/>.
9. Dalkey NC Rand. *The Delphi method: an experimental study of group opinion*. Santa Monica, CA: Rand Corporation; 1969.
10. Diamond IR, Grant RC, Feldman BM, Pencharz PB, Ling SC, Moore AM, Wales PW. Defining consensus: a systematic review recommends methodologic criteria for reporting of Delphi studies. *J Clin Epidemiol*. 2014;67:401-9. doi: 10.1016/j.jclinepi.2013.12.002.
11. Second European Consensus Document on chronic critical leg ischemia. *Circulation*. 1991;84(4 Suppl):IV 1-26.

Danksagungen

Wir möchten uns bei allen Teilnehmern dieses schrittweisen Prozesses bedanken; insbesondere dem European Diving Technology Comitee (EDTC) und der European Baromedical Association für ihre aktive Unterstützung während der Konferenzorganisation und Vorbereitung, wie auch dem Vertrieb der Empfehlungen.

Interessenkonflikte: keine

Eingereicht: 19.10.2016; überprüft 02.01.2017

Akzeptiert: 23.01.2016

Daniel Mathieu^{1,2}, Alessandro Marroni^{1,3}, Jacek Kot^{1,4}

¹ European Committee for Hyperbaric Medicine

² Critical Care Department, Medical University and Hospital of Lille, France

³ DAN Europe Research Division, Roseto degli Abruzzi, Italy

⁴ National Center for Hyperbaric Medicine, Institute of Maritime and Tropical Medicine, Medical University of Gdansk, Poland

Korrespondenzadresse:

Jacek Kot

Head of the National Center for Hyperbaric Medicine Institute of Maritime and Tropical Medicine
Medical University of Gdansk
Poland

jkot@gumed.edu.pl

Mitarbeiterliste (in alphabetischer Reihenfolge):

Luis Amselem (Spanien), Peter Atkey (UK), Dirk Bakker (Niederlande), Costantino Balestra (Belgien), Jean Yves Berny (Schweiz), Jean Eric Blatteau (Frankreich), Gerardo Bosco (Italien), Francois Burman (Südafrika), Enrico Camporesi (USA), Danilo Cialoni (Italien), Maide Cimsit (Türkei), Ramiro Cali-Corleo (Malta), Frans Cronje (Südafrika), Jordi Desola (Spanien), Marco Gelsomino (Schweiz), Peter Germonpré (Belgien), Karin Hasmler (Deutschland), Eric Jansen (Dänemark), Jacek Kot (Polen), Claude Lae (Schweiz), Folke Lind (Schweden), Magnus Lundahl (Schweden), Pasquale Longobardi (Italien), Alessandro Marroni (Italien), Daniel Mathieu (Frankreich), Ian Millar (Australien), Peter Mueller (Deutschland), Mesut Mutluoglu (Türkei), Claus-Martin Muth (Deutschland), Erika Parmentier-Decrucq (Frankreich), Michel Pellegrini (Schweiz), Massimo Pieri (Italien), Rodrigue Pignel (Schweiz), Peter Radermacher (Deutschland), Beatrice Ratzenhofer-Komenda (Österreich), Vincent Souday (Frankreich), Günalp Uzun (Türkei), Rob van Hulst (Niederlande), Giuliano Vezzani (Italien), Francis Wattel (Frankreich), Robert Weenink (Niederlande), Wilhelm Welslau (Deutschland), Vincenzo Zanon (Italien), Juerg Wendling (Schweiz).

Tabelle 1**Konsensus-basierend und GRADE-Skalierung für Empfehlungen; GRADE - Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation System****Stärke der Empfehlung (Konsensus-basierend)**

Level 1 = starke Empfehlung = „Wir empfehlen...“

Die Vorgehensweise wird von der großen Mehrheit der Experten ohne größere Meinungsverschiedenheit als geeignet angesehen. Das Gremium ist zuversichtlich, dass die erwünschten Wirkungen bei Einhaltung der Empfehlung die unerwünschten Wirkungen überwiegen.

Level 2 = schwache Empfehlung = „Wir legen nahe...“

Die Vorgehensweise wird von der Mehrheit der Experten als sinnvoll erachtet, aber es gibt einige Meinungsverschiedenheiten innerhalb des Plenums. Die erwünschten Wirkungen überwiegen bei Einhaltung der Empfehlungen die unerwünschten Wirkungen wahrscheinlich.

Level 3 = neutrale Empfehlung = „Es wäre sinnvoll...“

Die Vorgehensweise kann im richtigen Kontext als sinnvoll erachtet werden.

Keine Empfehlung

Innerhalb der Expertengruppe wurde keine Einigung erreicht.

Level of evidence (based on GRADE system)

Grade A = Hohes Evidenzlevel

Die tatsächliche Wirkung liegt nahe an unseren Schätzungen.

Grade B = mittelgradiges Evidenzlevel

Die tatsächliche Wirkung liegt wahrscheinlich nahe an unseren Schätzungen, aber es gibt die Möglichkeit, dass er grundlegend verschieden ist.

Grade C = geringes Evidenzlevel

Die tatsächliche Wirkung unterscheidet sich vielleicht grundlegend von unseren Schätzungen

Grade D = sehr geringes Evidenzlevel

Unsere Einschätzung über die Wirkung ist nur eine Vermutung und es ist sehr wahrscheinlich, dass sich die tatsächliche Wirkung grundlegend von unseren Schätzungen unterscheidet.

