



Deko-Computer, -Tabellen & -Programme S.14
Tauchroboter als Dive Buddy S.6
PRO & CONTRA Langsamer Aufstieg S.23

U O S S T E C

BOOT 2015

Stand - Impressionen



An den 9 Messetagen standen je nach erwartetem Besucherandrang immer zwei bis drei GTÜM-Vorstandsmitglieder auf dem gemeinsamen Stand von DAN Europe und GTÜM als Ansprechpartner zur Verfügung. An dieser Stelle möchte sich die GTÜM noch einmal bei DAN Europe für die großzügige und gelungene Integration in das neue Stand-Konzept bedanken.



Foto li.: Messestand-Mannschaft in Halle 3: hinten v.l.n.r.: Udo Bargon, Peter Schetter, Roswitha Prohaska, Annalisa Renzetti, Wilhelm Welslau, Ulrich van Laak, Oliver Müller. Vorn v.l.n.r.: Pascal Kolb, Roberto Cocciola, Claudio Deluliis, Mike Schleger. Foto mi.: GTÜM-Vorstand Björn Jüttner und ÖGTH-Präsidentin Roswitha Prohaska in der Beratung. Foto re.: Die caisson-Redaktion wird übergeben: Jochen Schipke und Wilhelm Welslau

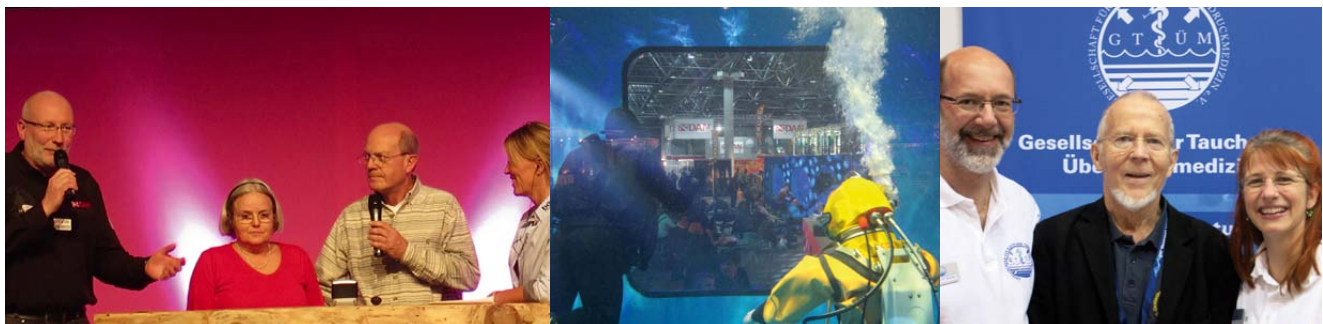


Foto li.: Messe-Thema „Tauchen mit 55 plus“: Ulrich van Laak, DAN-Direktor Deutschland und Österreich, auf der Bühne in Halle 3 mit Uschi und Hans-Otto Lübke und BOOT-Moderatorin Anna von Botticher. Foto mi.: Der Messestand von DAN und GTÜM war in Halle 3 immer im Blick, auch aus dem Tauchbecken an der Aktionsbühne war er gut zu sehen. Foto re.: Jochen Schipke erfuhr auf dem Messestand von seiner Ernennung zum Ehrenmitglied der GTÜM (v.l.n.r.: Wilhelm Welslau, Jochen Schipke, Karin Hasmler)
(alle Fotos: Ulrich van Laak und Roswitha Prohaska)

Editorial

Alles neu...

Sehr geehrte Leserinnen,
sehr geehrte Leser,



ich darf Sie an dieser Stelle zum ersten Mal als Redakteur des *caisson* begrüßen. Es ist nicht mein erstes Editorial, zu Zeiten meiner GTÜM-Präsidentschaft habe ich mich hier bereits zu Wort gemeldet. Und es ist auch nicht meine erste Tätigkeit als *caisson*-Redakteur, unter Dr. Ulrich van Laak gehörte ich bereits 1992 - 2002 dem Redaktionsteam an. Aber schauen wir in die Zukunft:

Ich freue mich auf meine neue Aufgabe und hoffe, dass ich *caisson* gemeinsam mit Ihnen (!) erfolgreich weiterführen kann. Jochen Schipke hat mir ein ziemlich großes Paar Schuhe hinterlassen. Um diese auszufüllen, bin ich wirklich auf Ihre Mitarbeit angewiesen: als Autoren, Leserbriefschreiber, Ideengeber...

Bitte helfen Sie *caisson* so zu veröffentlichen, wie Sie ihn lesen möchten. Wenn Sie mehr „Pro und Contra“-Beiträge wünschen, schicken Sie mir bitte Ihre Ideen hierzu. Wenn Sie Fallberichte zu Tauchtauglichkeit, Tauchunfällen oder HBO-Patienten wünschen, schicken Sie mir bitte Ihren (!) interessanten Fall. Es muss ja nicht immer hoch-wissenschaftlich sein, sondern „aus der Praxis, für die Praxis“. Von interessanten Fällen höre ich von Kollegen immer wieder. Geben Sie sich einen Ruck und beteiligen Sie die *caisson*-Leser an Ihren tauch- oder hyperbarmedizinischen Aha-Erlebnissen.

Von Redaktionsseite möchte ich, wie Jochen Schipke, gern interessante Artikel zu unseren Kernthemen Tauchmedizin und HBO-Therapie abdrucken, die bereits international veröffentlicht wurden, aber vielen *caisson*-Lesern nicht bekannt sind. Bei sehr renommierten Journalen scheitert dies allerdings oft an den für *caisson* unannehmbaren Konditionen für ein Re-

print. Bei wichtigen Veröffentlichungen, z.B. umfassenden Reviews zu Kernthemen, will die GTÜM das aber dennoch im Einzelfall machen.

Ein Glücksfall in dieser Hinsicht ist die enge Kooperation mit der EUBS, die auf dem EUBS/GTÜM-Kongress 2014 in Wiesbaden weiter gefestigt wurde (lesen Sie hierzu den Brief von EUBS-Präsident *Prof. Costantino Balestra* auf S. 40). Künftig werden wir regelmäßig einzelne Artikel aus dem EUBS-Journal *Diving and Hyperbaric Medicine* (DHM) komplett abdrucken können. Wir werden entweder die gesamte Arbeit übersetzen (plus english abstract) oder alles in Englisch drucken (plus deutsche Zusammenfassung), je nach Möglichkeit und Notwendigkeit (Leichtere Kost eher Englisch, Schwerverdauliches möglichst Deutsch...).

Auf der *BOOT 2015* in Düsseldorf habe ich mich auf unserem Messestand sehr über die zahlreichen Kontakte gefreut, die Hilfe und Unterstützung für den *caisson* angeboten haben. Ergebnisse dieser Gespräche finden sich bereits in dieser Ausgabe.

Haben Sie Ihren *caisson* eigentlich sofort erkannt? Eigentlich ist der neue Titel-Schriftzug ja nicht zu übersehen. Aber neben der Redaktionsleitung hat sich ja doch einiges mehr verändert. Das letzte Faceliftung erhielt *caisson* übrigens vor neun Jahren. Damals wurde zeitgleich auch die Website der GTÜM generalüberholt, in ähnlichem Design. Jetzt wiederholt sich dieses Tandem. Der neue GTÜM-Webmaster Dr. Oliver Müller ist noch mitten in der Überarbeitung. Der komplette Neuaufbau der GTÜM-Website ist erforderlich, um Web-Inhalte auch auf Smartphones und Tablets mit ihren etwas kleineren Bildschirmen übersichtlich darstellen zu können. Da lag es nahe, *caisson* ebenfalls zu updaten - auch hinsichtlich der digitalen Präsenz, doch dazu mehr im Laufe dieses Jahres.

Für Anregungen und Beiträge erreichen Sie die *caisson*-Redaktion ab sofort unter <welslau@gmx.org>.

Auf gute Zusammenarbeit!

Ihr

14

Titelthema
Yet Another Benchmark



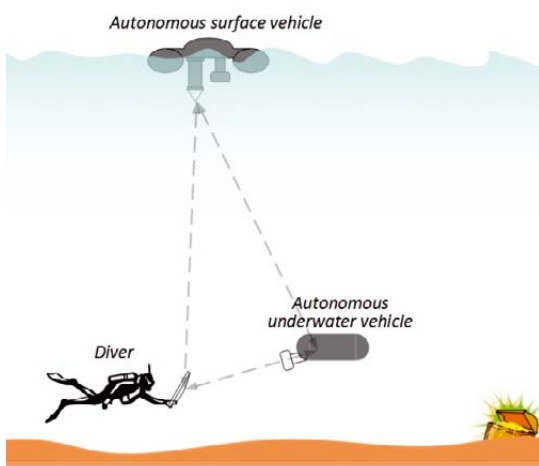
02

BOOT Messe
Stand-
Impressionen



06

COGNITIVE
AUTONOMOUS
DIVING BUDDY
(CADDY)



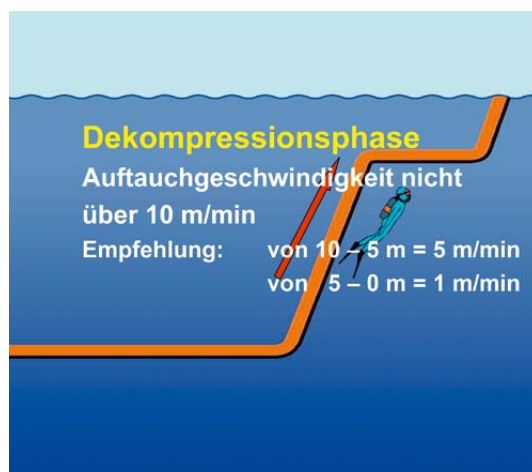
Dekompressionsphase

Auftauchgeschwindigkeit nicht
über 10 m/min

Empfehlung: von 10 – 5 m = 5 m/min
von 5 – 0 m = 1 m/min

23

Pro und
Contra
Ganz langsam



14

Sie gaben ihr
Leben-
wofür?



44

Zehn Jahre
Qualitätszirkel

Zum Titelbild:

„Das Foto zeigt drei unterschiedliche Tauchcomputer am Ende eines Tauchgangs. Alle Computer befinden sich auf exakt der gleichen Tiefe, zeigen aber 3 unterschiedliche Tiefen an ... und zeigen 3 völlig unterschiedliche Angaben der zu berechnenden Rest-„Null-Zeiten“ (Foto: A. Salm, näheres zum Foto im Artikel „Der etwas andere Vergleich“ auf S. 14).

Inhalt

- BOOT Messe 2015**
- 02 Stand-Impressionen
- EDITORIAL**
- 03 Alles neu... W. Welslau
- 05 **Impressum & Hinweise für Autoren**

TAUCHMEDIZIN

- COGNITIVE AUTONOMOUS DIVING BUDDY (CADDY)**
- 06 - Operational Safety and Preliminary Results, S.M. Egi, C. Balestra, M. Pieri, D. Cialoni, G. Thomas, A. Marroni
- Yet Another Benchmark**
- 14 - Der etwas andere Vergleich – Teil I
A. Salm
- PRO und CONTRA – Ganz langsam**
- 23 - geänderte Aufstiegsgeschwindigkeit im VDST, D. Michaelis & F. Hartig
- Y-40 –**
- 31 **Das tiefste Schwimmbad der Welt,**
W. Welslau
- Deko-Tauchgänge**
- 33 - Angst und Faszination im Buddyteam
R. Herr
- 36 **Sie gaben ihr Leben - wofür?**

HYPERBARMEDIZIN

- 38 **Einfluss der Druckluftverordnung auf die HBO**
D. Tirpitz

AKTUELLES

- 40 **EUBS-Membership?**
C. Balestra
- 41 **Neue Ehrenmitglieder der GTÜM**
K. Hasmler
- 42 **Tauchmedizin-Workshop, Innsbruck, 21.2.2015**
ÖGTH/GTÜM/DAN Europe - Bericht
T. Grabher
- 44 **Zehn Jahre Qualitätszirkel**
Tauch- und Hyperbarmedizin in Wetzlar
W. Hühn
- 46 **Kongress-Ankündigungen**
- 47 **Kursangebote**
- 49 **GTÜM-zertifizierte Veranstaltungen**
- 50 **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, welslau@gmx.org

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

Geschäftsstelle: GTÜM e.V., Dunja Hausmann, 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: Dagmar Venus, Paderborn, **Lektorat:** taucherarzt.at, Wien, **Druck & Versand:** Druckerei Marquart GmbH, Aulendorf, Auflage 1.400.

caisson erscheint viermal jährlich, etwa zur Mitte der Monate März, Juni, Sept. und Dez., 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: welslau@gmx.org

Cognitive Autonomous Diving Buddy (Caddy)

Operational Safety and Preliminary Results



AUTOR

Prof. Salih Murat Egi •
DAN Europe Research •
Division •
Roseto degli Abruzzi •
Italy •
Email: •
smegi@daneurope.org •

SM Egi^{1,2}, C Balestra^{1,3}, M Pieri¹, D Cialoni¹, G Thomas¹, A Marroni¹

¹DAN Europe Research Division, Roseto degli Abruzzi, Italy ²Galatasaray University Computer Eng Dept, Istanbul, Turkey ³Haute Ecole Paul Henri-Spaak, Environmental, Occupational & Ageing Physiology Laboratory, Bruxelles, Belgium

Kognitiver, autonomer Tauch-Assistent (CADDY): Betriebssicherheit u. erste Ergebnisse

Summary

Egi SM, Balestra C, Pieri M, Cialoni D, Thomas G, Marroni A. Cognitive Autonomous Diving Buddy (CADDY) - Operational Safety and Preliminary Results. CAISSON. März 2015;30(1):6-13

Divers (SCUBA, scientific, public safety and technical) operate in harsh and weakly monitored environments in which the slightest unexpected disturbances, technical malfunctions, or lack of attention of a diver can result in catastrophic consequences. These issues are usually dealt with by pairing up divers and adopting well defined rules for diving operations to reduce the chance of accidents. However, during more challenging dives these procedures may not be sufficient to ensure almost accident-free operations, for the divers must maneuver in complex 3D environments, carry cumbersome equipment, and focus attention on operational details. The core of the research and development effort will focus on setting up symbiotic links between a human diver and a set of companion autonomous robots. This motivates the

Zusammenfassung

Taucher (Gerätetaucher, Forschungstaucher, Einsatztaucher und technische Taucher) operieren in rauen, unzureichend überwachten Umgebungen, in denen kleinste, unerwartete Störungen, technische Fehlfunktionen oder die Unaufmerksamkeit eines Tauchers zu katastrophalen Konsequenzen führen können. Diesen Problemen wird üblicher Weise durch das Tauchen mit Tauchpartner und der Einhaltung detaillierter Regeln für Tauchoperationen begegnet, um das Unfallrisiko zu reduzieren. Bei anspruchsvolleren Tauchgängen ist dies aber eventuell nicht ausreichend, um eine möglichst unfallfreie Durchführung zu gewährleisten, wenn Taucher in komplexen 3D-Umgebungen manövrieren, dabei mit unhandlichen Ausrüstungen hantieren, und ihre Aufmerksamkeit auf Details der Tauchaufgabe fokussieren müssen. Der Kern der Forschungs- und Entwicklungsarbeit konzentriert sich auf die Entwicklung symbiotischer Verbindungen zwischen einem menschlichen Taucher und einem

CADDY team to develop a multi component, highly cognitive underwater robotic system capable of learning, interpreting, and adapting to the diver's behavior and physical state while avoiding the complications of using a robot and the acoustical technologies underwater. This communications addresses the safety issues and the preliminary results of the feasibility stage.

Keywords: Acoustic communication, Autonomous Underwater Vehicle (AUV), Telemetry, Robotics.

Introduction

Despite the advances in biomedical technology, there have been few efforts for real time wireless medical monitoring of divers [1-7]. This is partly due to the inadequacy of the aquatic transmission environment for the electromagnetic waves. In fact, acoustic transmission remains the only information carrier signal for marine environment, but also bring several problems such as reflection from obstacles, orientation etc [1]. Within the scope of the CADDY project, an autonomous underwater vehicle, who can track the diver for optimal position to act as an acoustical relay station to a surface vehicle, is proposed for best real time monitoring.

As a general view, the core of the proposed envisioned concept consists of a diver, autonomous underwater robot and autonomous surface robot as it is shown in the Fig. 1. A diver will interact with the companion autonomous underwater robot which will maneuver underwater in the vicinity of the diver and exhibit cognitive behavior with regard to the diver actions. The autonomous surface vehicle that communicates with the diver and the autonomous underwater robot is a communication relay link to the command center but at the same time it also plays the key role of a navigation aid to the underwater vehicles. It must adapt its motion so as to optimize the conditions for increased communications efficiency and navigational accuracy of the three components of the formation.

autonomen begleitenden Robotersystem. Dies motivierte das CADDY-Team zur Entwicklung eines aus mehreren Komponenten bestehenden Unterwasser-Robotersystems. Dieses System ist in hohem Maße kognitionsfähig, lernfähig und interpretationsfähig; es kann sich an Verhalten und physische Parameter des Tauchers anpassen, und kann so die Probleme eines Roboter-Einsatzes mit akustischen Unterwasser-Technologien vermeiden. Die vorliegende Veröffentlichung geht auf Sicherheitsfragen ein und zeigt vorläufige Ergebnisse auf der Stufe einer Machbarkeitsstudie. (Übersetzung: W. Welslau)

Schlüsselwörter: Akustische Kommunikation, Autonomes Unterwasser-Vehikel (AUV), Telemetrie, Robotik

There are in fact 3 different models for CADDY: Observer, slave and guide. The model which is relevant for underwater physiology is the "observer" CADDY, that monitors the diver at all times during the dive and interprets his/her behavior by assessing for example the 3 dimensional body dynamics, monitoring the respiratory frequency, detecting the onset of nitrogen narcosis and signs of panic by 3-D

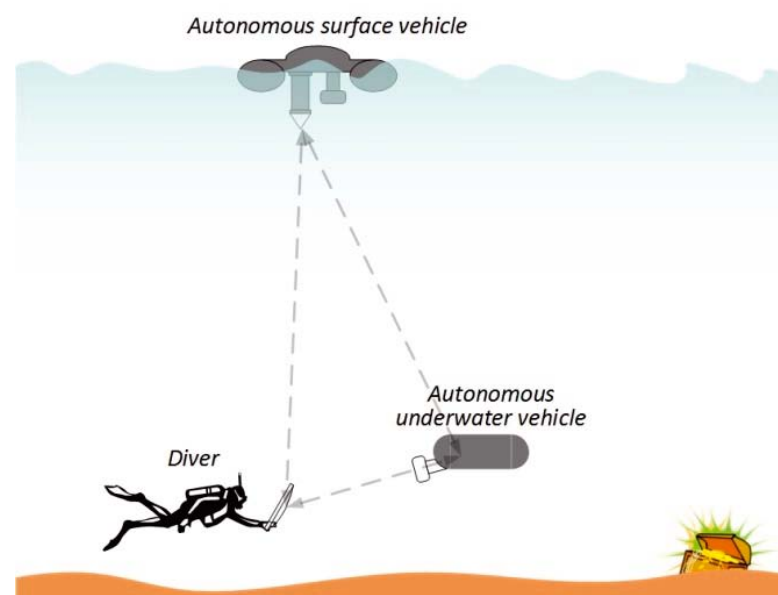


Fig. 1 The CADDY concept

enhanced video images, and interpreting symbolic gestures communicated by the diver.

At this stage, another challenging task is ensuring that the robotic buddy must maneuver safely around the diver and any mechanical, acoustical, electrical or electromagnetic hazard is avoided.

Methods

A consortium of 7 different institutions drafted the project that will last 3 years and is funded by the European Community's Seventh Framework Program FP7- Challenge 2: Cognitive Systems and Robotics - under grant agreement no. 611373. Namely: University of Zagreb Faculty of Electrical Engineering and Computing, CNR- National Research Council Italy, Instituto Superior Técnico, Institute for Systems and Robotics, Jacobs University, University of Vienna, Faculty of Life Sciences, Department of Anthropology, Newcastle University, School of Electrical & Electronic Engineering, Diver Alert Network Europe. An Advisory Board (AB) is appointed and steered by the Executive Board. The AB shall assist and facilitate the decisions made by the Steering Board. AB is the body of experts in different field where the CADDY project finds application domains. They advise, give practical recommendations and refer to practical problems. The User Board (UB) has been initialized and will be maintained and enriched during the project lifetime with the intention of keeping CADDY in relation with potential external stakeholders, likely to be affected by and benefit from the work carried out in CADDY. User-Board members' feedbacks will be collected with a dual objective: internal for advising and guidance, and external for dissemination purpose. Until now, 14 different organizations including industry leaders such as PADI (Professional Association of Diving Instructors) and COMEX joined the user board.

The entire project is divided into 6 work packages namely: Robotic diver assistance system, Seeing the diver, Understanding the diver, Diver-robot cooperation and control, Integration and validation, Diver safety and regulation issues.

Safety first:

During the first period, the existing vehicles that will be adapted for the purposes of the CADDY project were evaluated regarding safety issues. This will

mainly focus on the vehicles' maneuvering capabilities as an indicator of whether the vehicles are safe to be used for interaction with divers. The hazards of ancillary equipment such as scaling LASER2s and acoustic modems or re-locators were addressed as well.

Following the literature survey, the common standards of safety for Human - Machine interaction were identified and are to be used by The AUV designers during the entire project; to list the major ones:

- ISO 10218: Safety requirements for industrial robots
- ISO 12100: Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction
- ISO 13849: Safety of machinery – Safety-related parts of control systems
- ISO 13850: Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design
- ISO 13854: Safety of machinery – Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body
- ISO 13855: Safety of machinery – Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body.
- ISO 13857: Safety of machinery – Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs
- ISO 14738: Safety of machinery – Anthropometric requirements for the designs of workstations at machinery
- ISO 13482: Robots and robotic devices – Safety requirements for personal care robots service
- ANSI/RIA R15.06-1999. American National Standard for Industrial Robots and Robot Systems — Safety Requirements American National Standards Institute, Inc. June 21, 1999
- IEC 62061 Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems
- IEC 60204 Safety of machinery
- IEC 61310 Safety of machinery – indication, marking and actuation – Part 1 Requirements for visual, acoustic and tactile signals
- IEC 62046 Application of protective equipment to detect the presence of persons
- IMCA D002 Battery packs in pressure housings
- IMCA D039 FMEA guide for diving systems
- IMCA D045 Code of practice for the safe use of electricity under water
- IMCA D046 Considerations for the safe operations of autonomous underwater vehicles (AUVs)

Potential Hazards of Man-Machine interactions

a. Trauma

Considering the payload and the speed of the AUV's used in CADDY, they are less likely to cause any lethal trauma by direct collision except that the collision area is the face or by a direct hit of the propeller. In this case AUV's not only cause a deadly trauma but may also hit the regulator and may cause the loss of primary gas supply. A special lightweight protected SCUBA system is developed to provide full redundancy, full face mask and helmet use against trauma's during system validation trials (Fig. 2 and 3).



