

DIE BEGEGNUNG DER 4. GENERATION



UWATEC
for more fun

map1 Pressemappe, boot 94, Düsseldorf, Bildzeilen, Januar
1994

Bild 1

Begegnung mit der vierten Generation: Das neue UWATEC Tauchcomputer-System ALADIN AIR X ist als erstes System der Welt in der Lage, Daten abhängig vom Verhalten des Tauchers zu verarbeiten und zu speichern. Damit werden jetzt wesentlich genauere Aussagen über den Stickstoffgehalt im Körper und die dadurch nötigen Dekompressionszeiten möglich. Die temperaturkompensierten Druckluftdaten werden durchschnittlich alle 5 Sekunden drahtlos an den Computer am Handgelenk übermittelt. Das System ALADIN AIR X ist PC-kompatibel. Die Logbuchdaten von 37 Tauchgängen sind gespeichert.***

Bild 2

Technik und Ergonomie höchster Stand: das neue Tauchcomputer-System ALADIN AIR X von UWATEC. Das System bezieht die individuelle Arbeitsleistung des Tauchers in alle Berechnungen ein. Durch die drahtlose Übermittlung der Druckluftdaten und das extrem flache Design erhält der Taucher eine sehr große Bewegungsfreiheit. Zwei unterschiedliche Sichtwinkel sorgen für eine optimale Lesbarkeit aller Daten auf den zwei Displays.***

Bild 3

Registriert jeden Atemzug: Durchschnittlich alle 5 Sekunden wird der temperaturkompensierte Druckluftvorrat drahtlos per Langwelle an den Tauchcomputer ALADIN AIR X am Handgelenk weitergegeben. Aus diesen Daten errechnet der Computer die individuelle körperliche Leistung. Da auch die Abkühlung der Haut berücksichtigt wird, kann der Stickstoffgehalt im Körper mit einer bisher nicht erreichten Genauigkeit angegeben werden.***

map2 Pressemappe, boot 94, Düsseldorf,
Kurzmeldung/Agenturmeldung, Januar 1994

ALADIN AIR X - Begegnung mit der vierten Generation.
Revolutionäres Tauchcomputer-System auf der "boot 94"

Zürich/Düsseldorf. Mit dem in der Schweiz entwickelten Tauchcomputer-System ALADIN AIR X ist es zum ersten Mal möglich, Dekompressionsdaten abhängig vom individuellen Verhalten des Tauchers während des Tauchens sofort zu errechnen, die teilweise deutlich von den bisher gebräuchlichen Daten abweichen.

Entwickelt wurde das System ALADIN AIR X von dem schweizer Tauchinstrumenten-Hersteller Uwatec (Hallwil/Zürich) zusammen mit Ingenieuren der Forschungsfirma Dynatron und Prof. Dr. med. Bühlmann von der medizinischen Fakultät der Universität Zürich, der seit über 30 Jahren Forschungsarbeit über das Verhalten des Körpers beim Tauchen betreibt und weltweit als Kapazität auf diesem Gebiet gilt.

Beim Tauchen wertet der Computer neben Tauchtiefe und -dauer per Funk auch die Atmung des Tauchers aus. Er kann dadurch die Arbeitsleistung (Bewegungsintensität) bestimmen und die entsprechende Stickstoffanreicherung in Blut und Gewebe feststellen. Auch die Abkühlung der Haut wird in die Berechnungen einbezogen. Über akustische und optische Signale informiert er den Taucher über sein Verhalten.

Die Daten der jeweils letzten 200 Minuten bleiben wie in einem Flugschreiber bei Flugzeugen im Tauchcomputer gespeichert. Die Auswertung geschieht mit der Software "DataTrak" am Bildschirm-Computer und ermöglicht das Führen eines elektronischen Logbuchs. Damit stehen die Daten für die Ausbildung und für die Behandlung bei Unfällen zur Verfügung.

Mit dem System ALADIN AIR X, das wie eine Armbanduhr zu tragen ist, wurde erstmals ein Tauchcomputer der vierten Generation realisiert. Bisher waren Tauchcomputer für Sporttaucher nicht in der Lage, solch komplizierte Berechnungen während des Tauchganges direkt vorzunehmen. Fast fünf Jahre hat die Entwicklung des Tauchcomputer-Systems ALADIN AIR X gedauert. Das System wird der Öffentlichkeit erstmals auf der Wassersportmesse "boot 94" in Düsseldorf, (22.- 30.1. 1994) vorgestellt.

24 Zeilen a 60 Zeichen,
Veröffentlichung honorarfrei, Belege erbeten.

map3 Pressemappe, boot 94, Hauptmeldung,
ALADIN AIR X, Januar 1994

Begegnung mit der vierten Generation:

**Das Tauchcomputer-System Aladin AIR X -
die "individuelle" Unterwasser-Revolution**

Mit der Markteinführung des Tauchcomputers ALADIN AIR X auf der "boot 94" präsentiert UWATEC als weltweit erster Hersteller einen Tauchcomputer der vierten Generation, der bisher nur im Wunschenken von Tauchern auf aller Welt existierte.

Nach fast fünfjähriger Entwicklungszeit für das neue Dekompressionsmodell ZH-L8 ADT (*) und mit High-tech Computertechnik ist es erstmals möglich, sicherheitsrelevante Berechnungen für das Tauchen, abhängig vom persönlichen Verhalten des Tauchers on-line durchzuführen. Vor, während und nach dem Tauchen erhält der Taucher so zuverlässige und zeitgemäße Dekompressionsangaben.

Bei Tauchcomputern früherer Generationen wurden physiologische Veränderungen, verursacht durch Kälte, Anstrengung und Blasenproduktion während und nach dem Tauchgang, nicht direkt berücksichtigt.

Über ein komplexes Rechenmodell wird die Auf- und Entsättigung von Stickstoff im Körper in acht verschiedenen Geweben berechnet. Die Aufnahme und Abgabe des Stickstoffs wird durch die momentane Durchblutung beeinflusst, welche von der Abkühlung der Haut und der aktuellen körperlichen Anstrengung (Luftverbrauch) abhängig ist.

(*) ZH= Zürich, L= lineares Modell für die Übersättigungstoleranzen, 8= acht Gewebarten (Kompartimente), ADT= adaptiv

Dazu wird durchschnittlich alle fünf Sekunden der "temperaturkompensierte" Flaschendruck drahtlos von einem kleinen Sender an den Tauchcomputer übermittelt. Das System arbeitet so genau, daß jeder einzelne Atemzug des Tauchers gemessen werden kann. Die Hauttemperatur wird über ein neuentwickeltes mathematisches Modell geschätzt, welches die aktuelle Wassertemperatur und die Verweildauer im Wasser berücksichtigt.

Aktuelle Daten, automatisches Warnsystem und Logbuch mit "Tauchgang-Recorder"

Während des Tauchens wird der Taucher ständig mit aktuellen Daten über seinen Tauchgang versorgt. Gleichzeitig zeichnet der Computer alle wichtigen Daten auf.

Entstehen Ergebnisse, die zu Schäden oder Unfällen führen können, wird der Taucher automatisch optisch über das Display und gleichzeitig mit verschiedenen akustischen Signalen über sein Fehlverhalten gewarnt.

Mit dem "Tauchgang-Recorder" werden alle Tauchdaten, das Verhalten des Tauchers und alle Warnungen der jeweils letzten ca. 200 Minuten im 20s-Abstand gespeichert. Sie lassen sich mit einem Interface später als grafisches Tauchprofil auf dem Bildschirm eines IBM-kompatiblen PC's mehrfarbig darstellen, auswerten und mit Kommentaren versehen.

Mit der Übertragung des Logbuchs und des Tauchgangprofils auf den PC wird gleichzeitig die jeweilige Uhrzeit und das aktuelle Datum gespeichert. Das Programm "DataTrak" ermöglicht erstmals eine umfassende Analyse des Tauchgangs, welche zur Tauchausbildung oder für korrekte Hilfsmaßnahmen bei Unfällen von großem Wert sein kann. Insgesamt können die Daten von 37 Tauchgängen mit auf den PC übertragen werden. Die Logbuchdaten der letzten 19 Tauchgänge können direkt am Display des ALADIN AIR X angezeigt werden.

