

TECH-DIVING

Faszination Tauchen



Ein Sonderheft
der Zeitschrift
tauchen



Special Höhle, Wrack und Militär

Dekompression - Neue Methoden im Detail
Solotauen - Einsamkeit macht glücklich
Kreislaufgeräte - Teure Spardosen



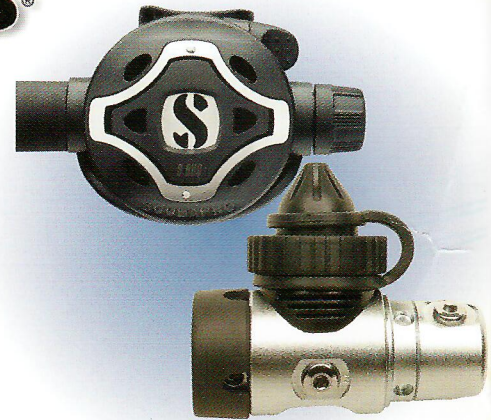
SCUBAPRO®

UWATEC SWISS MADE

Technical Diving



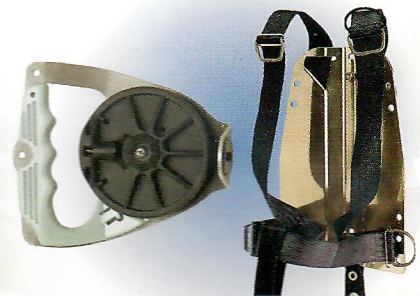
Professionelle Vollgesichtsmaske aus Silikon mit Mehrfach-Schraubanschlüssen. Erprobt von Rettungskräften und Feuerwehr.



Mk18 / S600- die Neuheit aus der renommierten Atemreglerschmiede. SCUBAPRO bietet membran- und kolbengesteuerte Hochleistungsstufen bis 8000 l/min Luftlieferleistung und 100% Sauerstofftauglichkeit.



Aladin Air ZO₂ - mit dem bewährten adaptiven ZH-L8 ADT Modell bis 100% sauerstofftauglich und in Verbindung mit OXY 2 SCR-kompatibel.



Umfangreiche Palette an professionellem Tec-Zubehör, wie Reels, Edelstahltragen etc.



S-TEK- Modulares Wing-Jacketsystem mit Auftriebskörpern von 14 kg bis zum völlig redundanten Blasensystem mit 2 x 50 kg. High Tech Tragetechnologie und großes Zubehörprogramm.

Jens Hilbert vertraut auch bei seinen Extremtauchgängen nur auf SCUBAPRO.



Nitrox Tauchgeräte - Bestandteile des großen SCUBAPRO Flaschensortiments von Mono 5l bis Doppel 18l, auch bis 100% Sauerstoff. Kombinierbar mit den ausbaufähigen Ventilsystemen "MODULO" und "BASIC".

SCUBAPRO Fachhändlernachweis und Katalogservice

Deutschland/Österreich unter info@scubapro.de • Fax D- 07761 921030 • Schweiz unter info@scubapro.ch • Fax 052 3162867

Inhalt

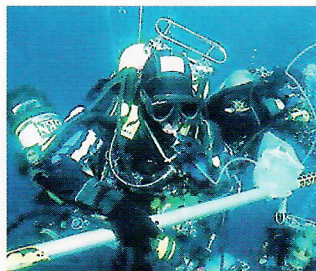
Fotostory: Faszination Tauchen	4
Geschichte: Eine uralte Kiste	8
Meerschweinchen und Korallen	10
Die theoretische Basis: Mischgase	12
Gas perfekt gemischt: Der Mix macht's	18
Tieftauchen mit Luft: Der dicke UW-Joint	20
Nitrox: Reiche Luft	24
Dekompression: Der lange Weg nach oben	26
Solo-Tauchen: Allein in die Tiefe	30
Höhlentauchen: Untergrundkrieger	32
Höhlen-Sicherheit: Am seidenen Faden ...	34
Extremes Höhlentauchen: Der lange Weg zurück	36
Expeditionstauchen: Schweißtreibend	38
Wracktauchen: Lockrufe	40
Brauchen Wracks Tech Diving? Tiefe Perlen	42
Risiko Wracktauchgang: Gefahrenquelle	44
Ausrüstung Übersicht: Kleider machen Taucher	46
Ausrüstung Höhle: Tauglich für die Unterwelt	50
Ausrüstung Wrack: Wracksause	54
Abenteuer Flüssigkeit: Rein und raus	56
Ausrüstung Kreislaufergeräte: Wundertüten?	58
Ausrüstung Militär: Schattenschwimmer	62
Ausrüstung Sporttaucher: Berührungspunkte	66
Ausrüstung Tek: Technischer Kreislauf	68
Ausbildung: Lehrjahre	70
Der Blick voraus: Die Zukunft hat schon...	78



Die gefährlichste Art, aus Flaschen Gas zu atmen – Höhlentauchen

ab Seite **32**

Sporttauchers Graus, Tekkies Standard – die Dekompression
ab Seite **26**



Luft allein ist langweilig – Tekkies lieben Gasmische!
ab Seite **12**

Leise kommen, leise gehen und es zwischendurch krachen lassen

ab Seite **62**



Kein neuer Mode-Gag aus den USA, sondern eine Ritterrüstung für die Tiefe – der Exosuit weist den Weg in die Zukunft des Tauchens

ab Seite **78**

Ab in die Tiefe

Liebe Leser,

„Go, where no one has gone before!“ Dieser Leitsatz sagt eigentlich fast alles aus, was normale Menschen antreibt, etwas so Außergewöhnliches wie das Tech Diving zu beginnen. Dort sein, wo niemand zuvor war – das treibt Bergsteiger auf Gipfel, Höhlenforscher ins Erdinnere und Astronauten auf den Mars. Das Unbekannte wagen – dieses Erleben darf aber keinesfalls verwechselt werden mit dem Kick, den Adrenalin-Junkies im



Uff, geschafft! Walter Comper und Lutz Odewald nach der Produktion

Bungee-Jumping, Rafting oder Fallschirmspringen suchen. Tech Diver sind eher bedächtige Extrem-Sportler, denn Hast und Hektik können in großer Tiefe oder in einer engen Höhle den sicheren Tod bedeuten.

Ganz und gar nicht bedächtig ging es bei der Fertigstellung dieses Sonderheftes zu. Mit ungeheurem Elan durfte sich Tech-Diving-Experte Walter Comper endlich voll und ganz seinem Lieblingsthema widmen. Man kann es ohne Übertreibung sagen: Auf dieses Heft wartet die Welt. Auf jeden Fall alle Tekkies dieses Erdballs, denn Walter kennt sie fast alle. Klar, daß sie sowohl Fotos als auch Infos beisteuern mußten. Vor Walters e-mails war keiner sicher! Einer von Deutschlands bekanntesten Tekkies, Jens Hilbert, hat uns so manche Nacht tapfer Hilfestellung geleistet – auch er ein Opfer von Walters unendlichem Wissensdurst.

Das Resultat: Auch ich muß im Sommer ran und einen Tech-Diving-Kursus besuchen! Sie wissen schon – dahinter steckt der Walter ...

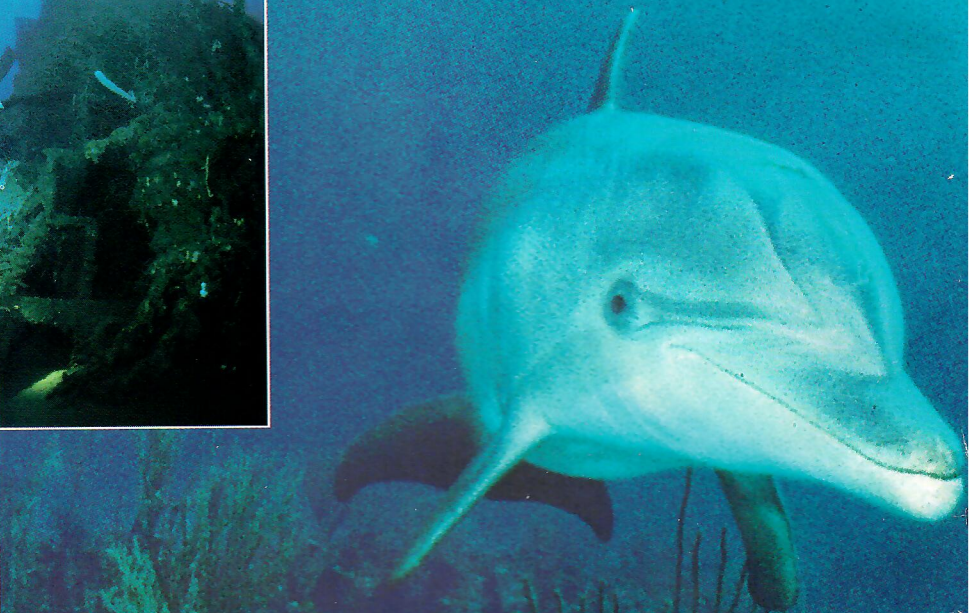
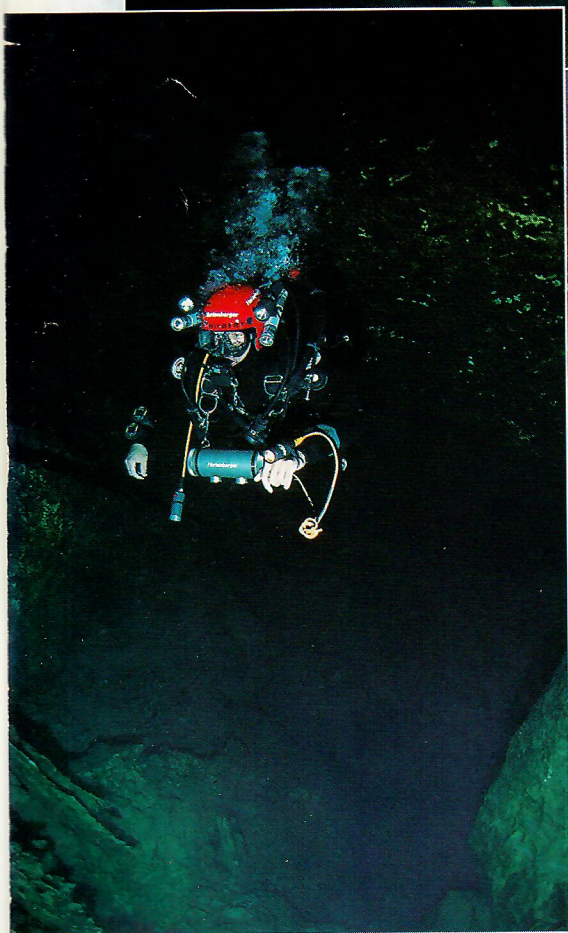
Das Ergebnis, da sind wir uns alle einig, kann sich sehen lassen. Überzeugen Sie sich selbst!

Mit freundlichen Grüßen

Lutz Odewald

Lutz Odewald

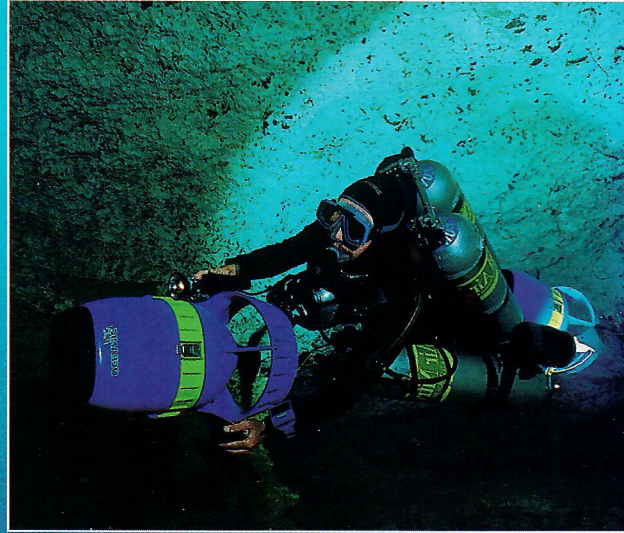
Faszinieren tauchen



Ob Wrack oder Höhle, für
Tech Diver gibt es (fast)
keine Grenzen

ation

Lautlos durch Neptuns Garten pirschen, stundenlang ohne Deko-Pausen mit Delfinen spielen, in geheimnisvolle Höhlen und Wracks eindringen oder einfach den Weg in die Tiefe suchen



Im Technischen
Tauchen gibt es kein
Ausrüstungslimit.
Erlaubt ist, was Sinn
macht, hier ein Scooter

Links: Genuß in Mexikos klaren Höhlen
Unten: Lange Dekopause im Freiwasser
Großes Bild: UW-Schweißen

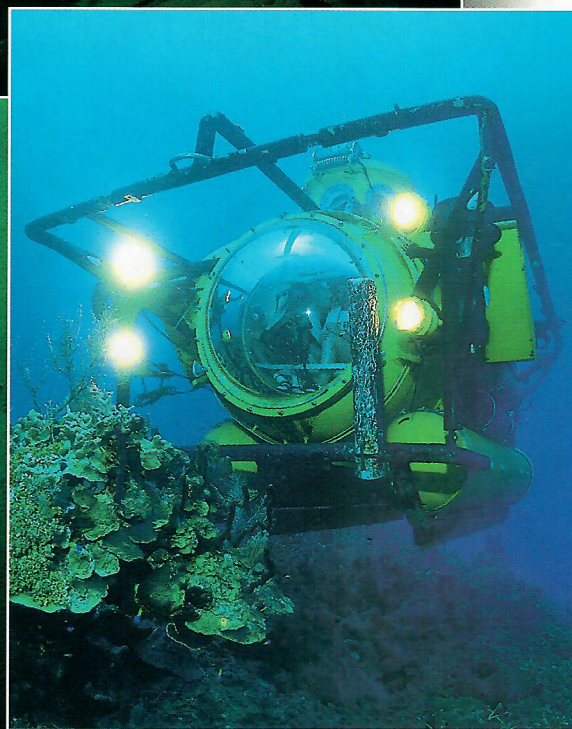
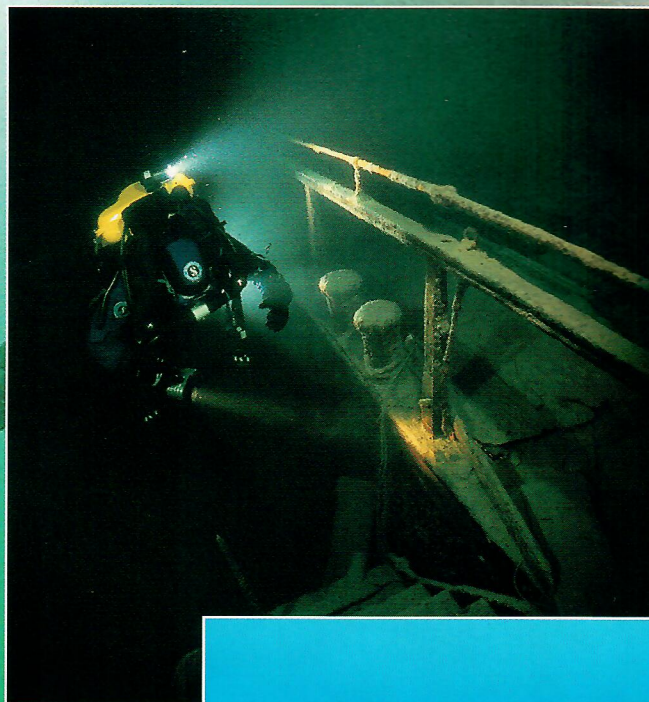


Fotos: K. Amsler (4), T. Behrend (1)

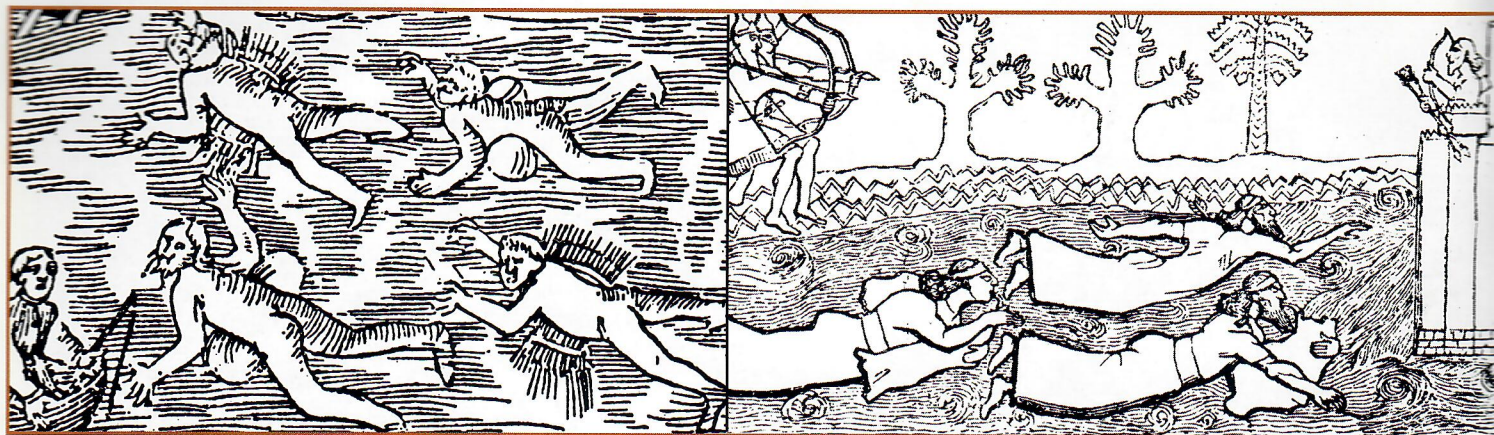


Rausch ohne

Technisches Tauchen ist extrem spannend! Ob bei tiefen Wracktauchgängen oder dem Einsatz von U-Booten — neue Lebensräume werden entdeckt



Reue... mit den Mitteln des Technical Diving werden Tauchers Träume wahr! ○



Im 16. Jahrhundert: Gebrauch von Schwimmblasen

Antike: Vorchristliche Kampfschwimmer im Einsatz

Eine uralte Kiste

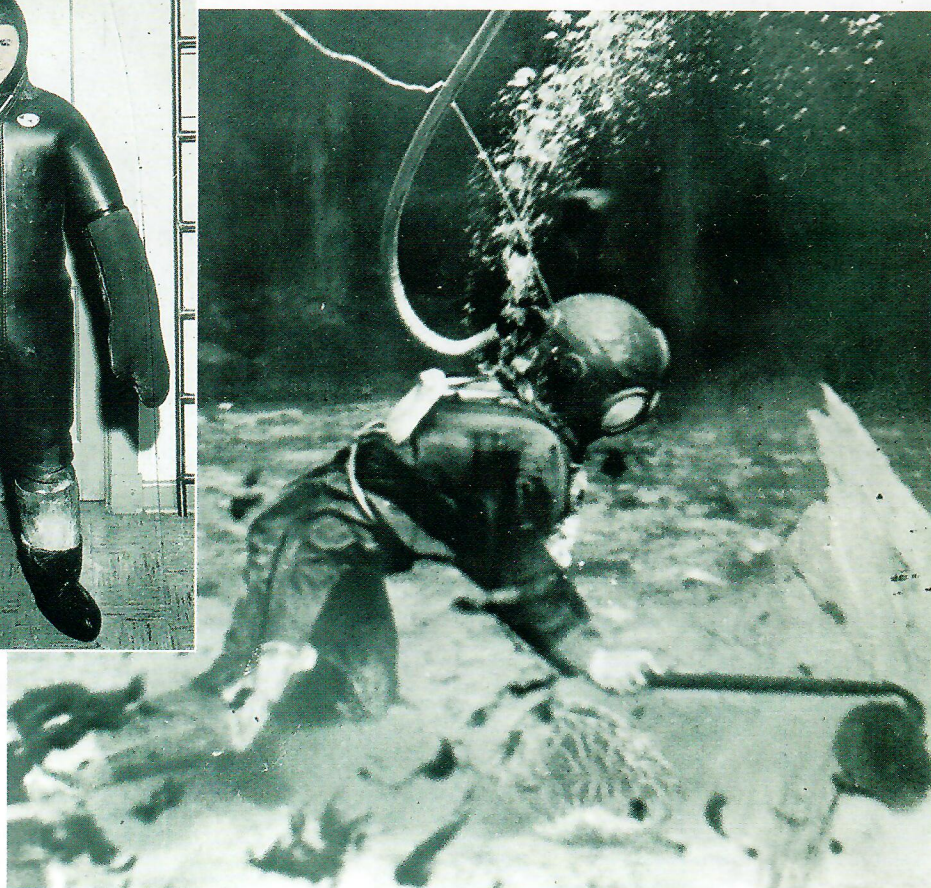
Wer war der erste moderne Tech Diver? Mit großer Wahrscheinlichkeit ein Deutscher, und zwar der Taucher M. Hoch, der im Jahre 1886 mit einer Helmtauchausrüstung die ersten Meter der Aachhöhle betauchte. Aufgrund seiner schweren Ausrüstung und der starken Strömung konnte er allerdings nur wenige Meter in die Höhle vordringen. Oder war der Schweizer Mathematiker Hannes Keller der Tech-Diving-Pionier, als er Anfang der sechziger Jahre mit seinen Mischgas-Tieftauchversuchen, die durch Gaswechsel extrem kurze Dekozeiten aufwiesen, die moderne Mischgas-Taucherei revolutionierte?

Oder waren es die griechischen Helmtaucher, die schon um die Jahrhundertwende routinemäßig Tiefen um die 60 Meter aufsuchten und auch im Auftrag der griechischen Regierung archäologische Fundstücke aus einem 58 Meter tiefen Wrack im Kanal von Antikythera bargen? Noch heute werden diese Helme in der griechischen Schwammtaucher-Kolonie in Taron Springs im US Bundesstaat Florida hergestellt – als Antiquitäten. Und doch wurde mit ihnen wesentlich tiefer getaucht als mit der heu-

Das Technical Diving ist zwar jung, aber seine Wurzeln reichen bis weit in die Vergangenheit des Tauchens. Kein Wunder, denn Tech Diving ist vor allem praktisches Tauchen. Und wer tauchen konnte, der war schon in der Vergangenheit ein toller Hecht



Oben: Ein beheizbarer Tauchanzug der US-Navy
Rechts: Griechischer Schwammtaucher in den 20er Jahren



Fotos: Archiv C. Brown (1), Archiv Comper (1), Archiv Gierschner (3)



Ägypten: Pharaos Fischjäger

tigen Sporttauchausrüstung. Auch die Taucher der amerikanischen Marine und Jacques-Ives Cousteau, die in den 60er und 70er Jahren die ersten Unterwasserhäuser bemannten, könnte man als Tekkis sehen. Es waren interessante Forschungsprojekte, die auf ein Leben im Meer vorbereiten sollten.

Könnten die Militärtäucher des Ersten und Zweiten Weltkrieges Anspruch auf diese Bezeichnung erheben, die auf großen Scootern und mit blasenlosen Sauerstoff-Kreislaufgeräten feindliche Schiffe versenkten? Oder die Navy SEALs, die in den frühen 80er Jahren mit Mischgas-Kreislaufgeräten Lauschvorrichtungen für die Abwehr von U-Booten oder Abhör-Einrichtungen an Tiefsee-Telefonkabeln installierten? Gerüchten zufolge sollen diese Tauchgänge in Tiefen von über 300 Metern durchgeführt worden sein. Die dabei verwendeten Bio-Marine-Geräte sollen eine Tiefenkapazität von etwa 500 Metern haben.

Die Diskussion um den ersten Tekki ist müßig, denn allen hier genannten Tauchern und vielen mehr ist es zu verdanken, daß die Grundlagen dafür geschaffen wurden, die heute im Technical Diving benutzt werden. So gesehen könnte man eigentlich sagen, daß die Geschichte des Technical Diving eine Geschichte des Tauchens schlechthin ist. Denn eigentlich ist nicht das Technische Tauchen neu, sondern das Sporttauchen, das mit all seinen bewußten Beschränkungen dazu diente, den Tauchsport so sicher und einfach zu machen, daß er sich im großen Stil ausbreiten konnte. Eines ist sicher: Das Technical Diving kommt nicht aus den Vereinigten Staaten, auch wenn ein erheblicher Teil der dazu notwendigen Technologie dort geschaffen wurde. Schon lange bevor dieser Begriff geprägt wurde, gab es Taucher, in Europa und anderen Teilen der Welt, die tiefe Wracks aufsuchten und weit in die Tiefe von Unterwasserhöhlen vorstießen.

Nicht das Technische Tauchen ist also neu, sondern der Begriff, der eine Reihe von spezialisierten Tauchernanwendungen bezeichnet. Neu ist auch, daß die Verbreitung dieser meist auf den Militär- und Berufstauchbereich beschränkten Technologien nun einer großen Gruppe von Sporttauchern ermöglicht, über die Grenzen eben jenes Sporttauchens hinaus vorzudringen.

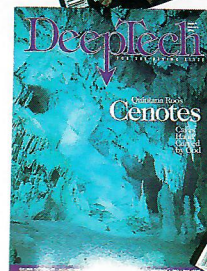
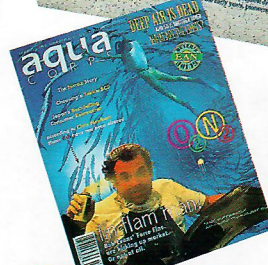
Wer war's: Namensfindung

Irgendwo in Kalifornien. Ende der 80er Jahre hatte hier ein Mathematiker, der kurz vor der Promotion den Weg in die Computerindustrie gefunden hatte, die Nase ziemlich voll von seinem Saab, seinem Haus ... schlicht, von seinem geordneten Leben. Und Tauchen fand er einfach cool, vor allem tief und lange. Statt nun tief und lange am Joint zu ziehen und weiterhin seinem Job nachzugehen, was damals in Kalifornien nicht ganz unüblich war, beschloß er, eine neue Karriere zu beginnen. Im Jahre 1990 brachte Michael Menduno die erste Ausgabe eines neuen Tauch-Magazins auf den Markt, das so recht in keine Kategorie passen wollte: Aquacorps war da! Diese erste Ausgabe stand unter dem Motto „Unter Druck“ („Under Pressure“). Zugleich prägte er den Begriff „Technical Diving“. Einfach deshalb, weil bei den tiefen Wrack- und Höhlentauchgängen wesentlich mehr Ausrüstung nötig war als beim Sporttauchen. Der Begriff stand, Leser und Teile der Tauchindustrie übernahmen ihn. Mit dem Namen kam die zunächst zögerliche Anerkennung. Aquacorps machte den Versuch, Berufstaucher, Militärtäucher und die Sporttaucher an einen Tisch zu bringen. Hinzu kamen all diejenigen, die schon immer außerhalb der Grenzen der Sporttauchens ihr Zuhause gefunden hatten, ein buntes Völkchen versammelte sich. Rasch folgte der Umzug nach Key West in Florida. Dort war das Leben billiger als in Kalifornien. Und das war gut so, denn die

Vater im Strampelanzug:
Michael Menduno,
Gründer des Tekkie-Urgesteins Aquacorps



Oben: Die allererste Ausgabe des Aqua Corps, der schnell weitere Nachahmer folgten



Kohle war jetzt auf einmal mehr als knapp. Ein ungewohntes Gefühl

für den kalifornischen Yuppie. Yuppie goes Hippie, sagte sich Michael Menduno, und arbeitete einfach nicht mehr vom Designer-Schreibtisch aus, sondern von einem Telefon vor einem kleinen Laden, der zudem noch preiswerte Sandwiches bot.

Kurz darauf ging es bereits aufwärts. Die ersten Sponsoren schossen Geld vor, die nächsten Ausgaben folgten, und ganz Businessman, der er noch immer war, brachte Menduno im Frühjahr 1993 alle an einen Tisch: Es gab die erste sogenannte tek.conference.

Schon ein Jahr später war Technical Diving in aller Munde und das erste Konkurrenzmagazin ließ nicht lange auf sich warten: Deep-Tech nannte es sich. Dann kam Immersed, und plötzlich hatte fast jeder Hersteller ein „tech“- oder „tec“-Produkt mit im Programm. Zu dieser Zeit begann auch tauchen mit einer zehnteiligen Serie über das Technical Diving und machte damit den Begriff in Deutschland populär.

Meerschweinchen und Korallen

Wer hätte das gedacht: Die ersten Mischgasatmer waren Meerschweinchen, die im Jahre 1789 von den französischen Chemikern Lavoisier und Sequin einer „Hydrox“ genannten Mischung aus Wasserstoff und Sauerstoff ausgesetzt wurden

Klappe zu, Taucher lebt: Mit antiker Schwammtaucher-Ausrüstung wird auch heute noch getaucht



Die Grundidee für die Verwendung von Mischgas zum Tauchen stammte von Prof. Elihu Thompson, einem der Gründer von General Electric. Dieser hatte 1919 die Idee, daß man durch die Verwendung anderer Gase als Stickstoff die Stickstoffnarkose, den sogenannten „Tiefenrausch“, vermeiden könne. Auch die Idee der Wiederverwendung der Atemgase in geschlossenen Systemen stammt von Thompson, allerdings war damals die Technologie dafür noch nicht vorhanden.

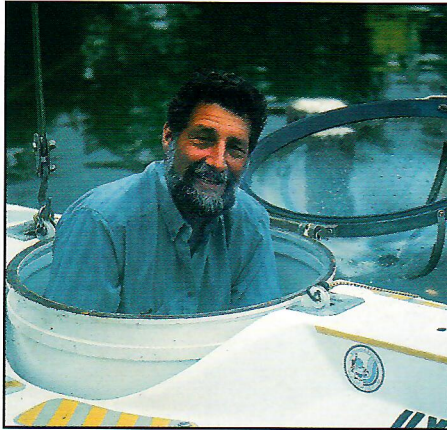
Das Patent auf die Verwendung von Helium für Atemgasgemische geht an C.J. Cooke. Etwa zur gleichen Zeit begannen die ersten Tauchversuche mit dieser neuen Mischung durch die U.S. Navy, die 1925 ein Labor einrichtete, in dem zunächst mit Tieren und dann mit Menschen simulierte Tauchgänge unter Verwendung von Heliumgemischen durchgeführt wurden. Kurz darauf wurde dann die „Experimental Diving School“ in Washington gegründet. Forschungsziele waren die Vermeidung der Stickstoffnarkose bei Tieftauchgängen sowie Rettungstechniken für eingeschlossene U-Boot-Besatzungen. 1937 wurde mit einem von Max Nohl entwickelten Helmtauchgerät mit geschlossenem Kreislauf der Tieftauchweltrekord mit 128 Metern aufgestellt. Nahezu gleichzeitig stellte die U.S. Navy mit 152 Metern einen neuen Rekord für simulierte Tauchgänge auf. Die erfolgreiche Rettung der 33-köpfigen Besatzung des gesunkenen U-Bootes U.S.S. Squalus aus 74 Metern mit Hilfe von Heliumtauchern trug im Jahre 1939 erheblich zur Rechtfertigung des Tieftauchprogramms der U.S. Navy in den Augen der Öffentlichkeit und der Politik bei. Die Gelder flossen jetzt reichlicher.

Im Jahre 1945 erreichte der schwedische Ingenieur Arne Zetterstrom unter Verwendung von Trimix (Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff) 152 Meter Tiefe. Den eigentlichen Durchbruch erreichte aber der Schweizer Mathematiker Hannes Keller in den Jahren 1961 und 1962



Fotos: Archiv Comper (2)

Habitat-Taucher der US-Navy mit Kreislaufgeräten im Einsatz während der Sealab-Projekte



Ein Pionier in Sachen Habitat: Ian Koblick, hier im Einsatz im Key-Largo-Habitat

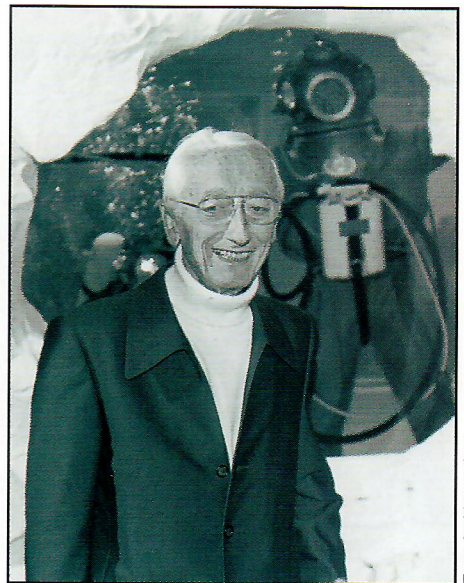


Foto: Archiv tauchen

Ein Pionier der Sport- und Berufstaucherei war natürlich Jacques-Ives Cousteau

mit Tauchtiefen von 223 und 305 Metern unter Verwendung von Heliox (Helium und Sauerstoff).

Nach dem Tauchgang von 1961 im Lago Maggiore wurde die Pionier-Forschung von Keller und Bühlmann durch die US-Firmen Shell und General Motors sowie die Navy gefördert. Die kommerzielle Nutzung dieses bisher nur militärisch genutzten Bereichs gewann an Bedeutung. Die Erdölindustrie war und ist Haupteinsatzgebiet, denn wo der Offshore-einsatz auf Bohrsinseln weltweit immer größere Tauchtiefen nötig machte, wurden große Summen in die Erforschung neuer Methoden investiert, die den Einsatz von Tauchern effektiver machten. Im Rahmen dieser Forschungen wurden während der 60er Jahre eine ganze Reihe von sogenannten Habitattauchgängen durchgeführt, bei denen Taucher in Unterwasserhäusern lebten und von dort tiefere Tauchgänge zum Teil unter Verwendung verschiedener Gasmischungen durchführten. Die bekanntesten waren sicher die SEALAB-Projekte der U.S. Navy sowie die „Conshelf Projekte“ Cousteaus.

Im Jahre 1970 verwendete Hal Watts Heliox für einen Tauchgang in fast 122 Metern Tiefe. Sein trauriges Ziel war die Bergung von zwei tödlich verunfallten Höhlentauchern aus dem Mystery Sink, einem der bekannteren Höhlensysteme Floridas. Ein Jahr zuvor hatte Hal Watts an gleicher Stelle mit einer Tiefe von 127 Metern einen bis heute ungeschlagenen Höhlentiefentauchweltrekord unter Verwendung von Pressluft aufgestellt. In den 70er Jahren begann dann auch die Nutzung von Mischgas beim Höhlentauchen, wobei Hal Watt's Rekordtiefe von 122 Metern mit Heliox erst im Jahre 1983 von Jochen Hasenmayer mit 200 Metern überschritten wurde. 1988 und 1989 stellte Sheck Exley mit Trimix und 238 bzw. 269 Metern diesen Rekord ein.

Bereits zu Beginn der 80er Jahre soll Jochen Hasenmayer ein Mischgaskreislaufgerät verwendet haben. Etwa Mitte der 80er Jahre

begann dann auch in den USA die Nutzung von Mischgaskreislaufgeräten im Höhlentauchen, da die neuen Tauchtiefen bei offenen Systemen erhebliche Mengen an Atemgas erforderten und sich das Anlegen von Zwischenlagern äußerst mühsam gestaltete. Zu diesem Zeitpunkt entdeckten auch die Wracktaucher an der Ostküste der USA, die zweite Kerngruppe des Technical Diving, Mischgas als Alternative.

In den späten 70er Jahren entdeckten auch die Korallentaucher des Mittelmeeres Mischgas für sich. Getrieben von der Notwendigkeit, immer größere Tiefen aufzusuchen, breitete sich vor Korsika und auf den Balearen diese Art des Tauchens, mit Tauchtiefen von zur Zeit etwa 130 Metern, aus.



Dicker Kopf und schwere Füße – Helmtaucher halten nichts vom Schweben im Freiwasser

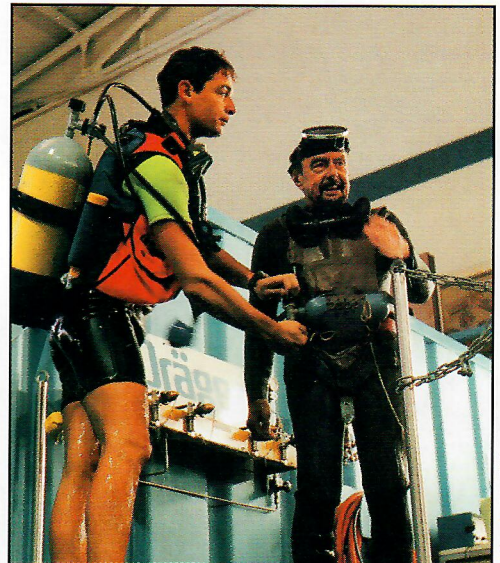


Foto: Archiv Dräger

Hans Hass beim Testen eines Dräger-Kreislaufgerätes in Lübeck

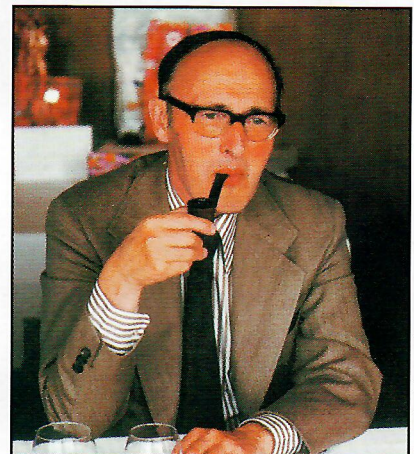


Foto: Archiv tauchen

Professor Bühlmann revolutionierte die Tauchmedizin durch seine Forschungen

Die theoretische Basis

Mischgase

Gehen Sie mit ausgelatschten Turnschuhen, löchrigen Jeans und Bomberjacke zur Kreditabteilung Ihrer Bank? Oder werfen sich in den feinen Armani-Anzug, wenn es zur Fußball-Sause in die Ostkurve geht? Da Sie noch in der Lage waren, sich dieses Sonderheft gekauft zu haben und mit heilen Augen diese Zeilen lesen, nehmen wir einfach mal an, daß Sie sich angepaßt haben. Eigentlich tun Tech-Diver auch nichts anderes. Sie passen sich an die Notwendigkeiten an, die ihnen auf ihrem Weg in die Tiefe begegnen.

Normales Sporttauchen endet bei 40 Meter Tiefe. Ab hier wird die Gefahr eines Tiefenrausches so groß, daß die großen Ausbildungsorganisationen raten, nicht tiefer zu tauchen. Die Zeiten, die man bei Verwendung normaler Atemluft ohne Dekompressionsstop in dieser Tiefe verweilen darf, sind so gering (wenige Minuten), daß es ohnehin kaum etwas zu entdecken gibt. Gleichzeitig steigt der

Technisches Tauchen ist meist verbunden mit der Verwendung von Mischgasen zum Atmen. Doch was unterscheidet eigentlich unser Gasgemisch, welches wir schnöde „Luft“ nennen, von lecker klingenden Exoten wie Nitrox, Trimix oder Heliox?

Atemverbrauch drastisch an. Bleibt der Taucher doch länger in diesen Tiefen, dann muß er auf dem Rückweg zur Oberfläche Deko-Stopps einlegen, sonst riskiert er Gesundheitschäden (siehe Sonderheft „Ausbildung 1“, Seite 9 ff.). Er befindet sich also, auch ohne Höhlendecke

oder Schiffswrack, in einer Art künstlicher Höhle, denn der direkte Aufstieg ist versperrt. Für den Tech-Diver ist dies allerdings Alltag, denn ihn reizen ja die größeren Tiefen. Zudem ist er in den meisten Fällen daran gewöhnt, in Höhlen oder Wracks zurecht zu kommen.

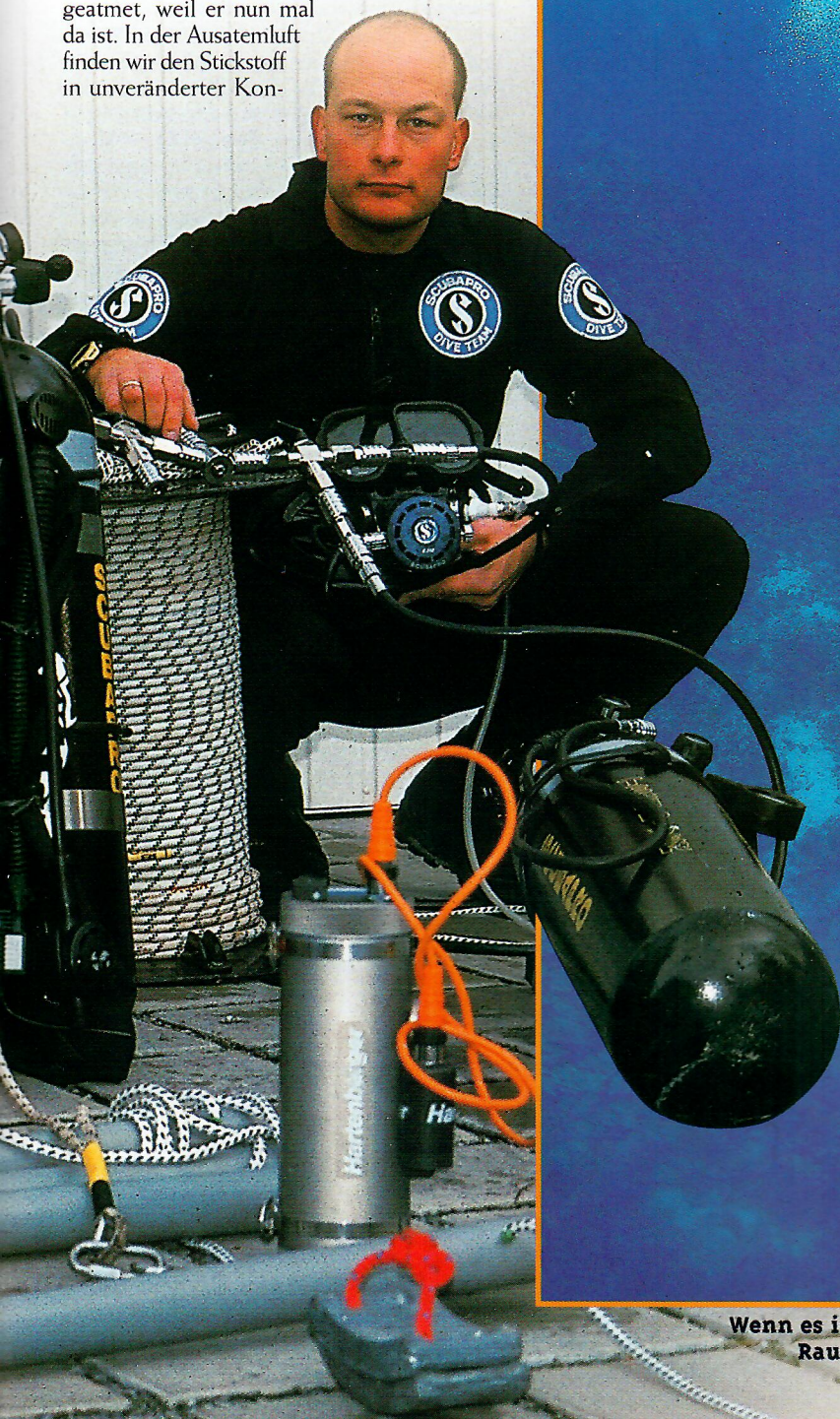
Wir wissen nicht, was Ihr freundlicher Tech-Instruktor Ihnen verschreibt. Dieser freundliche Herr jedenfalls schwört auf Gasgemische, wenn er in die Tiefe geht. Jens Hilbert vor dem Einsatz



Doch auch für technische Taucher gelten die Regeln und Gesetze der Physik. Unter erhöhtem Druck werden Atemgasmoleküle in die Blutbahnen und von dort in die Körpergewebe gedrückt. Und dort wollen sie beim Auftauchen auch wieder hinaus, sonst verursachen sie schwere Schäden. Zudem wirken die Komponenten der Atemluft in größeren Tiefen alles andere als gesund auf den Organismus.

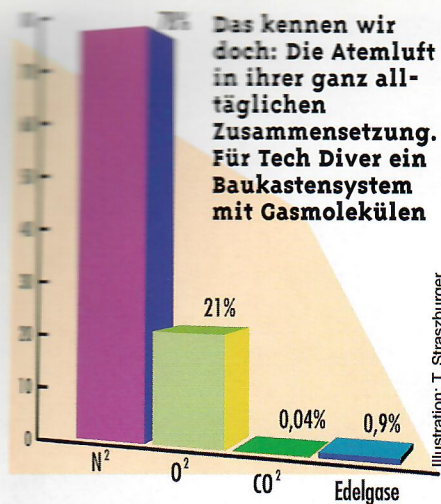
Luft

Die gute alte Luft ist für den normalen Sporttaucher genauso gesund wie für diejenigen Menschen, die es vorziehen, maximal eine Badewanne zu besuchen. Luft setzt sich zusammen aus Stickstoff (N_2), Sauerstoff (O_2), Kohlendioxid (CO_2) und Edelgasen. Brauchen tun wir, wie allgemein bekannt, nur den Sauerstoff. Der Rest wird halt mit eingeatmet, weil er nun mal da ist. In der Ausatemluft finden wir den Stickstoff in unveränderter Kon-



Fotos: V. Clausen (1), A. Hilsenbeck (1)

Wenn es in die Tiefe geht, verzichten Tech Diver gern auf den Rausch, den sie verheißt. Der Ausweg liegt im Mischgas ➤



zentration (rund 78 %), die Edelgase unangestastet (0,1 %), Kohlendioxid (4 %) sowie knapp 17 Prozent Sauerstoff. Runde vier Prozent Sauerstoff haben wir in unseren Zellen durch die Atmung verbraucht.