Tabelle 2**Empfehlungen für Indikationen, für die eine HBOT anerkannt ist (ohne dass es eine Level A Evidenz gibt)**

Diagnose	Evidenzlevel		Übereinstimmungsgrad
	B	C	
Type 1			
CO-Intoxikation	X		starke Übereinstimmung
Offene Frakturen mit Crush-Verletzung	X		starke Übereinstimmung
Prävention einer Osteoradionekrose nach Zahntentfernung	X		starke Übereinstimmung
Osteoradionekrose (Mandibula)	X		starke Übereinstimmung
Weichteilradionekrose (Zystitis, Proktitis)	X		starke Übereinstimmung
Dekompressionserkrankung		X	starke Übereinstimmung
Gasembolie		X	starke Übereinstimmung
Anaerobische oder gemischte bakterielle Infektionen		X	starke Übereinstimmung
Hörsturz	X		starke Übereinstimmung
Type 2			
Diabetisches Fußsyndrom	X		starke Übereinstimmung
Femurkopfnekrose	X		starke Übereinstimmung
Gefährdete Hauttransplantate oder Muskelhautlappen		X	starke Übereinstimmung
Zentralarterienverschluss (CRAO)		X	starke Übereinstimmung
Crush-Verletzung ohne Fraktur		X	Übereinstimmung
Osteoradionekrose (an Knochen, Mandibula ausgeschlossen)		X	Übereinstimmung
Bestrahlungsinduzierte Verletzung von Weichteilgeweben (nicht Zystitis oder Proktitis)		X	Übereinstimmung
Chirurgisches Vorgehen oder Implantationen an bestrahltem Gewebe (präventive Behandlung)		X	Übereinstimmung
Ischämische Ulzera		X	Übereinstimmung
Therapierefraktäre chronische Osteomyelitis		X	Übereinstimmung
Verbrennungen, 2. Grades oder mehr als 20 % KOF		X	Übereinstimmung
Pneumatosis cystoides intestinalis		X	Übereinstimmung
Neuroblastom, Stadium IV		X	Übereinstimmung
Type 3			
Zerebrale Verletzung (akute oder chronische Gehirnverletzung, chronischer Schlaganfall, postanoxische Enzephalopathie) bei hochselektiertem Patientengut		X	Übereinstimmung
Strahlungsinduzierte Verletzungen des Larynx		X	Übereinstimmung
Strahlungsinduzierte Verletzungen des ZNS		X	Übereinstimmung
Postvaskuläres Reperfusionssyndrom		X	Übereinstimmung
Gliedmaßenretransplantation		X	Übereinstimmung
Ausgewählte sekundäre, nicht-heilende Wunden bei systemischen Erkrankungen		X	Übereinstimmung
Sichelzell-Erkrankung		X	Übereinstimmung
Interstitielle Zystitis		X	Übereinstimmung

Tabelle 3**Empfehlungen für nicht-akzeptierte HBOT-Indikationen (alle haben nur Level D Evidenz)**

Diagnose	Evidenzlevel	Übereinstimmung
	D	
Poststernotomie Mediastinitis	X	Übereinstimmung
Otitis externa maligna	X	Übereinstimmung
Akuter Myokardinfarkt	X	Übereinstimmung
Retinitis pigmentosa	X	Übereinstimmung
Fazialisparese (Bell's palsy)	X	Übereinstimmung

Tabelle 4**Empfehlungen für Indikationen bei denen eine HBOT nicht angewendet werden soll; keine Level A Evidenz**

Diagnose	Evidenzlevel			Übereinstimmung
	A	B	C	
Erkrankungen des autistischen Spektrums		X		Übereinstimmung
Plazentainsuffizienz			X	Übereinstimmung
Multiple Sklerose		X		Übereinstimmung
Zerebralparese		X		Übereinstimmung
Tinnitus		X		Übereinstimmung
Akute Phase eines Schlaganfalls			X	Übereinstimmung



Autor

Prof. Dr. rer. nat.
Jochen D. Schipke

Wildenbruchstr. 10
D-40545 Düsseldorf

j.schipke@gmx.org

Zwei Extreme für die Vielfalt seien genannt:

(1) Die Princess 35 m-Yacht in voller Ausstattung ist für 25.000.000 € zu haben. Zwei Motoren á 2.600 PS sorgen für flottes Vorwärtskommen. Im Preis sind der beheizte Klodeckel und der fensternahe Schminktisch mit ausklappbarem Spiegel enthalten. Übrigens: Die Majesty 100 ist schon für 5.000.000 € zu erhalten. Sie ist allerdings nur knapp 32 m lang.

(2) The Wave ist die erste stationäre Deepwater Welle. An dieser 9 m breiten, stehenden Welle in einem 30 m langen Kanal können Surfer unter idealen Bedingungen Manöver lernen und verbessern. Bald werden in-doorWellen nicht nur auf Kreuzschiffen sondern auch in geheizten Hallen mit Hawaii-Ambiente rauschen.

Der Werbeblock

Messechef Werner Dornscheidt freute sich über 16 volle Messehallen, 1.923 Aussteller aus 68 Ländern, 247.000 Besucher aus 94 Ländern (2017: 242.000 Besucher). Originalton: 'Keine andere Wassersportmesse spiegelt so wie die boot den gesamten Weltmarkt in seiner Vielfalt wider. Die boot 2018 hat ihre Nummer 1-Position eindeutig unterstrichen'.

Auch Jürgen Tracht, Geschäftsführer des Bundesverbandes Wassersportwirtschaft, schwärmt: 'Die Wassersportwirtschaft schwimmt auf einer Woge des Erfolgs. Das hat die boot 2018 eindeutig bestätigt'.

