

SUB  
MARINE  
CONSULTING

# **SCR DOLPHIN®**

**recreational SemiClosed Rebreather /**  
**Dräger Dolphin® Kreislaufgerät:**  
**Kurshandbuch für Sporttaucher**

**Manual, Stand: 200x**

THE

SUB  
MARINE  
CONSULTING

GROUP

TEL AVIV – SAN FRANCISCO – STUTTGART

[www.smc-de.com](http://www.smc-de.com)

## Vorwort

Allgemeines  
Voraussetzungen  
Ziele  
Weitere Kurse

### Allgemeines über Sinn und Zweck dieses Manuals:

Rebreather Manuals gibt es viele..., vor allem in Englisch. Dies ist kein Wunder, da in der Regel englischsprachige Organisationen zuerst am Markt sind (ANDI, PADI, SSI, etc. ...) Aus diesem Grunde haben wir uns entschlossen, diesem Mangel mit einem ausführlichen Manual abzuwehren. Natürlich sind einige Fachbegriffe auf englisch (und werden es in Zukunft vermutlich auch bleiben), deshalb werden wir hier ganz bewusst das englische Fachvokabular benutzen, gleichzeitig aber deutsche Begriffe einführen. Darüberhinaus sind die meisten Manuale (= Handbücher ☺) für den Sporttaucher ausgerichtet. Das ist kein Mangel per se. Wir wollen hier aber etwas ausführlicher als die herkömmliche Rebreather-Ausbildung werden. Dieses Manual soll deshalb als Kursbegleitmaterial und Nachschlagewerk für (u.U.) weitere Kurse dienen:

- Semiclosed Rebreather (SCR)
- Closed Circuit Rebreather (CCR)
- Trimix SCR und Trimix CCR

Da allen Rebreathern einige Dinge prinzipiell gemeinsam sind, ist das Manual so aufgebaut, daß zunächst genau diese Dinge erläutert werden und dann im gerätespezifischen Teil auf die Besonderheiten des DOLPHINS und Unterschiede der diversen Typen eingegangen wird.

### Voraussetzungen zum genüßlichen Verarbeiten dieser Kurse und dieses Manuals sind:

- Mindestalter 18 Jahre
- PADI o.ä. Advanced Open Water Diver oder äquivalent bzw. CMAS \*\*
- Rescue Niveau empfehlenswert
- NITROX / EAN Kenntnisse in Theorie und (vor allem) Praxis

### Ziele sind:

Vertiefte Fertigkeiten und Kenntnisse über Rebreather, die über das Niveau der etablierten Sporttaucherausbildungen in diesem Bereich hinausgehen. Darüberhinaus soll eine solide Basis für weiterführende Kurse geschaffen werden.

*Da zu allen Rebreather Kursen nachgewiesene Kenntnisse und Fertigkeiten im Umgang mit NITROX Voraussetzung sind, können wir uns hier ganz auf die Kreislaufgeräte konzentrieren. Die Sauerstoff-Thematik wird als bekannt vorausgesetzt und nur noch am Rand gestreift werden! Desweiteren werden auch die Themen wie „Gas mischen“, „Umgang mit Sauerstoffreinheit / Sauerstoffkompatibilität“ als verinnerlicht vorausgesetzt! Zur Referenz und zum Nachlesen: bitte die entsprechenden Manuals „NITROX“ („EAN-“, oder ähnliches) und „Gas Blender“ nochmals durcharbeiten! Bei Fragen hilft Dir gerne dein Instructor!*

Kein Ziel dieses Manual ist es: als Trocken-Kurs, quasi als Ersatz für einen Kurs mit Übungen im Pool und im Freiwasser, zu dienen. Ihr müßt auf jeden Fall unter Anleitung eines (nachweislich) erfahrenen Instructors lernen und üben!

## Inhaltsverzeichnis:

Vorwort .....	1
Inhaltsverzeichnis: .....	2
Funktionsweise und Typen von Rebreathern .....	3
Vorteile und Einsatzgebiete von Rebreathern im Allgemeinen .....	6
Eine kleine Geschichte des Rebreather Tauchens .....	8
Überblick über einige existierende Rebreather .....	12
Gefahren beim Rebreathertauchen .....	15
TG-Planung .....	20
OBACHT: .....	28
Die TG Planungsblätter .....	28
TG Planer (DOLPHIN: für vorgegebenen Pre-Mix) .....	30
TG Planer (DOLPHIN: für vorgegebene Tiefe / Zeit) .....	31
Tauchen mit dem DRÄGER DOLPHIN ® .....	32
Tauchen mit einem passiven SCR .....	49
Tauchcomputer und SCR/CCR Tauchen .....	52
Anhänge .....	52
Dekompressions Tabelle für Luft (Deco 92 Version 2) .....	52
Glossar .....	54
Synonyme .....	56
Index .....	57
Trademarks und copyrights und Dank! .....	58
Haftungsausschluß .....	58
Schnittzeichnungen Dolphin (Quelle: Dräger Dive ©) .....	59
Funktion und Beispiele von Sauerstoff Sensoren (DRÄGER) .....	60
Formeln für chemische Reaktionen und technische Daten des Atemkalks (DiveSorb®) .....	61
In Memoriam .....	64

### **DRÄGER ET-Liste**

Bem.:

die Literaturangaben in eckigen Klammern [...] beziehen sich auf unsere Literaturliste unter:

<https://www.divetable.eu/BOOKS/index.htm>

***“A scuba regulator is the steam engine of diving gear. It’s been around for a long time and they’re incredibly reliable.***

***“By comparison, a rebreather is like a space shuttle. The problems are not academic. If you don’t know what you’re doing, then you’ll wind up dead.”***

*Dr Ed Thalmann*

## Funktionsweise und Typen von Rebreathern

Funktion

Typen: closed /semi-closed, pre-mix/selbstmischend,  
Sauerstoffrebreather, Nitrox, Trimix

Besonderheiten: Scrubber Design, Sauerstoffkontrolle, WOB

**No Bubbles, no Troubles!**  
**(alte Kreislaufgeräte-Taucher Weisheit)**

### Funktion von Rebreathern:

Das Wort „rebreath“ kommt (siehe Glossar) aus dem englischen und bedeutet „wieder atmen“, „erneut atmen“ und bezieht sich auf das erneute Wieder-Einatmen von vorhandener Atemluft in einem mehr oder weniger geschlossenen Atemkreislauf.

Ein Schnorchel kann kein Teil eines Rebreathers darstellen! Warum?

Verschliesse das Mundstück fest mit deinen Lippen und halte das andere, offene Ende mit einer Hand zu: du wirst weder ein- noch ausatmen können! Folglich muß der Atemkreislauf eines Rebreathers mit beweglichen Wänden ausgestattet sein: wir haben soeben ein Kernstück aller Rebreather identifiziert! Die Gegenlunge, auch als Atembeutel bezeichnet.

Also, nimm statt des Schnorchels eine grosse Plastiktüte: ein- und ausatmen ist möglich. Allerdings nur solange noch mehr als 16 Vol.% Sauerstoff in der Plastiktüte sind! Atmest du weiter, wirst du bewußtlos werden. Somit haben wir weitere Kernstücke eines Rebreathers identifiziert: eine Vorrichtung zum Entfernen des Kohlendioxids in der Ausatemluft (Scrubber), sowie zur Versorgung mit frischem Atemgas.

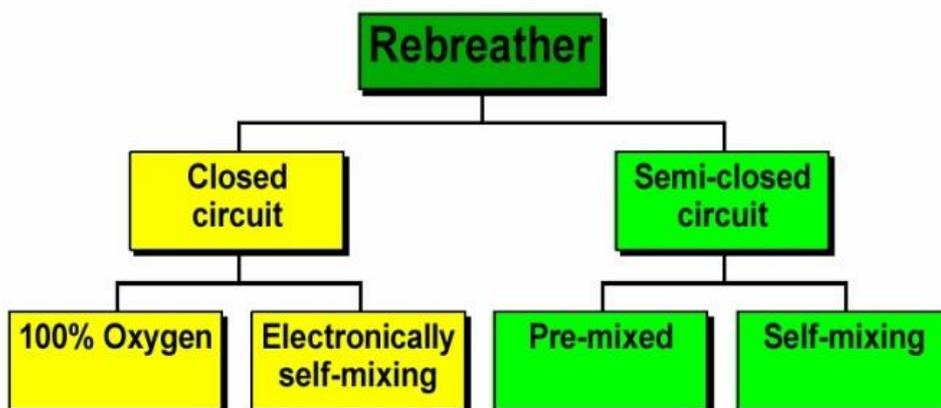
Da sozusagen deine eigene Ausatemluft im Kreislauf (Loop) zirkuliert, bleibt die Atemluft einigermaßen feucht und warm: angefeuchtet und angewärmt wird die Luft von deiner Lunge. Der Flüssigkeits- und Wärmeverlust trifft also die Rebreather-Taucher im Vergleich zu den SCUBA-Kollegen weniger.

Desweiteren entstehen wesentlich weniger Luftblasen, bei einem CCR so gut wie keine. Aus diesem Grunde waren Rebreather schon immer im militärischen Bereich zu Hause.



**Rebreather diving apparatus**

**Dräger**



### Typen von Rebreathern:

Bei der Versorgung mit frischem Atemgas unterscheiden sich die Rebreather Typen:

Das Atemgas kann bereits fix und fertig vorgemischt sein (Pre-Mix) oder es wird über eine Mimik im Rebreather passend zurecht gemischt (self-mixing, electronically self-mixing). Weiterhin unterscheidet man nach der Art des Kreislaufs (Loop oder circuit):

- halb geschlossen (semi-closed circuit rebreather, SCR) oder
- komplett geschlossen (closed circuit rebreather, CCR).

Ein SCR ist lediglich halb geschlossen, weil die Versorgung mit dem Atemgas z.B. über einen konstanten Massenstrom geschieht. Was aber passiert dann mit dem überschüssigen Atemgas, wenn der Taucher mal gerade nicht atmet, ausatmet oder ein bisschen auftaucht? Es wird über ein Überdruckventil an die Umgebung abgegeben.

Bei den SCR Geräten mit Pre-Mix kann man zusätzlich noch unterscheiden zwischen:

- Aktives SCR (konstanter Massenfluß), Bsp.: DRÄGER DOLPHIN® und RAY®
- Passives SCR (quasi-konstanter Sauerstoffanteil), Bsp.: Halcyon RB80

Ein CCR dosiert hingegen frisches Atemgas nur auf Bedarf („on demand“) hinzu, so daß der Loop (= der Atemkreislauf) ziemlich als geschlossen betrachtet werden kann.