Ersetzen wir jetzt die unbeteiligten Gase komplett durch Sauerstoff, tut das dem Körper und seinem Wohlbefinden keinen Abbruch. In der Medizin ist dieses Verfahren allgemein üblich. In der Taucherei dagegen befinden wir uns jetzt schon auf sporttaucherischen Abwegen. Denn reiner Sauerstoff wird schon bei geringen Drücken giftig, sprich toxisch. Nur 0,7 bar Druckzunahme bewirkt, daß reiner Sauerstoff alles andere als ein nettes Atemgas ist. Das ist erreicht, wenn man etwa mit einem Sauerstoff-Kreislaufgerät in sieben Metern

Tiefe taucht. Das haben die Marinetaucher zu Beginn der Entwicklung nicht gewußt. Etliche der schwimmenden Ein-Mann-Waffen haben diese Unkenntnis mit dem Leben bezahlt.

Sauerstoff

Aufgrund des Gesetzes von Dalton wissen wir, daß die Summe der Partialdrücke gleich dem Gesamtdruck eines Gasgemisches ist. Was heißt das für den Taucher? Wir wissen, daß in sieben Meter Tiefe reiner Sauerstoff giftig wird. Das entspricht einer Druckzunahme von 0,7 bar. In der normalen Luft ist der Sauerstoff aber nur ein Teil der Gesamtmenge Gas. Erst in 70 Meter Tiefe wird der kritische Partialdruck von 1,7 bar wieder erreicht. Ab hier wird Sauerstoff also auch in der normalen Atemluft zum giftigen Spielverderber (siehe auch Seite 20, „Tief mit Luft“).

Tech-Diver tauchen aber wesentlich tiefer. Verzichten die Kerle auf Sauerstoff? Nein, das geht natürlich nicht, auch diese seltsame Spezies braucht Sauerstoff, damit ihr Organismus funktioniert. Doch wie man mittlerweile weiß, ist ein Sauerstoffanteil von rund 21 Prozent nur unter normalen Umgebungsdrücken notwendig. Steigt der Umgebungsdruck, reichen auch wesentlich geringere Partialdrücke, also Sauerstoffanteile in der Atemluft, um dem Körper genügend Sauerstoffmoleküle zur Verfügung zu stellen, damit die Atmung weiter klappt. Um den Organismus funktionsfähig zu erhalten, genügt ein minimaler Sauerstoffpartialdruck von 0,14 bar. Erhöhter Druck, also größere Tiefe, preßt den Sauerstoff effektiver in die Blutbahnen. Dadurch ist es möglich, ab einer gewissen Tiefe das Gasgemisch so zu ändern, daß der Sauerstoff seine kritische Grenze gar nicht

erreicht. Ohne diesen Trick wäre ein Tieftauchen jenseits der 70-Meter-Marke gar nicht möglich.

Stickstoff

Neben der Giftigkeit von Sauerstoff ist die Tauchtiefe mit Luft auch durch die oft als Tiefenrausch bezeichnete Stickstoffnarkose beschränkt. In erster Linie war es die narkotische Wirkung des Stickstoffs, die für die Einführung der Tiefengrenze von 40 Metern im Sporttauchen verantwortlich war. Erste Narkoseeffekte zeigen sich schon ab etwa 30 Metern, also bei einem Stickstoff-Partialdruck von 3,12 bar.

Verzicht

Die logische Folge ist, bei Gasgemischen, die in tieferen Bereichen angewendet werden, die Stickstoff- und Sauerstoffanteile zu reduzieren. Die Inertgase (Stickstoff, Edelgase Helium und Neon) dienen dem Körper sowieso nur als Füllstoffe, um den richtigen Partialdruck des Sauerstoffs zu ermöglichen. Inert heißt salopp übersetzt nichts anderes als „faul“. Diese Gase sind nämlich chemisch gesehen zu träge, um im Körper mit anderen Molekülen Reaktionen einzugehen. Sie werden nur aufgenommen, wandern durch Blut und Organe und finden, wenn alles klappt, wieder den Weg nach draußen. Streng genommen fällt der Stickstoff hier zwar heraus, aber wir verallgemeinern jetzt mal einfach, denn wie wir gleich sehen werden, kann man auf ihn locker verzichten. Wir brauchen also ein konstantes Maß an Sauerstoff, um den Körper bei Laune zu halten. Ein Zuviel ist giftig. Gleichzeitig nervt der Stickstoff. Die Lösung ist, ein wirklich megafaules Gas zu nehmen,

welches nur für die richtige Mischung der Atemluft sorgt, ohne den Körper negativ zu beeinflussen. So kommt man auf das Edelgas

Schwierig wird die Lage erst, wenn es in der Tiefe an die richtige Wahl des Atemgases geht – tödliche Fehler lauern!



Helium. Edel ist es nicht nur, weil es recht teuer ist, sondern edel ist es vor allem chemisch. Es ist nämlich viel zu edel, um sich mit dem Allgemeinvolk, also anderen Molekülen, zu verbinden. Durch diese Arroganz sorgt es dafür, daß es zu keinen Reaktionen im Körper kommt. Jetzt hat man drei Gase in der Mischung, die Trimix genannt wird, nämlich Sauerstoff, Stickstoff und Helium.

Wie hoch der Heliumanteil liegt, hängt teilweise, aber nicht nur, von finanziellen Erwägungen ab. Helium ist teuer, aber es bewirkt durch seine schnellere Gewebesättigung auch längere Dekozeiten (siehe hierzu den Kasten „Dekotricks“). Also kann ein höherer Stickstoffanteil sowohl Geld sparen als auch die Dekozeiten verkürzen. Unter Umständen muß man dann aber eine leichte Stickstoffnarkose in Kauf nehmen. Der Leser merkt spätestens jetzt: Ein klein wenig verrückt sind die „Tekkies“ schon.

Der Gaswechsel-Trick

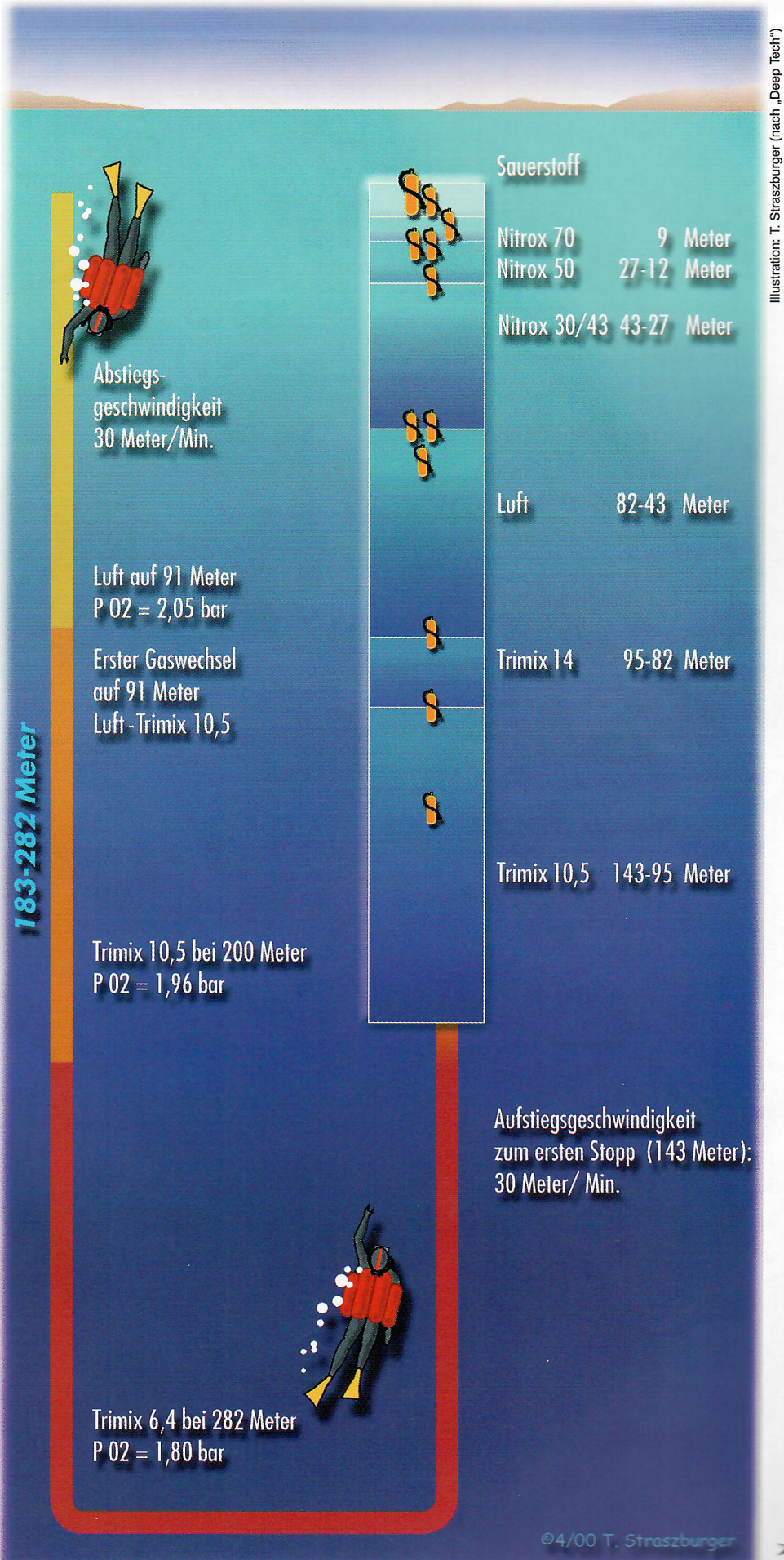
Eine weitere Möglichkeit, die Gasversorgung zu optimieren, liegt in Gaswechseln während des Tauchgangs. Kein Gasgemisch ist nämlich optimal für jede Tiefe eines Tauchgangs. Also kann die Verwendung unterschiedlicher Gemische für die verschiedenen Tiefenstufen sinnvoll sein, um die jeweilige Mischung zu optimieren. Hierzu wird der Tauchgang in einzelne Stadien eingeteilt: Abstieg, Aufenthalt auf der Einsatz- oder Arbeitstiefe, Aufstieg und Deko.

In der Praxis können Abstieg und Aufstieg als eine Phase betrachtet werden, so daß hier eine Reise-Mischung, das sogenannte „travel mix“, Anwendung findet. In der Arbeitstiefe wird dann auf eine zweite Mischung, das sogenannte Grundgemisch oder „bottom mix“, umgestiegen. Nachdem ein Teil des Aufstiegs mittels des sogenannten „travel mix“ durchgeführt wurde, wechselt der Taucher in geringerer Tiefe auf eine Dekomischung mit möglichst hohem Sauerstoffanteil und dann ab sechs Metern auf reinen Sauerstoff.

Grundgedanke der Mischgastechnologie ist also die Optimierung der Gaszusammensetzung hinsichtlich Sicherheit und Tauchereinsatzfähigkeit. Dies bedeutet den Austausch eines in einem bestimmten Tiefenbereich von seinen Eigenschaften her unerwünschten Gases gegen ein anderes mit günstigeren Eigenschaften. Da es das optimale Gas nur für einen begrenzten Tiefenbereich gibt, beinhaltet diese Technik Gaswechsel. Der Taucher atmet aus einer anderen Flasche. All das macht das Technical Diving der Gegenwart zu dem, was in der Theorie schon immer den Kern dieser Grenzsportart ausmachte: intelligentes Gasmanagement.

Lohnt sich Mischgas?

Trimix ist teuer. Unter acht Pfennigen bekommt man den Normalliter Helium kaum. Das Zwölf-Liter-Doppelgerät mit 50 Prozent Heliumanteil kostet dann alleine vom Helium her etwa 140 Mark. Zuzüglich der Kosten für Flaschenfüllen und Druckluft ist man dann bei etwa 170 Mark. Kommt jetzt noch das Dekogas hinzu, sind 200 Mark schnell zusammen. Reine Gaskosten, versteht sich...



Auf der Plus-Seite stehende erhöhte Sicherheit und das größere Wohlbefinden, das ein Tauchgang mit klarem Kopf mit sich bringt. Auch folgender Aspekt darf nicht vernachlässigt werden: Die Kosten für die Adaptionsstauchgänge fallen fort. Denn wenn für tiefe Lufttauchgänge viele Trainingstauchgänge durchgeführt werden müssen, um sich wieder an die Narkosewirkung zu gewöhnen (hierzu siehe auch ab Seite 20 „Tief mit Luft“) und diese in die Kosten einbezogen werden, kann ein einzelner Trimixtauchgang günstiger sein.

Argon

Aufgrund seiner hohen Dichte und des hohen Narkosepotentials ist Argon als Atemgas ziemlich ungeeignet. Vereinzelt wird es zur Dekompression verwendet, um das Ausschwemmen anderer Inertgase aus den Geweben zu



Fotos: Archiv Comper (3), G. Wagner (1)

Gasgemische werden vor dem Einsatz noch einmal untersucht

beschleunigen, hat aber auch hier keine große Verbreitung gefunden. Als Anzuggas ist es aber aufgrund seiner guten Isolierwirkung sehr häufig anzutreffen.

Helium

Dieses Gas weist eine sehr geringe Dichte auf, die etwa nur 1/7 der Dichte von Stickstoff entspricht ($\text{He} = 0,18 \text{ g/l}$; $\text{N}_2 = 1,25 \text{ g/l}$) wodurch der Atemwiderstand bis in Tiefen von weit über 300 Metern die Dichte von Druckluft in 50 Meter Wassertiefe nicht überschreitet. Neben einer angenehmeren Atmung bewirkt das auch einen geringeren Kohlendioxid-Aufbau. Dieser tritt auf, wenn die Lungen aufgrund einer Ermüdung der Atemmuskulatur nicht mehr ausreichend ventiliert werden und kann zu einem sogenannten Essoufflement führen, das sich durch ein Erstickungs-

Achtung Sauerstoff: Nicht unter sechs Meter atmen!

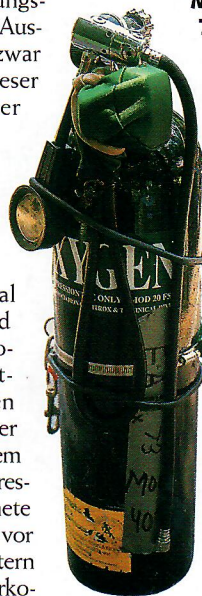
grund einer Ermüdung der Atemmuskulatur nicht mehr ausreichend ventiliert werden und kann zu einem sogenannten Essoufflement führen, das sich durch ein Erstickungs-

gefühl bemerkbar macht. Vor allem bei tiefen Druckluft-Tauchgängen ist dieses Phänomen anzutreffen. Ein Hochleistungsatemregler mit geringem Ein- und Ausatemwiderstand wirkt sich hier zwar positiv aus, kann das Auftreten dieser Erscheinung aber nicht immer verhindern.

Der Hauptvorteil liegt in seiner geringen Narkosewirkung, die erst in Tiefen von mehreren hundert Metern zu einem Tiefenrausch führen würde.

Diese Tiefen sind im Technical Diving derzeit noch ein Traum und bringen ganz andere logistische Probleme mit sich, wie etwa das Mitführen einer ausreichend großen Atemgasmenge. Ab etwa 150 Meter kommt allerdings ein weiteres Problem mit ins Spiel: das als HPNS (High Pressure Nervous Syndrome) bezeichnete Hochdrucknervensyndrom, das sich vor allem durch ein unkontrolliertes Zittern bemerkbar macht. Hier kann die narkotische Wirkung des Stickstoffs positiv genutzt werden, indem man dem Helium-Sauerstoffgemisch kleinere Mengen Stickstoff beifügt. Selbst bei einem nur fünfprozentigen Stickstoffanteil kann das HPNS bis zu Tiefen von 600 Metern vermieden werden, ohne daß der Stickstoff seine narkotische Potenz entfalten kann. Die stärkere Wärmeableitung des Heliums scheint nur beim Aufenthalt in einer Heliumatmosphäre von Bedeutung zu sein und kann bei der Atmung vernachlässigt werden. Das liegt an der geringeren Dichte und der damit verbundenen geringeren Wärme-

Tiefe Höhlentauchgänge verlangen nach einem intelligenten Gas-Management, sonst droht dem Taucher Gefahr



aufnahmekapazität des Gases. Die durch die geringe Dichte bewirkte Stimmverzerrung („Donald-Duck-Effekt“) wirkt sich nur bei der Verwendung von Unterwasser-Kommunikationseinrichtungen aus. Hier hat man allerdings selbst in der Berufstaucherei noch keine wirklich praktikable Lösung gefunden. Ein weiterer Nachteil des Heliums ist die schnelle Gewebesättigung, die bei kurzen, tiefen Tauchgängen (tiefer als 30 Meter, kürzer als zwei Stunden) längere Dekozeiten als bei Luft bewirkt. Es gibt aber heute schon interessante Ansätze im Bereich der Dekompression, die diesen Nachteil weitgehend ausgleichen (siehe hierzu „Dekompression“ ab Seite 26).

Neon

Es hat einige erfolgreiche Versuche mit diesem Gas in Atemgasmischungen gegeben, vorwiegend bei der US Navy in den 70er Jahren. Viel ist darüber allerdings nicht bekannt: Neon ist relativ teuer, bewirkt im Vergleich zu Stickstoff einen relativ geringen Atemwiderstand auch in größeren Tiefen und ist trotzdem wesentlich weniger narkotisch als Stickstoff. Zusätzlich fallen die Stimmverzerrungen bei Helium weg. Es gab bislang weltweit nur zwei Versuche, dieses Gas im Technical Diving zu verwenden. ○



Gas perfekt gemischt

Der Mix macht's

Wie wir gelernt haben, ist für den Tech Diver die reine Luftatmung ziemlich langweiliger Kram. Viel lieber saugt er Flaschen leer, die er selbst zurechtgemixt hat

Gute Barmixer verdienen in der Regel ein Heidengeld. Warum? Ganz einfach: Das richtige Mischverhältnis zu treffen ist nicht leicht! Das ist beim Tauchen ganz ähnlich (bis auf das Geld), und so muß jeder, der sein eigenes Gemisch herstellen oder für andere Taucher Gase mischen will, einen sogenannten „Gasblender“-Lehrgang besuchen.

Explosives Gemisch

Gasgemische stellt man nicht „einfach so“ her, allein schon, weil meist reiner Sauerstoff mit ins Spiel kommt. Und der hat durchaus explosive Qualitäten! Zumindest dann, wenn er mit brennbarem Material, wie etwa einem ungeeigneten Fett, und höheren Temperaturen zusammenkommt, wie sie schon beim raschen Füllen einer Flasche entstehen können. Darum lernt man als angehender „Gasblender“ nicht nur das richtige Mischen (engl. „to blend“), sondern auch, wie man die Gerätschaften sauerstoffrein und sauerstoffkompatibel bekommt. Erste-



Der Umgang mit Sauerstoff will gelernt sein, sonst knallt es gewaltig

res bezieht sich auf die Abwesenheit schädlicher Bestandteile (etwa Rost und falsches Fett), letzteres auf die Verwendung geeigneter Materialien (etwa O-Ringe aus Viton).

Partialdruck-Methode

Auch das Mischen selber ist nicht ganz so einfach. Selbst beim Klassiker Nitrox, obwohl man da eigentlich nur Sauerstoff in die leere Flasche pumpt und diese dann mit Luft aus dem Kompressor auffüllt. Aber die Menge macht's! Darum werden zum Füllen Tabellen oder Computer-



Endlich wird klar, wieso Flaschen eine optische Kennzeichnung haben. Wer hier durcheinander kommt, der kann schwere Unfälle verursachen!

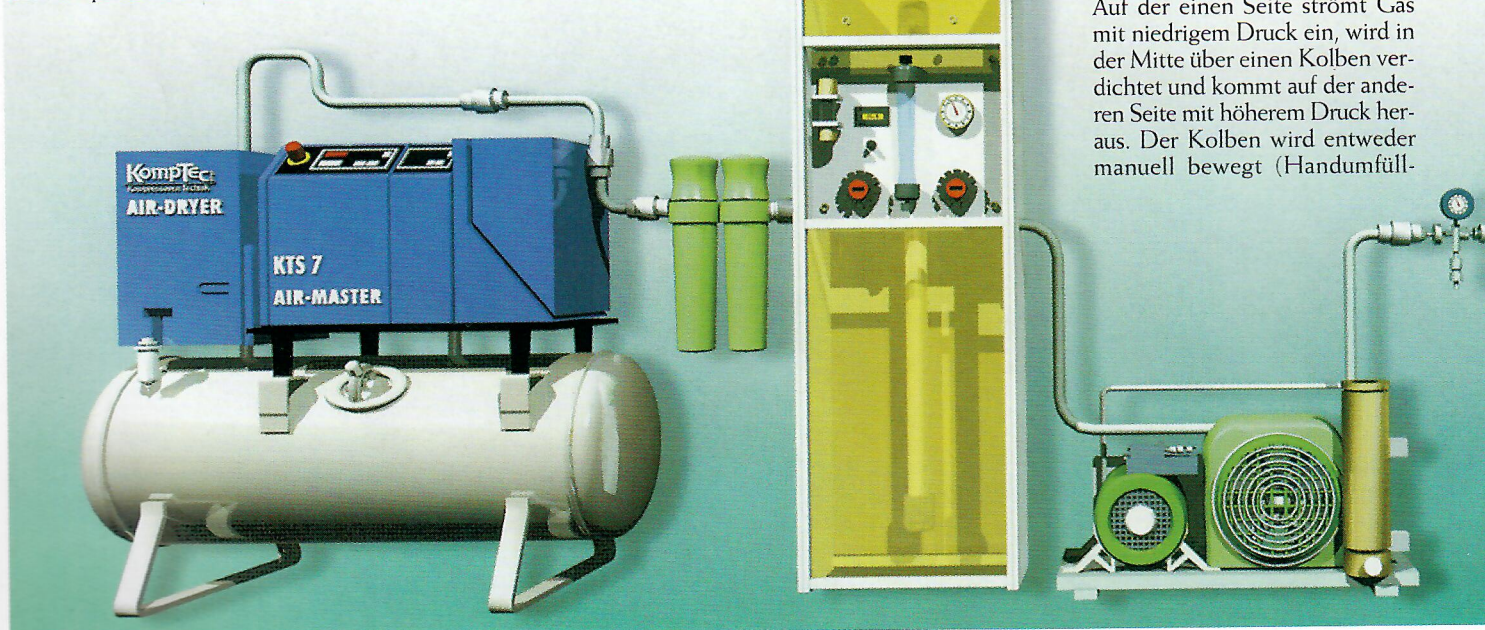
Programme verwendet, damit man auch die richtigen Mischungsverhältnisse einfüllt. Die Vorgehensweise wird als die Partialdruck-Methode bezeichnet und ist beim Technical Diving die am weitesten verbreitete Art zu mischen. Man nutzt dazu einfach die Erkenntnis des Gesetzes von Dalton, nach welcher der Gesamtdruck einer abgeschlossenen Gasmenge gleich dem Teildruck (oder Partialdruck) der einzelnen Gase ist.

Kaskadenfüllung

Hier werden mehrere Lagerbehälter (meist industrielle 50-Liter-Gasflaschen) hintereinander angesteuert. Zunächst füllt man aus der Flasche mit dem geringsten Druck, geht dann zu der Flasche mit dem nächsthöheren Druck und so weiter. So kann man eine ganze Flaschenbatterie leer machen, ohne einen „Booster“ einsetzen zu müssen. Auch hier kann die Partialdruck-Methode, also das Füllen zunächst mit Sauerstoff, angewandt werden.

Booster

Ein Booster ist eine Umfüllpumpe. Auf der einen Seite strömt Gas mit niedrigem Druck ein, wird in der Mitte über einen Kolben verdichtet und kommt auf der anderen Seite mit höherem Druck heraus. Der Kolben wird entweder manuell bewegt (Handumfüll-



Keineswegs ein Pinsel, sondern Fasern der Nitrox-Membran

pumpe) oder mittels einer Druckluftquelle (Booster). Mit einem Booster kann man auch Flaschen mit geringem Fülldruck zum Auffüllen von Flaschen mit hohem Druck verwenden. Dieser Grund zur Freude wird allerdings durch mehrere tausend Mark getrübt, die man für das Gerät anlegen muß. Manch handwerklich begnadeter Tekki behilft sich hier mit einem umgebauten Zweischlauchautomaten ... die Anleitung gibt's allerdings nicht im Baumarkt!

Fertiggase

Wer es sich ganz einfach machen will, der kauft seine Gase fertig ein. Beim Nitrox gibt es mittlerweile ein System von Messer-Griesheim, das aber nur an Tauchshops ausgeliefert wird. Hierbei handelt es sich um industriell gemischte Gase, die nach dem Kaskadenprinzip in die Tauchflasche gefüllt werden.



Eine der modernsten Nitrox-Membran-Anlagen befindet sich auf der lauschigen Malediven-Insel Kuredu. Hier checkt Basenbetreiber Steffan Hansson die Werte

Diese Methode hat einen Nachteil: Man bekommt – außer wenn man große Mengen abnimmt – nur Standard-Gemische, aber keine maßgeschneiderten, sogenannten „custom mixes“.

Membran-System

Die neueste Entwicklung im Bereich der Tauchgase sind stickstoffdurchlässige Membranen, mit denen aus Luft Nitrox erzeugt wird. Ihr Geheimnis liegt darin, daß Stickstoff hier schneller hin-

durch diffundiert als Sauerstoff. Im Luftstrom, der durch das röhrenförmige Innenleben der Membran hindurchfließt, verbleibt also ein höherer Anteil an Sauerstoff. Das Ergebnis am Ende

der Membran ist Nitrox mit einem Anteil zwischen 22 und 40 Prozent Sauerstoff. Ein kleiner Trick: Beim Stickstoffablaß der Membran kann man seine Trimix-Flasche füllen. Hier tritt nämlich ganz wenig Sauerstoff und sehr viel Stickstoff aus. Und das ist gut für tiefe Gemische mit geringem Sauerstoffanteil.

Analyse

Das eigene Mischen verlangt einige Vorkenntnisse, entsprechende Ausrüstung und viel Geduld. Welche Lehren zieht der kluge Tekki daraus? Richtig, er gibt die Flasche im Tauchladen ab und analysiert nur noch selber. Dazu benötigt man nichts weiter als ein Sauerstoffmeßgerät sowie eine Verbindung zum Flaschenventil – und man kann loslegen. Die Sauerstoffanalyse ist unbedingt notwendig, denn hier sind unentdeckte Fehler in der Regel tödlich. Manche Tekkies behaupten sogar, Nitrox- und Mischgastauchen ohne vorherige Kontrolle des Sauerstoffanteils und mit unzureichend gekennzeichneten Flaschen sei tödlich wie ein Porsche ohne Bremsen – und das fast genau so schnell!

Fotos: O. Kirsch (1), K. Anslar (1), Archiv Komptec (2)



Schema einer Membran-Füllanlage für Nitrox: Zwischen Kompressor und Flaschen ist eine Membran eingesetzt, die für erhöhten Sauerstoffanteil sorgt

Illustration: Archiv Komptec

Oft Kopiert

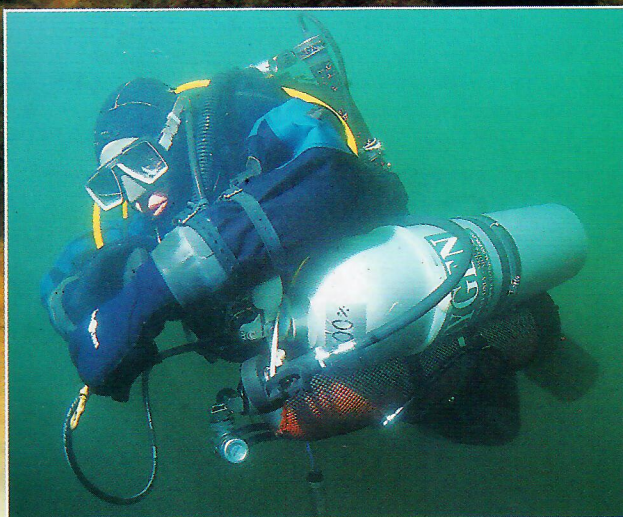
aber nie erreicht!

EQUIPMENT FOR UNDERWATER EXPLORATION

Deutschland:
DEUTSCHE UNTERWASSER AG
 Ringstrasse 45
 D-64756 Mossautal HE
 Tel.: +49-(0)6062-943 722
 FAX: +49-(0)6062-943 733
 Web: <http://www.DTUAG.DE>
 e-Mail: INFO@DTUAG.DE

Österreich:
adria sport austria
 Wahlenstrasse 1
 A-8045 Graz
 Tel: +43-(0)316-681 102
 FAX: +43-(0)316-671 537
 e-Mail: ADRIA.SPORT@TELECOM.AT

Schweiz:
EUWASPORT
 Wahlenstrasse 81
 CH-4242 Laufen
 Tel.: +41-61-761 8020
 FAX: +41-61-761 8027
 Web: <http://www.euwa-sport.ch>
 e-Mail: euwa@euwa-sport.ch



Redundanz ist auch beim Tieftauchen mit Preßluft unerlässlich, sonst riskiert der Taucher Kopf und Kragen

Tieftauchen mit Luft

Der dicke UYW-

Tiefe Lufttauchgänge sind umstritten. Die einen lehnen sie ab, die anderen fragen, warum man dem Albatross die Flügel beschneiden will,

In Jeans in die Tiefe? Kommen wir kurz zu dem Bekleidungs-Beispiel aus dem Mischgas-Kapitel zurück. Nicht jede Klamotte paßt zu jedem Anlaß! Und so ist das auch mit dem Atemgas. Zugegeben: Jeans haben ein weites Einsatzspektrum, und so ist das auch mit Luft. Aber genau wie Sie bei einer Wüstenwanderung mit weiten Baumwollhosen besser bedient sind als mit engen Jeans, sind tiefe Tauchgänge besser mit Mischgas durchzuführen. Aber

Luft ist trotz der Probleme, die die Stickstoffnarkose aufwirft, immer noch eine Alternative für viele Taucher.

Wie wirkt die Narkose?

Das vorrangige Kennzeichen ist eine mit der Tiefe zunehmende Verlangsamung sowohl bezüglich der Wahrnehmung als auch der Ausführung von Handlungen. Mischgas-Taucher erzählen immer wieder gerne, wie langsam

Drucklufttaucher waren, denen sie in größeren Tiefen begegneten.

Die Symptome der Narkose beginnen schleichend und meist mit einem Gefühl der Hochstimmung (Euphorie). Die Kritikfähigkeit ist eingeschränkt, und auch Aufmerksamkeit und Reaktionsvermögen lassen nach. Bekannt ist, daß das Gefühl der Hochstimmung nicht stabil ist und schnell in Angst oder gar Panik umschlagen kann. Insbesondere gilt das beim



Oben: Wenn der Zeiger fast einmal den Anschlag berührt, wird die Taucherei mit Preßluft für Tekkies erst so richtig nett

Links: Die Folgen sind allerdings immer recht ähnlich, denn eine Narkosewirkung setzt auch bei Tech Divers ein. Der Trick ist, sich daran zu gewöhnen und die Beeinträchtigung zu reduzieren

Fotos: O. Kirsch (1), T. Behrend (1), A. Hilsenbeck (1)

Joint

nur weil der Pinguin nicht fliegen kann

Auftreten von Problemen. Und dieses Phänomen weist darauf hin, daß der beliebte Vergleich mit dem Alkoholrausch ziemlich unbefriedigend ist. Denn zum einen fehlt die Tendenz zur Selbstüberschätzung, die für den Alkoholrausch typisch ist, und zum anderen sind die oben erwähnten plötzlichen Befindlichkeitsveränderungen in Zusammenhang mit Alkoholkonsum unbekannt. Auch erinnert die häufig beschriebene milde Euphorie zu Beginn des Tiefenrauschs tatsächlich eher an die Wir-

kungsweise von milden Halluzinogenen oder aber Narkosegasen.

Problematik

Für Sporttaucher gilt seit Jahren der Bereich zwischen 30 und 40 Metern als tief. Ab etwa einer Tiefe von 30 Metern ist nämlich die Stickstoffnarkose, auch Tiefenrausch genannt, der ständige Begleiter des Tauchers, auch wenn Symptome von ihm selber selten wahrgenommen werden. Der Tiefenrausch ist nämlich ein ziemlich unbekanntes Wesen! Zwar reden alle davon, die wenigsten aber können ihn wirklich erkennen, wenn er auftritt. Tiefenrausch – was ist das eigentlich? Ist was dran an der Martini-regel, nach der jeweils zehn Meter Tauchtiefe sich wie ein Martini auswirken sollen? Ist der

Tiefenrausch also ein dezenter Vollrausch unter Wasser? Oder ist es mehr wie ein Cannabisrausch, ein dicker Joint unter Wasser?

Physiologie der Narkose

Wie auch bei anderen Narkosegasen, die in der Medizin Anwendung finden, ist der Wirkungsmechanismus der Stickstoffnarkose nicht genau bekannt. Die bekannteste Theorie ist die, nach welcher der Grad der Fettlöslichkeit eines Narkosemittels entscheidend für seine narkotische Potenz ist. Dieser Ansatz geht auf den Mediziner Bennett zurück, der Ende der 60er Jahre die Inertgaswirkung auf Zellmembranen untersuchte und als Vater der Erforschung der Inertgasnarkose gelten kann. Nach seinem Erklärungsansatz wird die narkotische ➤

Wirkung dadurch hervorgerufen, daß an den Membranen der Nervenzellen die Stickstoffmoleküle für Störungen sorgen. Die jeweilige Intensität der Wirkung ist damit abhängig vom Umgebungsdruck: Nimmt dieser zu, verstärkt sich die Narkosewirkung. Bei Stickstoff liegt der kritische Partialdruck etwa bei drei bar, also einer Tauchtiefe zwischen 30 und 40 Meter mit Luft.

Geschichte

Zum ersten Mal wurde das Narkose-Phänomen 1835 beschrieben, doch dauerte es dann bis zum Jahre 1935, bis der deutsche Mediziner Benke den Stickstoffpartialdruck als Verursacher ausmachte und die Symptome als „euphorisch geprägte Verlangsamung höherer mentaler Vorgänge und Beeinträchtigung der neuromuskulären Koordination“ beschrieb.

In den 30er Jahren mußten in den USA zum Zwecke von U-Boot-Bergungen mehrfach Luft-Tieftauchgänge bis zu 80 Metern durch Taucher der US-Navy durchgeführt werden, bei denen zum Teil erhebliche tiefenrauschbedingte Schwierigkeiten auftraten. Dies bewirkte eine intensivere Erforschung dieses Phänomens, verbunden mit einem verstärkten Einsatz von Mischgas in der Praxis der Militärtaucherei.

Aber auch im Sporttauchen beschäftigte man sich mit diesem Phänomen. In Europa galt lange noch die 50-Meter-Grenze, während die Maximaltiefe in den USA schon früh auf 40 Meter beschränkt wurde. Einzelne Taucher oder Gruppen entwickelten seit etwa Mitte der 60er Jahre eigene Strategien für den Umgang mit der Narkose, die auch in diverse Tieftauchkurse einfließen. Diese Phase ist verbunden mit Namen wie Billy Deans, Sheck Exley, Gary Gentile, Bret Gilliam, Tom Mount, Hal Watts und vielen anderen. Den einzigen wirklich systematischen Ansatz verdankt die Szene aber dem Gründer der Professional Scuba Association, Hal Watts (hierzu mehr im Kasten „Narkoseguru“ auf Seite 23).

Seine Strategie beruht auf der Beobachtung, daß ein gewisser Gewöhnungseffekt auftritt, wenn man sich der Narkose häufiger aussetzt. Dabei scheinen sich die Symptome abzuschwächen und das Funktionieren unter dem Einfluß der Stickstoffnarkose zu verbessern. Man bewegt sich hier aber auf gefährlichem Grund, denn wenn unvorhergesehene Ereignisse auftreten, reagiert man dennoch langsamer und von der Koordination her eingeschränkt. Das ist auch die wesentliche Kritik der Gegner des Tieftauchens mit Luft. Sie sagen, daß diese gefährliche Gradwanderung unvermeidbar sei und plädieren für ein frühes Einsetzen von Mischgas.

Derzeit scheint die letztere Gruppe im Technical Diving das Ohr der Basis zu finden. Hauptgrund dürfte die Tatsache sein, daß neuerdings verschiedene Gruppen in den USA und in Europa mit modifizierten Dekotabellen

für Heliox-Tauchgänge arbeiten, die den Nachteil extrem langer Dekozeiten beim Einsatz von Helium in Atemgasgemischen weitgehend vermeiden. Ob dieser Ansatz eine Revolution oder nur eine vorübergehende Modeerscheinung ist, läßt sich derzeit noch nicht absehen. Das Tieftauchen mit Luft steht derzeit allerdings etwas im Abseits.

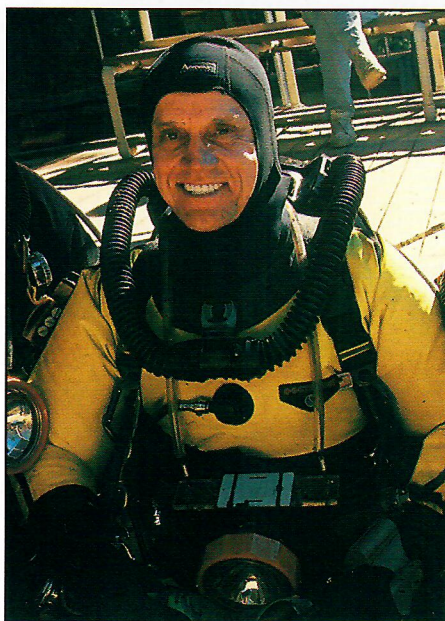
Grundlage oder Dinosaurier?

Ist das Drucklufttauchen eine unverzichtbare Grundlage im Technical Diving oder ein vom Aussterben bedrohter Dinosaurier?

Zunächst muß man dazu wissen, daß es drei Basis-Strategien gegen die Stickstoffnarkose gibt.

1. Vermeiden der Narkose durch Tiefenbeschränkung (Sporttauchen)
 2. Vermeiden der Narkose durch Mischgas (Technical Diving)
 3. Gewöhnung an die Symptome (Technical Diving und begrenzt im Sporttauchen)
- Die Vorteile der Vermeidungs-Strategien liegen auf der Hand. Sie funktionieren aber nicht immer. Zum einen können Narkose-Symptome auch im Sporttauchbereich zwischen 30 und 40 Meter auftreten, zum anderen bedeutet der Einsatz von Mischgas nicht immer gänzliche Narkose-Freiheit.

Werden nämlich Gasmischungen mit geringem Heliumanteil für große Tiefen verwendet, hat man den Tiefenrausch mit im Gepäck, denn immerhin gibt es ja noch den Stickstoff-Anteil. Da stellt sich zunächst einmal die Frage, ob das nicht schlicht doof ist. Aber so einfach ist das nicht. Zum einen ist ein Gasgemisch



Der Vater der Deep-Dive-Meisterin: Hal Watts, Tech-Diving-Pionier und Weltrekordler im Drucklufttauchen Höhle



Fotos: Archiv Comper (4)

Die Dame sieht so nett und harmlos aus: Scarlett Watts, die Frau, die tiefer taucht als die meisten Männer

umso teurer, je höher der Heliumanteil ist. Zum anderen steigt bei kurzen Tauchgängen die Dekozeit erheblich an. Geld sparen und die Deko verkürzen? Das klingt gar nicht mehr so doof! Und diese Überlegung aus den 60er Jahren hat dazu geführt, daß das Tieftauchen mit Druckluft auch heute noch ein wesentlicher Bestandteil des Technical Diving ist und jeder Taucher, der bis vor kurzem die Krone dieser Disziplin, die Trimix-Karte, sein eigen nennen wollte, zuvor einen technischen „Deep Air“-Kurs bis 60 Meter absolvieren mußte. Einzig ANDI (American Nitrox Divers International) hatte hier von vornherein eine Beschränkung auf 50 Meter vorgesehen.

Gebremste Narkose

In der Praxis sah die Strategie dieser kosten-senkenden und die Dekozeit verkürzenden Strategie so aus: Konnte der Taucher problemlos 60 Meter mit Luft „machen“? Dann wurde die Mischung so berechnet, daß der Stickstoffpartialdruck in der Maximaltiefe dem von Luft in 60 Metern entsprach. Im Tech-Talk bezeichnete man das als die „äquivalente Stickstofftiefe“, kurz EAD (engl. equivalent air depth). Einige Taucher berechneten ihre Gase sogar so, daß sie mit EADs von 80 oder 90 Metern arbeiteten. Und da Luft billig ist, war es kein Wunder, daß viele Taucher versuchten, ihre Narkosetoleranz in immer tieferen Lufttauchgängen hinauszuschieben. Fast zwangsläufig kam es dabei auch zu Rekorden, die aber meist nur wenig Beachtung außerhalb des Technical Diving fanden. Derzeit sind zwei PSA-Tauchlehrer die tiefsten „Luftmenschen“ der Welt: Scarlet Watts (richtig: die Tochter des Altmeisters) mit 129 Metern im Roten Meer im Frühjahr 1999, und der Brite Mark Andrews im selben Jahr mit 156 Metern vor den Philippinen. Ungeschlagen ist nach wie vor der Höhlenrekord mit Luft von 127 Metern, den Hal

Watts 1970 bei dem Versuch aufstellte, einen vermißten Höhlentaucher vielleicht doch noch lebend zu finden. Es wurde ein Bergungstauchgang. Seitdem hat sich in der Höhlentaucherei die eiserne Regel verfestigt, den Stickstoffpartialdruck auf eine Lufttiefe von 40 Metern zu beschränken. Viele Taucher haben sich sogar für eine individuelle EAD von 25 oder 30 Meter entschieden.

Auch bezüglich der „Deep Air“-Kurse als Voraussetzung für eine Trimix-Karte hat durch diese Entwicklung ein Umdenken stattgefunden. So ging IANTD bereits 1998 von dieser Forderung ab und ermöglicht heute den Einsatz von „flachen“ Trimix-Mischungen mit einem Sauerstoffanteil von 21 Prozent als Ersatz. Eine grundsätzlich richtige Entscheidung, denn warum sollte ein Taucher, der sich für eine Mischgasausbildung entschieden hat, um größere Tiefen ohne Narkose zu erreichen, dazu gezwungen werden, sich dieser zunächst einmal auszusetzen? Wer diesen Weg geht, dem muß aber auch klar sein, daß er auch in seiner taucherischen Realität diesen Grenzwert akzeptieren muß. Gaswechsel müssen dann in entsprechend geringerer Tiefe durchgeführt werden. Und das kostet Dekozzeit, jedenfalls so lange, wie nach den gewohnten Dekotabellen ausgetaucht wird (ab Seite 26ff.).

Wie tief ist tief?

Die meisten Technical Diving Organisationen beschränken sowohl die empfohlene Tauchtiefe als auch die maximale Trainings-Tauchtiefe mit Luft auf 61 Meter. Einzig Hal Watts' Professional Scuba Association (PSA) bildet routinemäßig bis 73 Meter und auf besonderen Wunsch sogar bis 91 Meter aus. Auch hier wird die empfohlene Tauchtiefe nach der Ausbildung aber auf 61 Meter beschränkt. So wird nämlich der heute akzeptierte Grenzwert des Sauerstoffpartialdrucks von 1,4 bar erreicht.

Nicht nur der Tiefenrausch...

Eine weitere Gefahr des Tieftauchens mit Druckluft liegt in der Dichte der Luft. Je größer die Tiefe, desto größer ist das Luftvolumen, das bewegt werden muß. Zwangsläufig steigt auch die Dichte der Luft, da sich jetzt mehr Moleküle in dem gleichen Volumen (Automatenteile, Lungen) verteilen müssen. Eine erhöhte Dichte des Atemvolumens aber bedeutet eine erschwerte Atemarbeit und damit eine Erhöhung des Kohlendioxid-Levels. Dieser bewirkt einen erhöhten Atemreiz, der auch durch tiefe Atmung nicht befriedigt werden kann. Die Atmung gerät jetzt außer Kontrolle (Essoufflement), hinzu kommt eine erhöhte Empfindlichkeit für Stickstoffnarkose und Sauerstoffvergiftung.

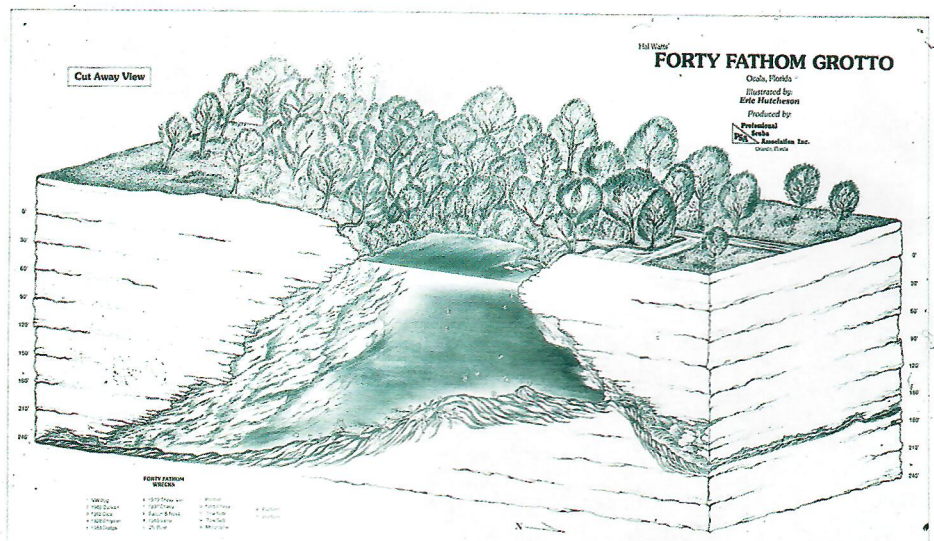


Es mag ja Menschen geben, die träumen von Strand, Sonne und Meer. Tech Diver träumen von diesem Gewässer in Florida: die Fortly Fathom Grotto

Hal Watts: Er hat sieben Weltrekordler und unzählige Sport- und Tech-Taucher im Tieftauchen mit Luft unterrichtet. Er steht selbst im Guinness Buch der Rekorde: 1967 tauchte er mit Luft auf 116 Meter. Sein Höhlenrekord von 127 Metern, anlässlich einer Suche nach einem vermißten Taucher, ist bis heute ungeschlagen. Und selbst jetzt, mit über 60 Jahren, unternimmt der kleine, drahtige Mann aus dem Süden der USA immer noch Tauchgänge, die ihn auf 100 Meter Tiefe führen.