Die Umwelt

Und die Taucher? Sie bevölkerten wie immer die Halle 3 auf der Suche nach Ausrüstungs- oder Reise-Schnäppchen. Ausbildungsorganisationen waren dort andererseits auf der Suche nach neuen Taucheleven. Wenn z.B. allein die weltgrößte Tauchausbildungs-Organisation seit 10 Jahren jährlich knapp 1.000.000 Tauchscheine ausstellt, dann ist das leider auch für die Umwelt von Bedeutung. Taucher-verursachte Schäden an den Riffen sind gut bekannt und in der wissenschaftlichen Literatur beschrieben (Gulf & Read Sea: Gladstone et al, 2013; Patagonien: Bravo G et al, 2015; Brasilien: Giglio et al, 2016). Es gibt aber auch etwas Hoffnung. An einem Stand wird ein Projekt vorgestellt, bei welchem UW-Konstruktionen aus Baustahl erstellt werden. Auf dem Stahl wachsen dann Korallen sogar relativ rasch, wenn eine geringe elektrische Spannung angelegt wird.

Foto oben: Messe Düsseldorf

Petros Michelidakis, seit 2015 Chef der boot, nimmt den Umweltgedanken ernst. In Zusammenarbeit mit der Deutschen Meeresstiftung will die boot die Besucher für die Schönheit und Zerbrechlichkeit der Weltmeere sensibilisieren.



Foto: Jochen D. Schipke

Frank Schweikert und Mitarbeiterin. Schweikert ist Vorstandsmitglied der Deutschen Meeresstiftung. Er sagt: Wir schaffen Synergien von Wissenden und Handelnden aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Im Rahmen dieses Netzwerkes zeigten verschiedenste Aussteller ermutigende Schritte in Richtung Meeresschutz. Umdenken tut not.

Auf fünf verschiedenen Themeninseln wurde u.a. auf den zunehmenden Meeresmüll oder auf steigende Geräuschpegel aufmerksam gemacht. Zu den Positiva dieser erfreulichen 'love your ocean'-Aktion gehören kleine Signale wie die Herstellung von Armbändern aus Geisternetzen, aber auch die Verwendung von nachhaltigen/recyclten Werkstoffen in der Bootsbaubranche oder die Präsentation einer Meeresmüll-einsammelnden Großanlage.

Die Coperion GmbH verwendet nicht nur erfolgreich nachwachsende Naturfaserverbundstoffe (Flachs, Kork, ökologische Epoxidharze) sondern spart auch bei der Fertigung ihrer Greenboats etwa 80 % Energie.



Erfreulich auch die breite Beteiligung: mehrere Hochschulen, Verlage, Firmen, Behörden und Organisationen. Der Stand in Halle 4 darf gern noch größer werden.

Ein Umdenken scheint es auch bei der Marine zu geben. Während das Helmtauchen über Jahrhunderte eine Männerdomäne war (links), steigen inzwischen korrekt gekleidete Soldatinnen in den Taucheranzug (rechts), und Soldaten knien vor ihnen nieder. Das hat allerdings mit Umdenken bei der Umwelt im engeren Sinne nichts zu tun.



Fotos: Jochen D. Schipke

Die GTÜM

Die Gesellschaft war dieses Jahr Gast beim 'Verband der Deutschen Sporttaucher'. Die Stimmung zwischen den beiden Organisationen stimmt.



Foto: Oli Jung, Visuelle Medien, TSV NRW



Foto: Oli Jung, Visuelle Medien, TSV NRW

Die GTÜM am Stand des VDST (1). In großer Harmonie standen zusammen und sprachen miteinander (von links): Uwe Hoffmann (Vizepräsident VDST), Elmar Klemm (UW-Ärchäologe (ad ancores), Jochen D Schipke (GTÜM), Hannelore Brandt (Präsidentin BTSV), 'Kalli' Schmitz (Landesverbandsarzt TSV-NRW), Dietrich Paravicini (Aktion Tauchen 55+).

Von VDST-Vertretern war zu erfahren, daß die Zahl der Gerätetaucher seit einigen Jahren recht stabil ist. Starken Zulauf hat die Apnoe-Fraktion. Bei Ihrem Besuch erklärte Anna Arzhanova, die Präsidentin des CMAS, in einem ausführlichen Gespräch, daß Bestrebungen im Gange seien, ab 2024 Apnoe-Disziplinen bei den Olympischen Spielen zu etablieren. Sie zeigte sich auch an wissenschaftlichen Studien interessiert, die mögliche therapeutische Effekte des Apnoetauchens untersuchen.

Die GTÜM am Stand des VDST (2). Von Anna Arzhanova, Präsidentin des CMAS, bemüht sich darum, Apnoe in 2024 olympisch zu machen. von rechts: Bozana Ostojic (Mitglied CMAS Board of Directors), Steffen Scholz (Technisches Komitee CMAS), Anna Arzhanova (Präsidentin CMAS), Jochen D Schipke (GTÜM)

Die zahlreichen Taucher, welche den VDST-Stand aus verschiedenen Gründen aufsuchten, nutzten zum Teil die Anwesenheit der VDST- und der GTÜM-Ärzte und ließen sich medizinisch im Hinblick auf die Tauchtauglichkeit beraten. Zu den Fragen gehörte Tauchen nach Pneumothorax oder Tauchen mit Diabetes. Beratungsbedarf bestand auch bei Tauchen mit Kindern. Und nun noch einmal Apnoe. Der Besucher nach Herzinfarkt erklärte, er wolle jetzt etwas vorsichtiger vorgehen und mit dem Apnoe-Tauchen beginnen. Sein Arzt hätte ihm nahegelegt, nicht tiefer als 10 m zu tauchen. In der näheren Zukunft werden es die GTÜM-Ärzte vermutlich häufiger mit Apnoe-Willigen zu tun haben. Es besteht Aufklärungsbedarf.