Alle Berechnungen werden auch außerhalb des Wassers mit automatischer Luftdruckermittlung weitergeführt. Der Taucher wird somit ständig in seinem Verhalten überwacht. Mit dem ALADIN AIR X System öffnet sich dem Taucher eine völlig neue, sichere Dimension der Unterwasserwelt.

Umfangreiche Entwicklungsleistungen

Fünf Jahre haben die Tauchcomputer-Spezialisten Markus Mock und Ernst Völlm von der Entwicklungsfirma Dynatron AG, zusammen mit Prof. Dr. med. Albert Bühlmann von der medizinischen Fakultät der Universität Zürich und UWATEC an diesem Modell gearbeitet.

Während die Grundlagen für die Gewebesättigung für das ganze Spektrum der Gewebe von Professor Bühlmann umfassend erforscht waren, mußten für die Berechnung und Berücksichtigung von Anstrengung, Abkühlung und Blasenbildung neue Verfahren gefunden werden. Kleinste Änderungen im Umgebungsdruck, Blutdruck, verschiedene Temperaturen, Atmung und vieles mehr, fließen nun in die Berechnungen ein.

Für die Ermittlung der Hauttemperatur wurden umfangreiche neue Testreihen mit Tauchern nötig, da darüber bisher keine schriftlichen Untersuchungsergebnisse in ausreichendem Maß vorlagen.

Starke Erhöhung der Sicherheit

Das ALADIN AIR X Tauchcomputer-System berechnet jetzt Dekompressionsdaten, welche in bestimmten Risikosituationen deutlich länger werden können wie bisher. Falls Risikosituationen vom Taucher vermieden werden, ergibt sich keine Verlängerung der Dekompression.

Dieser Entwicklung kommt eine besondere Bedeutung zu. Etwa 50 Prozent aller Zwischenfälle sind nach Untersuchungen des "DAN" (Divers Alert Network, USA) und des

-4-

Seite 4

"BSAC" (British Sub-Aqua Club) auf Dekompressionskrankheiten und Gasembolien im arteriellen Kreislauf zurückzuführen.

Noch in diesem Jahr startet DAN Europe ein umfangreiches Forschungsprojekt zum Thema Blasenproduktion im venösen Kreislauf, das von Uwatec mit dem ALADIN AIR X Tauchcomputer-System unterstützt wird, um die Profile der Testtauchgänge exakt zu protokollieren.

Insgesamt aber, so ermittelte DAN, sei Tauchen, gemessen an der Zahl der Unfälle, jetzt schon sicherer als Schwimmen oder Radfahren. Der British Sub-Aqua Club ermittelte zum Beispiel nur einen einzigen Zwischenfall auf etwa 30 000 Tauchgänge.

Ergonomie und Design - Freiheit am Arm

Für den Tauchcomputer ALADIN AIR X wurde ein völlig neues Design entwickelt. Sowohl an den Tragekomfort und die Ablesbarkeit wurden dabei sehr hohe Anforderungen gestellt.

So wurde das Display zweigeteilt, um eine übersichtliche Zuordnung der Daten zu erreichen. Durch die leichte Abwinkelung der Gesamtform wurde eine sehr gute Anpassung an den Arm und ein besonders guter Tragekomfort erreicht.

Der Sichtwinkel der Anzeigen wurde so gewählt, daß bei Schrägaufsicht gleichzeitig eine optimale Ablesbarkeit der digitalen Anzeigen beider Displays möglich ist.

Durch das extrem flache Design und die drahtlose Datenübertragung erhält der Taucher eine individuelle, sehr große Bewegungsfreiheit bei der Ausübung des schönen Tauchsportes:

UWATEC FOR MORE FUN.

154 Zeilen a 40 Zeichen, Veröffentlichung honorarfrei, Belege erbeten.

map4 Pressemappe, boot 94, Dekomodell
ZH-L8 ADT, wichtigen Daten, Januar 1994

Uwatec Tauchcomputer-System ALADIN AIR X:
Das Dekompressionsmodell ZH-L8 ADT -
wichtige Daten in Kürze

Berechnung der Blasenentstehung
Verfahren, das die Existenz von
Mikrogasblasen im Blut und den Geweben
schätzen kann.

Venöser Kreislauf
Berücksichtigung der Entstehung von
Mikrogasblasen im venösen Kreislauf.
Bestimmung des durch diese Blasen
verursachten rechts/links Shunts
während und nach dem Aufstieg.
Anpassung der Dekozeit, Flugzeit und
Entsättigungszeit.

Arterieller Kreislauf
Berücksichtigung der Entstehung und
der Existenz von eingeschwemmten
Mikrogasblasen im arteriellen Kreislauf.
Reduktion der Entsättigungsgeschwindigkeit
und der Übersättigungstoleranz in den
blasenbefallenen Geweben.

Verhalten des Körpers bei Arbeit
Berücksichtigung der erhöhten Durchblutung
der Muskelgewebe. Dadurch erhöhte
Aufsättigung und entsprechende
Verlängerung der Dekompression.
Verlängerte Wartezeit bis zum Fliegen.

Verhalten des Körpers bei Kälte
Das Zusammenziehen der Blutgefäße
reduziert die Durchblutung, verlangsamt die
Auf- und Entsättigung und verkleinert die
Übersättigungstoleranz. Größte Auskühlung
während der Dekophase führt zu deren
Verlängerung.

Bestimmung von Leistung und Hauttemperatur
Die Leistung wird über die Atmung bestimmt,
die Hauttemperatur über ein mathematisches
Modell mit Wassertemperatur und Tauchzeit.

31 Zeilen a 40 Zeichen, Veröffentlichung
honorarfrei, Belege erbeten.

map5 Pressemappe, boot 94, AIR X System,
wichtige Daten, Januar 1994

Uwatec Tauchcomputer-System ALADIN AIR X:
Das AIR X System - wichtige Daten in Kürze

Hardware

Single-Chip Mikroprozessor mit großem Programm- und Datenspeicher. Drei ASIC's (kundenspezifische Chips) für Messwertaufbereitung und Datenübertragung. Digitale Anzeige auf zwei Displays, Piepser und PC-Interface.

Flaschendruck / Temperatur

Drahtlose Übermittlung des temperaturkompensierten Pressluftdrucks durch einen Sender am Hochdruckausgang des Lungenautomaten (Langwelle).

Sicherheit der Datenübertragung

mpfänger (Tauchcomputer am Arm) kann bei Aktivierung des Senders auf das unverwechselbare Erkennungssignal des Senders (Adresse) programmiert werden. Fehlerkorrigierender Code. Plausibilitätskontrolle. Zeitverschobene Sendeintervalle.

Warnsystem

Optische und akustische Vorsichtsmeldungen und Warnungen in unterschiedlichen Tonfolgen.

Logbuch

Datenspeicherung von 37 Tauchgängen, 19 abrufbar über das Tauchcomputer-Display. Speicherung der jeweils letzten 200 Tauchminuten als Tauchgangprofil. Datenübertragung zu einem PC mit Interface, Auswertung der übertragenen Daten.

Tauchplanung

Vorausplanung von Nullzeit- und Dekompressionstauchgängen mit wählbarer Tiefe, Tauchdauer und Intervallzeit.

Oberfläche

Die Höhe über Meer wird automatisch gemessen und in das Rechenmodell einbezogen.