Fig 2. Full face mask-helmet combination with acoustic communication system (OceanReef Inc, photo: DAN Europe)

b. Electrical shock

The hazards of the use of electricity underwater were perfectly described in IMCA document IMCA D 045, R 015, Code of Practice for The Safe Use of Electricity Under Water. All other risks associated with the use of electric power under water (mechanical risks, non-electric burns, ionising radiation, and generation of sound, ultra-sound and shock waves) are excluded. The most obvious of these is electric shock and the prevention of this is the primary intent of the Code. In addition, degradation of electrical insulating material by heat can result in the emission of toxic or explosive products, and hot surfaces or electric arcs from faulty equipment or switching devices can ignite some gas mixtures and pollute the diver's breathing gas supplies. Information on the prevention of these hazards is included in the Code.



Fig 3. Diver with DiverNet sensors and redundant-protected SCUBA system (Innovasub LTD, photo: DAN Europe).

c. Acoustical trauma

Divers exposed to high levels of underwater sound can suffer from dizziness, hearing damage or other injuries to other sensitive organs, depending on the frequency and intensity of the sound. This may include neurological symptoms such as blurred vision, light-headedness, vibratory sensations in hands,

arms and legs, and tremors in upper extremities [8-10]. Sound Exposure Level (SEL), the time integral of sound pressures received over the duration of exposure, which reflects the total sound energy received during exposure. This measure recognizes that the effects of sound are a function of exposure duration as well as maximum instantaneous peak pressure. SEL allows comparison of short exposures to high sound pressure levels with longer exposures to lower pressure levels. SEL is referenced to both a reference pressure (1 μ Pa) and an exposure duration (1 s), and has units of decibel (dB).

There is wide agreement that Pmax and SEL are appropriate measures for assessment of sound impacts on marine animals [11,12]. Note that McCauley et al. (2000) refer to SEL as "equivalent energy". Published data from humans under water in literature are scarce and sometimes use different terminology with regard to sound levels. For example sound pressure levels measured in air are normally reported with a reference pressure of 20 μ Pa whereas levels measured in water are normally reported with a reference pressure of 1 μ Pa. Therefore, in the diving environment it is recommended to use SPL (sound pressure level) threshold with reference pressure of one micropascal (1 μ Pa) for both water and air measurements in order to compare values from different sources [13,14].

The second mechanism of acoustical trauma is postulated to occur by resonance of the gas containing tissues such as lungs, sinuses etc. A recent workshop on acoustical trauma that whereas the preceding logic makes it seem unlikely that acoustic resonance in air spaces played a primary role in tissue trauma, nevertheless the only acceptable basis for testing this hypothesis is empirical data. [15]

The third mechanism of trauma is by acoustically mediated bubble growth/formation. One mechanism of tissue damage is sonic-induced bubble formation or growth in tissues that are supersaturated with nitrogen (or other biologically inert gases used in diving such as helium). The amount of gas dissolved in tissues is a function of dive depth (hydrostatic pressure), dive duration, descent and ascent rates, and the depth at which gas exchange is precluded by alveolar collapse. In humans and some other mammals, especially those breathing compressed gas, sudden decompression causes nitrogen to come out of solution and form bubbles (termed decompression sickness, caisson disease, or the "bends"). Two possible

means of bubble growth initiation have been hypothesized; 1) activation of bubble nuclei (microscopic bubbles) that are stabilized within the tissues, and 2) acoustic or mechanical cavitation [16,17]. This is especially very important since a close cooperation and thereby a sustained subjection to sound waves will be expected in CADDY. During decompression phase of the dive bubble growth might be mediated or enhanced by the corresponding resonant sound frequencies.

d. EM hazards

The salt water is a very good filter for electromagnetic waves. However, there is still a potential hazard while using LASER for scaling. On the other hand, some diver equipment are reported to fail when subjected to high EM fields, such as the wireless air integration units.

e. Psychological problems

The existence of the AUV in the vicinity of the diver may impose a threat and reduce the work efficiency. They can also diminish the attention span of the divers. We believe that this will be overcome to a great extent over the time by habituation. It is also true that even the presence of a human „new“ buddy will diminish the task efficiency of the diver while compared to the „usual dive buddy“.

First experiments

A first feasibility study with 9 dives has been carried out with a total bottom time of 786 min, maximum depth 5 meters, in Pag Island, Croatia (12-16 May 2014). The main purposes of the experiments are:

- To calibrate the respiratory frequency measurements
- To use the stereo camera for interpreting the hand signals and the body position
- To use the network of inertial sensors that gives the dynamic position of the limbs, head and the trunk. This network constitutes the backbone of the general data acquisition system DiverNet 1.0.
- To use the scanning sonar to acquire diver images underwater.

Pag experiments include as well dry experiments on land to investigate the effect of breathing through a regulator on the breathing pattern. As the breathing belt was not yet integrated into DiverNet version 1,

the experiment was carried out on land. Breathing belt, Heart frequency sensor, Video stimulus (screen saver), Sony Digital HD Video Camera Recorder HRX-MC2000E, ADI BioAmp, PowerLab, Air tank, Regulator, Diving mask were used. The participants wore a breathing belt (UFI Model 1132 Pneumotrace II™) as well as a heart frequency sensor (Polar) and were filmed with a camera. During the measurements, participants focused on a computer screen with a moving screen saver in order to avoid being distracted. Each participant was recorded for 3 minutes without regulator and afterwards 3 minutes with regulator (attached to a gas tank) and a diving mask. The diving mask inhibited breathing through the nose. 15 participants (8 men; mean age: 29.1 yrs; 7 women, mean age: 25.0 yrs) were recorded.

The Pag experiments were followed by the dives in the world's deepest swimming pool Y-40 (Padova, Italy). 25 divers gave informed consent to join the Y-40 experiment in 3-4 June 2014. 16 CADDY dives

have been carried out with a total bottom time of 408 min, maximum depth 8 meters. In addition to the previous tasks in Pag, they were required to carry out specific tasks, to test the DiverNet and the different states such as exhaustion and low level of stress that is induced by clearing the mask or switching to alternate air source.

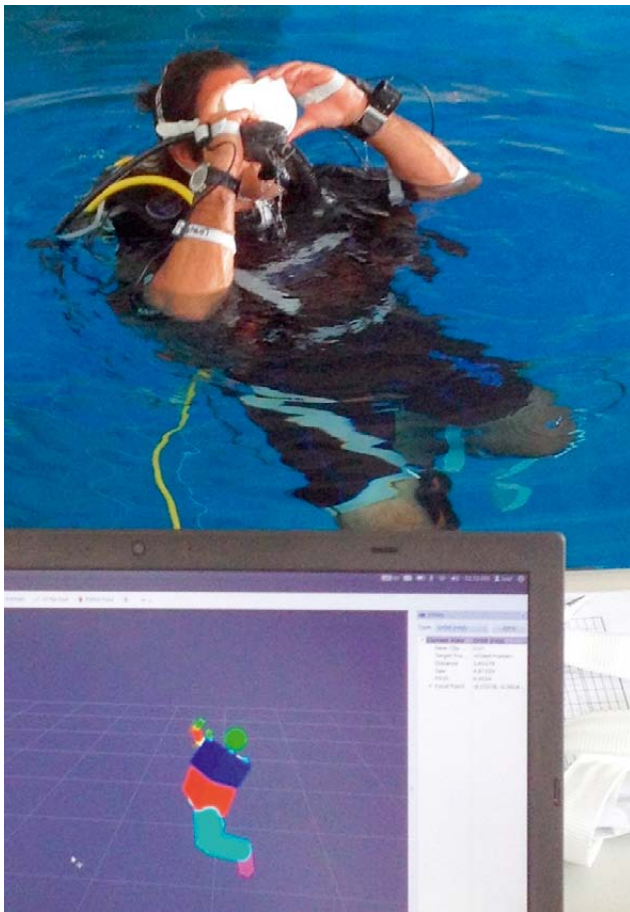


Fig. 5. Positional Image reconstructed using the DiverNet data. Position of diver at surface is clearly identified and shown on display. photo: DAN Europe



Fig. 4. DiverNet Sensors are mounted prior to the dive to test diver Robert van den Berg, DAN Europe Regional Training Coordinator, Austria. photo: DAN Europe

Results

The project completed its first year as of January 2015. No incidents and accidents were encountered except a trip-slip incident without any damage. The initial results revealed the efficiency of the DiverNet 1.0 in the movement reconstruction and modeling (Fig. 4, 5, 6 and 7).

For the dry experiment results, in this comparison we get surprising results. Basically we analyzed time series parameters. Heart activity was analyzed

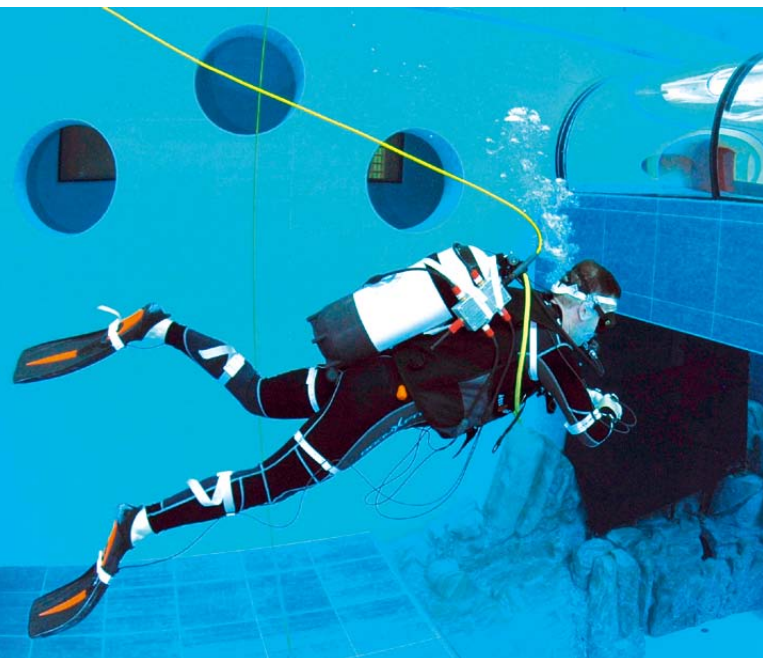


Fig. 6. Diver with DiverNet sensors swimming at depth.
photo: DAN Europe

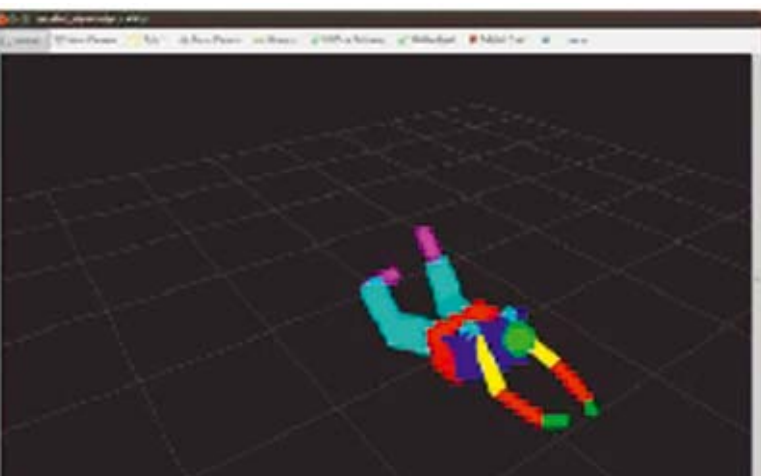


Fig 7. Positional Image of diver in Fig. 6 reconstructed
using the DiverNet data. photo: DAN Europe

with the following parameters: Heart rate; General changes over time (expressiveness); Acceleration speed and deceleration speed; Amount of change to max amplitude and to min amplitude; Turbulence – a measure for deviations from regularity. Breathing patterns were analyzed with the following parameters: Breath rate; General changes over time; Inhalation and exhalation speed; Inhalation and exhalation amplitude; Turbulence. The differences between the use of a regulator (WR) and free breathing (WOR) are few. Only breath rate is affected by the regulator. Breath rate is significantly lower in the WR condition (Mean breath rate WR: mean = 11.30 breaths per minute; WOR: mean = 14.48 breaths per minute; paired t-test: $t = -3.809$; $p = 0.003$). Speed of inhalation and exhalation, turbulence (variation) and amplitude are not affected significantly. Moreover breath rate seems to be individual specific (breath rate WR correlates with breath rate WOR: $r = 0.617$, $p = 0.043$). When subjects breathe through a regulator the rate of breathing is lower. The other parameters are not affected. In contrast to breathing, heart activity features like speed of changes goes up significantly when breathing through a regulator (WR: 3.27; WOR: 2.61, paired t-test: $t = 3.359$; $p = 0.007$, and we find that turbulence is lower when breathing through a regulator (WR: 0.546; WOR: 0.815; paired t-test: $t = -2.896$; $p = 0.016$). On a physiological level this might suggest that the organism reaches an upper threshold of possible performance when breathing through a regulator.

Conclusion

The commercial divers are often monitored by ROVs to increase safety and efficiency. Recreational and scientific divers may also operate in harsh and weakly monitored environments in which the slightest unexpected disturbances can result in catastrophic consequences. The ROVs cannot be used in some cases such as during dives with increased mobility with SCUBA.

The CADDY project will not only enable underwater physiological data collection and estimate the cognitive status, but also is aimed to be an important tool of safety provided that the hazard identification and risk assessments guidelines developed in the beginning of the project are followed together with the general concerns of the use of any form of artificial intelligence in autonomous robots [18].

Isaac Asimov noted in writing **The Three Laws of Robotics** that a robot will have to be encoded with at least three basic rules:

1. Don't hurt a human being, or through inaction, allow a human being to be hurt.
2. A robot must obey the orders a human gives it unless those orders would result in a human being harmed.
3. A robot must protect its own existence as long as it does not conflict with the first two laws.

References

1. Baggeroer AB. Acoustic telemetry—An overview. IEEE J Oceanic Eng 1984; OE-9: 229-235.
2. Egi, SM. Design of an acoustic telemetry system for rebreathers. Undersea Hyperbaric Med 36(1), 65-71, (2009).
3. Fell RB, Skutt HR, Waterfield A. A four-channel ultrasonic telemetry system for obtaining physiological data from ocean divers. Biotelemetry 1974;1(1):50-9.
4. Gooden BA, Feinstein R, Skutt H.R. Heart rate responses of scuba divers via ultrasonic telemetry. Undersea Biomed Res 1975; 2(1): 11-19.
5. Istepanian RSH. Use of microcontrollers for diver monitoring by underwater acoustic biotelemetry in multipath environments. Ph.D. dissertation, Loughborough Univ., U.K. 1994.
6. Kanwisher J, Lawson K, Strauss R. Acoustic telemetry from human divers. Undersea Biomed. Res 1974; 1: pp. 99-109.
7. Woodward B and Istepanian RSH. Physiological monitoring by underwater ultrasonic biotelemetry. J. Soc. Underwater Technol 1992; 18: 24-44.
4. The Diving Medical Advisory Committee (DMAC), The Effect of Sonar Transmission on Commercial Diving Activities, - IMCA C006, Rev 1, International Marine Contractors Association (IMCA) publications, 2011.
5. Steevens CC, Russell KL et al. Noise-induced neurological disturbances in divers to intense water-borne sound: two case reports. Undersea Hyperbaric Med 1999; 26, 261-265.
6. Fothergill DM, Sims JR, Curley MD. Recreational scuba divers aversion to low-frequency underwater sound. Undersea Hyperbaric Med 2001, 28, 9-18.
7. McCauley RD, Fewtrell, J, Duncan, AJ, Jenner C, Jenner M-N, Penrose JD, Prince RIT, Adhitya A, Murdoch J, McCabe C, 2000. Marine seismic surveys: analysis and propagation of air gun signals; and effects of air gun exposure on humpback whales, sea turtles, fishes and squid. Report on research conducted for The Australian Petroleum Production and Exploration Association. CMST Report 99-15, 185 pp.
8. Southall BL, Bowles AE, Ellison WT, Finneran JJ, Gentry RL, 2007. Criteria for Behavioural Disturbance. Aquatic Mammals, 33 (4), pp 446.
9. Parvin SJ, EA Cudahy, Fothergill DM. Guidance for diver exposure to underwater sound in the frequency range from 500-2500 Hz. Underwater Defence Technology 2002.
10. Ainslie MA. Review of published safety thresholds for human divers exposed to underwater sound. TNO report 2007- A 598.
11. Report of the Workshop on Acoustic Resonance as a Source of Tissue Trauma in Cetaceans. April 24 and 25, 2002, Silver Spring, MD.
12. Houser DS, Howard R, Ridgway S, 2001. Can diving-induced tissue nitrogen supersaturation increase the chance of acoustically driven bubble growth in marine mammals? J. theor. Biol. 213:183-195.
13. Crum LA, Mao Y, 1996. Acoustically enhanced bubble growth at low frequencies and its implications to human diver and marine mammal safety. J. Acoust. Soc. Amer. 99:2898-2907.
14. Bostrom Nick. Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies. Oxford University Press; 1 edition (September 3, 2014).

CADDY is a collaborative project funded by the European Community's Seventh Framework Programme FP7 Challenge 2: Cognitive Systems and Robotics - under grant agreement no. 611373.

The authors would like to thank Karl Grammer, Anna Schaman, Robert van den Berg, Roswitha Prohaska and Wilhelm Welslau for their contribution.

Yet Another Benchmark

Der etwas andere Vergleich - Teil I



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 •

Mit diesem Vergleich im Teil I wollten wir (SubmarineConsulting) ein paar aktuelle Tauchcomputer, (gedruckte) Tauchtabellen sowie Desktop/PC Dekompressions-Software durch unseren berühmten Test-Luft-Tauchgang auf 42 m, 25 min Grundzeit, herausfordern. Für anspruchsvolle Sporttaucher ist das mit einer Standardausrüstung durchaus machbar: es gibt ja auch genügend attraktive Ziele in deutschen Gewässern. Das Wrack des Schaufelraddampfers "Jura" im Konstanzer Trichter des Bodensees ist nur eines dieser Ziele (s. Abbildung 2). Darüberhinaus wollen wir auch die Grundlagen zum Verständnis des Teils II schaffen. Der Teil II wird das gleiche Tauchprofil behandeln, jedoch mit einer etwas exotischeren Atemgasmischung, nämlich ein Heliox20 (20% Sauerstoff, 80% Helium). Den Sinn mit dieser Mischung zu arbeiten werden wir ebenfalls im Teil II erläutern. Teil II wird im nächsten caisson erscheinen.

Aber unsere Taucherin wird relativ zügig ein gutes Gespür für die starke Variabilität der Ergebnisse aus Tabelle 2 entwickeln: die Extrem-Werte der sogenannten "TTS" (time-to-surface, üblicherweise die Summe aller Stoppzeiten + Aufstiegszeit) aus dieser Tabelle sind für ihren Luft-Tauchgang:

- ca. 16 min mittels einer RGBM-Tabelle, über:
- 85 min (eine konservative Spezial-Tabelle für Sporttaucher von meinem Freund Dr. Max Hahn; mittels einem Perfusionsmodell berechnet: der maximal erlaubte Inertgasüberdruck wurde hierbei auf 0,4 bar festgelegt [1, 4]) bis hin zu
- 102 min mit einem anderen Blasenmodell (VPM) gerechnet.



Abb.1: Drei Tauchcomputer gegen Ende eines durchschnittlichen Tauchganges. Die Computer befinden sich auf exakt der gleichen Tiefe, aber mit bereits 3 verschiedenen Tiefenangaben ... und mit 3 völlig unterschiedlichen Angaben zu den berechneten Rest-„Null-Zeiten“ (Foto: A. Salm, näheres zum Foto im Text).



Abbildung 2: Typischer Bodenseebewohner auf der Reeling des Jura-Wracks (Foto: Tauchsportcenter Esslingen, mit freundlicher Genehmigung)

Übersicht über gängige Dekompressionsmodelle

A) Perfusionsmodelle

Die Perfusion dominiert den Sättigungs-/Entsättigungsvorgang, in zeitlicher Reihenfolge:

John Scott Haldane: 1907, Robert Dean Workman: 1965, Siegfried Ruff und Karl Gerhard Müller: 1966, Heinz R. Schreiner: 1971, Albert Alois Bühlmann: 1978 sowie Max Hahn

B) Blasenmodelle

Der Entsättigungsvorgang wird durch Inertgasblasen dominiert, in zeitlicher Reihenfolge:

VPM (Varying Permeability Model) Yount, Hoffman: 1986, RGBM (Reduced Gradient Bubble Model) Wienke: 1990

C) Hybrid-Modelle

Perfusions- und/oder Blasenmodelle kalibriert mit Doppler-Messungen, z.B.: Copernicus; Brubakk et al. 2009

Graphik 1: Inertgasdosis

Bevor wir uns in einige Details der Tabelle 2 vertiefen, müssen wir zur Kenntnis nehmen, daß es für die oben erwähnte TTS keinen allgemeingültigen Standard gibt, an den sich alle halten würden ... Wir fanden mehrere Wege zur Berechnung der TTS:

TTS (time-to-surface)

$$A) TTS = BT + TST + AT$$

$$B) TTS = TST + AT$$

$$C) TTS = TST = TDT$$

Legende

TTS = time-to-surface

BT = Bottom Time (effektive Grundzeit, auch hier üblicherweise die Abstiegszeit bereits eingeschlossen)

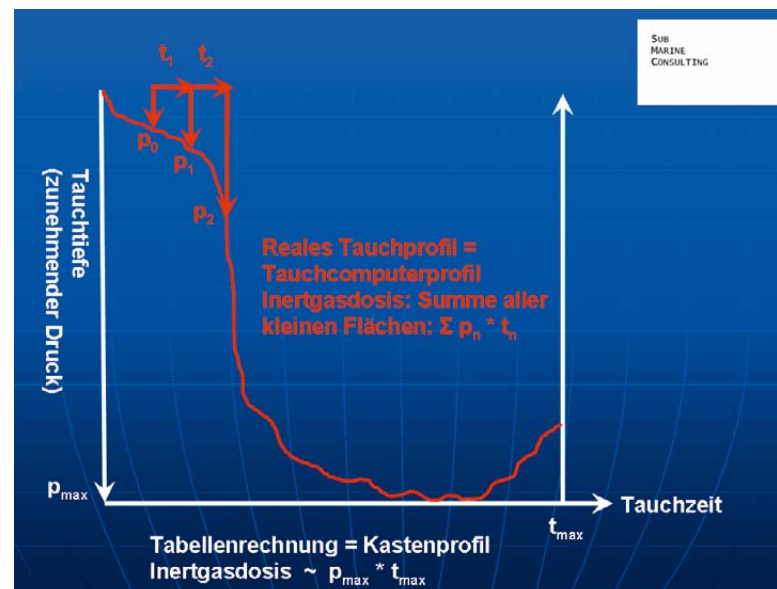
AT = Ascent Time (normalerweise die maximale geometrische Tauchtiefe dividiert durch die Aufstiegs-geschwindigkeit)

TST = Total Stop Time, die Summe aller Stopp-Zeiten

TDT = Total Decompression Time, eigentlich: TDT = TST + AT, aber manchmal halt auch:

TDT = Total Dive Time = BT + TST + AT

Die meisten der Tabellen und Softwareprodukte benutzen die Definition B) für die TTS. Na ja, aber eben nicht alle und nicht immer ... Schlimmer wurde es nur noch, daß wir bei verschiedenen Tauchcomputern und den PC Softwareprodukten mit jeder Menge Parameter zu kämpfen hatten, um eine prinzipielle Vergleichbarkeit überhaupt erst herzustellen! Unser Ziel war es, hierbei die sogenannte „absorbierte



Inertgasdosis“ zugrunde zu legen: diese Dosis sollte für alle identisch sein.