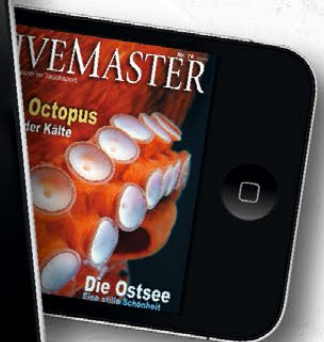
DIVEMASTER

Das Fachmagazin für die Hydrosphäre

Kompetent und spannend

Print oder
ePaper

... und für iPad, iPhone und Kindle
als Abo oder Einzelheft



www.divemaster.de

Das 20jährige Jubiläum des Druckkammerzentrums Wiesbadens haben unsere Gesellschaft und das Druckkammerzentrum zum Anlass genommen, eine 2-tägige Veranstaltung zur Tauch- und Hyperbarmedizin anzubieten.

Der erste Tag stand ganz im Zeichen der Hyperbarmedizin, während der zweite Tag der Tauchmedizin gewidmet war. Obwohl der Termin nur einen geringen zeitlichen Abstand zur wissenschaftlichen Tagung in Hannover hatte, konnte ein sehr abwechslungs-



Autorin

Dr. med.
Karin Hasmler
Abteilung für Anästhesie
BG Unfallklinik Murnau
Prof.-Küntschers-Str. 8

D-82418 Murnau am
Staffelsee
Karin.Hasmler@
bgu-murnau.de

reiches Programm gestaltet werden. Dabei gelang es – dank der persönlichen Kontakte – auch internationale Referenten wie Prof. Shai Efrati, Prof. Costantino Balestra und Dr. Adel Taher für die Veranstaltung zu gewinnen.

Jubiläumsveranstaltung

20 Jahre Druckkammerzentrum Wiesbaden und GTÜM-Veranstaltung

Traditionell werden rein hyperbarmedizinische Veranstaltungen deutlich schwächer besucht, da sich nur wenige Kollegen/-innen und Zentren in Deutschland mit der Hyperbarmedizin beschäftigen. Umso erfreulicher war es, dass wir am Samstag mehr als 80 Personen begrüßen durften. Der zweite Tag zur Tauchmedizin war mit 110 teilnehmenden Personen ausgebucht.

Nach den offiziellen Grußworten präsentierte Prof. Shai Efrati aus Tel Aviv (Israel) in seinem ersten Vortrag wie immer gut strukturiert und sehr anschaulich sein Portfolio durch die Grundlagenforschung zur Regeneration von Gewebe, Triggern und Voraussetzungen für HBO und lieferte neue und ungewöhnliche Denkansätze. Er stellte neuere Studien zur Stammzellforschung in Abhängigkeit von der Sauerstoffversorgung der Zielgewebe sowie Studien zu schweren traumatischen Hirnverletzungen vor.

Frau Dr. Kurrle wies ausdrücklich in ihrem Vortrag „Diabetisches Fußsyndrom und die sozialen Folgen“ darauf hin, dass Medizin auch eine soziale Wissenschaft ist, und dass dieser Umstand auch in der Behandlung unserer Patienten berücksichtigt werden muss. Beim Diabetes mellitus handelt es um eine chronische Erkrankung mit vielen Problemen, Einschränkungen und Folgen sowohl im Arbeitsleben als auch im privaten Umfeld.

Anlässlich des aktuellen Beschlusses des Gemeinsamen Bundesausschusses (GBA) zur Behandlungsoption mit hyperbarem Sauerstoff für ambulante Patienten mit fortgeschrittenem Diabetischen Fußsyndrom, hatte Dr. Christian Oest die Historie der Bewertungen und Entscheidungen der zurückliegenden Jahre bis zum jetzigen Beschluss aufgearbeitet. Er erläuterte die geforderten Qualitätskriterien, die Auswahl der geeigneten Patienten und die Herausforderung, eine HBO-Therapie in die interdisziplinäre Behandlung einzubinden. Es ist eine unabdingbare Voraussetzung, dass eine gute Patientencompliance vorhanden ist und dass die Wundversorgung und Standardtherapie individuell auf den Patienten

zugeschnitten ist. Zur Bewertung der Studienlage wies er auf die Stärken, Schwächen und Limitationen der vielzitierten Studien von Fedorko et al., Löhndahl et al. und der neuesten niederländischen Studie „Damocles“ von Santema et al. hin.

In seinem zweiten Vortrag präsentierte Prof. Shai Efrati seine Erfahrungen und Ergebnisse zur HBO-Behandlung in der Spätbehandlung des Schlaganfalles. Durch die Unterstützung mit modernsten bildgebenden Verfahren wie Einzelphotonen-Emissionscomputertomographie (SPECT) konnte er beeindruckendes Bildmaterial präsentieren. Er wies



Abbildungen

oben links: Vortragssaal mit Teilnehmern, oben rechts: Dr. Anke Fabian und Dr. Adel Taher gratulieren, Mitte links: Michael Kemmerer und Dr. Karin Hasmler bei der Begrüßung, Mitte rechts: Prof. Shai Efrati, unten links: Prof. Costantino Balestra, unten rechts: der hessische Innenminister Peter Beuth bei der Überbringung seiner Grußworte (Fotos: Druckkammerzentrum Wiesbaden)

jedoch darauf hin, dass die Selektion der Patienten entscheidet für den Erfolg der Therapie sei. Vor allem Patienten mit genügend lebendem aber nicht aktivem Gewebe profitieren seiner Ansicht nach von einer Anhebung des Sauerstoffpartialdruckes.

Prof. Perlick erläuterte die unterschiedlichen Knochenmarködeme und deren Behandlungsmöglichkeiten aus orthopädischer Sicht. Dazu lieferte dann Dr. Anke Fabian die im Druckkammerzentrum Heidelberg erhobenen Zahlen aus den Jahren 1997 bis 2013. Sie stellte dar, dass sich die Ergebnisse über

den gesamten Zeitraum gleichbleibend stabil mit ähnlichen Resultaten gezeigt hatten.