Am wohlsten, so sagt er, fühle er sich aber in Ocala, Florida an seinem 74 Meter tiefen Sinkhole, das er „Fortly Fathom Grotto“ genannt hat. Diese Sinkholes sind für Florida typisch: Hier ist die Decke einer Karsthöhle eingestürzt und hat einen Teil des Höhlensystems freigelegt. Der Zugang ist einfach, wie bei einem See, aber die Steilwände sind beeindruckend wie das Innere einer Höhle. Zu den Attraktionen der Einrichtung gehören mehrere versenkte Autos (das älteste von 1928), Boote und ein Flugzeug. Was auf den ersten Blick wie ein Gag wirkt, hat aber einen ernsthaften Hintergrund: An diesen Objekten können die angehenden Tief-Taucher ihre Aufnahmefähigkeit und Konzentration unter Einfluß des Tiefenrausches testen und verbessern. Weil der Tiefenrausch nachhaltig das Bewußt-

sein trübt, so der Gedanke hinter der Ausbildung, müssen bestimmte Verhaltensweisen zur zweiten Natur werden, also automatisiert. Schwerpunkte des Trainings sind darum nicht irgendwelche Rechenaufgaben unter Wasser, sondern die regelmäßige Kontrolle von Tauchzeit, Flaschendruck und Tiefe. Klingt einfach, aber fast alle Taucher haben größte Schwierigkeiten damit. Und wenn etwas Unvorhergesehenes passiert? Vor Jahren hat Watts schon den Slogan aufgebracht: „Stop, get control, think, react!“ (Halte inne, bring deine Nerven unter Kontrolle, denke nach und reagiere!). Das Tieftauchprogramm bietet sechs Tiefenlevel (30, 40, 46, 55, 61 und 74 Meter) an, die in fünf Tagen absolviert werden. Der siebte Level von 92 Metern, der kaum noch nachgefragt wird, erfordert eine Bootsausfahrt. Im Wasser kommt ein Instructor auf einen Schüler, bei Tiefen über 45 Meter ist zusätzlich ein weiterer Instructor oder Assistent dabei. Sicherheit pur – und bisher soll es auch während der Ausbildung keinen Unfall gegeben haben. So ganz billig ist die Ausbildung daher auch nicht. „Ein Dollar pro Fuß etwa“, sagt der Meister trocken, und er meint nicht Taucher-Füße, sondern die Tauchtiefe in Fuß. Ein Meter sind etwa drei Fuß. Noch Fragen?



Querschnitt durch die Fortly Fathom Grotto. Sie ist ein typisches Sinkhole

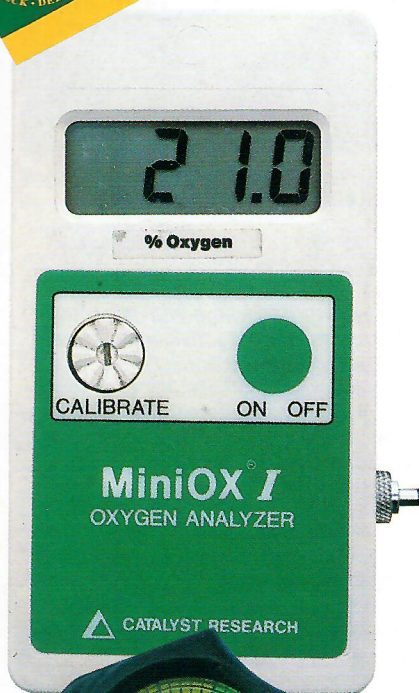
Balsam für arme
Schlucker: Heutzutage
ist Nitrox weitver-
breitet und
nicht mehr
teuer

Enriched Air Nitrox
INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NITROX & TECHNICAL DIVERS, INC.

Nitrox

Reiche

Nitrox ist mit Sauerstoff angereicherte Luft. Das kann gut sein, aber auch schlecht. Auch hier kommt es auf das Maß an. Von Freud und Leid dieses Gases handeln die folgenden beiden Seiten



**Sauerstoff-
Meßgeräte und
sauerstoff-
geeignete
Lungenauto-
maten gehören
zum Nitrox-
Tauchen**

Nitrox ist neben der Luft eines der bekanntesten Atemgase. Manche halten es sogar für ein Tieftauchgas. Aber gerade das ist es nicht. Das Gerücht kommt wahrscheinlich aus der Nähe des Nitrox' zum Mischgastauchen, denn wer mit Mix taucht, der kommt ohne Nitrox nicht aus. Nitrox ist das Dekogas schlechthin. Nitrox hat auch den Ruf, „sicherer“ zu sein als Luft. Das ist zumindest teilweise richtig.

Was ist Nitrox denn nun wirklich?

Nitrox ist eine Zusammenziehung der Begriffe Stickstoff (engl. „nitrogen“) und Sauerstoff (engl. „oxygen“) und somit ein Überbegriff für alle Stickstoff-Sauerstoffgemische, wird in der Praxis aber nur für solche mit einem Sauerstoffanteil von über 21 Prozent, meist mehr als 30 Prozent, verwendet. Häufig findet sich auch die Bezeichnung EANx (engl. EAN: Enriched Air Nitrox), wobei das „x“ der Platzhalter für den Sauerstoffanteil ist. EAN50 ist also Nitrox mit einem Sauerstoffanteil von 50 Prozent und wird auch als Nitrox50 bezeichnet.

Nitrox – das sichere Gas?

Wenn man nun sagt, Nitrox sei „sicherer“ als Luft, dann zielt man auf den erhöhten Sauerstoffanteil und den niedrigeren Stickstoffanteil ab. Das bringt tatsächlich Vorteile – die richtige Anwendung vorausgesetzt. Sehen wir uns das einmal genauer an:

Bei zwei identischen Tauchgangsprofilen, von denen das eine mit Luft und das andere mit Nitrox32 getaucht wird, hat der Nitrox-Taucher eine geringere Sättigung mit Stickstoff. Er

**Links: Erste Stufe eines
Lungenautomaten mit
typischem Sauerstoff-Gewinde-
Anschluß nach der Euro-Norm.
Das Gewinde liegt innen und
nicht, wie beim normalen
Automaten, außen**

taucht also hinsichtlich seines Risikos, einen Dekounfall zu erleiden, wirklich sicherer.

Er könnte aber auch längere Nullzeiten, kürzere Oberflächenpausen sowie längere Wiederholungstauchgänge im Nullzeitbereich durchführen. Das allerdings würde den zusätzlichen Sicherheitsfaktor wieder schrumpfen lassen oder ihn vollständig aufheben.

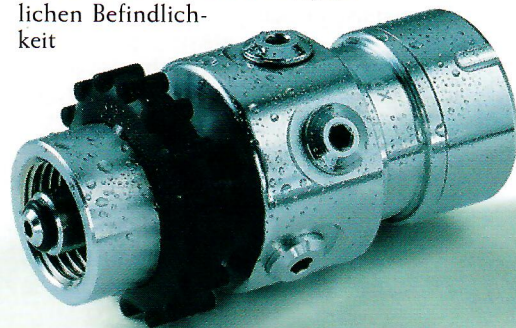
Ein Beispiel für den ersten, sichereren Fall wäre ein Tauchgang mit Nitrox, bei dem ein Luftcomputer benutzt wird. Nitrox wird also rechnerisch so behandelt, als wenn es Luft wäre. Durch die tatsächlich aber geringere Stickstoffsättigung ist nun ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor vorhanden.

Wer sich für diese Version entscheidet, muß dennoch die maximale Einsatztiefe der jeweiligen Nitroxmischung (MOD) berücksichtigen und darauf achten, daß die Einwirkungszeit der erhöhten Teildrücke von Sauerstoff unter Kontrolle behalten wird.

Fazit: Nitrox ist nicht zwangsläufig sicherer als Luft, aber man kann sich durch geschicktes Gasmanagement den niedrigeren Stickstoffanteil sowie den höheren Sauerstoffanteil zunutze machen und entweder ein höheres Maß an Sicherheit (hinsichtlich einer möglichen Dekokrankheit) oder aber längere Grundzeiten erzielen.

Anwendungsbereiche für Nitrox

1. Zunehmend Verbreitung findet Nitrox als Ersatz für Luft im Sporttauchen. Der erhöhte Sauerstoffanteil bewirkt durch eine geringere Stickstoffsättigung wie auch raschere Entsättigung eine längere Tauchzeit (oder ein größeres Maß an Sicherheit), aber gleichzeitig auch eine geringere maximale Tauchtiefe. Zudem wird von fast allen Nitroxtauchern von einer besseren körperlichen Befindlichkeit



Luft

Für Tech Diver ist Nitrox ein alter Hut, denn speziell zum Dekomprimieren wird der hohe Sauerstoffanteil gern ausgenutzt

nach dem Tauchgang berichtet, wenn statt Luft Nitrox in der Flasche war. Hier ist unklar, ob das am geringeren Stickstoffanteil oder am höheren Sauerstoffanteil oder an beidem liegt.

2. als Travelgas und Dekogas bei Verwendung im Technical Diving. Hier sorgt der höhere Sauerstoffanteil für eine raschere Entsättigung des Gewebes von Helium und Stickstoff oder anderen Inertgasen.

3. Im Grenzbereich zwischen Technical Diving und Sporttauchen findet Nitrox Anwendung in halbgeschlossenen Kreislaufgeräten. Hier ist der erhöhte Sauerstoffanteil unverzichtbar, da das Gas mehrfach eingeatmet wird. Details hierzu finden Sie im Kapitel über Kreislaufgeräte.

Worin unterscheidet sich das Nitroxtauchen vom Tauchen mit Luft?

- Zum einen muß aufgrund des erhöhten Sauerstoffanteils mehr auf Tiefenlimits geachtet werden als beim Tauchen mit Luft.
- Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser: Bevor eine Nitrox-Mischung Verwendung findet, muß deren Sauerstoffgehalt mittels eines Sauerstoffanalysegerätes überprüft werden.
- Nitroxfüllungen sind meist teurer als Luftfüllungen.
- Nitrox erfordert eine besondere Ausrüstung, die sauerstoffrein und -kompakt sein muß.

Eine schwere Geburt – Die Geschichte des Nitrox

Schon in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts hatte Paul Berger erkannt daß sich durch die Gabe von Sauerstoff die Dekompressionszeiten verringern ließen. Es dauerte dann bis 1943, bis diese Idee von Chris Lambertsen von der US-Navy wieder aufgegriffen wurde. Er erhöhte den Sauerstoffanteil der Atemluft und setzte damit wahrscheinlich zum erstenmal Nitrox ein. Die Berufstaucherei experimentierte mit dieser Technologie verstärkt nach dem Zweiten Weltkrieg. Und in den späten fünfziger Jahren



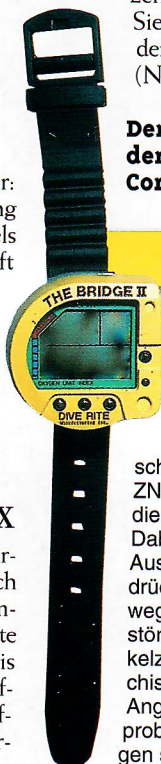
Fotos: Archiv Comper (2), P. Munzinger (1), A. Hilsenbeck (1), J. Noack (1)

verwendete der Franzose Andree Galerne ein Gemisch aus 50 Prozent Stickstoff und 50 Prozent Sauerstoff für Tauchgänge in Tiefen bis zu 20 Metern.

In den 70er Jahren entdeckte, beginnend mit den Kanadiern, das Militär die Vorteile von Nitrox für das Minentauchen. In diesem Jahrzehnt begann dann auch der eigentliche Siegeszug des Nitrox. Dr. Morgan Wells, der damals Tauchbeauftragter der NOAA (National Oceanic and Atmospheric

Organisation) war, begann mit Luftmischungen zu experimentieren, die mit Sauerstoff angereichert waren. Der Umgang mit Nitrox wurde durch dessen Standardisierung erleichtert: Nitrox 1 und Nitrox 2 mit jeweils 32 Prozent bzw. 36 Prozent Sauerstoff ermöglichten dann eine Lagerhaltung sowie die Erstellung spezieller Tabellen, die für Nitrox 1 1978 sowie für Nitrox₂ 1990 ausgegeben wurden. Ein enger Mitarbeiter von Wells, Dick Rutkowski, unterrichtete 1997 den ersten Nitroxkurs für Sporttaucher. Und gründete zusammen mit Ed Betts im Jahre 1988 mit ANDI (American Nitrox Divers International) die erste Ausbildungsorganisation.

Der Dive Rite „Bridge“ war Mitte der 90er Jahre der erste Nitrox-Computer auf dem Markt



Oxtox: Giftiger Sauerstoff?

Sauerstoff: Ohne ihn gibt es kein Leben, und doch ist er unter bestimmten Umständen giftig. Im Tech-Speak heißt das dann kurz Oxtox (vom englischen Begriff „oxygen toxicity“). Für Sport- und Technische Taucher ist im Wesentlichen nur die ZNS-Sauerstoff-Toxizität von Bedeutung, die auch als Paul-Bert-Effekt bekannt ist. Dabei handelt es sich um eine schädliche Auswirkung hoher Sauerstoff-Partialdrücke über einen gewissen Zeitraum hinweg, die sich durch Symptome wie Sehstörungen, Ohrgeräusche, Übelkeit, Muskelzucken, Schwindelgefühle sowie psychische Symptome wie Unruhe oder Angstzustände äußern kann. Das Hauptproblem liegt darin, daß die Muskelzuckungen sich zu Krämpfen ausweiten können, die durch Verlieren des Automaten zum Ertrinken führen. Die ZNS-Vergiftung kann ohne Vorwarnung auftreten und ist vor allem wegen der begleitenden Krampfanfälle sowie

einer möglichen Bewusstlosigkeit gefährlich. Beide Symptome können unter Wasser zum Tode durch Ertrinken führen. Eine Sauerstoffvergiftung ist aber keine ausgesprochen nitrox-spezifische Problematik, sondern kann bei jedem Atemgas auftreten, sobald der kritische Sauerstoffpartialdruck, den Tech Diver bei 1,4 bar sehen, erreicht wird. Das ist bei normaler Preßluft bei 58 Metern der Fall, liegt damit also außerhalb der Sporttauchergrenzen. Bei Nitrox liegen die kritischen Tiefenlimits aber in flacheren Bereichen, denn hier ist der Sauerstoffanteil ja größer. Mit Nitrox32 liegt die kritische Tiefe schon bei 35 Metern, und wer mit Nitrox36 taucht, der muß spätestens in 30 Meter Tiefe seine Abwärtsbewegung stoppen. Aufgrund der hohen Sauerstoffkonzentration in Nitrox-Gemischen ist es also möglich, auch bei Tauchtiefen, die im Sporttauchbereich liegen, den kritischen PO₂-Grenzwert von 1,4 bar zu erreichen oder sogar zu überschreiten. Vorsicht Oxtox!

Der lange Weg

Bei Tauchern ist es wie bei Fliegern, nur umgekehrt: Nach oben kommen sie (fast) immer.

Die Frage ist, in welchem Zustand. Und da gibt es eine Menge zu beachten ...

Dekompression ist für Sporttaucher ein Buch mit sieben Siegeln und dazu noch etwas, was man nicht macht, denn davor warnt jede Ausbildungsorganisation. Und wer es doch macht, ist ein unvernünftiger Taucher, denn er bekommt „bends“ oder noch Schlimmeres. Doch das ist eigentlich ausgemachter Quatsch! Tech-Diver machen fast ausschließlich Deko-Tauchgänge, und die Jungs und Mädels im modischen Schwarz wirken eigentlich ziemlich gesund. Die haben aber auch gelernt, wie man Deko-Pausen richtig macht. Das Problem ist, daß ein wesentlicher Sicherheitsfaktor des Sporttauchens bei Deko-Tauchgängen wegfällt: sich mit wenigen Flossenschlägen oder mit Hilfe seines Jackets an die Oberfläche zu retten, wenn irgendetwas schief läuft. Sobald der Tauchcomputer nämlich eine Deko-Verpflichtung anzeigt, hat der Taucher eine künstliche Höhlendecke („virtual overhead“) über sich. Und nur bis zu dieser Decke darf er aufsteigen, sonst perlt das Inertgas, meist Stickstoff, in seinem Blut wie die Bläschen in einer Sprudel-Flasche, die zu schnell geöffnet wird.

Grundlagen

Eigentlich macht jeder Taucher dekompressionspflichtige Tauchgänge: Jeder Aufstieg ist zugleich eine Dekompression, denn Dekompression bedeutet nichts anderes als ein Nachlassen des Drucks. Das allerdings sollte systematisch und nach bestimmten Regeln erfolgen, damit die gelösten Inertgase möglichst zügig abgegeben werden können. (siehe Sonderheft tauchen, „Ausbildung 1“).

Bei sogenannten Nullzeit-Tauchgängen ist der zur Entsättigung nötige Zeitraum so kurz, daß der Körper bei einem langsamen gleichmäßigen Aufstieg mit etwa zehn Metern pro Minute schon auf dem Weg nach oben entsättigt, ohne daß ein Dekostopp notwendig wäre.

Bei einer höheren Sättigung durch längere Tauchzeiten könnte man genauso verfahren, nur müßte der Aufstieg jetzt einfach nur noch langsamer durchgeführt werden, um den Geweben genügend Zeit zu geben, die gelösten Gase wieder abzugeben. Da ein derartig langsamer Aufstieg aber kompliziert ist, werden statt dessen Stopps in bestimmten Tiefen durchgeführt, die den – eigentlich zu schnellen – Aufstieg ausgleichen. Hierzu unterteilt ein Tauchcomputer den Aufstieg in Intervalle. Am Ende eines jeden Intervalls steht dann der Dekostopp, der durchgeführt werden muß, bevor zum nächsten Intervall fortgeschritten wird.

Die theoretische Überlegung hinter jeder

Dekompression ist, daß es im Körper verschiedene Gewebearten gibt, bei denen die Sättigung mehr oder weniger schnell abläuft. Beispiele für diese Gewebe sind Muskeln, Blut, Knochen oder Fett. Fett etwa ist ein langsam sättigendes Gewebe, da es schlechter durchblutet ist als beispielsweise die Muskeln, die wiederum als schnelles Gewebe gelten.

Des weiteren gibt es bestimmte individuelle Faktoren wie Alter, Fettanteil und körperliche Fitneß, von denen vermutet wird, daß sie – eventuell auf dem Umweg über die Gewebedurchblutung – einen gewissen Einfluß auf Sättigung und Entsättigung haben. Neuerdings ist aber ein weiterer Faktor ins Fadenkreuz von Wissenschaftlern und Tauchern geraten:

Mikrobläschen

Fast jeder Taucher kennt das Gefühl, nach tiefen Tauchgängen „erschossen“ zu sein. Meist wird es auf die schwere Ausrüstung

Die nachträgliche Sauerstoffatmung an Bord, nach dem tiefen Tauchgang, hilft zusätzlich, überschüssigen Stickstoff abzubauen

Foto: m. frell. Genehmigung Cambrian Foundation



Doppler-Test nach einem langen und tiefen Mischgas-Tauchgang. Intensive Forschung wird helfen, Tech Diving und auch Sporttauchen noch sicherer zu machen



Eine Deko-Flasche an der Aufstiegsleine. Tekkies nehmen hier gern Nitrox

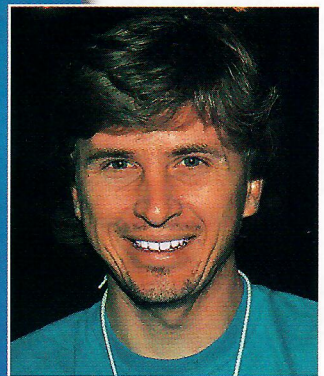


Fotos: T. Behrend (1), V. Clausen (1), Archiv Comper (2)

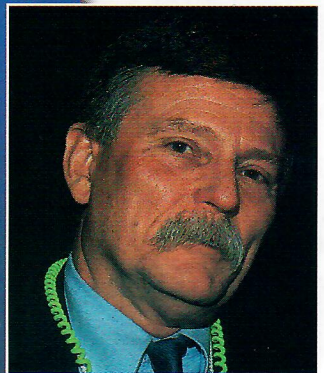
nach

oben

**Aufstieg im
Freiwasser an
einer Dekoleine.
Für Tech Diver
ist dies norma-
ler Alltag, für
Sporttaucher im
Allgemeinen ein
Grauel. Erstaun-
lich, denn
Dekompression
findet bei jedem
Tauchgang statt**



**Richard Pyle,
Ichthyologe und
Praktiker bei der
Erforschung der
Mikrobläschen**



**Dr. Bill
Hamilton, einer
der führenden
Wissenschaftler
auf dem Gebiet
der Dekompres-
sion**

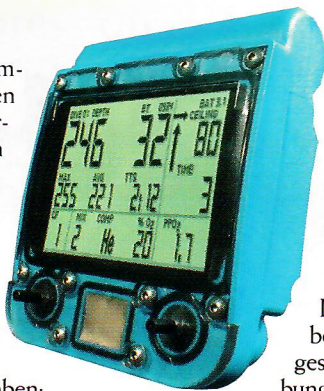
oder das heftige Flossenschwimmen geschoben. Wer es auf den Stickstoff schiebt, der liegt wahrscheinlich richtiger, denn Nitrox-Taucher klagen weniger darüber. Aufmerksam wurde man durch eine Reihe von Dekounfällen, die man sich nicht auf Basis der herkömmlichen Theorien erklären konnte. Es gibt heute Grund zu der Annahme, daß beide Beobachtungen einen Nenner haben:

Mikrobläschen aus Stickstoff. Die scheinen nämlich bei jedem Tauchgang anwesend zu sein, erzeugen aber keine bekannten Symptome der Dekokrankheit, solange sie sich im venösen Blutkreislauf befinden. Durch zu rasche Aufstiege oder falsche Dekompression können sie aber den Lungenfilter überwinden und in den arteriellen Blutkreislauf übertreten. Hier können sie durch allmähliche Vergrößerung zum Auftreten der Dekokrankheit führen. Möglicherweise können Mikrobläschen sogar darüberhinaus weitgehend unbemerkte Schädigungen im Zentralnervensystem bewirken. Sie sind also tickende Zeitbomben im Körper.

Deko-Tricks

Das Auftreten von Mikrobläschen scheint viel mit der Art zu tun zu haben, in der über Jahrzehnte hinweg dekomprimiert wurde. Die „alte Theorie“ besagt, daß man aus der Tiefe so schnell wie möglich aufsteigen sollte, und zwar bis zu einer Tiefe, in der der maximale Druck, dem man ausgesetzt war, halbiert ist. „Schnell“ heißt etwa 20 bis 25 Meter pro Minute. Bei einem Tauchgang auf 70 Meter (acht bar) würde das einen raschen Aufstieg bis 30 Meter (vier bar) bedeuten. Gerade beim Tieftauchen mit Druckluft hat das den Vorteil, daß die weitere Sättigung im Bereich zwischen 70 und 30 Metern gering bleibt und man sich außerdem rasch aus der Zone her-

Neuer „Explorer“- ein Mischgascomputer, der die Abyss-Dekosoftware benutzt



ausbewegt, in der die Giftigkeit von Sauerstoff gefährlich werden kann. Diese Praxis wurde übrigens durch die Deko-Theorie von Haldane bestätigt, der in Versuchen festgestellt hatte, daß er den Umgebungsdruck fast schlagartig um die Hälfte reduzieren konnte, ohne daß seine Versuchstiere Symptome zeigten. Trotzdem gibt es Skeptiker dieser schnellen und flachen Dekompression.

Technical Diving ist intelligentes Gasmanagement. Darum liegt es nahe, zur rascheren Dekompression Nitrox und reinen Sauerstoff zu verwenden. Denn je höher das Druckgefälle zwischen den einzelnen Gasen ist, desto schneller funktioniert die Entsättigung. Eine einfache Formel: Viel Helium im Gewebe, kein Helium im Atemgas – das ergibt schnelles Abatmen von Helium. Das machen wir auch gegen Ende der Deko: Wir steigen um auf reinen Sauerstoff, und der wäscht das restliche Inertgas aus unseren Geweben heraus.

Deko gegen Mikrobläschen

Gegen Mikrobläschen helfen diese Deko-tricks natürlich auch. Gerade durch reinen Sauerstoff wird der Blasendurchmesser der kleinen Störenfriede kräftig reduziert. So werden ja auch verunfallte Taucher behandelt. Doch besser als eine Behandlung ist die Vorbeugung. Der Fischforscher Richard Pyle vom Bishop Museum auf Hawaii hat nicht nur sehr viele, sondern auch sehr tiefe Tauchgänge – bis zu 120 Meter mit Luft – unternommen, um unbekannte Fischarten zu finden. Wenn er keine Fische fangen konnte, tauchte er wie gewohnt recht schnell auf. War er aber fündig geworden, legte er schon in größerer Tiefe, lange bevor sein Tauchcomputer ihn dazu

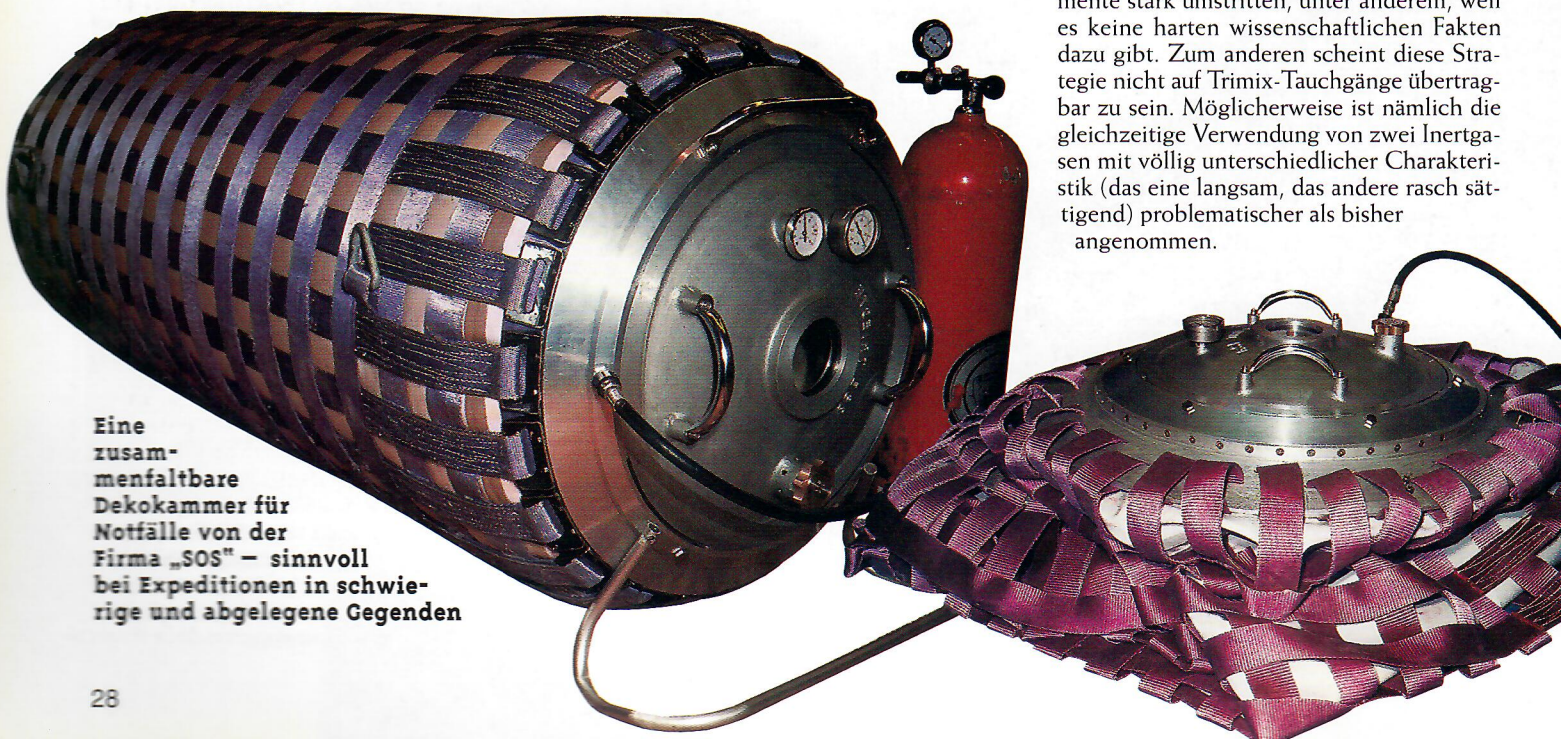
aufforderte, einen oder mehrere Stopps ein, um die Schwimmblase seiner Tiere zu schonen. Im Laufe der Jahre stellte er fest, daß er sich nach dem Tauchen am wohlsten fühlte, wenn solche tiefen Stopps Teil des Tauchprofils waren.

Als Wissenschaftler interessierte ihn der Zusammenhang zwischen diesen tiefen Stopps und dem gesteigerten Wohlbefinden. Also hörte er sich um. Und siehe da, es gab eine Theorie zu kleinen Bläschen, die beim Tauchen dauernd anwesend sind und angeblich keine Wirkung zeigten. Darum nannte man sie „silent bubbles“. Mittlerweile hat sich der Begriff Mikrobläschen durchgesetzt. Wissenschaftlich untersucht wurde die Mechanik dieser Blasen und ihre Auswirkungen auf die Dekompression vor allem durch den Amerikaner Dr. Bruce Wienke, der auf der Basis der Bühlmannschen Theorie ein Mikroblasenmodell entwickelt hat, das sich RGBM (reduced gradient bubble model) nennt und Eingang in eine Reihe von Tauchcomputern und Dekompressions-Software-Anwendungen gefunden hat. Pyles Erkenntnisse aus der Praxis haben die Verbreitung dieser Methode erheblich beschleunigt.

Anwendung

Der Fokus beider Deko-Theorien ist unterschiedlich: Die althergebrachte Variante versucht, eine zusätzliche Sättigung durch den raschen Aufstieg zu vermeiden. Die neue Variante kümmert sich darum wenig, sondern versucht, eine Vergrößerung der Mikrobläschen durch einen sehr langsamen Aufstieg zu verhindern. Gleichzeitig werden von einigen amerikanischen und europäischen Tauchern, die ihre Dekompression auf Basis der neuen Theorie durchführen, die flachen Dekostopps (sechs und drei Meter) nach tiefen Stopps und Verwendung von Heliox anstelle von Trimix um teilweise bis zu 50 Prozent verkürzt. Scheinbar ohne das Auftreten von Symptomen einer Dekokrankheit! Zwei Anmerkungen: Zum einen sind diese Experimente stark umstritten, unter anderem, weil es keine harten wissenschaftlichen Fakten dazu gibt. Zum anderen scheint diese Strategie nicht auf Trimix-Tauchgänge übertragbar zu sein. Möglicherweise ist nämlich die gleichzeitige Verwendung von zwei Inertgasen mit völlig unterschiedlicher Charakteristik (das eine langsam, das andere rasch sättigend) problematischer als bisher angenommen.

Eine zusammenfaltbare Dekokammer für Notfälle von der Firma „SOS“ – sinnvoll bei Expeditionen in schwierige und abgelegene Gegenden



Tauchtabellen: Selbermachen!

„Custom Tables“ – maßgeschneiderte Tabellen für extreme Mischgas-Tauchgänge, das war noch in den späten 80er Jahren eine teure Angelegenheit. Denn notwendig war ein Anruf bei Dr. Bill Hamilton von Hamilton Research Ltd., in Tarrytown im US Bundesstaat New York, und die Bitte um seine Dienste. Den hatte die Ölindustrie an satte Honorare gewöhnt (am Hamburger Elbtunnel hat er übrigens auch mitgearbeitet), und ein paar hundert Dollar war man schnell los. Dann kamen die ersten Trimix-Tabellen auf, mit deren Hilfe und einem Taschenrechner man eine sogenannte Run-Time-Tabelle (was das ist, lesen Sie ab Seite 70) selber schneiden konnte. Eine mühsame und langweilige Rechenarbeit. Und hier kommt Kollege Computer ins Spiel. Der berechnet einem nicht nur den Tauchgang, sondern druckt auch gleich noch die Run-Time-Tabelle aus. Die kann man dann in Folie einschweißen und mitnehmen. Einfacher geht's nicht mehr, oder? Denkstel! Die neueste Entwicklung sind Tauchcomputer, die an den PC angeschlossen werden und auf die alle wesentlichen Daten, die man zuvor in die Software eingegeben hat, heruntergeladen werden. Die kleinen Wunderdinge sind kaum größer als die Modelle, die Sporttaucher am Handgelenk tragen, können aber wesentlich mehr. Sie berechnen jetzt einen Gastauchgang so, wie er tatsächlich durchgeführt wird. Der enge Rahmen, den einst die Run-Time-Tables setzten, ist damit gesprengt. Jetzt muß eben nicht nach erst 20 Minuten aufgetaucht werden, sondern man kann den Tauchgang abkürzen, ohne unnötig lange am Dekoseil „hängen“ zu müssen. Oder man bleibt eine oder zwei Minuten länger. Aber Vorsicht! Der Gasverbrauch in der Tiefe ist enorm, und bei leeren Flaschen kann auch der beste Computer nicht mehr helfen. Aber wenn es doch einmal passiert, daß man auf ein Gas umsteigen muß, das nicht eingeplant war: Das läßt sich schnell in den Computer eingeben – wenn die zitternden Finger dann auch mitspielen.

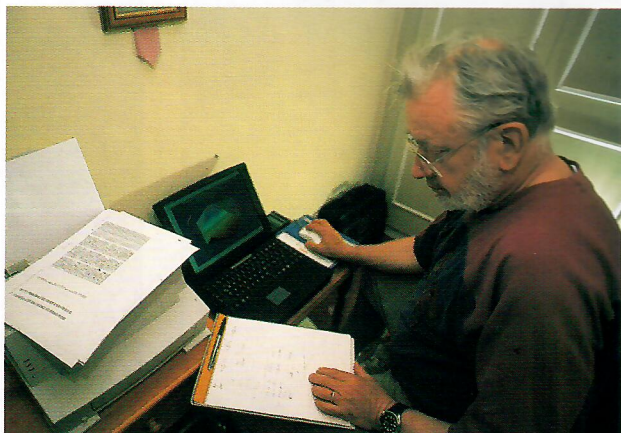
Derzeit gibt es den „VR3“ der britischen Firma

Phoenix, der mit der Deko-Software „Pro Planner“ auf den jeweiligen Tauchgang vorbereitet wird. Für Sommer des Jahres 2000 wird der „Explorer“ von Abyssmal Diving erwartet. Den macht man mit der „Abyss“-Software tauchtauglich. Beiden Modellen werden die Gaswechsel per Knopfdruck mitgeteilt. Die Details der Gaszusammensetzung werden zuvor komfortabel am heimischen Bildschirm eingehackt, und auch die Planung erfolgt hier. Dabei unterstützt einen das Computerprogramm mit vielen Tipps, berechnet die nötigen Gas-mengen, warnt vor kritischen Partialdrücken. Und man kann alles gleich am Bildschirm ausprobieren: Bringt Nitrox 40 für die Deko mehr, oder nimmt man lieber Nitrox 50? Was ist das ideale Bottommix – besser Trimix oder doch lieber Heliox? Welche Narkosewirkung erwartet einen? Irgendeine gute Idee ganz am Schluß der Planung? Kein Problem, mit ein paar Tastenanschlägen verändert man die nötigen Werte und sieht Sekunden später, ob das sinnvoll ist oder nicht. Wieviel länger ist die Deko, wenn man eine Minute länger auf 120 Metern bleibt? Und wieviel mehr Gas braucht man dafür? Was früher Stunden verschlang, das geht heute in Minuten.

Sogar die Verwendung von Exotengasen wie Neon lassen einige dieser Programme zu. So plant etwa die Österreicher Markus Kalmar und Franz Huber den weltweit zweiten Neon-Tech-Tauchgang mit Abyss. Und wer seine Deko mit Argon aufpeppen möchte, der kann das auch auf dem Heimcomputer planen. Das kann natürlich auch zu einem Fluch der Technik werden, denn nicht alles, was planbar ist, ist auch wirklich machbar. Je ungewöhnlicher der geplante Tauchgang, desto geringer die statistische Absicherung. Sicher, ein Tauchgang mit



Steinzeit: die hand-geschriebene Run-Time-Table gehört bald der Vergangenheit an



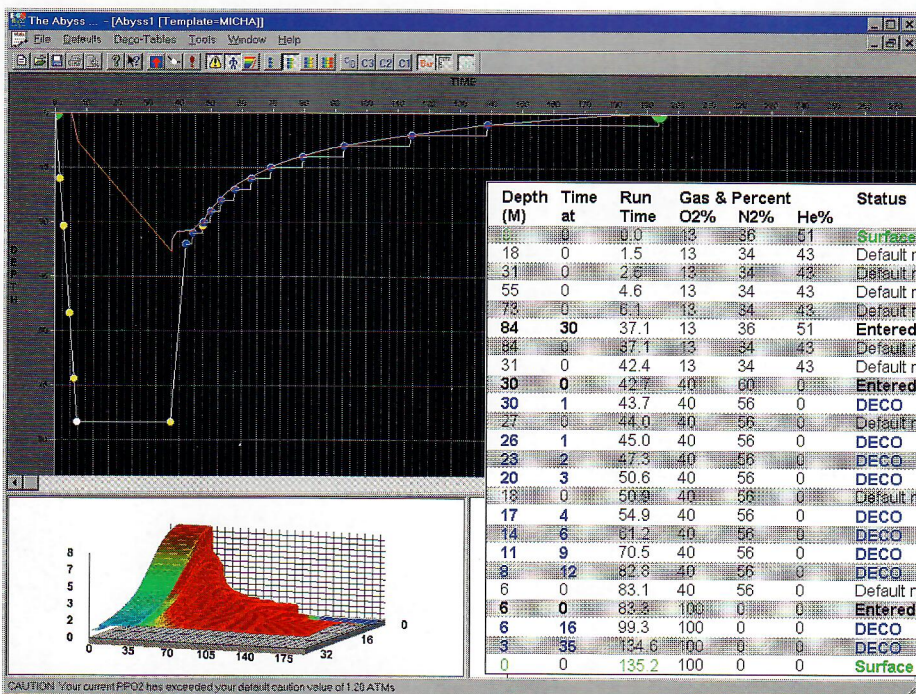
Fotos: K. Amsler (2), Archiv Comper (2)

Dr. Max Hahn, der deutsche „Deko-Guru“, während eines Einsatzes am Wrack der „Minehaha“

Luft auf 40 Meter ist statistisch gut abgesichert. Millionen von vergleichbaren Tauchgängen sind in den letzten Jahrzehnten durchgeführt worden, meist ohne Probleme. Auch Trimix-Tauchgänge sind gut dokumentiert, und die zugrundeliegenden Algorithmen sind durch einige zehntausend erfolgreiche Tauchgänge bestätigt worden. Bei Neon sieht das schon anders aus. Die meisten Forschungen, überwiegend theoretischer Natur, fanden in den 70er Jahren in den USA statt. Praktische Erfahrungen gab es so gut wie keine. Statistisch abgesichert ist nur ein relativ kleiner Bereich des weiten Spektrums an Möglichkeiten, die ein Dekoprogramm bietet. Und wenn das Tauchgangsprofil am Ende der Tauchzeit wieder an der Oberfläche endet, muß das nicht bedeuten, daß der Taucher, der dieses Profil dann wirklich taucht, auch gesund wieder auf-taucht. Programme dieser Art sind trotz ihrer

gefälligen Benutzeroberfläche keine Computerspiele. Und was sie einem an Rechenarbeit abnehmen, bürden sie einem an anderer Stelle wieder auf: Beim verantwortungsvollen Umgang mit dem (scheinbar) Machbaren.

Auszug auf dem PC-Programm „Abyss“, mit dem Tech-Tauchgänge am heimischen PC simuliert werden können. Die sogenannte „Run Time Table“ kann ausgedruckt, in Folie eingeschweißt und dann unter Wasser mitgeführt werden



CAUTION: Your current PPO2 has exceeded your default caution value of 1.20 ATMs

Allein in die Tiefe

„Tauche nie allein“: für Sporttaucher ein Muß, für Tech Taucher ein Kann. Denn manchmal kann hier der Partner sogar zu einer echten Gefahr werden – für beide Taucher!

Es gibt Situationen, da kann ein Tauchpartner nicht mehr effektiv helfen. Gemeint ist hier nicht die Konfrontation mit einem hungrigen Sieben-Meter-Hai, sondern etwa eine „silt out“-Situation in einer Höhle, bei der die Taucher die Sicht so eingetrübt haben, daß sie weder kommunizieren können noch die Leine wiederfinden.

Extremtauchgänge

Situationen wie die oben beschriebene finden sich häufig bei Extremtauchgängen, wie sie im Technical Diving nicht unüblich sind. In Höhlen oder im Inneren von Wracks ist es oft eng, und aufgewirbelter Schlamm kann die Sicht rasch gegen Null tendieren lassen. Dann



Da kann Dir keiner helfen! Enge Spalten in Höhlen verlangen nach guten Tauchern, nicht nach Buddies





**Oben: Redundanz in der Übersicht
Rechts: Prototyp einer zweiteiligen Vollgesichtsmaske**



bestehen kaum noch Kommunikationsmöglichkeiten, und der Partner kann sogar im Weg sein. Darum findet bei Tauchgängen, bei denen es etwa um hohe Belastungen durch komplexe Aufgabenstellung, große Tiefen oder lange Schwimmstrecken geht, häufig das Solokonzert Anwendung. Ein Tauchgang am Limit bedeutet nämlich auch oft, daß der Taucher alle Hände voll damit zu tun hat, für sich selbst zu sorgen. Aufgrund der Komplexität der notwendigen Handlungen ist er dann gar nicht in der Lage, ohne erhebliche Eigengefährdung einem Partner mit Problemen Hilfestellung zu leisten. Außerdem ist es bei solchen Tauchgängen oft schwierig, einen adäquat ausgebildeten und ausgerüsteten Partner zu finden. Aber jemand, der diese Anforderungen nicht erfüllt, ist eher ein Risiko als eine Hilfe.

Redundanz

Wenn ein lebenswichtiges Ausrüstungsteil ausfällt, so lautet das Prinzip der Redundanz beim Tauchen, muß es rechtzeitig durch ein anderes ersetzt werden können. Redundanz hat aber ihre Grenzen, und zwar dort, wo die Ausrüstung den Taucher behindert. Sie ist dann nicht nur nutzlos, sondern kann sogar zum Unfall-Auslöser werden. Redundanz-Konzepte müssen also gründlich durchdacht und die Konfiguration akribisch auf ihren tatsächlichen Nutzen geprüft werden. Man denke etwa an den eigentlich nützlichen Oktopus. Wenn der einfach „irgendwo“ herunterhängt, dann ist er garantiert nicht dort, wo man ihn sofort zur Hand hat, wenn man



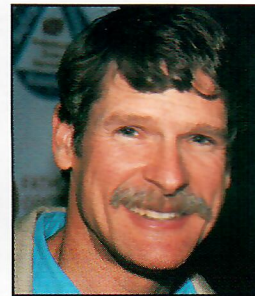
Wichtig: Trotz der nötigen Redundanz liegt die Ausrüstung eng am Körper an

ihn braucht. Wenn die redundanten Ausrüstungsteile also nur der Beruhigung dienen, dann sind sie sogar ein zusätzliches Risiko.

Bei bestimmten Tauchgängen, solchen etwa, die eine große Menge Atemgas erforderlich machen, kann ein Tauchpartner, oder idealerweise sogar ein Taucherteam, den Tauchgang allerdings erst durchführbar machen. Der oder die Partner selber sind dann ein redundantes Element, sei es durch einen „Abschleppservice“ bei Scooterausfall oder eben durch Bereitstellung eines Gasvorrats in einem Notfall.

Psyche

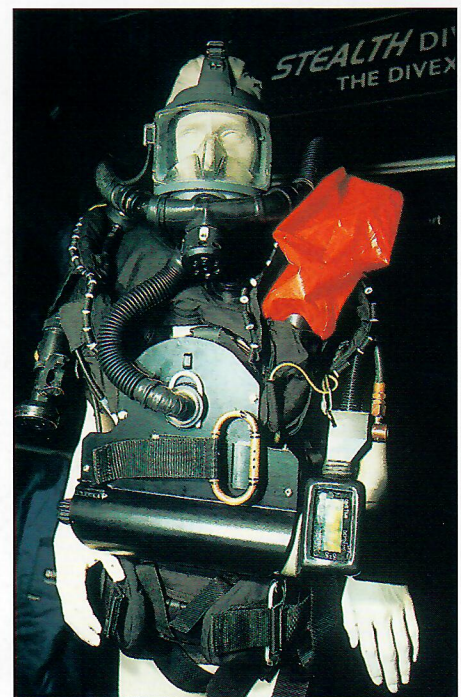
Tauchpartner können zu einer psychischen Krücke werden. Bei extremen Tauchgängen kommt man oft an die eigenen Grenzen. Das äußert sich dann durch kleine, feine Warnsignale, die wir wahrnehmen. Wenn der Partner jetzt ein falsches Gefühl von Sicherheit bietet, wird man leicht unaufmerksam und nachlässig. Oder man überspielt ihm zuliebe die Bedenken und verdrängt die Warnsignale. Irgendwann kommt das Verdrängte wieder an die Oberfläche, und was zunächst ein feines Signal war, kann jetzt übermächtig werden. Der Teufelskreislauf aus Angst, Verdrängung von Angst und stärkerer Angst hat begonnen. Auf der anderen Seite kann der Partner natürlich ein Element sozialer Kontrolle sein, etwa wenn man wegen ihm nicht den Tauchplan vernachlässigt und noch tiefer geht, weil man sich gerade gut fühlt. Es hat eben alles zwei Seiten, auch das Solotauchen ...