### Sauerstoffrebreather:

Die ersten Rebreather waren Sauerstoffrebreather (100 % Oxygen, also O<sub>2</sub>) vom Typ CCR: da mußte nix gemischt werden, weil reiner Sauerstoff benutzt wurde. Die Einsatztiefe war deshalb auf ca. 6 – 7 m beschränkt. Die U.S. NAVY sieht das allerdings etwas anders (aus [3], 14-6):

**Table 18-5. Single-Depth Oxygen Exposure Limits.**

Depth	Maximum Oxygen Time
25 fsw	240 minutes
30 fsw	80 minutes
35 fsw	25 minutes
40 fsw	15 minutes
50 fsw	10 minutes

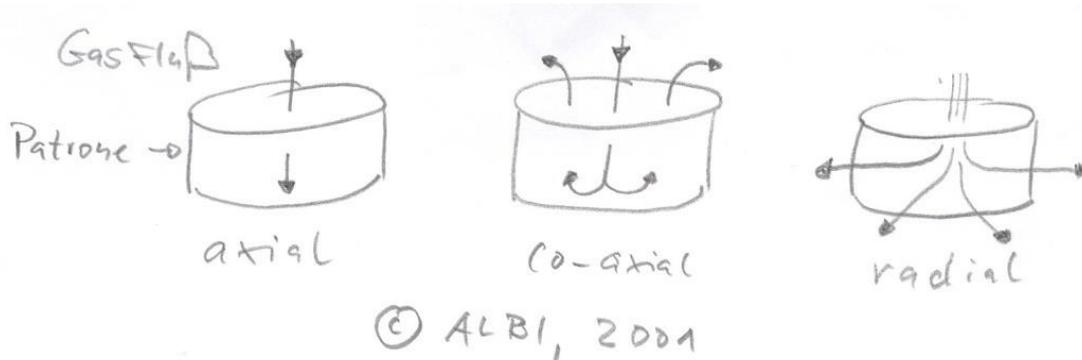
Wir sehen die maximal Tiefen & TG Zeiten für einmalige TG mit **reinem Sauerstoff**: 100 % Oxygen (O<sub>2</sub>); 12 m sind ca. 40 feet, 15 m ca. 50 feet. Diese Tabelle gilt nicht für Mischgase! Seit 1983 liegt folgende Statistik der USN vor: bei 157.930 CCR/O<sub>2</sub> TG ist genau eine (1) CNS Konvulsion aufgetreten (Walters, Gould, Bacharach, 2000).

**Warnung:** diese Tabelle ist aus dem militärischen Bereich und darf auch nur unter den dort angegebenen Voraussetzungen benutzt werden!

Ansonsten finden als Atemgase Verwendung: NITROX (Stickstoff-Sauerstoff Gemisch), TRIMIX (Stickstoff-Sauerstoff-Helium Gemisch), aber auch HELIOX (Helium-Sauerstoff Gemisch). Bei Rebreathern werden die Inertgase Stickstoff bzw. Helium gerne als Diluent bezeichnet.

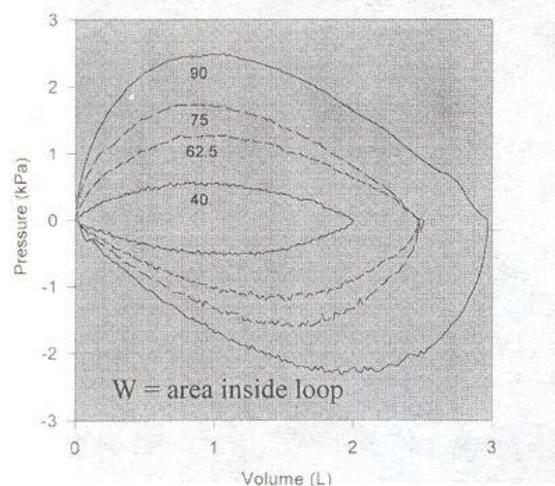
### Besonderheiten: Scrubber Design, Sauerstoffkontrolle, WOB

Im Design der Kalkpatrone (Scrubber Design) liegt ein Teil des Geheimnisses, eine zuverlässige Entfernung des CO<sub>2</sub> zu erzielen und gleichzeitig die Atemarbeit (WOB = **W**ork of **B**reathing) zu minimieren. Prinzipiell gibt es verschiedene Designs des Scrubbers, die nach der Durchflußrichtung des Atemgases (relativ zu den Achsen der Kalkpatrone) benannt werden: radial, axial, co-axial und Mischformen:



Das verunreinigte Atemgas benötigt Zeit und eine grosse Oberfläche, um das CO<sub>2</sub> loszuwerden. Je länger das Atemgas im Scrubber bleibt und je grösser die Oberfläche des Atemkalks ist, desto gründlicher kann die chemische Reaktion ablaufen. Dadurch wird aber die Arbeit erhöht, die die Lungenmuskulatur zu leisten hat. Die Größe und Lage der Atembeutel sowie die Länge, der Durchmesser und Form der Atemschläuche und die Granularität des Atemkalks beeinflussen die WOB ebenfalls. Gemessen wird die WOB in einem Versuchsfeld, wobei die Werte in einem PV-Diagramm (P = Druck auf der y-Achse, V = Volumen auf der x-Achse) aufgetragen werden: eine grosse Fläche im PV Diagramm bedeutet eine grosse WOB und somit schlechten Atemkomfort. Darüberhinaus reichert sich dann auch das CO<sub>2</sub> schneller in deinem Körper an, da ja die Atemmuskeln mehr Sauerstoff benötigen:

Work of Breathing (W) Changes With Ventilation (lpm)



(aus [42], Seite P-72)

Desweiteren wird die WOB erhöht durch zunehmende Gasdichte (gilt auch für SCUBA) sowie durch eine kleine Korngröße des Atemkalks. Durch Bauch- oder Rückenlage wird sich die WOB natürlich auch ändern.

Da der Sauerstoff die vitale Komponente darstellt, muß er beim Rebreather dauernd kontrolliert werden (Sauerstoff Monitor, z.B. ein DRÄGER OXYgauge®) bzw. durch konstruktive Maßnahmen auf dem erforderlichen Niveau gehalten werden: beim aktiven SCR durch die Konstantdosierung, beim passiven SCR durch die „on demand“ Steuerung und beim CCR durch Piezo- oder Magnetventile oder auch ebenfalls manuell „on demand“.

Abbildung: das DRÄGER OXYgauge®



## Vorteile und Einsatzgebiete von Rebreathern im Allgemeinen

Vorteile im Einzelnen sind:

- Kaum Blasen / kaum Geräusche: durch den Kreislauf kann kein Gas entweichen, es erzeugt somit keine Blasen und deshalb auch keinen Lärm.
- Feuchte / warme Atemluft: das eingeatmete Gas wird in eurer Lunge befeuchtet, so daß der Wasserdampfpartialdruck von Atemgas und Lunge übereinstimmen. Ebenso wird das Atemgas auf eure Körpertemperatur angewärmt. Diese Feuchtigkeit und Körperwärme gibt der SCUBA Taucher mit jedem Atemzug über die Luftblasen an die Umgebung ab, der Rebreather Taucher nicht.
- Bessere Ausnutzung der Atemgase: durch den Kreislauf; verbraucht wird nur Sauerstoff. Der Verbrauch an „Diluent“ (Trärgas, Verdünnungsmittel für Sauerstoff) ist bei einem CCR sehr gering. Einfach gesagt, reichen eine oder zwei kleine 4 oder 5 Liter Flaschen für einen ganzen Tauchtag mit 2 oder 3 langen TG.

Hierzu eine kleine Modellrechnung für einen TG auf 30 m. Für SCUBA setzen wir ein Oberflächen-AMV von 25 L / min. an, für den Rebreather Taucher eine mittlere bis größere Anstrengung, d.h. ein Sauerstoffverbrauch von 2 L / min, dieser ist tiefenunabhängig!

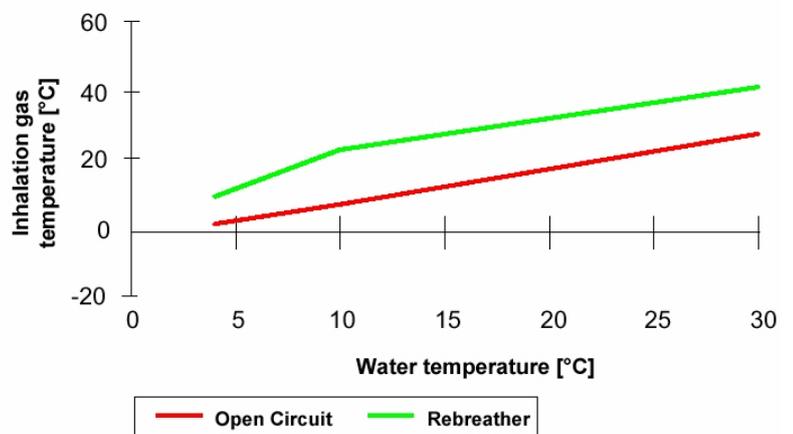
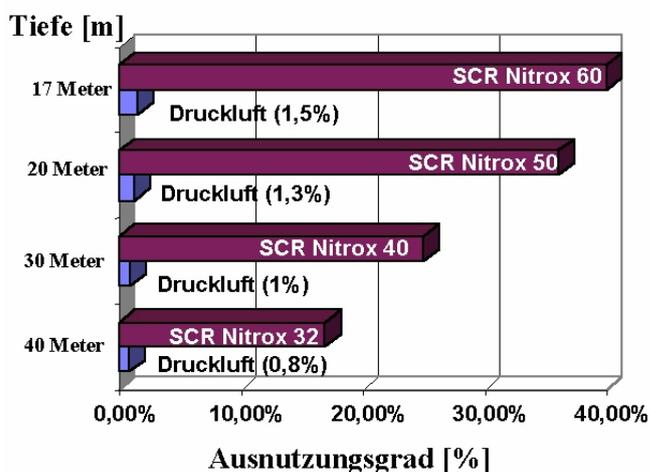
SCUBA: ein 15 L PTG mit 200 Bar gefüllt würde ca. 30 Min. reichen ( $15 * 200 / (4 * 25)$ )  
Rebreather: eine 4 L Sauerstoffflasche mit 200 Bar reicht ca. 400 Minuten ( $4 * 200 / 2$ )

Die Tauchzeit ist tiefenunabhängig! Beim Rebreather spielt nur der eingesetzte Massenfluß eine Rolle! Ein einfaches Beispiel: ihr benötigt z.B. den Kalorienwert einer Tafel Schokolade. Den gleichen Kalorienwert hat diese Tafel aber auch auf dem Mond, obwohl diese dort deutlich weniger wiegt! Genauso verhält es sich mit dem Sauerstoff: ihr benötigt z.B. in Ruhe 0,5 L / Min. In einer

Tiefe von 30 m (= 4 Bar absoluter Druck) ist das Volumen auf ein Viertel komprimiert (Boyle-Mariotte). D.h. das Volumen, welches in euren Atembeutel strömt, ist tatsächlich nur noch 0,125 L / Min. Aber die dem Oberflächenvolumen von 0,5 L entsprechende Sauerstoffmenge (Anzahl Sauerstoffmoleküle) ist natürlich genau gleich geblieben: die Dichte hat sich eben um den Faktor 4 erhöht. Für euren Organismus ist aber nur die Menge relevant, genau wie bei der Schokoladentafel! Jedoch müssen wir beim Sauerstoff noch eine Besonderheit beachten: der Sauerstoffpartialdruck darf hierbei nicht unter 0,16 Bar sinken! (und wir müssen auch unsere Lungenflügelchen belüften (Volumen) um z.B. das CO<sub>2</sub> wegzubringen ...)