31 Zeilen a 40 Zeichen, Veröffentlichung honorarfrei, Belege erbeten.

Leistungsdaten ALADIN-Familie

Features	ALADIN 1	ALADIN Pro 1	ALADIN Air X
automatische Aktivierung	•	•	•
automatische Höhenanpassung im Standby	alle 35:	alle 35:	alle 1:
maximale Tauchtiefe	100m	100m	genügend
Maximumtiefe (Schleppzeigerfunktion)	•	•	•
maximal angezeigte Tauchzeit	199:	199:	199:
akustischer Alarm		•	•
Nullzeit	•	•	•
tiefster Dekostop	•	•	•
Dekozeit auf tiefster Dekostufe		•	•
Gesamt-Auftauchzeit		•	•
erlaubte Aufstiegs geschwindigkeit	10m/min	10m/min	20-7m/min
Aufstiegs geschwindigkeits-Anzeige			•
Warnung "hohe Aufstiegs geschwindigkeit"	•	•	•
Warnung "Deko-Mißachtung"	•	•	•
minimale Wassertemperatur (mit Interface)			•
Flaschendruck			bis 255bar
verbleibende Luft-Zeit auf momentaner Tiefe			•
grafische Anzeige der Luft-Zeit			•
Warnung "hoher Luftverbrauch"			•
Warnung "keine Luftdaten"			•
Entsättigungszeit	•	•	•
Adaptionszeit bei Höhenwechsel	•	•	•
Warnung "Flugverbot"	•	•	•
Flugverbotszeit		•	•
Warnung "Oberflächenintervall verlängern"			•
Intervallzeit zwischen Tauchgängen	•	•	•
Anzahl Logbucheinträge (mit Interface)	9	9	19(37)
Interface und Data Trak Software für IBM®			•
kompatiblen PC			•
grafische Tauchgang-Daten			•
Nullzeitenplaner für momentane Situation	•	•	
Nullzeitenplaner mit wählbarer Intervallzeit			•
Dekoplaner mit wählbarer Intervallzeit			•
Warnung "Batteriewechsel"	•	•	•
Warnung "Batteriewechsel Sender"			•
verbleibende Batteriekapazität in %			•
Rechenmodell	ZH-L6	ZH-L6	ZH-L8ADT
Gewebe-Anzahl	6	6	8
Einfluß der Abkühlung auf Deko			•
Einfluß der Anstrengung auf Deko			•
Einfluß der Mikrogasblasen auf Entsättigung	im Surface	im Surface	•
Einfluß von fehlerhaftem Verhalten auf Deko			•
Selbstleuchtendes Display		•	•
Programmiermöglichkeiten mit Interface			•
Garantie	1 Jahr	1 Jahr	2 Jahre

map6 Pressemappe, boot 94,
Unternehmensportr.Kurzfassung, Januar 1994

Das Unternehmen:

UWATEC...mit "Sicherheit": for more fun!

UWATEC Instruments ist weltweit Marktführer unter den Herstellern für High-Tech Tauchsportinstrumente, die in erster Linie der Sicherheit des Tauchers dienen. UWATEC entwickelt und fertigt in der Hauptsache Sicherheitsinstrumente wie Tauchcomputer, Manometer, Tiefenmesser, Kompass und entsprechendes Zubehör.

Mit der revolutionären Entwicklung von elektronischen Tauchcomputern vom Typ "Aladin" hat das Unternehmen (1980 in Hallwil, Schweiz, gegründet) weltweit einen neuen Status für die Sicherheit beim Tauchen geprägt. Geräte und Systeme von UWATEC werden heute in über 100 Ländern der Welt von nahezu 75 Prozent aller Taucher eingesetzt. UWATEC Tochtergesellschaften befinden sich in Deutschland, Spanien und den USA.

Der bisher höchste Entwicklungsstand bei Tauchcomputern wurde mit dem System ALADIN AIR X erreicht, dem weltweit ersten Tauchcomputer der vierten Generation.

Seit der Gründung der Uwatec Instruments Deutschland GmbH (1992) ist das Unternehmen damit auf dem wichtigsten europäischen Markt mit seiner gesamten Produktpalette und der vollen Service-Leistung direkt vertreten.

Die neuen Geschäftsräume der UWATEC Instruments Deutschland GmbH in Rickenbach-Hottingen, (Schwarzwald) bieten außer einem umfangreichen Lager, attraktiven Ausstellungsräumen und modernst ausgestatteten Büros auch Seminarräume zur regelmäßigen Händlerschulung.

Seite 2

Damit stellt Uwatec Instruments Deutschland sicher, daß der Endverbraucher mit "seinen" ortsnahen Händlern ständig über absolut sachkundige Partner in Sachen Technik und Tauchsicherheit verfügt. Alle Vorgänge werden mit modernsten Computern abgewickelt und dokumentiert.

"Wer High-Tech-Geräte für die Tauchsicherheit entwickelt, der muß auch dafür sorgen, daß Benutzer dieser Geräte sich vertrauensvoll auf den zuverlässigen Betrieb verlassen können. Dazu gehört Kompetenz, Fachwissen und Kundennähe wie sie bei Uwatec intensiv gepflegt werden - und internationale Akzeptanz". So der Kernsatz der UWATEC Firmenphilosophie.

UWATEC "for more fun".

52 Zeilen a 40 Zeichen, Veröffentlichung
honorarfrei, Belege erbeten.

map7***** SPERRFRIST: 26.JANUAR 1994 11.00 UHR *****

**Tauchmedizinische Grundlagen
des neuen Rechenmodells ZH-L8 ADT**

Vortrag von Prof. Dr. med. Albert A. Bühlmann, CH-8703
Erlenbach, auf der "boot 94", Düsseldorf -Kurzfassung-

Alle geatmeten Gase diffundieren in der Lunge aus den Alveolen in das Blut, werden mit dem Kreislauf zu den Organen transportiert und diffundieren aus den Blutkapillaren in die Gewebe.

Im Gegensatz zu den Stoffwechselgasen Sauerstoff und Kohlensäure werden die Inertgase Stickstoff, Neon, Argon, Helium, Wasserstoff nicht chemisch gebunden, sondern nur physikalisch gelöst.

Der Stickstoffteildruck beträgt bei Luftatmung nach einem mindestens dreitägigen Aufenthalt bei Normaldruck von 1,0 bar in allen Geweben 0,76 bar. Das gelöste Gasvolumen ergibt sich aus Teildruck und Löslichkeitskoeffizienten. Weil diese Koeffizienten stabil sind, genügt für die Beurteilung der Sättigung die Kenntnis des Inertgasteildruckes.

In einer Wassertiefe von 10 m beträgt der Umgebungsdruck 2,0 bar und der Stickstoffteildruck in der Atemluft 1,531 bar. **Haldane** hat zu Beginn dieses Jahrhunderts beobachtet, daß Taucher aus einer Tiefe von 10 m in 1 bis 2 Minuten zum Normaldruck auftauchen können, ohne daß Symptome der Dekompressionskrankheit auftreten.

Entsprechend dieser Beobachtung liegt die Schlußfolgerung nahe, daß bei einem Umgebungsdruck von 1,0 bar ein Stickstoffteildruck von 1,531 bar also ein Stickstoff - Überdruck von 0,531 bar symptomlos toleriert wird.

Die Taucher befanden sich damals aber nicht 72 Stunden, sondern höchstens 1 bis 2 Stunden im Wasser. Die Tauchmedizin basiert auf Beobachtung, Erfahrung, reproduzierbaren Experimenten und schließlich Statistik.

Der Druckausgleich zwischen Atemgas, Lunge, Blut und Gewebe, Auf- und Entsättigung der Gewebe mit Inertgas läßt sich mit Halbwertszeiten berechnen. Die Werte für den symptomlos tolerierten Inertgasüberdruck müssen empirisch bestimmt werden, dabei ist der Risikowert 0 unerreichbar.

Seite 2

Bereits **Haldane** berechnete Auf- und Entsättigung mit Stickstoff mittels Halbwertszeiten. Für den Menschen nahm er eine längste Halbwertszeit von 120 Minuten an.

Sättigungsversuche, wie sie seit den 60-iger Jahren in verschiedenen Ländern durchgeführt wurden, haben gezeigt, daß der vollständige Druckausgleich zwischen Atemgas und allen Geweben entsprechend einer längsten Stickstoffhalbwertszeit von 9 bis 11 Stunden erfolgt.

Das in Zürich entwickelte Rechenmodell ZH-L16 berücksichtigt 16 Halbwertszeiten von 5 bis 635 Minuten.