Einer der bekanntesten Solotaucher: Sheck Exley, 1994 tödlich verunglückt bei einem Solo-Höhlenaustauchgang

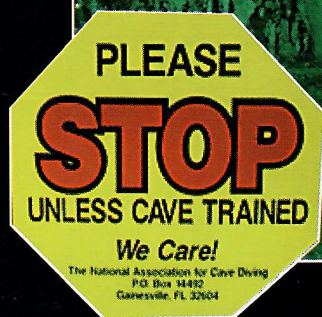


Bereit für das Extreme: Stage Tanks und Doppelflaschen dienen nicht der Versorgung von Tauch-Ausflüglern



Tech-Sicherheit: „Divex Stealth“-Kreislaufgerät mit redundanter Gegenlunge

Fotos: Archiv Comper (5), T. Behrend (2), G. Wagner (1)



Faszination Höhle: Nirgendwo in der Welt gibt es klarere und größere Höhlensysteme als auf der Halbinsel von Yucatan. Und es gibt wenige Orte, an denen Höhlentauchen besser erlernt werden kann – glasklares und warmes Wasser, große Gänge und geringe Tauchtiefen

Untergrundkrieger

Höhlentauchen gilt nicht umsonst als die Paradedisziplin des Tech Tauchens. Wer hier firm ist, der hat – mal abgesehen vom Umgang mit Mischgas – so ziemlich alles drauf, was man zum Überleben unter Wasser braucht. Muß auch so sein, denn eine Höhle ist unnachlässig ...

Über ihm liegen Tonnen von Fels und Erde und 600 Meter hinter ihm die Grenzlinie zwischen Wasser und Luft: der Eingang der Moraig.

Das sind 600 Meter Schwimmstrecke, wenn sein Scooter ausfällt. Fällt dagegen seine Atemgasversorgung aus, könnte das auch die Strecke zum Mond sein – das würde für Jens Hilbert, der hier aktiv ist, keinen Unterschied mehr machen. Hilbert ist Höhlentaucher. Und damit ein echter Könnler.

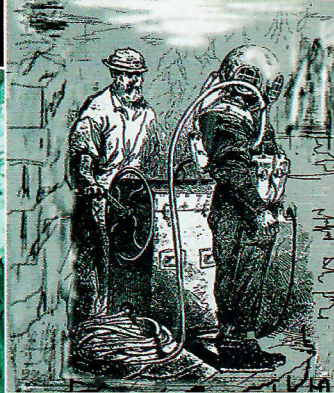
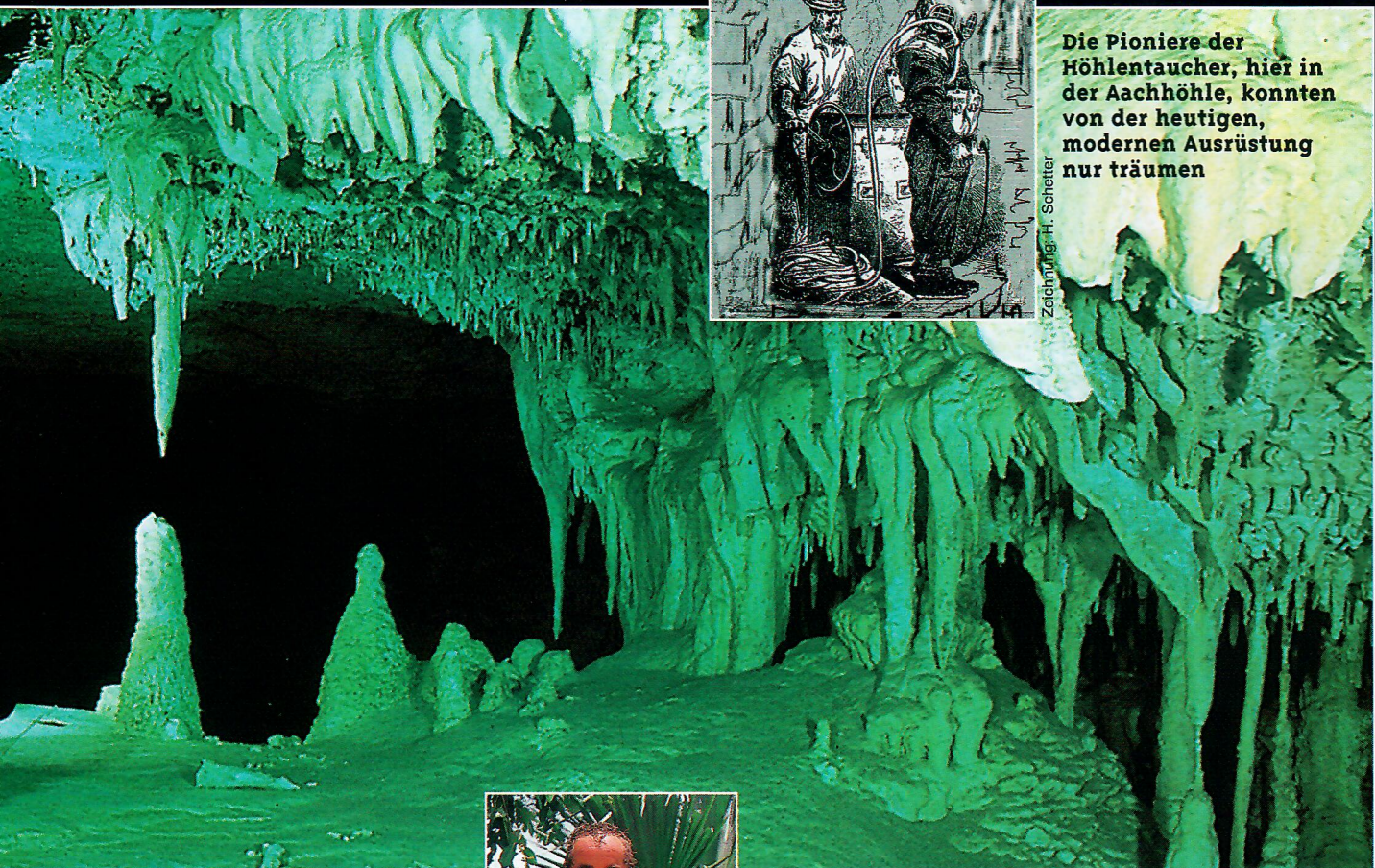
Höhlentauchen gilt als die gefährlichste Variante des Aufenthalts unter Wasser, und manche Taucher würden lieber in einem Schwarm Weißer Haie tauchen als auch nur zwei Flossenschläge in eine Unterwasserhöhle tun. Keine schlechte Idee, denn die

Haie könnten satt sein, eine Höhle aber ist immer hungrig und gefährlich.

Vorbeugen statt Bergen

Etwa 400 Taucher haben diese Erfahrung seit 1960 in den Höhlen von Florida, Mexiko und der Karibik am eigenen Leib erfahren. Sie kamen nicht mehr aus eigener Kraft zurück an die Oberfläche, sondern wurden von erfahrenen Bergungsteams, die meist aus Florida eingeflogen wurden, geborgen. Fast unnötig zu sagen: Eine mißlungene Höhlenbergung bedeutet, anders als in den Bergen, nicht Arbeit für den Unfallarzt, sondern für den Pathologen. Aber NACD und NSS-CDS, die beiden amerikanischen Höhlentauchverbände, werden nicht nur dann aktiv, wenn das Kind schon mit dem Bade ausgeschüttet ist. Sie betreiben seit Jahrzehnten aktive Unfallverhütung. Die Warnschilder, die – auch unter Wasser – in

Im Einstiegsbereich von Höhlen regiert noch das Tageslicht



Die Pioniere der Höhlentaucher, hier in der Aachhöhle, konnten von der heutigen, modernen Ausrüstung nur träumen

Zeichnung: H. Schetter

Fotos: P. Munzinger (1), G. Wagner (1), Archiv M. Almeling (2), Archiv Comper (2)



Drei Musketiere der Höhlenwelt: Hal Watts, Sheck Exley und Terry Tysall

allen großen Höhlentauchgebieten der Region Nord- und Mittelamerikas sowie der Karibik zu finden sind, stellen nur die Spitze des Eisbergs dar. Der Rest ist Ausbildung, Aufklärung und Lehrmaterial. Auch das bekannte Buch „Basic Cave Diving – Blueprint for Survival“ von Sheck Exley erschien im NSS-CDS, den er 1973 gegründet hatte.

Gefahr erkannt ... Gefahr gebannt?

Was macht Höhlentauchen so gefährlich? Zunächst einmal gibt es keinen direkten Aufstieg, wenn etwas schief geht. Aber das ist noch nicht alles. In einer Höhle ist es dunkel – nicht einmal der kleinste Lichtschimmer ist zu sehen. Aber selbst wenn die Höhlenlampe funktioniert, kann man eine Null-Sicht-Situation erleben. In vielen Höhlen ist der Boden



Todesfalle Schlamm: Wird Sediment aufgewirbelt, gibt nur eine Führungsleine noch Orientierung

Gunnar Wagner, Deutscher in Yucatan, in voller Ausrüstung

mit einer dicken Schicht aus allerfeinstem Schlamm bedeckt. Ein ungeschickter Flossenschlag genügt, und dieser Schlamm verteilt sich weiträumig im Wasser der näheren Umgebung. Ab dann nützt auch die beste Brille nichts mehr, die Sicht ist gleich Null. Wem das nicht reicht an Schwierigkeit: Die meisten Höhlen bestehen aus Gängen und mehreren mehr oder weniger großen Räumen. Überall finden sich kleine Nebengänge, Nischen, Spalten, und das alles sieht manchmal ziemlich ähnlich aus. Ja, Sie haben gerade die richtige Idee gehabt: Höhlen sind Labyrinth.

Und was passiert in einem Labyrinth? Man verirrt sich leicht! Was passiert in einem wassergefüllten Labyrinth? Oh ja, Sie haben recht: Man stirbt leicht darin, wenn die Luft (oder welches Atemgas auch immer verwendet wird) zu Ende geht! Die wichtigsten Anforderungen an das Überleben sind also: Atemgasversorgung, Licht und eine Führungsleine, die immer da ist – und zwar genau da – wo sich der Taucher gerade befindet. Leine? Hmm... Genau: Wo eine Leine ist, da muß auch ein Messer sein, denn es besteht akute Verwicklungsgefahr. Und dann sollte die Leine auch noch straff gespannt sein und wirklich bis zum Höhlenausgang führen ... eine „kontinuierliche Leinenführung“ nennt man das im Höhlen-Einmaleins. Jetzt schon in Gedanken verheddert? Dann ganz langsam die folgenden Seiten lesen, dann wird die Sicht wieder klarer!

Am seidenen Faden.

Tief unter der Erdoberfläche, lebendig begraben, das ist eine der Urängste des Menschen. Höhlentaucher suchen diesen Bereich bewußt auf. Und nicht nur das: Um den Horror auszubauen, kommt noch jede Menge Wasser hinzu. Wenn dann die Luft oder das Atemgas ausgeht, ist der direkte Aufstieg zur Oberfläche verwehrt. Man spricht dann von einem sogenannten Overhead Environment. Hier zu tauchen ist nicht nur enorm anspruchsvoll für die Psyche. Man benötigt auch eine spezielle, auf diesen Gefahrenbereich zugeschnittene Ausrüstung. Und man muß sie bedienen können. Kurz vor dem Höhlenausgang die Orientierung zu verlieren oder den letzten Atemzug aus einer zu kleinen Flasche zu tun, das ist der Alptraum jedes Höhlentauchers. Manchmal aber wird dieser Alptraum wahr.

Unfallanalyse und Regeln

„Warum“? Diese Frage stellt man sich immer wieder, wenn ein Mensch plötzlich aus dem Leben gerissen wird. Die Beantwortung dieser Frage kann helfen, weitere Unfälle zu vermeiden. Anfang der 70er Jahre stellte Sheck Exley diese Frage mit Blick auf eine ganze Reihe tödlicher Unfälle im Höhlentauchen. In den folgenden Jahren analysierte er die Umstände aller Höhlentauch-Unfälle, von denen er erfuhr. Das waren viele, denn schon damals galt Exley als einer der Spitzenkänner auf diesem Gebiet, und bei vielen Unfällen war er derjenige, der die Bergung durchführte. Die meisten toten Taucher, so merkte Exley bald, hatten eine Reihe kleiner Fehler gemacht, die sich summierten und schließlich zur Katastrophe führten. Diese kleinen

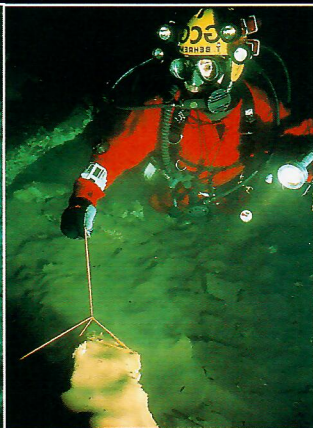
Fehler ließen sich in einige wenige Kategorien zusammenfassen. Einige Lehren aus dieser Analyse fanden Eingang in das bereits erwähnte Buch „Blueprint for Survival“. Im Jahre 1984 folgte eine Unfallanalyse von Wes Skiles, einem bekannten Höhlenfotografen und -filmer. Die wichtigste Regel, die sich aus diesen Analysen ergibt, und die zugleich die wesentlichste Regel des Höhlentauchens ist: Tauche nicht in einer Höhle, wenn du nicht dafür ausgebildet und ausgerüstet bist! Ohne Schulung und Training kein Höhlentauchen, das ist der Beginn einer jeden Ausbildung.

Weitere Überlebens-Regeln: Da wären wir dann wieder beim Labyrinth. Schon Königs-tochter Ariadne wußte, daß ein Fadenknäuel die Rettung aus dem Labyrinth bedeuten kann und gab ein solches Theseus mit, als dieser den Minotaurus in seinem Labyrinth aufsuchte, um ihn zu töten. Dieser Ariadnefaden heißt in modernen Zeiten Höhlen-Reel oder -Spule und sollte nie zu einem Knäuel werden, denn dieses müßte ja mit großem Aufwand an kostbarer Zeit wieder entwirrt werden. Mit Hilfe dieses Reels kann und sollte immer eine durchgehende Leinenverbindung zwischen Taucher und Oberfläche bestehen. Wer von dieser Leine abweicht, sollte mittels eines sogenannten Gap-Reels („gap“ ist die englische Bezeichnung für eine Kluft oder einen Zwischenraum) die Verbindung zur Leine halten. Doch auch die beste Leine hilft nicht, wenn die Luft, oder was immer man atmet, vor dem Ende des Tauchgangs zu Ende ist. Sicheres Atemgas-Management bedeutet, daß mindestens die Ein-Drittel-Regel angewendet wird. Diese besagt, daß ein Drittel des Gasvorrates

für den Hinweg und zwei Drittel für den Rückweg eingeplant werden müssen. Mitunter werden bei bestimmten Tauchgängen auch drei Viertel oder sogar vier Fünftel für den Rückweg vorgesehen. Natürlich müssen auch die Automaten mindestens doppelt vorhanden sein, damit man den Atemgasvorrat auch ausnutzen kann. Soviel Tauch-Management verlangt aber einen klaren Kopf und schreit förmlich nach Tiefenbeschränkung. Den klaren Kopf hat man, wie wir im Kapitel „Tieftauchen mit Luft“ (ab Seite 20) gesehen haben, unter dem Einfluß der Stickstoffnarkose nämlich nicht mehr. Also wird die Narkose beim Höhlentauchen vermieden. Und hier sind sich fast alle einig, sogar die Tech-Organisationen, die Luft-Tieftauchen bis 60 Meter im Programm haben: Bei 40 Metern ist in der Höhle mit Luft Schluß!

Auch, damit man noch die drei Unterwasser-Lampen zählen kann, die Höhlen-Standard sind. Womit wir wieder bei einem wesentlichen Ausrüstungsbestandteil sind. „Mehr Licht“ sollen Goethes letzte Worte gewesen sein, und jeder Höhlentaucher, der beim „Licht-aus-Drill“ im Kursus die Leine ohne Licht suchen mußte, wird das gleiche gedacht und den Sinn der Regel erkannt haben, warum neben der Hauptlampe auch noch zwei kleinere Ersatzlampen mitgeführt werden. Nicht immer ist es im Tauchalltag nämlich so leicht, die Leine wiederzufinden, wie im Kursus. Dieser hohe Sicherheitsstandard im Höhlentauchen hat dazu geführt, daß trotz drastisch gestiegener Taucherzahlen die Anzahl der Unfälle sogar erheblich zurückgegangen ist. Vielleicht ein Grund, darüber nachzudenken, ob die Standards der anderen Disziplinen nicht auch überdacht werden sollten.

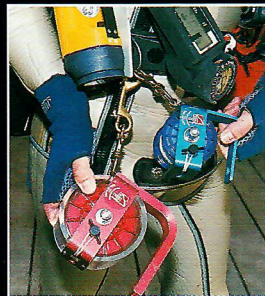
Zu viele Tote hat es in den Anfangsjahren des Höhlentauchens gegeben. Und das vor allem in den sicherheitsbewußten USA. Kein Wunder, daß hier die ersten Regeln für das sicherere Höhlentauchen entstanden. Heute werden sie weltweit angewandt ...



So wird es vom Profi gemacht: Die Höhlenleine wird auch um Felsen herum gelegt und sicher befestigt



Schweißtreibende Kletterei:
Einstieg in ein Höhlensystem in St. Andeol in Frankreichs Rhone-Tal



Das Reel im Detail, in diesem Falle kommen sogar zwei Reels zum Einsatz. Doppelt hält besser!



Noch spricht man vom Cavern Diving: der Taucher im Höhleneingang



Hier wird eine Höhlenleine verlegt, um die sichere Rückkehr aus dem System zu gewährleisten



Mit angebrachten Höhlenpfeilen läßt sich der Ausgang auch dann wiederfinden, wenn die Orientierung futsch ist

Auf dem Rückweg: Nicht immer bleibt eine Leine in der Höhle fest installiert. Hier kommt sie wieder auf das Reel



Der lange Weg

Höhlentauchen ist brandgefährlich. Noch heißer wird es, wenn sich Höhlentaucher bei Expeditionen mehrere Kilometer weit in die großen Höhlensysteme in Europa und Amerika hineinwagen. Die Probleme, die dabei auftauchen, verlangen höchste Aufmerksamkeit und Top-Taucher

Was wünscht sich der trendige Tekkie zu Weihnachten? Klar, ein „Halcyon“-Kreislaufgerät oder einen „Gavin“-Scooter. Meist bekommt er beides nicht, und dann bleibt ihm nur der neidvolle Blick auf Berichte über neue Vorstöße der WKPP (Woodville Karst Plain Project), einer Gruppe von Höhlentauchern um George Irvine. Diese erforscht seit Jahren das größte Höhlensystem Floridas, stellt immer neue Tiefen- und Weitenrekorde auf und scheint dabei noch jede Menge Spaß zu haben, vor allem, wenn sie auf dem Internet weniger begabten Tauchern erklären können, warum diese ihnen nicht das

Wasser reichen können. Diese coolen, topfitten Jungs haben natürlich Halcyons (mehr über dieses Wunderding auf den Kreislaufgeräteseiten von 58 bis 69) und Gavin-Scooter.

Fahren statt Schwimmen

Aber andere Mütter haben auch hübsche Töchter. Getreu diesem Motto begnügen sich die meisten Taucher mit dem, was der Markt sonst noch so hergibt oder bauen sich ihr Zugpferd mit unterschiedlichem Erfolg selbst.

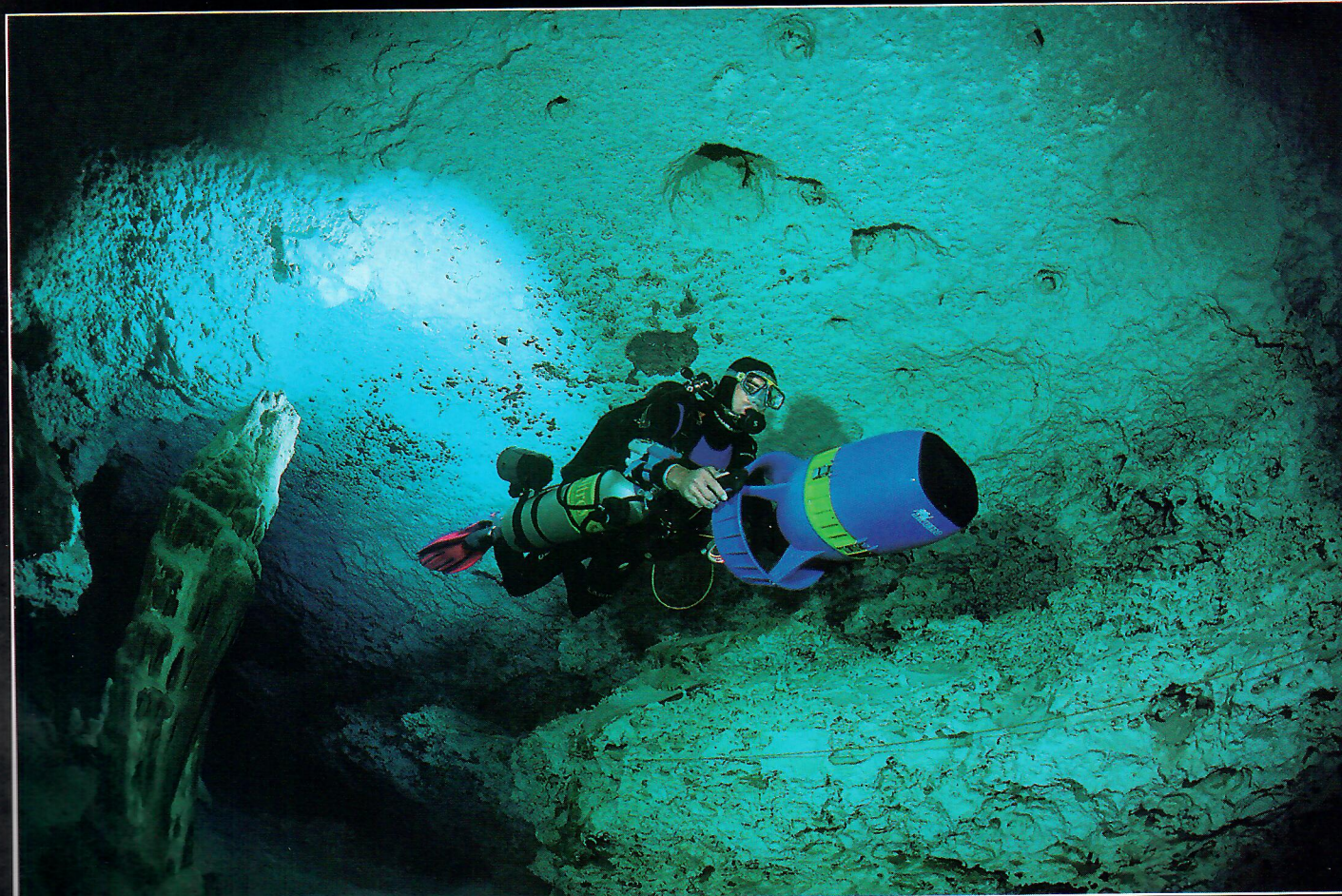
Mit dem Scooter durch eine Höhle – das beschreiben viele als den ultimativen Kick. Aber

dieses Hochgefühl ist nicht ohne Schattenseiten. Denn wenn ein Scooter im Meer ausfällt, kann man immer noch zur Oberfläche auftauchen und auf Rettung warten. Passiert das in der Höhle, dann muß man den gleichen Weg, den man vorher bequem gescootert ist, aus eigener Kraft zurückschwimmen. Wenn man dazu überhaupt körperlich in der Lage ist, droht darüberhinaus das Atemgas knapp zu werden. Jetzt muß wohl oder übel der Buddy herhalten und den Pechvogel samt havariertem eigenen Scooter – denn das teure Ding will man ja nicht in der Höhle lassen – zum Ausstieg mitnehmen. Es sei denn, man hat seinen Zweitscooter dabei, der dann

meist hinten auf den Beinen liegt. Richtig ausgetrimmt soll das gar nicht so unbequem sein. Und wer solo taucht, der kommt um den Zweitscooter gar nicht herum, ohne mit seinem Leben zu spielen. Außer dem Dauertanktransport gibt es noch eine weitere Möglichkeit. Die ist ein Rückgriff auf eine uralte Überlebensmethode unserer Vorfahren.

Vorsorge

Wann immer Dinge knapp wurden, hortete man sie. Ob Nahrungsmittel, Brennstoffe oder Zahlungsmittel, die Geschichte der Menschheit ist eine Aneinanderreihung von Depots. Und Höhlentaucher machen das nicht anders als die Höhlenmenschen



Ein Highlight im Leben eines Höhlentauchers ist das Schweben im Schlepp eines Scooters durch eine neue Höhle

zurück

der Vorzeit: Sie legen Depots an. Der Hintergrund dieser Technik ist hier recht einfach. Fast immer betaut man eine Höhle derart, daß man auf demselben Weg zurückkommt, auf dem man hineingetaucht ist. Außerdem wird eine neue Höhle selten an einem Stück erkundet. Also legt man bei jedem Vorstoß neue Depots mit Gasreserven an. Und ab und zu kann da auch einmal ein Scooter dabei sein. Mit jedem Mal kann man jetzt tiefer in die Höhle eindringen, denn auf dem Rückweg finden sich ja immer mehr Depots, die den weiteren Rückweg sichern. Und irgendwann einmal erreicht man das Ende der Höhle oder den Übergang zu einem anderen System. Allein schaffte man das kaum, darum sind bei großen Höhlenprojekten viele Taucher nötig, die bereit sind, für den Erfolg der

Gruppe hinten anzustehen und den wenigen Auserwählten die tiefen und weiten Vorstöße zu ermöglichen.

Kreislaufgeräte

Eine weitere Möglichkeit, Vorstöße in Höhlensysteme voranzutreiben, besteht in der Verwendung von Kreislaufgeräten. Diese benutzen das Atemgas mehrfach (mehr hierzu siehe Seite 58) und ermöglichen dadurch lange Tauchzeiten mit kleinen Gasvorräten. Das wirkt sich nicht nur auf die Expeditionskasse aus, sondern macht auch die Gaslogistik einfacher. In der Theorie zumindest, denn wenn ein Kreislaufgerät ausfällt, kann es nur durch eine wesentlich größere Menge von Gas in einem offenen System ersetzt werden. Oder durch ein zweites Kreislaufgerät. Schon wieder eine Idee für den Wunschzettel.

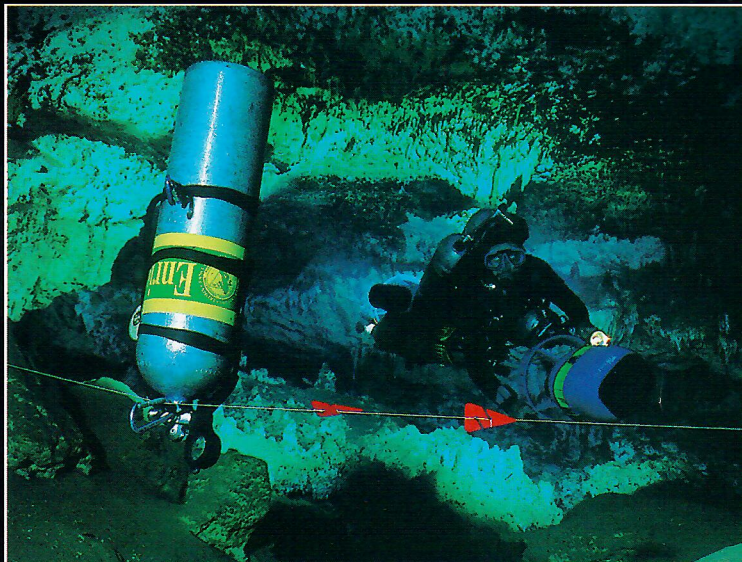
Nicht jeder Weg läßt sich einfach mit Scootern zurücklegen. Versagen die Propellerknechte, ist Schwimmen angesagt!



Das Anlegen von Depots für lange Höhlentauchgänge erfordert eine motivierte Crew und Lust zum Schleppen



Wer so taucht, weiß motorisierte Hilfe zu schätzen. Höhlen verlangen nach Sicherheitsreserven



Glücklich ist, wer auf dem Rückweg nicht auf solche kleinen Hilfsmittel zurückgreifen muß



Kreislaufgeräte mindern den Anteil an Flaschen, der mitgeführt werden muß – Redundanz nicht vergessen!

Schweißtreibend

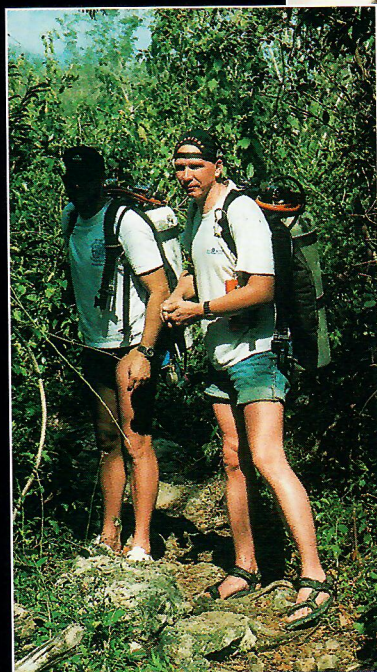
Höhlentauchen ist anders! Einfach rauf aufs Tauchboot und rein ins Wasser, das ist nicht angesagt. Neben intensiver Planung sind lange Schwimm- und Schleppstrecken nötig. Hier werden Geist und Körper gefordert und gefordert. Wer das Abenteuer ohne Mühe sucht, der geht besser ins Kino oder liest folgende Zeilen ...

Daß die Götter den Schweiß vor den Preis gesetzt haben, ist in Yukatan keine Floskel, sondern fühlbare, erleidbare Realität. Und damit ist nicht nur der Schweiß gemeint, der in Strömen fließt, sondern auch die Moskitos, die in Schwärmen auftauchen und alle mal guten Tag sagen wollen – auf die ihnen eigene, unangenehme Weise. Und dann gibt es noch den Chechem-Baum, der einen Saft absondert, der Verbrennungen zweiten Grades erzeugen kann. Erst sieht es aus wie ein Sonnenbrand, dann bilden sich kleine Blasen, und schließlich hat man eine Hautverfärbung, die einen länger als jedes Foto an Yukatan erinnert. Nein, Höhlentauchen hat auch außerhalb des Wassers nichts mit Easy-Diving zu tun, absolut nichts. Aber die bizarren Formen aus einer surrealen Traumwelt, die einen umfassen, sobald man endlich in das mit 23 Grad angenehm kühl erscheinende Wasser eintaucht, machen das schnell wieder vergessen. Solange jedenfalls, bis man sich langsam wieder dem smaragdgrünen Farbspektrum nähert, das den Grottenbereich ankündigt. Jetzt geht die Schlepperei in der schwülen Hitze wieder los, und auch die Moskitos warten schon. Als höfliche Yukatanesen wollen sie ja „Tschüss“ sagen.

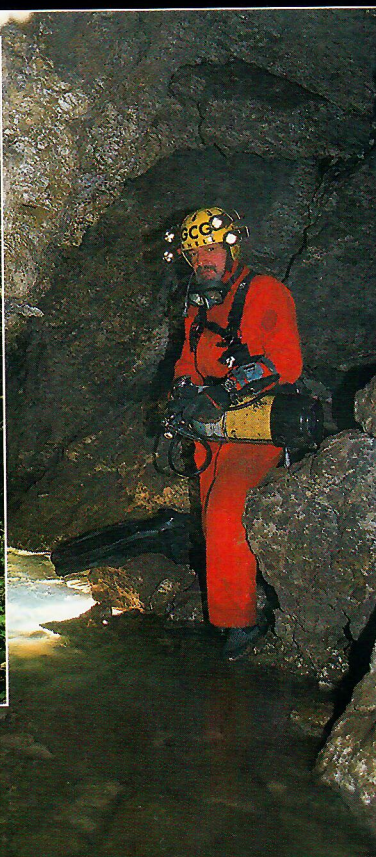
„It's better in the Bahamas?“ Fehlinformation! Nicht für Höhlentaucher! Wer die Blue Holes auf Andros, Dan's Cave auf Abaco oder eine der anderen zahlreichen Höhlen erkunden will, der muß schleppen und schwitzen. Na gut, es gibt den Zugang vom Meer aus, wie etwa bei der „Reelbreaker“ auf Abaco, aber die ist auch nicht so schön wie die anderen Höhlen. Einzig die floridianischen Höhlensysteme sind teilweise besser zugänglich. Hier findet man breite, stabile Einstiegsplattformen, die mit dem Auto angefahren werden können. Und einen Hamburger bekommt man hier auch in nächster Nähe ...

Und in Europa? Da wird einem erst beim Schleppen warm und dann im Wasser kalt. Und manchmal ganz schön eng. Höhlentauchen ist hier ohnedies etwas ganz anderes als auf dem amerikanischen Kontinent.

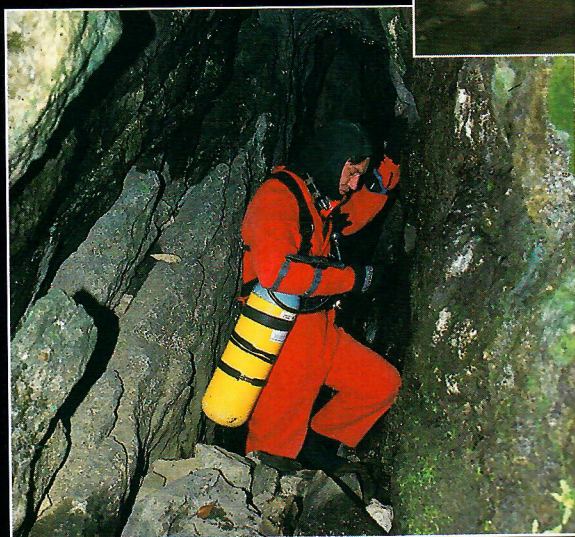
Also, halten wir fest: Fürs Höhlentauchen brauchen Sie schon ein erkleckliches Maß an **Leistungsfähigkeit**, Freude an schweißtreibendem **Workout**, Spaß an instabilen Leitern, die schon ohne Doppelgerät wackelig sind, und einen



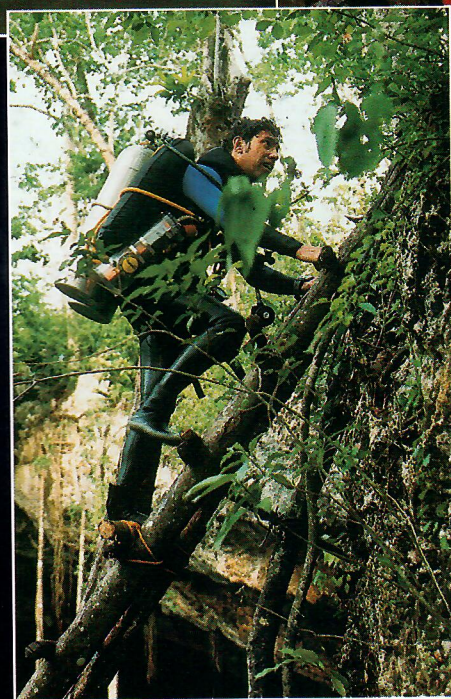
Ein Outfit, das die Moskitos Mexikos lieben – her mit den Touristen!



Hier haben weder Moskitos noch die Kälte eine Chance – Höhlentauchen in Europa ist knallhart



In deutschen Höhlen muß man sich gegen eisige Kälte schützen



Holz hält doch, oder? In voller Ausrüstung auf wacklige Leitern, das läßt Tauchen zum Abenteuer werden

gesunden Appetit, sonst nehmen Sie ab – aber das ist dann wenigstens im Preis inbegriffen. Die Ohrinfektion möglicherweise auch, denn die ist im Süßwasser in den wärmeren Ländern nicht ungewöhnlich – aber da helfen Ohrentropfen aus Alkohol und Essig. Wir sprechen hier nebenbei bemerkt über die Touristenhöhlen. Denn wenn Sie jemals in den Kreis der Expeditionstaucher hineingeraten, dann dürfen Sie sich zusätzlich durch enge Einstiege quetschen, über Steilwände abseilen, im Dschungel oder auf hartem Boden übernachten und ihre Morgentoilette am Fluß oder mit der Wasserflasche erledigen. Übrigens fast unnötig zu sagen: Die Ausrüstung trägt hier derjenige, der Ihre Unterschrift am besten beherrscht und der Ihnen regelmäßig Bart oder Achselhöhlen rasiert ... und Frauen sind hier absolut gleichberechtigt – also Sie selbst! Tjaja, Höhlentauchen ist eben etwas für den Genießer in uns ...

Chance: Höhlenexpedition in Yukatan

Eine unbekannte Höhle zu erforschen, dort zu tauchen, wo vorher noch kein anderer Mensch war, das ist der Traum vieler Taucher. Für ausgebildete Höhlentaucher bietet Gunnar Wagner diese Möglichkeit in Yukatan, einem der größten und noch lange nicht erschlossenen Höhlengebiet der Welt. Voraussetzung für die Teilnahme ist ein Full Cave Brevet und weiterführende Kurse im Tauchen mit Stage-Flaschen und Sidemounts sowie Höhlen-Vermessung (cave surveying). Diese Kurse können auch vor einer Expedition durchgeführt werden. Info: Aktun Dive Center, Tel. 0052/987/123 11, Fax 123 12,

**Und schwindelfrei
muß man auch noch
sein: Abstieg in die
Traumwelt der
Höhlen Yukatans**



**Wer unten ist, hat's fast
geschafft, denn ihn erwartet
ein faszinierender Tauchgang**



**Sie haben schon in der
Sandkiste am liebsten
den Kopf in den
Schlamm gesteckt?
Dann sind Sie richtig!**

**Ein unscheinbares
Wasserloch kann den
Einstieg in unentdeckte
und noch nie betauchte
Höhlen bedeuten!**

**Übrigens muß die Ausrüstung auch
wieder hochgeschafft werden! Ein
Tauchgang für Genießer ...**



Wracktauchen

Lockrufe

Wracks – für viele Taucher der ultimative Lockruf der Tiefe. Insgeheim steckt oft der Wunsch dahinter, hier etwas Ungewöhnliches zu finden. Ob Artefakte, Schätze oder einfach ein schöner Tauchgang: Wracktauchen zählt zu den Highlights des Technical Diving

Unberührte Wracks, Schätze, Abenteuer, Gefahr und leicht verdientes Geld: das Thema unzähliger Bücher und Filme und der heimliche Traum fast aller Taucher. Manchmal allerdings auch eine Geschichte, die das Leben schreibt. Leider wird aber kaum ein Wracktaucher zu einem zweiten Mel Fisher, der 1985 nach fast 20jähriger Suche vor der Küste Floridas den Goldschatz der „Atocha“ fand. Unzählige Wracks liegen

auf dem Boden der Meere, viele davon im küstennahen Bereich, zu tief für Luft, aber mit Mischgas ohne Probleme zu erreichen. Eine Ladung hatten fast alle. Aber wieviele von ihnen tragen eine wirklich wertvolle Fracht? Eigentlich ist das eine müßige Frage, denn kaum ein Taucher bringt die Zeit oder das Geld auf, das in eine Schatzsuche investiert werden muß. Doch selbst ohne Schätze und ohne echten historischen Wert haben Wracks einen besonderen Reiz: denn sie sind ein Fenster zur Vergangenheit, Zeugnis eines Dramas und Heimat für Unterwasserlebewesen. Insbesondere Wracks von Kriegsschiffen, und hier allen voran U-Boote, haben die Faszination des Ungeheuerlichen: Das „death appeal“ des einstmaligen Zerstörungspotentials einer gigantischen Killermaschine, von dem jetzt nur noch zerfallende Geschütztürme, Maschinengewehre und Geschosshülsen Zeugnis ablegen. Und niemanden, der einmal in das unendlich erscheinende Blau des Meeres hinabgetaucht ist, um zuerst schüchternhaft und dann immer deutlicher die Konturen eines Schiff- oder Flugzeugwracks wahrzunehmen, wird diese Faszination jemals wieder loslassen.

Zeitkapsel

Eine weitere Gruppe von Tauchern träumt den Wracktraum aus ganz anderen Gründen: die Forschungstaucher unter den Archäologen. Sie betrachten Wracks als Zeitkapseln, die Artefakte über Jahrhunderte oder Jahrtausende unberührt von menschlicher Hand und oft gut geschützt durch das sauerstoffarme Wasser in



Die „Tamaya“, einst stolzes Segelschiff, ist heute ein Wrack in 85 Meter Tiefe

der Tiefe sowie eine mehr oder weniger dicke Schlammsschicht bewahren. Perfekt konserviert, die Zeit ist praktisch stehen geblieben. Doch dann geht diese Traumvorstellung des Archäologen in einen Alptraum über: Leise blubbernd nähert sich ein Wracktaucher, packt sein Werkzeug aus, beginnt hemmungslos sein vandalistisches Werk und zerstört in 20 Minuten, was die Natur über Jahrhunderte für die Archäologie sicher verwahrt.

Wracktauchen ist ein so bedeutender Teil des Technical Diving, daß ihm eine Ausgabe des Technical-Diving-Magazins „aquaCORPS“ gewidmet wurde. Der Titel „Wreckers“ bedeutet eigentlich Wrackplünderer, und das war als eine Reminiszenz des im in Key West ansässigen Magazins an die dortigen Wrackplünderer des letzten Jahrhunderts gedacht, die, ähnlich wie die Wrecker der Bahamas, Schiffe mit falschen Lichtzeichen auf Riffe lockten – eine florierende „Industrie“ in diesen sonst strukturschwachen Gebieten. Die heutigen Wracktaucher haben aber zum großen Teil nichts mehr mit der Plünderung, sondern eher mit der Konservierung und Erforschung von Schiffswracks zu tun. Viele Wrack- und Schatztaucher sind nämlich schon dazu übergegangen, mit Archäologen zusammenzuarbeiten.

Herausforderung

So ganz einfach ist Wracktauchen selten. Es stellt oft sehr hohe Anforderungen an die durch Ausbildung und Erfahrung erworbenen Fertigkeiten des Tauchers sowie seine Ausrüstung und deren Konfiguration. Die meisten Tauchgänge an „echten“ Wracks finden nicht unter den besten Bedingungen statt – klar, welches Schiff sinkt schon ohne Grund! Zu erwarten sind häufig Strömungen und Gezeiten. Und oft liegen die wirklich gut erhaltenen Wracks in großer Tiefe. Je schwieriger aber der Tauchgang, desto weniger Taucher waren dort. Für viele Taucher wiegt dies alleine alle Strapazen auf.

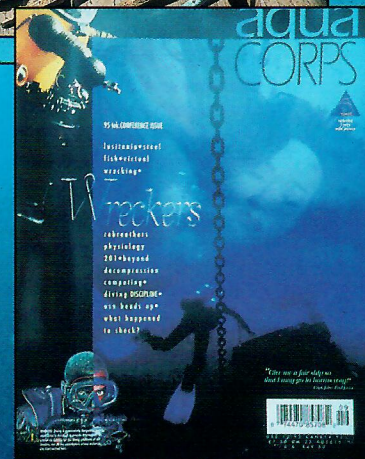
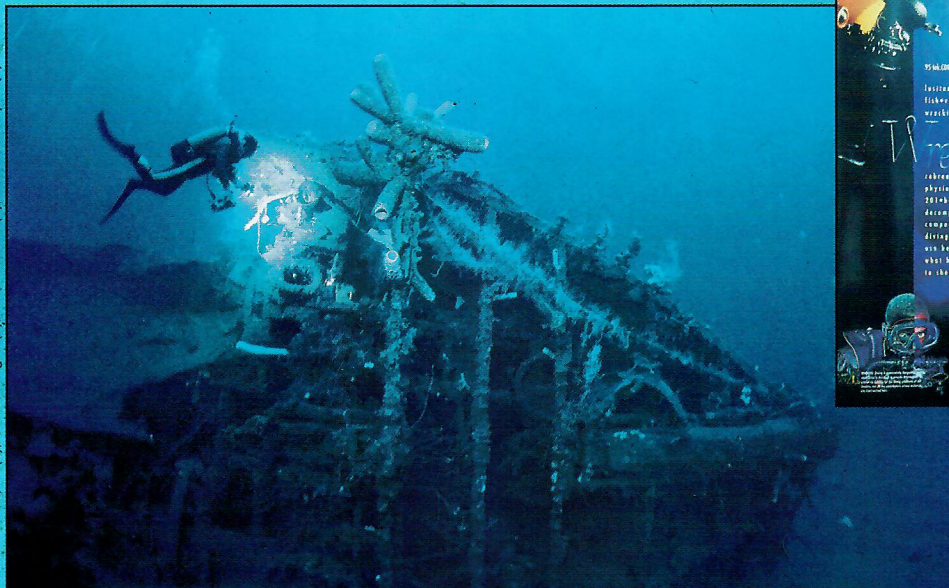
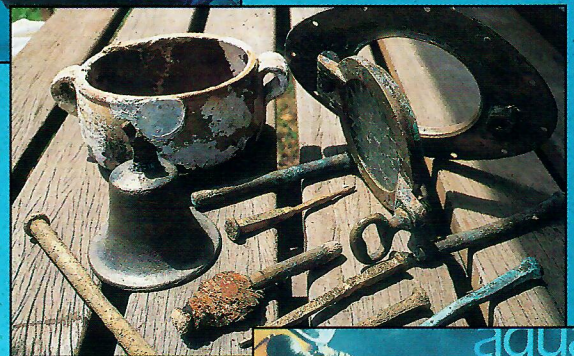
Abstieg ins lockende Blau der Tiefe – Wracks ziehen Taucher magisch an. Für Tech Diver gilt dabei: je tiefer, desto besser

Wer in Wracks taucht, der braucht eine perfekte und auf Redundanz ausgelegte Ausrüstung



Wer träumt nicht davon, daß kostbare Schmuckstücke die Kasse füllen? Doch Schatzsuche ist heute Profi-Sache

Damit diese Funde wertvoll werden, muß das gesunkene Schiff identifiziert werden



Wieder war aquaCORPS Namensgeber: Wrecker nennen sich Wracktaucher

Der Besuch eines tiefen Wracks erfordert neben Ausrüstung und Technik auch eine gute Kenntnis vor Ort. Große Wracks können zum Labyrinth werden

Fotos: K. Amsler (3), P. Munzinger (1), C. Binanzer (1), Archiv Comper (2)

Tiefe Perlen

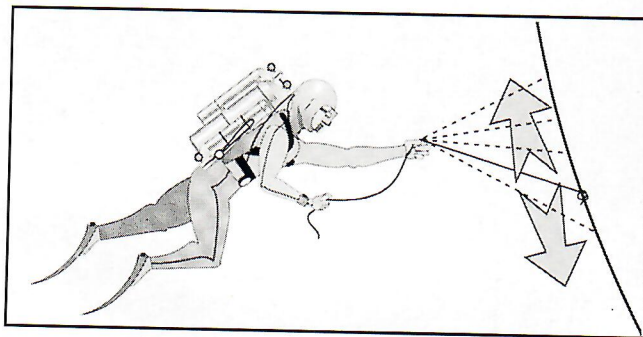
Wracks halten sich nicht an die Tiefenlimits des Sporttauchens. Das ist gut so, denn tiefe Wracks sind besser erhalten. Wenn das Objekt der Begierde aber tiefer als 40 Meter liegt oder in das Innere vorgedrungen wird, sollten besondere Methoden des Technical Diving Anwendung finden

Tiefe Wracks sind anspruchsvoll, sowohl hinsichtlich der Ausrüstung als auch der Fähigkeiten des Tauchers. Ein gutes Beispiel ist das 74 Meter tief vor der Ostküste der USA liegende Wrack der „Andrea Doria“. Hier starben in den letzten 20 Jahren mehr als zehn gute Taucher. Vielen von ihnen fehlte aber die nötige Erfahrung für solche Tauchgänge auf hoher See. Denn hier kommen unvorteilhafte Umweltbedingungen beim Wracktauchen noch zu den üblichen Bedingungen für tiefe Tauchgänge dazu. Eine brisante Mischung. Ein guter Bootskapitän, der nicht nur ortskundig ist, sondern auch Erfahrung im Umgang mit technischen Tauchgängen hat, ist da eine Lebensversicherung.