Daraus leiten sich zwanglos die Einsatzgebiete ab:

- Durch die Blasenfreiheit waren Rebreather schon immer im militärischen Bereich angesiedelt (und sind es auch noch heute): dem Feind werden keine verräterischen Luftblasen-Spuren präsentiert
- Höhlentauchen und Wracktauchen: es werden keine Sedimente oder Schlamm aufgewirbelt, da keine Blasen erzeugt werden
- Trockentauchen / länger tauchen: die Atemluft ist warm und angefeuchtet: ihr kühlt nicht so schnell aus und trocknet auch nicht so schnell aus wie ein SCUBA Taucher, das Bail-Out System könnt ihr zum Befüllen eures Trockis benutzen
- UW-Photographie: die Fluchtdistanz zu scheuen Tieren kann unterschritten werden, da kaum Geräusche die Tiere verjagen könnten, desweiteren
- Ihr seid immer gleich tartiert, d.h. beim Photographieren mal zwei Minuten die Luft anhalten bis der Sandaal wieder ausm Loch kommt: ist nicht mehr!
- Längere Tauchexpeditionen / schlechte Infrastruktur: bedingt durch die kompakte Bauweise und den geringen Gasverbrauch kann auch im hintersten Zipfel der Welt getaucht werden, ohne daß gleich ein Kompressor mitgeschleift werden muß
- Durch verringerten pN<sub>2</sub> des NITROX bzw. maximalen pO<sub>2</sub> beim CCR habt ihr längere Nullzeiten bzw. kürzere Deko-Zeiten (natürlich nur bis zu gewissen Tauchtiefen)
- Größere Tauchtiefen ohne N<sub>2</sub>-Narkose durch den Einsatz von Helium im Atemgemisch



Links im Bild sehen wir die Ausnutzung des Atemgases bei SCUBA (Druckluft, blaue Säule) gegenüber einem SCR (mit Nitrox, rote Säulen). Im rechten Bild sehen wir die Temperatur des eingeatmeten Gases in Abhängigkeit der Wassertemperatur für SCUBA (open circuit, rote Linie) und Rebreather (grüne Linie). Diese Zahlen stammen von DRÄGER und sind eigentlich für den SCR DOLPHIN gemünzt. Sie geben aber eine generelle Tendenz bei Rebreathern gegenüber SCUBA an.

Wie alles, hat auch die Rebreathertaucherei zwei Seiten und somit nicht nur Vorteile! Die Nachteile gegenüber dem SCUBA Tauchen sind:

- Komplexere TG-Planung
- Spezielle Gefahren, die so beim SCUBA nicht auftauchen!
- Umfangreichere Ausrüstung, Ersatzteile, etc.
- Längere TG-Vorbereitung und TG-Nachbereitung
- I.d.R ein höherer Anschaffungspreis (vor allem bei elektronischen CCRs)
- Längere und teurere Ausbildung
- Hohes Gewicht (ein kleines DOLPHIN wiegt tauchfertig 17 kg)
- Kompliziertere Logistik: fängt beim Beschaffen von Sauerstoff/Helium/Nitrox an und hört beim Einchecken im Flugzeug mit Atemkalk auf ...

Zu den ersten vier Punkten finden wir hier im Manual jeweils ein eigenes Kapitel!

Die in einigen Rebreather Manuals künstlich bemühten Kostenvergleiche zum SCUBA Tauchen halten einer realistischen Vollkostenrechnung bei der Ersatzteile, spezielle Reinigungs- und Wartungsmittel (Flowmeter, Oxy-Analyzer), höhere Anschaffungspreise, Kosten für Beschaffung und Transport der Verbrauchsmittel (jaja: der Kanister mit DiveSorb sowie deine kleinen Nitrox oder Heliox Fläschchen haben auch ein passables Gewicht im Flieger!) sowie die höheren Preise von NITROX oder TRIMIX Mischungen berücksichtigt werden, nicht Stand! Wenn dann auch noch die erforderlichen Rebreather-Kurse und -Manuals etc. auf die Anzahl der TG umgelegt werden, dürfte es vollends klar sein: billiger wird's nicht!

Das Argument, aus Kostengründen auf Rebreather umzusteigen, hat dann auch keinerlei intellektuellen Charme mehr: die gerätespezifischen Vorteile für die genannten Einsatzgebiete sind relativ einleuchtend. Und für den erhöhten Spaß-Faktor ein paar Pfennige (Euro Cent) mehr zu bezahlen, wäre doch o.k., oder etwa nicht?

Abschliessend: es gibt einige „Hippie-Happy-Bubbles etc.“-Fuzzies, die euch irgendwelche obskuren Brevets verhökern wollen und suggerieren, das mit Rebreathern alles völlig easy ist. Deren Botschaft ist, wir übertreiben jetzt etwas: „kauft das Brevet und schon nach 2 TG seid ihr supergut 'drauf!“ Wir hoffen, ihr könnt euch hierüber nach dem Durcharbeiten des Manuals und dem erfolgreichen Absolvieren eines vernünftigen Rebreather-Kurses eine eigene, fundierte Meinung bilden!

## **Eine kleine Geschichte des Rebreather Tauchens**

Die folgende, kleine Zusammenstellung ist sicher nicht ganz vollständig, bietet aber einen Überblick über einige entscheidende Daten, Vorgänge und Personen. Wenn hier irgendwelche Personen oder Geräte nicht aufgeführt sind, so hat das keinerlei wertenden Charakter. Die Quellen der Bilder und Daten sind hauptsächlich das Web und die üblichen Manuals.



Figure 1-9. Fleuss Apparatus.

### **1876, Henry Fleuss:**

er war vermutlich einer der Ersten, der unwissentlich mit Mischgasen experimentiert hatte: Fleuss war der Erfinder der Sauerstoff-Kreislaufgeräte. Während eines Tests auf dem Grunde eines Flusses auf einer Tiefe von 18 feet im Jahre 1879 schaltete er aus purer Neugier die Sauerstoff-Zufuhr ab: das resultierende Gasgemisch (zuviel Kohlendioxid und zuwenig Sauerstoff) war ungeeignet für ihn: er wurde bewußtlos. Der Fleuss Apparat bestand aus einem kleinen Kupfer-Tank, der mit ca. 40 Bar reinem Sauerstoff gefüllt war. Der Taucher trug eine Gumminasenmaske und öffnete bei Bedarf das Sauerstoffventil. Der Scrubber bestand aus einem Seil-Knäuel welches mit einer alkalischen Lösung getränkt war.

### **ca. 1900, Siebe & Gorman:**

Patent des „Oxy-Lite“, eines Atemkalks; sowie Entwicklung des „Davis-Tauchretters“ zur Rettung von U-Boot Besatzungen (Robert Davis)



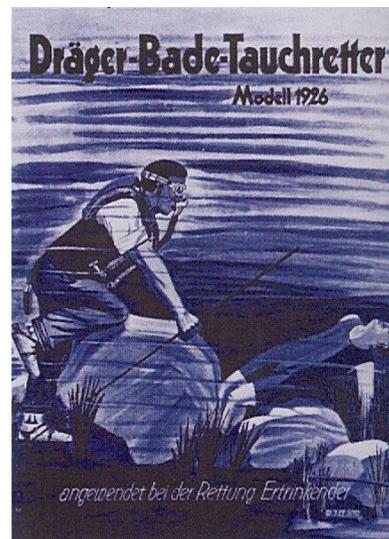
Figure 1-10. Original Davis Submerged Escape Apparatus.



**1912, Bernhard und Heinrich DRÄGER:**  
der Dräger Tauchapparat: ein autonomes Helmtauchgerät, und dann:

### **1926, DRÄGER:**

der Bade-Tauchretter (Sauerstoff Kreislaufgerät) zur Rettung Ertrunkener



### **1936, Elihu Thompson:**

Idee des Mischgases zum Tauchen mit Helium

### **1940, Dr. Chris J. Lambertsen:**

U.S. NAVY, erste militärische Experimente mit diversen Mischgasen. Erfinder des LARU



**Figure 1-11.** Lambertsen Amphibious Respiratory Unit (LARU)

(ebenfalls ein Sauerstofffrecbreather):

**1941, Hans Hass:**

Entwicklung des „Kleintauchgerätes 138“ mit der Fa. Dräger



**1950, Dr. Ed Lanphier:**

U.S. NAVY, theoretische Grundlagen der Mischgas Dekompression

**1953, DRÄGER:**



das Sauerstoff-Kreislaufgerät „Leutnant Lund“ wird entwickelt

**1957, Andre Galerne:**

Benutzung von 50/50 NITROX für kommerzielle Tauchoperationen in 18 - 20 m Tiefe

**1969, DRÄGER:**



das SMS I (selbstmischendes CCR) für den Ausstieg aus Tauchglocken

**1975, DRÄGER:**

das LAR V (Sauerstoff Kreislaufgerät) für militärische Zwecke wird entwickelt und von der U.S. NAVY in der antimagnetischen Bauweise als Standardausrüstung bis heute eingesetzt



Figure 1-12. Emerson-Lambertsen Oxygen Rebreather.



Figure 1-13. Draeger LAR V UBA.

**1977, Dr. J. Morgan Wells:**

NOAA Diving Officer, führte das standardisierte NOAA I Gemisch ein, MOD 40 m

**1979:**

NOAA II wird eingeführt, MOD 34 m

**1982, H. Hartung:**

DRÄGER: Projekt mit über 5000 ArbeitsTG mit NITROX

**1988, Dick Rutkowski:**

Gründung von ANDI: Einführung von NITROX bei Sporttauchern

**ab ca. 1992:**

fast alle kommerziellen Tauchausbildungsorganisationen bieten NITROX Kurse für Sporttaucher an

**ab ca. 1995:**

die ersten Rebreather Kurse für Sporttaucher werden angeboten, auch Rebreather können mit NITROX betrieben werden



**1997, DRÄGER:**

das SCR Dolphin kommt auf den Markt als Nachfolgemodell des 1995 produzierten „Atlantis“

**2001, NOAA:**

im Mai erscheint das neue NOAA Diving Manual V 4, die NOAA Gemische heißen künftig: NN32 und NN36

## Überblick über einige existierende Rebreather

Auch hier wird die Liste nicht ganz vollständig sein und auch hier wird keine Wertung vorgenommen. Die Geräte, die im spezifischen Teil genauer erläutert werden, sind jedoch mit einem „CE“ Gütesiegel versehen: dies bedeutet „conformité europeene“ und wurden von TÜV / Germanischer Lloyd etc. geprüft und für gut befunden. Dies ist ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zu den anderen, in diesem Kapitel hier erwähnten Geräten!