Diese Halbwertszeiten lassen sich überlappend mit Geweben, z.B. Rückenmark, Haut, Muskulatur, Gelenke und Knochen identifizieren und im Experiment mit dem Auftreten von Symptomen reproduzieren.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß Gewebe mit einer kurzen Halbwertszeit einen höheren Stickstoffüberdruck symptomlos tolerieren wie Gewebe, die sich mit langen Halbwertszeiten aufsättigen.

Die Beziehung zwischen toleriertem Stickstoffüberdruck und Umgebungsdruck ist praktisch linear, was die Berechnung der risikoarmen Dekompression erleichtert. Dieses ABC der Sättigung und Entsättigung mit Inertgas ist aber ungenügend, falls auch Variationen der Haut- und Muskeldurchblutung und nach einem Tauchgang die Existenz von symptomlosen Mikrogasblasen im venösen Blut berücksichtigt werden sollen.

Die Durchblutung des Zentralnervensystems, der Nieren, der Leber ist praktisch konstant. Die Abkühlung der Haut verursacht eine lokale Vasokonstriktion, d.h. die Durchblutung der arbeitenden Muskulatur ist gegenüber Ruhe um ein Mehrfaches gesteigert.

Wird während eines Tauchganges schwer gearbeitet, erfolgt die Sättigung grosser Teile der beteiligten Muskulatur schneller als in Ruhe. Mikrogasblasen im Gewebe behindern lokal die Durchblutung und damit während der Dekompression die Stickstoffelimination. Mikrogasblasen im venösen Blut gelangen in die Lunge und beeinträchtigen das Verhältnis zwischen Ventilation und Durchblutung der Alveolen.

Auf diese Weise entsteht ein Rechts-Links-Shunt, der ebenfalls eine verzögerte Entsättigung der Gewebe zur Folge hat. Ob und wieviel Mikrogasblasen nach einem Tauchgang mit dem venösen Blut in die Lunge gelangen, hängt vom Profil des vorausgegangenen Tauchganges ab. Ein Tauchgang von 15 Minuten

auf 30 m hat ein anderes Sättigungsmuster als ein Tauchgang von 75 Minuten auf 15 m. Obwohl es sich in beiden Fällen um 0-Zeiten, um dekompressionslose Tauchgänge handelt.

Muskulatur und Haut mit einem Anteil von ca. 50% am Körpergewicht haben nach dem langen Tauchgang auf 15 m einen höheren Stickstoffteildruck als nach dem kurzen Tauchgang auf 30 m.

Der Tauchcomputer ermöglicht wiederholtes Tauchen (Non-Limit) mit kurzen Oberflächenintervallen. Damit ergibt sich das Risiko einer Kumulation von Mikrogasblasen in den Lungenkapillaren. Sammeln sich in der Lunge zu viele Mikrogasblasen an, so gelangt ein Teil mit dem arteriellen Blut wieder in die Gewebe, wo die lokale Durchblutung behindert wird.

Bei einer zu hohen Aufstiegs geschwindigkeit, z.B. 0,5 Minuten von 10 m zur Oberfläche, können sich auch im arteriellen Blut Mikrogasblasen formieren, so daß ebenfalls eine arterielle Gasembolie mit Behinderung der Perfusion der betroffenen Gewebe resultiert.

Der Tauchmediziner erwartet, daß der "intelligente" Tauchcomputer neben der konventionellen Berechnung von Auf- und Entsättigung zusätzlich folgendes berücksichtigt und für die Berechnung verwertet:

- Hauttemperatur
- Muskelarbeit
- Rechts-Links-Shunt in der Lunge entsprechend vorausgegangenem Tauchgang
- Zu hohe Aufstiegs geschwindigkeit
- Versäumte Dekompressionsstufe

Unabhängig von diesen "intelligenten" Modulationen der Berechnung von Auf- und Entsättigung sollte der moderne Tauchcomputer auch anzeigen, falls ein wiederholter Tauchgang mit einem erhöhten Risiko einer arteriellen Gasembolie verbunden ist, das mit der Verlängerung des Oberflächenintervalls reduziert werden kann.

Für das Studium des Verhaltens der Taucher ist es erwünscht, daß die exakten Profile mit Arbeitsleistung, Abkühlung und Aufstiegs geschwindigkeit gespeichert werden und auf einem entsprechend programmierten PC abgerufen werden können.

Schließlich sollte der Tauchcomputer auch die Planung des Tauchganges ermöglichen. ***

map8***** SPERRFRIST: 26. JANUAR 1994, 11.00 UHR *****

Der "intelligente" Tauchcomputer

Vortrag von Dipl.-Ing. Ernst Völlm, Dynatron AG, Zeltweg 7,
CH-8032 Zürich, auf der "boot 94", Düsseldorf -Kurzfassung-

1. Einführung

Tauchcomputer verwenden bis heute Rechenmodelle, welche mit Luftdruck, Wasserdruck und Zeit die notwendige Dekompression berechnen. Dabei wird vorausgesetzt, daß das Inertgas im Körper des Tauchers gelöst ist und dass sich Arbeitsleistung und Abkühlung des Tauchers im normalen Rahmen bewegen.

Statistiken zeigen, daß beim Vorliegen von speziellen Situationen das Risiko für die Dekompressionskrankheit größer ist. Eine generelle Verlängerung der Dekompression bringt nicht die erhoffte Lösung. Der Tauchmediziner fordert deshalb heute ein Rechenmodell, welches auch ausserhalb der "Normalbedingungen" korrekte Dekompressionswerte ergibt.

2. Ein Blick in die Statistik

2.1. Mehr Sicherheit durch konservativere Dekompression?

Tabellen ergeben im praktischen Gebrauch eine gegenüber dem Tauchcomputer deutlich längere Dekompression. Viele Taucher glauben deshalb auch heute noch, daß Tabellen einen besseren Schutz gegen Dekompressionskrankheit bieten als Tauchcomputer.

Nun zeigen glaubwürdige Statistiken (DAN USA, DAN Europa, BSAC), daß etwa die Hälfte aller DCS-Zwischenfälle innerhalb der Tabellenwerte vorkommen und generell kein höheres Risiko bei Computern festgestellt werden kann. Es liegt deshalb nahe, daß eine generell konservativere Dekompression die Häufigkeit der Dekompressionskrankheit nicht reduzieren kann.

2.2. Risikosituationen

Kann das Dekompressionsrisiko überhaupt noch weiter vermindert werden? Sehr häufig sind bestimmte Risikosituationen an den Dekompressionszwischenfällen beteiligt:

- schnelle (Not- und Panik-) Aufstiege
- Mißachtung der Dekompressionsvorschrift
- Tauchgänge in Tiefen größer als 30 Meter
- Repetiv-Tauchgänge, Non-Limit Tauchen

- Anstrengung
- Multilevel Tauchgangprofile (Jojo-Tauchgänge)
- starke Abkühlung
- Fliegen nach dem Tauchen

Die Risikosituationen sind etwa gleich für Tabellen- und Computerbenützer. Tabellen, wie auch alle bis heute erhältlichen Tauchcomputer, sind nicht in der Lage diese Situationen zu berücksichtigen, weil bis heute kein entsprechendes Rechenmodell zur Verfügung stand.

3. Überlegungen zu einem neuen Rechenmodell

Seit vielen Jahren sind die Dekompressionsmodelle sowohl für Tabellen wie auch für Computer nicht mehr grundsätzlich geändert worden. Das Senken der Toleranzwerte führte zu immer kürzeren Nullzeiten und längeren Dekostops.

Eine wesentliche Erhöhung der Sicherheit konnte aber nach diesem "Giesskannenprinzip" nicht erreicht werden. Im Gegenteil, Benutzer der konservativsten Tauchcomputer kümmern sich oft nicht mehr um eine konsequente Befolgung der langen Dekompressionszeiten.

Eine kurze Nullzeit oder eine lange Dekompression soll nur dann angegeben werden, wenn sie effektiv zum Schutz des Tauchers nötig ist. Der Tauchcomputer, ausgestattet mit einem modernen Rechenmodell, könnte es dem Taucher in Zukunft ermöglichen, sein Verhalten zu optimieren um weniger häufig in Risikosituationen zu geraten.