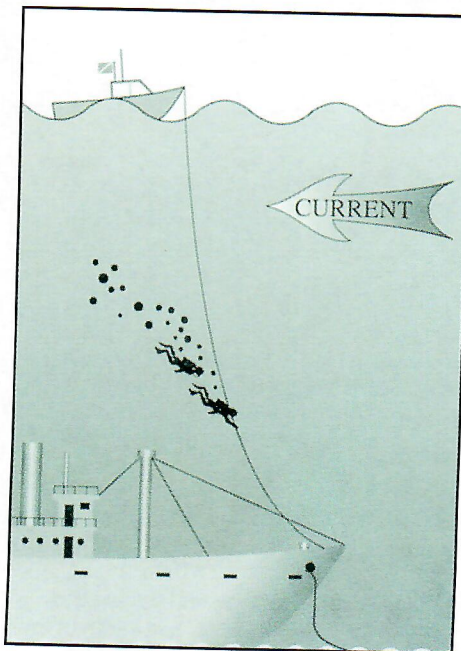
Selbst wenn das Wetter mitspielt, können auf See starke Strömungen auftreten. Was bei einem Rifftauchgang richtig Spaß macht, ist bei einem Wracktauchgang alles andere als lustig. Natürlich achten Wracktaucher darauf, daß sie strömungsgünstig ausgerüstet sind. Das geht so weit, das kleinvolumige Masken verwendet werden, denn die reißt die Strömung nämlich nicht so schnell vom Gesicht. Man bleibt nahe am Wrack, nutzt vor allem den Strömungsschatten dahinter, sonst macht man einen unfreiwilligen Drifttauchgang über Sandgrund. Ideal ist es – und da kommt wieder der Kapitän ins Spiel – wenn das Boot über dem Wrack vor Anker geht und der Wiederaufstieg an der teilweise eingeholten Ankerleine vonstatten geht. Dann zerrt die Strömung nicht so stark an der Ausrüstung, und die Sicherheit des Bootes ist nahe. Trotzdem kann das Schiff auf den Wellen stampfen, und das bekommen natürlich die Taucher am Ankerseil so richtig mit. Ständig hochgehoben und wieder abgesenkt zu werden ist unangenehm und wirkt außerdem ermüdend. Der ständige Tiefenwechsel ist zugleich schlecht für eine gleichmäßige Dekompression. Aus diesem Grund gibt es die sogenannte „John-Line“, eine kurze Leine, die am Ankerseil befestigt und vom Taucher in der Hand gehalten oder am Harness befestigt wird. Sie gleicht das Auf und Ab des Ankertaus aus. Wer das dann doch verliert, vielleicht schon während des Tauchgangs abgetrieben wird, der muß Aufstieg und Deko auf eigene Faust machen. Wer das Dekogas nicht mitführt, muß vorher mit dem Kapitän absprechen, daß dieser ein Schlauchboot mit

den Dekoflaschen losschickt, sobald er die Dekoboje des Tauchers sieht, die dieser mittels Reel an die Oberfläche geschickt hat. Der Unglückliche bekommt dann sein eigenes Deko-Rig ins Wasser gehängt. Das alles verlangt gute Organisation und erhebliche Fertigkeiten, auch seitens des Tauchers. Trotzdem locken Wracks wie die „Andrea Doria“ mit ihrem Mythos und nicht zuletzt auch mit den Artefakten, die aus ihrem Rumpf geborgen werden können, immer mehr Taucher an. In einem Artikel für das amerikanische „Outside Magazin“ hat der ehemalige Aquacorps-Her-

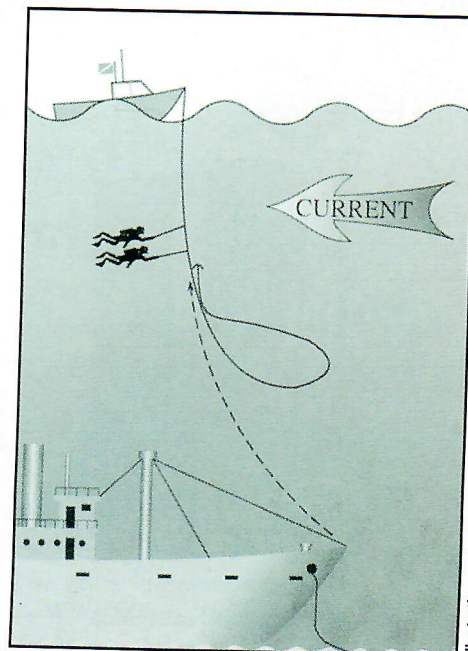
Die Britannic liegt in 120 Metern Tiefe. Das sorgt neben der faszinierenden Historie für den besonderen Adrenalin-Schub beim Betauchen



Bequeme Tiefenkorrektur mittels einer „John-Line“

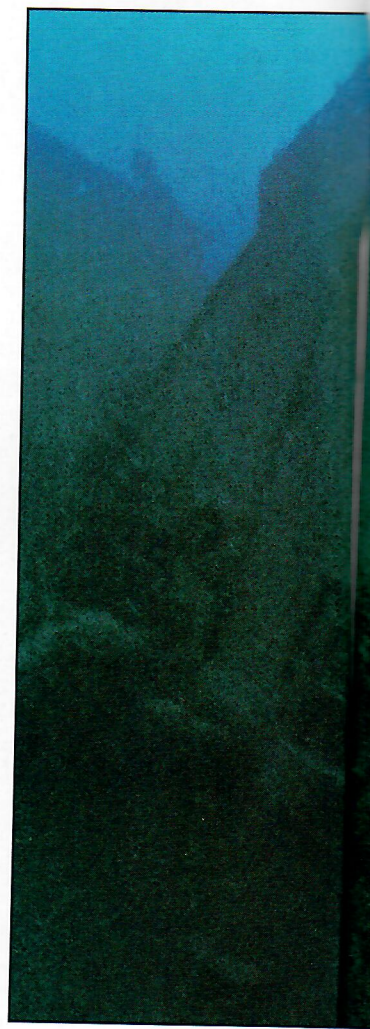


Die Strömung an Wracks ist teilweise extrem stark. Gut, wenn das Tauchboot über dem Wrack ankert



Beim Wiederaufstieg hilft eine solche Schlaufe sowohl dem Kapitän an Bord als auch den Tauchern

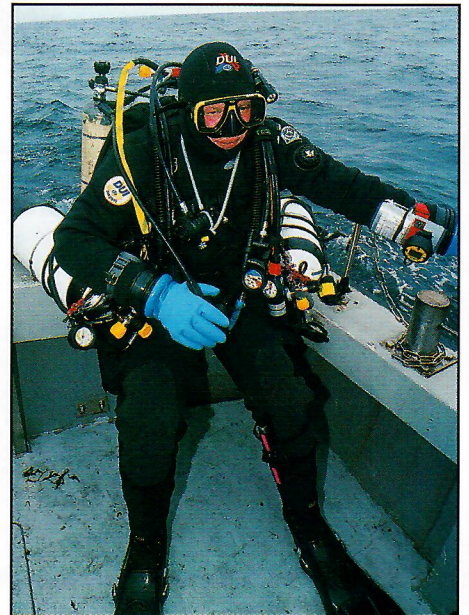
Illustrationen: C. Bowen (Advanced Diver Magazine) (3)





Eine spektakuläre Aufnahme: mittels hochempfindlichem SW-Film gelang dieses Foto der „Britannic“

ausgeber, Michael Menduno, die „Andrea Doria“ als den „Mount Everest des Wracktauchens“ bezeichnet. Denn genau wie im Himalaya lassen sich immer häufiger relativ unerfahrene Wracktaucher hinunter und zurück bringen. Der Lockruf der Tiefe und der Reiz, einen Teller oder eine Tasse aus dem Service der „Andrea Doria“ an die Oberfläche zu bringen, läßt viele Taucher vergessen, was Tech-Diving-Pionier Billy Deans in einen Satz faßt: „Das allerwichtigste Artefakt, das man mit nach Hause bringen kann, ist man selbst“. Billy Deans weiß wovon er spricht, denn 1985 mußte er seinen besten Freund aus dem Wrack der „Andrea Doria“ bergen.

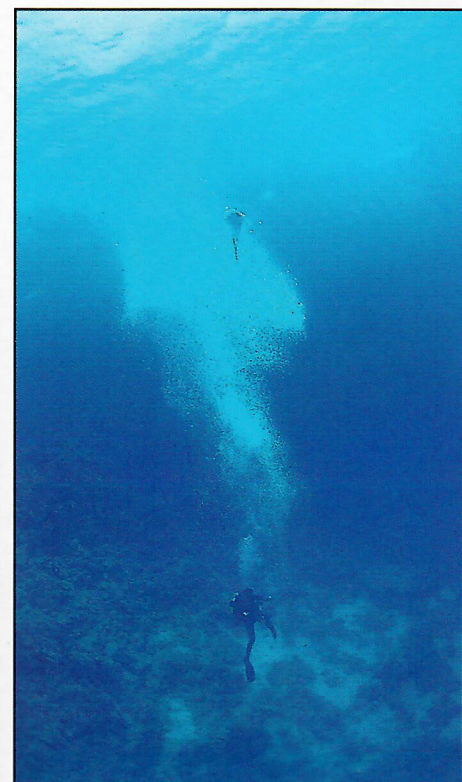


Lange Bootsausfahrten gehören beim Besuch tiefer Wracks zur Regel. Seefestigkeit wird vorausgesetzt!

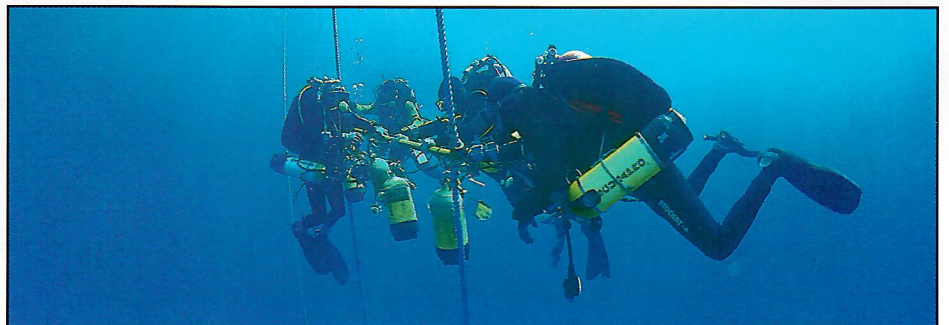


Für tiefe Wracktauchgänge unverzichtbar ist das Reel in Kombination mit einer Deko-Boje. Im Notfall findet hier die Deko-Phase statt

Fotos: D. Burton (2), K. Ansler (2), V. Clausen (2)



Dieser Taucher schießt eine Deko-Boje an die Oberfläche, an der er im Freiwasser dekomprimieren wird



Die komfortabelste Art der Deko-Pause ist die an der „Affenschaukel“

Gefahrenquelle

Es sind oft gute und erfahrene Sporttaucher, denen ein Wrack zum Verhängnis wird. Denn Wracks sind kein „gewöhnlicher“ Tauchgrund. Sie verlangen dem Taucher, der sich auf sie einläßt, viel ab. Für manchen zu viel ...

Wer in ein Wrack eindringen will, braucht eine besondere Schulung. Vielfach wird eine fundierte Höhlentauchausbildung bis zum Full-Cave-Diver empfohlen. Aber genügt das? Mit der labyrinthartigen Struktur des Wracks wird ein Höhlentaucher gut zurechtkommen, aber auch mit den Besonderheiten von zerfallenden Schiffen? Höhlen rosten nicht, haben keine scharfen Kanten, es gibt keine losen Drähte und keine Fischernetze, die sich an der Außenseite verfangen haben. Ein guter Höhlentaucher ist nicht automatisch ein guter Wracktaucher.

Höhlenartig?

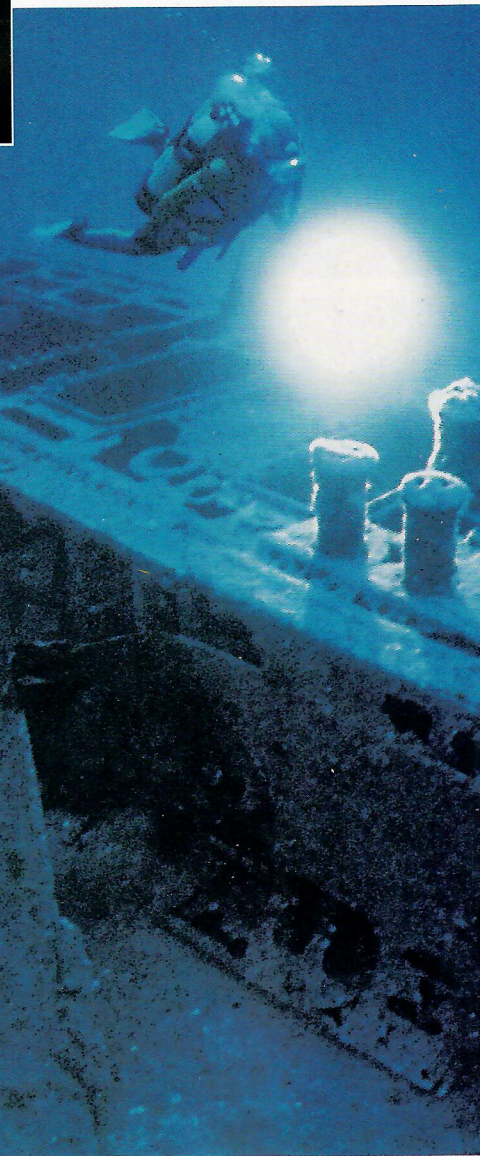
In vielerlei Hinsicht sind Wracks mit Höhlen zu vergleichen, und zwar nicht nur dann, wenn man in die mehr oder weniger gut erhaltene Struktur des Wracks eindringt. Denn ein tiefes Wrack bedeutet zugleich auch eine längere Dekozeit. Und das bedeutet, daß der direkte Weg zur Oberfläche versperrt ist. Wer also bei Ausrüstungsproblemen oder wenn die Psyche nicht mehr mitmacht, zielsicher und schnell die scheinbar sichere Oberfläche ansteuert, riskiert einen Dekounfall. Man spricht darum von einem „virtual overhead“, also einer Art künstlichen Höhlendecke. Und Illusionen sollte man sich nicht machen: Wer in 60 Meter Tiefe auch nur zwanzig Minuten verbringt und dann, unter Auslassung der Dekostufen, nach oben schießt, wird meist stärkere Symptome als ein Kribbeln in Armen und Beinen verspüren. Mit einigem Pech schafft er es nicht einmal alleine aus dem Wasser, weil wesentliche Bewegungs-

Ein Wrack sinkt nicht ohne Grund – oft liegen Wracks in Gewässern, die hohe Anforderungen an Boot und Taucher stellen. Und dann bringt ein Wrack noch eine ganze Reihe anderer Probleme mit sich, die nicht alle technischer Natur sind ...



Finger weg, denn mit diesen Gerätschaften spielt man nicht: Munition ist brandgefährlich

Tiefliegende Wracks besitzen eine ganz eigene Faszination. Oft wurden sie noch nie betaut, lagen außerhalb der Reichweite

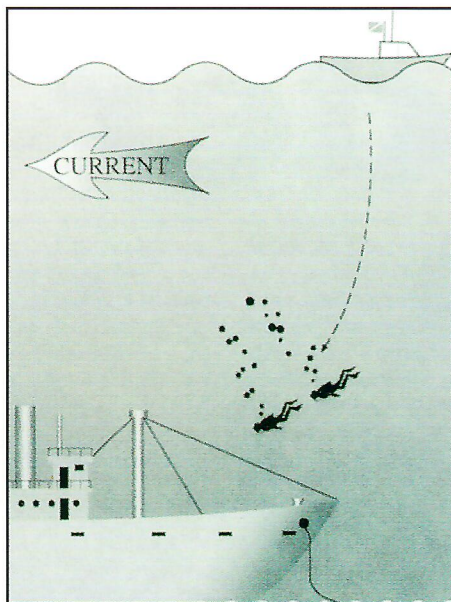


Derartige Zeugnisse einer Tragödie können für Taucher's Psyche zur Belastung werden

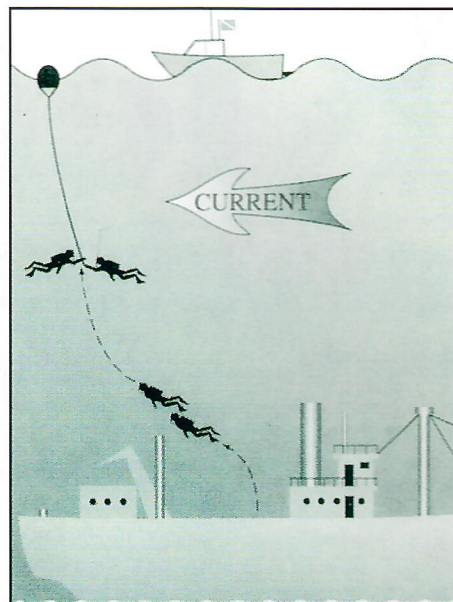
funktionen schon gleich nach dem Auftauchen ausfallen.

Schlechte Sicht

Gerade bei großen Wracks ist es leicht, die Ankerleine, die meist zum Wiederaufstieg verwendet wird, aus den Augen zu verlieren. Wenn dann die Grundzeit vorbei ist und eigentlich der Wiederaufstieg beginnen sollte, kommt die Gretchenfrage: Suchen oder gemäß dem Tauchplan aufsteigen? Ist man überhaupt für einen Freiwasseraufstieg gerüstet? Wie wird dann aber die Deko durchgeführt? Wohl dem, der ein Reel und einen Hebesack dabei hat, der „bastelt“ sich nämlich die Deko-Leine selber – wenn er damit umgehen kann. Und dann bleibt nur zu hoffen, daß keine Strömung herrscht, sonst taucht er weit weg vom Boot auf und muß sich darauf verlassen, daß der Kapitän regelmäßig die Wasseroberfläche absucht und vor dem Ablegen noch einmal durchzählt – nicht wenige Taucher sind nämlich schon von ihrem Tauchboot zurückgelassen worden, und das nicht nur in Ländern, in denen man traditionell glaubt, daß alles vom Schicksal vorherbestimmt sei.



Beim Abtauchen in Strömung kann das Boot nicht ankern, und die Taucher steigen im Freiwasser ab zum Wrack



Wichtig: Verfehlt ein Taucher die Aufstiegsleine, muß er treibend an Dekoboje und -leine dekomprimieren, das Boot folgt ihm dann

Illustrationen: C. Bowen, Deep Tech

Rauhe See und starke Strömung

Schiffe werden nicht „einfach so“ zu Wracks! Wo gute Wracks liegen, da sind die Tauchbedingungen oft schwer. Selbst ein guter Tauchboot-Kapitän kann bei rauher See Schwierigkeiten bei der Aufnahme der Taucher haben, und gegen ein Stampfen des Bootes kann er nicht viel machen. Dann kommt die sonst so

hilfreiche Leiter schon einmal wie ein Fallbeil auf den Taucher herunter. Und bei starker Strömung hilft auch die schönste Affenschaukel (Deko-Rig) unter dem Tauchboot nichts mehr, wenn einen die Strömung packt und gnadenlos von der Aufstiegsleine wegzerzt. Dann helfen wieder nur Reel und Hebesack und die weise Voraussicht, alle Dekogase mitgenommen zu haben ... Haben Sie doch, oder?

Netze

Netze werden nicht nur Delfinen zum Verhängnis. Und wo sich ein Delfin nicht losreißen kann, da können wir das auch nicht. Aber dafür gibt es ja ein paar geschickte Hände, die damit überhaupt keine Probleme haben, jedenfalls dann nicht, wenn Messer oder Schere parat sind. Scheren haben übrigens den Vorteil, das Netz oder Leine nicht vorgespannt sein müssen, die schneiden auch durch lose hängende Maschen.

Schaurige Funde

Wracks sind oft auch die letzte Ruhestätte derer, die mit dem Schiff untergingen. Wenn Taucher deren Überreste finden, ist das eine erhebliche psychische Belastung. Aber auch die Pietät muß berücksichtigt werden. Für viele Angehörige ist es – unabhängig von den rechtlichen Fragen – eine unerträgliche Vorstellung, daß Leichenplünderer sich an den Dingen vergehen, die den Toten im Leben etwas bedeutet haben. Als Wracktaucher, die vor der Ostküste der USA die Wracks deutscher U-Boote mit Saugvorrichtungen von eingedrungenem Sand befreien und dabei die sterblichen Überreste der U-Bootfahrer über den Grund verstreuten, wurden sie schon von anderen Tauchern an den Pranger gestellt, noch bevor Behörden und die deutsche Vertretung in Washington ihrer Empörung Ausdruck verleihen konnten.



Wracks gehen leicht ins Netz, bleiben aber unten. Vorsicht, sonst droht das auch den Tauchern!



Vorsicht beim Auftauchen: Oft braucht das Tauchboot Vortrieb, dann läuft die Schraube

Fotos: P. Munzinger (2), O. Kirsch (2), K. Amsler (1)

Kleider machen Taucher

Diese Jungs machen Ernst: So muß ein Tekki aussehen, dann klappt's auch mit dem Wing!

Ein Tech Diver ist ein Tech Diver, wenn er wie ein Tech Diver aussieht. Richtig? Fast immer! Aber nicht jeder, der wie ein Tech Diver aussieht, ist auch einer ...



Oben: Dekopause schwerbehängt – sogenannte Stagetanks sorgen für Zusatz-Atemgas
Links: Wenn Höhlen Ziel der Tauchgänge sind, sollte der Helm nicht fehlen.
Höhlendecken verteilen gern Kopfnüsse!





Ganz früher, in der guten alten Zeit, war die Tauchausrüstung nur in puristischem Einheitsschwarz zu erwerben. Dann wurde Tauchen zum Funsport und die Ausrüstung bunt und immer bunter. Selbst vor Türkis und Pink schreckte man schließlich in den Design-Studios der Hersteller nicht zurück. Die Verbraucher machten tapfer mit, und die Unterwasser-Fotografen freuten sich,

denn endlich machte der Farbfilm richtig Sinn. Dann kam das Tech Tauchen und langsam, fast verschämt, tauchte die Un-Farbe Schwarz wieder in den Tauchshops auf. Die Fotografen fluchten leise, und die Händler freuten sich über geringere Lagerhaltungskosten. Warum Schwarz die Farbe der Tekkis wurde, weiß niemand so recht. Vielleicht war es einfach die periodisch wiederkehrende Abwendung vom Trend, vielleicht eine neue Ernsthaftigkeit. Schließ-

lich gilt Tech Tauchen doch als „mission oriented“, oder in Altdeutsch „aufgabenorientiert“. Es gibt jedoch noch ein paar andere Merkmale hinsichtlich der Ausrüstung für Tech Taucher, die sich eher auf eine praktische Anwendung als auf reine Optik beziehen.

Wing

Wer runter geht, will auch wieder hoch. Tech Taucher machen das fast immer mit einem Wing. Auf deutsch heißt das ganz unspektakulär „Flügel“ und kommt daher, daß sich der Auftriebskörper im Rückenbereich befindet. Das hat zwei Vorteile: Einmal ergibt sich daraus eine sehr stabile Schwimmelage, und zum anderen bleibt vor der Brust und an den Seiten genug Platz, um die vielen Ausrüstungsteile an- und unterzubringen, die ein Tekkie so braucht, um die tiefsten Tiefen zu erkunden. Hier gibt es zwei grundsätzliche Bauarten, die beide ihre Vor- und Nachteile haben. Im ersten Fall, und das ist das klas-

Das Set-Up von Tech-Profi Jens Hilbert: Bis zu vier 18-Liter-Flaschen finden Halt an der Rückenplatte



Fotos: A. Hilsenbeck (1), V. Clausen (1), O. Kirsch (1), T. Behrend (2), Archiv Tauchen (1)



Oben: Je zwei Stagetanks an der Seite – Tech Diving kann ja so schwer sein! Rechts: einzelne Stagetanks Unten: Wing von Seaway mit doppelter Auftriebsblase



sische Wing, gibt es eine Rückenplatte (engl. „backplate“), durch deren Schlitze ein etwa drei Zentimeter breiter Gurt gefädelt ist, der die Schultergurte und den Bauchgurt bildet und Tragesystem (engl. „harness“) genannt wird. An der Rückenplatte werden die Flaschen mit langen Schrauben befestigt. Dazwischen liegt der Auftriebskörper, also das Wing. Umgangssprachlich wird aber häufig die ganze Konstruktion als Wing bezeichnet. Die zweite Variante entspricht dem Softpack bei den Jackets der Sporttaucher, denn hier fehlt die Rückenplatte. Die Flaschen werden mit Spanngurten an einem Tragesystem aus Nylon oder Cordura befestigt, das einem herkömmlichen Jacket ähnlicher sieht als das zuvor beschriebene klassische Harness. Nur daß hier eben die Auftriebsblase lose ist und ebenfalls zwischen Flaschen und Jacket befestigt wird. Bei richtiger Konstruktion, so sagen die Hersteller, sitzen auch schwere Flaschenpakete hier genauso fest und stabil wie auf einer Rückenplatte. In Kreisen der Tech Taucher tobt seit Jahren ein erbitterter Streit darüber, welches System tatsächlich besser ist. Tatsache bleibt, daß Anhänger beider Glaubensrichtungen mit ihrer Ausrüstung glücklich sind. Auch hinsichtlich des nötigen Auftriebs herrscht nicht gerade Überein-

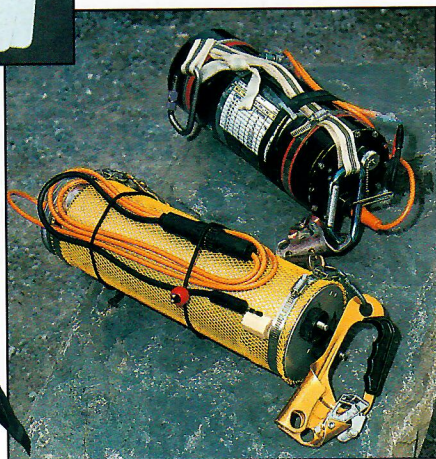
stimmung. Manche Tekkis finden, es könne gar nicht genug davon geben und favorisieren Blasen mit bis zu 50 Kilo Auftrieb, während andere der Meinung sind, daß niemand mehr als 30 Kilo Auftrieb bräuchte, es sei denn, er wäre völlig falsch ausgerüstet. Letztlich kommt es hauptsächlich auf die Flaschenkonfiguration an, denn einen Großteil des Abtriebs besorgen die schweren Stahlflaschen. Wer Stageflaschen aus Aluminium wählt, die im Wasser fast gewichtsneutral sind, kann sein Wing gleich schon einmal eine Nummer kleiner kaufen. Die meisten Hersteller bieten nämlich für verschiedene Anforderungen unterschiedlich große, sprich voluminöse, Wings an. Da diese separat erhältlich sind, kann also ein Harness mit verschiedenen großen Blasen getaucht werden.

Aquadynamisch optimiert

Tech Tauchen bedeutet entweder: Lange Schwimmstrecken in Höhlen, Strömungstauchgänge an Wracks oder rasante Scooterfahrten in einer der beiden Umgebungen. In allen diesen Fällen sollte der Taucher so wenig Wasserwiderstand wie möglich bieten. Das gilt zwar grundsätzlich für jede Form des Tauchens, ist hier aber besonders wichtig, weil so Atemgasverbrauch, körperliche Reserven und Batterien geschont werden – alles drei knappe Ressourcen, mit denen Tech Diver gern geizen. Gleichgültig, um welche Konstruktion es sich handelt, Wings haben hier einen entscheidenden Vorteil: Zusätzliche Ausrü-



Wenn es in der Dekopause langweilig wird: mehrseitige Schreibtafel



Für Langzeit-Taucher superpraktisch: Akkus mit Steckverbindung und Seilbremse. Beim Aufstieg wird eingestöpselt



Fotos: T. Behrend (3), P. Munzinger (1), A. Hilsenbeck (1), Archiv tauchen (2)

Auch bei klarem Wasser gilt in Höhlen, Lampen gleich in dreifacher Ausführung mitzunehmen!

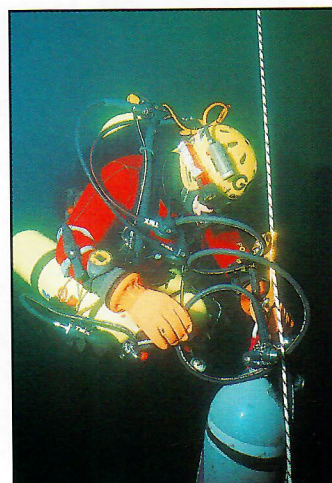
stungsgegenstände wie Lampen, Akkutanks und auch die Stageflaschen können im Seitenbereich nahe am Körper, also strömungsgünstig, befestigt werden. Ein zusätzlicher Vorteil: Je weniger Ausrüstungsteile am Taucher „herumbaumeln“, desto weniger Teile können sich an Wrackteilen oder der Höhlenleine verhängen. Manch ein Tech Taucher sieht darum, trotz deutlich mehr Ausrüstung, wesentlich eleganter aus als der durchschnittliche Sporttaucher.

Redundanz

„Mehr“ Ausrüstung ist eigentlich eine leichte Untertreibung. Beim Tech Tauchen, wo der direkte Aufstieg verwehrt ist, weil den entweder eine Höhlendecke, die Wrackstruktur oder die Dekoverpflichtung fast immer unmöglich machen, müssen auftretende Probleme vor Ort, also in der Tiefe gelöst werden. Das heißt, daß überlebenswichtige Teile der Tauchausrüstung doppelt oder dreifach vorhanden sein müssen, egal, ob es sich um Automaten, Auftriebsmittel, Gasvorrat oder Lampen handelt. Das nennt sich Redundanz und wird zum Beispiel im Höhlentauchen mit der Ein-Drittel-Regel so umgesetzt, daß ein Drittel des Luftvorrates als Reserve zurückbehalten wird. Hier, wo die Dunkelheit wirklich totale Finsternis bedeutet, sind auch drei Lampen pro Taucher internationaler Standard.

Spezialausrüstung

Lange Tauchgänge verlangen einen besonderen Kälteschutz. Der übliche dicke Unterzieher reicht hier nicht mehr aus. Neben Argon, das aufgrund seiner besseren Isolierfähigkeit statt Luft in den Anzug geleitet wird, finden neuerdings vor allem beheizte Unterzieher Anwendung. Um



Die Seilbremse im Einsatz: ideal für langsames Auftauchen an einer Dekoleine



**Handmade by Scubapro:
Bis in 800 (!) Meter Tiefe
geben die elektronischen
Instrumente noch korrekte
Werte an**

diese Dinger lange Zeit mit Strom versorgen zu können, werden mitunter mehrere Akkubehälter mit sogenannten Seilbremsen aus dem Bergsteigen am Dekoseil befestigt. Während des Aufstiegs stößt der Taucher die Heizung bei Bedarf an einem vollen Akku ein und schiebt die Seilbremse langsam höher. Eine simple, aber wirkungsvolle Methode, das Mitschleppen mehrerer Akkutanks zu



In großen Tiefen oder unter schwierigen Bedingungen kommen Mini-Roboter mit eingebauter Videoanlage zum Einsatz. Ob Wrack oder Höhle – warum den Kopf riskieren, wenn ein Buddy aus Blech erste Erkundungen ausführen kann. Die Steuerung allerdings ist alles andere als einfach. Aber das ist die Handhabung einer Playstation auch nicht!



Illustration: Mariscope (Kiel)

vermeiden. Wenige Taucher wissen es: Tauchcomputer und digitale Tiefenmesser zeigen große Tiefen nicht mehr genau an. Hier können Abweichungen von mehreren Metern auftreten. Beim Wiederaufstieg werden dann, und das ist schlimmer, die flachen Dekostopps auch nicht mehr genau angezeigt. Sehr viel ist über dieses Phänomen, das an den Drucksensoren zu liegen scheint, nicht bekannt. Und da es in Bereichen bis 150 Meter nicht oder nur geringfügig auftritt, wird ihm im Allgemeinen keine große Beachtung geschenkt. Extremtaucher wie Jens Hilbert greifen daher auf eine Spezialanfertigung von Scubapro zurück: Der Bottomtimer (Tiefen- und Zeitmesser) „Gauge Special“ ist bis 800 Meter tauch- und meßtauglich und weist selbst im extremen Tiefenbereich nur eine Abweichung von bis zu fünf Metern auf. Das Gerät wird nur auf Bestellung hergestellt und kostet etwa 1300 Mark.

Der Tekkie von heute taucht im übrigen nicht immer selber, sondern läßt manchmal auch tauchen. Mit einem ROV (engl. remotely operated vehicle), einem ferngesteuerten Unterwasserfahrzeug, lassen sich nämlich Tauchplätze vor dem Tauchgang erkunden, ohne daß wertvolle Zeit oder teures Atemgas in einen „geflopten“ Tauchgang investiert werden müssen. Hat man dann die richtige Stelle gefunden, können die Taucher wenigstens sicher sein, daß sich die lange Deko lohnt. Wenn viel und tief getaucht wird, können sich die Anschaffungskosten oder Leihgebühren für diese 10 000 bis 20 000 Mark teuren Roboter durchaus lohnen.

ANDI

American Nitrox Divers International

Jeder Tauchgang erfordert Dekompression.

Lernen Sie durch fundierte Ausbildung Ihre Tauchzeiten länger und Ihre Deko-Stops kürzer und sicherer zu machen.



Moderne Ausrüstungstechnologie und Ausbildung ermöglichen uns heute Tauchaktivitäten, die vor nur wenigen Jahren zu Recht als unsicher dargestellt wurden.

Ob sportliches Nullzeittauchen, Dekompressionstauchgänge im Sporttauchen oder bei Aktivitäten, welche modernste Technologien erfordern, wir wissen wie, wann und wo.

Erweitern Sie Ihre taucherischen Möglichkeiten und profitieren Sie von den Erfahrungen eines Verbandes, der sich daran orientiert, durch adäquate Weiterbildung dem bereits gutausgebildeten Taucher noch mehr Möglichkeiten für unvergleichliche Tauchaktivitäten zu bringen.

**Nitrox/Safe Air
Sporttauchprogramme**

**Nitrox
Ausrüstungstechniker**

**Nitrox/Safe Air
Technical Diving**

**Nitrox-Herstellung
Gas Blender**

**Trimix
Technical Diving**

Instructor Training

**Rebreather-Tauchen
Semi/FullClosed**



Info über Ihre nächste ANDI Facility:

ANDI DEUTSCHLAND
Fabrikstraße 94
D-76337 Waldbronn
Tel. +49-7243-63094
Fax +49-7243-69017
e-mail: ivoll19173@aol.com

ANDI CENTRAL EUROPE
Dornbacher Str. 55
A-1170 Wien
Tel. +43-1 4844230
Fax +43-1 4844230-13
e-mail: info@andi-co.com

ANDI MALDIVES
Sub Aqua Serv. Ltd.
Ellaidhoo Rep. of Maldives
Ari Atoll
Tel. +960-450586
Fax +960-450514
e-mail: subaqqell@dhivchint.net.mv

ANDI TÜRKEI
Andy's Taucher Treff
Herr Zraggen
Calimera Hydros Village
07980 Kemer-Antalya
e-mail: infoandi@xn3.de
mobil: 0090-542-2145525

Kooperationspartner:



Tauglich für die

Auch die Ausrüstung muß besondere Voraussetzungen erfüllen. Zwar finden sich einige Elemente der Höhlenausrüstung mittlerweile auch in anderen Bereichen des Tech-Diving. Das ändert aber nichts daran, daß diese beim Höhlentauchen zwingend nötig, in den anderen Fällen aber eben nur sinnvolle Ergänzung sind.

Lange Leitung?

Wer etwa den langen Mitteldruckschlauch, im Freigewässer netter Komfort bei der Wechselatmung, in einer Höhle nicht hat, steht buchstäblich auf dem Schlauch. Wie teilt man den Luftvorrat mit einem Tauchpartner, wenn es eng wird und zwei Taucher nicht mehr nebeneinander schwimmen können? Der eine schwimmt vor, der andere mit angehaltenem Atem hinterher? Besser ist es, wenn der Mitteldruckschlauch Länge beweist. So kann der Gasspender, wenn es eng wird, vorausschwimmen. Der Gasnehmer schwimmt dicht hinter ihm und atmet munter weiter aus dem Automaten, der jetzt an einem 210 Zentimeter langen Mitteldruckschlauch befestigt ist. Häufig wird der Schlauch in mehreren Windungen zusammengelegt und mit elastischen Bändern an der Flasche befestigt. Keine gute Idee, denn wenn man seitwärts anstößt, liegt der

Wenn der Aufstieg nach oben verwehrt, kein Lichtschimmer zu sehen und der Weg zur Oberfläche nicht in Metern, sondern in Kilometern zu messen ist, dann ist das für die meisten Taucher eine mehr als ungewöhnliche Situation

Schlauch zwischen Flasche und Fels. Auch das Herausziehen kann mitunter schwierig sein. Falls der Schlauch sich zufällig löst, ist er meist ohne Partnerhilfe kaum wieder an der Flasche zu befestigen.

Eine Lösung bietet sich im Rahmen der sogenannten „Hogarth'schen-Ausrüstungskonfiguration“ an, die von einem amerikanischen Höhlentaucher vor einigen Jahren entwickelt wurde. Hier wird der lange Mitteldruckschlauch von der Ersten Stufe aus unter dem Lampenkanister hindurch quer über die Brust und um den Nacken herum zum Mund geführt. Dies schont den Schlauch und bietet weniger Wasserwiderstand.

Gas-Regeln

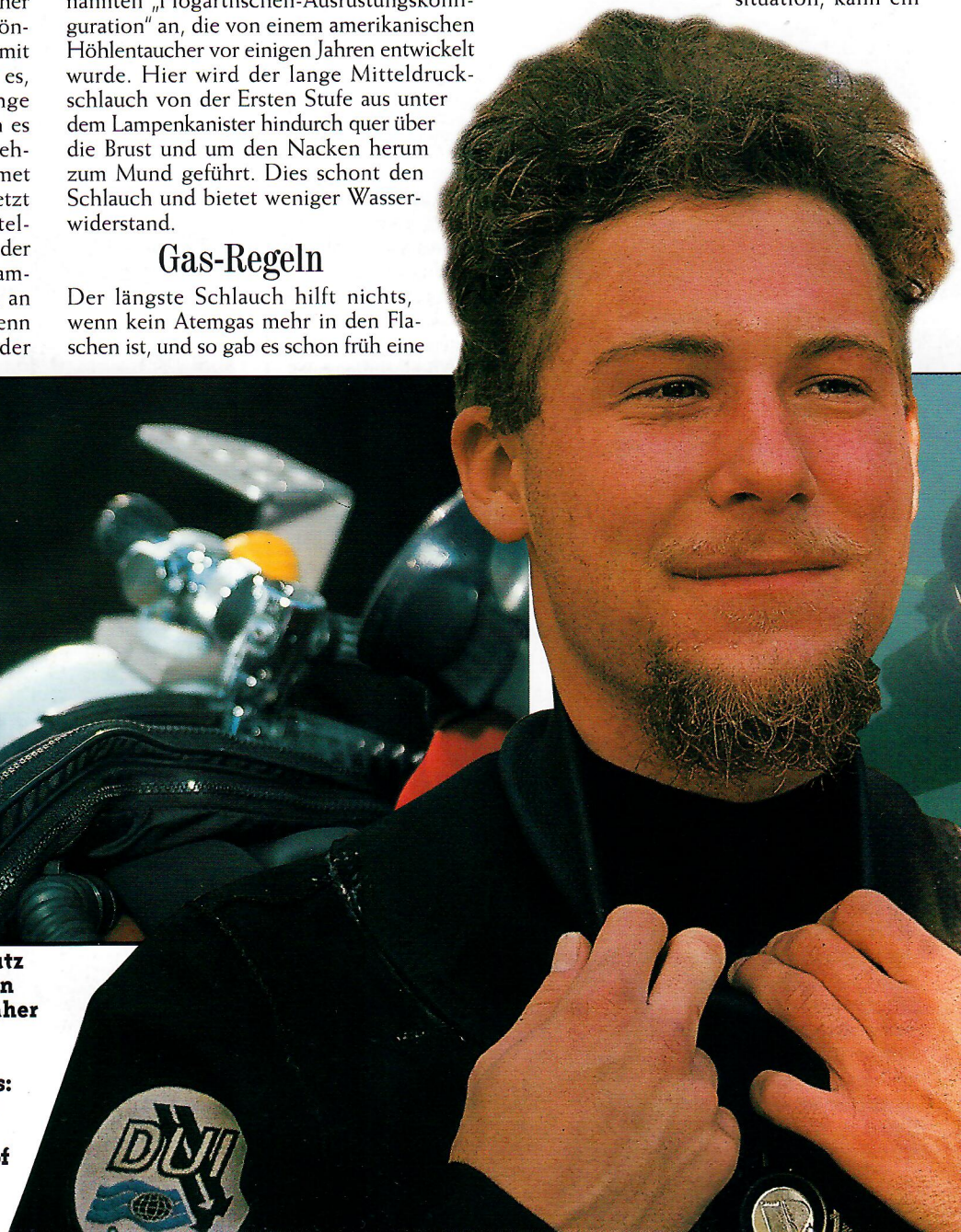
Der längste Schlauch hilft nichts, wenn kein Atemgas mehr in den Flaschen ist, und so gab es schon früh eine

spezifische Höhlenregel für die Gasreserve. Ein Drittel des Vorrats für den Hinweg, ein Drittel für den Rückweg und das letzte Drittel für den Tauchpartner beziehungsweise den Notfall. Berücksichtigt man die höhere Atemfrequenz in einer Streßsituation, kann ein



Die „Cobra-Guard“ verspricht Schutz gegen Anecken, behindert aber den Zugang zu den Ventilen und ist daher umstritten

Höhlentaucher schauen gern voraus: Zwei Manschetten aus Neopren und Latex helfen beim oftmaligen Schwimmen mit überstrecktem Kopf



Unterwelt



Davon gehören beim Höhlentauchen zwei ins Gepäck: verschiedene Reels

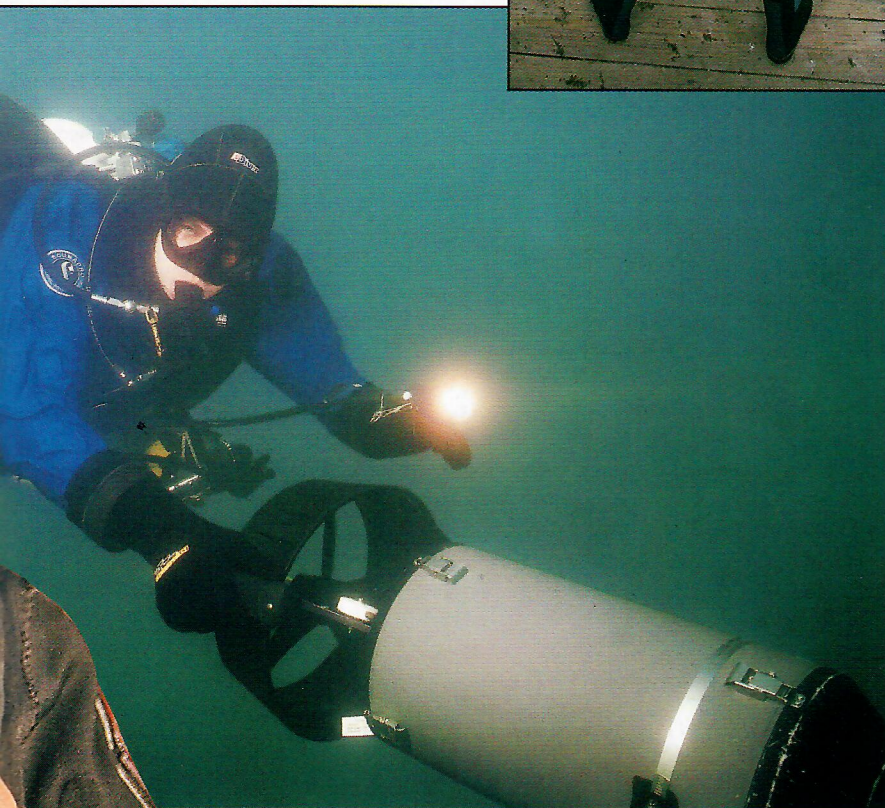
Doppelt gemoppelt: Höhlentaucher kennen keine Figurprobleme!