Der hessische Innenminister Peter Beuth ließ es sich nicht nehmen am Nachmittag persönlich für seine Grußworte zu erscheinen. Auch war er beim Vortrag von Dr. Lars Eichhorn anwesend, der erhobene Daten zu den behandelten CO-Vergiftungen am Druckkammerzentrum Wiesbaden präsentierte. Die Datenauswertung umfasste die Zeitachse des ersten Patientenkontaktes über die Diagnosestellung bis hin zur Versorgung im Druckkammerzentrum. Darauf aufbauend wurde die Fragestellung diskutiert, wie aus den gewonnen Ergebnissen die Versorgungsqualität verbessert werden kann.

Zum Abschluss präsentierte Richard Pyrek (Berufsfeuerwehr Wien) nicht alltägliche Informationen zur Messtechnik und Messgeräten für Kohlenmonoxid und erläuterte anschaulich anhand mitgebrachter praktischer Versuchsaufbauten die Diffusionsmöglichkeiten von Kohlenmonoxid.

Zur Eröffnung des zweiten Tages zum Thema Tauchmedizin stellte Dr. Karin Hasmler einen ungewöhnlichen Tauchunfall mit einer ausgeprägten venösen Gasembolie der Mesenterial- und Portalvenen vor.

Anschließend führte Prof. Costantino Balestra mit seiner bekannt kurzweiligen Art durch unterschiedlichste Themen der Tauchphysiologie.

Dr. Dirk Michaelis hatte das Thema der immer wieder diskutierten Deep-Stopps aufgearbeitet. Aufgrund fehlender neuerer Studien gibt es letztendlich keine neuen Erkenntnisse.

Dr. Andreas Glowania widmete sich dem Dauerbrenner „Druckausgleichsproblem“ und stellte unterschiedlichste Lösungsansätze aus HNO-ärztlicher Sicht vor.

Durch die zunehmende Prävalenz des Diabetes mellitus und der Zunahme des durchschnittlichen Alters der Taucher, nehmen auch die altersbedingten Erkrankungen zu. Somit werden die Tauchmediziner auch in Zukunft vermehrt mit dem Thema Diabetes und Tauchen konfrontiert werden. Gerade im Fachgebiet der Diabetologie hat es in den letzten Jahren umfassende Änderungen der Therapieschemata gegeben. Diese wurden durch Dr. Karsten Theiss dargestellt. Die Gefahr der Hyperglykämie ist beim

Tauchen zu vernachlässigen, da die Tauchgänge zu kurz sind und ohnehin regelmäßige Blutzuckerkontrollen erfolgen sollten. Die Sulfonylharnstoffe werden kaum noch eingesetzt und sämtliche anderen oralen Antidiabetiker sind nicht mehr mit der Gefahr der Hypoglykämie verbunden. Erlebte Hypoglykämien bei einer Insulintherapie sind erst ein Problem, wenn sie unerklärlich sind und /oder Fremdhilfe benötigen. Eine Einschätzung der Tauchtauglichkeit sollte in Absprache mit dem zuständigen Diabetologen erfolgen, der die Gesamtsituation und auch die Compliance des Tauchers am besten einschätzen kann.

Frank Ostheimer, der im Rahmen der Arbeitsgruppe DACH (Expertengruppe Tauchsicherheit) die Kaltwassertauchunfälle in Deutschland, Österreich, Schweiz untersucht, stellte die Statistiken der letzten Jahre vor. Auffallend ist die nicht unerhebliche Anzahl von tödlichen Unfällen bei Solotauchgängen. Es werden immer wieder technische Probleme bei nicht ordnungsgemäß konfigurierter Ausrüstung bei mangelndem Technikverständnis sowie veraltetem, nicht gewarteten Ausrüstungsgegenständen registriert. Häufig beginnt die Ereigniskette schon mit der unvollständigen Vorbereitung der Tauchgänge selbst. Zusätzliche Probleme führen dann häufig zu einer Verkettung von Ereignissen, welche im ernsthaften Zwischenfall enden.

Den Abschluss der Veranstaltung gestaltete Dr. Adel Taher aus Sharm El Sheikh (Ägypten) und präsentierte zahlreiche Tauchunfälle aus dem Roten Meer. Dabei stellte er anschaulich die geänderten Tauchgewohnheiten in den letzten Jahren heraus.

Wie schon die Veranstaltung anlässlich des 15 jährigen Jubiläums des DKZ Wiesbadens war auch diese Veranstaltung ein voller Erfolg und unterstreicht die Wichtigkeit von abwechslungsreichen Programmzusammenstellungen.

Ihre
Karin Hasmler

Neuer Vorsitzender des VDD

Am 07.04.2018 fand die Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Druckkammerzentren e.V. (VDD) mit Neuwahl des Vorstandes in Gelsenkirchen statt. Dr. Claus F. Müller-Kortkamp, niedergelassener HNO-Arzt in Soltau mit eigener Mehrpersonendruckkammer, wurde zum ersten Vorsitzenden gewählt. Wir gratulieren herzlich zur Wahl und wünschen viel Erfolg im Amt.

Bei Dr. Christian Oest, dem bisherigen Vorsitzenden, bedanken wir uns für die zwar kurze, aber sehr vertrauensvolle und konstruktive Zusammenarbeit. Wir hoffen, daß auch mit dem neuen Vorstand des VDD eine gute Kooperation und gemeinsame Projekte realisiert werden können.