Unsere Definition der “absorbierten Inertgasdosis” ist einfach: es ist das Zeit-Integral (die Fläche über der roten Linie aufwärts in Graphik 1 unter dem Tauchprofil, also die Tiefe über der Zeit.

Für ein rechteckiges Kasten- (Topf-, Box-)Profil, das ja üblicherweise für Tauchtabellen als Basis dient, gilt geradewegs die Fläche für ein Rechteck:

Inertgasdosis ~ Tiefe * Zeit

Deshalb mußten wir an den folgenden Parametern `rumschrauben um genau diese Dosis über den ganzen Vergleich konstant zu halten:

- Abstiegs- und Aufstiegsgeschwindigkeiten
- dem barometrischen Luftdruck zu Beginn des Tauchganges
- Wassertemperatur, da die Wasserdichte temperaturabhängig ist
- Wasserdichte (also ob mit Süß- oder Salzwasser gerechnet wird)
- den voreingestellten Gradientenfaktoren (zu den Gradientenfaktoren siehe entsprechender Infokasten)
- den Datensätzen der Koeffizienten zur Berechnung der erlaubten / tolerierten Inertgasübersättigungen.

Schwieriger noch wurde es mit intrinsischen, den versteckten Gradientenfaktoren einiger RGBM-Implementationen. Diese rechnen üblicherweise intern, sozusagen versteckt, mit einem traditionellen ZH-L Algorithmus. “RGBM folded over ZH-L”, wie Bruce Wienke es sagen würde ([5], S: 195, 297, 347-354, 371-376, 335-339). Dies bedeutet, daß bei diesen RGBM-Varianten die a- und b-Koeffizienten des ursprünglichen ZH-L Algorithmus “gefaltet”, also angepaßt wurden, so daß „RGBM-ähnliche“ Ergebnisse erzeugt werden. Der Sinn liegt in einer deutlichen Vereinfachung des relativ komplizierten RGBM-Algorithmus, nur dann kann er mit der beschränkten Rechenkapazität eines Tauchcomputers bewältigt werden.

Produkte für den professionellen Einsatz (z.B. “C&R” construction & repair diving oder Sättigungstauchen) erlauben i.d.R. Änderungen in den Parametern der Kompartimente bei:

- Arbeitslast (workload, oxygen consumption)

- Hauttemperatur, und dem
- respiratorischen Koeffizienten (Volumenverhältnis von CO₂-Produktion zum O₂-Verbrauch), sowie bei
- Vasokonstriktion und Bradykardie durch hohen pO₂.

Nur ein Produkt aus der Tabelle 2 kann alle 4 Parameter bedienen (DIVE: [12], S. 5). Benutzten die Produkte das übliche ZH-L16-System von Bühlmann [2], so versuchten wir den “ZH-L16C” Koeffizientensatz zwingend einzusetzen. Dieser ZH-L16C-Satz soll etwas konservativer sein als der ZH-L16A-Satz der für die ZH86-Tauchtafel benutzt wurde (Zürich, 1986). Auch soll der C-Satz die Besonderheiten einer online Berechnung durch Tauchcomputer berücksichtigen ([2], s.S. 158).

Wenn wir diesen Kampf verloren hatten, nämlich bei fixierten resp. gedruckten Tabellen, so ist dies mit einer Bemerkung in der äußerst rechten Spalte hinterlegt. Und, schließlich: wir reden hier nicht über marginale Variationen der TTS, sozusagen im “Sub-5 Minuten-Bereich” sondern über Phänomene im Bereich Faktor 2 und größer! Ganz viel Spaß wird unser/e Test-Taucher/in dann haben, wenn er/sie das arithmetische Mittel und die Standard-Abweichung aus allen TTS berechnet!

Eine der grundlegenden Ursachen in der TTS-Variation, speziell in der Gruppe der durchaus vergleichbaren Tauchcomputer, resultiert einfach aus dem statistischen, dem zufälligen Meßfehler. Dieser zufällige Meßfehler tritt bei jeder Messung auf! Und Tauchcomputer sind nun mal simple Meßgeräte, die eben die notwendigen Meßgrößen (Druck, Zeit, Wassertemperatur und auch fO₂ via Gas-Analyzer) die in die Dekompressionsberechnung einfließen, erfassen. Nach dem, für uns Taucher ziemlich üblen, Fehlerfortpflanzungsgesetz kann sich die Summe dieser Meßfehler recht schnell auf ca. 10 bis 20 oder auch 30% ansammeln. Da mit diesem Fehler dann auch sämtliche Berechnungen geschlagen sind, wollen wir hier keine Haarspaltereien über ein paar Minuten treiben: diese kommen schon durch die Statistik, d.h. das zickige Verhalten von Mutter Natur zustande!

Um der trockenen Tabelle 2 ein bisschen mehr Taucher-Leben einzuhauchen, betrachten wir Abbildung 1: wir sehen 3 Tauchcomputer gegen Ende eines durchschnittlichen Tauchganges. Diese befinden sich auf exakt der gleichen Tiefe, aber mit bereits 3

verschiedenen Tiefenangaben. Und, natürlich, auch mit 3 völlig unterschiedlichen Angaben zu den berechneten Rest-„Null-Zeiten“, den verbleibenden „NDL“s (sogenannte „no decompression limits“, die wir deshalb in Gänsefüßchen schreiben, weil, sowas wie ein „no decompression dive“ ist nicht von dieser Welt ..., siehe hierzu auch [9]). Alle 3 Tauchcomputer behaupten von sich, mit einem mehr oder weniger modifizierten Perfusionsmodell zu rechnen. Cochran benutzt ein modifiziertes Workman Modell, allerdings mit 20 Kompartimenten. Der Aladin soll ein ZH-L benutzen, reduziert von 16 auf 8 Kompartimente. NHeO3 hat ebenfalls ein ZH-L Modell: dieses mit den ursprünglichen 16 Kompartimenten, aber modifiziert, um „deep stops“ oder auch Stopps zur Vermeidung von Mikrogasbläschen, zu erzielen. Zur leichteren Übersicht finden sich alle diese Informationen aus den Tauchcomputerdisplays von Abbildung 1 in Tabelle 1.

Tabelle 1: 3 Tauchcomputeranzeigen

Tauchcomputer: Hersteller & Typ	aktuelleTiefenangabe [m]	„NDL“ bzw. Stopp-Zeit [min.] (*)
COCHRAN: EMC-20 H	16,4	+ 5
VR Technology: NHeO3	16,8	- 3 (1'/3m + 2'/17m)
UWATEC: Aladin TEC 2G	16,9	+ 10

(*) 1. Tauchgang des Tages, d.h. kein Wiederholungstauchgang, max. Tiefe ca. 31 m, aktuelle Laufzeit ca. 42 min für alle Tauchcomputer, keine speziellen Leistungsmerkmale aktiviert wie z.B.: Konservatismusfaktoren, „Level Stops“ etc.

Der EMC-20 H von Cochran, Texas (ganz links im Bild) zeigt die kleinste Tiefe und die kürzeste verbleibende Restnullzeit/NDL. Dies Gerät glänzt nicht nur durch eine sehr hohe Zuverlässigkeit, sondern auch durch eine automatische Adaption der Tiefenangabe an die Wasserdichte (via einer Leitfähigkeitsmessung). Die längste NDL zeigt das Gerät TEC 2G von Uwatec / Scubapro (oben im Bild), programmiert für Süßwasser und damit auch mit der größten Tiefenangabe. Unser kleiner Freund und Mischgasrechner NHeO3 aus Großbritannien (ganz rechts im Bild, damals noch von der Firma VR Technology. Diese so-

wie deren Produkte sind mittlerweile vom Markt verschwunden.) zwang mich allerdings bereits auf 17 m für 2 min zu einem „micro bubble avoidance stop“, einem „deep stop“, dem Stopp zur Vermeidung von Mikrogasbläschen. Zusätzlich lautete die Dekoproggnose auf einen 1minütigen Stopp in 3 m Tiefe (1'/3m). Dies ist auch der Grund, warum sich der rechte Teil seines Displays rot eingefärbt hat: die 2 min Pause nutzte ich, um das Photo für die Abbildung 1 anzufertigen. Abbildung 1 zeigt nun alle bereits erwähnten Problemchen auf einen Blick:

- Abweichungen in den Meßgrößen
- Abweichungen in den daraus berechneten Dekompressionsangaben

Aber die dahinterlauernde richtig schlechte Nachricht ist die: je länger und tiefer der Tauchgang ist, desto größer häufen sich die Abweichungen auf! Sicherlich ist dies für einen durchschnittlichen Sporttauchgang nicht so wahnsinzig interessant: für ambitionierte Sport- oder gar TEC-Taucher allerdings schon! Darüberhinaus dürfte sich das auch bei Tauch-Safaris auswirken: die meisten Tauchtabellen beenden die Oberflächenpause nach 6 oder 12 h. Beim Non-Limit-Tauchen von Live-Aboards wird dies mit Sicherheit nicht eingehalten. Einzig die Tauchcomputer rechnen bis zum bitteren Ende...

Und dann gibt es noch eine ganz andere, sehr schlechte Nachricht, über die bereits vor 4 Jahren hier in caisson informiert wurde: je mehr Helium das Atemgemisch enthält, desto deutlicher treten die Abweichungen hervor [11]. Insbesondere bei schlechten oder auch nur schlampigen Implementierungen, sei es in einem Mischgastauchcomputer oder in einer Dekompressionssoftware für den PC.

Tabelle 2: Testtauchgang mit Luft, 42 m, 25 min. Grundzeit (Quelle [8])

Stoppzeiten/Methode	24 m	21 m	18 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m	TTS min	Bemerkungen
FwDV 8									0	Nicht erlaubt!
OSTC 3							6	9	15	
RGBM				1	2	3	3	7	16	Tabelle (s.u.)
GAP				1	3	3	3	7	17	RGBM -2
EMC					2	2	3	8	19	Konservativ = 0
U.S.N. alt							2	14	20	
MDv 450/1							5	15	20	+ ca. 4,2 !
Decotrainer						1	5	13	24	V 3.01
OSTC V 470							6	14	25	TDT = 50
Ultimate Planner 1.2							6	15	25	TDT = 50
IANTD Air					1	4	3	18	26	Tabelle (s.u.)
MN 90							3	22	29	
BGV C23						3	7	17	30	Nur Austauschzeit
DIVE 3_0						1	6	16	27	TDT = 52 (*)
F.F.E.S.S.M							3	22	28	
OSTC V 434						1	6	16	28	TDT = 53
DIVE 2_905						2	6	16	29	TDT = 54
MNT 92						3	7	20	30	42 m / 27 min
U.S.N. 2008							26		31	140 feet
USN 09-03							28		33	140 feet
ZH-86						4	7	19	33	42 m / 27 min
DECO 2000					1	4	8	16	33	
Trust 2.2.17						4	7	19	34	TDT = 59
DCIEM						7	8	17	36	
NHeO3	26/2		2			1	8	21	36	Version 11/2011
TEC						3	k.A.	k.A.	36	L0 (Level Stop)
DP			1	1	3	4	9	19	37	GF: 45 / 90
GAP		1	1	1	2	4	9	19	37	GF: 45 / 90
VPM		2	2	3	4	6	8	14	39	138 feet
VR3	2	-	2	-	-	2	8	22	40	3 m -> 4,5 m
TEC					1	k.A.	k.A.	k.A.	40	L1
GAP		2	2	4	4	6	10	12	40	RGBM recreational
HLP 1.x			2	3	4	6	9	16	40	Default
EMC			2	1	3	4	8	19	41	Konservativ = 50

Stoppzeiten/Methode	24 m	21 m	18 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m	TTS min	Bemerkungen
VPM	1	2	3	3	5	6	9	14	43	Bühlmann Sicherheitsfaktor = 145,4 feet
TEC					3	k.A.	k.A.	k.A.	45	L2
DP (**)		1	2	2	4	6	11	19	46	VPM: Rel 3.1.4
Hahn DC-12					5	5	9	25	47	24 min GZ
TEC				1	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	50	L3
TEC				3	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	57	L4
HLP		2	3	4	6	8	13	24	60	VPM 10% Safety factor
TEC			2	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	65	L5
NHeO3	27/2	20/2			1	8	13	39	69	Cons.: 50
SDP	1			1					73	P2 / A0
Hahn									85 +	Tabelle (s.u.)
HLP 1.x	2	3	4	6	8	13	22	44	102	VPM 30% Safety factor

Legende (alphabetisch)

BGV C23 = Berufsgenossenschaftliche Vorschrift; ersetzte die alte VBG 39, vom 01.04.2001

DC-12 = UWATEC / Scubapro Tauchcomputer mit dem P-6 Koeffizientensatz von Dr. Max Hahn; vgl.: <http://www.divetable.info/kap4.htm>

DCIEM = Defence & Civil Institute of Environmental Medicine) seit 01.04.2002: Defence R & D Canada - Toronto, DRDC Toronto, Lufttabelle aus dem "Diving Manual" DCIEM No. 86-R-35 March 1992, S. 1B-14

DECO 2000 = Luft-Tabelle von Dr. Max Hahn für Sporttaucher, 2000; erhältlich bei: www.vdst-shop.de/

Decotrainer: www.decotrainer.de

DIVE: kostenloser download, erhältlich unter: <http://www.divetable.info/dive/kap3.htm>

DP = DecoPlanner Version 2.0.40 resp.:
DP (**) = DecoPlanner Version 3.1.4, <http://www.globalunderwaterexplorers.org/>

EMC = Cochran EMC-20 H, Version j, www.divecochran.com

F.F.E.S.S.M. = Commission Technique Regionale Bretagne & Pays de la Loire (auf M.N. 90 basierend; Auftauchgeschwindigkeit mit 15 - 17 m/min)

FwDV 8 = Feuerwehr-Dienstvorschrift 8, Stand 03/2014 (geht nur bis 36 m)

GAP = GasAbsorptionProgram Version 2.3.1665

Hahn = Spezialtabelle mit erlaubtem Inertgasüberdruck = 0,4 Bar, [4]
Hahn DC-12 = Uwattec Tauchcomputer, Nachfolger des legendären MicroBrain

HLP 1.x = HL Planner Version 1.0.2314, <http://www.hl-planner.com/>

IANTD = Intl. Assoc. of Nitrox & Tec Divers; Technical Diver Encyclopedia, May 1998, S. 233; www.iantd.com

MDv = Marine Dienstvorschrift 450/1 Anlage 6; für Lufttauchgänge entspricht dies der veralteten DRÄGER Tabelle 210, letzte Version von 1970 und 1984 (Information nur zum internen Dienstgebrauch).

MN 90 & MNT 92 = Ministère du Travail, vom 15.05.1992, 0 - 300 m Höhe, Auftauchgeschwindigkeit mit 12 m/min

NHeO3 = Nachfolger des VR3 Mischgascomputers von DeltaP Technologies, dieser wurde vom Markt genommen nach einer Vielzahl von Problemen. Die Nachfolgefirma, <http://www.techsupport.technologyindepth.com/>, existiert nun auch nicht mehr; es war ein ziemlich kryptisch modifiziertes ZH-L (****)

OSTC = Open Source Tauchcomputer / Planner (Software); <http://ostc-planner.net/>; V kennzeichnet die verschiedenen Softwareversionen

OSTC 3: Testgerät mit Softwareversion V 0.9 von 05/2013

RGBM = Reduced Gradient Bubble Model, Tabelle gekauft in 2003 bei: rgbmdiving.com (***)

SDP = Suunto Dive Planner 1.0.0.3, www.suunto.com

TEC = Uwaterc / Scubapro Aladin TEC 2G Tauchcomputer, erlaubt vom Benutzer frei einstellbare "level stops" (L0 → L5)

Trust : <http://www.keimes.de/> dies ist eine freeware, aber benötigt Java (☺), das ebenso freeware ist

TTS = time-to-surface (nach Ablauf der Grundzeit (GZ))

Ultimate Planner: <http://techdivingmag.com/ultimateplanner.html>

U.S.N. = the United States Navy; the NEDU (Naval Experimental Diving Unit) kümmert sich um diese Dinge; das aktuelle Taucherhandbuch, die Rev. 6 von 2008 mit allen Tabellen ist da erhältlich: NAVSEA, www.supsalv.org ; resp.: <http://www.supsalv.org/pdf/Dive%20Manual%20Rev%206%20with%20Chg%20A.pdf>

VPM = Varying Permeability Model, hier eine Excel Version von Eric Baker (für XP oder ältere MS-Windows Betriebssysteme, d.h.: nicht mehr erhältlich)

VR3 = Mischgascomputer von DeltaP mit bis zu 10 Gemischen, ZH-L basierend; war einst der Star unter diesen Geräten; vgl. oben beim NHeO3

ZH-86 = Zürich Lufttabelle 1986, [2], S. 225

(*) DIVE 3_0 mit einer vollständigen numerischen Lösung des Mischgasproblems, d.h. ohne Rundungen, im Gegensatz zu DIVE 2_905, das wie fast alle PC-Programmen rechnet ...

(***) Auch diese Firma ging bankrott; ca. 2004; darüber hinaus gab es etwas Unruhe nach den Rekompresionsbehandlungen von Mark Elyatt nach ein paar von seinen Rekordtauchgängen, die mittels RGBM geplant waren ... [6]; ein Belegexemplar gibt es da zum kostenlosen 'runterladen: <http://www.divetable.info/skripte/ntable.pdf>

(****) bitte vergleichen: <http://www.divetable.info/kap8.htm>

Was uns nun so richtig den Tag verdorben hatte, war das folgende:

- Die Variation der TTS mit einem Faktor von ca. 6 ($102 / 16 = 6,3$).
- Die Variationen nur bei der gleichen Software oder dem gleichen Tauchcomputer, aber durch verschiedene Versionen. Dieses Phänomen tritt bei unserem Heliox20 Tauchgang (im Teil II im nächsten caisson) besonders deutlich hervor.

Nota Bene: die Differenzen von den verschiedenen Einträgen aus den United States Navy Tabellen sind eben nicht „halt eine andere Version“! Diese Unterschiede rühren von einem kompletten Umdenken bei der Dekompression her. Das Umdenken änderte das alte „Bob Workman-Arbeitspferd“ von 1965 [7] zum sogenannten „VVAL18 LEM“ Modell von Ed Thalmann. Das Workman-Modell seinerseits war eine modifizierte Version des guten alten Haldane-Modells. Es hatte ein paar mehr Kompartimente, nämlich 8 statt 5 ([7], S. 10) und berechnete die erlaubten Inertgasüberdrücke mit der berühmten linearen „M-Wert“-Gleichung. Haldane selber zeigte die Grenzen seiner Tabelle #1 ganz klar auf: Tiefe < 50 m, TTS < 30 min, keine Wiederholungstauchgänge (nur mit besonderen Vorsichtsmaßnahmen), nicht für „alte“ (> 40 Jahre) Taucher und auch nicht für „fette“ Taucher („inclined to obesity“) [3]! Darüber hinaus betonte Haldane deutlich, daß dieses Modell nur für eine ungestörte Dekompression („uneventful decompression“) gilt, d.h. keine Störungen durch Inertgasblasen! Haldanes Argument war, daß Gasblasen die Perfusion mechanisch behindern, d.h. die Durchblutung stören. Aber eine ungestörte Durchblutung ist essentiell für eine erfolgreiche Inertgas-Entsättigung.

Aus diesem Grunde sagte Ed Thalmann: „... at NEDU our exponential uptake on off-gassing led us into a brick wall. I injected the V-VAL 18 into it, the exponential uptake and linear off-gassing model“. Captain Dr. Edward D. Thalmann, *Naval Forces under the Sea: The Rest of the Story*, S. 293. Sinngemäß: „...die NEDU-Modelle mit der exponentiellen Gasaufnahme und -abgabe führten uns in eine Sackgasse. Deshalb brachte ich das V-VAL18 ins Spiel: mit exponentieller Gasaufnahme, aber mit einer linearen Gasabgabe“.