Drittel aber zu wenig sein. Manche Höhlentaucher bevorzugen darum ein Viertel für den Hinweg, ein weiteres Viertel für den Rückweg und die Hälfte der gesamten Gasmenge als Reserve für Notfälle. Werden Scooter verwendet, ohne daß für diese ein Backup zur Verfügung steht, muß noch konservativer gerechnet werden, denn beim Ausfall des Scooters muß der ganze Weg zurückgeschwommen werden, wenn einen der Tauchpartner nicht ziehen kann. Scooter sind also eminent wichtig bei der Errechnung des Gasvorrates. Doch gerade bei längeren Höhlenexpeditionen ist auch hier mindestens ein zweiter Scooter unverzichtbar.

Reels

Eine durchgehende Führungsleine, die von dem Ort, wo der Taucher sich befindet, bis zum Höhlenausgang (Freiwasser oder Ein-



Ob seiner Zuverlässigkeit berühmt und seines Preises berüchtigt: ein Gavin-Scooter

Fotos: T. Behrend (1), Archiv Comper (1), M. Almeling (1), K. Ansler (1), R. Wilhelm (1)

METALSUB

Metalsub Hi-Tech Tauchlampen, das bedeutet hochwertige Qualität und höchste Gebrauchsfreundlichkeit sowohl für Berufstaucher wie für ambitionierte Sporttaucher.

Unter Wasser wiegt die Kabellampe gerade einmal 10

Gramm. Das Gehäuse der Lampe besteht aus langlebigem Leichtmetall, das von einer besonders widerstandsfähigen Umman-

telung geschützt wird, die zusätzlich mit Teflon nach der amerikanischen Norm MIL-A-8625E type 3, class 3 imprägniert ist.



Die Akkumulatoren verfügen über einen Montagefuß, mit dem sie einfach und sicher mit Hilfe rostfreier Stahlschellen an eine Pressluftflasche geklemmt werden können.

Für andere Erfordernisse ist ein verschraubter Fuß erhältlich.

Divelights / Quick Release Systems



METALSUB

Infos: Tel. (in D) 0201/830 50 49
Internet: www.metalsub.nl

Engpässe: Sidemount-Konfiguration

Es gibt keine ideale Ausrüstung, die für jede Höhle tauglich wäre. Höhlen sind so unterschiedlich wie die Natur, die sie geschaffen hat. Während die großen weitläufigen Höhlen in Mexiko, auf dem Bahamas und auch in Teilen Europas jede Kombination zulassen, so gibt es auch Höhlen, die sehr eng und niedrig sind oder im Endbereich über derartige Ausläufer verfügen. Auch senkrechte Schächte in Höhlen können mitunter sehr eng sein. Nicht immer kommt man dann mit den Doppelflaschen auf dem Rücken weiter. Die sogenannte Sidemount-Konfiguration ist auf solche Situationen zugeschnitten. Gelegentlich findet sie auch in Wracks mit engen Passagen Anwendung.

Sidemounting

Das sogenannte „Sidemounting“ ist häufig sinnvoller als das Ablegen und Vorausschieben von Doppelflaschen in engen Passagen. Richtig Sinn macht das nur, wenn es sich um einige wenige Engstellen handelt.

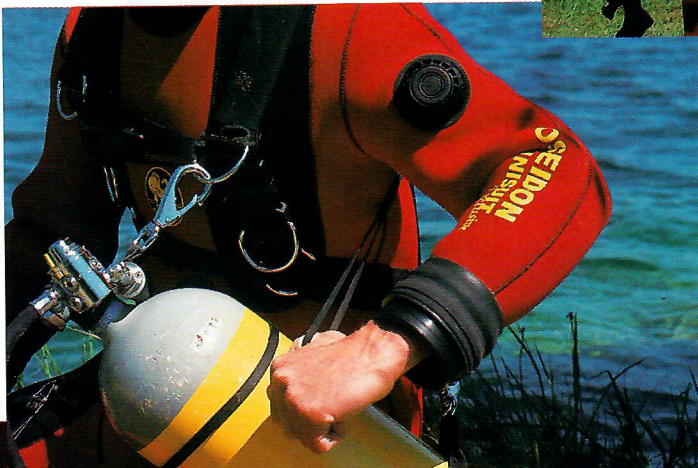
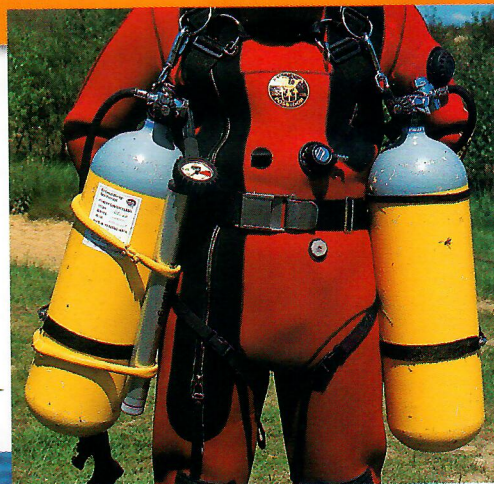
Nachteilig bei diesem System ist, daß es sich um eine sehr speziell-

weiter. Hierdurch wird sichergestellt, daß nicht beim Ausfall einer Flasche der gesamte restliche Atemgasvorrat verloren ist.

So wird's gemacht

Die Konfiguration unterscheidet sich erheblich von sogenannten Stage-Flaschen, auch wenn auf den ersten Blick vielleicht keine Unterschiede zu erkennen sind. Im Unterschied zu dem relativ losen Sitz von Stage-Flaschen liegen Sidemounts nämlich eng und fest am Körper an. Ein konventio-

Anders als bei normalen Stage-Tanks liegen die Flaschen bei der Sidemount-Konfiguration eng am Körper an. Das hilft in engen Passagen



Ein Gummiring über dem Rücken hilft, die Flaschen korrekt anzuordnen

Das Prinzip greift natürlich nur, wenn ein sogenannter Harness getragen wird, an dem die Flaschen hängen

Die Stromlinienform ist Trumpf, auch mit den voluminösen „Ballermannern“ an der Hüfte

nelles Stage-Flaschen-System würde in solchen engen Räumlichkeiten eher zu Problemen führen. Durch den niedrigeren Schwerpunkt der Flaschen ist es auch leichter, auf unebenem Grund längere Strecken zurückzulegen. Das ist beim Überwinden der trockeneren Höhlen-Passagen wichtig.

Das Setup der Flaschen ist zunächst ähnlich wie bei Stage-Flaschen. Einer der Befestigungshaken wird am Flaschenhals montiert, während der untere mittels einer Edelstahl-Schelle am unteren Ende der Flasche angebracht wird. Letzterer wird dann an einem D-Ring des Hüftgurts befestigt, während der obere Karabinerhaken am Schultergurt eingehängt wird. Mit einem kräftigen Gummi, der über dem Rücken verläuft, wird dann das Flaschenventil nahe an den Oberkörper des Taucher herangezogen, so daß es etwa im Bereich der Achselhöhle zu liegen kommt. Durch den elastischen Gummizug ist es möglich, die Flaschen etwas zu bewegen, wenn man zum Beispiel den Druck ablesen will oder das Ventil bedienen möchte.

Vorteile und Probleme

Neben dem flacheren Profil, das der Taucher bietet, sind Flaschen und Ventile bei der Sidemount-Konfiguration gut geschützt. Außerdem können die Ventile auch dann noch bedient werden, wenn der Taucher sich kaum noch bewegen kann und es ihm bei der Rückentrageweise nicht möglich wäre, ein Ventil zu schließen. Ein Problem beim Tauchen mit diesem System stellt der Auftriebskörper dar. Es wird häufig so eng, daß der Auftriebskörper an Vorsprüngen oder beim Umtauchen von Kanten hängenbleibt. Viele Taucher tarieren bei diesem System über den Trockentauchanzug. Eine weitere Alternative stellt das Verwenden eines Anzugs mit integrierten Weste dar, wie er etwa von Marlin angeboten wird.

le Konfigurationsmethode handelt, deren Anwendung erlernt werden muß. Neben der Konfiguration ist nämlich auch die Art, wie mit dem Gasvorrat umgegangen wird, eine andere. Bei den üblichen Doppelflaschen atmet der Taucher, wenn keine Stage-Flaschen verwendet werden – außer in Notfällen – immer aus einem Automaten. Hier werden aber zwei getrennte Gasvorräte verwendet. Sidemount-Flaschen werden darum in der gleichen Weise benutzt wie sogenannte „Independent Doubles“, das sind Doppelflaschen, die keine Verbindungsbrücke haben: Zunächst wird ein Teil aus der ersten Flasche veratmet, dann aus der zweiten, dann geht es wieder zur ersten und so



stieg) führt, ist eine Lebensversicherung. Wird von der Leine weggeschwommen, etwa wenn es sich um eine permanente Leine handelt, dann muß das eigene Reel an dieser befestigt werden, um wieder zu ihr zurückfinden zu können. Wird zwischen zwei fest verlegten Leinen gewechselt – das kann gerade in großen Höhlensystemen häufiger vorkommen – dann ist für diesen Sprung ein sogenanntes „Gap“-Reel zu verwenden, das bis zur Rückkehr zur ersten Leine für eine sichere Markierung des Wegs sorgt. Jeder Höhlentaucher muß also mindestens zwei Reels mitführen. Das ist ein Muß in Sachen Sicherheit. In einer von Sediment eingetrübten Höhle den Ausgang ertasten ist nahezu ausgeschlossen!

In Richtung des Ausgangs werden in regelmäßigen Abständen sogenannte Höhlenpfeile, meist drei bis fünf Zentimeter lange Dreiecke, in die Leine eingeflochten. Manche

Lampen sind in der Höhle unverzichtbar. Sie sind in mindestens dreifacher Ausführung mitzuschleppen. Denn ohne Licht schlägt's dem Taucher aufs Gemüt



Fotos: T. Behrend (4), R. Wilhelm (1), L. Hires (1)

Höhlentaucher markieren ihre Entfernung durch Knoten in der Leine. So weiß man auf dem Rückweg immer, wie weit es noch zum Ausgang ist. Mitunter ein ziemlich beruhigendes Gefühl ...

Lampen

Eine Hauptlampe und zwei (kleine) Lampen als Ersatz für den Notfall sind Standard. Denn in eine Höhle fällt überhaupt kein Licht. Das bedeutet, es herrscht absolute Dunkelheit! Mitten in der Nacht ist es im Wald, verglichen mit einer Höhle, hell. Und wer steht schon gern im Dunkeln, gerade in einer schönen Höhle? Die Lampen können ganz unterschiedlich gebaut sein. Vielfach findet man Akkucontainer, die fest an Gasflaschen angebracht sind. Nur der kleine Lampenkopf wird vom Taucher noch bewegt. Klar, daß das enorme Vorteile in Sachen Handlichkeit hat. Doch egal, wo der oder die Akkus angebracht sind, sie müssen vor allem leistungsfähig sein, damit's dem Taucher nicht schwarz vor Augen wird.



Eine Höhlenlampe mit Akkucontainer und dem sogenannten Goodman-Griff, mit dem die Hand weiterhin voll einsatzbereit ist



Hohe Luftlieferleistung und absolute Zuverlässigkeit zeichnen unsere Atemregler aus. Eine neue membran-gesteuerte balancierte erste Stufe mit trockenem Anti-freezing-Kit und zwei neue zweite Stufen runden unser Konzept ab.

Mit SEAWAY-Atemreglern erhalten Sie Sicherheit und genießen hohen Atemkomfort.

Seaway
Germany

Weitere Informationen bei
Ihrem SEAWAY-Händler.

Am Bildstock 5 · D-88085 Langenargen
Fon 0 75 43/91 23 08 · Fax 91 23 10
E-Mail seaway@t-online.de

Ausrüstung Wrack

Wracksause

Wracktaucher erkennt man daran, daß sie ihren Werkzeugkasten mit unter Wasser nehmen. Üble Nachrede?

Nicht immer, aber die wichtigsten Erkennungszeichen, Reel und Hebesack, sind trotzdem leicht zu erkennen

Stabiler geht's kaum noch: ein „OMS“ ist bei Wracktauchern besonders beliebt



Jede Tauchdisziplin verlangt nach einer anderen Ausrüstungskonfiguration. Das Wracktauchen macht hier keine Ausnahme. Für manche Wracktaucher gehören Werkzeuge in der Tat zur Tauchausrüstung. Der „Werkzeugkasten“ beschränkt sich aber meist auf Brecheisen und Hammer, und nicht jeder Taucher verfällt in blinde Sammelwut und greift auch noch das letzte vorhandene Bullauge für die Hausbar ab. Viel eher charakterisiert aber die Kombination aus Reel und Hebesack die Zunft der Wracktaucher. Wobei der Hebesack besser als Dekoboje zu bezeichnen ist, denn es geht hier nicht um das Heben schwerer Fundstücke ...

Reel und Hebesack

Für sich genommen ist das Reel als Führungsleine ein sehr wichtiger Bestandteil der Wracktauchausrüstung. Es findet als einfache Führungsleine bei Außentauchgängen an großen Wracks Anwendung, aber auch – genau wie im Höhlentauchen – als „Ariadnefaden“ bei sogenannten Wrackpenetrationen, also dem Eindringen in das Innere seiner Struktur. Damit die Nylonleine des Reels aber auch wirklich den Rückweg aus dem durchaus höhlenähnlichen Labyrinth sichert, lassen



Wracktauchen in der Nordsee: Kälte, Seegang und enge Verhältnisse an Bord sind typische Begleiter der wagemutigen Wracktaucher



Für Höhle und Wrack gleichermaßen geeignet: Der flache Akkukörper der Metalsub-Lampe sorgt für schlanke Taucher. Das ist wichtig bei engen Durchlässen



Keine ideale Position für Reel und Hebesack: So kommt man während des Tauchgangs schlecht an die lebensnotwendige Ausrüstung heran

Wracktaucher beim Verlegen der Leine besondere Vorsicht walten. Denn ganz leicht kann ein scharfes Metallstück der Wrackstruktur die Reel-Leine durchtrennen.

In Verbindung mit dem Hebesack ist es aber auch möglich, das Reel als Dekostation für Notfälle zu verwenden. Normalerweise erfolgt der Wiederaufstieg beim Wracktauchen entweder an der Ankerleine oder an einer

speziell dafür ausgeworfenen bleibeschwerten Sicherheitsleine. Nicht immer aber ist das möglich. Entweder findet ein Taucher nicht mehr zu dem Punkt zurück, wo Anker oder Leine befestigt sind, oder die Strömung ist stärker als erwartet und verhindert ein Zurückschwimmen. Mitunter wird diese Möglichkeit der Dekompression gleich freiwillig gewählt. Etwa, wenn es bei extremen Strömungen zu anstren-

Fotos: K. Amsler (2), Archiv tauchen (3)

gend ist, sich während der Dekompression am Ankerseil festzuhalten. In all diesen Fällen ist ein Hebesack ein großartiges Mittel, um sicher zur Oberfläche zurückzukommen. Auch das Tauchboot weiß durch Hebesack oder Dekoboje immer, wo der Taucher sich gerade befindet und kann ihn nach Ende der Deko wieder aufnehmen. Halt halt, noch fehlt noch einiges, um als Wracktaucher baden zu gehen:

Stark und robust

Anders als beim Rifftauchen wird bei Wrackpenetrationen mit Kontakt gerechnet. Robuste Ausrüstung ist darum gefragt. Knieschoner sind hier nur dann verpönt, wenn sie nicht haltbar genug sind. Mittel- und Hochdruckschläuche können durch Überzüge wie etwa Techflex aus dem Spezial-Tauchshop recht wirksam geschützt werden. Auch der Tauchanzug, vor allem der Trockis, sollte eine sehr robuste Nylonkaschierung haben. Einige Hersteller bieten schon Anzüge mit Kevlar-Verstärkungen an neuralgischen Punkten des Anzugs an.

Auftrieb

Die Anforderung an das Wing sind bei



Perfekte Ausrüstungsanordnung eines Tekkies: Alles liegt eng am Taucher an

Wracktauchern etwas anders als etwa bei Höhlentauchern. Auf die zweite Auftriebsblase sollte nicht verzichtet werden, denn es ist beim Wracktauchen gar nicht unwahrscheinlich, daß die Hauptblase beschädigt wird. Zwar kann auch der Trockentauchanzug als Backup

dienen, aber bei sehr schwerer Ausrüstung kann oft die Halsmanschette dem Druck der Luft im Anzuginnern nicht mehr standhalten. Auch im Wracktauchen setzen sich – wie schon länger im Höhlentauchen – zwar immer mehr die leichteren Alufaschinen durch, doch ist die Ausrüstung trotzdem wirklich schwer und nur mit dem Anzug schlecht zu tarieren.

Kleinkram

Zwei Messer oder Scheren, die möglichst so angebracht sein sollten, daß sie mit einer Hand bedient werden können, ermöglichen im Notfall ein rasches Freischneiden. Wracks sind auch Hindernisse, in denen sich Fischernetze verfangen können, die dann wiederum für den Taucher gefährlich werden. So kommt der redundanten Ausführung ein hoher Sicherheitsfaktor zu. Wichtig ist hier die leichte Zugänglichkeit auch in eingegengten Umgebungsverhältnissen, was zum Teil eine Verteilungsfrage ist. So kann ein Messer am Bein, das andere am Jacket oder Arm angebracht sein. Viele Taucher haben auch ein kleines Hakenmesser hinter dem Kopf am Maskenband befestigt.

Beim Eindringen in Wracks ist auf eine ausreichende Anzahl von Lampen zu achten: eine starke Primärlampe und zwei Reservelampen, von denen eine eingeschaltet sein sollte, um bei Ausfall der Primärlampe den Taucher nicht „im Dunkeln“ zu lassen, sollten Standard sein. ○

Für die schönste Zeit des Jahres

KompTec bietet ein umfassendes Komplett-Angebot rund ums Tauchen, zum Beispiel:

Zum Gase mischen:

- transportable Mischgasanlagen
- transportable Mischgaskoffer
- stationäre Mischgasanlagen

Kompressoren:

- tragbar
- transportabel
- stationär
- Großanlagen

Unsere MenoX 2000 Nitrox Membran

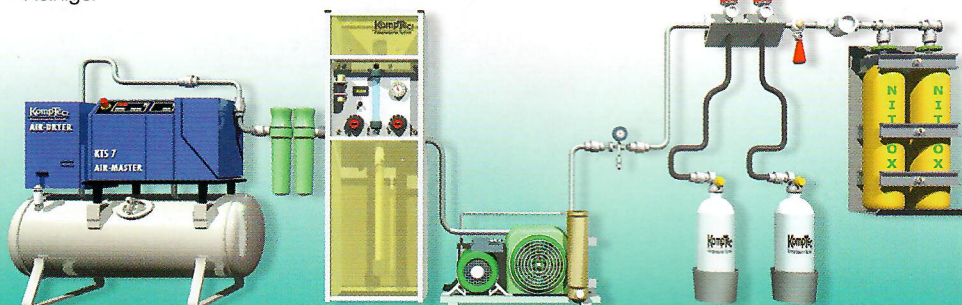


Mischgasausrüstungen:

- Filter
- Adapter
- Sauerstoffmeßgeräte
- Manometer
- Umfüllschläuche
- Sauerstoffgleitmittel
- Reiniger

Seminare:

- Gase mischen Grundlagen
- Gase mischen Techniker
- Kompressoren Grundlagen
- Kompressoren Techniker



Schematisierte Darstellung einer typischen NITROX-Produktionsanlage mit dem MENOX 2000 als zentrale Nitrox-Membran-Einheit

Infotelefon:

0 69 - 89 90 67 17

E-mail:

info@KompTec.de

Homepage:

www.KompTec.de

KompTec

Kompressoren Technik

Dieselstraße 38-40

63071 Offenbach am Main

Fax: +49 (0) 69 - 89 90 67 18

Homepage: <http://www.KompTec.de>

E-mail: info@KompTec.de

Rein und raus

Gerade Technische Taucher sollten auf ihren Flüssigkeitshaushalt achten, denn das trockene Atemgas trocknet den Körper aus. Zusätzlich schwitzen Taucher während ihres Einsatzes. Durch das trockene Tauergeras (Luft oder Argon) wird die Feuchtigkeit zwar gut abgeführt – wir fühlen uns nicht naß – aber das ändert nichts daran, daß wir permanent Körperflüssigkeit verlieren. Also muß getrunken werden.

Nach Möglichkeit viel und vor allem während der Deko-Phase. Aber haben Sie schon mal unter Wasser aus einer Flasche getrunken? Das ist gar nicht so leicht. An Land wird die Flüssigkeit in der Flasche durch Luft ersetzt, sonst würde ein Unterdruck entstehen und die Flasche festgesaugt. Das kennt jeder. Was passiert aber im Wasser? Auch hier muß Luft oder Wasser in die Flasche. Wasser scheidet aus, denn ein Iso-Drink gemixt mit Salzwasser ist geschmacklich nicht der Hit. Wie aber Luft in die Flasche pusten und gleichzeitig daraus trinken?

Wenn Kondome umgebaut werden und erwachsene Männer lustige Spielchen mit Windeln anfangen, dann sind entweder Fetischisten oder Tech Diver mit Ernst bei der Sache

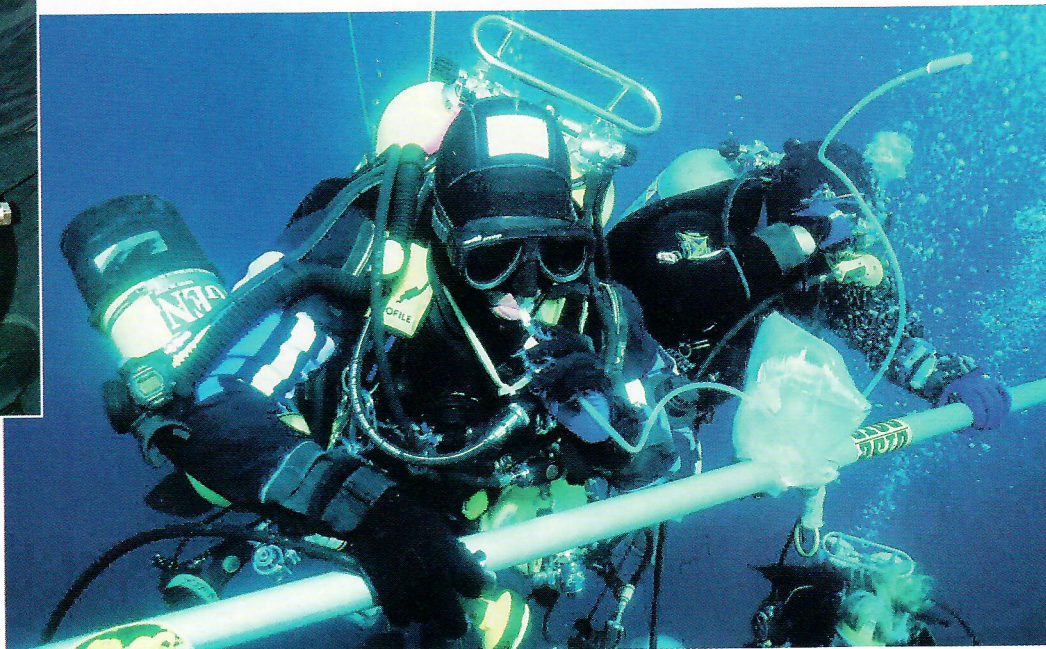


Sieht das nicht komisch aus? Aquacorps-Chef Michael Menduno und seine Crew in Windeln. Der Autor dieser Zeilen sieht von ähnlichen Fotos ab



Delikate Körperteile im gottlob nicht harten Einsatz: Penis mit Pinkelventil

Korken werden nicht gezogen, dafür aber Plastiktüten gequetscht: Deko-Trink-Pause





Wer jemals im Trockentauchanzug unterwegs war und Dringendes zu erledigen hatte, weiß diesen Zipper zu schätzen



Wenn es mal nicht in die Hose gehen soll: ein „urine overboard dump valve“ in der Demonstration

Das ist fast so, als wenn man an Land den Flaschenhals mit den Lippen völlig umschließt und dann versucht, einen Tropfen zu erwischen. Wirklich nicht sehr praktisch.

Also verwendet man unter Wasser Beutel mit Flüssigkeit. Die kann man nämlich zusammendrücken, ähnlich wie die sogenannten „Camel-Backs“, die Radfahrer und Outdoor-Fans verwenden. Automaten aus dem Mund, Flüssigkeit eingesaugt, Automat in den Mund, schlucken – und dann Luft holen.

Wer eine Vollgesichtsmaske sein Eigen nennt, der hat oft einen zusätzlichen Komfort. Denn für manche von ihnen gibt es Adapter, die den Trinkschlauch mit der Maske verbinden. Wer in kaltem Wasser taucht, wird nämlich nicht für jeden Schluck die Maske abnehmen wollen. Trinken ist also kein Problem.

Ähm ... aber wer viel trinkt, der muß auch viel „müssen“. So einfach wird man das Zuviel an Nass unter Wasser jetzt aber nicht los – zumindest nicht im Trockentauchanzug. Da heißt es zappeln oder rot werden. Es sei denn, man hat vorgesorgt.

Die Tekkies früherer Jahre behal-

fen sich mit Windeln. Nein, das war nicht eng! Es gibt nämlich große Windeln für inkontinente Erwachsene, also die armen Zeitgenossen, die ihren Urin nicht mehr halten können.

Angenehm war das natürlich nicht, auch wenn die hübschen Babies in der Windel-Werbung immer fröhlich gurren und gackern. Schließlich sind Tech Diver eigentlich ganz harte Jungs. Wie sieht denn das aus, wenn man verschämt zum Windelwechseln an die Oberfläche kommt?

Irgendwann kam dann mal jemand auf die Idee, daß es auch Inkontinenz-Kondome gibt. Die werden wie ein Kondom über den Penis gezogen, haben aber oben eine Öffnung, sind also weder zur Verhütung noch für Safer-Sex geeignet (dieser Hinweis nur, um Schadensersatzklagen gegen den Verlag und die Autoren zu vermeiden!).

An diese Öffnung wird ein Schlauch angeschlossen, der zu einem Plastiksack führt, der am Oberschenkel zu befestigen ist. Manche Kampfrinker legen so etwas vor dem Kneipenbesuch an, um den begehrten Tresenplatz nicht zu verlieren. Für bewegungsfreudige Menschen, die sich öfter begeistert auf den Oberschenkel schlagen, ist diese Variante übrigens nicht geeignet – die Folgen liegen dann sozusagen auf der Hand.

Auch beim Tauchen gab es hier öfter Probleme, und es wurde nass und an Land dann übelriechend. Irgendwann kam dann ein US-Hersteller auf die Idee, ein „urine overboard dump valve“ (Englisch ist doch eine tolle Sprache!) zu entwickeln. Hier wurde der Urin aus dem Trockentauchanzug („overboard“) abgeleitet („dump“). Dazu war eine wasserdichte Durchführung („valve“) nötig, die fest im Anzug installiert wurde – eine Art Auslaßventil.

Seitdem können Militär- und Tech-Taucher fröhlich vor sich hinpinkeln.

blue point TAUCHTECHNIK®

Trockentauchhandschuhe



- Einfache Montage
- Nie wieder kalte Hände
- Kein Schneiden oder Kleben
- Problemloses An- und Ausziehen

ab **189** DM

Das blue point System bietet viele Vorteile:

- Die Ringe sind aus ABS, einem besonders schlagfesten und äußerst witterungsbeständigen Kunststoff.
- Die Trockentauchhandschuhe können ohne schneiden und kleben (nur mit O-Ringen) an allen bekannten Trockentauchanzügen montiert werden, unabhängig davon, welchen Armabschluß (Manschetten oder Ringe) der jeweilige Anzug hat.
- Durch Benutzung eines großen O-Ringes ist das Schließsystem gegen Verschmutzungen beinahe unanfällig.
- Das Schließsystem ist zweifach gesichert: Zum Einen rastet der O-Ring in die Nut des Anzugringes ein und dichtet somit mechanisch und zum Zweiten bildet sich unter dem O-Ring bei zunehmender Tauchtiefe ein Unterdruck, der zu einer zusätzlichen physikalischen Dichtung führt, die ein versehentliches Öffnen unter Wasser so gut wie ausschließt.
- Die Handschuhe lassen sich problemlos am Handschuhring austauschen und sind je nach Armlänge verstellbar.
- Jedes Teil des Systems kann nachbestellt werden.

Ab sofort auch im gut sortierten Fachhandel erhältlich.



+ 49 - (0) 89 - 699 03 87

+ 49 - (0) 89 - 690 33 87

blue point TAUCHTECHNIK®

Rotbuchenstraße 48



Ausrüstung

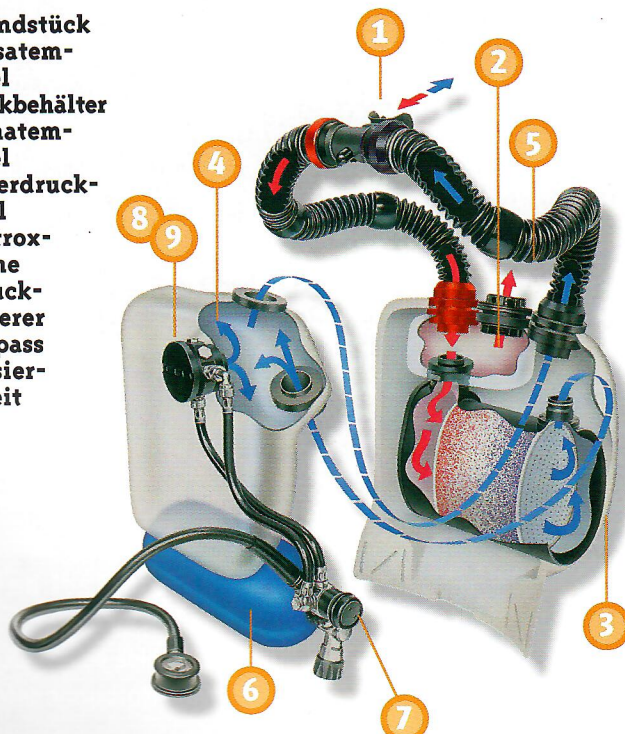
Für diese so harmlos wirkenden Herren sind Luftblasen tödlich, wenn sie ihrer Arbeit nachgehen und nicht, wie hier, üben. Daher lieben Minentaucher Kreislaufgeräte

Wundertüten?

Innenansicht: Geheimnis gelüftet

Beim Dräger Dolphin wird mit zwei Atembeuteln gearbeitet: In den einen (2) fließt das ausgeatmete Gas, um dann durch die weitere Ausatmung durch den Atemkalkbehälter (3) in den Einatembeutel gedrückt zu werden. Dabei entsteht durch die Zuführung von Gas aus der Flasche über den Bypass (8) ein Überdruck im System. Wie der Name vermuten läßt, sorgt das Überdruckventil (5) für Ausgleich. Durch seine Position im Ausatembeutel wird kohlendioxidreiches Gas an die Umgebung abgegeben, das schont den Atemkalk. Zudem reduzieren die zwei Atembeutel den Atemwiderstand.

1. Mundstück
2. Ausatembeutel
3. Kalkbehälter
4. Einatembeutel
5. Überdruckventil
6. Nitroxflasche
7. Druckminderer
8. Bypass
9. Dosiereinheit



Militärs mögen Kreislaufgeräte, weil sie leise sind und kaum Blasen abgeben. Das ist wichtig, wenn man sich Unterwasser-Minen oder feindlichen Schiffen nähert. Tekkies dagegen wollen keine Pirsch an den Feind, sie wollen Schonung für den Geldbeutel

Der Nachteil von Helium-Mischungen liegt in den hohen Kosten dieser Gase. So kostet ein Trimix-Tauchgang auf 100 Meter locker 250 Mark nur für das Helium. Bei Verwendung einer halbgeschlossenen Einheit, wie etwa dem „Halcyon“, liegen die Kosten nur bei etwa einem Viertel, also 75 Mark. Mit einem geschlossenen Kreislaufgerät fallen sie auf einen Bruchteil, man kann den oben erwähnten Tauchgang also buchstäblich „für ein paar Mark“ durchführen. Eine einfache Rechnung: Das Gesamtvolumen des Gerätes (Atembeutel, Schläuche und Kalkbehälter) beträgt etwa elf Liter. Das muß an der Ober-

fläche dreimal vollständig mit dem Atemgas (Heliox) ausgespült werden, um den Reststickstoff zu entfernen, macht also etwa 33 Liter Helium. Bei einem Umgebungsdruck von 11 bar in 100 Meter Tiefe erhöht sich das Gasvolumen im Gerät auf 121 Normalliter (also Liter unter Oberflächendruck). Daraus resultiert eine Gesamtmenge von 154 Litern, die bei diesem Tauchgang verbraucht werden. Warum nicht mehr? Ganz einfach: Das Helium wird nämlich erst beim Aufstieg aus dem Kreislauf abgegeben. Ein Liter Helium kostet je nach Quelle bis zu zehn Pfennig. Macht unterm Strich etwa 15 Mark Gaskosten. Damit amortisiert sich der hohe Anschaffungspreis und die nicht geringen laufenden Kosten für



HighTech, den sogar die Fische mögen: Durch die fehlenden Blasen kommt man dichter an sie heran

Oben: Das Cora von Airway ist eine Neuentwicklung, die zum erst einmal auf der boot 2000 vorgestellt wurde

Sensoren und Atemkalk dieser Geräte relativ schnell.

Die Technologie im Detail

Das einfachste Kreislaufgerät ist eine Plastiktüte. Sie dichten die Öffnung um Ihren Mund herum ab und atmen. Viel mehr als zwei bis drei Atemzüge können Sie aber nicht nehmen, dann wäre der Sauerstoff verbraucht. Würden Sie jetzt den Sauerstoff der Plastiktüte über einen dünnen Schlauch zuführen, könnten Sie munter weiteratmen. Bald würden Sie aber Erstickungsgefühle bekommen, denn der Körper wandelt Sauerstoff bei der Atmung in Kohlendioxid (CO_2) um, und zwar etwa in der gleichen Menge, in der Sauerstoff



Dr. Max Hahn im Einsatz: Er benutzt ein Buddy Inspiration

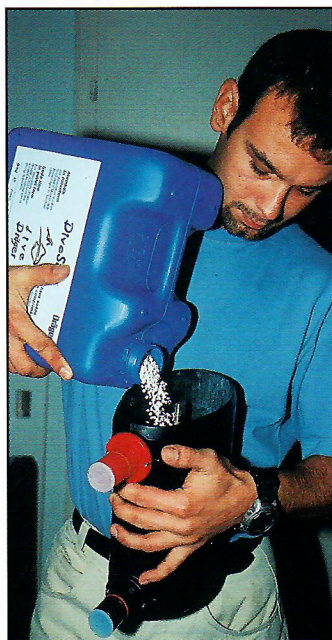
Fotos: K. Amsler (1), Archiv Horn (1), A. Hilsenbeck (1), F. Böhm (OSTA 1992)

vom Körper verbraucht wird. Ein Überangebot von CO_2 führt rasch zu einem Entgleisen der Atmung, Erstickungsgefühlen und schließlich zu Bewußtlosigkeit und Tod. Also weg damit. Und wie? Ganz einfach: Sie füllen zwei Hände voll Atemkalk in die Plastiktüte. Der Atemkalk bindet nämlich das CO_2 und der zuströmende Sauerstoff ersetzt, wenn er richtig dosiert ist, den verbrauchten.

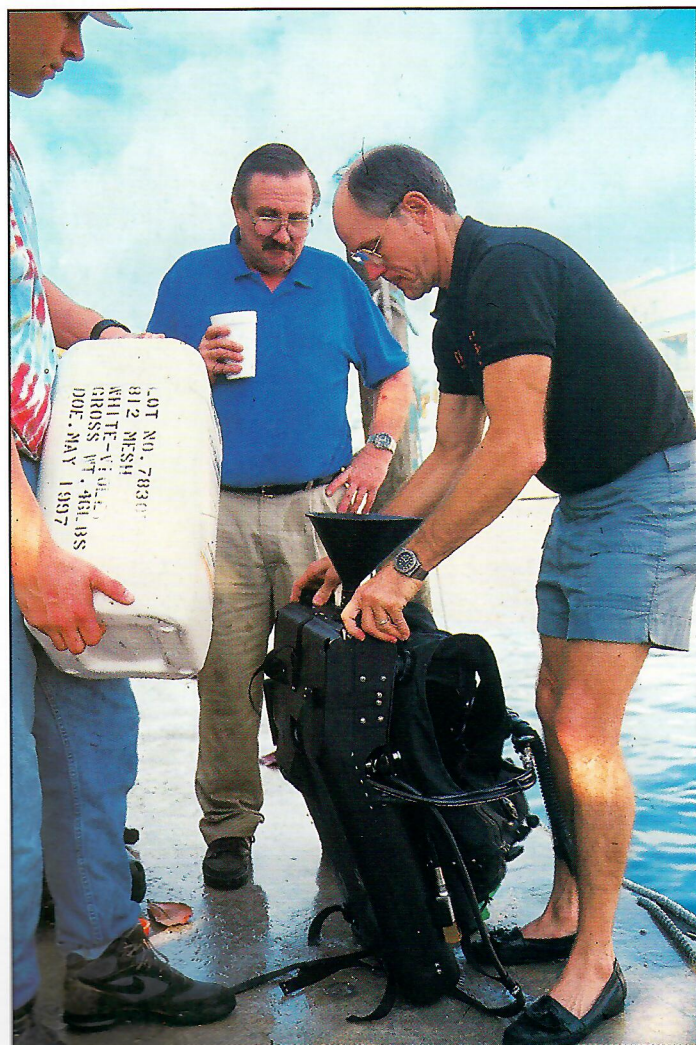
Tja, so einfach ist das mit den Kreislaufgeräten ...

Feinheiten

Bei den ersten Sauerstoffkreislaufgeräten, die nur einen Schlauch hatten, galt das oben geschilderte Prinzip. Nur lag der Atemkalk hier nicht in der Tüte, sondern befand sich in einem Behälter, dem sogenannten Atemkalkkanister. Die Tüte würde im übrigen auch bald



So wird Atemkalk abgefüllt: Wichtig ist, daß die Körnung stimmt, denn sie hat Einfluß auf den Atemwiderstand



Das „BMD“ (Vorgänger vom Halcyon) hat keinen herausnehmbaren Atemkalkbehälter, hier wird direkt befüllt

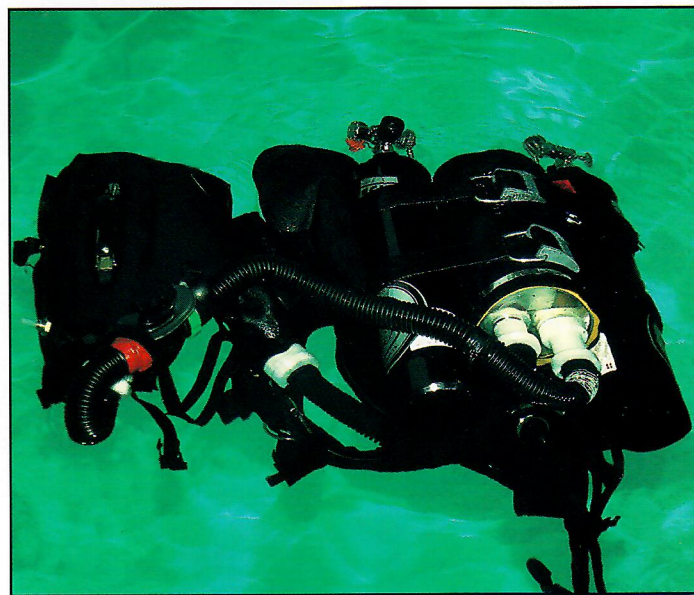
löchrig werden, denn Atemkalk entfaltet ätzende Qualitäten, sobald er richtig feucht wird. Und dafür sorgt die Atemluft, die an der Innenseite der Super-Tüte kondensiert.

Bei einem richtigen Kreislaufgerät gibt es daher sogenannte Wasserfallen, die das Kondensat und eventuell eindringende kleinere Mengen Wasser aufnehmen und so unschädlich machen. Etwas Feuchtigkeit schadet nicht, die benötigt der Atemkalk sogar, um zu funktionieren.

Der Atemkalkbehälter sieht aus wie eine Dose mit zwei kleinen Öffnungen. Aber lassen Sie sich nicht täuschen, es stecken eine ganze Menge Ingenieurs-Stunden dahinter. Durch die eine Öffnung geht die CO_2 -angereicherte Ausatemluft hinein, um mit stark reduziertem CO_2 -Anteil auf der anderen Seite wieder herauszukommen. Damit das auch wirklich so funktioniert, muß der Gasstrom so geleitet werden, daß er mit einer möglichst großen Oberfläche des Atemkalks in Kontakt kommt, ohne daß der Atemwiderstand zu stark ansteigt. Das wird über Form, Größe und innere Beschaffenheit des Atemkalkbehälters sowie über den Durchmesser seiner Öffnungen gesteuert. Das ist eigentlich logisch, denn durch einen engen Strohhalm atmet es sich auch nicht so gut wie durch einen Schnorchel. Das gleiche Prinzip gilt auch für alle anderen Teile des Gerätes, wie

etwa Atemschläuche, die Verbindungen der Atemschläuche mit dem Mundstück, und so weiter. Hier muß ein ausreichend großer Durchmesser gewählt werden. Zu groß darf er aber auch nicht sein, denn dann haben die Schläuche im Wasser zu viel Auftrieb und es können Verwirbelungen entstehen, die den Atemwiderstand ihrerseits erhöhen. Noch etwas muß berücksichtigt werden: Form und Position des Atembeutels. Diese Details beeinflussen den Atemwiderstand erheblich. Eine Position auf dem Rücken, und zwar möglichst weit oben, hat sich bewährt, ebenso eine Konstruktion, bei der zwei Atembeutel Anwendung finden, die über die Schultern nach vorne verlaufen. Schwierig zu verstehen? Die Feinheiten sind tatsächlich knifflige Ingenieurskunst. Trösten Sie sich, es gibt sogar den einen oder anderen Hersteller, der das auch nicht begreift.

Zurück zur Plastiktüte. Da gibt es noch ein kleines Problem: Als Sie ausgeatmet haben, kam Stickstoff (79 Prozent der Atemluft) in die Tüte. Der geht nicht mehr raus, wenn Sie nicht „spülen“, also einatmen, durch die Nase ausatmen und ganz schnell Sauerstoff aus dem kleinen Schlauch nachfließen lassen. Jetzt atmen Sie wieder aus der Tüte und haben ein Sauerstoff-Kreislaufgerät. Damit können Sie aber nicht tief tauchen, denn mit Sauerstoff sind nur ganz geringe Tauchtiefen möglich. Also



Das „Prism“ von 1994 ist eine halbgeschlossene Einheit, bei der der Atembeutel vor der Brust des Tauchers liegt



Schön verpackt, gut designt – das ganz neue Mares „Azimuth“ soll den Tech-Markt aufrollen

sollte man lieber Nitrox oder Luft verwenden! Oder gar Heliox? Aber dann läßt man besser einen richtigen Ingenieur an die Konstruktion. Der nimmt dann nämlich etwas Besseres als eine Plastiktüte, zum Beispiel ein halbgeschlossenes oder vielleicht sogar ein geschlossenes, selbstmischendes Kreislaufgerät.

Halbgeschlossene Geräte

Hier wird das Atemgas dem Atembeutel über eine Düse in einer bestimmten Menge ununterbrochen zugeführt. Man nennt das eine Konstantdosierung. Dadurch entsteht natürlich bald ein erhöhter Druck im Gerät, der durch ein Überdruckventil (ähnlich dem eines Trockentauchanzugs) an das Umgebungswasser abgegeben wird. Darum sind halbgeschlossenen Geräte auch nicht blasenfrei, wohl aber blasenarm. Die oben erwähnte Dosierung ist so gewählt, daß ein Taucher nicht zu wenig Sauerstoff

zur Verfügung hat. Beispiele für diese Geräte sind das „Dräger Dolphin“ und das „Dräger Ray“ sowie das „Mares Azimuth“. Es gibt ein anderes Konstruktionsprinzip für halbgeschlossene Geräte, bei dem durch einen Blasebalg-Mechanismus eine unvorhergesehene Mehrarbeit unter Wasser beziehungsweise ein höherer Sauerstoffverbrauch kompensiert wird. Hierbei wird bei jedem Atemzug eine bestimmte Menge des Atemgases nach außen abgegeben und durch frisches Gas ersetzt. Die Zufuhr des Atemgases erfolgt also bedarfsgesteuert und nicht konstant. Dieser Mechanismus findet beim „Brownie's Halcyon“ sowie beim „Airway Cora“ Anwendung.