Um diese Ziele zu erreichen, müssen wir das Verhalten des Körpers in Risikosituationen besser modellieren. Veränderungen in der Durchblutung von Haut und Muskeln durch Kälte und Anstrengung müssen berücksichtigt werden. Die heute allgemein akzeptierte Existenz von Mikrogasblasen in unserem Kreislauf und den Geweben muss in einem modernen Rechenmodell enthalten sein.

In Zusammenarbeit mit Prof. Albert Bühlmann entstand nun das Rechenmodell ZH-L8 ADT (ZH=Zürich, L=lineares Modell für die Übersättigungstoleranzen, 8=Anzahl Gewebe, ADT=adaptiv).

Durch seine Anwendung in einer neuen Computergeneration erfüllen diese Geräte die genannten Forderungen. Der "intelligente" Tauchcomputer wird Wirklichkeit.

4. Das Rechenmodell ZH-L8 ADT

4.1 Der Einfluss der Anstrengung

Falls sich der Taucher unter Wasser anstrengt (z.B. wegen Strömung oder Arbeit), sättigen sich die Muskeln

und teilweise auch die Haut viel schneller auf weil sie besser durchblutet werden. Während der Dekompressionsphase müssen die höher aufgesättigten Muskelgewebe wieder genügend entsättigt werden. Dies ist der Grund für den Risikofaktor Anstrengung.

Halbwertszeit und Übersättigungstoleranz der Muskelgewebe werden im neuen Rechenmodell entsprechend der Anstrengung des Tauchers verändert. Über die Atmung des Tauchers kann die körperliche Leistung indirekt gemessen werden.

Für die Bestimmung des Atemminutenvolumens müßte das Volumen des Tauchgerätes bekannt sein. Aufeinanderfolgende Flaschendruckwerte erlauben aber unabhängig vom Flaschenvolumen eine direkte Leistungsbestimmung. Das Verfahren wurde durch uns entwickelt und zum Patent angemeldet. Ergometer-Versuche und einige hundert praktische Tauchgänge verifizierten das Verfahren.

Nach dem Tauchen reduziert sich in der Regel die Arbeitsleistung. Die mittlere, über Wasser erbrachte Leistung entspricht etwa der eines ruhig am Boden knienden Tauchers.

Die Halbwertszeiten und Übersättigungstoleranzen müssen auch im Oberflächenintervall angepasst werden.

Der Risikofaktor Fliegen nach dem Tauchen ist auf diesen Effekt zurückzuführen.

Weil eine Messung der Leistung an der Oberfläche nicht durchgeführt werden kann, wird der Berechnung die durchschnittliche Tagesleistung zu Grunde gelegt. Dies führt zu relativ langen Entsättigungs- und Flugverbotszeiten.

4.2. Der Einfluß der Wassertemperatur

Beim Tauchen in kaltem Wasser minimiert der Körper seinen Wärmeverlust im Körperinnern durch das Zusammenziehen der Blutgefäße in der Haut. Die stärkste Auskühlung wird praktisch immer am Ende eines Tauchganges erreicht.

Ausgerechnet während der Dekompressionsphase und in der ersten Zeit nach einem Tauchgang entsättigen sich die Hautgewebe langsamer als normal und ihre Übersättigungstoleranz wird kleiner! Damit kann der Risikofaktor Abkühlung erklärt werden.

Das neue Rechenmodell ändert die Halbwertszeit der Hautgewebe entsprechend der Hauttemperatur des Tauchers. Es ist nicht praxistgerecht, Sensoren für die Temperaturmessung zu verwenden. Die Hauttemperatur wird deshalb unter Einbezug der

-4-

Vorgeschichte mittels Wassertemperatur und Zeit geschätzt. Die Schätzung basiert auf realen Messungen an Tauchern unter den verschiedensten Randbedingungen.

Sie stimmt recht gut beim Tragen eines Nassanzuges, welcher den Temperaturverhältnissen entsprechend ausgewählt wird. Beim Tragen eines Trockentauchanzugs ist die Schätzung zu konservativ. Da aber beim Trockentauchen Hautsymptome aus anderen Gründen häufiger auftreten als beim Nasstauchen, ist eine konservativere Dekompression der Hautgewebe auch beim Trockentauchen nur von Vorteil.

4.3 Gasblasenbildung beim Taucher

Die in Tauchcomputern bisher verwendeten Modelle berücksichtigen nur Stickstoff in gelöster Form. Stickstoff kann aber im Gewebe und im Blut Gasblasen bilden. Gasblasen können eine Dekompressionskrankheit oder eine Gasembolie verursachen, können aber auch symptomlos bleiben. Blasen die keine Symptome verursachen werden als "stille Blasen" bezeichnet.

Herkömmliche Modelle rechnen mit einer scharfen Grenze für den tolerierten Stickstoffdruck. Tatsächlich kann es aber in einer "Grauzone" zwischen genügender und ungenügender Dekompression zu stillen Blasen kommen. Diese können die Durchblutung lokal behindern und damit Sättigung und Übersättigungstoleranz in dieser Zone verändern.

Innerhalb des Rechenmodells ZH-L8 ADT wird ein von uns entwickeltes Rechenmodell für Mikrogasblasen verwendet. Dieses "Blasenmodell" liefert die Basis für die Anpassungen der Gewebeparameter.

4.3.1. Ungenügende Dekompression

Wenn die Dekompressionsvorschrift nicht konsequent eingehalten wird, können im Gewebe Blasen entstehen.

Halbwertszeit und Übersättigungstoleranz der wichtigen Gewebe werden vom Rechenmodell der veränderten Situation angepasst. Die Dekompression wird so verändert, dass bei deren Befolgung keine weiteren Blasen entstehen können und eine genügende Entsättigung auch im gestörten Gewebebereich sichergestellt ist. Damit kann das Risiko beim Mißachten der Dekotiefe reduziert werden. Der Taucher muß dann allerdings mit einer deutlich längeren Austauschzeit rechnen.

4.3.2. Zu schnelles Auftauchen

Bei massiver Überschreitung der maximalen Aufstiegsgeschwindigkeit können Blasen direkt im arteriellen Blut entstehen. Diese Blasen können in die Gewebe gelangen.

Das Risiko durch schnelle Aufstiege ist bedingt durch eine solche arterielle Gasembolie.

Auch hier verändert das Rechenmodell die Halbwertszeit und Übersättigungstoleranz. Durch die geänderte Dekompression entstehen bei deren Befolgung keine weiteren Blasen mehr. Eine genügende Entsättigung im betroffenen Gewebe ist sichergestellt.

4.3.3. Der intrapulmonare Shunt

In der Endphase des Auftauchens und in der ersten Zeit nach einem Tauchgang entstehen im venösen Kreislauf Blasen, welche in der Lunge aufgefangen werden. Durch die Obstruktion der Lungenkapillaren ergibt sich ein intrapulmonarer Rechts-Links Shunt. Dadurch kann in der Entsättigungsphase der arterielle Stickstoffdruck erhöht sein. Die Gewebe entsättigen sich langsamer.

Bei Repetivtauchgängen kumulieren sich die Stickstoffblasen in der Lunge. Wenn sich sehr viele Blasen in der Lunge ansammeln, steigt die Wahrscheinlichkeit, daß einige davon auch in den arteriellen Kreislauf gelangen. In den Geweben entstehen stille Blasen.

Der erhöhte arterielle Stickstoffdruck und die Möglichkeit des Blasenübertritts in den arteriellen Kreislauf sind Gründe für das erhöhte Risiko beim Repetivtauchgang.

Repetivtauchgänge ab 30 Meter Tiefe unter Ausschöpfung der Nullzeit oder mit kurzen Dekozeiten ergeben einen großen Shunt. Dies erklärt das erhöhte Risiko für tiefe Tauchgänge.