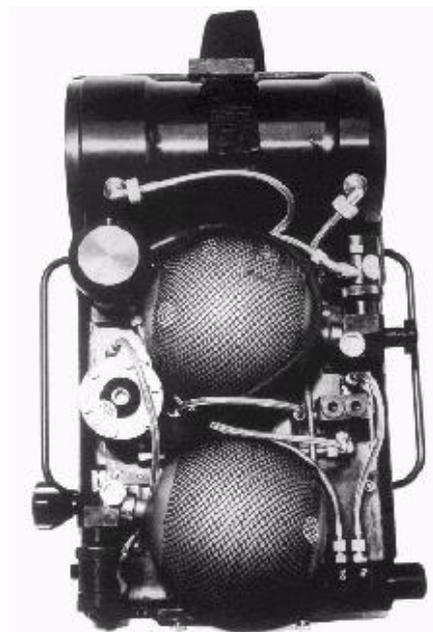
U.S. NAVY Standard Gerät DRÄGER LAR V (O<sub>2</sub> CCR):

DRÄGER LAR 7 (ebenfalls O<sub>2</sub> CCR):



Das SIVA PLUS: ein SCR

Und das Innere des SIVA PLUS:



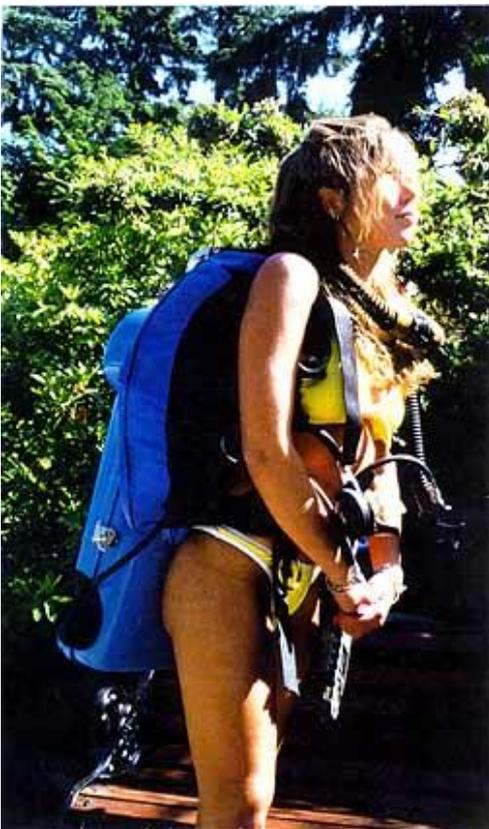
Das Innere eines CIS LUNAR CCR:



Der AZIMUTH SCR von SAN-O-SUB:

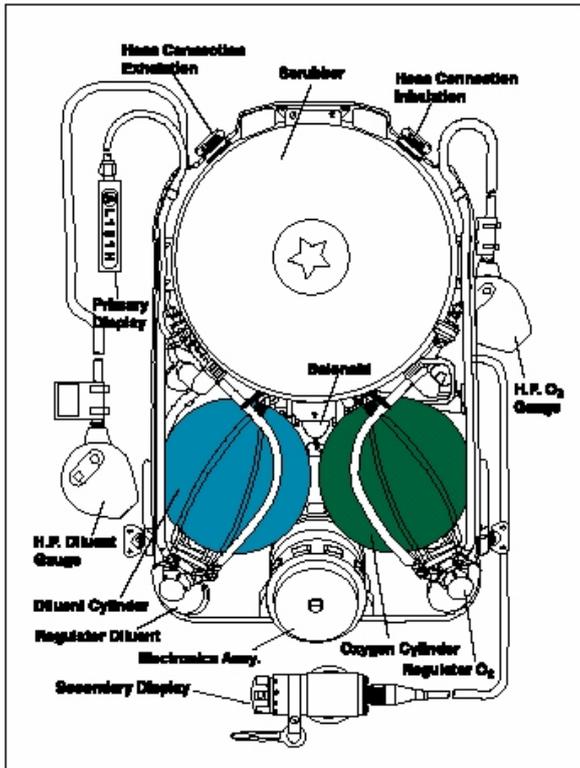
Das berühmte Buddy Inspiration (CCR):

Ein CCR 2000 Model (die zivile Version der MK Reihe, der Mark Reihe der U.S. NAVY):



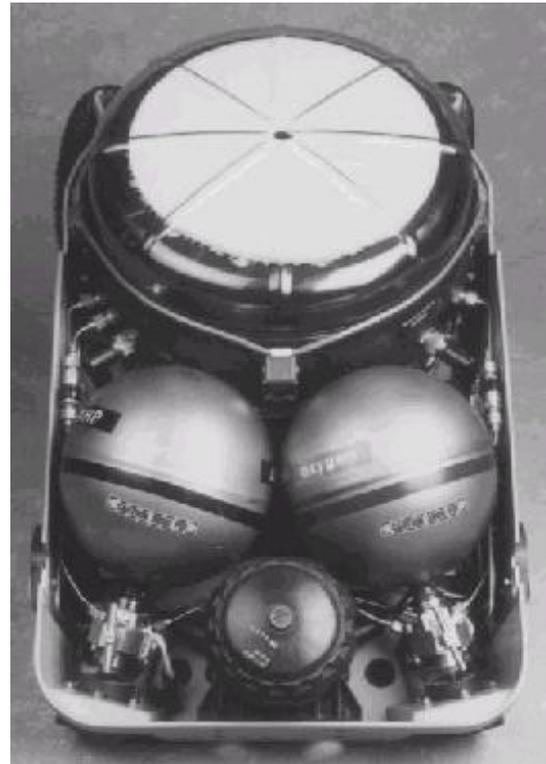
Das CCR MK 16 der U.S. NAVY:





**FIGURE 14.11**  
Components of Closed-Circuit Mixed-Gas System

Das Innenleben des MK 16 als Schemazeichnung :

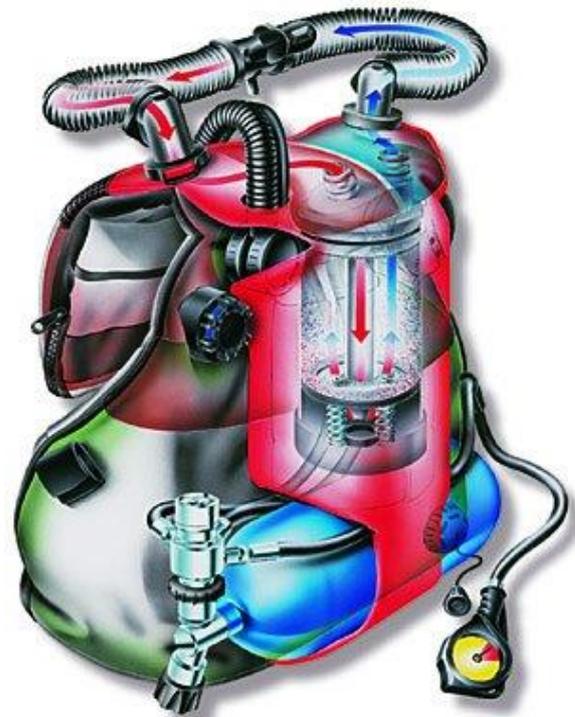


MK 16, Gehäusedeckel entfernt

Ein U.S. NAVY Taucher mit MK 16:



**Figure 17-1.** MK 16  
MOD 0 Closed-Circuit  
Mixed-Gas UBA.



Der kleiner Bruder des DOLPHINs, das DRÄGER RAY (SCR)

## Gefahren beim Rebreathertauchen

- A) Hypercapnie
- B) Hyperoxie
- C) Hypoxie
- D) Caustischer Cocktail
- E) hygienischer „Unfall“
- F) extreme Dekompressionsverpflichtungen
- G) Hyperoxische Myopie
- H) Mittelohr Sauerstoff-Absorptions Syndrom
- I) Allergische Reaktionen
- J) Kohlenmonoxid Vergiftung

**Anything that can go wrong, will!**  
**Edsel Murphy**

Bedingt durch die Bauart und die Betriebsweise, gibt es beim Rebreathertauchen Gefahren, die so beim SCUBA nicht anzutreffen sind! Die anderen, bereits beim SCUBA allfällig auftretenden Unannehmlichkeiten wie Tiefenrausch oder Dekompressionskrankheit bzw. Unterkühlung, Ertrinken, Barotraumata etc. werden hier nicht mehr erläutert und als bekannt vorausgesetzt.

### A) Hypercapnie:

Erhöhung des arteriellen Kohlendioxidpartialdrucks über 45 mm Hg, vulgo: Kohlendioxid-Vergiftung. Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) ist ein farb-, geschmacks- und geruchsloses Gas. Durch den Stoffwechsel des menschlichen Organismus wird aus Sauerstoff (O<sub>2</sub>) und Kohlehydraten (Zucker, Kartoffeln, Spaghetti, ...) CO<sub>2</sub> erzeugt; O<sub>2</sub> wird eingeatmet, ein Teil davon verbrannt und der nichtverbrauchte Teil zusammen mit dem entstandenen CO<sub>2</sub> ausgeatmet: es ist somit ein Abfallprodukt aus dem Stoffwechsel. Wie ihr aus eurer Anfänger- und auch NITROX Ausbildung wissen müßt, ist CO<sub>2</sub> verantwortlich für den Atemreiz.

*Symptome:* vertiefte u. beschleunigte Atmung, Atemnot („Lufthunger“), Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Benommenheit, Bewußtlosigkeit, Tod

*Ursachen:* i.d.R. ein technischer Defekt bzw. **durch den Rebreather selbst bedingt**. Das ausgeatmete Kohlendioxid wird nicht richtig aus dem Atemkreislauf entfernt.

Dies passiert wenn:

- der Atemkalk alt oder bereits verbraucht ist oder:
- es ganz vergessen wurde (!) in den Scrubber zu füllen, oder:
- nicht richtig gelagert wurde (Gefäß nicht verschlossen, Lagertemperatur über – oder unterschritten)
- Weiterhin: Standzeit (maximale Tauchzeit überschritten): die Kapazität des Atemkalks ist erschöpft.
- Anderer als vom Hersteller vorgeschriebener Atemkalk wurde verwendet
- Schlechte Verdichtung beim Befüllen der Kalkpatrone: es bilden sich Kanäle im Atemkalk (Channelling).
- Wassereintrich in der Kalkpatrone durch Defekt oder nicht sachgerechten Zusammenbau.
- Pendelatmung durch falschen Zusammenbau des Rebreathers, z.B.:
- Richtungsventile vergessen oder verkehrt herum eingebaut

Ebenso (**nicht** durch den Rebreather bedingt):

- Überanstrengung bzw. Esoufflement und
- Verunreinigung des Atemgases mit Kohlendioxid
- Taucher produziert mehr als 1,6 Liter Kohlendioxid pro Minute.