Geschlossene Kreislaufgeräte

Das besondere Kennzeichen von geschlossenen Kreislaufgeräten ist, daß es sich (mit Ausnahme von Sauerstoffkreislaufgeräten) um selbstmischende Einheiten han-

delt, die unabhängig von der Tauchtiefe einen konstanten Sauerstoff-Partialdruck gewährleisten. Das Grundprinzip hierbei ist, daß drei Sauerstoff-Sensoren den eingestellten Sauerstoff-Partialdruck überwachen und je nach Bedarf über eine Computersteuerung entweder das Magnetventil der Sauerstoff-Flasche oder das der Flasche mit dem Verdünnungsgas (Luft, Nitrox oder Heliox) so lange öffnen, bis der Sauerstoff-Partialdruck den eingestellten Wert erreicht hat. Einfachere Geräte (etwa das „Bio-Marine MK 15“) arbeiten mit einer elektronischen Steuerung des Magnetventils der Sauerstoff-Flasche, während das Ventil der Flasche mit dem Verdünnungsgas manuell bedient wird. Hochentwickelte Geräte, wie das „Buddy Inspiration“, das „Cis-Lunar MK 5“ oder das „Prism Topaz“ verfügen über beide Möglichkeiten. Allen Geräten ist

gemein, daß sie auch rein manuell bedient werden können, falls Computer und Elektronik ausfallen. Dann orientiert sich der Taucher anhand des Sensor-Displays über den aktuellen Sauerstoff-Partialdruck und führt entsprechend Sauerstoff oder Verdünnungsgas per Knopfdruck zu.

Vor- und Nachteile

Beide der oben genannten Systeme haben Vor- und Nachteile. In erster Linie entscheidet der Einsatzzweck über den Nutzen des jeweiligen Systems. Pauschal zu sagen, eines der Systeme sei dem anderen überlegen, ist sicher nicht richtig. Außerdem gibt es erhebliche Preisunterschiede, sowohl in der Anschaffung wie auch in der Wartung. Bevor Sie nämlich einen 15-Mark-Tauchgang auf 100 Meter machen können, müssen Sie kräftig investieren und ziemlich viel über das Gerät lernen ...



ANDI-Präsident Ed Betts mit einem neuen Prototyp des geschlossenen „Frog“-Kreislaufgerätes (Baukastensystem) ○



Ausrüstung Militär

**Immer noch ein
Gütesiegel der
militärischen
HighTech-Welt:
Kampfschwimmer-
abzeichen**

Sie kommen unbemerkt, und sie gehen, ohne Spuren zu hinterlassen. Eigentlich könnten Kampfschwimmer die idealen Tauchtouristen sein. Nur sind sie nicht zum Vergnügen da, sondern, um einen Strand für die Landung anderer, lauterer Einheiten zu vermessen oder eine Hafenanlage auszukundschaften. Und mitunter hinterlassen sie auch eine Sprengladung statt harter Währung.

Aufgaben

Wann immer militärische Operationen einen Unterwassereinsatz verlangen, werden Elitesoldaten eingesetzt, die als Kampfschwimmer ausgebildet sind. Dabei handelt es sich nicht ausschließlich um Marineangehörige, denn fast alle Sondereinheiten in Armee und Luftwaffe haben Mitglieder, die eine solche taktische Tauchausbildung durchlaufen haben. Ihre Vorgänger sind die italienischen Torpedoreiter des Ersten und die britischen, deutschen und italienischen Kampfschwimmer des Zweiten Weltkriegs. Die deutschen, englischen und amerikanischen Kriegsmarinen zogen nach, und eine neue Waffengattung war geboren. Schnell entwickelten sie sich dank ihrer vielfältigen Aufgaben auch ausserhalb des Wassers zu Eliteeinheiten, den sogenannten triphibischen Einheiten, wie es in dem Namen eines der bekanntesten amerikanischen Teams zum Ausdruck kommt: Sea, Air, Land (SEAL).

Eine zentrale Aufgabe dieser Taucher ist das Infiltrieren feindlicher Einrichtungen, etwa von Häfen, um dort vitale Einrichtungen wie etwa Schiffe oder Hafenanlagen zu ver-

Schatten-

Wie operieren Spezialeinheiten? Wie führen sie die militärischen Einsätze durch, für deren Gelingen Sauerstoff-Kreislaufgeräte oft entscheidend sind?

messen oder zu zerstören. Diese Aufgaben verlangen eine besondere Ausrüstung, die es ihnen ermöglicht, sich unbemerkt unter Wasser zu bewegen.

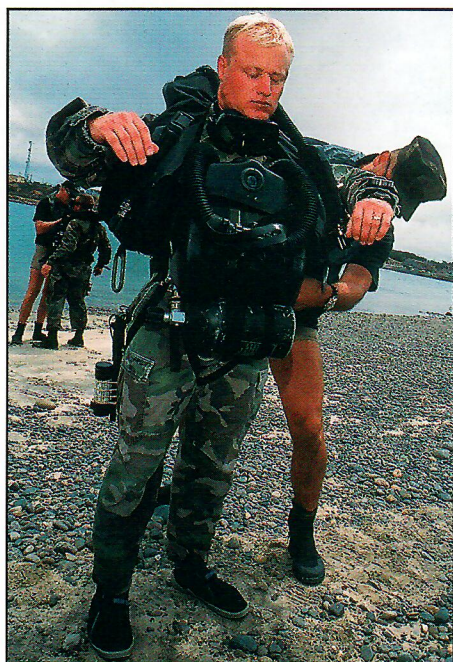
Taucheinsatz

Bestandteil der Ausbildung ist das Training an Kreislaufgeräten, also Atemgeräten, die die Anwesenheit des Tauchers nicht durch verräterische Blasen preisgeben. Kampfschwimmer müssen aber zweigleisig fahren und eine Ausbildung mit offenem wie geschlossenem System absolvieren. Denn auch offene Systeme finden hier Anwendung, etwa während langer Fahrten mit den kleinen Transportsystemen, die von den SEALs als SDV (swimmer delivery vehicle oder Schwimmer-Verbringungs-Fahrzeug) und von den Deutschen Kampfschwimmern als KS-

SH (Kampfschwimmer-Schwimmhilfe) bezeichnet werden. Sie dienen dazu, den Kampfschwimmer unter Wasser ermüdungsfrei über zehn, zwanzig oder mehr Kilometer in das Operationsgebiet hineinzubringen. Die genauen Reichweiten dieser Fahrzeuge werden geheimgehalten, um dem Feind möglichst wenig Anhaltspunkte über die Operationsplanung zu ermöglichen. Bei dieser Anfahrt befinden sich die Soldaten, je nach Fahrzeugtyp, entweder nebeneinander liegend auf einer Art Doppelscooter, nur durch eine kleine Haube vor dem auskühlenden Effekt des vorbeiströmenden Wassers geschützt. Oder sie sitzen hintereinander in einer geschlossenen Konstruktion, die ähnlich wie ein großer Kabinenroller aus den 50er Jahren aussieht. Bei diesen Fahrten auf hoher See stören die Blasen der offenen Systeme nicht, da sie sich durch die rasche Fahrt und die bewegte Oberfläche unauffällig verteilen. In der Nähe des Zielgebietes wird das Fahrzeug auf dem Meeresgrund geparkt, mittels einer sogenannten „homing device“, eines Signalgebers, der das Wiederfinden erleichtert, gekennzeichnet, und die Taucher steigen auf die blasenlosen Dräger-LAR-V-Kreislaufgeräte um. Den Rest der Strecke legen sie nun schwimmend in flachem Wasser zurück, wobei sie sich entweder mittels Kom-



Schwimmer



Aufklärer: Recon-Marines mit LAR5-Kreislaufgerät (Aufklärung, engl. Reconnaissance)

paß oder GPS orientieren. Diese GPS-Geräte, die über eine Reihe von Satelliten die Position auf mehrere Meter genau festlegen können, gibt es mittlerweile auch in unterwassertauglicher Form. Hier wird in der Tiefe eine kleine Boje zur Oberfläche geschickt, die die Satellitensignale empfängt und dem Taucher den genauen Weg ins Ziel zeigt.

Ausbildung

Trotz der Verwendung offener Systeme bleibt der Kern der Tauchausbildung das Training mit dem Sauer-



Zwei US-Army-Special Forces Kampfschwimmer – die Ausbildung geht durch alle Einheiten

stoff-Kreislaufgerät. Hier ist eine absolute Vertrautheit mit dem Gerät ein wesentliches Trainingsziel. Alle Verfahrensweisen müssen im Schlaf beherrscht werden. Wer unter hohem Einsatzstress steht, darf nicht noch darüber nachdenken müssen, wie oft er sein Gerät spülen muß. Ein anderes gutes Beispiel für die Anforderungen, die hinter diesem Training stehen, ist die Wechsellatmung aus einem Kreislaufgerät. Hier ist Vertrauen in den Tauchpartner, dessen Fähigkeiten und ein gutes Nervenkostüm nötig. Denn wenn vergessen wird, den Schieber des Mundstücks zu schließen, dringt Wasser in das Gerät ein, und es wird rasch funktionsuntauglich. Dann müssen beide auftauchen. Im schlimmsten Fall in das Schußfeld des militärischen Gegners. Wechsellat-



Zwei Kampfschwimmer in der sogenannten „Homo“-Position: Wechsellatmung aus Kreislaufgerät

mung kann also lebensgefährlich sein! Der Kreislaufgeräte-Entwickler Peter Readey hat das einmal so formuliert: „Es hört sich drastisch an, aber das Gerät wird zum Bestandteil des Körpers.“ Anders formuliert ist das wechselseitige Atmen aus einem Kreislaufgerät etwas, das absolutes Vertrauen in seinen Partner voraussetzt. Die Bezeichnung der Kampfschwimmer für die Schwimmlage bei der Wechsellatmung aus einem Sauerstoff-Kreislaufgerät ist natürlich geprägt von der militärischen Machowelt. Da hier ja nicht aufgetaucht wird, sondern möglichst viel Abstand zwischen Operationsgebiet und Auftauchstelle gebracht werden muß, schwimmen die harten Jungs während der Wechsel-



Ein Kampfschwimmer mit Kreislaufgerät und einer Heckler & Koch-Pistole (großkalibrige USP Socom). Dieses lautlose Auftauchen verlangt ganz besondere Finesse in der Handhabung des Sauerstoff-Kreislaufgerätes

Ein Gore-Tex-Trocki namens AAOPS (Air Amphibious Operation Suit) von DUI für die Navy-Seals

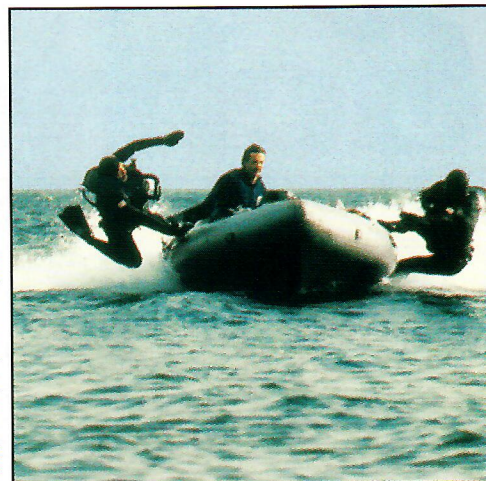


Rauher Alltag eines Kampfschwimmers: Ein Sprung aus dem Helikopter gehört zum Standard

atmung in der Horizontalen. Nebeneinander geht das durch die Faltenschläuche nicht. Also schwimmt der Sauerstoff-Nehmer praktisch unmittelbar über dem Rücken des Sauerstoff-Gebers. „Homo-Position“ heißt das im Sprachgebrauch der Unterwasser-Krieger.

Die Geräte

In den Nato-Verbänden handelt es sich meist um das „LAR V“ von Dräger. Der Grundaufbau eines Sauerstoff-Kreislaufgerätes ist eigentlich recht einfach. Der Taucher atmet über einen der beiden Faltenschläuche mit Einwegventilen aus einem flexiblen Atembeutel (auch Gegen-lunge genannt) ein. Zwischen dem Ausatemschlauch und dem Atembeutel, in den wieder ausgeatmet wird, befindet sich der starre Kalkbehälter, der mit Atemkalk gefüllt ist, der den ausgeatmeten Sauerstoff vom Kohlendioxid reinigt, bevor er über den Einatemschlauch wieder eingeatmet wird. Aus einer Druckgasflasche, meist ohne magnetische Kennung, so daß auch in der Nähe von Minen operiert werden kann, wird der verbrauchte Sauerstoff je nach Typ des Gerätes manuell oder automatisch (wie



Auch das Verlassen eines Schlauchbootes will gelernt sein. Bei den Geschwindigkeiten ist das Wasser brett hart

beim LAR-V) ergänzt, also dem Atembeutel zugeführt. Bei Bedarf (etwa beim raschen Abtauchen) oder zum „Spülen“ des Kreislaufes (um Stickstoff zu entfernen), kann bei modernen Geräten ein Bypass in der Art einer „Luftdusche“ gedrückt werden, um rasch eine größere Menge Sauerstoff in den Atembeutel einströmen zu lassen.

Das Gasvolumen im Atemkreislauf wird nur durch drei Faktoren reduziert: den Verbrauch von Sauerstoff, das Ausblasen der Maske und das Austreten von Gas durch den Druckabfall beim Aufstieg. Der dritte Punkt ist natürlich für Kampfschwimmer problematisch. Wenn er blubbernd aufsteigt, schaut er vielleicht in eine Gewehrmündung, sobald er die Wasseroberfläche durchbricht. Bei Sauerstoff-Kreislaufgeräten gibt es aber einen Trick, der das vermeiden hilft. Da Sauerstoff ja vom Körper aufgenommen wird, dreht der Kampfschwimmer eine bestimmte Zeit vor dem Ziel das Ventil der Sauerstoff-Flasche zu. Jetzt nimmt das Volumen im Atembeutel kontinuierlich ab. Natürlich muß er hierzu langsam höher steigen, sonst wird das Atmen aus einem halbgefüllten Atembeutel unangenehm. Wie lange das Leeratmen des Gerätes dauert, hängt vom aktuellen Sauerstoffverbrauch ab. Im Ruhezustand dauert es ungefähr zehn Minuten.

Nichts für Zivilisten?

Warum werden eigentlich Sauerstoff-Kreislaufgeräte vor der Brust getragen? Das hängt mit ihrem Einsatzbereich zusammen. Ein Kampfschwimmer vermeidet in aller Regel die Bahn, ganz einfach weil er pünktlich sein muß. Meist kommt er also per Unterwasserfahrzeug oder aus der Luft mit dem Fallschirm. Und der sitzt auf dem Rücken. Außerdem statteten Kampfschwimmer selten einen Höflichkeitsbesuch ab, und statt Blumen bringen sie meist Dinge mit, die ein Zivilist noch nicht einmal mit Waffenschein rumschleppen darf. So lassen sich Haftminen hervorragend auf dem Rücken transportieren. Der richtige Platz

Fotos: F. Böhm (OSTA, 1991) (2), J. Kröper (OMT, 1990) (1), Archiv Comper (1)



Heikle Übung. In voller Fahrt werden Taucher aufgenommen – ausgekugelte Schultergelenke gratis

für das Kreislaufgerät ist in diesem Falle also wirklich vor der Brust.

Für Zivilisten sind diese Geräte schwer und nur über den grauen Markt erhältlich.

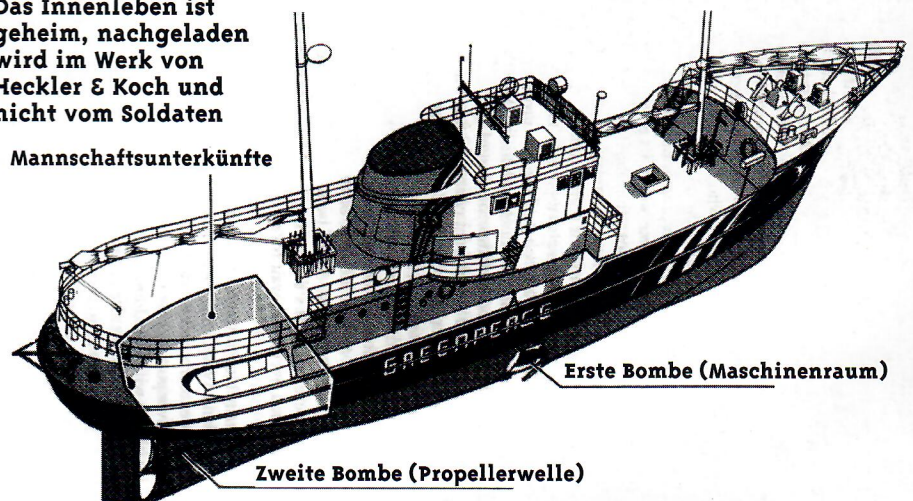
Sie sind kleiner, unauffälliger und leichter zu transportieren als die zivilen Kreislaufgeräte, und ein Mißbrauch für terroristische Aktivitäten und Drogenschmuggel wird von manchen Herstellern und Regierungsbehörden nicht ausgeschlossen.

Außerdem haben Sauerstoff-Kreislaufgeräte ein höheres Gefahrenpotential als zivile Kreislaufgeräte. Da sie in der Regel keine Konstantdosier-Funktion haben, sondern der Sauerstoff zunächst manuell eingefüllt und später durch ein Abfallen des Atembeutel-Volumens mechanisch das verbrauchte Sauerstoff-Volumen nachgefüllt werden muß, gibt es keine mechanische Sicherung gegen Sauerstoffmangel. Um eine möglichst hohe Sauerstoffkonzentration im Atembeutel zu erreichen, muß das Gerät vor der Benutzung „gespült“ werden. Dazu wird mehrfach durch die Nase ausgeatmet und die Gegenlung wieder mit Sauerstoff aufgefüllt. Dadurch wird der Stickstoff weitgehend aus dem Gerät entfernt. Wird dieses Spülen vergessen, kann folgendes Problem auftreten: Im Atembeutel befindet sich ein hoher Stickstoffanteil, der nicht verbraucht wird. Beim Abtauchen wird zwar etwas Sauerstoff nachgefüllt, um die Kompression des Atembeutels auszugleichen, trotzdem ist der Sauerstoffanteil niedrig. Der Sauerstoff wird langsam verbraucht, aber da der Stickstoff das Volumen des Atembeutels weitgehend aufrecht erhält, erfolgt keine Nachdosierung des Sauerstoffs. Als Folge sinkt der Sauerstoffpartialdruck unter den lebenserhaltenden Grenzwert, der Taucher wird bewußtlos. Dieser äußerst realistischen Gefahr wird im Training der Kampfschwimmer dadurch begegnet, daß die Taucherteams eine Schwimmboje hinter sich herziehen, da sie ja sonst durch die Abwesenheit von Blasen gar nicht auszumachen sind. Wenn die Boje sich nicht mehr bewegt, springen Rettungstaucher aus den Begleitbooten sofort ins Wasser und bergen den Verunfallten, wenn dies nicht schon durch seinen Teamkollegen erfolgt ist.



Heckler & Koch P11, eine Unterwasserwaffe, die pfeilartige Geschosse mit elektronischer Zündung und Schwarzpulvertreibsatz abfeuert. Das Innenleben ist geheim, nachgeladen wird im Werk von Heckler & Koch und nicht vom Soldaten

Mannschaftsunterkünfte



Zweite Bombe (Propellerwelle)

Operation: Schiff versenken

Selten dringt etwas über die Einsätze von Sondereinheiten an die Öffentlichkeit. Eine der Ausnahmen ist der Anschlag auf das Greenpeace-Schiff „Rainbow Warrior“, weil die neuseeländische Polizei hier detailliert ermitteln konnte

Auckland Harbour, Neuseeland, 10. Juli 1985, kurz nach Einbruch der Dunkelheit. Mit gedrosseltem Motor fährt ein schwarzgraues Zodiak durch die mondlose Nacht. Die drei Männer an Bord haben ihre Gesichter mit Camouflage-Farbe getarnt. Sie sprechen kaum, während die beiden Taucher ihre Ausrüstung ein letztes Mal methodisch überprüfen. Ihr Ziel ist die „Rainbow Warrior“, die morgen zu einer Protestkampagne in das Moruroa Atoll, dem französischen Nuklear-Testgebiet, aufbrechen soll. Genau das soll durch diese Aktion verhindert werden. Die schwarzen Kästen, die sie vor der Brust tragen, sind Sauerstoff-Kreislaufgeräte. Routiniert spülen die beiden ihr Gerät dreimal, um den Stickstoff aus dem Atemkreislauf zu entfernen. Dann setzen sie ihre schwarzen Masken auf und lassen sich in das Hafenwasser gleiten. Mit gleichmäßigem Flossenschlag folgen sie ihrem Kompaßkurs. Kurz vor dem Ziel schließen sie die Ventile ihrer Sauerstoff-Flaschen. Jetzt verbrauchen sie den Sauerstoff im Atemkreislauf, dessen Volumen sich mit jedem Flossenschlag verringert. So können sie langsam höher tauchen, ohne daß Gasblasen aus dem System entweichen und sie verraten. In den nächsten 20 Minuten tun sie das, wozu sie jahrelang im Kampfschwimmertrainingszentrum der französischen Marine in Aspretto auf Korsika ausgebildet wurden. Fachgerecht bringen die Taucher den ersten Sprengkörper an der Propellerwelle an. Von dort aus tasten sie sich bei minimaler Sicht zu ihrem zweiten Ziel in der Mitte des Schiffes. Unbemerkt tauchen sie zurück zum Zodiak.

Zwei Stunden später versenken zwei Explosionen die Rainbow Warrior. Die erste reißt ein Loch von mehreren Metern Durchmesser in die Seitenwand des Schiffes. Dabei wird der Fotograf Fernando Pereira getötet. Der militärische Teil der Operation SATANIC, wie der DGSE (ein französischer Geheimdienst) sie nannte, ist erfolgreich abgeschlossen. Doch wie Greenpeace später sagt „Einen Regenbogen kann man nicht versenken.“

Eine Zeichnung der berühmten „Rainbow Warrior“ von Greenpeace. In einem Akt von Staats-Terrorismus versenkten französische Kampfschwimmer das Schiff

Foto: mit freundl. Genehmigung Deutsches Waffenjournal

Berührungspunkte

In kaum einem Bereich kommen sich Sport- und Tech-Taucher so nahe wie bei den Kreislaufgeräten. Ihr Image ist „tekki“, aber ihr Einsatzbereich umfasst beide Welten. Und der Markt ist eher auf den Sporttaucher zugeschnitten

Fast ohne Blasen lautlos durchs Riff gleiten, mit Mantas und Delfinen auf Tuchfühlung gehen, auf der Pirsch nach einem guten Foto ganz dicht an scheue Fische herankommen – wer sich auf Kreislaufgeräte einläßt, der wird reich belohnt. Die Umstellung ist gar nicht so schwer, lediglich die Feintarierung wird nicht mehr über die Lunge gemacht, denn deren Gegenpart sitzt im Gehäuse und steht für Tariespielchen nicht zur Verfügung.

Sport oder Tech?

Als Dräger 1995 mit dem „Atlantis I“, einem Kreislaufgerät für Sporttaucher, auf den Markt kam, schüttelten viele den Kopf. Zu geringe Einsatztiefe, nur für drei

Nitrox-Gemische geeignet, so kritisierte man. Dann gab es hinter vorgehaltener Hand die ersten Infos von tiefen Tauchgängen bis über 70 Meter und den Einsatz in Höhlen. Und zudem leitete in den USA ein gewisser Bret Gilliam den Vertrieb der Einheit. Der gilt als ein erfahrener Mischgastaucher und hatte fünf Jahre zuvor einen Weltrekord im Tieftauchen mit Luft über 138 Meter aufgestellt. So jemand würde ja wohl kein Warmduscher-Gerät verkaufen. Recht schnell war über den Kern der Kreislaufgeräte-Insider hinaus bekannt, daß man mit einigen baulichen Veränderungen das Gerät tech-tauglich machen konnte. So begann der zweigleisige Siegeszug des Gerätes, das heute als „Dolphin“ bekannt ist.

Fünf Jahre nach der Markteinführung

stellte Dräger auf der DEMA 2000 eine 80-Meter-Version des Dolphin vor. Das soll zwar nur eine Test-Einheit sein, so heißt es, und nicht verkauft werden. Aber ohne Grund wird man sich mit diesem Thema nicht beschäftigen haben.

Wo liegt der Unterschied?

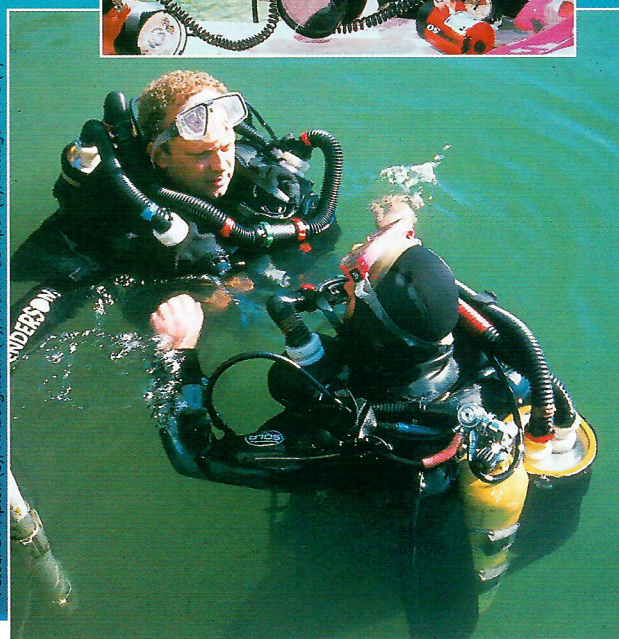
Entscheidend für die Kategorisierung als Sport- oder Tech-System ist der Einsatzbereich, also mögliche Tauchtiefe und Tauchzeit. Geschlossene Geräte (mit Ausnahme der Sauerstoffkreislaufgeräte), die über Sauerstoffsensoren verfügen, sind immer Tech-Geräte. Hier ist die Verwendung von Mischgasen auf Helium-Basis – und damit tiefe und lange Tauchgänge – kein Problem. Anders sieht das

Das Dräger Dolphin sieht nicht nur gut aus, sondern macht auch schön. Oder?

Der Traum eines jeden UW-Fotografen ist die Verwendung eines nahezu blasenfreien Kreislaufgerätes. Fische stillgeschwommen!



Fotos: D. Tipton (3), N. Bergmann (1), Archiv Comper (2), Dräger Dive (1)



Autor Walter Comper erhält hier eine Einführung in das „Prism“ von Kreislaufgeräte-Bauer Peter Readey



bei halbgeschlossenen Geräten aus. Das japanische „Fieno“, das nur kurzzeitig auf dem asiatischen und amerikanischen Markt erhältlich war, sowie das „Dräger Ray“ sind reine Sporttauchgeräte. Die kompakte Bauweise des Ray ermöglicht nicht die Erweiterungen, die es mischgastauglich machen würde. Das „Dolphin“ hingegen eignet sich zur Befestigung zusätzlicher Flaschen (zur Tauchgangsverlängerung), und das freiliegende Gehäuse erlaubt weitere Anbauten und Durchführungen von Schläuchen. Es ist damit ein typisches Baukastensystem, ähnlich dem „Prism“ von Peter Readey, das in der ursprünglichen Konzeption von 1994 ein halbgeschlossenes Nitrox-System war und heute unter der Bezeichnung „Prism Topaz“ als computergesteuerte geschlossene Einheit in den USA verkauft wird.

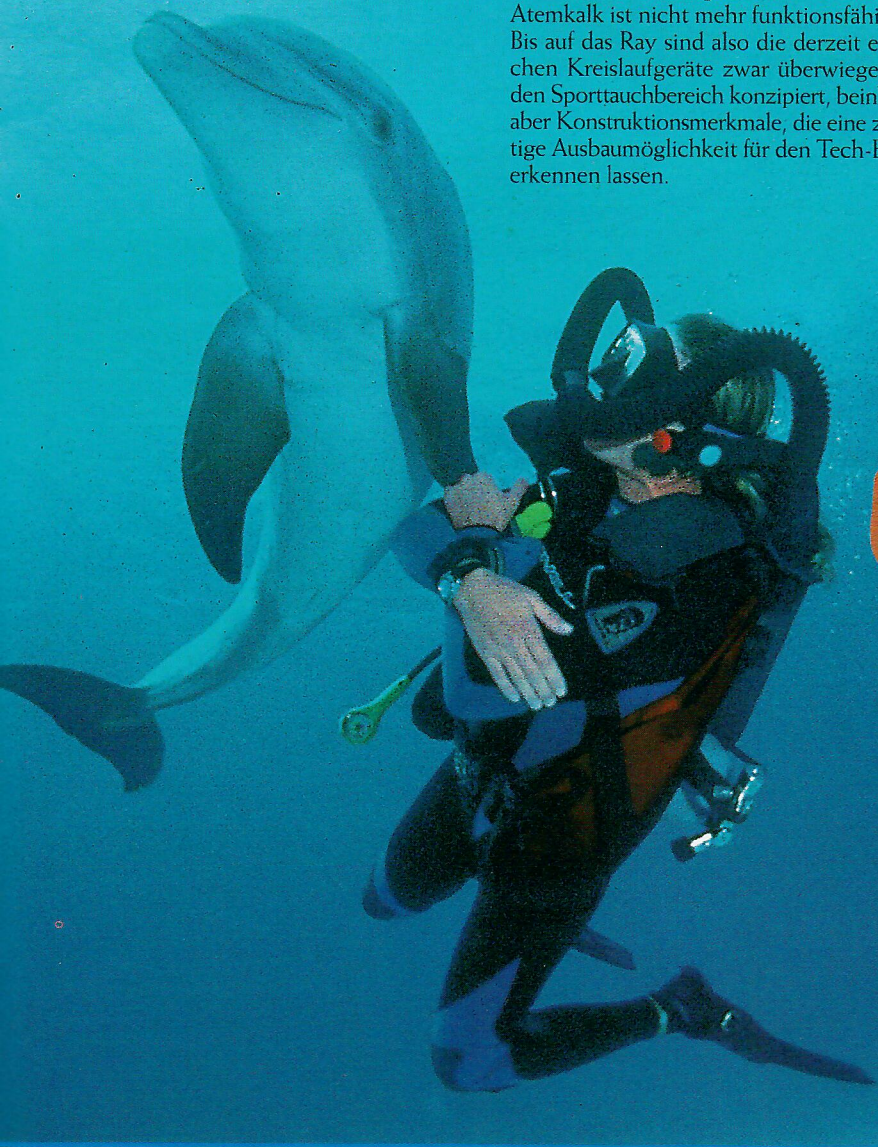
Wichtiges Kriterium für halbgeschlossene Tech-Systeme ist die Möglichkeit, während des Tauchgangs per Umschaltblock zwischen zwei oder mehr Gasen zu wählen. Das 80-Meter-Dolphin verfügt über dieses Zubehör,

ebenso das „Halcyon“. Und auch das „Mares Azimuth“ bietet neben einer frei wählbaren Durchflußrate (durch ein Nadelventil statt einer nicht verstellbaren Düse) diese Option. Ein weiteres Kriterium für den Einsatzbereich ist die Größe des Atemkalkbehälters. Der des Rays ist mit 1,2 Kilo Atemkalk für ein Tech-Gerät zu klein dimensioniert. Mit den dadurch möglichen 70 Minuten Tauchzeit macht man kaum seine Dekopause. Die 2,2-Kilo-Füllmenge des Dolphin hingegen liegt im Bereich tech-tauglicher Kreislaufgeräte: Sie ermöglicht knappe drei Stunden unter Wasser – die Angaben von Dräger sind hier mit zwei Stunden gewohnt konservativ. Letztlich ist die Einsatzdauer einer Kanisterfüllung von einer Reihe verschiedener Faktoren abhängig: In erster Linie ist das der Sauerstoffverbrauch. Ist dieser hoch, wird die Kapazität des Atemkalks natürlich früher erschöpft sein. Auch die Wassertemperatur spielt eine Rolle, denn niedrige Temperaturen senken die Filterkapazität des Kalks. Vorsicht ist geboten, denn ein Kreislaufgerät mit verbrauchtem Atemkalk ist nicht mehr funktionsfähig.

Bis auf das Ray sind also die derzeit erhältlichen Kreislaufgeräte zwar überwiegend für den Sporttauchbereich konzipiert, beinhalten aber Konstruktionsmerkmale, die eine zukünftige Ausbaumöglichkeit für den Tech-Bereich erkennen lassen.



HighTech aus Fernost: Das „Fieno“ hatte als erstes Gerät eine Einweg-Atempatrone. Mittlerweile ist es aber nicht mehr erhältlich



In Touch with the Dolphin – diese Aufnahme von Don Tipton zeigt, wie wenig Scheu wildlebende Tiere vor den leisen HighTech-Apparaturen haben. Taucher erleben eine ganz neue Art der Annäherung an die Natur



Modifiziertes Dräger Ray: der Atembeutel ist weit nach vorn unten gezogen, das sorgt für geringen Atemwiderstand

Technischer Kreislauf

Sie sind die geheimnisvollen Kisten mit einem meist elektronischen Innenleben. Und sie scheinen Tauchtiefen zu versprechen, die jenseits der bekannten Grenzen liegen. Was ist aber wirklich dran an den Tech-Kreislaufgeräten?



Illustration: Dräger-Werke



Deko-Guru Dr. Max Hahn konzentriert sich vor einem Tauchgang zur „Minehaha“ mit dem Buddy Inspiration von A.P. Valves

Mit etwa vier Litern Atemgas und Volldampf drei Kilometer weit in eine Höhle? Bei Tauchtiefen über 100 Meter? Kein Problem! Das Traumgerät Cis-Lunar MK-5 etwa bringt es auf weit über zehn Stunden Tauchzeit. Aber was passiert, wenn nach zweieinhalb Kilometern rasanter Höhlensause der Atemkalk-Kanister durch einen Wassereinbruch lahmgelegt wird? Dann beginnt das Problem mit hochleistungsfähigen Kreislaufgeräten. Denn was durch eine optimierte Gasmischung während des Tauchgangs stark verkürzte Dekozeiten ermöglicht, und zwar nicht nur durch den möglichen Gaswechsel, sondern auch durch die Möglichkeit, den Sauerstoffpartialdruck während des Tauchgangs zu verändern, und zudem durch feuchte, körperwarmer Luft

auch sehr lange Tauchgänge vergleichsweise angenehm macht, bringt auch Probleme mit sich. Wenn die Kapazität eines geschlossenen Kreislaufgeräts an seine Grenzen getrieben wird, ist es fast unmöglich, einen Geräteausfall mit einem offenen System abzudecken. Hier liegen Fluch und Segen dieser Technologie direkt nebeneinander.

Redundanz & Co

Der Schweizer Höhlentaucher Olivier Isler hat sich genau aus diesem Grund ein redundantes Gerät gebaut, das schlicht aus zwei kompletten Systemen besteht. Divex bietet in seinem Stealth (Bild Seite 52) eine zweite Gegenlung als Ersatz, und der US-Hersteller Cis-Lunar bot noch Mitte der 90er Jahre mit dem MK-4 eine komplett redundante

Ein Halcyon-Kreislaufgerät: halbgeschlossen, sündhaft teuer und im Einsatz in langen und tiefen Höhlen erprobt

Einheit an. Mittlerweile geht man hier aber einen anderen Weg: Redundanz ist gut, aber Robustheit ist besser, so dachte man sich, und konstruierte für die neueste Version, das MK-5P, einen Atemkalkbehälter, der laut Herstellerangaben selbst nach einem kompletten Fluten der Einheit – normalerweise der Tod jedes Atemkalks – mit einigen Handgriffen wieder einsatzfähig ist. Man arbeitet hier mit einer gasdurchlässigen, wasserdichten Membran

ähnlich der Gore-Tex-Membran. Auch die wasserempfindlichen Sauerstoff-Sensoren können dadurch geschützt werden. Robuste Gegenlungen, aus denen während des Tauchgangs angesammelte Feuchtigkeit entfernt werden kann, sorgen für ein zusätzliches Maß an Sicherheit, und ein spezielles Material für die Atemschläuche wird zusätzlich durch einen Überzug aus Nylon geschützt. Naja, so ganz ohne Redundanz wird hier auch nicht



Fotos: K. Ansler (1), Archiv Comper (3)



Ein Oldie, but no Goldie:
Electro-Lung, ein elektro-
nisch geregeltes geschlos-
senes Kreislaufgerät von
1968. Drei Tote verschaff-
ten dem Gerät den
Beinamen „Silver Death“



**Die
Check-
liste für
das Bio-
Marine
MK 15**



**Ein Blick auf das Innenleben des MK 15, eines geschlos-
senen Kreislaufgerätes mit elektronischer Steuerung**

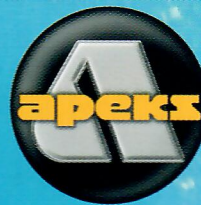
gearbeitet, denn drei Computer, die sich gegenseitig kontrollieren und ablösen können, tragen der Problematik von Elektronikausfällen unter Wasser Rechnung. Und selbst wenn die Computersteuerung ausfällt, sind computerisierte Einheiten immer noch durch manuelles Nachsteuern des Sauerstoffpartialdrucks funktionsfähig. Das ist ein Standard-Sicherheitsfaktor, den man bei jedem Gerät findet, ob MK-5P, Buddy Inspiration, Prism Topaz oder Bio-Marine.

Komplexität

Computerisierte Kreislaufgeräte sind nicht nur im Aufbau komplex, sondern auch in ihren Funktionen. Immerhin hat man da eine komplette Gasmischanlage auf dem Rücken.

Bestimmte Funktionen muß man

auch während des Tauchgangs immer im Auge behalten. Das geht hier, dank modernster Technologie, nicht nur im übertragenen Sinne. Dabei hilft ein Head-Up-Display. Das ist ein kleines Display, das in Augenhöhe auf dem Mundstück des Gerätes oder an der Maske befestigt ist und auf dem wichtige aktuelle Informationen oder System-Warnungen mittels Leuchtdioden oder eines LCD-Bildschirms angezeigt werden. So liegen zentrale Informationen wie etwa Sauerstoffpartialdruck, Dekoinformationen und Warnungen immer im Gesichtsfeld des Tauchers, ohne daß erst bewußt auf das Instrument geschaut werden muß. Eine Art optisches ABS, das verhindert, daß in Stresssituationen das Gerät auf dem Rücken zur wirklichen Bedrohung wird. ○



quality in action

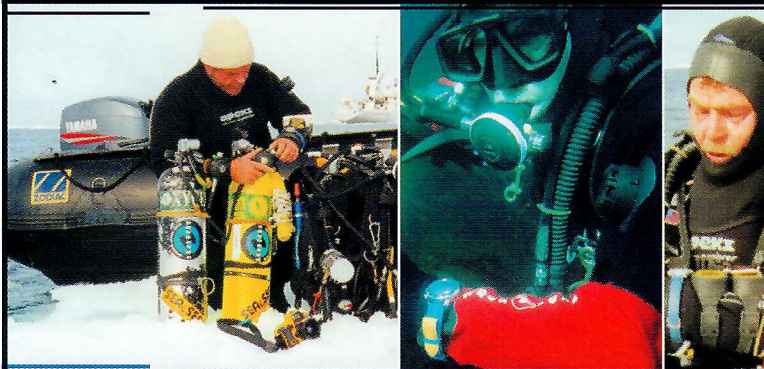


Trocki Explorer

Atemregler TX 100

Taucheruhr von Sinn

[minus 16 °C]



[Ausrüstung geeignet]

powered by:

Sinn

SPEZIALUHREN ZU FRANKFURT AM MAIN

DISTRIBUTED BY
AQUA LUNG

FIRST TO DIVE

JWL-Aqualung Tauchsportartikel GmbH · Zollstraße 5 · D-78239 Rielasingen
Tel. +49 (0)7731 9345-0 · Fax +49 (0)7731 9345-40 · <http://www.aqualung.de>

JWL-Aqualung AG · Schnydersäcker · CH-8262 Ramsen
Tel. +41 (0)52 35511-55 · Fax +41 (0)52 35511-66

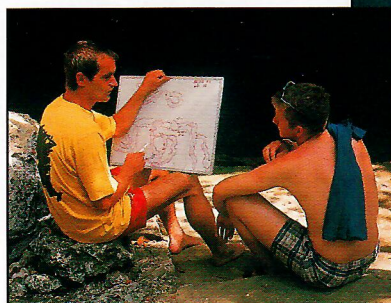
International log sheet	LT	RT	Time	Sub
1	50	-	A	SO 17CH
2	50	-	A	SO 17CH
3	50	-	A	SO 17CH
4	50	-	A	SO 17CH
5	50	-	A	SO 17CH
6	50	-	A	SO 17CH
7	50	-	A	SO 17CH
8	50	-	A	SO 17CH
9	50	-	A	SO 17CH
10	50	-	A	SO 17CH
11	50	-	A	SO 17CH
12	50	-	A	SO 17CH
13	50	-	A	SO 17CH
14	50	-	A	SO 17CH
15	50	-	A	SO 17CH
16	50	-	A	SO 17CH
17	50	-	A	SO 17CH
18	50	-	A	SO 17CH
19	50	-	A	SO 17CH
20	50	-	A	SO 17CH
21	50	-	A	SO 17CH
22	50	-	A	SO 17CH
23	50	-	A	SO 17CH
24	50	-	A	SO 17CH
25	50	-	A	SO 17CH
26	50	-	A	SO 17CH
27	50	-	A	SO 17CH
28	50	-	A	SO 17CH
29	50	-	A	SO 17CH
30	50	-	A	SO 17CH
31	50	-	A	SO 17CH
32	50	-	A	SO 17CH
33	50	-	A	SO 17CH
34	50	-	A	SO 17CH
35	50	-	A	SO 17CH
36	50	-	A	SO 17CH
37	50	-	A	SO 17CH
38	50	-	A	SO 17CH
39	50	-	A	SO 17CH
40	50	-	A	SO 17CH
41	50	-	A	SO 17CH
42	50	-	A	SO 17CH
43	50	-	A	SO 17CH
44	50	-	A	SO 17CH
45	50	-	A	SO 17CH
46	50	-	A	SO 17CH
47	50	-	A	SO 17CH
48	50	-	A	SO 17CH
49	50	-	A	SO 17CH
50	50	-	A	SO 17CH

Ausbildung

Lehrjahre

Dreimal so viel Ausrüstung wie ein Sporttaucher und doppelt so blöd? Noch immer hat Technical Diving ein Macho-Image. Zu Unrecht! Es besteht aus präziser Planung, viel Disziplin und guten Nerven. Einen Teil davon muß man mitbringen, den Rest vermittelt die Ausbildung ...

Böser Spruch:
Tauche nie tiefer als Dein IQ hoch ist! Aber wer sich auf Technisches Tauchen einläßt, der kommt um Theorie nicht herum



Wann ist man „so weit“, um mit dem Technical Diving beginnen zu können? „Wenn man 200 Tauchgänge gemacht hat,“ ist kaum eine gute Antwort. Es gibt Taucher, von denen man nach nur 50 Tauchgängen den Eindruck hat, sie seien im Wasser aufgewachsen, aber es gibt auch solche, die noch nach 200 Tauchgängen einen leicht hilfsbedürftigen Eindruck erwecken.

Grundsätzlich gilt, daß ein Taucher zunächst einmal mit der Situation unter Wasser vertraut sein sollte, bevor er anspruchsvolle Tauchgänge unternimmt. Sonst kommen Probleme aus diesem Bereich zu denen hinzu, die durch die neuen Tauchbedingungen entstehen. Ein Taucher mit nur 50 Tauchgängen wird meist nicht die Erfahrung mit unterschiedlichen Gewässern, Tauchbedingungen und Ausrüstungskonfigurationen haben wie ein Taucher mit 200 Tauchgängen. Aber verallgemeinern kann man hier nicht, denn auch beim Tauchen gibt es Menschen, die schneller lernen und solche, die sich mehr Zeit nehmen müssen.

Langsam

Ob Kreislaufgeräte, Höhle oder Trimix: Wer den Weg ins Technical Diving wählt, der tut gut daran, sich wieder als Anfänger zu sehen. Er sollte sich getrost von seinem Tauchlehrer an die Hand nehmen lassen – nicht unbedingt physisch natürlich, sondern im übertragenen Sinne.

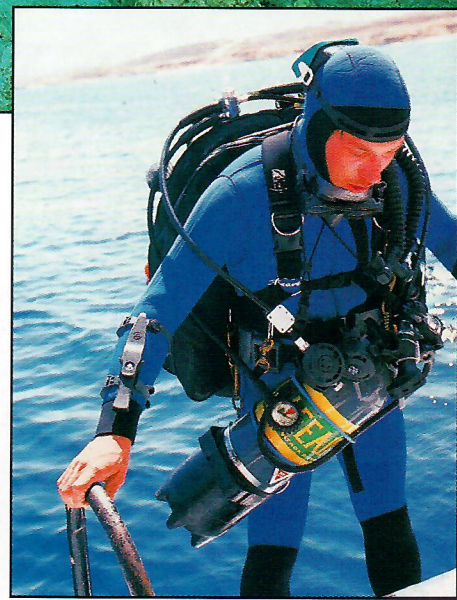
Und er sollte sich genügend Zeit nehmen. „Zu früh zu tief“ ist selbst im Sporttauchen kein seltenes Phänomen. Und im Technical Diving, dessen Kern ja das Überschreiten von Tiefengrenzen ist, passiert das noch leichter. Doch gerade hier sind die Folgen gravierend. „Tief“ im Technical Diving ist tiefer als „tief“ im Sport-



Kreislaufgeräte werden in einzelnen Typen geschult. Das ist notwendig, denn die Bauteile unterscheiden sich bisweilen erheblich



In Höhlen ist der psychische Druck besonders groß. Daher paßt der Instruktor hier besonders auf seine Schützlinge auf, bisweilen auch im direkten Kontakt



Wie komme ich mit dem verdammten Ding die Leiter runter? Keiner hat gesagt, daß Tech Diving eine leichte Angelegenheit ist!