Foto: Claus F. Müller-Kortkamp



18. Tauchmedizinisches Seminar Mallorca

vom 20.10. bis 27.10. 2018



Ort:	Hotel Bahia del Sol; Tauchbasis ZOEA; Santa Ponsa
Lehrgangsleitung:	Dr. Karin Hasmler (Diving & Hyperbaric Medicine Consultant (GTÜM e.V.))
Nähere Auskünfte:	Gunter Schendel, seminar@tauchfreunde-lahndill.de Tel: +49 172 3838656
Zertifizierung:	wird beantragt (2017 GTÜM: 16 Refresherpunkte, 71 CME-Punkte)
Leistungspaket:	Lehrgangs- und Zertifizierungsgebühr, Tauchen, Flug, Übernachtung/Frühstück, Mittagsverpflegung, Seminar Getränke, Flughafentransfer, Inseltransfers (Gesamtkosten: ca. 2.500.-€)
Tauchausbildung:	Im Leistungsangebot ist auf Anfrage auch die taucherische Grundausbildung enthalten, sowie höherwertige Brevets, wie bspw. AOWD oder Rescuediver bzw. Äquivalente. Diese Leistungen können bereits vor der Seminarwoche in Deutschland erbracht werden.

Veranstaltungen der Fachgesellschaften



UHMS Annual Scientific Meeting

Termin: 28. - 30. Juni 2018
Tagungsort: Disney's Coronado Springs Resort, Lake Buena Vista, Florida, USA

Nähere Auskünfte: www.uhms.org/asm-new.html

Anerkannt mit 16 UE für GTÜM- und ÖGTH-Diplome I und IIa & als Kongress für Diplome IIb und III



44nd Annual Scientific Meeting of the European Underwater and Baromedical Society (EUBS) Durban, South Africa

Termin: 23. - 29. September 2018
Nähere Auskünfte: <http://www.tricon2018.org>

Anerkannt mit 16 UE für GTÜM- und ÖGTH-Diplome I und IIa & als Kongress für Diplome IIb und III

Kursangebote

Wenn auch Sie Ihre Institution und Seminare oder Kurse im caisson aufgeführt wissen wollen, senden Sie bitte Ihre Daten gemäß 'Hinweise für Autoren' an die Redaktion – bitte auf Datenträger oder via E-Mail: caisson@gmx.net. Wir können leider anderweitig eingereichte Daten nicht berücksichtigen und bitten in eigenem Interesse um Verständnis. Daten, die die Homepage der GTÜM (www.gtuem.org) betreffen, senden Sie bitte an: gtuem@gtuem.org.

Das aktuelle Angebot der uns gemeldeten Kurse gemäß GTÜM-Richtlinien finden Sie im Internet auf unserer Homepage www.gtuem.org unter 'Termine/Kurse'. Grundsätzlich können nur Kurse im caisson oder auf www.gtuem.org veröffentlicht werden, die von der GTÜM anerkannt wurden. Näheres finden Sie in der Weiterbildungsordnung der GTÜM. Die Red.

Schiffahrtmedizinisches Institut der Marine Kronshagen

Kontakt: Marinekommando,
Abteilung Marinesanität
Kopernikusstrasse 1
18057 Rostock
Tel.: 0381-802539-51 oder -50
MarkdoSan15@bundeswehr.org,

Thema: Taucherarztlehrgang
(beinhaltet GTÜM-Kurs I und IIa)
Termin: 24.09.-19.10.2018
Ort: Kiel/Kronshagen

Thema: Auffrischungslehrgang
(16 UE für GTÜM-Diplome I und IIa)
Termin: 11.12.-13.12.2018
Ort: Kiel/Kronshagen

Universität Düsseldorf

Kontakt: Institut für Arbeits- und Sozialmedizin
Heinrich-Heine-Universität
Dr. T. Muth / S. Siegmann
Universitätsstraße 1
D-40225 Düsseldorf
Tel.: 02 11 / 8 11 47 21
thomas.muth@uni-duesseldorf.de
www.uniklinik-duesseldorf.de

Thema: GTÜM-Kurs I - Tauchtauglichkeit
Termin: 16.11.-18.11.2018
Ort: Düsseldorf

HBO-Zentrum Euregio Aachen

Kontakt: HBO-Zentrum Euregio Aachen
Kackertstr. 11
52072 Aachen
Tel.: +49 (0)241 84044
Fax: +49 (0)241 8793494
Mobil: +49 (0)157 50180584
j.glaetzer@hbo-aachen.de
www.hbo-aachen.de

Thema: GTÜM-Kurs IIa - Tauchmedizin
Termin: 07.06.-10.06.2018 (Teil 1)
& 21.06.-24.06.2018 (Teil 2)
Ort: Aachen

BG Unfallklinik Murnau

Kontakt: BG Unfallklinik Murnau
HBO-Druckkammerzentrum
OA Dr. Holger Schöppenthau
Professor-Küntschers-Str. 8
D-82418 Murnau
Tel. +49 (0)8841/48-4384
holger.schoeppenthau@bgu-murnau.de
www.bgu-murnau.de/behandlungs-spektrum/anaesthesie-intensivmedizin-schmerzmedizin/druckkammer-ausbildungskurse-fuer-aerzte/

Thema: GTÜM-Kurs IIb - Druckkammerarzt
Termin: 12.10. - 21.10.2018
Ort: Murnau

Kursangebote

St. Josef Klinik Regensburg

Kontakt: Caritas-Krankenhaus St. Josef
Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und
Notfallmedizin
Landshuter Str. 65
93053 Regensburg
Tel: 0941-782-3610
Fax: 0941-782-3615
anaesthesiologie@caritasstjosef.de
<http://hyperbarmedizin-regensburg.com>

Thema: GTÜM-Kurs IIa - Taucherarzt
Termin: 30.09. - 05.10.2018
Ort: Regensburg

taucherarzt.at – Wien

Kontakt: Dr. Wilhelm Welslau
Seeböckgasse 17/2
A-1160 Wien
Tel.: +43 (699) 18 44-23 90
taucherarzt.at@gmx.at
www.taucherarzt.at
in Kooperation mit DLRG Tauchturm Berlin