### B) Hyperoxie:

Erhöhung des Sauerstoffpartialdrucks im Körper über 100 mm Hg, vulgo: Sauerstoffvergiftung. Es gibt zwei Formen von Sauerstoffvergiftungen:

- 1) ZNS (Zentralnervensystem), Paul-Bert-Effekt
- 2) Pulmonal (die Lunge betreffend, auch Ganzkörper-Sauerstoffvergiftung genannt), Lorrain-Smith-Effekt, ab ca. 0,55 Bar pO<sub>2</sub>

Beim Tauchen mit Nitrox, mit SCR- und O<sub>2</sub>-Rebreathern bzw. SCUBA Systemen tritt i.d.R. nur die ZNS Problematik auf. Die pulmonale Vergiftung spielt hingegen beim Sättigungstauchen eine Rolle, sowie bei längerandauernden, mehrtägigen Tauchexpeditionen mit CCR, da diese längere Tauchzeiten ermöglichen.

*Symptome:* die Symptome einer ZNS Sauerstoffvergiftung werden kurz mit dem „VERSUS“ Akronym beschrieben

<b>V</b> isuelle Störungen
<b>E</b> xtremses Ohrenklingeln
<b>R</b> astlosigkeit, Euphorie, Angst
<b>S</b> pontane Krämpfe, Zuckungen
<b>U</b> nbehagen, Übelkeit
<b>S</b> chwindel

Diese können rasch und ohne Vorwarnung auftreten! Zur Wiederholung die entsprechenden Kapitel in den NITROX Manuals nachlesen!

*Ursachen:* i.d.R. zu grosse Tauchtiefe (MOD überschritten), d.h. falsche TG-Planung, falsches Atemgas oder falsche Einstellung des Geräts, falsches Handling in der Tiefe: Sauerstoff statt Diluent nachgefüllt.

Die Sauerstoff-Partialdruck Grenzen (zwischen 1,2 und 1,6 atm pO<sub>2</sub>) müssen bei der TG-Planung peinlichst genau eingehalten werden! Ebenso die Gesamtdauer der Sauerstoff-Exposition, vulgo „die Sauerstoff-Uhr“! Im Klartext: auch die bereits absolvierten TG müssen bei der Planung miteinkalkuliert werden.

Stress und körperliche Anstrengung können, über einen erhöhten Kohlendioxid-Partialdruck im Körper, einen Sauerstoff-Krampfanfall begünstigen! Ebenso die pure Tatsache, daß sich der Körper des Tauchers im Wasser befindet (Stichwort: Immersion)! Genau deshalb sind die Sauerstoff-Partialdruck Grenzen beim Tauchen wesentlich niedriger wie bei einer HBO (hyperbare Oxygenation) in einer trockenen Druckkammer mit ärztlicher Überwachung: dort werden 2 – 3 Bar pO<sub>2</sub> eingesetzt.

### C) Hypoxie:

Erniedrigung des Sauerstoffpartialdrucks (pO<sub>2</sub>) im Körper, vulgo: Sauerstoff-Unterversorgung. Dies passiert, wenn der Sauerstoffpartialdruck unter 0,16 Bar fällt.

*Symptome:* (so diese überhaupt vorher auftreten!) Sehstörungen, Taubheitsgefühle, Atemnot, Jucken, Bewußtlosigkeit, Tod

*Ursachen:*

- falsches Pre-Mix bzw. falsche Dosierung oder falsche Einstellung am Gerät,
- bzw. Flow-Check vergessen/falsch durchgeführt
- bzw. Dosierung, z.B. Düse verstopft (\*) oder anders defekt, resp.:
- und/oder Sauerstoff-Sensoren defekt
- Diluent statt Sauerstoff nachgefüllt
- Überanstrengung, insbesondere nahe oder an der Oberfläche
- Spülen der Loop beim Ab- oder Auftauchen vergessen (Verdünnungshypoxie)

- Rebreather nicht eingeschaltet oder Ventile nicht richtig geöffnet
- Atemgase verbraucht (Fini Kontrolle!)
- Atemgase verunreinigt

#### D) Caustischer Cocktail:

Chemische Reaktion des Atemkalks mit Wasser, die hierbei entstandene basische Brühe (= Lauge) kann die Atemwege verätzen.

*Symptome:* Reizung der Atemwege, unproduktiver (trockener) Husten, Luftnot, schwere (pfeifende) Atmung.

*Hinweise vom Rebreather:* metallischer, seifiger Geschmack der Atemluft, „Gurgeln“ des Rebreathers, Atmung wird schwieriger, Abtrieb durch Wassereintrich.

*Gegenmaßnahmen:* nach sofortigem Auftauchen: kräftiges Spülen mit Wasser, cortisonhaltiges Dosieraerosol (Auxiloson ®) und ab zum Arzt!

*Ursachen:* Wassereintrich in den Kalkbehälter durch ein Leck bzw. durch unsachgemäßen Zusammenbau. Auch wenn das Mundstück nicht komplett geschlossen oder auch nicht vollständig geöffnet ist, kann Wasser eindringen!

#### E) Hygienischer „Unfall“:

durch mangelnde/fehlende Hygiene, d.h. Säuberung und Desinfektion nach dem TG hervorgerufener Viren-, Pilz-, oder Bakterienbefall des Rebreathers.

*Symptome:* hängen davon ab, welchen Viren-, Pilz- oder Bakterienstamm ihr in eurem Gerät „gezüchtet“ habt (Tuberkulose, Legionellen, Leptospiren (Weil's Krankheit)). Spätestens wenn eure Lunge pfeift und euer Röntgen-Thorax einen Schatten auf den Lungenflügeln vorweist, wißt ihr, daß ihr (bzw. der Vor-Benutzer eures Gerätes) geschlampt habt.

*Gegenmaßnahmen:* sachgemäßes Auseinanderbauen, Reinigen, Spülen, Desinfizieren und Trocknen des Gerätes.

*Ursachen:* Faulheit (bei den o.g. Tätigkeiten), Dummheit oder Geiz beim Versuch, Reinigungs- oder Desinfektionsmittel zu sparen.

#### F) extreme Dekompressionsverpflichtungen:

i.d.R. nicht bei SCRs. So können z.B. für einen ca. 30 minütigen TG auf 90 m je nach Helium-Anteil bzw. Sauerstoff-Setpoint, die Deko- Zeiten von 70 min. über 140 min. bis hin zu 270 min. betragen! *Aus dem USN Manual, 13-56 ist mit 0,7 Bar pO<sub>2</sub> in Heliox die komplette Austauchzeit zu 407 min. zu entnehmen!!!* So ist natürlich für sich genommen ein langer Deko-Stopp noch keine Gefahr, aber falls nicht genügend Atemgas vorhanden ist oder für die Erwärmung des Tauchers gesorgt wird oder die Standzeit der Kalkpatrone überschritten wird, kann es ganz schön eng werden ... Grundsätzlich dürfen längere Deko-Stopps nur durchgeführt werden, wenn eine entsprechende Ausbildung (Advanced/Technical Nitrox, Trimix etc. ...) absolviert wurde!

G, H, I und J sind relativ seltene Vorkommnisse, werden aber der Vollständigkeit halber erwähnt!

G) Hyperoxische Myopie:

(lat., Kurzsichtigkeit durch Sauerstoffvergiftung), eine sehr selten auftretende Komplikation. Durch wiederholte und lange Sauerstoff-Exposition (größer 45 Stunden, vor allem bei sehr hohen Sauerstoffpartialdrücken >1,2 Bar), kann sich ein Katarakt (reversible Trübung der Augenlinse wie beim grauen Star) einstellen. Durch diese Trübung wird dann die Kurzsichtigkeit (Myopie) hervorgerufen.

H) Mittelohr Sauerstoff-Absorptions Syndrom:

ein schmerzhaftes Mittelohr Barotrauma, tritt nur an der Oberfläche nach dem Tauchen mit erhöhten Sauerstoffpartialdrücken auf. Unmittelbar nach dem Auftauchen werden, die noch aus der angereicherten Luft vermehrt vorhandenen, Sauerstoff-Moleküle in den mittelschnellen Geweben des Mittelohrs absorbiert. Die Absorption geschieht offenbar schneller wie der Druckausgleich mit Stickstoff. Versäumt der Taucher an der Oberfläche nun den Druckausgleich, wird durch die sich aufbauende Druckdifferenz zum Umgebungsdruck ein kleineres Barotrauma entwickelt.

I) Allergische Reaktionen:

bedingt durch die eingesetzten Materialien (Gummi, Kunststoff) oder die Chemikalien zur Desinfektion bzw. eigentlich meistens deren Jod-Anteil, können Taucher hierauf allergisch reagieren! Allergische Reaktionen zeigen sich durch harmlose Symptome wie Niesen, Husten, Kratzen im Hals, Tränen in den Augen, Hautjucken, Ausschläge etc. an; können aber bei entsprechender Veranlagung sich zum sogenannten „anaphylaktischen Schock“ mit Atem- und Kreislaufstillstand auswachsen!

J) Kohlenmonoxid Vergiftung:

wenn wir davon ausgehen, daß unser Atemgas aus zuverlässiger Quelle stammt, also frei von entsprechenden Verunreinigungen ist, gibt es nur eine Quelle für das Kohlenmonoxid (CO): der Taucher selber, der unmittelbar vor dem TG geraucht hat! Durch den geschlossenen Atem-Kreislauf wird das CO, das der Körper eigentlich ausatmen will, der Lunge wieder zugeführt! Und so können ein paar ppm (parts per million) CO sich in der Tiefe durch den höheren Druck zum lebensbedrohenden Gift auswachsen!

Vermeidung:

Allen obigen Gefahren A – F ist gemeinsam, daß man ihnen elegant ausweichen kann, wenn folgendes gnadenlos durchgezogen wird:

- Saubere TG Planung, die auch peinlich genau eingehalten wird
- Sauberer Zusammenbau und sorgfältige Prüfung des Geräts und der Atemgase
- Sauberes „Apres Dive“ Handling, Wartung/Pflege
- Penibles Einhalten der vom Hersteller vorgegebenen Grenzen und Materialien
- Fortwährende Kontrolle der Instrumente (Tiefe, Zeit, Deko-Status über Tauchcomputer, Sauerstoffgehalt über Sauerstoff-Monitore, Atemgasvorrat über Finis)
- Nicht an bzw. nahe der Oberfläche mit einem Rebreather atmen
- Aussergewöhnliche Anstrengungen bzw. tiefe Temperaturen meiden
- Im Zweifel, bei ungewöhnlichen Geräuschen oder ungewöhnlichem Verhalten des Rebreathers: auf das Bail-Out System ausweichen und kontrolliert auftauchen.
- Nicht Rauchen vor dem Tauchen!