Die Funktionsweise eines Kreislaufgerätes wird genau erklärt

tauchen. Und je größer die Tiefe, desto geringer sind die Toleranzen für Fehler – für jeden, auch für den erfahrenen Tech Taucher. Umso wichtiger ist das Aufzeigen von Grenzen, allgemeiner wie persönlicher Natur, während der Ausbildung. Manche dieser Grenzen muß man selbst erfahren, in einer Schutzzone, die ein guter Instruktor aufbaut: Erst wer einmal bewußt erlebt hat, wie lange ein Inflator in 70 Metern Tiefe braucht, um ein Wing zu füllen, wird mit dem nötigen Respekt an rasche Abstiege im Freigewässer herangehen. Denn wer mit gedrücktem Inflator in einen bodenlosen Abgrund fällt, während die Anzeige seines Tiefenmessers die Zieltiefe schon lange überschritten hat, der macht diese Erfahrung ohne Schutzzone. Und das könnte das letzte entscheidende „Aha“-Erlebnis seines Lebens sein ...

Gründlich

Die Ausbildung ist im Technical Diving wesentlich umfangreicher als beim Sporttauchen. Das muß auch so sein, denn auch die Tauchgangsplanung und die Komponenten der Ausrüstung sind hier weit komplexer. Mit Doppelflaschen zu tauchen ist schon anders,

als wenn man nur eine „Zehner“ auf dem Rücken hat. Wenn dann noch Stage-Flaschen hinzukommen und einige andere Ausrüstungsgegenstände, dann entsteht leicht ein unnötiger „Ausrüstungsstreß“. Wer Schritt für Schritt vorgeht und sich ausreichend Eingewöhnungszeit zubilligt, der wird auch mit komplizierten Ausrüstungskonfigurationen keine Probleme haben. Denn genau so, wie das Ablassen von Luft beim Aufstieg zu einem Automatismus geworden ist, werden auch andere Funktionen, sei es der Gaswechsel oder der Einsatz einer Dekoboje, zur Routine.

Genau wie die präzise Tauchgangsplanung. Was sich einfach anhört und dank neuer Computerprogramme auch relativ einfach zu planen ist, bringt in der Praxis ein hohes Anforderungsprofil mit sich. Zunächst ist da das Problem der richtigen Gasmenge, des rechtzeitigen Gaswechsels sowie der Griff zum richtigen Automaten. Und dann muß die Aufstiegs geschwindigkeit korrekt eingehalten werden. Das ist kein Easy-Diving mehr! Helium hat durch seine geringe Dichte und schnellere Aufnahme und Abgabe in den Geweben eine wesentlich geringere Toleranzmarge bei Fehlern in der Dekompression. Ein zu schneller Aufstieg, der

mit Luft noch gutgeht, kann bei Helium im Atemgas schon einen Dekounfall bedeuten. Auch wenn mischgastaugliche Computer hier Erleichterung versprechen: Technical Diving wird nie ein Sport für jeden sein. Schade? Nicht unbedingt! Ein klein bißchen Exklusivität tut manchmal doch gut, vor allem, wenn sie auf so hehren Werten basiert wie Gründlichkeit, Disziplin, Bescheidenheit, Selbstkontrolle, Konzentration und Kompetenz. Und das sind Grundwerte des Technical Diving.

Vielfältig

Viele Wege führen nach Rom, nur wenige zur Tech-Taucher-Weihe. Denn die Ausbildungswege der einzelnen Organisationen, die aus Sporttauchern schwer gepackte Tech Taucher machen, sind recht ähnlich.

Zu Anfang steht meist ein Nitrox-Kurs, in dem einem vor allem der Umgang mit dem Partialdruck nahegebracht wird. Denn unterschiedliche Gasanteile in einer Mischung führen zu unterschiedlichen Partialdrücken (Tag auch, Herr Dalton!) und damit zu veränderten Einsatzzeiten, Dekozeiten und was immer man sonst beachten muß. Zunächst übt man am Beispiel

Ganz hart: Die Ausbildungshölle der Kampftaucher

Eine Tauchschule mit der Durchfallquote der Kampfschwimmer der deutschen Marine, der amerikanischen SEALs oder des „Combat Diver Qualification Course“ der Army Special Forces könnte nur noch ein substantieller Lotteriegewinn vor der Pleite bewahren. Zwischen zehn und zwanzig Prozent der Teilnehmer schaffen es, den begehrten Kampfschwimmer-Schwertfisch, das „Budweiser“-Emblem der SEALs oder den Taucherhelm der Special Forces in Empfang zu nehmen. Dagegen sind die Plastikkärtchen für Kreislaufgeräte, Full Cave oder Trimix geradezu ein Kinderspiel.

Die Härte dieser Ausbildung ist keine reine Schikane. Denn ein wesentlicher Bestandteil der Ausbildung zielt darauf ab, den Taucher mit dem Wasser vertraut zu machen. „Für einen SEAL“, so ein Ausbilder im SEAL-Trainingszentrum im kalifornischen Coronado, „ist das Wasser der sicherste Ort auf der Welt.“ Wenn immer möglich, nutzen die Soldaten der amerikanischen Eliteeinheit das Wasser, um feindliches Gebiet zu erreichen oder zu verlassen. Während der Grundausbildung mußten sie mit verbundenen Augen tauchen, zu mehreren reihum aus einem Kreislaufgerät atmen, mit gefesselten Armen und Beinen im Pool schwimmen, kilometerlange

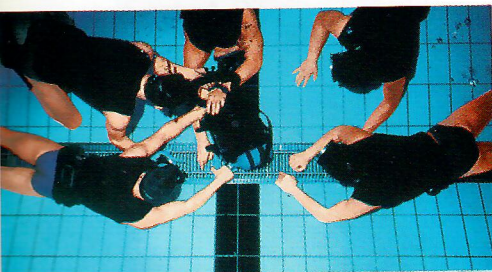
Kompaßtauchgänge und vieles mehr machen, was ein Sport- oder Tech-Taucher als pure Folter verstehen würde. Die SEALs und andere Kampftaucher-Einheiten haben dadurch aber gelernt, daß sie nicht nur jede Situation überstehen können, sondern auch, daß das Wasser kein feindliches Element ist. Das hat sich tief in ihr Unterbewußtsein eingepreßt. Ein durchaus interessanter Aspekt für Tech-Taucher, die erheblich höherem Streß und größeren Gefahren ausgesetzt sind als Sporttaucher. Denn schon Altmeister Hans Hass hat schon zu Beginn der 70er Jahre die wesentlichen Erkenntnisse der modernen Sportpsychologie in seiner bildreichen Sprache vorweggenommen: „Die größte Gefahr (liegt) in uns selbst ... Was nämlich so lange braucht, sich dem fremden Element anzupas-



Fotos: F. Böhm (OSTA, 1992)

Gottlob kann der Feldwebel unter Wasser nur blubbern, aber nicht schreien!

sen, ist unser Unterbewußtsein, sind jene Bereiche in unserem Gehirn, die sich unserer vernünftigen Kontrolle entziehen. Erst wenn diese ‚Taucher sind‘ - ist man wirklich Taucher.“



Wechselatmung der harten Sorte: Kreislaufgeräte im Kreislauf der Marines. Ein Gerät, fünf Taucher – kein Problem!

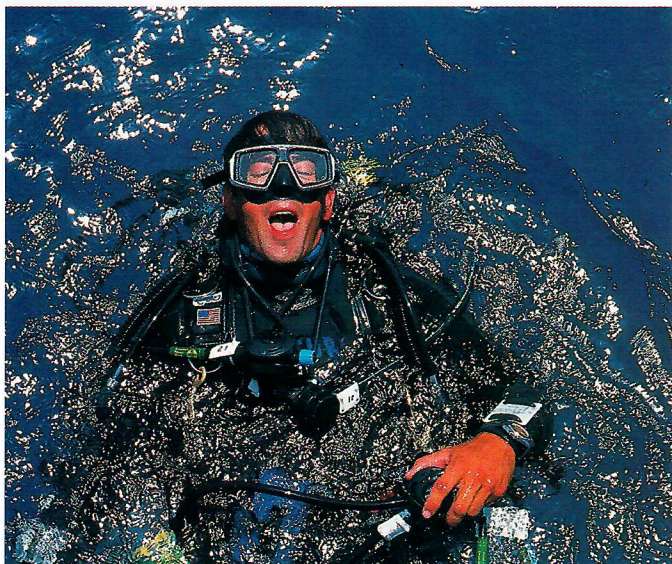


Wasser ist für Seals Schutz und Transport zugleich. Die Ausbildung ist knallhart

Foto: Archiv Comper (1)

von Sauerstoff und Stickstoff. Im dann folgenden Deep-Air-Kurs geht es verstärkt um den Stickstoff und seine mehr oder weniger lustvollen Folgen und Nebenwirkungen. Der Technical-Nitrox-Kurs vertieft das Wissen um Sauerstoff und Stickstoff sowie die Anwendung von Nitrox zur rascheren Dekompression. Da lernt man natürlich auch etwas über den Gaswechsel. Der wird hier auch intensiv in der Praxis geübt. Dazu gehört eine Einführung in das Tauchen mit Stageflaschen. Mit diesem

Die Ausbildung zum Tech Diver sorgt nicht nur für gestresste Hirnzellen, auch der Körper kommt nicht zu kurz!



Fotos: T. Behrend (1), M. Almeling (1)

Hintergrund kann man sich dann an die Feinheiten von Trimix und Heliox heranwagen. Die werden in einigen Theorielektionen vermittelt, in denen es wieder um Partialdrücke, Dekompression und Gaswechsel geht. Dann werden intensiv Planung und Gasmanagement geübt und vor allem berechnet. Hier hilft auch der dezente Hinweis auf den Besitz oder die gerade getätigte Bestellung eines Deko-Programms für das stolz präsentierte Laptop oder gar den damit koppelbaren Mischgas-Computer für das schmale Handgelenk nicht: Der Instruktor bleibt hart und verlangt, daß alles von Hand berechnet wird. Und dann muß man noch die sogenannte Run-Time-Tabelle ausfüllen (auch von Hand, obwohl man doch extra einen Drucker für den Computer mitgebracht hat!). Das Wort „run“ täuscht hier, das hat nichts mit „rennen“ zu tun, denn schnell geht das überhaupt nicht. Dafür weiß man

Wer sich in solchen Höhlen wohlfühlen will, der benötigt eine gründliche Ausbildung zum „Full Cave Diver“. Einmal geschafft, ist danach der Umgang mit Reel und Ausrüstung kein Problem mehr



Wasserdichte Lichtsysteme für alle Anwendungsbereiche
Die Originalen - Dicht bis 300 Meter Wassertiefe!

Leuchtfeuer Markierungs- blitzer

Farbe: Rot



Trek-Lite30



Magnet-Halter
für Trek-Lite30 und Micralite



Farbe: Weiß



Trek-Lite300



Signallicht

Farben: Weiß, Gelb, Grün oder Rot



Signal-blitzer 300



Farbe: Weiß, Farbige Dome in: Rot, Grün, Blau und Infrarot!



Micralite

Mini-Taschenlampe, sehr hell



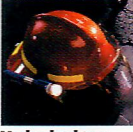
Maskenhalter
für Trek-Lite30 und Micralite



Stirnband-Halter
für Trek-Lite30 und Micralite



Helmhalter
Feuerwehrausführung für Trek-Lite30 und Micralite. Passend für "Cairns&Brother" und "Bullard" Helme



Navlite
Navigations-Lampen für Kleinboote, Farbe: Grün/Rot



Sicherheits Flash-Kit's
komplett mit Stellfüßen und Koffer, in verschiedenen Ausführungen auf Anfrage!



Helmhalter
Industrierausführung für Trek-Lite30 und Micralite. Passend für Bergsteiger und Höhlentaucherhelme sowie andere, dünnwandige Schutzhelme.



Vertrieb: DEUTSCHE UNTERWASSER AKTIEGESELLSCHAFT
Ringstrasse 45 · D-64756 Mossautal HE · Tel.: +49-(0)6062-943 722
FAX: +49-(0)6062-943 733 · Web: <http://www.DTUAG.DE> · e-Mail: INFO@DTUAG.DE

Alle Angaben ohne Gewähr!
Benötigte Batterien nicht im Lieferumfang enthalten!

TAUCHSCHULE



BIGGESEE

Technical Rebreather Diver für Dräger-Dolphin SCR

Idealer Kurs für den bereits ausgebildeten Rebreather-User. Nutze die Möglichkeiten Deines Dolphin. Optimale Gerätekonfiguration, richtige Planung und Durchführung von dekostop-pflichtigen Tauchgängen. Maximale Dekotiefe/zeit 9m/ 30', Kurs nach ANDI auf Level 3. Laufend auch Beginnerkurse für Dolphin und Ray!



Dive the future

Tauchschule Biggeseo GmbH, Am Sonderner Kopf 3
D - 57462 Olpe, e-mail: tauchschule@t-online.de
Fon: +49-2761-63214 Fax: +49-2761-61468

dann aber auch genau, was man während jeder Minute des Tauchgangs zu tun hat: Wann man auf welcher Tiefe zu sein hat, wie lange man dort bleibt, und wo das Gas gewechselt wird. Da ist die Tauchpraxis dann trotz Schlepperei und Gasanalyse (ja, auch das bleibt nicht erspart) eine wahre Erholung.

Wer jetzt noch nicht genug hat, kann sich auch im Höhlentauchen „technische“ Lorbeeren verdienen. Übrigens kann man auch vor der Nitrox- und Mischgasausbildung damit beginnen, denn das sind verschiedene Ausbildungen. Und so fängt man erst einmal „klein“ an und gewöhnt sich während des Cavern-Kurses in einer Grotte an das Gefühl, ein Dach aus solidem Fels über dem Kopf zu haben, während das Tageslicht, je nach Wetter und Gegend, mehr oder weniger freundlich aufzeigt, wo es wieder raus geht. Wer jetzt keine klaustrophobischen Anfälle bekommt, belegt die nächsten beiden Stufen der Höhlenausbildung. Dabei wird er schrittweise immer tiefer in das Dunkel der Erde geführt und vertieft den im Cavern-Kurs gelernten Umgang mit dem Reel. Das lernt er zu lieben, denn die Höhlenleine, die er damit abrollt, führt ihn wieder zum Ausgang zurück. Hat er schließlich die begehrte Full-Cave-Karte in der Hand, die ihn zu einem vollwertigen Höhlentaucher mit der minimalen Erfahrung von knapp über zehn Höhlentauchgängen macht, weiß der Novize auch mit Höhlenpfeilen, abgelegten Stage-Flaschen und seiner umfangreichen Ausrüstung umzugehen. Noch nicht genug gequält? Das Technische

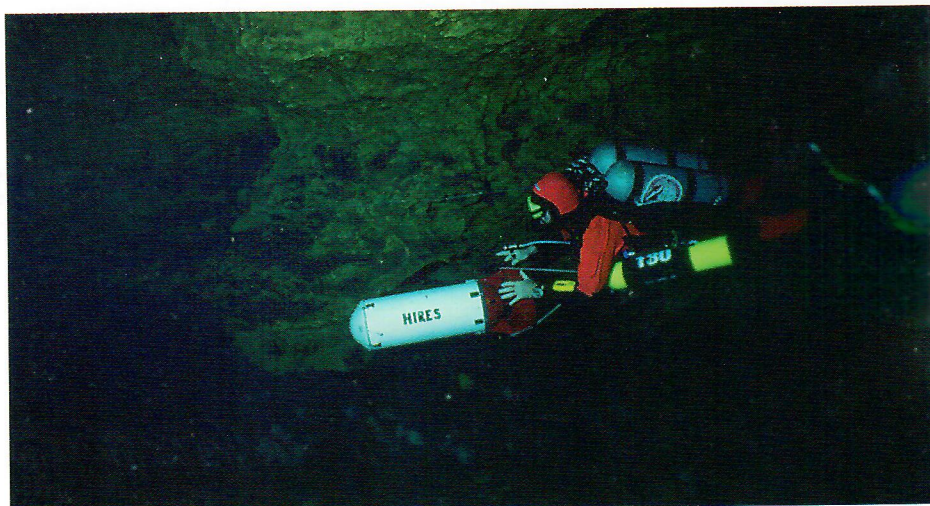


Foto: L. Hires

Klar, daß man auch den Umgang mit Scootern erlernen muß. Tech Diver empfinden dies aber nicht als lästig, sondern als weitere Herausforderung

Tauchen bietet noch mehr! Wie wäre es mit einem Kreislaufgerätekurs? Da ist das Spektrum so richtig schön breit, denn für jedes Gerät gibt es einen eigenen Kurs. Keine Geldmacherei, sondern Notwendigkeit: Der Schüler lernt hier nämlich nicht nur, wie man mit so einem Ding atmet und tariert, sondern auch, wie es zusammengebaut, tauchfertig gemacht und schließlich nach dem Tauchgang desinfiziert wird. Einfach abspülen und in die Kiste legen? Da sieht es im Inneren des Gerätes bald aus wie im Kühlschrank eines Studenten-

wohnheims. Und riechen tut es dann ähnlich. Kreislaufgeräte sind (und tauchen sich) ganz anders als offene Systeme. Und untereinander unterscheiden sie sich nicht nur geringfügig. Also gibt es auch ganz verschiedene Kurse. Logisch, oder nicht?

Wie geht's weiter?

Das wissen wir zum Glück nicht, sonst wär's ja nicht mehr spannend! Aber zwei Trends lassen sich doch deutlich ausmachen: Zum einen wird es in den Technical-Diving-Kursen eine weitere

Nitrox, Trimix, Kreislaufgeräte? Hier sind Sie richtig!



Abyss-Explorer Deco Computer

Try our Online Interactive Demo at:

www.abysmal.com

Infos auf Deutsch

www.aspacher.de

Der Abyss-Explorer ist da! Der fortschrittlichste nachrüstbare Tauchcomputer der Welt unterstützt alle wesentlichen Tauchgase einschließlich Luft, Nitrox, Heliox sowie Trimix und ermöglicht die Verwendung von bis zu 10 verschiedenen Gasmischungen pro Tauchgang. Zusätzlich ist das Vorwählen eines konstanten Sauerstoffpartialdrucks für das Tauchen mit geschlossenen Kreislaufgeräten möglich. Und das alles für Tauchtiefen bis 200 Meter. Die besondere Konstruktion sorgt für eine schnelle und intuitive Bedienung.

Ein großes Display mit Hintergrundbeleuchtung zeigt Ihnen deutlich die wichtigen Tauchgangsinformationen bei allen Beleuchtungsverhältnissen. Bei extremen Tauchgängen ist der Explorer ein Tauchbegleiter, der Sie sicher in die Tiefe und wieder zurück bringt.

Die Abyss-Kundenbetreuung und die Nachrüstbarkeit der Software sorgen dafür, daß dies der letzte Computer ist, den Sie kaufen müssen? denn mit dem Explorer sind Sie immer auf dem neuesten Stand. Weitere Informationen und eine interaktive Online-Demo finden Sie im Internet.

Abysmal Diving, Inc. • 6595 Odell Place, Suite G • Boulder, CO 80301
tel: 303-530-7248 • fax: 303-530-2808

Wissbegierig: Hier werden Tech-Diver gemacht

ANDI
(American Nitrox Divers International)
Fabrikstr. 94
76337 Waldbronn
Tel. 07243/690 16
Fax 690 17
ANDI Central Europe
Dornbacherstr. 66
A-1170 Wien/Österreich
Tel. 0043/1/484 42 30
Fax 484 42 30 13

ATEC
(Association of Technical Diving Instructors)
Fischingerstr. 3
79589 Lörrach-Binzen
Tel./Fax 07621/627 64
www.tauchring.de/atec.htm

GUE
(Global Underwater Explorers)
15 South Main Street
High Springs, FL 32643,

USA, Tel. 001/904/454-0820, Fax 454 -0815
www.gue.com

Harald Schetter
(Höhlenausbildung)
Hartgaß 28
88639 Wald
Tel. 07578/92 18 60
Fax 92 18 60
http://mitglied.tripod.de/Hohlentauchen2/index.html

IANTD
(International Association of Nitrox & Technical Divers)
Leopoldstr. 257
80807 München
Tel. 089/359 78 78
Fax 089/359 81 52
www.iantd.com

IART
(International Associations of Rebreather Trainers)

Louisenhof
Am See 6
24791 Alt Duvenstedt
Tel. 04338/398
Fax 605
www.iart.de

ITD
(International Tek Divers)
Heini-Dittmar-Str. 17
86159 Augsburg
Tel. 0821/589 41 70
Fax 58 37 52
www.itd-tek.de

NACD
(National Association for Cave Diving)
P.O. Box 14492
Gainesville, FL 32604, USA
Tel./Fax 001/352/331-7666
www.safecavediving.com

NSS-CDS
(National Speleological

Society – Cave Diving Section), P.O. Box 38057
Tallahassee, FL 32315,
USA
www.caves.org/section/cds

PADI
(Professional Association of Diving Instructors)
Oberwilerstr. 3
CH-8442 Hettlingen
Schweiz
Tel. 0041/52/304 14 14
Fax 304 14 99
www.padi.com

ProTec
(Professional Technical Diving)
Musgerg. 18
1220 Wien
Österreich
Tel. 0043/1/256 57 57 11
Fax 256 57 57 20
www.protecdiver.com

PSA
(Professional Scuba Association)
1994 Palm Lane
Orlando, Florida 32803
USA
Tel. 001/407/896-6294
Fax 896-4542
www.halwattspsa.com

RAB
(Rebreather Advisory Board)
Tannenstr. 25
64546 Mörfelden-Walldorf
Tel. 06105/96 13 01
Fax 96 13 45
www.rab-ev.de

TDI
(Technical Diving International)
Sternstr. 8
41061 Mönchengladbach
Tel. 02161/35 39 50
Fax 35 39 59

Spezialisierung geben. Der oben aufgezeigte Ausbildungsweg ist in einigen Organisationen schon fleißig unterteilt worden, und neue Kurse sind hinzugekommen. Gasmischen kann man lernen, und für den technischen Wracktaucher gibt es Kurse, in denen er lernt, wie er in das Innere von Wracks vorstößt. Der

Höhlentaucher kann im Kurssystem üben, wie man Höhlen erkundet und vermisst, oder wie man mit Sidemount-Konfiguration, bei der die Flaschen links und rechts am Körper angebracht sind, auch die engsten Stellen von Höhlen erobert. Nichts Neues eigentlich, denn das findet im Sporttauchen schon seit Jahren

statt. Die nächste größere Veränderung ist der Einstieg der Sporttauch-Organisationen in das Technical Diving. Während dieses Heft geschrieben wurde, hat PADI offiziell das „TecRec“-Programm angekündigt, mit dem das Standardprogramm von PADI an die Disziplinen des Technical Diving anknüpft.

Optimieren Sie Ihren Tauchgang... auf die sichere Art!

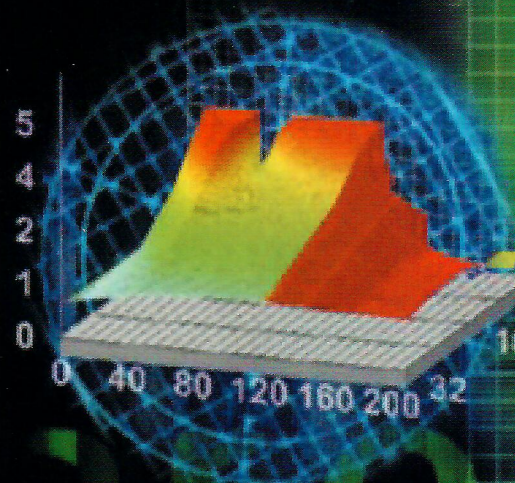
Seit 1994 ist Abyss weltweit führend auf dem Gebiet innovativer Deko-Software. Keine andere Software wird im Bereich Technical Diving so oft benutzt wie Abyss, und die Gründe sind offensichtlich. Abyss hat als erste Software graphische Oberflächen, Multilevel-Diving und Wiederholungstauchgänge ermöglicht, sowie mit einer speziellen Softwarefunktion ("What-If" Waypoint Editor) eine versuchsweise Änderung des Tauchplanes zu jedem beliebigen Zeitpunkt ermöglicht.

Abyss ist zudem die einzige Software die zur Dekompressionsberechnung ein vollständiges RBGM (reduced bubble gradient model) und drei 32-Gewebe-Modelle benutzt.

Diese sind zusätzlich individuell an Taucher, Bewegungsintensität und Temperatur anpaßbar. Die Gewebesättigung wird in einem Real Time 3D-Display dargestellt. Abyss bietet unbegrenzte technische Unterstützung, Online-Hilfe und ein deutsches Handbuch. Abyss ist die beste Software für das technische Tauchen? darauf können Sie sich verlassen.

For the full specs on Abyss call us at: 303-530-7248 or visit us on the web at www.abysmal.com to download a free demo.

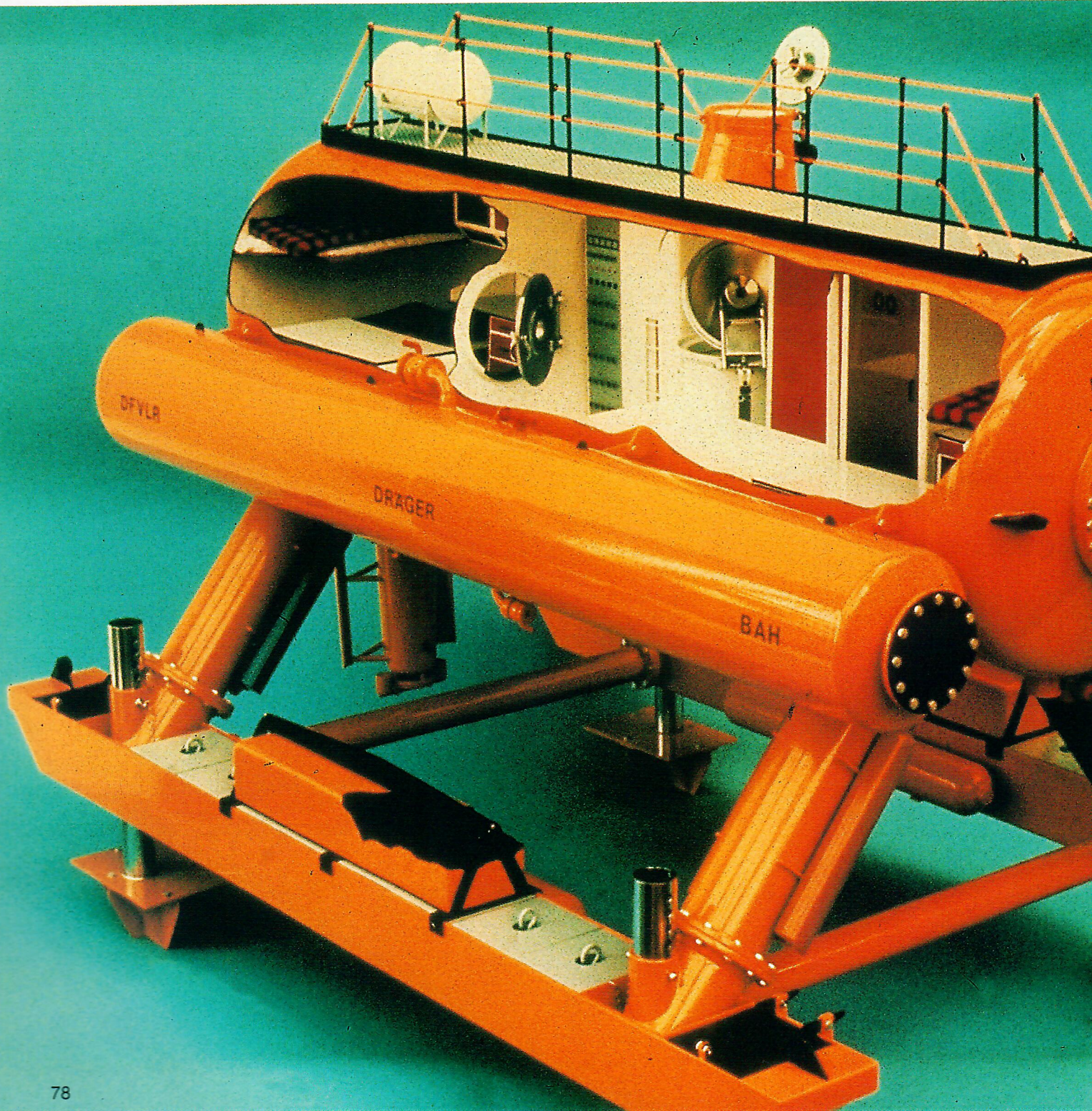
Abyss-Explorer Deco Software



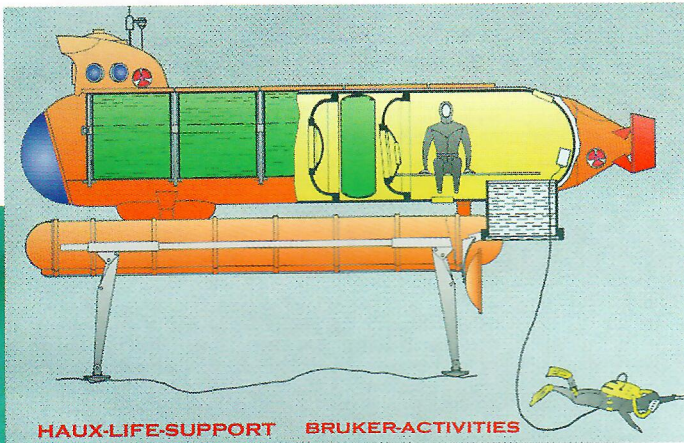
Der Blick voraus

Die Zukunft hat

Vor 20 Jahren galt das, was heute technisch möglich ist, noch als pure Science Fiction. Dabei hat die Technik nur konsequent weiterentwickelt, was seit längerem eigentlich bekannt war. Wagen wir einen Blick in die nächsten 20 Jahre. Vieles wird bald schon zur Wirklichkeit werden!



schon begonnen...



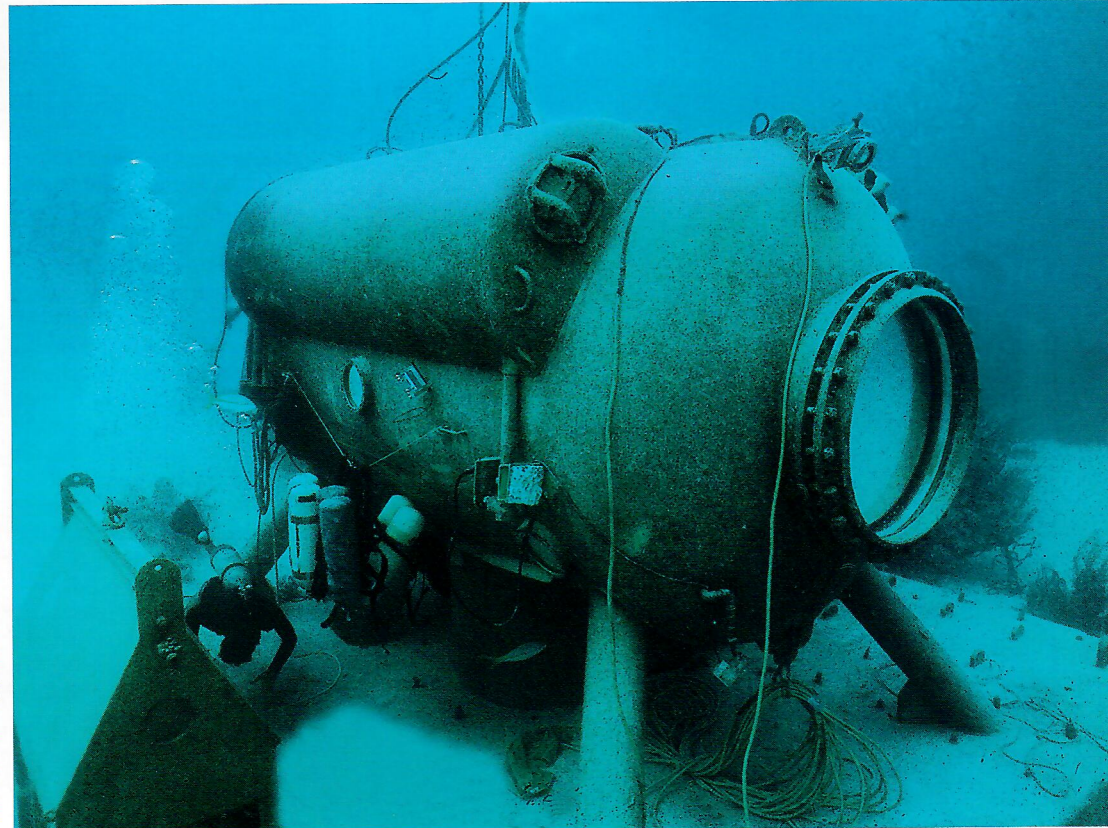
Skizze des Lock-Out-U-Bootes „Mermaid“: Durch die Schleuse kann der Taucher in der Tiefe operieren

Modell des Unterwasser-Habitats „Helgoland“, welches vor der gleichnamigen Insel 1979 in Ruhestand versetzt wurde. Heute steht es in Geesthacht

Ein Tauchgang zum Wrack der Titanic? Nicht im U-Boot, sondern autonom mit einem etwa 70 Kilo schweren Gerät? Wohl kaum möglich in der näheren Zukunft, aber in zwanzig oder dreißig Jahren kann das erlebbarer Alltag sein. Jedenfalls, wenn der kanadische Newtsuit-Entwickler Dr. Phil Nyttens durchhält und tatsächlich seinen schwimmbaren Ein-Atmosphären-Anzug „Exosuit“ für Tech-Taucher auf den Markt bringt. Der Newtsuit wird seit Jahren erfolgreich im Berufstauchbereich eingesetzt. Revolutionär sind dessen ölgefüllte Gelenke, die eine leichte Beweglichkeit unter Druck garantieren.

Der schwere Taucherpanzer mußte bisher allerdings per Kran ins Wasser gelassen werden und konnte sich nur mittels elektrisch betriebener Propeller oder an

einer Leine voranbewegen. Das soll bei Nyttens neuester Kopfgeneration anders sein: Da sollen Flossen zur Fortbewegung genügen. Beiden Anzügen ist gemeinsam, daß den hohen Anschaffungskosten – beim Exosuit sollen sie irgendwo um die 10 000 US-Dollar liegen, wenn er in Serie geht – relativ niedrige laufende Kosten gegenüber stehen. Denn verbraucht werden zumindest bis in 100 Meter Tiefe nur Sauerstoff und Atemkalk. Will man tiefer gehen, wird auch das Anzuginnere unter Druck gesetzt, um dem steigenden Umgebungsdruck mehr als nur die Stabilität der Schale entgegenzusetzen. Dann sollen Tauchtiefen bis über 200 Meter möglich sein, wobei der Druck, dem der Taucher im Anzuginneren ausgesetzt ist, immer etwa 10 bar unter Umgebungsdruck liegt. Ausgeglichen wird das



Das klassische Unterwasser-Habitat, hier das „Hydrolab“ vor den Bahamas, im Einsatz. Es diente Forschern als Basis für ausgedehnte Tauch-Untersuchungen

Fotos: K. Amsler (1), Archiv M. Almeling (1)

durch Stickstoff oder Helium. Der ganze Anzug ist dann ein großes Kreis-laufgerät, in dem der Taucher auch dekomprimiert. Im Notfall soll der Anzug sogar als Dekokammer für verunfallte Taucher herhalten können. Ist das das Tauchen der Zukunft? Zumindest für sehr tiefe Tauchgänge könnte der Exosuit eine interessante Alternative sein.

Wie sieht es mit der Flüssigkeits-Atmung aus? Das Hauptproblem beim Tieftauchen ist der zunehmende Druck, vor allem, weil jetzt die Inertgase der Atemgas-mischung schneller und in höherer Konzentration von den Körpergeweben aufgenommen werden. Sie sind nur nötig, um den Sauerstoff zu verdünnen und die knöchernen und luftgefüllten Hohlräume im Körper auszufüllen. Würde nun Wasser anstelle der Inertgase verwendet, wären

die Hohlräume mit Flüssigkeit gefüllt. Diese sind, wie wir aus unserem Tauchkurs wissen, nicht komprimierbar. Jetzt müßte nur noch der lebenserhaltende Sauerstoff in das Wasser eingeleitet werden. Die Lungen würden dann wie Kiemen arbeiten. Eindrucks-voll war das in dem Filmklassiker „Abbyss“ zu sehen (mehr darüber in tauchen 4/97, S. 142). Auch wenn der Tauchanzug des Hauptdarstellers eine Attrappe war: Die Maus in dem kleinen Aquarium atmete aber tatsächlich!

Natürlich war es kein Wasser, in dem die Maus sich abquälte und wieder einmal Fragen nach dem Tierschutz in Filmen aufwarf, sondern fluorisierter Kohlenwasserstoff, eine Flüssigkeit, in der weit-aus mehr Sauerstoff und Kohlendioxid gelöst werden kann als in einer Kochsalzlösung. Mit dieser Methode wird seit den späten



Schwerer Junge am Haken: Der Newtsuit wiegt mehrere hundert Kilo und läßt den Benutzer nicht gerade wie eine grazile Elfe aussehen ...



... das tut er im Nachfolge-Modell immer noch nicht, aber immerhin kann er jetzt über die eigenen Flossen stolpern. Leichtbau und bessere Gelenke machen's möglich

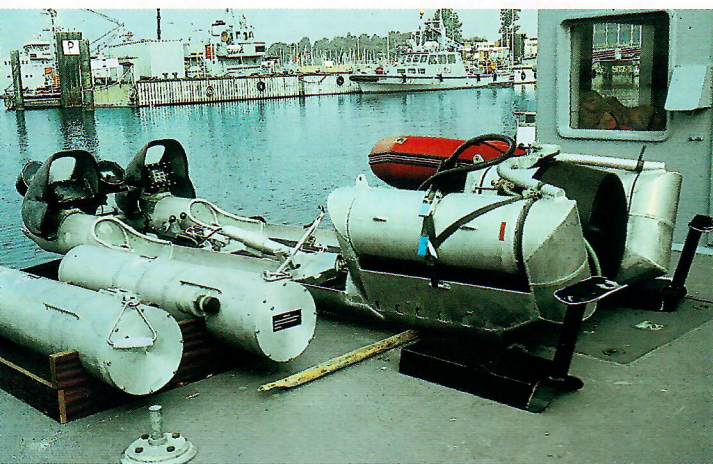
60er Jahren experimentiert. Neben Tierversuchen gab es auch erfolgreiche Versuche an Menschen. Auch Frühgeburten werden seit einigen Jahren mit dieser Methode über die kritischen ersten Tage ihres Lebens gebracht. In der zivilen Taucherei wurde diese Idee schon früh zugunsten oberflächenversorgter Systeme und Panzertauchanzügen verworfen. Harnäckig halten sich aber die Gerüchte, daß amerikanische und russische Militäreinheiten hier noch hart am Ball sind. Vielleicht stimmt das ja, und dann werden irgendwann, wie so oft, auch hier zivile Taucher wieder Nutznießer sein.

Weitaus realistischer sind derzeit aber mobile Druckkammern für Taucher, die sehr tiefe Wracks besuchen wollen. Diese Technologie stammt aus der Berufstau-

cherei und wurde in den letzten Jahren von den Militärs verfeinert. Die Rede ist von sogenannten Lock-Out-U-Booten, die Taucher unter Wasser über eine Druckschleuse absetzen und wieder aufnehmen können. Was beim Militär zu taktischen Zwecken dient, könnte für Tech-Taucher eine erhebliche Erweiterung des Einsatzbereichs bedeuten. So wäre es dann möglich, ein 120 Meter tief liegendes Wrack, wie etwa die vor Griechenland liegende „Britannic“, anzufahren, die Taucher unter Umgebungsdruck zu setzen, zusammen mit ihren geschlossenen Kreislaufgeräten auszuschleusen und nach einer Stunde wieder aufzunehmen. Auf der Rückfahrt zur Tauchbasis wird bereits die Dekompression eingeleitet, die in den folgenden Stunden am Dock bequem zu Ende

gebracht wird, während die Taucher griechischen Bauernsalat und Souvlaki durch die Schleuse gereicht bekommen. Auf diese Weise sind durch die bequeme, warme und sichere Dekokammer sehr lange Entsättigungszeiten praktikabel, die eben auch lange Grundzeiten bedeuten. Mit Tauchbooten und offenem System würden für diese eine Stunde Grundzeit auf der „Britannic“ etwa drei Tauchgänge, verteilt auf drei Tage, benötigt werden. Gerade die Entwicklung der Kreislaufgeräte-Technologie hat in den letzten Jahren sprunghafte Fortschritte gemacht. Die Möglichkeit, den Verbrauchsstoff Atemkalk mit Hilfe neuer Tech-

zuverlässige Scooter mit langen „Brennzeiten“ und eine ergiebige Energiequelle für Anzugheizungen und Lampen. Neue Kunststoffe können wärmere, aber dünnere Unterzieher für Trockentauchanzüge bedeuten sowie verbesserte Gegenlungen und Atemkalkbehälter für Kreislaufgeräte. Auch Unterwasserhabitate könnten helfen, zwei der Hauptprobleme des Technical Diving, die langen Dekozeiten und die zunehmende Auskühlung des Tauchers, zu überwinden. Diese Technologie, deren Blütezeit in den 60er und 70er Jahren lag und deren Budget zugunsten der Raumfahrt zusammengestrichen wurde, gab durch das „Conshelf“-



Was dem Handy-Besitzer recht ist, ist der Bundeswehr billig: Militärscooter mit hochmodernen Lithium-Ionen-Akkus in Größe XXXL

nologien, wie etwa Molekular-Sieben, zu ersetzen, eröffnet genauso interessante Perspektiven, wie schnellere Mikroprozessoren und robustere und schnellere Sensoren für die Steuerung der Atemgaszusammensetzung und Berechnung der Dekozeiten. Ist die Steuerung der Gasmischung erst perfektioniert, wird auch die Verwendung von Wasserstoff als Inertgas ohne die Gefahr einer Knallgasbildung möglich. Wasserstoff hat eine noch geringere Dichte als Helium und vermeidet zugleich das helium-typische HPNS-Problem, das ausführlicher im Mischgasteil ab Seite 12 dargestellt wurde.

Was könnte die Zukunft noch bringen? Verbesserte Batterien – etwa Lithium-Ionen-Akkus, die schon für Militär-Scooter Verwendung finden – versprechen

Projekt Cousteaus und die Sealab-Experimente der US-Navy der Fantasie von ganzen Unterwasserstädten Nahrung. Bisher ist das Science Fiction, aber im floridianischen Key Largo gibt es ein Habitat, das im Rahmen des „Man in the Sea“-Projektes auch der Öffentlichkeit zugänglich ist. Hier kann man ein ganzes Wochenende unter Wasser verbringen. Sobald die erste Hotelkette diese Idee aufgegriffen hat, rückt ein Tekki-Hotel neben der „Britannic“ in greifbare Nähe. Unmöglich? Wer hätte 1990 gedacht, daß es zehn Jahre später selbstmischende Kreislaufgeräte gibt, die in jeder Tiefe ein fast optimales Atemgas liefern und mit dem Inhalt einer normalen Tauchflasche Tauchgänge von mehreren Stunden in weit mehr als 40 Metern Tiefe ermöglichen?

SCUBAWORLD
TEKKIEWORLD !!!

NAUI
PRO GOLD
CENTER

TYPHOON

Trockentauchanzug
Tech (Trilaminat) DM 2095,-

Atemregler Comex Pro
Vorführmodell DM 999,-
zzgl. Versand, solange Vorrat reicht.

Nitrox Kurse - monatlich!!
DM 380,-

Bodo Ziemainz Kölnstr. 67 D-50321 Brühl
Tel. 02232-942939 Fax 02232-942949
email scubaworld@aol.com homepage www.Scubaworld.de

**Es gibt Dinge auf der Welt,
deren Entwicklung die Natur bereits
vor tausenden von Jahren
abgeschlossen hat!**

FORCE FIN Der Antrieb der Profis

Deutschland:
DEUTSCHE UNTERWASSER AG
Ringstrasse 45
D-64756 Mossautal HE
Tel.: +49-(0)6062-943 722
Fax: +49-(0)6062-943 733
Web: <http://www.DTUAG.DE>
e-Mail: INFO@DTUAG.DE

Österreich:
adria sport austria
Reichsstrasse 1
A-8045 Graz
Tel.: +43-(0)316-681 102
Fax: +43-(0)316-671 537
e-Mail: ADRIA.SPORT@TELECOM.AT

Schweiz:
EUWASPORT
Wahlenstrasse 81
CH-4242 Laufen
Tel.: +41-61-761 8020
Fax: +41-61-761 8027
Web: <http://www.euwa-sport.ch>
e-Mail: euwa@euwa-sport.ch

Das Geheimnis der Stille

Entdecken Sie „die schweigende Welt“, wie sie wirklich ist - ohne lärmende Ventile, ohne zischende Luft, ohne blubbernde Blasen. Sie sind kein Störenfried mehr, kein Außenseiter aus einer anderen Welt - Sie gehören einfach dazu.



Genießen Sie das faszinierende Gefühl, ein Teil der maritimen Natur zu sein. Das DOLPHIN erfüllt Ihnen diesen Wunschtraum.

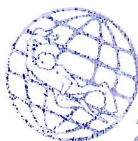
Mit dem DOLPHIN, einem halbgeschlossenen Kreislaufgerät, erschließen Sie sich eine neue Dimension des Tauchens: fast zehnmals längere Tauchzeiten gegenüber Druckluftgeräten vergleichbarer Größe, längere Nullzeiten - vor allem aber: unvergleichliches Tauchvergnügen.

Trotz seiner überlegenen Technik ist das DOLPHIN kompakt gebaut und einfach zu handhaben. Ein ausgereiftes System - made by Dräger - für Sporttaucher und alle Profis unter Wasser.



Sie wollen mehr wissen?

Ausführliche Infos erhalten Sie direkt bei Dräger. Rufen Sie uns einfach an oder schreiben Sie.



PADI
INSTRUCTOR 33913
Albrecht Salm



Dräger

DrägerDive Vertriebs & Service GmbH

Murgtalstraße 28

D - 79736 Rickenbach - Hottingen

Tel. 07765/92980 · Fax 07765/9298-28

email: mail@draeger-dive.de

Internet: www.draegerdive.com