Es ist sehr wichtig, daß an der Oberfläche genügend Zeit für eine Reduktion der Blasen zur Verfügung steht. Andernfalls steigt die Wahrscheinlichkeit dass Blasen in den arteriellen Kreislauf übertreten können.

Das Rechenmodell empfiehlt deshalb dem Taucher in einer solchen Situation eine Verlängerung des Oberflächenintervalls. Wird diese Zeit nicht abgewartet, liegt eine Risikosituation vor, auf die das Modell mit einer veränderten Dekompressionsvorschrift reagiert.

5. Erfahrungen mit dem "intelligenten" Tauchcomputer

In mehreren hundert praktischen Tauchgängen konnte das Rechenmodell ZH-L8 ADT seine Stärken unter Beweis stellen.

Beim Vermeiden von Risikosituationen sind Nullzeit und Dekompression etwa gleich wie bei unseren bisherigen Tauchcomputern. Beim Vorliegen von Risikosituation oder bei

falscher Tauchtechnik erfolgt automatisch eine Anpassung der Dekompression, um mögliche Zwischenfälle zu vermeiden.

Bei zu schnellem Aufsteigen, Jojo-Tauchgängen, mehreren aufeinanderfolgenden Tauchgängen und bei der Verletzung der Dekompressionsvorschrift wird die Nullzeit stark verkürzt oder die Dekompression beginnt in grösserer Tiefe und dauert bedeutend länger.

Starke Anstrengung oder Abkühlung des Tauchers wirken sich vor allem bei längeren und wiederholten Tauchgängen aus. Die Nullzeit in Wassertiefen bis etwa 20 Meter wird kürzer oder die obersten Dekompressionsstufen, welche für die genügende Entsättigung der Muskel- oder Hautgewebe verantwortlich sind, werden länger.

Die Tauchsicherheit kann in erster Linie durch das Vermeiden von Risikosituationen noch verbessert werden. Der Hinweis zu einer Verlängerung des Oberflächenintervalls bei hohem Blasenrisiko und die beschriebenen Veränderungen der Dekompression als Folge einer Risikosituation haben einen großen Einfluß auf das Verhalten der Taucher.

Das Rechenmodell ZH-L8 ADT wird in Zukunft durch seine Adaptionfähigkeit und Präventionswirkung einen großen Beitrag zur Tauchsicherheit leisten. Eine vernünftige, risikoarme Tauchtechnik wird gefördert, ohne daß sinnlose Einschränkungen die Freude am Tauchen beeinträchtigen. Der "intelligente" Tauchcomputer ist Wirklichkeit.***

map9***** SPERRFRIST: 26. JANUAR 1994, 11.00 UHR *****

ALADIN AIR X: Die perfekte Lösung

Vortrag von Dipl.-Ing. Markus Mock, Dynatron AG, Zeltweg 7,
CH-8032 Zürich, auf der "boot 94", Düsseldorf, -Kurzfassung-

1. Einleitung

Die neuesten Erkenntnisse aus der Dekompressionsforschung führten zur Entwicklung des Rechenmodells ZH-L8 ADT und zur Realisierung einer neuen Tauchcomputergeneration. Neben der Möglichkeit, auf Risikofaktoren beim Tauchen gezielt einzuwirken, konnten damit viele Neuerungen und Verbesserungen implementiert werden.

Einige dieser Neuerungen sollen hier näher erklärt werden. Die Liste ist nicht vollständig, vielmehr soll ein Überblick über das revolutionäre System geben werden.

2. Das ALADIN AIR X System

Das ALADIN AIR X System besteht aus drei Komponenten. Kernstück ist der am Handgelenk getragene Tauchcomputer. Dazu gehört ein kleiner Sender, welcher am Hochdruckausgang der 1. Stufe des Lungenautomaten montiert wird. Das dritte Glied in der Kette bildet ein Interface, mit welchem einerseits gewisse Größen vom Benutzer im Tauchcomputer programmiert und andererseits reale Tauchgang-Daten aus dem Tauchcomputer ausgelesen und mit einem speziellen PC-Programm dargestellt werden können. Dieses Softwarepaket unterstützt auch das Führen eines persönlichen Logbuches auf PC-Ebene.

Das neue Rechenmodell berücksichtigt neben der "normalen" Gewebesättigung die Beeinflussung durch Abkühlung der Haut und Muskelarbeit. Deshalb müssen Informationen über Wassertemperatur und Luftverbrauch vorhanden sein. Die Wassertemperatur wird über einen Temperatursensor im Tauchcomputer bestimmt. Die Flaschendruckinformation wird vom Sender drahtlos übermittelt und angezeigt. Der Taucher kann damit alle notwendigen Daten direkt am Handgelenk ablesen.

Aus technischer Sicht bedeutet dies einen erheblichen Mehraufwand, denn für die sichere Übertragung ist ein ausgeklügeltes Sende-/Empfangsschema notwendig.

2.1 Die drahtlose Datenübertragung

Die Aufgabe des Senders besteht darin, dem Tauchcomputer in periodischen Zeitabständen den Flaschendruck zu übertragen. Wichtig ist, daß jeder Taucher seinen Druck auf der Anzeige sieht und nicht etwa den seines Nachbarn. Benachbarte Sender dürfen einander gegenseitig nicht stören, auch wenn sie sehr nahe beieinander liegen. Es soll aber jederzeit möglich sein, einen Sender einem anderen Tauchcomputer zuzuordnen.

Diese Bedingungen haben zu einem mittlerweile patentierten Übertragungsschema geführt. Die Übertragung erfolgt im Langwellenbereich. Alle Sender arbeiten auf der selben Frequenz. Ein Datentransfer dauert nur sehr kurze Zeit, und der Zeitpunkt einer Übertragung ist variabel.

Damit ist gewährleistet, daß sich benachbarte Sender nicht über längere Zeit stören können. Jeder Sender arbeitet mit einer eigenen Sendeadresse. Es existieren im Moment etwa 60 000 verschiedene Adressen. Damit ist praktisch ausgeschlossen, daß zwei Taucher einen Sender mit identischer Adresse verwenden.

Damit ein Tauchcomputer einen Sender verstehen kann, muß er die Adresse des Senders kennen. Im sog. "Paarungsmodus" kann diese Zuordnung vom Benutzer vorgenommen werden. Die Paarung beinhaltet mehrere Sicherheitsstufen, damit keine Falschpaarung möglich ist.

Die eigentliche Druckinformation wird codiert übertragen. Das heißt, fehlerhafte Empfangsdaten sind erkennbar und lassen sich teilweise korrigieren. Korrekt empfangene Daten werden zusätzlich einer Plausibilitätskontrolle unterzogen. Es werden nur diejenigen Druckwerte weiterverarbeitet, die in der momentanen Situation vernünftig sind.

Dieses mehrstufige Verfahren garantiert eine äußerst sichere Datenübertragung. Sie bildet die Basis für die Berechnung des Luftverbrauchs und der ins Rechenmodell ZH-L8 ADT einfließenden Leistung.

2.2 Die verbleibende Luftzeit (RBT)

Als verbleibende Luftzeit (oder englisch: Remaining Bottom Time) bezeichnen wir die Zeit, die ein Taucher auf der momentanen Tiefe verbleiben kann, so daß nach dem berechneten Aufstieg noch ein bestimmter Reservedruck in der Flasche übrig bleibt. Die Berechnung erfolgt unter Berücksichtigung des momentanen Luftverbrauchs womit sich diese Angabe der aktuellen Situation anpassen kann. Eine Erhöhung des Luftverbrauchs wird die RBT reduzieren. Bei massiv höheren

Werten wird der Taucher gewarnt. Ebenso, wenn die RBT kleiner als 3 Minuten wird (einmalig) oder wenn die Luftzeit abgelaufen ist (periodisch, intensiv).

Der große Vorteil der RBT liegt darin, daß mit nur einer Anzeige ein Tauchgang beurteilt und geplant werden kann. Es wird möglich den Luftvorrat optimal einzuteilen und zum Beispiel die Tauchtiefe den gegebenen Umständen anzupassen.