Zusammengefaßt gelten die alten Rebreathertaucher-Weisheiten:

- 1) Know your pO<sub>2</sub> at all times!!!
- 2) If in doubt, bail out !!!

zu Deutsch:

- 1) ihr müßt über euren Sauerstoffpartialdruck (pO<sub>2</sub>) in allen Phasen eures TG Bescheid wissen (im Zweifel: OXYgauge®)!!!
- 2) seid ihr über die Funktionsweise oder den Zustand eures Rebreathers über irgendetwas im Ungewissen, wechselt auf die alternative Luftversorgung, das Bail-Out System!!!

Den meisten der obigen Gefahren ist weiterhin gemeinsam, daß wenn ihr euch nicht an die genannten Vermeidungsstrategien haltet, normalerweise rasch die Bewußtlosigkeit eintritt und anschließend der Tod auf euch lauert!

Aus diesen Gründen gilt weiterhin der zentrale Rebreathertaucher-Merksatz des Rebreather Ober-Gurus Richard Pyle ([42], S. :11-15)

"The big killer on the rebreather's insidious. You don't know there's a problem until it's potentially or probably too late!"

(sinngemäß zu deutsch: das grosse Problem mit Rebreathern ist folgendes: ihr merkt gar nicht, daß ihr eines habt, und zwar so lange nicht, bis es möglicherweise zu spät ist!)

(\*) Bemerkung noch zur „Verstopfung“ der Düsen: gelegentlich wird behauptet, daß sich die Düsen nicht zusetzen oder verstopfen könnten, da ja das Gas mit Überschallgeschwindigkeit strömen würde. Dr. Max Hahn geht von normaler Schallgeschwindigkeit aus ([34], S.35) und fordert demzufolge auch Düsen, bei denen sowas nicht passieren kann ...

Andernorts werden diese Düsen ziemlich deutlich als „Sonic Valves“ bezeichnet! (sonic, engl.: adj., -schall). Wer will, kann die berühmte Bernoulli'sche Gleichung zur Abschätzung der Schallgeschwindigkeit heranziehen. Letztlich gilt für einen konstanten Massenfluß bei Strömung mit Schallgeschwindigkeit (laminare Strömung):

$$P_{\text{Mitteldruck}} \geq 1,9 \text{ bis } 2,2 * P_{\text{Umgebung}}$$

Bei einem DOLPHIN wird der Mitteldruck auf ca. 16,5 Bar justiert. Daraus ergibt sich die maximale (Geräte-)Tauchtiefe von: 65 bis 77 m! Rein physikalisch betrachtet, auf Grund der Massenerleistung! Die Konstante 1,9 ist in [34], S. 35 zu finden, die 2,2 in [61], auf S. 126.

## TG-Planung

**Die „6P“ Regel:  
Proper Planning Prevents Piss Poor Performance !!!**

EAD  
MOD  
Best Mix  
Sauerstoffverbrauch  
Sauerstoffgehalt im Atembeutel  
Standzeit und maximale Tauchzeit  
CNS und %CNS  
OTU

Zur sorgfältigen TG-Planung gehören ein paar Begriffe, die ihr sicherlich noch aus eurem NITROX Kurs kennt. Diese wollen wir kurz wiederholen und für unsere Bedürfnisse mit Rebreathern erweitern.

### EAD:

Equivalent Air Depth, eine rechnerische Tauchtiefe, die dem reduzierten Stickstoffgehalt eines NITROX Gemisches Rechnung trägt. Ein anschauliches Beispiel:

Der  $pN_2$  für einen 30 m TG mit einem Nitrox 40 beträgt:  $4 * 0,6 = 2,4$  Bar.

Der  $pN_2$  für einen 20 m TG mit Pressluft beträgt  $3,0 * 0,79 =$  (etwa) 2,4 Bar.

Im Klartext: die Stickstoffaufnahme des Körpers beträgt mit dem Nitrox 40 auf 30 m genau gleichviel wie bei dem TG mit Pressluft auf ca. 20 m.

Deshalb wird die EAD des Nitrox 40 für einen TG auf 30 m als 20 m ausgewiesen!

Die EAD ist (für SCUBA) immer geringer als die tatsächliche Tauchtiefe. Bei einem aktiven (SCR-) Rebreather kann im Ausnahmezustand („overbreathing the rig“ oder auch als „beating the flow“ bezeichnet), dies auch anders sein, da der Stickstoffgehalt im Atembeutel vom Sauerstoffverbrauch, d.h. von der tatsächlichen Anstrengung abhängt!

$$EAD [m] = ( (\% N / 79) * (Tiefe + 10) ) - 10$$

Bsp.: EAD für einen TG auf 22 m mit einem NITROX 40?

Lösung:  $60 / 79 * 32 - 10 = 14,3$  m.

Also ist für einen SCUBA TG die EAD 15 m (aufgerundet zur sicheren Seite!). In der Deco 2000 nachgeschaut bei 15 m: NDL 72 min. Beim Rebreather dürfen wir allerdings nicht den Stickstoffgehalt des Pre-Mixes einsetzen, sondern den Stickstoffgehalt im Atembeutel!

Die Faustregel zur Berechnung bei einem aktiven SCR (genaue Formel folgt im Abschnitt: „Sauerstoffgehalt im Atembeutel“) sieht so aus: Bei mittlerer Anstrengung (ca. 1 L / min. Sauerstoffverbrauch) findet man 80 % des Sauerstoffanteils des Premixes im Atembeutel.

Obiges Bsp.: Premix war NITROX 40, also  $40 * 0,8 = 32$  % Sauerstoffanteil im Atembeutel, der Stickstoffanteil ist dann also  $100 - 32 = 68$  % Stickstoff (und nicht mehr 60 % aus dem

Premix!). Folglich ist die EAD beim Rebreather:  $68 / 79 * 32 - 10 = 17,54$ . EAD = 18 m. In der Deco 2000 finden wir bei 18 m jetzt nur noch 45 min. als NDL.

### MOD:

Maximum Operation Depth, die maximale Tauchtiefe. Ergibt sich einfach aus dem maximal erlaubten Sauerstoffpartialdruck  $pO_2$  und dem eingesetzten Gemisch:

$$\text{MOD [m]} = (\text{max. erlaubter } pO_2 * 10 / O_2\text{-Anteil}) - 10$$

$$\text{MOP [Bar]} = \text{max. erlaubter } pO_2 / \text{Anteil } O_2$$

Die Formel für die MOP (Maximum Operation Pressure) fällt etwas einfacher, dafür anschaulicher aus: es muß der MOP lediglich noch in eine Tiefe umgerechnet werden! Wer eine andere Darstellung bevorzugt, sei auf das „T-im-Kreis“ verwiesen. Dies findet ihr in den aus Amerika stammenden Manuals (ANDI, IANTD, TDI, SDI etc.) erklärt.

Hier die diversen Grenzwerte für den max. erlaubten  $pO_2$ :

1,6 atm: absolute Obergrenze, wird von allen Organisationen so angegeben und stammt aus grauer Nitrox-Vorzeit noch von der NOAA. Diese hat sich jedoch bewährt! Das heißt Dekompression mit reinem Sauerstoff ist auf die Tiefenstufen 3 und 6 m beschränkt.

1,4 atm: max. Wert für durchschnittliche TG

Von dem max. erlaubten  $pO_2$  von 1,6 atm sollte man noch jeweils 0,1 Bar abziehen bei folgenden Bedingungen:

- kaltes Wasser
- Grundzeit länger als 30 min.
- Dekompressions-TG
- Anstrengung
- Wiederholungs-TG

Bsp.: Wie groß ist die MOD für einen 60 minütigen TG im Bodensee mit einem Nitrox 40?

Lösung:  $1,6 - 0,1$  (kaltes Wasser im Bodensee)  $- 0,1$  (Grundzeit länger als 30 min.)  $- 0,1$  (Deko-TG) = 1,3 Bar max. erlaubter  $pO_2$

Also MOD =  $(1,3 * 10 / 0,4) - 10 = 22,5$ , d.h.: MOD = 22 m.

(Die MOD wird zur sicheren Seite hin abgerundet!)

Mit einem Nitrox 40 auf 22 m eine Stunde bleiben, ist ja an sich noch kein Deko-TG, oder? (Nachschauen! EAD berechnen (= 15 m ?), NDL bei 15 m ist 72 min., stimmt's?).

Da wir aber mit einem Rebreather unterwegs sind, müssen wir die Anstrengung, d.h. den aktuellen Sauerstoffverbrauch berücksichtigen. Damit korrigieren wir den herrschenden  $pN_2$ , der ja entscheidend für unsere Stickstoffsättigung und damit für unser Nullzeiten ist.

Aus dem Nitrox 40 als Premix wird im Atembeutel in etwa ein Nitrox 32 ( $40 * 0,8$ ). Wenn wir jetzt in einer Nitrox 32 Tabelle nachschauen finden wir:

22 m / 60 min.      Deco 92 V2, EAN 32: 24 m / 60 min.      Deko: 3 m / 7 min.  
 Spaßeshalber benutzen wir die EAD Methode zur Kontrolle!

EAD für ein Nitrox 32 (im Atembeutel) = 18 m (siehe oben, bei EAD). Folglich schauen wir in einer Pressluft Tabelle (Deco 2000) bei 18 m nach und finden:  
 22 m / 60 min      Deco 2000, EAD      18 m / 65 min.      Deko: 3 m / 8 min.

#### Best Mix:

Hiermit wird für eine feste, vorgegebene Tauchtiefe die beste Mischung berechnet, sowohl für Sauerstoff, als auch für Stickstoff bzw. Helium. Die hierbei eingesetzten max. Partialdrücke sind:

- für Sauerstoff (siehe oben) zwischen 1,6 und 1,2 Bar,
- für Stickstoff: max. 4,0 Bar

Best Mix Sauerstoff [O<sub>2</sub> Anteil] = 1,6 / (Tiefe + 10) \* 10 oder 1,6 / Umgebungsdruck  
 Best Mix Stickstoff [N<sub>2</sub> Anteil] = 4,0 / (Tiefe + 10) \* 10 oder 4,0 / Umgebungsdruck

Bsp.: TG auf 22 m, Best Mix?

Lösung: Best Mix Sauerstoff [O<sub>2</sub>%] = 1,6 / 3,2 = 0,5, also ein Nitrox 50 im günstigsten Fall.

Der max. Sauerstoffpartialdruck muß je nach den Tauchbedingungen von 1,6 nach unten korrigiert werden! Also im schlimmsten Fall:

Best Mix Sauerstoff [O<sub>2</sub>%] = 1,1 / 3,2 = 0,343, deshalb ein Nitrox 34

Bsp.: TG auf 65 m, Best Mix?

Lösung: Best Mix Sauerstoff [O<sub>2</sub>%] = 1,6 / 7,5 = 0,213, also am besten Pressluft. Aber Obacht:

Best Mix Stickstoff [N<sub>2</sub>%] = 4,0 / 7,5 = 0,53! (< 0,79 von Pressluft!)

Somit sind wir bei einem Trimix gelandet: 21 % O<sub>2</sub>, 53 % N<sub>2</sub>, 26 % He (Tx 21/26)

Zu Risiken und Nebenwirkungen dieser Mischung lesen Sie bitte ihr TRIMIX-Manual und befragen Sie bitte ihren Tec-Instructor ...