Die Idee der linearen Gasabgabe bedeutet einfach eine Verlangsamung gegenüber den bisher üblichen exponentiellen Entsättigungsrechnungen. Die neue

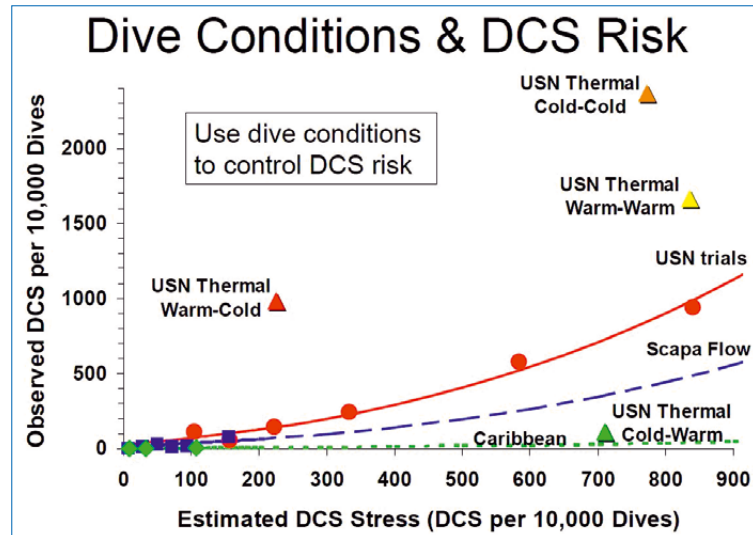
USN Tabelle (Revision 6, 2008) verlängerte aus diesem Grunde sogar wie alle Dekompressionsstopps und verlegte darüberhinaus von 10 auf 20 feet (ca. 6 m). Es gibt in dieser Tabelle also den guten, alten „3 m Stopp“ nicht mehr! Das die USN diese Tabelle schon nach ca. einem Jahr wieder revidierte und die Stoppzeiten erneut um ca. 2 min erhöht hatte (Zeile darunter in Tabelle 2: USN 09-03), spricht eigentlich nur für die hohe Qualität der Tauchgangsdokumentation und der verantwortlichen Tauchmedizin. Noch während der Veröffentlichung der Rev. 6 traten 19 Fälle von DCS Type II (ZNS) bei 1629 Tauchgängen auf, dies hauptsächlich bei den Profilen 130 bis 190 feet (im Tiefenbereich von 40 bis 60 m; Quelle [9]). In dem Bereich, der uns hier besonders interessiert, 130 bis 150 feet (40 bis 46 m; Grundzeiten 10 bis 30 min.) traten die meisten DCS-Probleme auf: nämlich 13 der bisher 19 beobachteten Fälle ([9], s.S. 9). Die recht naheliegende Frage beim Betrachten der Tabelle 2 ist doch:

Ist die längere TTS auch sicherer?

D.h.: ist die TTS von 100 min+ wirklich „6-mal“ sicherer als die kürzeste aus dem RGBM Modell? Hmhmhmhm: sehr wahrscheinlich nicht. Eine Dekompressionskrankheit ist ein ziemlich seltenes Ereignis. Es passiert so ca. 1-2 Mal bei 100.000 wissenschaftlichen Tauchgängen oder bei ca. 10.000 Sporttauchgängen, ca. 3 Mal bei ungefähr 10.000 militärischen Tauchgängen („normal operation“), 1-2 Mal bei 1.000 bis 2.000 kommerziellen („C&R“) Tauchgängen und war exakt 338 Mal bei 7.755 experimentellen Tauchgängen der USN NEDU (Navy Experimental Diving Unit) zu beobachten. Es gibt auch ein anderes hübsches Ergebnis von Dick Vann (UHMS, Annual Scientific Meeting 2008, S. 251), das dies bestätigt (s. Graphik 2).

Im Klartext: es handelt sich hier nicht nur um Tiefe, Zeit und fO₂! Sondern auch und ganz besonders um: die körperliche Belastung und die Hauttemperatur! Dieses sehr schöne Ergebnis hat die USN NEDU wie folgt als Empfehlung zusammengefaßt; Zitat: „Divers should be kept cool during dive BT and warm during subsequent decompression.“ (Sinngemäß: Die Taucher kühl halten während der Grundphase und „warm halten“ während den Deko-Stopps; Quelle [10], S. 36). Dies entspricht in der Graphik den grünen Markierungen mit „USN Thermal Cold-Warm“: dort sind die DCS Risiken dramatisch verringert, z.B. gegenüber anderen Experimenten bzw. den TEC-Dives in Scapa Flow. Sicherlich gibt es

Graphik 2:
DCS Risiko, abhängig von den Tauchbedingungen



auch statistisch bisher unbewerteter Parameter wie: individuelle Empfänglichkeit für DCS inklusive der Blutchemie und den Mikro-Partikeln, Dehydration, Fitness und das Alter ... ☺.

Schließlich und endlich sollten wir nicht vergessen, was Michael Powell ziemlich launig im TechDiving Magazine zum Besten gab: „No tables have been tested with subjects haling tanks on the surface.“ [TDM, Ausgabe 10, 2013], S. 26 (Sinngemäß: „Keine Tabelle wurde mit Tauchern getestet, die ihre Flaschen durch die Gegend schleifen.“).

Anlässlich des 15jährigen Jubiläums der Druckkammerzentren RMT am 02. Februar 2013 hielt ich einen kleinen Vortrag über diese Themen. Im Anschluß daran haben dann noch die Doktores Arne Sieber (www.seabear-diving.com) und Adel Taher (der die Deko-Kammer in Sharm el Sheikh betreibt) mit mir disputiert: eines der Argumente war, daß trotz der 600% Spreizung der TTS die sogenannte P(DCS), die statistische Wahrscheinlichkeit, sich eine Dekompressionskrankheit zu kontrahieren, mehr oder weniger gleich groß wäre für alle betrachteten Tauchprofile. Rein mathematisch betrachtet ist das sicherlich richtig, allerdings hilft dies beim Tauchen im echten Leben auch nicht viel weiter. Eine klare Trennung mit mindestens 1% P(DCS)-Unterschied von einer TTS zu einer anderen mit 0, einem oder zwei DCS-„Hits“ mit einer vernünftigen statistischen Genauigkeit würde ca. 300 weitere kontrollierte Tauchgänge erfordern. Oder, um dies für uns ins

richtige Tauchen zu übersetzen: habt ihr am letzten Wochenende einen DCS-freien Mischgas-Tauchgang gemacht und wollt nun wissen, ob der absolut identische Tauchgang am nächsten Wochenende ebenso DCS-frei bleibt, so bewegt sich euer statistisches Vertrauensintervall hierfür von ca. nahezu 0% (d.h. so gut wie unbekannt) bis ca. 90% (d.h. fast sicher!). Darum: die ganz einfache Botschaft von Teil I ist:

Keiner dieser Inertgas-Buchhalter (Dekompressionsmodelle, Tabellen, Tauchcomputer) hat die absolute Wahrheit gepachtet: KEINER!

...wird fortgesetzt im Teil II mit einem Heliox-Tauchgang und im Teil III mit Blasenmodellen und den statistisch basierten Tauchtabellen.

Details zu den Perfusionsmodellen

Alle Dekompressionsmodelle teilen den menschlichen Körper gedanklich in sogenannte „Kompartimente“. Diese sind Gruppen von Modellgeweben, die identisch durchblutet werden. Die Kennzahl eines Kompartimentes ist die „Halbsättigungszeit“, im wesentlichen der Kehrwert der Perfusionsrate. Der Sättigungs- oder der Entsättigungsvorgang mit einem Inertgas ist damit eine Exponentialfunktion für jedes dieser Kompartimente. Es gibt schnelle und langsame Kompartimente. Ein schnelles Kompartiment hat eine hohe Perfusion und somit eine kleine Halbsättigungszeit im Bereich von Minuten. Langsame Kompartimente, d.h. geringere Perfusion, können Halbsättigungszeiten im Bereich von $n \cdot 10$ min bis hinzu mehreren Stunden aufweisen.

Perfusionsmodelle (s. obiger Infokasten) berechnen die erlaubten / tolerierten Inertgasübersättigungen pro Kompartiment mit einer einfachen linearen Beziehung, einer Geradengleichung. Bei Haldane war diese Beziehung ca. „2 : 1“, d.h. die Gerade hatte eine konstante Steigung die für alle 5 Kompartimente galt. Das USN Modell von Bob Workman führte für seine Geradengleichung eine Steigung ein (ΔM) und einen Achsenabschnitt (M_0): diese beiden Werte waren unterschiedlich für alle 8 Kompartimente. Das sogen. ZH-L 16 (wie ZH für Zürich, L für lineare Gleichung) besitzt 16 Kompartimente. Die beiden Parameter für die 16 Geradengleichung werden dort a- & b-Koeffizienten genannt.

Da die klinische Grenze zwischen „DCS“ und „keine DCS“ sich nicht unbedingt an diese scharfe Geraden

anschmiegt, werden in der Rechen-Praxis sogenannte „Gradientenfaktoren“ (GF) eingefügt: hiermit werden die erlaubten / tolerierten Inertgasüberdrücke empirisch nach unten korrigiert. Alle o.g. Forscher haben diese Faktoren benutzt, jedoch unterschiedlich bezeichnet und auch argumentiert.

Albrecht Salm

Literatur

1. Hahn MH. 1995. Workman-Bühlmann algorithm for dive computers: A critical analysis. In: Hamilton RW, ed. The effectiveness of dive computers in repetitive diving. UHMS workshop 81(DC)6-1-94. Kensington, MD: Undersea and Hyperbaric Medical Soc.
2. Tauchmedizin, Albert A. Bühlmann, Ernst B. Völlm (Mitarbeiter), P. Nussberger; 5. Auflage in 2002, Springer, ISBN 3-540-42979-4
3. Boycott, A.E., Damant, G.C.C., & Haldane, J.S.: The Prevention of Compressed Air Illness, Journal of Hygiene, Volume 8, (1908), pp. 342-443.
4. Hahn M, Wendling J: No-Bubbles Decompression Tables. In: Safety Limits of Dive Computers, UHMS workshop 1992, pp. 68 - 72
5. Wienke, Bruce R. (2008) Diving Physics with Bubble Mechanics and Decompression Theory in depth, Best Publishing Company, ISBN 978-1-930536-33-3
6. Ellyatt, Mark: Ocean Gladiator, Battles beneath the Ocean, 2005, Emily Eight Publications Ltd., ISBN 978-0-9551544-0-9
7. 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)
8. Salm, Albrecht (2001) „Dekompression“ Manual zum deco workshop des Tauchsportcenters Esslingen, Version 2015, S. 211
9. Navy Experimental Diving Unit, TA 04-12, NEDU TR 09-03, January 2009: RISK OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM DECOMPRESSION SICKNESS IN AIR DIVING TO NO-STOP LIMITS
10. Navy Experimental Diving Unit TA 03-09, NEDU TR 06-07, November 2007: The Influence of Thermal Exposure on Diver Susceptibility to Decompression Sickness
11. CAISSON 26. Jg./2011/Nr. 3, S. 4 - 12: Dekompressionsberechnungen für Trimix-Tauchgänge mit PC-Software: Reparieren Gradientenfaktoren defekte Algorithmen oder defekte Software-Implementierungen?
12. TechDivingMag, Issue 17, December 2014, Between Bounce & Saturation: Diving the Tarbela Dam, by Ben Reymenants

PRO und CONTRA

Unter dieser Überschrift veröffentlicht caisson in unregelmäßiger Folge kontrovers diskutierte Themen. Zuletzt haben wir das in caisson 4-2011 zum Thema „HNO-ärztliche IGeL-Liste zur Tauchtauglichkeits-Untersuchung“ gemacht. Gern veröffentlicht caisson auch Ihre Leserbriefe zu diesen Themen oder nimmt Ihre Ideen für neue Pro und Contra-Themen auf.

Heute geht es um Pro und Contra zu den vom VDST in 2013 veröffentlichten und inzwischen in Ausbildungsunterlagen umgesetzten neuen Empfehlungen zur Aufstiegsgeschwindigkeit. *Die Red.*

GANZ LANGSAM

Geänderte Aufstiegsgeschwindigkeit



Abdruck aus sporttaucher Nr. 5, 2013, S. 6-7 mit freundlicher Genehmigung

Die VDST-Ausbildung folgt neuesten Erkenntnissen und reduziert die Aufstiegsgeschwindigkeiten auf den letzten Metern zur Oberfläche. „5 Minuten für die letzten 5 Meter“ heißt die Devise – gute medizinische Gründe sprechen dafür. Und praktikabel ist es auch, wie Tests bei Tauchlehrer-Prüfungen zeigten.

Betrachtet man die üblichen Aufstiegsgeschwindigkeiten im Tauchen über die letzten 50 Jahre hinweg, so stellt man fest, dass sie sich immer weiter reduziert haben. Die wichtigen Versuche zur Dekompressionsforschung wurden durch John Haldane in England durchgeführt. Er teilte den Körper in fünf fiktive Gewebe ein, denen er unterschiedliche Halbwertszeiten zuteilte. Nach Beobachtung postulierte er, dass eine Halbierung des Umgebungsdruckes keine klinisch fassbaren Symptome hervorruft. Dieses 1:2-Verhältnis behielt lange Jahre seine Gültigkeit – auch im Sporttauchbereich. Haldanes Druckkammerversuche mit Ziegen erlangten weltweite Berühmtheit. Seine hier gesammelten Erfahrungen und Daten wurden mit denen von englischen Navy-Tauchern erweitert. Ernsthafte Versuche der US-Navy folgten ab 1910 – nun mit System und festen Parametern. Das Ziel war es, ein besseres Verständnis zu schaffen und Richtlinien für den Tauchbetrieb zu erstellen. Hierzu benutzte die Marine

einen Kran, mit dem die „Probanden“ auf Tiefe gebracht und anschließend nach gewissen Vorschriften dekomprimiert wurden. Dieser Kran arbeitete mit einer Geschwindigkeit von 18 Meter pro Minute. Vielen Tauchern ist diese Aufstiegsgeschwindigkeit noch bekannt - sie galt bis in die 80er Jahre auch im VDST, als noch nach den US-Navy Tabellen getaucht wurde – ein rein pragmatischer Ansatz also.

Später änderte die US-Navy die Geschwindigkeit auf 10 Meter pro Minute für den Bereich von 20 Meter bis zur Oberfläche. Anfang der 80er Jahre führte Alfred Bühlmann selbst Versuchsreihen durch. Er arbeitete mit einer Aufstiegsgeschwindigkeit von 10 Meter pro Minute und entwickelte entsprechende mathematische Verfahren, die zu den Tabellen „Bühlmann/Hahn“, zur „Deco 92“ und schließlich zur „Deko 2000“ führten. Die mathematischen Verfahren waren die Grundlage zur Entwicklung von Tauchcomputern. Diese Algorithmen wurden in den folgenden Jahren von Tauchcomputerherstellern verfeinert und erweitert. In einigen aktuellen Modellen werden nur noch Geschwindigkeiten von 10 Meter pro Minute in tieferen Bereichen und 6 Meter pro Minute im Bereich ab 10 Meter toleriert. Inzwischen ist die Zahl der Berechnungsverfahren und der Parameter durch die Vielzahl der Hersteller schier unübersichtlich. Aber überall ist der gleiche Trend zu sehen: Die Aufstiegsgeschwindigkeiten haben sich in den letzten Jahren schrittweise deutlich reduziert.

Woran liegt das?

In den letzten 20 Jahren hat sich vieles im Bereich der Dekompressionsforschung getan. Eine verbesserte Medizintechnik machte es möglich, auf breiter Basis mehr über die Entwicklung von Stickstoffblasen nach Tauchgängen zu erforschen. Sonographie und Doppleruntersuchungsmethoden fanden Einzug in die Welt der Taucher. Es wurden Tiefenstopps diskutiert und neue mathematische Modelle – sogenannte blasenorientierte Modelle (VPM, RGBM) – eingeführt.

Die Sättigung und Entsättigung der Gewebe folgen einem exponentiellen Verlauf. Rein mathematisch müsste ein Gewebe in der gleichen Geschwindigkeit, wie es gesättigt wird, auch wieder entsättigen. Dem ist aber nicht so. Verschiedenste physiologische Faktoren wie unterschiedlicher Fettgehalt, unterschiedliche Durchblutung oder Temperatur bringen Veränderungen – jeder Taucher „entsättigt“ anders. Auch reagieren die verschiedenen Gewebe unterschiedlich auf Druckentlastung. Das von Haldane propagierte 1:2-Verhältnis trifft nicht auf jedes Ge-

webe zu, gerade die langsameren Gewebe haben hier eine geringere Toleranz. Auch welche Einflüsse die unterschiedlichen Gewebe aufeinander haben, ist noch nicht sicher bekannt. Hier gilt es noch zu forschen. Auch die Taucher verändern sich: Dem demographischen Wandel folgend steigt auch das Durchschnittsalter der Taucher. Hinzu kommen weitere Risikofaktoren wie beispielsweise Übergewicht. Nach WHO-Angaben sind 50 Prozent der Menschen in Industriestaaten übergewichtig. Die Auswirkungen auf die Dekompression sind hinreichend bekannt.

Dekostress vermeiden

Unter „Dekostress“ versteht man eine deutliche Abgeschlagenheit nach Tauchgängen. Oft kann diese nicht nur mit körperlicher Belastung begründet werden. Beim Auftreten dieser Symptome gilt äußerste Vorsicht. Früher galt der anstrengende Tauchgang als Begründung für die Abgeschlagenheit – man hatte ja beim Aufstieg alles richtig gemacht. Heute weiß man: Dieser Dekostress ist als Vorstufe einer Dekompressionserkrankung zu werten. Eigene Beobachtungen zeigten, dass dieser Dekostress mit den neuen Aufstiegsgeschwindigkeiten deutlich reduziert ist, zumindest subjektiv.

Drosselt man nun die Aufstiegsgeschwindigkeit vor allem im flacheren Bereich, werden die Tauchgänge zwar minimal länger – aber der Zugewinn an Sicherheit wächst. Ziel dieser Maßnahmen ist es, die Blasenbildung zu reduzieren und somit dem Auftreten einer Dekompressionskrankheit (DCS) vorzubeugen.

Der VDST-Fachbereich Ausbildung hat die Empfehlungen des Fachbereichs Medizin aufgenommen und umgesetzt. Viele Ausbildungsunterlagen (VDST-Folien, Prüfungsfragen) sind schon geändert. Die Erfahrungen zeigen, dass dieses langsame Austauschen gelernt werden muss. Im Rahmen von Tauchlehrerprüfungen hat es sich aber positiv bewährt und keinerlei Schwierigkeiten für die Teilnehmer dargestellt. Auch bei Seegang oder Strömung ist ein gezielt langsames Auftauchen möglich. Es gilt in der VDST-Ausbildung: Aufstiegsgeschwindigkeit bis 10 Meter Tiefe mit 10 Meter pro Minute. Im Bereich von 10 bis 5 Metern Reduktion auf 5 Meter pro Minute, und ab 5 Meter bis 0 Meter mit 1 Meter pro Minute. Eine Reduktion der Aufstiegsgeschwindigkeit geht mit einer Reduktion der Blasenbildung einher – und diese Blasen machen nun einmal die Symptome.

Dr. med. Dirk Michaelis

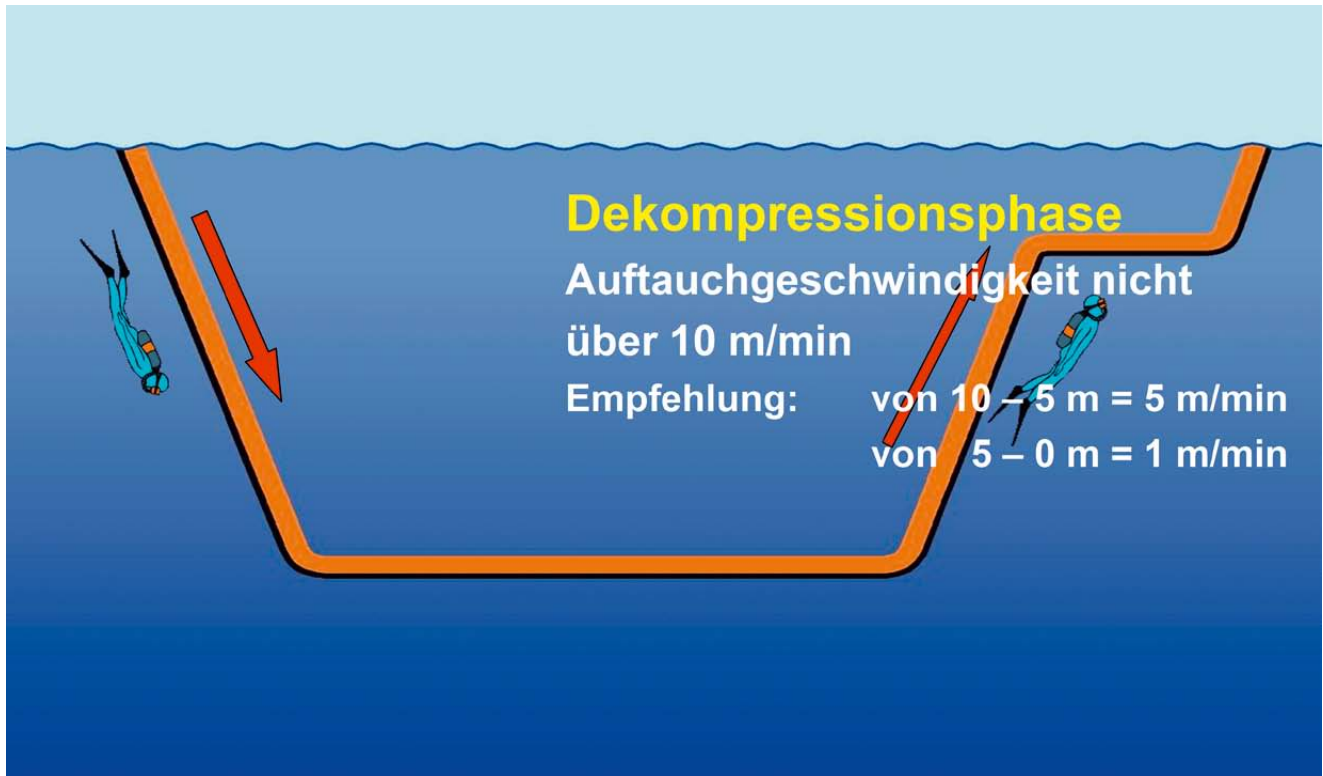


Abb. 1: Aktuelle Empfehlung des VDST zur Aufstiegs geschwindigkeit. Bis 10 Meter Tiefe: 10 Meter pro Minute, im Bereich von 10 bis 5 Metern: 5 Meter pro Minute, ab 5 Meter bis 0 Meter: 1 Meter pro Minute.