2.3 Die variable Aufstiegs geschwindigkeit

Aus dem Algorithmus für die Blasenentwicklung kann eine Aufstiegs geschwindigkeit ermittelt werden, sodaß während eines Aufstiegs keine Blasen im arteriellen Kreislauf entstehen.

Mit der Einschränkung, daß ein Aufstieg aus tauchtechnischen Gründen nicht schneller als mit 20m/Min. erfolgen soll, läßt sich eine optimale Aufstiegs geschwindigkeit definieren. Sie ist in Tiefen grösser 50m konstant und beträgt 20m/Min. Zwischen 50m und 0m variiert sie im Bereich 20m/Min. und 7m/Min. Das heißt, je näher man zur Oberfläche kommt, desto langsamer muss aufgestiegen werden.

Damit ein Taucher auf einen Blick seinen Aufstieg überprüfen kann, wird die Geschwindigkeit in Prozent zur Sollgeschwindigkeit angezeigt. Wenn zum Beispiel die Zahl 120% erscheint, wird mit einer Geschwindigkeit von 120% gegenüber der Sollgeschwindigkeit aufgetaucht - also zu schnell.

Bei diesem Verfahren braucht der Taucher keine tiefenabhängigen Geschwindigkeiten zu wissen und kann sich an die Vorgabe "herantasten".

Während eines Tauchgangs soll nur dann eine Geschwindigkeit angezeigt werden, wenn auch tatsächlich ein Aufstieg vorliegt. Das implementierte Verfahren unterscheidet einen tatsächlichen Aufstieg von Armbewegungen etc. und verhindert dadurch eine zu hohe Empfindlichkeit.

Ebenfalls neu sind die akustischen Warnungen bei zu schnellem Aufstieg. Ist die Geschwindigkeit nur geringfügig zu groß, erfolgt eine Warnung mit kurzen Ton-Impulsen. Bei größerer Abweichung werden diese Impulse länger, das heißt, die Töne werden intensiver. Es sind insgesamt vier Intensitätsstufen möglich, jede nächste Stufe warnt noch eindringlicher vor zu schnellem Aufstieg.

2.4 Der Planungsmodus

Die Planung von Tauchgängen ist vor allem bei Repetivtauchgängen ein wichtiges Hilfsmittel. Herkömmliche Tauchcomputer unterstützen den Benutzer gewöhnlich mit einer rollierenden Nullzeitentabelle für die Momentansituation.

Für den Aladin Air-X wurde der Planungsmodus völlig überarbeitet. Mit wenigen Handgriffen ist es möglich, neben Nullzeit-Tauchgängen auch solche im Deko-Bereich zu planen. Sogar ein dem Tauchgang vorangehendes Oberflächen-Intervall läßt sich einstellen. Dies hat den Vorteil, daß eine Planung schon frühzeitig vorgenommen werden kann. Zusätzlich wird mit der Anzeige 'Atn' (Attention) darauf hingewiesen, wenn das Oberflächenintervall, wegen der Gefahr von stillen Blasen nach dem Folgetauchgang, verlängert werden sollte.

Dank eines übersichtlichen Bedienungsschemas ist die Bedienung praktisch selbsterklärend geworden. Es lassen sich Rechteckprofile im Bereich 9m bis 60m und bis zu 99 Minuten Dauer auf einfachste Weise simulieren. Nach jeder Berechnung läßt sich die gewünschte Tauchzeit oder Tauchtiefe neu einstellen. Damit kann überprüft werden, wie empfindlich die Deko-Zeit auf Veränderung dieser beiden Größen reagiert.

2.5 Das Interface zum PC

Im ALADIN AIR X ist eine Schnittstelle für die Kommunikation mit einem PC eingebaut. Die Bedürfnisse des Tauchers können damit noch besser abgedeckt werden. Einerseits lassen sich bestimmte tauchspezifische Parameter vom Benutzer selber programmieren, andererseits können Geräte-Informationen auf dem PC dargestellt werden.

Beispielsweise verfügt der ALADIN AIR X über einen speziellen Speicher, der die letzten ca. 200 Tauchminuten in Schritten von 20 Sekunden und die letzten 37 Tauchgänge in Kurzform festhält. Dieser Speicher kann auf den PC übertragen und mit einem speziellen Logbuchprogramm dargestellt werden.

2.5.1 Die persönliche Programmierung

Einige Funktionen und Grenzwerte lassen sich durch den Benutzer selber programmieren. Dazu gehören:

- Der Reservedruck, mit dem die verbleibende Luftzeit berechnet werden soll. Dieser Wert ist zwischen 30 bar und 80 bar wählbar. Ein hoher Wert liefert kürzere Luftzeiten, garantiert dafür einen höheren Restdruck in der Flasche am Ende des Tauchgangs. Ab Fabrik ist ein Wert von 40 bar eingestellt.

- Für die sogenannten Aufmerksamkeitswarnungen läßt sich die akkustische Warnung abschalten. Darunter fallen: Nullzeit kleiner als 1 Minute, RBT kleiner als 3 Minuten, hoher Luftverbrauch und kurzzeitiger Unterbruch der Datenübertragung.

- Die Ansprechempfindlichkeit der Warnung für hohen Luftverbrauch läßt sich in gewissen Grenzen variieren.

- Die physikalischen Einheiten für Druck, Tiefe und Temperatur können metrisch (bar, m, °C) oder imperial (psi, feet, °F) gewählt werden.

2.5.2 Das Logbuchprogramm

Mit der Möglichkeit, Profildaten vom Tauchcomputer zum PC übertragen zu können, eröffnen sich ganz neue Wege. Das Softwarepaket DATATRAK unterstützt den Benutzer in drei Bereichen:

- Computer-Logbuch
- Tauchganganalyse
- Schulungshilfsmittel.

Erstmals kann auf PC-Ebene ein detailliertes Taucher-Logbuch geführt werden. Nach dem Datentransfer werden automatisch Tauchgang, Zeit und Datum registriert. Der Benutzer kann verschiedene Zusatzinformationen eingeben, wie zum Beispiel Ort, Tauchplatz, Beschreibung des Tauchganges etc. Diese Daten lassen sich ausdrucken und in einem speziell dafür vorgesehenen Ordner ablegen.

Die letzten ca. 200 Tauchminuten werden als Profil registriert. Somit kann durch regelmäßiges Auslesen zu jedem Tauchgang das Profil gespeichert bzw. ausgedruckt werden. In jedem Fall bleiben die letzten 37 Tauchgänge in Kurzform (Tiefe, Tauchzeit, Datum, Zeit etc.) gespeichert. Damit bleiben Ferientauchgänge erhalten, auch wenn kein PC zur Verfügung steht.

Jedes Profil kann vom PC nachgerechnet werden. Dadurch ist für jeden Profilpunkt ersichtlich, was der Tauchcomputer in dieser Situation angezeigt hat. Dies ist ein nützliches Hilfsmittel um Tauchgänge analysieren zu können. Gerade bei Tauchunfällen kann das sehr wichtig sein. Aber auch in der Schulung kann auf ein Fehlverhalten und deren Auswirkungen in realen Situationen hingewiesen werden.

Alle Warnungen, die der Tauchcomputer während dem Tauchgang ausgegeben hat, sind im Profil mitenthalten. Dies macht erfahrungsgemäß in sehr kurzer Zeit auf schlechte -6-

Tauchgewohnheiten aufmerksam und führt in der Folge zu risikoarmem Tauchverhalten.

3. Zusammenfassung

ALADIN AIR X gehört zur ersten Tauchcomputergeneration, die das Rechenmodell ZH-L8 ADT verwendet und damit einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit im Tauchsport leistet. Viele Risikosituationen werden damit verhindert oder wo dies nicht möglich ist, durch Anpassen der Dekompressionsvorschrift angemessen berücksichtigt.

Die im Modell einfließende Leistung wird über den Flaschendruck bestimmt. Zusätzlich kann eine neue Größe, die verbleibende Luftzeit berechnet werden. Sie trägt ebenfalls viel zur Erhöhung der Sicherheit bei, warnt sie doch den Taucher rechtzeitig, wenn der Luftvorrat zu Ende geht. Die nachträgliche Analyse realer Tauchgänge am PC eröffnet auch in der Taucherausbildung neue Möglichkeiten.