Thema: ÖGTH & GTÜM-Kurs IIa - Tauchmedizin
Termin: 11.-14.10.2018 (Teil 1) und
13.-16.12.2018 (Teil 2)
Ort: Weyregg/Attersee (Teil 1) & Wien (Teil 2)

Anzeige

**Second Tricontinental Conference
on Diving and Hyperbaric Medicine**
Durban, South Africa, September 23-29, 2018

Save the date

TRICON2018

More information will be available shortly
www.tricon2018.org

Logos: Southern African Underwater Medical Association, EUBS, SPUMS, Scott Haldane Diving Medicine

Zertifizierte Veranstaltungen

18. Tauchmedizinisches Seminar Mallorca

Termin: 20.10. - 27.10.2018
Tagungsort: Hotel Bahia del Sol, Santa Ponsa, Mallorca
Nähere Auskünfte: Gunter Schendel, Tel.: +49 172 3838656
seminar@tauchfreunde-lahndill.de

anerkannt mit 16 UE für GTÜM-Diplome I und IIa

Fachtagung CO-Intoxikation & Tauchunfall

Termin: 14.11.2018
Tagungsort: Wuppertal
Nähere Auskünfte: <https://www.vdf-nrw.de>

anerkannt mit 8 UE für GTÜM-Diplome I und IIa

12. Tauchmedizin-Workshop Malediven

Termin: 29.01. - 06.02.2019
Tagungsort: Malediven, M/S Nautilus Two
Nähere Auskünfte: Dr. Wilhelm Welslau, Tel.: +43 (699) 18442390 & Dr. Roswitha Prohaska
Tel.: +43 (699) 19442390
taucherarzt.at@gmx.at, www.taucherarzt.at

anerkannt mit 16 UE für GTÜM-Diplome I und IIa

13. Tauchmedizin-Workshop Malediven

Termin: 06.02. - 14.02.2019
Tagungsort: Malediven, M/S Nautilus Two
Nähere Auskünfte: Dr. Wilhelm Welslau, Tel.: +43 (699) 18442390 & Dr. Roswitha Prohaska
Tel.: +43 (699) 19442390
taucherarzt.at@gmx.at, www.taucherarzt.at

anerkannt mit 16 UE für GTÜM-Diplome I und IIa

Kontaktadressen GTÜM

Stand 01.05.2018

Engerer Vorstand

Präsidentin

Dr. med. Karin Hasmler
Anästhesistin
BG – Unfallklinik Murnau
Prof.-Küntschers-Strasse 8
D-82418 Murnau
Tel.: +49 (0)88 41-48 2709
k.hasmler@gtuem.org

Vize-Präsident

FLA Prof. Dr. Andreas Koch
Sektion Maritime Medizin am Inst.
für Experim. Medizin des UKSH
Christian-Albrechts-Univ. zu Kiel
c/o Schifffahrtmed. Inst. d. Marine
Kopperpähler Allee 120
D-24119 Kronshagen
Tel.: +49 (0)431-5409/1503
a.koch@gtuem.org

Sekretär

Prof. Dr. med. Kay Tetzlaff
Internist/Pneumologie
Medizinische Klinik,
Abteilung Sportmedizin
Universitätsklinikum Tübingen
Hoppe-Seyler-Straße 6
D-72076 Tübingen
Tel.: +49 (0)151-15 02 17 84
k.tetzlaff@gtuem.org

Schatzmeister

Dr. med. Lars Eichhorn
Klinik f. FA Anästhesie und
Operative Intensivmedizin
Universitätsklinikum Bonn
Sigmund-Freud-Straße 25
D-53127 Bonn
Tel.: +49 (0)171-233 6037
l.eichhorn@gtuem.org

Erweiterter Vorstand

Redakteur CAISSON

Dr. med. Wilhelm Welslau
Arbeitsmediziner
Seeböckgasse 17
A-1160 Wien
Tel.: +43 (699)18 44-23 90
Fax: +43 (1)944-23 90
caisson@gmx.net

Beisitzer

Dr. med. Christian Beyer
Facharzt f. Kinder-Jugendmedizin
Wandsbecker Marktstraße 69-71
D-22041 Hamburg
Tel.: +49 (0)40-682400
Fax: +49 (0)40-685520
c.beyer@gtuem.org

Dr. med. Andreas Fichtner, MME
Klinik f. Anästhesiologie u. Intensivtherapie
Klinikum Chemnitz gGmbH
Flemmingstraße 2
D-09116 Chemnitz
Tel.: +49 (0)3 71-333333 72
a.fichtner@gtuem.org

PD Dr. med. Björn Jüttner
Anästhesist
Medizinische Hochschule Hannover
Carl-Neuberg-Straße 1
D-30625 Hannover
Tel.: +49 (0)176-15 32 36 89
b.juettner@gtuem.org

Till Klein
Klinik für Operative Intensivmedizin und
Intermediate Care, Uniklinik RWTH Aachen
HBO-Zentrum Euregio Aachen
Kackertstraße 11, 52072 Aachen
Tel: +49-(0) 241/84044
Fax: +49-(0) 241/8793494
t.klein@hbo-aachen.de

Oliver Müller
Anästhesist
Vivantes Klinikum im Friedrichshain
Landsberger Allee 49
D-10249 Berlin
Tel.: +49 (0)30-130231570
o.mueller@gtuem.org

Prof. Dr. med. Claus-Martin Muth
Leiter der Sektion Notfallmedizin
Universitätsklinikum Ulm
Prittwitzstraße 43
D-89075 Ulm
Tel.: +49 (0)731-5006 0140
Fax: +49 (0)731-50 06 0142
c.muth@gtuem.org

Vorsitzender des VDD e.V.