Studien zum Aufstieg

- In einer medizinischen Studie von Prof. Alessandro Marroni zeigte sich bereits 1981, dass eine Reduktion der Aufstiegs geschwindigkeit von 18 Meter pro Minute auf 9 bis 10 Meter pro Minute das Auftreten von Gasblasen von 80,3 auf 20,3 Prozent reduzierte. Signifikante Gasblasen der Größe 2 bis 3 (Indikator für eine schlechte Dekompression) gab es nur in der Gruppe mit durchgehend 18 Meter pro Minute bis zu Oberfläche. Das Auftreten von DCS-Symptomen konnte durch die Reduktion der Geschwindigkeit in dieser Studie auf 0 Prozent gesenkt werden. Aufgrund dieser Daten wurde im Italienischen Verband die Aufstiegs geschwindigkeit auf 9 bis 10 Meter pro Minute gesenkt.
- Peter Bennet untersuchte von 1995 bis 1997 den Unterschied von 9 Meter pro Minute und 17 Meter pro Minute bei gleichen Tauchgängen (Dekotauchgänge: 35 Meter, 25 Minuten). 37,5 Prozent der Untersuchten zeigten bei einer Geschwindigkeit von 9 Meter pro Minute Blasen der Größe 2 bis 4. In der Gruppe mit 17 Meter pro Minute zeigten sich die entsprechenden Blasen aber bei über 50 Prozent der Probanden. Auch das Alter hatte einen entscheidenden Einfluss. Eine Blasenbildung trat bei 11,8 Prozent der Teilnehmer unter 40 Jahren auf, bei den über 40-jährigen waren es dagegen 64,3 Prozent. Ein weiterer Faktor für ein erhöhtes Auftreten von Blasen zeigte sich im Körpergewicht. Unter 76 Kilo Körpergewicht zeigten 11,8 Prozent signifikante Blasenbildung, über 76 Kilo Gewicht waren es 50 Prozent. Auch Tierversuche bestätigten diese Daten.

PRO

„Ganz langsam“



AUTOR

des o.g. sporttaucher-
Artikels und der ergänzen-
den PRO-Stellungnahme
Dr. med. Dirk Michaelis
Facharzt für Anästhesie |
Intensivmedizin | Notfall-
medizin | Betriebswirt (VWA)
Hessischer Landes-
verbandsarzt (VDST)
Ärztlicher Leiter der
Druckkammerzentren
Rhein-Main-Taunus
Schiersteiner Straße 42,
D-65187 Wiesbaden

Analyse von Tauchgangsdaten

In den von uns ausgewerteten Tauchgangsdaten von Tauchunfällen fiel sehr häufig auf, dass trotz „Nullzeittauchgängen“ Sicherheitsstopps in unterschiedlicher Art und Weise durchgeführt wurden. In vielen Tauchgängen konnte man erkennen, dass zum Ende des Tauchganges aus 3-5 Metern Tiefe innerhalb weniger Sekunden der Tauchgang beendet wurde bzw. förmlich ein „hochploppen“ zur Oberfläche erfolgte. Gerade in den letzten Metern ist die Auswirkung durch das Gesetz von Boyle-Mariotte prozentual am größten.

Da somit, trotz Ausschluss anderer Faktoren und trotz Durchführung von Sicherheitsstopps, Dekompressionsunfälle auftraten, könnte man den Nutzen von Sicherheitsstopps bezweifeln. Provokant muss man fragen, warum überhaupt Sicherheitsstopps durchgeführt werden, da normale Nullzeittauchgang laut mathematischer Modelle keinen Sicherheitsstopp vorsehen.

Weiterhin gibt es keine Studie, die den Nutzen eines Sicherheitsstopps belegt. Schaut man sich eine

klassische Entsättigungskurve an, so findet man an keiner Stelle eine Erklärung für das Einlegen eines Sicherheitsstopps. Die Gase entsättigen nach unseren Modellvorstellungen kontinuierlich. Es wird eine Kurve beschrieben, die asymptotisch gegen Null (Oberfläche) geht. Somit ist es nur logisch, diesem Kurvenverlauf beim Tauchgang zu folgen. Dieses Verhalten bildet am besten eine in den letzten Metern immer langsamer werdende Auftauchgeschwindigkeit ab.

Studien, die zeigen konnten, dass die Unfallrate mit abnehmender Aufstiegsgeschwindigkeit sinkt, gibt es bereits (siehe sporttaucher-Artikel oben).

Nullzeittauchgänge

Gerade der Begriff „Nullzeittauchgang“ suggeriert den Tauchern oft eine falsche Sicherheit. Immer wieder hört man die Meinung, wenn man in der Nullzeit bleibt kann man keinen Dekompressionsunfall erleiden. Dies ist schlichtweg falsch.

Mehrere unserer ausgewerteten Tauchunfälle waren klassische Nullzeittauchgänge. Trotzdem hatten die Taucher Symptome einer Dekompressionskrankheit. Oft wird der Nullzeittauchgang bis an das Maximum ausgereizt, um keine Deko machen zu müssen und sich somit sicher zu fühlen. Der gleiche Tauchgang nur eine Minute länger durchgeführt würde zu einer Dekopflucht führen und wird von vielen Tauchern dann als der unsicherere Tauchgang „gefühlte“. Dabei sind beide Tauchgänge bzgl. der Stickstofflast annähernd identisch – das Unfallrisiko ebenfalls.

Praktische Erkenntnisse

Wir führen dieses Verfahren bereits seit sechs Jahren sehr erfolgreich bei Tauchlehrerprüfungen durch. Die Durchführung gestaltet sich sehr einfach. Sowohl an einem Riff als auch bei Freiwasseraufstiegen, die obligatorisch mit einer Markierungsboje durchgeführt werden, lässt sich das bewusst langsame Auftauchen

CONTRA

„Ganz langsam“

in den letzten Metern mühelos durchführen – auch bei Wellengang und Strömung.

Aussagen von erfahrenen Tauchern zeigen uns, dass diese sich mit der langsamen Aufstiegeschwindigkeit subjektiv deutlich besser nach Tauchgängen fühlen. Viele dieser Taucher haben in ihrer Vergangenheit gleiche Tauchgänge, jedoch mit normalem Ausatmen, durchgeführt. Ausnahmslos wird berichtet, dass man sich mit der langsamen Aufstiegeschwindigkeit „nicht so kaputt“ fühlt. Diese Symptomatik wurde von anderen Autoren bereits beschrieben und findet sich unter dem Begriff „Dekostress“. Somit hilft die langsamere Aufstiegeschwindigkeit den Dekostress zu reduzieren.

Insgesamt basieren die Überlegungen die Aufstiegeschwindigkeit zu reduzieren auf drei Säulen:

1. Analyse von Tauchgangsdaten, die zu Dekompressionssymptomen geführt haben.
2. Theoretisch-mathematische Überlegungen bzgl. bewährter Entsättigungskurven.
3. Eine größere Anzahl von erfahrenen Tauchern mit durchwegs positiven Aussagen.

Eine evidenzbasierte Studie existiert hierzu nicht. Allerdings existieren zu den allermeisten Regeln, die in der Taucherei angewendet werden, ebenfalls keine entsprechenden Studien. Vieles basiert auf Erfahrungen und Expertenmeinungen. Aus eben genau solchen Erfahrungen wurden auch die Deep Stops geboren – heute weltweit angewandt und letztlich immer noch kontrovers diskutiert. Ich hoffe, dass sich die langsame Aufstiegeschwindigkeit im Sporttauchbereich etabliert, genauso wie sie bereits im TEC-Bereich fest und diskussionslos verankert ist.

Dr. Dirk Michaelis

AUTOR

Dr. Frank Hartig,
Taucherarzt (ÖGTH)
Referat Tauchmedizin der ÖGTH
Examiner für Trimixtauchlehrer,
Instructor-Trainer für
Sporttaucher bei Barakuda
IDS/CMAS/RSTC
FA Innere Medizin, Intensiv- u.
Notfallmedizin
OA der Universitätsklinik
Innsbruck
Email: frank.hartig@uki.at



Prinzipiell gilt es, Sporttauchen in der heutigen Definition (keine Dekotauchgänge, Aufatmen jederzeit möglich) und mit der heutigen Ausrüstung klar vom technischen Tauchen zu unterscheiden. Eine 1:1-Übernahme von Ausrüstungskonfigurationen oder tauchtechnischen Regeln ist nur begrenzt sinnvoll.

Vergleich technisches Tauchen und Sporttauchen

Hierzu ist die folgende Analogie vielleicht nützlich: Formel 1-Bolide vs. Familienauto. Beide Fahrzeuge haben unterschiedliche Einsatzgebiete und unterscheiden sich daher gehörig, haben aber dennoch einige Gemeinsamkeiten. Sicherheitsrelevante technische Aspekte aus der Formel 1 wie ABS, ESP oder Airbags machen absolut Sinn, wenn sie im Familienauto eingebaut sind. Niemand würde aber auf die Idee kommen, den Hochgeschwindigkeitsspoiler an das Familienauto zu schrauben oder in einen Formel 1-Boliden einen Kindersitz einzubauen.

Gewisse Trainingsprinzipien wie bedingungsloses Buddy-Prinzip und Awareness, adaptierte Flossen-

schlagetechniken, exakte Tauchgangsplanung und kontrollierte Auftauchgeschwindigkeit sind zweifellos sinnvoll und sollten von Sporttauchern genauso beherzigt werden wie die Erkenntnis, dass körperliche Fitness und Normalgewicht wesentliche Voraussetzungen für blasenarmes Tauchen sind.

Auch die ursprünglich aus dem technischen Tauchen stammenden Deepstops können bei inzwischen guter Datenlage von Sporttauchern übernommen werden, in vielen Verbänden existieren auch bereits entsprechende Empfehlungen hierzu. Natürlich fehlt eine eindeutige Beweisführung, ob durch Einführung solcher Deepstops das Sporttauchen auch tatsächlich sicherer geworden ist. Die Blasenreduktion selbst ist zwar untersucht, der Rest ist aber konsensusbasiertes Empfehlungswissen von Experten, also Evidenz auf geringem Niveau (wie im Übrigen zu den meisten Fragestellungen im Tauchen).

Keine relevante Aufsättigung der langsamen Gewebe bei Sporttauchgängen

Beim technischen Tauchen wird in der Regel auf den letzten 6 Metern bis zur Oberfläche in horizontaler Wasserlage mit 1 m/min schrittweise (statt kontinuierlich) aufgetaucht. Auf diesen letzten Stopps werden die durch lange und tiefe technische Tauchgänge mit Inertgasen (N₂, He) beladenen langsamen Gewebe entsättigt. Bei langen Explorationstauchgängen ist sogar diese Auftauchgeschwindigkeit noch zu schnell und wird auf ca. 0,3 m/min (also 3 min/m) reduziert. Wichtig ist aber die Tatsache, dass bei solchen Tauchgängen **Trimix-Gase** und **Dekompressionsgase** eingesetzt werden.

Dieses dekompressionstechnische Austauchen kann natürlich nicht auf Sporttauchgänge mit max. Tauchtiefen von 30-40 m, Grundzeiten von unter 15 min und Verwendung von Luft oder Nitrox ohne Dekogase umgemünzt werden. Die langsamen Gewebe sind bei derartigen Sporttauchgängen aus dekompressionsphysiologischer Sicht kaum relevant mit Inertgas aufgesättigt. Darüber hinaus haben Sporttaucher durch Verwendung von Luft/Nitrox eine gänzlich andere Inertgaskinetik, daher ist ein Austauschprozedere wie für technische Tauchgänge weder gerechtfertigt noch sinnvoll.

Keine evidenzbasierte Reduktion der Blasenbildung

Dass, wie im o.g. sporttaucher-Artikel „Ganz langsam“ argumentiert wird, die Blasenbildung durch Reduktion der Auftauchgeschwindigkeit auf den letzten Metern vermindert werden kann, kann anhand der angegebenen Studien von Marroni und Bennett nicht nachvollzogen werden. In den zitierten Studien wurden zwei verschiedene Aufstiegsgeschwindigkeiten ab Verlassen der Zieltiefe verglichen (9-10 m/min vs. 17-18 m/min), das Austauchen auf den letzten Metern nach Verlassen des Sicherheitsstopps mit 1 m/min wurde in keiner der angeführten Studien untersucht.

Im Gegenteil, in der Studie von Marroni et al. von 2004 [1] (s. Abb. 1) wurde festgestellt, dass eine Verlängerung der Gesamtaufstiegszeit durch Reduktion der Aufstiegsgeschwindigkeit auf 3 m/min zu einer signifikant erhöhten Blasenlast führte. Auch in dieser Arbeit wurden verschiedene Aufstiegs- geschwindigkeiten (3 m/min, 10 m/min und 18 m/min) für die gesamte Dekompression verglichen und nicht explizit die Aufstiegs- geschwindigkeit der letzten 5 m. Es ist aber nicht möglich, aus diesen Daten auf eine Beeinflussung der Blasenlast (Verringerung oder Vergrößerung) durch Reduktion der Aufstiegs- geschwindigkeit auf den letzten 5 m zu schließen.

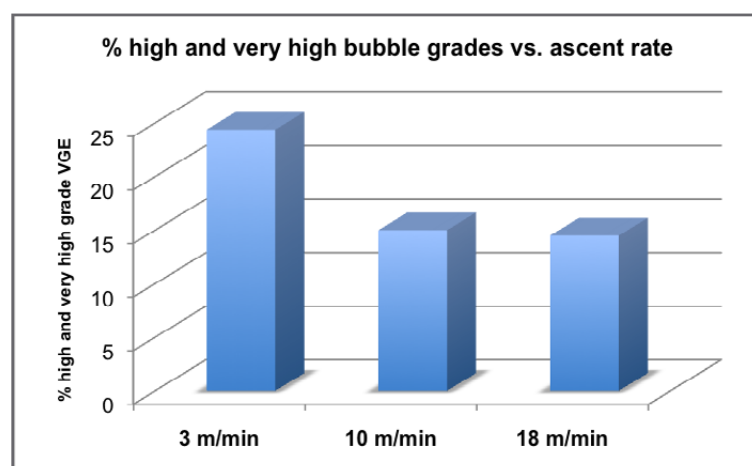


Abb. 1: Die Daten von Marroni et al. (2004) zeigen die Häufigkeit der Taucher mit vielen bzw. sehr vielen venösen Gasblasen-Detektionen (VGE) bei einem Tauchgang (25 m Tiefe und 25 min Grundzeit) mit verschiedenen Aufstiegs- geschwindigkeiten.

Demgegenüber gibt es auch für Sporttauchprofile bezüglich der Deepstops einen dekompensionsphysiologischen Nutzen, der mehrfach untersucht wurde. Gerade die beliebten sog. Bounce Dives oder tiefen Tauchgänge (auf 30 bis 40 m) mit raschem Aufstieg können zu vermehrtem Auftreten von Mikroblasen und zu kritischer Übersättigung der ultraschnellen Gewebe führen. Durch einen taucherisch einfach durchzuführenden Deepstop können diese Mikroblasen mit noch kleinem Durchmesser in 2-3 Minuten zur Lunge transportiert und dort effektiv abgeatmet werden. Interessanterweise zeigen die Daten von Bennett et al. von 2007 [2] sogar, dass ohne Einhaltung eines Deepstops die Verlängerung des Sicherheitsstopps auf 10 min (das entspricht in etwa der Gesamtaufstauzeit mit 1 m/min plus Sicherheitsstopp) die Blasenlast in keinsten Weise so effektiv reduzieren konnte, wie durch Einhaltung eines Deepstops (s. Abb. 2 & Abb. 3). Darüber hinaus zeigte die Länge des Sicherheitsstopps (zwischen 1 und 5 min) keinen großen Einfluss auf die Blasenlast, wenn ein 2,5 min Deepstop eingehalten wurde (s. Abb. 2).

Aufgrund dieser Datenlage ergibt sich zum momentanen Stand des Wissens eine klare Empfehlung für die Durchführung von Deepstops und keinerlei Hinweise für einen Benefit durch Verlängerung der Austauschzeit der letzten 5 m. Zudem ist das Austauschen auf den letzten Metern im Freiwasser technisch oft schwierig (Wellengang!) und für Tauchanfänger nicht anwendbar. Hier als repräsentative Gruppe Tauchlehrer anzuführen macht wenig Sinn, da der Großteil der Taucher wenig routiniert (Urlaubstaucher) und nicht im Training ist. Dass ein oft zu beobachtendes promptes „Herausschießen“ Richtung Oberfläche oder zur Bootsleiter nach Absitzen des Sicherheitsstopps ungünstig ist, liegt auf der Hand und wird in keinem Verband für Sporttaucher unterrichtet. Gelehrt wird in fast allen Verbänden ein kontrolliertes Auftauchen nach Beendigung des Sicherheitsstopps in ca. 1-2 min bis zur Oberfläche.

Erwähnenswert ist abschließend noch, dass mittlerweile manche Tech-Tauchverbände dazu übergehen auch Sporttaucher in Tech-Ausrüstungskonfiguration (Wing, Backplate, Longhose/Backup, horizontale Wasserlage, schrittweise Aufstiege) auszubilden, um sie so von Anfang an an die zukünftigen Tauchtechniken des Technical Diving zu gewöhnen. In einem solchen Setting kann natürlich eine schrittweise, kontrollierte und horizontale Auftauchgeschwindigkeit

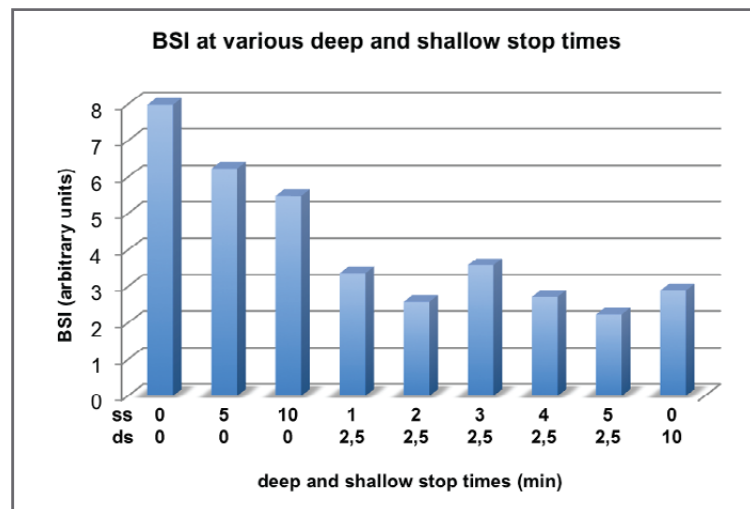


Abb. 2: Die Daten von Bennett et al. (2007) zeigen den Bubble Score Index (BSI) bei verschiedenen flachen Stopp- (shallow stops, ss) und tiefen Stoppzeiten (deep stops, ds).

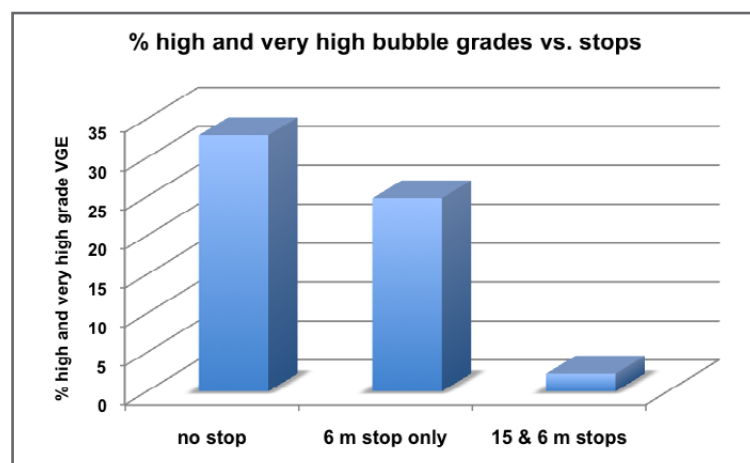


Abb. 3: Die Daten von Marroni et al (2004) zeigen die Häufigkeit der Taucher mit vielen bzw. sehr vielen venösen Gasblasen-Detektionen (VGE) bei einem Tauchgang (25 m Tiefe und 25 min Grundzeit) mit verschiedenen Stoppverfahren beim Auftauchen.

von Beginn an und in technischer Konfiguration diskutiert werden. Aber auch diese recht neue Generation von „Recreational Divers“ taucht in der Regel mit lediglich 3 m/min (stufenweise) aus. Mit „stufenweise“ ist ein rasches Auftauchen auf die nächst höhere Stufe und dann ein Sistieren bis zum Ende der Stufenzeit gemeint.

Studientechnisch gibt es zum Thema „Austauchgeschwindigkeit auf den letzten 6 m beim Sporttauchen im Gegensatz zum Thema Deepstops keine auch nur annähernd überzeugenden Daten. Somit gibt es aus tauchtechnischer und dekompressionsphysiologischer Sicht keinen überzeugenden Grund, die derzeitige Austauchempfehlung „Sicherheitsstopp von 3 min auf 5-6 m, anschließend kontrolliertes Auftauchen in ca. 1-2 min bis zur Oberfläche“ in irgendeinem Punkt zu ändern.

Das Fazit „Eine Reduktion der Aufstiegsgeschwindigkeit geht mit einer Reduktion der Blasenbildung einher“ ist nicht immer ganz richtig und kann daher nicht generell für das Austauchen übernommen werden. Aus meiner Sicht wäre ein Richtliniencharakter (in den Ausbildungsstandards vorgegebene Austauchregel statt Empfehlung) einer solchen Auftauchregel mit 1 m/min für das Sporttauchen recht heikel, da sie auf wenigen Autorenmeinungen fußt und weder konsensusbasiert noch validiert ist.