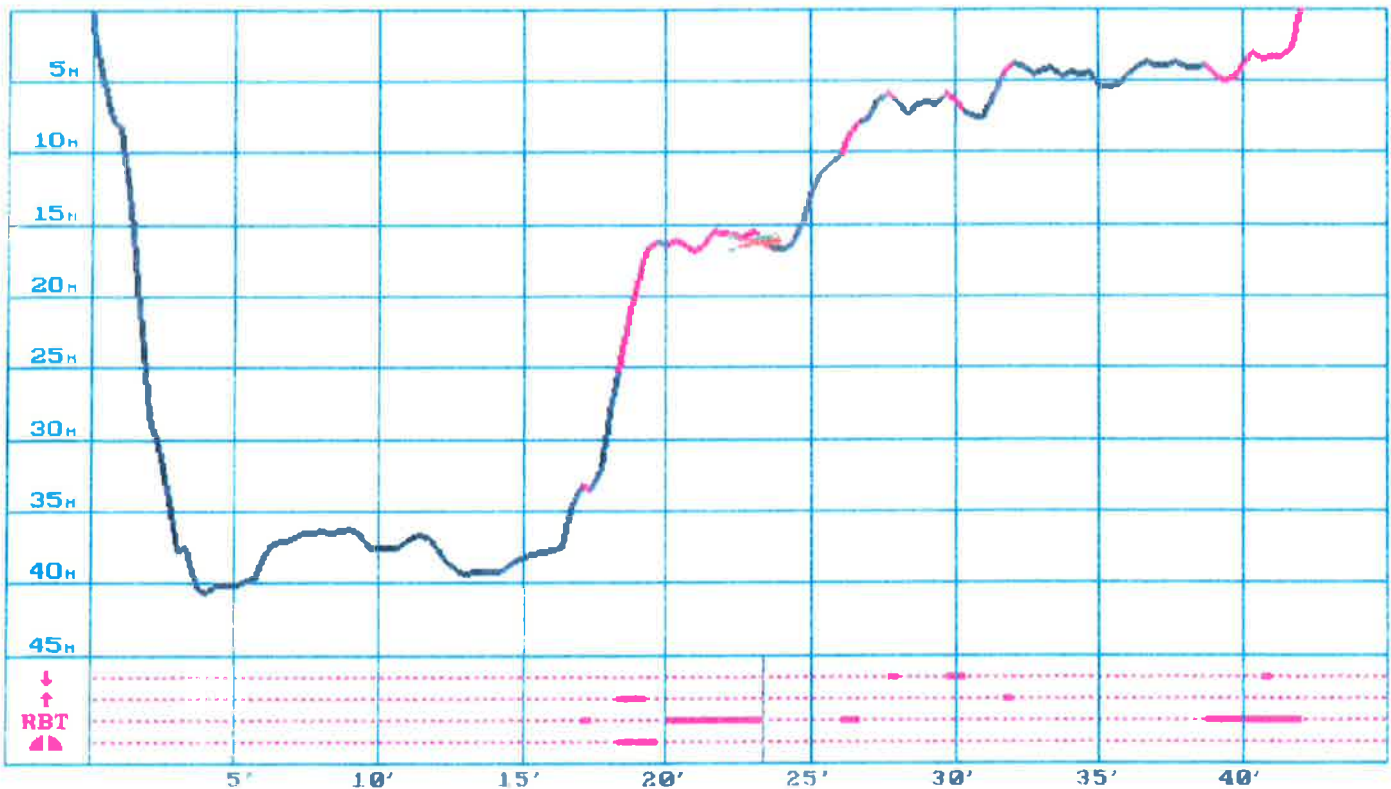
Insgesamt ist ein System entstanden, daß in Zukunft einen bedeutenden Beitrag zur Tauchsicherheit leisten wird. Wir sind überzeugt, daß sich bestimmte Tauchgewohnheiten dadurch verändern und einem Tauchen mit weniger Risiko Platz machen werden.***

Dives 1460 ● 1461 ● 1462 ● 1463 ● 1464 ● 1465 ● 1466 ● 1467 ● 1468 ● 1469 ● 1470 ● 1471 ● 1472 ● 1473 ● 1474 ●	Datum: Sa, 09. Okt. 1993 Ort: Elba	Zeit: 10:09 Tauchplatz: Punta Bianca
	Höhenbereich: 0 m + 800m Wetter: bewölkt Tauchanzug: Nassanzug	Intervall: 18:06 Luft Temp: Flaschengr: 14 l
	Maximaltiefe: 42.0 m min. Temperatur: 19°C	Tauchzeit: 01:00 Luftverb: 180 bar
	Tauchgang-Typ: Dekompression, Multilevel, Meerwasser Aktivitäten: Plausch-TG Alarmmeldung: Tauchpartner: Guy de Watteville	
	Kommentar: TG mit unserem Dökti. Viel Dünung. Muränen, Pulpo und Garnelenhöhle. Scharfe Seemine, ca. 50m nordöstlich der Garnelenhöhle auf Seegrund.	

Graphik verlassen

ERNIE-93.L

16.3	29:				TG: 0009 Log: 9-0-1N.LOG Datum: 07.10.1993 Zeit: 16:05 Ort: Elba Wasser: 18°C (min) Atmung: 19.5 l/min
40.6	6H 5:				



map10 Pressemitteilung Prozeß Divetronic/
Uwatec, Entscheidung für Uwatec. Januar 94

Patentstreit Divetronic-Uwatec:
**Uwatec gewinnt Patentstreit, Divetronic AG
in Konkurs.**

Der Patentstreit zwischen Divetronic und Uwatec ist endgültig zu Gunsten von Uwatec entschieden.

Divetronic hatte in seiner Klage gegen Uwatec behauptet, Uwatec würde mit den Tauchcomputern Aladin und Aladin Pro ein Patent der Divetronic AG verletzen.

Das Bundespatentgericht in München stellte jetzt fest, daß der (inzwischen in Konkurs gegangenen) Divetronic AG, Liechtenstein, das fragliche Patent nicht hätte erteilt werden dürfen. Computer der im Patent beschriebenen Art wären schon vor der Patentanmeldung auf dem Markt bekannt gewesen. Divetronic hatte demnach das Patent zu Unrecht erhalten.

Uwatec dagegen hatte schon von Anfang an klargestellt, daß die Tauchcomputer Aladin und Aladin Pro die Dekozeiten bestimmen, indem die Aufsättigung und Entsättigung von verschiedenen Geweben nach dem Bühlmann'schen Gewebemodell simuliert werden.

In der Patentschrift wird aber ein dem ersten "Dekobrain" entsprechender Computer beschrieben, in dem die Werte der Bühlmann'schen Tauchtabelle gespeichert sind, die je nach Tauchtiefe und Tauchzeit entsprechend ausgelesen werden.

Eine Abweichung von den Werten der Bühlmann'schen Tabelle findet dabei nur beim stufenweisen Abtauchen oder beim

Seite 2

Wiederauftauchen innerhalb der Nullzeit statt, wie dies in der Gebrauchsanweisung dieser Tabelle beschrieben wird.

Damit geht ein Rechtsstreit zu Ende, den die Divetronic niemals gewinnen konnte:

Schon einige Zeit bevor Divetronic gegen Uwatec Klage erhob, hatte Uwatec eindeutig klargestellt, daß die Tauchcomputer Aladin und Aladin Pro richtungsweisende fortschrittliche Entwicklungen sind, die nicht auf Tabellenwerten aufbauen und damit zu einer völlig anderen Generation von Tauchcomputern gehören, als die "Dekobrain". Divetronic hatte unverständlicherweise dennoch eine Klage angestrengt, die zwischenzeitlich sogar den Bundesgerichtshof in Karlsruhe beschäftigt hatte.

55 Zeilen a 40 Zeichen. Veröffentlichung honorarfrei, Belege erbeten.