#### Sauerstoffverbrauch:

Der Sauerstoffverbrauch in L / min. richtet sich ausschließlich nach der körperlichen Anstrengung:

Hoch:	> 2,5 L / min.	Laufen (13 km / h)
Mittel:	1,25 L / min.	schnelleres Gehen (6 km / h)
Normal:	1,0 L / min.	
Gering:	0,7 - 0,8 L / min.	langsames Schwimmen (920 m / h ) langsames Gehen (3,2 km / h)
Ruhe:	0,5 L / min.	still stehen

Ein sehr genaue Tabelle ist in [15], 3-7 zu finden.

### Sauerstoffgehalt im Atembeutel bei aktiven SCRs:

Für einen eingeschwungenen Zustand (also nicht beim Auf- oder Abtauchen) im Atembeutel gilt in etwa folgende Formel:

$$\text{Sauerstoffgehalt im Atembeutel [O}_2\text{ Anteil]} = \frac{(\text{O}_2\text{ Anteil Pre-Mix} * \text{Flow}) - \text{O}_2\text{ Verbrauch}}{\text{Flow} - \text{O}_2\text{ Verbrauch}}$$

Bsp.: für ein Nitrox 40 als Premix und einen mittleren Sauerstoffverbrauch von 1,5 L / min. wird der Sauerstoffgehalt im Atembeutel berechnet. Der Rebreather soll ein Dräger Dolphin sein: für ein Nitrox 40 muß der Flow (= Konstantdosierung) auf 10,4 L / min. eingestellt sein (siehe DRÄGER DOLPHIN Manual, [22], S. 40 und 51).

Lösung:  $(0,4 * 10,4) - 1,5 / (10,4 - 1,5) = 0,2988$ ,

d.h. für ein Nitrox 40 sind im Atembeutel noch 29 Vol.-% Sauerstoff, im Klartext: statt 60 Vol.-% N<sub>2</sub> sind jetzt im Atembeutel ca. 71 % N<sub>2</sub>!

Statt der Formel kann auch überschlagsmäßig die folgende Faustformel (80% Regel) bei geringer bis mittlerer Anstrengung verwendet werden:

$$\text{Geschätzter Sauerstoffanteil im Atembeutel [O}_2\text{ Anteil]} = \text{O}_2\text{ Anteil Pre-Mix} * 0,8$$

Bsp.: mit einem Pre-Mix Nitrox 40 und geringer Anstrengung sind im Atembeutel ca.  $0,4 * 0,8 = 0,32$ ; d.h. 32 % Sauerstoff enthalten.

### Standzeit und maximale Tauchzeit:

Als Standzeit wird üblicherweise die maximale Wirkungsdauer des Atemkalks in der Kalkpatrone bezeichnet.

Beispiele für Standzeiten sind.:

Dräger, Dolphin: 2 Stunden

Ambient Pressure Diving, Inspiration: 3 Stunden

Voraussetzungen zum Erreichen dieser Zeiten sind:

- Benutzung des vom Hersteller vorgeschriebenen Atemkalks
- Atemkalk nicht verbraucht und korrekt gelagert (Lagertemperatur)
- Korrekte Befüllung und Verdichtung (kein Channelling)
- Einsatz im vorgeschriebenen Temperaturbereich (z.B. 5 – max. 30 Grad Wassertemperatur)
- Taucher darf nicht mehr als 1,6 L / min. CO<sub>2</sub> produzieren

(Bem. : Standzeit für das DRÄGER DOLPHIN, Mai 2002: für Ägypten und Europa sind nun 4 h (= 240 min.) durch DRÄGER angesagt (d.h. gerade im Genehmigungsprozeß))

Noch ein Wort zur Lagertemperatur des Atemkalks: beim Dräger DiveSorb ®:

- 20° bis max. + 50° Celsius. Obacht: dies gilt nur für das geschlossene Gebinde, nicht für die Kalkpatrone. Wird der Kalk in der Patrone einer zu hohen oder zu tiefen Temperatur ausgesetzt, funktioniert er nicht mehr richtig, da dann das genau festgesetzte Wasserverhältnis nicht mehr besteht. Wird der Kalk zu warm, z.B. wenn im Sommer der Rebreather im Auto 'rumliegt,

verdunstet das nötige Wasser! Wird der Kalk zu kalt, z.B. legt ihr im Winter beim anrödeln euer Equipment auf den kalten Boden und laßt euch zu lange Zeit, dann gefriert das Wasser im Kalk! In beiden Fällen stimmen die eingestellten 16 % (siehe technische Daten von Dräger DiveSorb ® im Anhang) nicht mehr und die chemische Reaktion kommt irgendwann zum Erliegen, d.h. im Klartext: der Scrubber funktioniert nicht mehr!

Die maximale Tauchzeit ergibt sich aus dem Atemgasvorrat:

Bsp. SCR

4 L Atemgasflasche, gefüllt mit Nitrox 60 @ 200 Bar, Dosierung betrage 5 L / min.

Lösung: Restdruck muß beim DOLPHIN ca. 20 Bar betragen, also:  $200 - 20 = 180$  Bar.

$180 * 4 = 720$  L,  $720 / 5 = 144$  min.

Bsp. CCR

3 L Atemgasvorrat, gefüllt mit Sauerstoff @ 200 Bar, Sauerstoffverbrauch betrage zwischen 1 L / min. und 3,5 L / min.

Lösung:  $200 * 3 = 600$  L,  $600 / 1 = 600$  min. maximale TG-Dauer;

$600 / 3,5 = 171$  min. minimale TG-Dauer

CNS und %CNS:

Mit CNS ist die ZNS Belastung durch den Sauerstoff gemeint. Hierfür gibt es etablierte und bewährte Tabellen der NOAA, die die Schädigungen in Abhängigkeit des Partialdrucks angeben und die TG-Zeiten festschreiben:

#### **NOAA Oxygen Exposure Limits (ZNS Belastung)**

(NOAA Grenzen für Sauerstoff-Exposition, aus dem NOAA Diving Manual 3<sup>rd</sup> ed., 1991 bzw. aus [48], 3-23)

PO <sub>2</sub> [atm]	Maximum Single Exposure [min.]	Maximum per 24 h [min.]
1,60	45	150
1,55	83	165
1,50	120	180
1,45	135	180
1,40	150	180
1,35	165	195
1,30	180	210
1,25	195	225
1,20	210	240
1,10	240	270
1,00	300	300
0,90	360	360
0,80	450	450
0,70	570	570
0,60	720	720

Grauer Bereich: nur für ausserordentliche Sauerstoff-Belastungen, z.B. für Notfälle, (contingency planning) für pO<sub>2</sub> zwischen 1,40 und 1,60 atm, max. single exposure: maximale Dauer für einen Einzel-TG, max. per 24 h: maximale Summe der TG an einem Tag wird die „single exposure“ Zeit erreicht, sind laut NOAA 90 -120 min. OFP einzuhalten

Oxygen PO <sub>2</sub> (atm)	Single Dive Limit (minutes)	Bottom Time Values (minutes)											
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
1.20	210	2%	5%	7%	10%	12%	14%	17%	19%	21%	24%	26%	29%
1.25	195	3%	5%	8%	10%	13%	15%	18%	21%	23%	26%	28%	31%
1.30	180	3%	6%	8%	11%	14%	17%	19%	22%	25%	28%	31%	33%
1.35	165	3%	6%	9%	12%	15%	18%	21%	24%	27%	30%	33%	36%
1.40	150	3%	7%	10%	13%	17%	20%	23%	27%	30%	33%	37%	40%
1.45	135	4%	7%	11%	15%	19%	22%	26%	30%	33%	37%	41%	44%
1.50	120	4%	8%	13%	17%	21%	25%	29%	33%	38%	42%	46%	50%
1.55	82	6%	12%	18%	24%	30%	36%	42%	48%	55%	61%	67%	73%
1.60	45	11%	22%	33%	44%	56%	67%	78%	89%	100%	111%	122%	133%

Mit %CNS ist der prozentuale Anteil des durchgeführten TG von der erlaubten 100 % Dosis der Tabelle gemeint.

Bsp.: betrage der pO<sub>2</sub> des TG 1,5 atm und meine TG-Dauer beträgt 1 h, so ist %CNS = 50 [%]

- Die %CNS der einzelnen TG pro Tag sind zu summieren!
- Beim Erreichen von 100% haben die Tauchaktivitäten für 24 h aufzuhören!
- Weiterhin gibt es verschiedene Empfehlungen, die Mindest-OFP zwischen Nitrox-TG zwischen 45 min. (60 min. PADI) und 90 min. (NOAA) zu wählen!

Bsp.:

mein 2. TG am Tag erreiche 1,3 atm pO<sub>2</sub> und die TG-Dauer nochmals 1 h, also %CNS = 33 %. Die Summe aus den beiden TG ergibt %CNS = 50 + 33 = 83 %. Will ich noch einen 3. TG machen, darf die %CNS Dosis 17 % nicht überschreiten.

Darüberhinaus gibt es die Möglichkeit, den Abbau der Sauerstoffbelastung während der Oberflächenpause (OFP) zu verfolgen. Die %CNS Dosis wird gedanklich wie ein Kompartiment mit einer Halbwertszeit von 90 min. behandelt!

Bsp.:

am Ende des 1. TG sei meine %CNS = 60, wie groß ist diese nach einer OFP von 3 h? Lösung: 3 h (= 2 \* 90 min., das bedeutet zwei Halbwertszeiten), daraus folgt: %CNS = 15!

Hierfür gibt's natürlich wieder eine Formel zum groben Abschätzen bzw. eine kleine Tabelle für diejenigen, die die Formel nicht mögen (aus [18], S. 16 ff.):

$$(90 / \text{OFP}[\text{min.}] * [\% \text{CNS}]) / 2$$

Die Tabelle mit den etwas genaueren Werten sieht so aus:

<b>OFP [Stunden:Minuten]</b>	<b>Multiplikator [* %CNS]</b>
0:30	0,80
1:00	0,63
1:30	0,50
2:00	0,40
2:30	0,31
3:00	0,25
3:30	0,20
4:00	0,16
4:30	0,13
5:00	0,10
6:00	0,06
9:00	0

Wer die Formel hierfür noch genauer mag:

$$\%CNS = \%CNS * \exp(-t / 130)$$

### OTU:

OTU bedeutet „oxygen tolerance unit“:

1 OTU ist die Dosis, die man bei 1 atm und 100 % Sauerstoff innerhalb einer Minute aufnimmt.  
Auch hierfür gibt es bewährte NOAA Tabellen (aus dem N.O.A.A. Manual, 3-25, wo sonst?):

### **OTU Tabelle (Oxygen Tolerance Units; aus [48], 3-25:)**

<b>pO<sub>2</sub> [atm]</b>	<b>OTU min. /</b>		<b>pO<sub>2</sub> [atm]</b>	<b>OTU min. /</b>
0,50	0,00		1,25	1,39
0,55	0,15		1,30	1,48
0,60	0,27		1,35	1,56
0,65	0,37		1,40	1,63
0,70	0,47		1,45	1,70
0,75	0,56		1,50	1,78
0,80	0,65		1,55	1,85
0,85	0,74		1,60	1,92
0,90	0,83		1,65	2,00
0,95	0,92		1,70	2,07
1,00	1,00		1,75	2,14
1,05	1,07		1,80	2,22
1,10	1,16		1,85	2,28
1,15	1,23		1,90	2,35
1,20	1,32		2,00	2,49

Die genaue Berechnung geht nach folgender Formel:

$$OTU = t * ((pO_2 - 0,5) / 0,5) \exp 0,83$$

Wobei t die Tauchzeit in Minuten ist.