Dr. Frank Hartig

Literatur

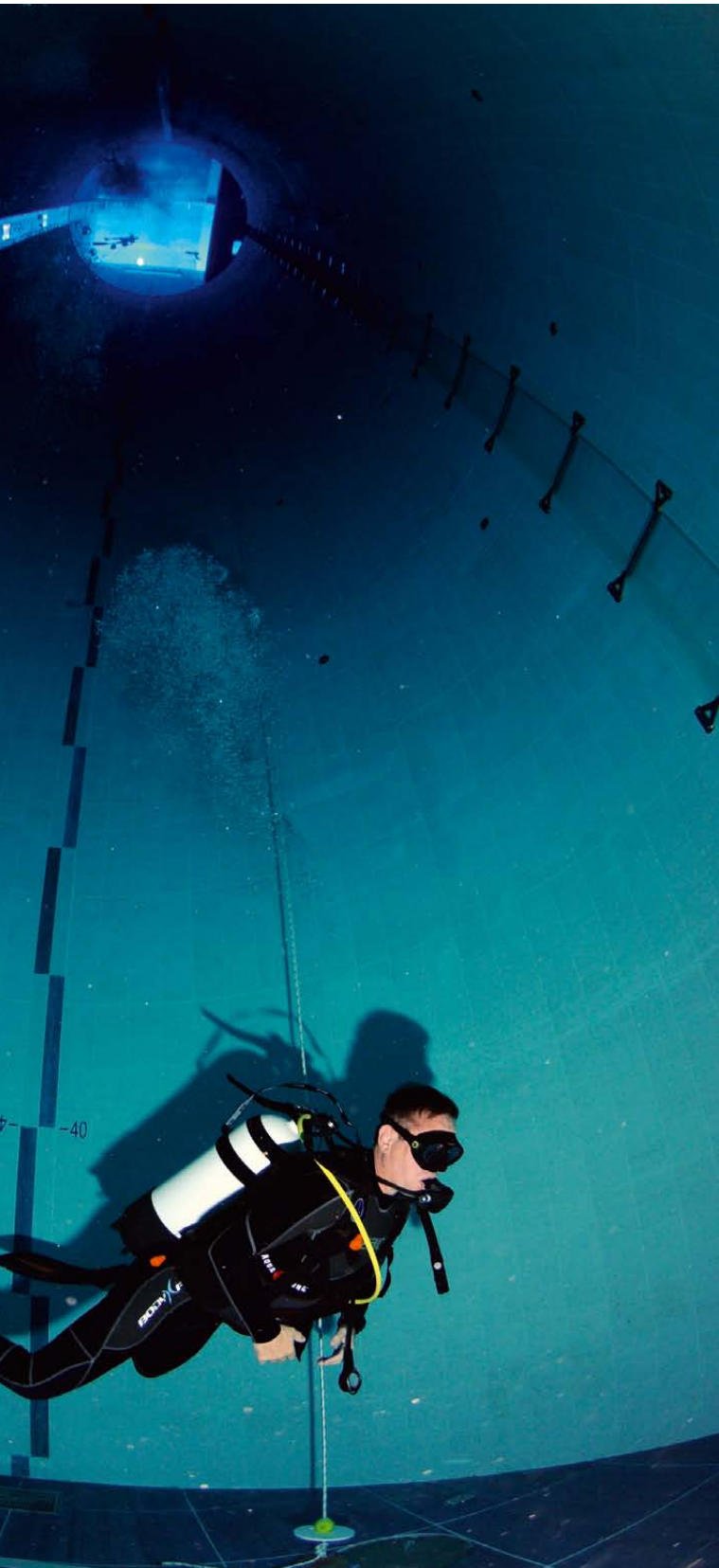
1. Marroni et al (2004). A deep stop during decompression from 82 fsw (25 m) significantly reduces bubbles and fast tissue gas tensions. Undersea Hyperb Med. 2004 Summer;31(2):233-43.
2. Bennett et al. (2007). Effect of varying deep stop times and shallow stop times on precordial bubbles after dives to 25 msw (82 fsw). Undersea Hyperb Med. 2007 Nov-Dec;34(6):399-406.

Mit 40 Meter Tiefe ist das „Y-40“ in Montegrotto Terme bei Padua die derzeit tiefste öffentlich zugängliche Indoor-Tauchanlage weltweit (Foto: Rene Lipmann (duiken), mit freundlicher Genehmigung).



Y-40

das tiefste Schwimmbad der Welt



AUTOR

Dr. Wilhelm Welslau •
Redaktion caisson •

welslau@gmx.org •



Im Juni 2013 begannen die Arbeiten in Montegrotto Terme (bei Padua) in Italien am weltweit tiefsten Schwimmbecken. Am 5. Juni 2014 fand die Eröffnungsfeier statt. Y-40 (so der Name der Installation) verfügt über einen 21 x 18 m messenden Pool, eine Maximaltiefe von 40 m, Plattformen in unterschiedlichen Tiefen (1,3m, 5m, 6m, 8m, 10m, 12m, 40m), vier künstliche Unzerwassergrotten und insgesamt 4.300 Kubikmeter Wasser. Bei einer Wassertemperatur von 32 bis 34 °C kann bequem ohne Nasstauchanzug geschnorchelt und getaucht werden. Die Anlage ist ganzjährig geöffnet und bietet besondere Trainingszeiten für Apnoetaucher und Sporttaucher an. Y-40 ist Bestandteil der 4-Sterne-Anlage Hotel Terme Millepini, wo auch ein Kongresszentrum, Spa-Pools, ein Wellnesscenter und ein Restaurant zu finden ist.

Y-40 ist ein rein Italienisches Projekt, die Konstruktion stammt vom Architekten Emanuele Boaretto,



der sich bei der Realisierung von Experten aus der Tauchszene beraten ließ.

Die max. Tauchtiefe von 40 Meter ist tauchmedizinisch nicht ohne Risiken. Im Vergleich zum vergleichbaren Projekt „NEMO 33“ in Brüssel mit max. 33 Meter Tauchtiefe sind im Y-40 deutlich kürzere Nullzeiten auf Maximaltiefe zu berücksichtigen.

Leider liegen caisson derzeit keine Informationen zum tauchmedizinischen Sicherheitskonzept vor (Gesundheitscheck, Tauchbrevet-Kontrolle, Tauchzeitbegrenzung, Bereitstellung von Reserve-Luft/Deko-Gasen, Rettungskette, Transport zur Druckkammer).

Weitere Informationen und Bilder s. www.y-40.com.

Wilhelm Welslau



Abb. oben und unten: Y-40 The Deep Joy, mit freundlicher Genehmigung)

Deko-Tauchgänge

Angst und Faszination im Buddyteam

In Zweier-Gruppen springen wir ins Wasser zur Bojenleine, ein kurzer Blick zum Partner und wir tauchen an der Leine ab in das tiefdunkle Blau. Erneute prüfende Blicke mit kaum merkbarem Stopp auf 5 und 20 m: alles klar und es geht weiter. Wegen der Strömung halten wir die Leine im offenen Griff und sausen immer tiefer, bis fast aus dem Nichts ab 30 m schemenhafte Umrisse zu sehen sind: die Donator. Nicht wegen der Anstrengung rast unser Puls, sondern die Faszination des Wracks nimmt uns ein. Kaum zu überblicken sind die zahllosen Fischeschwärme, deren Zuhause wir besuchen.



Abb. 1: Die Donator ist ein beliebtes Tauchziel für erfahrene Taucher. Sie liegt vor Giens-Hyeres an der französischen Mittelmeerküste in einer Tiefe, die einen Besuch innerhalb eines „Nullzeittauchgangs“ praktisch nicht erlaubt. Foto: Roland Herr

Die Bojenleine ist auf 40 m Tiefe an der Reling der Donator fest gemacht. Ein Blick mit „OK“-Zeichen bestätigt uns, dass wir den Tauchgang mit nur 12 bis 15 Minuten Grundzeit um das Wrack beginnen

AUTOR

Roland Herr •
CMAS TL2/1788 •
Freier Journalist •
und Autor •
Bielefeld/Bangkok •

herrroland@t-online.de •



können. Es geht auf Höhe der Reling um das Wrack, zum Steuerrad, ein Blick in die Laderäume des nach Ende des 2. Weltkriegs auf eine Mine gelaufenen Frachters und an den Außenseiten des Hauptdecks vorbei zum Bug. Der kontrollierende Blick zum Computer mahnt uns, die Bojenleine wieder aufzusuchen und den Aufstieg zu beginnen.

Bei ca. 20 m ein Tiefenstopp von 1 Minute, der Computer zeigt Dekozeiten auf 6 m und 3 m an, von denen die Dekostufe auf 6 m schon bald wieder verschwindet. Dekostopp von 6 min auf 3 m, die Signalboje setzen und nach dem Sicherheitsstopp von 3 min auf 3 m tauchen wir mit leuchtenden Augen auf. Ein Deko-Tauchgang, wie er im Idealfall und tagtäglich abläuft. Aber es kann auch anders kommen...

Warum haben so viele Taucher allergrößten Respekt, gar Angst vor Dekompressions-Tauchgängen?



Abb. 2: Die Bojenleine ist auf 40 m Tiefe an der Reling der Donator fest gemacht. Ein Blick mit „OK“-Zeichen bestätigt, dass der Tauchgang mit 12 bis 15 Minuten Grundzeit um das Wrack beginnen kann. Foto: Roland Herr

Zum Einen sind natürlich im Vergleich zum Tauchen ohne Dekompressionsstufen einige Regeln zu beachten bezüglich Ausrüstung, Tauchverhalten und Taucherfahrung. Zum Anderen stehen da immer wieder Geschichten von Tauchunfällen im Raum die uns zeigen, wie es nicht sein sollte. Wichtigster Grundsatz insbesondere bei Deko-Tauchgängen ist das Vertrauen zum kompetenten Tauchpartner. Der Einfluss des psychologischen Faktors ist hier sehr stark. Sicherheit gibt ein ausführliches Briefing vor dem Tauchgang mit Besprechung aller möglichen Situationen. Je höher die Brevetierung und Erfahrung mit Deko-Tauchgängen des Tauchpartners ist, desto sicherer fühlt sich der Neuling.

Insbesondere das Wissen um die möglichen Gefahren und wie darauf in der Tiefe zu reagieren ist, schafft Sicherheit. Nicht zu schnell nach dem Sprung ins Wasser abtauchen und noch an der Wasseroberfläche erst einmal wieder zu Atem kommen, ist der beste Beginn des Tauchgangs. Denn wer bereits mit erhöhtem Atem-Minuten-Volumen abtaucht, wird dies unter Wasser nicht mehr in den Griff bekommen. Schon beim Abstieg kann es zu Problemen mit dem Druckausgleich kommen, ob nun psychologisch oder tatsächlich körperlich

bedingt. Mehrmalige Blicke zum Tauchpartner und nicht zu schnelles Abtauchen helfen, dies zu vermeiden.

Auf der Zieltiefe von 40 m genügt ein tiefer Blick in die Augen um zu erfahren, ob sich der Mittaucher tatsächlich wohl fühlt. Krampfhaftes festhalten an der Leine ist ein weiteres Indiz für beginnende Panik, der man leicht durch anfassen, in die Augen schauen und beruhigen schon im Ansatz begegnen kann. Ab 30 m Tiefe kann uns bereits der Tiefenrausch (oder auch Stickstoffnarkose) zu den seltsamsten Reaktionen verleiten. Schlimm ist dieser Zustand nicht, erkennt man die Symptome rechtzeitig und verlässt die Tiefe zügig. Bei 30 bis 25 m verschwindet er bereits wieder.

Gefährlich kann ein Essoufflement (französisch "außer Atem geraten") werden, wird es nicht schnell erkannt. Aufregung, zu schnelles Abtauchen, hoher Atemwiderstand in der Tiefe, zu enger Tauchanzug, zu starke Anstrengung etwa bei Strömung führen dazu, dass die Atemfrequenz zunehmend höher wird, was deutlich an den vermehrten Ausatemblasen zu erkennen ist. Auch hier hilft anfassen, Ursachen für die Anstrengung abschaffen und die Tiefe verlassen.

Selbst nach dem Tauchgang an der Oberfläche kann uns der Deko-Tauchgang noch verfolgen, da der Stickstoff im Körper erst langsam abgeatmet bzw. abgebaut werden muss. Anstrengung, Sauna und zu knapp anschließende, noch tiefere Wiederholungs-Tauchgänge sind zu vermeiden.

Viel ist bei einem Deko-Tauchgang zu berücksichtigen. Dennoch lohnt es sich, in Tiefen vorzudringen, deren Eindrücke und Faszination uns auch später an der Wasseroberfläche noch lange strahlen lassen.

Roland Herr



Standardwerk.

Ch. Klingmann
K. Tetzlaff (Hrsg.)

Moderne Tauchmedizin

■ Handbuch für Tauchlehrer, Taucher und Ärzte

2. vollständige überarbeitete Auflage 2012
ISBN 978-3-87247-744-6
Gebunden, 844 Seiten, fünffarbig
€ 65,- ; sFr 80,-



Tauchtauglichkeit.

Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin (GTÜM)
Österreichische Gesellschaft für Tauch- und Hyperbarmedizin (ÖGTH) (Hrsg.)

Checkliste Tauchtauglichkeit

■ Untersuchungsstandards und Empfehlungen der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin (GTÜM) und der Österreichischen Gesellschaft für Tauch- und Hyperbarmedizin (ÖGTH)

2., vollständig überarbeitete Auflage 2014
ISBN 978-3-87247-747-7
Gebunden, 384 Seiten
€ 40,- ; sFr 50,-



Management.

Mirko Obermann
Andreas Häckler
Nicole Kiefhaber (Hrsg.)

Modernes Tauchbasenmanagement

■ Handbuch für Tauchschulen Tauchbasen nach ISO 24803

1. Auflage 2012
ISBN 978-3-87247-732-3
Gebunden, 496 Seiten, vierfarbig
€ 49,- ; sFr 60,-



Rettungsplan Tauchunfall.

Hubertus Bartmann
Claus-Martin Muth (Hrsg.)

Notfallmanager Tauchunfall

■ Praxishandbuch für Taucher Tauchmediziner Rettungsdienste

4. vollst. überarbeitete Auflage 2012
ISBN 978-3-87247-746-0
Gebunden, Taschenbuchformat vierfarbig, 456 Seiten,
Preis € 40,- ; sFr 50,-

**Grundlagen – Vorbeugung – Diagnose – Therapie
Management – Ausrüstung – Rettung**



Gentner Verlag

Gentner Verlag • Buchservice Medizin
Postfach 101742 • 70015 Stuttgart
Tel. 0711/63672-857 • Fax 0711/63672-735
buch@gentner.de • www.asu-arbeitsmedizin.com/buecher • www.tauchmed.com

Mehr Informationen
und versandkostenfrei
online bestellen:



Sie gaben ihr Leben – wofür?



AUTOR

Dr. med. •
Karl-Peter Faesecke •
Facharzt für •
Arbeitsmedizin •
Taucherarzt (Bw/USNavy) •
Praxis •
Dr. Clara C. Schlaich MPH •
& Dr. Karl P. Faesecke •
•
Schanghaiallee 14 •
20457 Hamburg •

Wer für einen Nachmittag der Shoppinghektik auf Helgoland's Hauptstraßen entfliehen will, hat außer dem Oberland nur die kleine Nachbarinsel als Alternative, die zwar „Düne“ heißt, aber deutlich mehr als Sand und den Flugplatz zu bieten hat. Auch hier gibt es touristische Trampelpfade, aber wer diese verlässt, trifft irgendwann auf den „Friedhof der Namenlosen“. Ursprünglich als letzte Ruhestätte für angetriebene Seemannsleichen angelegt, finden sich inzwischen eine Vielzahl von Gedenksteinen und -plaketten, die an dramatische Seeunfälle erinnern, die sich in das kollektive Gedächtnis der Küstenbewohner eingegraben haben - hier sei nur der Rettungskreuzer „Adolph Bermppohl“ genannt. Seit einigen Jahren gibt es auch den hier abgebildeten Findling, der auf ein dunkles Kapitel der deutschen Unterwasserforschung hinweist.

Das wissenschaftliche Tauchen hatte in Deutschland schon eine lange Tradition (wie in früheren Caissons beschrieben), als man sich in den 60er Jahren auf eine neue Technik fokussierte, die für alle unter Was-

ser forschenden Wissenschaftler längere Standzeiten ermöglichen sollte: man wollte das von Albert Behnke postulierte und dann von George Bond und Jacques Cousteau etablierte Sättigungsverfahren anwenden. Wegen der geringen Wassertiefen auf dem deutschen Festlandssockel war hier die Verwendung von Atemluft möglich, während die US-Navy und die Franzosen auf teure Mischgase angewiesen waren.

Auf medizinischem Gebiet übernahm die DFVLR (damals noch in Bad Godesberg, heute als DLR in Köln) die Führung. Von dort waren schon vorher wichtige Forschungsergebnisse zur Caissonarbeit von Dr. Wünsche erschienen, und im Jahre 1963 wäre die Rettung von drei in Lengede im Überdruck tagelang eingeschlossenen Bergleuten ohne die vorbereiteten Arbeiten aus Godesberg und die dann vor Ort durchgeführte Dekompression mit Sauerstoff nicht erfolgreich gewesen. Bei diesen Einsätzen war auch Dr. Hartmann als ärztlicher Mitarbeiter der DFVLR beteiligt.

Als erste Unterwasserbasis lieferte die Fa. Babcock 1968 das 2-Personen-Habitat „BAH 1“ (für „Biologische Anstalt Helgoland“), das im Sommer in der Flensburger Förde zum ersten Mal erfolgreich in verschiedenen Wassertiefen eingesetzt wurde. Bei ersten orientierenden Tauchgängen zur Festlegung eines Aufstellortes in der Kieler Förde kam es dann zu dem tragischen Unfalltod von Dr. Hartmann, als er am 21. September nach einem kurzen Tauchgang bei stürmischem Wind und Seegang auf maximal 5 Meter Tiefe mit allen Anzeichen einer akuten Lungenüberdehnung an die Wasseroberfläche kam. Erstmaßnahmen blieben erfolglos, der Hubschraubertransport nach Kiel konnte ihn nicht mehr retten.

Die Erfahrungen mit „BAH 1“ wurden dann beim zeitgleichen Bau des Nachfolgers berücksichtigt: „UWL Helgoland“ wurde bereits 1969 von den Drägerwerken in Lübeck ausgeliefert und am 28. Juli vor Helgoland auf 23 m WT verankert. Die als „Aquanauten“ bezeichneten Biologen konnten nun kontinuierlich

die Fischbestände studieren und sich den Wanderungen des Helgoländer Hummers widmen.

Zur Vorbereitung von Wartungsarbeiten wurden am 6. Dezember die Leitungen zur schwimmenden Versorgungsboje abgeschlagen. Zwei Forschungstaucher sollten am Grund dafür sorgen, dass keine Kabel sich beim Anheben am UWL verhaken. Dabei fanden beide den Tod; Vermutungen gingen in die Richtung, dass die Verbindungen zu den Notbatterien des UWL nicht gelöst waren und ihnen ein Stromschlag zum Verhängnis wurde.

Während der 24-jährige Kieler Student Winfried Kreytenberg schnell auf dem Meeresgrund gefunden und noch Wiederbelebungsmaßnahmen eingeleitet wurden, vertrieb der Leichnam des 29-jährigen Doktoranden und Zoologen Karl-Heinz Schumann und wurde erst im folgenden Sommer gefunden; Nasstauchanzug und Kopfhaube noch angelegt, Pressluftflaschen auf dem Rücken - allerdings fehlten das komplette Gesicht und die Hände bis zu den Gelenken: sein Forschungsobjekt Hummer hatte ihn nicht verschmäht. Dieses Foto erschien damals im „Stern“ und wurde vom Chronisten, der 1969 noch Student der Ozeanografie in Hamburg war, später als Taucherarzt in Unkenntnis der Zusammenhänge bei Vorträgen verwendet - jetzt, wo dieses Bild einen Namen hat, nicht mehr...

Beim Stöbern in den Publikationen der BAH anlässlich eines Besuchs im letzten September fanden sich keine Hinweise auf diese tragischen Vorkommnisse; auch in den abschließenden Forschungsberichten der DFVLR / DLR werden die drei Todesfälle nicht erwähnt. So ist denn dieser Stein auf der Helgoländer Düne noch immer die einzige Erinnerung an drei Opfer der deutschen wissenschaftlichen Unterwasserforschung, die den Betrachter mit der Frage zurücklässt: wofür gaben sie ihr Leben?

Sicher nicht für die Erforschung des Meeresgrundes, denn sie fanden ihren Tod nicht bei Forschungsarbeiten. Ihr Opfer war dennoch nicht umsonst, weil es langfristig zu erheblichen Verbesserungen der Sicherheit von Forschungstauchern geführt hat, deren Standard inzwischen dem der gewerblichen Taucher gleichwertig ist: bei ihrer Ausbildung und Tätigkeit

sind sie gesetzlich versichert, ihre Tauchgeräte sind modern, ihre gesundheitliche Eignung wird jährlich von qualifizierten Ärzten nach denselben Kriterien wie die der gewerblichen Taucher festgestellt, ihre Ausbildung führt nach den Erfahrungen des Chronisten zu einem deutlich höheren Kompetenzlevel als in der gewerblichen Taucherei, der auch durch qualifizierte Fortbildung permanent gehalten wird und im internationalen Vergleich führend ist.

Deshalb dürfen diese Namen und Schicksale nicht in Vergessenheit geraten – sie verloren ihr Leben, damit wir sicherer tauchen sollen.

Dr. Karl-Peter Faesecke



Gedenkstein auf der „Düne“ bei Helgoland,
Foto: Karl-Peter Faesecke

PS: Der Autor dankt seinem Kollegen und Freund Dr. Antony Low, der von 1969 bis 1979 mit der weltweiten taucherärztlichen Betreuung des UWL Helgoland betraut war, für die wertvollen Hinweise zum Tode von Dr. Hartmann.

Einfluss der Druckluft-Verordnung auf die HBO?



AUTOR

Dr. Dietmar Tirpitz •
FA Chirurgie, •
FA Arbeitsmedizin •
Diving & Hyperbaric •
Medicine •
Consultant (GTÜM) •

Email •
dr.d-tirpitz@t-online.de •

Die Hyperbare Oxygenation als therapeutische Maßnahme ist seit Boerema (1960) eine etablierte klinische Behandlungsmethode. In Deutschland ist sie seit den Veröffentlichungen von Wandel (1967) eine akzeptierte klinische Behandlungsform, besonders in der Notfallmedizin. Die Indikationsgebiete, Anwendungsformen wurden weiterentwickelt. Es wurden wissenschaftliche Fachgesellschaften weltweit gegründet (UHMS, EUBS, ECHM, GTÜM), die deutsche GTÜM wurde in die Arbeitsgemeinschaft wissenschaftlicher medizinischer Fachgesellschaften (AWMF) 1996 aufgenommen.