Dr. med. Claus Müller-Kortkamp
HNO-Arzt
Seilerstr. 7
29614 Soltau
Tel.: +49 (0)5191-98616
info@vdd-hbo.de

Ansprechpartner

Geschäftsstelle GTÜM

Susanne Keller
BG-Unfallklinik Murnau
Prof. Küntschersstraße 8
D-82418 Murnau
Tel.: +49 (0)88 41-48 2167
Fax: +49 (0)88 41-48 2166
gtuem@gtuem.org
Sprechzeit dienstags 9 - 11 Uhr

Druckkammer-Liste

Dr. med. Ulrich van Laak
DAN Europe Deutschland
Eichkoppelweg 70
D-24119 Kronshagen
Tel.: +49 (0)4 31-54 42 87
Fax: +49 (0)4 31-54 42 88
u.vanlaak@gtuem.org

Forschung

Prof. Dr. med. Andreas Koch (s.o.)

Leitlinien-Beauftragter

PD Dr. med. Björn Jüttner (s.o.)

Literatur-Datenbank

Prof. Dr. Jochen D Schipke
Wildenbruchstraße 10
D-40545 Düsseldorf
Tel.: +49 (0)211-579994
j.schipke@gmx.org

Recht

Benno Scharpenberg
Präsident des Finanzgerichts Köln
Brandenburger Straße 11
D-41539 Dormagen
Tel.: +49 (0)171-748 35 13
b.scharpenberg@gtuem.org

Taucherarzt-Liste

gtuem@gtuem.org

Tauchmedizin

Prof. Dr. med. Kay Tetzlaff (s.o.)
Dr. med. Christian Beyer (s.o.)
(Dr. Beyer nur für Kinder und Jugendliche)

Webmaster

Müller, Oliver (s.o.)

Weiterbildung

Dr. med. Andreas Fichtner (s.o.)
(Diplome)
Prof. Dr. Claus-Martin Muth (s.o.)
(Veranstaltungen/Kurse)

HAUX-QUADRO Systems: Innovations for HBO Technology



HAUX-LIFE-SUPPORT GmbH
Auf der Hub 11-15
DE-76307 Karlsbad, Germany

Tel.: +49-(0)7248 9160-0
info@hauylifesupport.de
www.hauylifesupport.de

Anzeige



Ausbildung & Refresher-Kurse

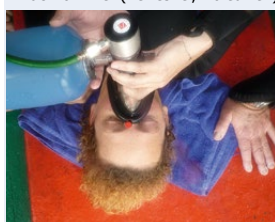
Tauchmedizin-Ausbildung seit 2004 mit internationaler Anerkennung



Praxis Attersee (Kurs IIa)



Druckkammer (Refresher, Malediven)



Refresher, Nautilus Two, Notfallübung

unsere nächsten Termine

Kurs IIa Tauchmedizin am Attersee und in Wien

Teil 1: 11.-14.10.18 (Do-So, Weyregg, Attersee) & Teil 2: 13.-16.12.18 (Do-So, Wien)

Tauchmedizin-Workshop auf den Malediven (M/S Nautilus Two):

WS 12: 29.1.-6.2.2019, WS 13: 6.-14.2.2019

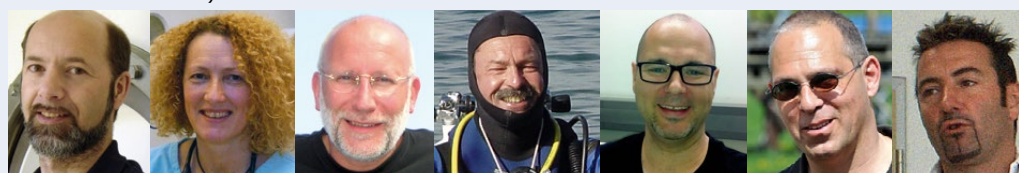
Anerkannt als 16 UE-Refresher für GTÜM- & ÖGTH-Diplome

Einzelheiten & aktuelle Kurse: www.taucherarzt.at. Fragen bitte an: taucherarzt.at@gmx.at
Kursankündigungen auch auf: www.gtuem.org (GTÜM) und www.oegth.at (ÖGTH)

über 50 Kurse in den letzten 14 Jahren. Deutschland, Österreich, Thailand, Malediven > 900 Absolventen aus: Deutschland, Österreich, Schweiz, Italien, Luxemburg, Niederlande, GB, Malediven, Thailand...

Leitung: **Wilhelm Welslau**, Taucherarzt seit 1988, Tauchmedizin-Kurse seit 1992, Diving & Hyperbaric Medicine Consultant seit 2002, Member of EDTC/ECHM Joint Educational Committee seit 2009.

Referenten (v.l.n.r.): Wilhelm **Welslau**, R. **Prohaska** (ÖGTH-Präsidentin), U. **van Laak** (Direktor DAN Europe D, A und H), A. **Salm** (Physiker, Dekompressionsspezialist), F. **Hartig**, (TecDive-Experte, diving-concepts.at), P. **Kemetzhofer** (notfallmedizin.or.at), A. **Männer** (ehem. Berufstauchfirma Nautilus, www.nautilus-two.at)



Als Experten verfügen alle Referenten über **große praktische Erfahrung** in ihren Fachbereichen: Tauchtauglichkeit, Tauchen mit Handicap, Tauchunfall-Behandlung, Tec. Tauchen, Apnoe, Forschungstauchen, Berufstauchen, Druckluftarbeit, HBO-Therapie, Druckkammer-Technik und Notfallmedizin.
Zu Spezialthemen laden wir jeweils weitere Experten ein.

caisson

Vorstand der GTÜM - BG Unfallklinik Murnau
Prof. Küntscher-Straße 8 | 82418 Murnau
PVSt, Deutsche Post AG, Entgelt bezahlt, Z K Z 62369



Abbildung:
Flusstauschen in der Verzasca im Tessin (Foto Albrecht Salm)