Die Anwendung ist heute zum großen Teil an private Einrichtungen gebunden, einige stationäre Einrichtungen gibt es noch, aber bis heute keine bindenden gesetzlichen Vorschriften, besonders im Arbeitsschutz. Es gibt seit 04/2004 eine BGI 5120: Sicheres Arbeiten mit therapeutischen Druckkammern. Eine BGI ist aber keine Vorschrift, sondern eine berufsgenossenschaftliche Informationsschrift. Per definitio-

nem sind Berufsgenossenschaftliche Informationen (BGI) von den Berufsgenossenschaften herausgegeben und sind nicht rechtlich bindend. Typischerweise werden in ihnen verschiedene rechtliche Grundlagen zu je einem Thema der Arbeitssicherheit zusammengefasst um Arbeitnehmern und Arbeitgebern einen Überblick über nötige Maßnahmen zu geben. Neben den Vorschriften von Arbeitsschutzes (ArbMedVV) und Unfallverhütung gibt es keine spezifischen Vorschriften für Arbeit mit erhöhtem Umgebungsdruck für die HBO.

Die einzige bindende Vorschrift für Arbeiten unter erhöhtem Umgebungsdruck ist die Druckluftverordnung (DruckluftV). Sie ist seit Oktober 1972 als staatliche Rechtsvorschrift Nachfolgerin der preußischen Pressluft-Verordnung (Sicherheitsvorschriften für die Preßluftarbeiten, Juni 1908) [Faesecke KP. Arbeit in Überdruck - die Forschungsarbeiten von Arthur und Adele Bornstein beim Bau des ersten Hamburger Elbtunnels 1909-1910. Universität Hamburg, 1997]. Bis dahin gab es nur Ärztliche Bestimmungen für Arbeiten in Druckluft (Wien 1895). Auch in anderer Hinsicht war Hamburg ein Wendepunkt für Arbeiten in Druckluft. Die Arbeiten wurden ursprünglich nach übernommenen Gepflogenheiten weitergeführt – bis zum ersten tödlichen Zwischenfall. Darauf wurde vom Senator für das Gesundheitswesen der Freien und Hansestadt Hamburg (Bernhard Nocht) ein Pressluftarzt aus Gießen verantwortlich für die Tunnelbaustelle bestellt – Dr. Arthur Bornstein. Er sorgte für geordnete Arbeitsabläufe, enge Dokumentation, Kasernierung der Arbeiter, ihre gesundheitliche Betreuung und eine Änderung der Dekompression von linearer zur stufenweisen nach John Scott Haldane (1907).

Die Überwachung durch den Staat war aus logistischen Gründen sicherlich nicht unklug. Die Druckluftverordnung ist bis heute eine staatliche Rechtsvorschrift für die Arbeitssicherheit bei Arbeit in

Druckluft. Die letzte Änderung der „Verordnung über Arbeiten in Druckluft (Druckluftverordnung)“ trat am 31. Oktober in Kraft. Der Geltungsbereich (§ 1) und die Begriffsbestimmungen (§ 2) haben sich nicht geändert:

§ 1 Geltungsbereich

(1) Diese Verordnung gilt für Arbeiten in Druckluft, soweit diese von einem Arbeitgeber gewerbsmäßig ausgeführt werden.

(2) Diese Verordnung gilt nicht für Arbeit in Taucherglocken ohne Schleusen und für Taucherarbeiten.

§ 2 Begriffsbestimmungen

(1) Im Sinne dieser Verordnung sind

[Satz 1. bis 4. nicht wiedergegeben]

5. Krankendruckluftkammern. Räume, die unabhängig vom Arbeitsdruck einer Arbeitskammer zur Behandlung drucklufterkrankter Personen sowie zur Probeschleusung nach ärztlicher Anweisung dienen.

§ 9 Beschäftigungsverbot

(1) In Druck von mehr als 3,6 bar Überdruck dürfen Arbeitnehmer nicht beschäftigt werden.

(2) In Druckluft dürfen Arbeitnehmer unter 18 Jahren oder über 50 Jahren nicht beschäftigt werden. Ausnahmegewilligung für (2) s. § 6.

§ 17 Krankendruckluftkammern, Erholungsräume und sanitäre Einrichtungen

(1) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass dort, wo die Arbeitskammer betrieben wird, die nachstehenden Einrichtungen vorhanden sind:

1. bei einem Arbeitsdruck von 0,7 bar oder mehr eine Krankendruckluftkammer, die für einen Arbeitsdruck von mindestens 5,5 bar ausgelegt sein muss.

Zusammenfassend darf ich feststellen, dass die Sorge eines Arbeitsverbots für Mitarbeiter bei einem Arbeitsdruck von mehr als 3,6 bar unberechtigt ist. In der ehemaligen BGI 5120 – jetzt DGUV Information 207-001 steht unter 3.1 Allgemeine Anforderungen und rechtliches Umfeld: Die Druckluftverordnung regelt nicht den Betrieb therapeutischer Druckkammern. Gleiches gilt für die Unfallverhütungsvorschrift „Taucherarbeiten“ (BGV C 23). Die Druckluftverordnung gilt nach § 1 für gewerbsmäßige Arbeiten in Druckluft. HBO ist Dienstleistung, nicht gewerbliche Arbeit. Die Hyperbare Oxygenation ist eine ärztliche Behandlung und da wo in der Druckluftverordnung ärztliche Behandlungsmaßnahmen angenommen werden (§ 17 Krankendruckluftkammern), wird in den Krankendruckluftkammern ein Arbeitsdruck von mindestens 5,5 bar angeordnet.

Die jetzigen Arbeitsdrücke unserer Druckkammern zu therapeutischen Zwecken sind demnach gesetzeskonform nach der alten und der aktuellen Gesetzeslage.

Dr. Dietmar Tirpitz

EUBS - Membership?



AUTOR

Prof. Dr. •
Costantino Balestra PhD •
President of European Under- •
water & Baromedical Society •
Professor of Physiology •
Haute Ecole Paul Henri-Spaak •
Head of the Environmental, •
Occupational & Ageing Physio- •
logy Laboratory •
VP. Research & Education •
DAN Europe •
Motor Sciences Department •
Université Libre de Bruxelles •
Email: balestra@daneurope.org •

Dear readers of caisson,

for a European Scientific Society, increasing membership nowadays is a challenging and not so simple task.

We have to keep in mind that almost every country in Europe has its own Baromedical, Hyperbaric or diving Scientific Society, like GTÜM in Germany or ÖGTH in Austria. Those who are already a member of these “national” societies may not see a benefit to become member of a “supranational”, European, society in the same field. There may be linguistic difficulties, as not every European speaks English fluently. Nevertheless, in practice we often see that this is really no difficulty at all – one only has to look at the attendees of EUBS meetings, in the meeting rooms, at the annual banquets and social events! A good example of it was this last meeting in September 2014 in Wiesbaden, Germany (I should say Wissenschaftsbaden for our German friends!) The “Diving and Hyperbaric Medicine” journal is one of the most appreciate benefit, its impact factor increases every year and its reference in Pubmed is a

great achievement. The journal is published by EUBS together with SPUMS (South Pacific Underwater Medicine Society), is printed 4 times a year and is included in EUBS membership fees. Actual membership fees are 100 Euro annually. From 2016 on we will have to increase our membership fee slightly (it has not changed since 2007!).

In addition, a very clear change in our membership profile is the proportion of members under 30 years of age. This may be due to the recent European project on diving physiology research (PHYPODE) that by design involved young researchers, but I remember some years ago that a former EUBS President (not to name him: Alf Brubakk) was continuing urging to increase the number of youngsters in our community. We are very glad to see young researchers coming more and more to our meetings; the “Young Researchers Session” that was started some years ago will continue to be organised and we even have some a proposition to constitute a “Young Researcher Committee” within ExCom [Executive Committee of EUBS] - those are of course encouraging ideas and we will discuss them within the next ExCom face-to-face meeting.

Our next Annual Meetings are in the (advanced) planning stage and the organising committees already working to achieve what’s needed. Please already bookmark our next meeting in Amsterdam, The Netherlands (in fact, it is high time to send an abstract and to register! The meeting takes place earlier this year, on 19-22 August, 2015. Switzerland (Geneva) will organise the meeting in 2016, and for the years beyond, we have Italy, Israel, Czech Republic, Portugal, etc. lining up, although a proposal for a definite location or organising committee is not for all of them finalised.

As you can see, we still have a lot planned and we are very positive for the future to come. Come and join us in the EUBS.

All the Best,
Costantino Balestra

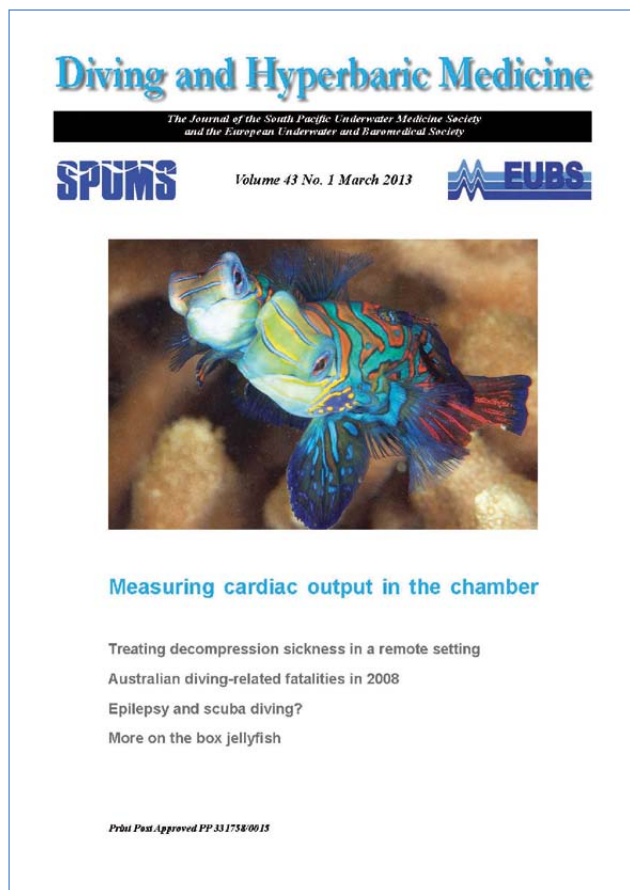
Neue Ehrenmitglieder

Sehr geehrte caisson-Leser,

Sie werden künftig regelmäßig ausgewählte Artikel aus Diving and Hyperbaric Medicine (DHM) im caisson als ungekürzte Reprints der DHM-Originalveröffentlichung lesen, ergänzt um eine deutschsprachige Zusammenfassung.

Werden Sie Mitglied der EUBS, um DHM viermal jährlich direkt zu lesen.

Näheres auf www.eubs.org/Applicat.htm
Die Red.



Titelseite des EUBS-Journals „Diving and Hyperbaric Medicine“ (DHM), Beispiel

Dr. Jochen Freier und Prof. Dr. Jochen Schipke wurden auf der Vorstandssitzung am 07.01.2015 in Frankfurt am Main mit einstimmigem Beschluss die Ehrenmitgliedschaft in der GTÜM e.V. für Ihre herausragenden Verdienste für die Gesellschaft verliehen.

Dr. Jochen Freier gehörte dem Vorstand von 1993 bis 2014 an. Als Schatzmeister von 1993 bis 2005 bewahrte er bei der Übernahme den Verein vor der Auflösung und sorgte für eine solide Finanzlage. Von 2005 bis 2008 nahm er das Amt des Vizepräsidenten war, danach kümmerte er sich als Beisitzer um das Resort Weiterbildung.



Dr. med. Jochen Freier
Anästhesist, Ehrenmitglied der GTÜM

Prof. Dr. Jochen Schipke gehörte von 2003 bis 2014 als Redakteur des CAISSON dem Vorstand der GTÜM e.V. an. Unter seiner Leitung entwickelte sich die Verbandszeitschrift zur heutigen Form einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift, die über die GTÜM hinaus bekannt geworden ist.



Prof. Dr. rer. nat. Jochen D. Schipke
Physiologe, Ehrenmitglied der GTÜM

Sowohl Dr. Jochen Freier als auch Prof. Dr. Jochen Schipke versprochen, auch in Zukunft die Belange der GTÜM tatkräftig zu unterstützen. Wir bedanken uns herzlich bei ihnen für ihr unermüdliches Engagement in der Vereinsarbeit und freuen uns, dieses mit einer Ehrenmitgliedschaft würdigen zu können.

Dr. Karin Hasmler
Präsidentin der GTÜM

Tauchmedizin-Workshop von ÖGTH, GTÜM und DAN Europe



AUTOR

cand.med.

Tobias Grabher

Gemeinsame Einrichtung
für internistische Intensiv-
und Notfallmedizin der
Universitäts-klinik für
Innere Medizin Innsbruck

tobias.grabher@
student.i-med.ac.at

Tauchen, Kindertauchen und Berufstauchen wären gezielte Tauchunfallmanagement-Empfehlungen indiziert und sollen in einer Arbeitsgruppe unter Einbeziehung aller relevanten Experten und Gruppenvertreter in Österreich erstellt werden.



Abb. 1: Über 80 Teilnehmer kamen zum Tauchmedizin-Workshop in der Univ. Innsbruck

Anlässlich des 3. Tyrolean Apnea Cup 2015 in Innsbruck am 22. Februar fand - wie auch schon 2013 und 2014 - am Vortag ein Tauchmedizin-Workshop der ÖGTH statt; in diesem Jahr in Kooperation mit der GTÜM und mit DAN Europe. Aufgrund der guten Resonanz in den letzten beiden Jahren waren trotz kurzfristiger Ankündigung über 80 Teilnehmer in Innsbruck dabei. Sowohl Tauchärzte als auch erfahrene (Apnoe-)Taucher waren vor Ort, das machte die Diskussionen sehr spannend.

Im ersten Teil stellten Dr. Roswitha Prohaska (ÖGTH) und Dr. Wilhelm Welslau die Überlegungen für ein Update der „Leitlinie Tauchunfall“ für Österreich vor. Die bisher gesammelten Ideen für Änderungen der bisherigen Leitlinie von 2011 wurden eingehend diskutiert, hierfür war genügend Raum vorhanden. So wurde etwa das Thema „Apnoetauchen“, das bisher in der Leitlinie noch gar nicht berücksichtigt ist, als zunehmend wichtig für Ergänzungen identifiziert (Verhalten, Diagnostik und Therapie bei Lung squeeze, blackout, Pneumothorax und Immersions-Lungenödem). Auch in den Bereichen technisches

Nach einer kulinarischen Pause wurden von Dr. Ulrich van Laak (DAN Europe) in einer schönen Zusammenfassung mit erfrischendem Humor und fachlichem Tiefgang aktuelle Fragen der Tauchmedizin aufgezeigt. Dr. van Laak beschrieb den derzeitigen medizinischen Wissensstand zur Entstehung und Problematik der „Bubbles“ und erläuterte die Hintergründe der aktuellen Sicherheitskampagnen von DAN zu: „Tauchen mit 55+“, „Dehydratation“ und „Atemluftqualität“. Die Zuhörer waren sich danach wieder einmal im Klaren, wie komplex Dekompression in Wirklichkeit ist, und wie viel Verbesserungspotential es in der weltweiten Tauchsportszene gibt.

Im zweiten Teil des Workshops ging es im Speziellen um die Thematik Apnoetauchen. Bereits in den letzten beiden Jahren wurden wissenschaftliche Untersuchungen zur Thematik hypoxischer Enzephalopathie und professionelles Apnoetauchen vorgestellt. Dr. Lars Eichhorn (GTÜM) gab einen Einblick in die Studien, die an der Universität Bonn zur Thematik Apnoetauchen und Herz-Kreislaufsystem

durchgeführt werden. Er beleuchtete vor allem die erhebliche kardiologische Belastung dieses Sports und klärte über die Kompensationsmechanismen des Körpers zum Schutz der Blutversorgung lebenswichtiger Organe auf.

OA Dr. Martin Sojer (Univ.klinik für Neurologie) begeisterte das Publikum mit seinem Vortrag über motorische Aktivitäten während Bewusstlosigkeit. Er erklärte anschaulich Zusammenhänge zwischen „Samba“, „Blackout“ und Synkopen und wie sich diese trotz ähnlichem Erscheinungsbild von epileptischen Ereignissen unterscheiden. Dr. Sojer setzte mit seinen Ausführungen ein Fragezeichen hinter das gängige im Oberflächenprotokoll verpflichtend aufzusagende „I am okay!“

Ich selbst durfte ein Studienprojekt vorstellen, in dem untersucht wird, wie sich das Farbsehen nach Apnoetauchgängen verschiedener Disziplinen verändert und in welchem Zusammenhang dies mit den diversen Stressarten (psychisch, physisch usw.) steht. Beobachtungen lassen vermuten, dass sich ein neues kognitiv basiertes und nicht motorisches Oberflächenprotokoll möglicherweise gut eignen könnte. Erfreulicherweise stellten sich nach entsprechender Bewilligung durch die Judges am Wettkampftag alle Athleten freiwillig zur Verfügung und machten neben dem üblichen Oberflächenprotokoll beim experimentellen Farbkartenversuch mit. Die Ergebnisse waren hoch interessant und werden demnächst veröffentlicht. Den Abschluss des Workshops gestalteten OA Dr. Frank Hartig (Univ.klinik für Innere Medizin) und OA Dr. Sojer mit einem spannenden Selbstversuch. Die Teilnehmer konnten live auf der Leinwand verfolgen, wie sich die Hirndurchblutung



Abb. 2: Referent Dr. Frank Hartig mit Gerät zur kontinuierlichen Flussmessung in der A. cerebri media

binnen Sekunden durch Hyperventilation, Apnoe und „lung packing“ erheblich verändert (kontinuierliche Ultraschall-Messung in der A. cerebri media). In geradezu erschreckender Weise konnten nicht nur extreme Veränderungen der cerebralen Perfusion bei extremen lung packing demonstriert werden, sondern es konnten auch cerebralembolische HITS nachgewiesen werden, die einerseits durch geöffnete Lungenshunts, andererseits aber auch durch vermutlich lung packing-assoziierte spontane pulmonale Mikrobarotraumen ausgelöst wurden.

Als take home message konnte den Zuhörern überzeugend demonstriert werden, dass solche extremen Lungenmanöver wie in diesem Einzelfall (Dr. Hartig) mit gesundheitlichen Risiken verbunden sein können.

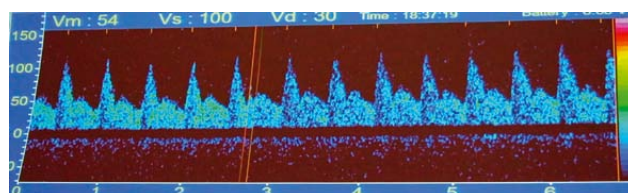


Abb. 3: Normaler Flow in der A. cerebri media bei Ruheatmung (Live-Vorführung im Hörsaal)

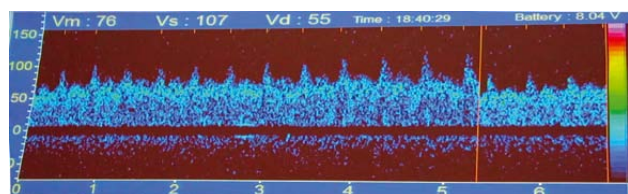


Abb. 4: Deutlich veränderter Flow in der A. cerebri media während Apnoe (Live-Vorführung im Hörsaal), alle Fotos Wilhelm Welslau

In der abschließenden Diskussionsrunde nutzten die Anwesenden die Zeit für offene Fragen an die Referenten. Die immer wiederkehrende Frage nach einem Gesundheitsrisiko für Apnoetaucher wurde mit der Konklusion beantwortet, dass viele Aspekte dafür sprechen, dass professionelles und extremes Apnoetauchen auf mehrere Organsysteme unangenehme Nebenwirkungen hervorrufen können. Dennoch fehlen evidenzbasierte wissenschaftliche Beweise hierfür und viele Untersuchungen beruhen leider auf nur wenigen Probandendaten.

Zusammengefasst ein gelungener Workshop, der angesichts des bisherigen Trends und der spontanen Rückmeldungen im nächsten Jahr wohl einen noch größeren Hörsaal benötigen wird.

Tobias Grabher

Zehn Jahre Qualitätszirkel

Tauch- und Hyperbarmedizin in Wetzlar



AUTOR

Dr. med. Wolfgang Hühn
Facharzt für
Allgemeinmedizin
Diving & Hyperbaric Medicine
Friedenstr. 44
D-35576 Wetzlar

Tel.
+49 (0)152 29457399
Email
wh@allgemeinmedizin-wetzlar.de

Unter diesem Thema fand zum Jahresende 2014 im Reha-Zentrum Wetzlar eine Festveranstaltung statt. Referent und Ehrengast war Benjamin Franz, ehemaliger Apnoeweltrekordler im Non-Limit-Tauchen, der in einem bewegenden Vortrag seine Laufbahn als Apnoetaucher und seinen tragischen Unfall schilderte. Nach einem scheinbar unauffälligen Tauchgang hatte er seinerzeit eine Halbseitenlähmung erlitten mit komplettem Verlust der Sprachfähigkeit und auch der Fähigkeit zu lesen.

Er erzählte uns, mit welcher Leichtigkeit er seinerzeit seine Rekorde erzielt hatte – ohne an eine Gefährdung durch Unfälle zu denken, da ja jederzeit alles problemlos verlaufen war. Auch Beinahe-Unfälle wie zum Beispiel beim Tandemtauchen mit einer anderen Weltkoryphäe konnten ihn nicht aus seiner glücklichen Bahn bringen. Das brutale Erwachen geschah erst im Krankenhaus als er sein kleines Kind auf dem Schoß hatte ohne mit ihm sprechen zu können. Mit bewundernswürdigen Einsatz schaffte er es, Sprach- und Lesevermögen zurückzugewinnen und auch seine motorischen Funktionen weitgehend wieder herzustellen. Es blieb eine inkomplette

Parese auf der rechten Seite und eine nur von ihm selbst empfundene leichte Verlangsamung der Sprache. An die Ausübung seines ursprünglichen Berufes als Holzbildhauer war nicht mehr zu denken. Heute arbeitet er als freier Fotograf.

Zwei Dinge waren für die Zuschauer faszinierend: zum einen die medizinische Präzision, mit der er seine erlittenen Schäden klassifizierte und dabei fundiertes tauchmedizinisches Wissen erkennen ließ. Kein ausgebildeter Tauchmediziner hätte diesen Vortrag besser gestalten können. Zutiefst beeindruckt waren zum anderen die Teilnehmer von der Souveränität, ja Weisheit, mit der sich Benjamin Franz von seiner damaligen Rekordjagd distanzierte. Als seinen größten sportlichen Erfolg bezeichnet er heute seinen letzten Platz unter 6800 Teilnehmern bei einem Halbmarathon in Nürnberg, zwei Jahre nach seinem schweren Unfall. Sein Ziel dabei sei es gewesen, vor dem Schließen des Zieleinlaufes anzukommen und das sei ihm mit 3 Minuten Vorsprung geglückt. Niemand, so Benjamin Franz, müsse ohne Sauerstoff auf dem Mount Everest, müsse aus höchsten Höhen mit dem Fallschirm abspringen oder mit aller Gewalt an die physiologischen Grenzen beim Non-Limit Tauchen herankommen. Alle Aktive der letzten Jahre, die zum Teil selber – manche sogar tödlich – verunfallt sind, haben seine Geschichte gekannt und z.T. sogar an seinen Vorträgen teilgenommen. Die Rekordjagd siegte über die Vernunft.

Der Abend klang aus mit einem gemeinsamen Buffet und intensiven Gesprächen der Teilnehmer untereinander und vor allen Dingen auch mit Benjamin Franz. Viele verabschiedeten sich persönlich bei ihm und dankten nachdrücklich für seinen zutiefst beeindruckenden Vortrag. Einen würdigeren Rahmen für die Festveranstaltung hätte man sich nicht wünschen können.

Vorausgegangen waren diesem Abend zehn Jahre intensiver Arbeit. 2004 gründete ich in Wetzlar mit den wohnortnahen Absolventen seiner durchgeführten Taucherarztlehrgänge den bundesweit ersten „Qualitätszirkel Tauch und Hyperbarmedizin“. Schon im KV-Moderatorentraining hatte ich die „Rolle“ des

Moderators des ersten Qualitätszirkels Tauch- und Hyperbarmedizin gespielt. Qualitätszirkel -also freiwillige ärztliche Fortbildungsgemeinschaften- gibt es in Deutschland wie Sand am Meer. Aber leider ist nach zehn Jahren immer noch der Wetzlarer Qualitätszirkel der erste und einzige zur Tauch- und Hyperbarmedizin in Deutschland. Dabei sind die Formalitäten recht einfach. Man benötigt einen Consultant für die Anerkennung durch die GTÜM (zwei Refresherpunkte pro Abend) und -möglichst in Personalunion- einen von der KV anerkannten Moderator für die 4 CME Punkte pro Abend. In Wetzlar beginnen die Abende grundsätzlich mit einem gemeinsamen Buffet um den Tagesstress zunächst einmal im gemeinsamen Gespräch abzuladen. Danach kommt die intensive Bildungsarbeit und im Anschluss daran wird die Diskussion beim weiteren Abräumen des Buffets fortgesetzt. Nach ca. drei Stunden ist jeweils Schluss. Dieser Rahmen ist seit zehn Jahren fest.



Veranstaltung anlässlich „Zehn Jahre Qualitätszirkel Tauch und Hyperbarmedizin Wetzlar“ mit Referent Benjamin Franz (li.), Foto: Klaus Rösing

Anfangs fanden die Abende im seinerzeitigen HBO Zentrum Mittelhessen statt, später dann in der Praxis Dr. Hühn, mittlerweile schon in den Räumen von Dr. Hühn junior. Aus dem Qualitätszirkel hat sich inzwischen auch ein fester Freundeskreis etabliert mit jährlichen gemeinsamen Tauchsafaris nach Ägypten. Trotz der immer wieder beklagten Probleme durch den nur geringen wissenschaftlichen Fortschritt der Tauch- und Hyperbarmedizin haben wir es in den zehn Jahren geschafft, keine Themen doppelt zu diskutieren. Dass ist aus den Protokollen zu ersehen, die nebst Teilnehmerlisten nach jedem Abend sowohl an die GTÜM als auch an die kassenärztliche Vereinigung geschickt werden.

Es begann mit einem Vortrag zum Kindertauchen, ging weiter mit der praktischen Übung „notfallmäßige Pleurapunktion“, als nächstes mit Theorie und

Praxis der AED-Ausbildung. Da Dr. Hühn seinerzeit für den VDD Mitglied der Leitlinienkommission Tauchunfall war, wurden vor jeder Revision der Leitlinie diese gründlich im Qualitätszirkel diskutiert und die vorgeschlagenen Änderungen der Leitlinienkommission zugänglich gemacht. Es wurden die Sicherheitsmaßnahmen auf Bohrplattformen in der Erdölindustrie vorgestellt, wir sprachen über Tauchunfälle und Gerätesicherheit, über Leistungsmessung im Tauchsport, über giftige Meerestiere mit einem Vortrag von Professor Mebs -Fachbuchautor-, über Drehschwindel und Kinetosen, über Reiseimpfungen, vorgetragen durch den Tropenmediziner Doktor Holst. Ausführlich beschäftigten wir uns seinerzeit mit dem tödlichen Unfall beim Eistauchen in Niederkleen mit zwei Opfern. Dabei waren z.T. die am Einsatz beteiligten Notärzte, die obduzierende Gerichtsmedizinerin und als Gast viele Verantwortliche aus den Tauchsportverbänden zugegen. In einer zweiten Sitzung zu diesem Thema hatten wir den technischen Gutachter Dr. Dietmar Berndt zu Gast, der uns über die massiven Gerätefehler bei diesem tragischen Tauchgang und auch bei anderen Tauchgängen berichtete.

Man könnte diese Reihe fortsetzen, denn zehn Jahre mit vier Vorträgen im Jahr heißt 40 Fortbildungsabende, heißt auch 80 Refresherpunkte bzw. 160 CME Punkte. Stärke des Qualitätszirkels ist zum einen der feste Kern der Teilnehmer, die von Anfang an dabei sind. Auch die neu hinzugekommenen - aus weiteren Taucherarztlehrgängen oder mittels Flüsterpropaganda geworben - bringen alle das hohe Fachwissen ihrer unterschiedlichen Facharztgruppen, verbunden mit unterschiedlichen auch taucherischen Erfahrungen mit ein. Dadurch ist es möglich, dass die meisten Veranstaltungen nicht von externen Referenten, sondern von Teilnehmern Qualitätszirkels gestaltet werden konnten. Mittlerweile sind wir im Schnitt 12 Teilnehmer pro Abend. Auch für 2015 stehen alle Termine und drei von vier Themen bereits fest.

Diese Darstellung hat natürlich auch das Ziel zu motivieren. Im Prinzip kann jeder unserer Consultants so etwas durchführen. Falls er nicht selber kassenärztlich tätig ist, dürfte es kein Problem sein, einen tauchmedizinisch interessierten kassenärztlich zugelassenen Moderator zu finden. Wir werden in Wetzlar sicherlich noch einige Jahre weitermachen. Im Moment wird sogar eine Expansion in ein anderes Bundesland angedacht. Aber wo bitte schön bleiben die Nachahmer? Rat und Unterstützung aus Wetzlar können wir gerne geben.

Dr. Wolfgang Hühn

Kongresse der Fachgesellschaften



SPUMS 44th ASM 2015

Termin: 16. - 23. Mai 2015
Tagungsort: Palau, Micronesia
Nähere Auskünfte: cmeehan@mcleodstmed.com.au

Anerkannt für GTÜM-Diplome, 16 Punkte anrechenbar für Weiterbildung



UHMS Annual Scientific Meeting 2015

Termin: 17. - 20. Juni 2015
Tagungsort: Montréal, Quebec, Kanada
Nähere Auskünfte: www.10times.com/uhms-annual-scientific-meeting

Anerkannt für GTÜM-Diplome, 16 Punkte anrechenbar für Weiterbildung



41th Annual Scientific Meeting of the European Underwater and Baromedical Society (EUBS) / Diving Medical Center, Royal Netherlands Navy

Termin: 19. - 22. August 2015
Nähere Auskünfte: www.eubs2015.org

Anerkannt für GTÜM-Diplome, 16 Punkte anrechenbar für Weiterbildung

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: welslau@gmx.org. Wir können leider anderweitig eingereichte Daten nicht berücksichtigen und bitten in eigenem Interesse um Verständnis. Daten, die die Homepage der GTÜM (www.gtuem.org) 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.

Universitätsklinikum Halle

Kontakt: Dr. C. Pohl/ OÄ Dr. B. Schenk
Klinik für Anästhesie und operative
Intensivmedizin
- Hyperbare Oxygenation -
Dryanderstraße 4
06110 Halle (Saale)
Tel.: 0345/5574350
Fax: 0345/5574352
hbo@uk-halle.de

Thema: GTÜM-Kurs I+IIa-
Tauchtauglichkeit+Taucherarzt
Termin: 23.03. - 29.03.2015
Ort: Halle/Saale

DLRG Tauchturm Berlin

Kontakt: Dr. Wilhelm Welslau
Seeböckgasse 17/2
A-1160 Wien
Tel.: +43 (699) 18 44-23 90
www.taucherarzt.at

Thema: GTÜM-Kurs I – Tauchtauglichkeit
Termin: 13. 05. - 17. 05. 2015
Ort: Berlin

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: 04.12. - 06.12.2015
Ort: Düsseldorf

Druckkammerzentren Rhein-Main-Taunus

Kontakt: im AGZ Wiesbaden (1. OG)
Schiersteiner Straße 42
D-65187 Wiesbaden
Tel.: 06 11 / 84 72 71 70
info@hbo-rmt.de
www.hbo-rmt.de

Thema: GTÜM-Kurs I – Tauchtauglichkeit
Termin: 20.03.15 - 22.03.2015
Ort: Wiesbaden

Thema: GTÜM-Kurs IIa – Taucherarzt
Termin: 17.04. - 19.04.2015
24.04. - 26.04.2015
Ort: Wiesbaden

Thema: GTÜM-Kurs IIb – Druckkammerarzt
Termin: 15.06. - 21.06.2015
Ort: Wiesbaden

Druckkammerzentrum Murnau

Kontakt: BG-Unfallklinik Murnau
Sekretariat Druckkammerzentrum-HBO
Postfach 1431
D-82418 Murnau
Tel.: 0 88 41/48 27 09
hbo@bgu-murnau.de
www.bgu-murnau.de

Thema: GTÜM-Kurs IIb – Druckkammerarzt
Termin: 09.10. - 18.10. 2015
Ort: Murnau

Institut für Überdruck-Medizin Regensburg

Kontakt: Institut für Überdruck Medizin
Im Gewerbepark A45
D-93059 Regensburg
Tel.: 09 41/4 6614-0
fortbildung@hbo-regensburg.de
www.HBO-Regensburg.de

Thema: GTÜM-Kurs I – Tauchtauglichkeit
Termin: 02. 10. - 04.10.2015
Ort: Inst. für Überdruck-Medizin Regensburg

Thema: Tauchmedizin-Refresher
(8 UE/Tag für GTÜM-Diplome I und IIa)
Termin: 03.10. - 04.10.2015
Ort: Inst. für Überdruck-Medizin Regensburg

Thema: GTÜM-Kurs IIa – Taucherarzt
Termin: 05.10. - 10.10.2015
Ort: Inst. für Überdruck-Medizin Regensburg

Thema: Tauchmedizin-Refresher-Workshop 2015
(16 UE für GTÜM-Diplome I und IIa)
Termin: 7-10 Tage KW 43/44 2015
Ort: Liveaboard / Safari südl. Red Sea

taucherarzt.at - Wien

Kontakt: Dr. Wilhelm Welslau
Seeböckgasse 17/2
A-1160 Wien
Tel.: +43 (699) 18 44-23 90
Fax: +43 (1) 944-23 90
www.taucherarzt.at

Thema: Tauchmedizin-Workshop
(inkl. 16 UE für GTÜM-Diplome I und IIa)
Termin: 08.04. - 18.04.2015
Ort: Malediven, M/S Nautilus Two

Thema: GTÜM-Kurs I – Tauchtauglichkeit
Termin: 29.04. - 03.05. 2015
Ort: Wien

Thema: GTÜM-Kurs IIa – Taucherarzt
Termin: 13.08. - 16. 08. 2015 (Teil 1) und
03.12. - 06.12. 2015 (Teil 2)
Ort: Weyregg am Attersee (Teil 1) + Wien (Teil 2)

Thema: Tauchmedizin-Workshop
(inkl. 16 UE für GTÜM-Diplome I und IIa)
Termin: 08.04. - 18.04. 2016
Ort: Malediven, M/S Nautilus Two

Anzeige

Tauchmedizinisches Seminar Mallorca

Termin: 25.10. bis 31.10.2015
Ort: Hotel Villamil, Paguera und
Tauchbasis ZOEa, Santa Ponsa / Mallorca
Lehrgangsleitung: Dr. Wolfgang Hühn
Diving & Hyperbaric Medicine Consultant (GTÜM e.V.)
Nähere Auskünfte: Gunter Schendel, gschendel@aol.com
Tel.: 0172 / 383 86 56

Zertifizierung mit 16 GTÜM-Refresherpunkten und 60 CME - Punkten (bei der LÄK Hessen beantragt)

Zertifizierte Veranstaltungen

11. Intensivseminar Tauchunfall

Termin: 20. - 21. März 2015
Tagungsort: Regensburg
Veranstalter: H. Bartmann, Traubenweg 6, 93309 Kelheim, +49 (0)9441/4222,
tauch@t-online.de
anerkannt mit 13 UE für GTÜM-Diplome I und IIa

15. Bonner Tauchersymposium - Wasserrettung + Notfallmedizin

Termin: 18. April 2015
Tagungsort: Biomedizinisches Zentrum der Universitätsklinik Bonn (Venusberg)
Veranstalter: Prof. Dr. med. Stefan Schröder
Nähere Auskünfte: stefan.schroeder@krankenhaus-dueren.de;
www.bonner-tauchersymposium.de
anerkannt mit 8 UE für GTÜM-Diplome I und IIa

DAN Tauchsicherheitstage 2015

Termin: 19. - 20. September 2015
Tagungsort: Pörschach am Wörthersee, Österreich
Veranstalter: DAN Europe und Ärztekammer für Kärnten
Nähere Auskünfte: www.aekkt.at (Download des Anmeldeformulars)
anerkannt mit 16 UE für GTÜM-Diplome I und IIa

11. Symposium für Tauchmedizin in Hannover

Termin: 10. Oktober 2015
Tagungsort: MHH, Hörsaal R, Carl-Neuberg-Straße 1, 30625 Hannover
Veranstalter: Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin der MHH und GTÜM
Nähere Auskünfte: tauchmedizin@mh-hannover.de
anerkannt für GTÜM-Diplome I und IIa (Anzahl der UE stehen noch nicht fest)

DLRG Tauchmedizin-Symposium 2015

Termin: 17. Oktober 2015
Tagungsort: Karlsruhe, Pädagogische Hochschule (Bismarckstraße 10)
Veranstalter: DLRG Landesverbände Baden, Rheinland-Pfalz, Saar und Württemberg
Nähere Auskünfte: http://tauchmedsymp.dlrg.de
anerkannt mit 8 UE für GTÜM-Diplome I und IIa

14. Medizinseminar Essen

Termin: 28. - 29. November 2015
Tagungsort: Univ.-Klinikum Essen
Veranstalter: TSV NRW e.V.; Sachabteilung Medizin; Dr. med. K.H. Schmitz
Nähere Auskünfte: info@tsvnw.de
GTÜM-Punkte beantragt

Kontaktadressen GTÜM

Stand 16.02.2015

Engerer Vorstand

Präsidentin

Dr. med. Karin Hasmilller
Anästhesistin
BG – Unfallklinik Murnau
Prof. Küntscherstraße 8
D-82418 Murnau
Tel.: +49 (0)88 41-48 2709
k.hasmilller@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

PD 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

Schatzmeister

Dr. med. Lars Eichhorn
Klinik f. 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
welslau@gmx.org

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 71-33333 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

Dr. med. Dirk Michaelis
Anästhesist/Betriebswirt
Druckkammerz. Rhein-Main-Taunus
Schiersteiner Straße 42
D-65187 Wiesbaden
Tel.: +49 (0)6 11-84 72 7170
d.michaelis@gtuem.org

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.

Michael Kemmerer
Druckkammerzentrum RMT
Schiersteinerstraße 42
D-65187 Wiesbaden
Tel.: +49 (0)6 11-84727170
Fax: +49 (0)6 11-8472 7179
m.kemmerer@hbo-rmt.de

Ansprechpartner

Geschäftsstelle GTÜM

Frau Dunja Hausmann
BG-Unfallklinik Murnau
Prof. Küntscherstraße 8
D-82418 Murnau
Tel.: +49 (0)88 41-48 2167
Fax: +49 (0)88 41-48 2166
gtuem@gtuem.org

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.)

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

PD Dr. med. Björn Jüttner (s.o.)
Dr. med. Dirk Michaelis (s.o.)

Webmaster

Müller, Oliver (s.o.)

Weiterbildung

Dr. med. Andreas Fichtner (s.o.)
(Erstdiplome)
Dr. med. Dirk Michaelis (s.o.)
(Verlängerungen)
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@hauxlifesupport.de
www.hauxlifesupport.de

Anzeige



Ausbildung & Refresher-Kurse

Direkte internationale Anerkennung seit 2008:
DMAC / EDTCmed & ECHM / ECB (einzige deutschsprachige Kurse mit DMAC Approval für Level I und Level IIa), GTÜM- & ÖGTH-angelernt.



Praxis Attersee (Kurs IIa)

unsere nächsten Termine

Refresher (16 UE): Malediven, M/S Nautilus Two 8.-18.4.15
Kurs I Tauchtauglichkeits-Untersuchungen: Wien 29.4.-3.5.15
Kurs I Tauchtauglichkeits-Untersuchungen: Berlin 13.-17.5.15
Kurs IIa Tauchmedizin: Attersee 13.-16.8.15 (Teil 1) / Wien 3.-6.12.15 (Teil 2)
Refresher (16 UE): Malediven, M/S Nautilus Two 8.-18.4.16

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

42 Kurse in den letzten 11 Jahren. Deutschland, Österreich, Thailand, Malediven > 800 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), J. **Zimmermann** (ehem. Techn. Direktor von HAUX), K.P. **Faesecke** (Caisson-Experte – tunneldoc.de), F. **Hartig**, (TecDive-Experte, diving-concepts.at), P. **Kemetzhofer** (notfallmedizin.or.at), A. **Männer** (ehem. Berufstauchfirma Nautilus, www.nautilus-two.at)



Druckkammer (Refresher, Malediven)



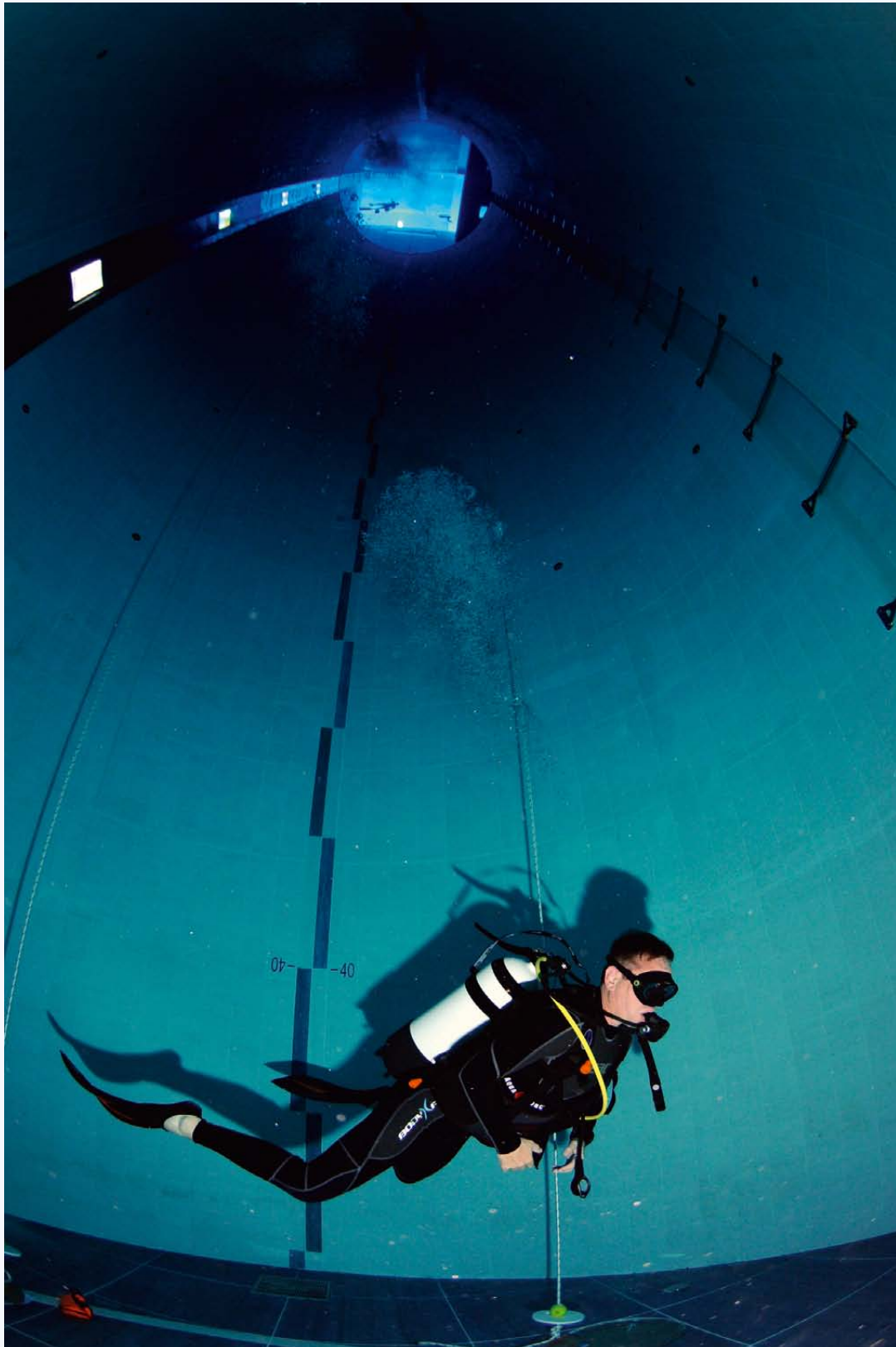
Refresher, Nautilus Two, Notfallübung



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



Y-40 in der Nähe von Padua, Italien, ist mit 40 Meter Tiefe der zur Zeit tiefste Indoor-Tauchpool weltweit (näheres auf S. 31) Foto: Rene Lipmann (duiken)