Zusätzlich muß man noch wissen, wieviel OTUs pro Tag bzw. für die Dauer der Tauchexpedition erlaubt sind: hierbei hilft uns die REPEX Tabelle (a.a.O., 3-25) :

### REPEX Tabelle

Tauch Tage	Durchschnittliche Dosis	Maximale Total-Dosis (Summe für alle Tage)
1	850	850
2	700	1400
3	620	1860
4	525	2100
5	460	2300
6	420	2520
7	380	2660
8	350	2800
9	330	2970
10	310	3100
11	300	3300
12	300	3600
13	300	3900
14	300	4200
15 – 30	300	Nach Anforderung

Die Quelle für die REPEX Tabelle ist: Bill Hamilton, 1988 (REPEX = REPetitive EXcursions, also wiederholte Sauerstoff-Aussetzung) Die Original Monographie von Hamilton ist: Hamilton, R.W., Kenyon, D.J., Peterson, R. E., Butler, G.J., Beers, D.M., 1988 May, Repex: Development of repetitive excursions, surfacing techniques, and oxygen procedures for habitat diving, NURP Technical Report 88-1A, Rockwell M.D., U.S. DoD) sowie [48], 3-25.

Bsp.: wir machen eine 3-tägige Tauchexpedition nach Papua-Neuguinea. Aus Platz- und Kostengründen können wir nur CCRs (und keinen Kompressor etc. ...) mitnehmen. Wir tauchen täglich am Limit mit ca. 3 – 5 TG um die Zeit auszunutzen, d.h. 150 min. bei 1,6 atm in 24 h. Unser Set-Point des CCRs wird auf 1,6 eingestellt: wir haben also immer diesen Partialdruck, egal welche Tiefe wir aufsuchen!

Kontrollrechnung:

150 min. @ 1,6 atm = 100 %CNS pro Tag, da wir mehrere TG machen

1,6 Bar  $\cong$  1,92 OTU, 150 \* 1,92 = 288 OTU / Tag, aufgerundet auf 290

3 Tage a 290 OTU = 870, erlaubt sind 1860.

## OBACHT:

Für die Korrektheit aller o.g. mathematischen Verfahren (Interpolation & Summierung der %CNS, Abbau der %CNS Dosis, ...) gibt es Stand heute (2023) keinerlei experimentelle Beweise. Aus diesem Grunde werden aktuelle CNS-OT / P-OT Berechnungen mit dem sogenannten „K-Wert“ Algorithmus von Ran Arieli durchgeführt. Details, Beispielrechnungen und weitere Literatur dazu gibt es hier:

<https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.21001.11361>

sowie da:

<https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.17583.87205>

Weiteres OBACHT:

die üblichen Tabellen zur Sauerstoff-Toxizität (-OT) sind die  $pO_2$  in *atm* angegeben, *nicht in Bar*.

## Die TG Planungsblätter

Zusammengefaßt die wichtigsten Punkte zur TG-Planung:

Vorgegeben ist i.d.R.

- die Tauchtiefe (Objekt, Ziel der Mission) bzw.
- die erforderliche Tauchzeit um das Ziel zu erreichen
- oder aber, bzw. durch Logistik bedingt: der Pre-Mix
- und zumindest einen Teil der Tauchbedingungen (Kälte, Strömung, Wdh.-TG)
- daraus wird der max.  $pO_2$  abgeleitet,
- daraus der Best Mix bzw. die MOD (Kontrolle zur vorgeg. Tauchtiefe)

für ein aktives SCR gilt nun:

- damit können wir für einen SCR wie das DOLPHIN den Flow festlegen und somit die Ausrüstungskonfiguration
- aus der geschätzten Anstrengung wird der Sauerstoffverbrauch abgeschätzt
- und hiermit und dem Flow wird der Stickstoffgehalt des Atembeutels berechnet, ggfs. dann
- die Dekompressionspflicht berechnet bzw. mittels
- der EAD Methode und einer Presslufttabelle kontrolliert und
- ggfs. max.  $pO_2$  wieder nach unten korrigiert und bei erneuter Kontrolle von Best Mix / MOD, werden die:
- %CNS resp. OTUs berechnet
- die %CNS und OTUs müssen dann zu den vorherigen TG addiert werden, ebenso
- müssen die Wdh.-Gr bzw. die ZZ vom vorherigen TG berücksichtigt werden!

Aus dem Flow und dem Atemgasbehälter wird die max. mögliche Tauchzeit berechnet (SCR), bzw. aus dem Sauerstoffverbrauch (CCR). Diese Zeiten müssen mit den Standzeiten bzw. der vorgegebenen Tauchzeit abgestimmt werden.

Obacht: diese Dinge müßt ihr auch für CCR im Schlaf (=Tiefenrausch) beherrschen und ständig über eure Tiefe resp. den  $pO_2$  Bescheid wissen: ihr müßt nämlich in der Lage sein, den CCR

„manuell zu fliegen“! Wenn die Elektronik ausfällt müßt ihr eure Sauerstoffzufuhr von Hand regeln können!

Da ein aktives SCR normalerweise mechanisch gesteuert wird, ist hier jedoch nichts zu befürchten.

Bem.: für ein passives, on-demand SCR erfolgt die Planung ähnlich, es wird bei der nächsten Ausgabe dieses Manuals eine Erweiterung eingefügt sowie angepaßte Planungsblätter. Ebenso werden in einer der nächsten Ausgaben CCRs berücksichtigt werden.



## TG Planer (DOLPHIN: für vorgegebene Tiefe / Zeit)

- Geplante Tiefe: \_\_\_\_\_ m geplante Zeit: \_\_\_\_\_ min. ≤ Standzeit: \_\_\_\_\_ min.
- max. erlaubter PO<sub>2</sub>: 1,6 - \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ atm
- Best Mix= max. PO<sub>2</sub> / Tiefe + 10 = \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ + 10 = \_\_\_\_\_ % O<sub>2</sub> Pre-Mix
- MOD =  $\frac{\text{max. PO}_2 * 10 - 10}{\% \text{ O}_2 \text{ Pre-Mix}} = \frac{\text{_____} * 10 - 10}{\text{_____}} = \text{_____} \text{ m} \leq \text{geplante Tauchtiefe!}$
- Atemgasvorrat = Flaschenvolumen \* (Fülldruck – 20) = \_\_\_\_\_ \* (\_\_\_\_\_ - 20) = Bar l
- Mittlerer Flow: \_\_\_\_\_ l / min. für diesen Pre-Mix
- Max. TG Dauer = Atemgasvorrat / Flow = \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ min. ≤ geplante Zeit!
- Anstrengung: \_\_\_\_\_ ; O<sub>2</sub>-Verbrauch: \_\_\_\_\_ l / min.
- % O<sub>2</sub> Atembeutel =  $\frac{(\% \text{ O}_2 \text{ Pre-Mix} * \text{Flow}) - \text{O}_2\text{-Verbrauch}}{\text{Flow} - \text{O}_2\text{-Verbrauch}} = \text{_____} = \text{_____} \% \text{O}_2$
- EAD =  $\frac{1 - \% \text{O}_2 \text{ Atembeutel}}{0,79} * (\text{Tauchtiefe} + 10) - 10 = \text{_____} * (\text{_____} + 10) - 10 = \text{_____} \text{ m EAD}$

### Stickstoffsättigung vom vorigen TG:

- Wdh.-Gr.: \_\_\_\_\_ , OFP: \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ h:min ⇒ Wdh.-Gr.: \_\_\_\_\_ ,
- ZZ für Wdh.-TG: \_\_\_\_\_ min.
- Mit EAD & Tauchzeit + ZZ in Presslufttabelle bei m: \_\_\_\_\_ / min.: \_\_\_\_\_
- ⇒ Wdh.-Gr: \_\_\_\_\_ , NDL: \_\_\_\_\_ min.

### Sauerstoffschädigung vom vorigen TG:

- %CNS: \_\_\_\_\_ , OFP: \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ h:min ⇒ Faktor: \_\_\_\_\_  
 %CNS \* Faktor: \_\_\_\_\_ , OTU: \_\_\_\_\_
- aktuell geplanter TG: \_\_\_\_\_ + %CNS: \_\_\_\_\_ , + OTU: \_\_\_\_\_
- Summe von den TG: \_\_\_\_\_ = %CNS: \_\_\_\_\_ , = OTU: \_\_\_\_\_

## Gerätespezifischer Teil des REBREATHER Manuals

### Tauchen mit dem DRÄGER DOLPHIN ®

**Complacency kills!  
Richard Pyle, [42], S. 8-2**

Besonderheiten bei der TG-Planung  
 Besonderheiten beim Tauchen  
 Komponenten  
 Zusammenbau  
 Over-/Underpressure, Pre-/Post Dive Check  
 Auseinanderbauen & Desinfizieren  
 Pflege & Wartung  
 Lagerung & Transport  
 Wet Exercises

#### Besonderheiten bei der TG Planung:

Das DOLPHIN ist werksseitig für 4 Pre-Mixes zugelassen: Nitrox 32, 40, 50 und 60.  
 Für diese Pre-Mixes (4 L Flasche @ 200 Bar) gilt lt. [22]:

<b>Pre-Mix:</b> [% O <sub>2</sub> ] / Farbkodierung	<b>Max. Tauchtiefe:</b> (m)	<b>Flow: ( l / min.)</b> minimal / maximal	<b>Mittlere Tauchzeit:</b> (min.)
32 / ohne	40	14,2 / 16,9	46
40 / blau	30	9,4 / 11,3	67
50 / rot	22	6,55 / 7,95	95
60 / schwarz	17	5,1 / 6,4	124
100 / keine (Gravur)	6	1 / 3	240 (Pool Düse) (*)

Die Tauchtiefen dürfen nicht überschritten werden und es dürfen keine dekompensationspflichtigen TG gemacht werden! Desweiteren sind sämtliche sonstige Vorschriften des Herstellers aus [22] einzuhalten. Hierzu zählt insbesondere das Fabrikat des Atemkalks (DiveSorb) sowie der Wartungs- und Reinigungs- resp. Desinfektionsmittel!

(\*) siehe die Bemerkungen zur Verwendung der Pool Düse für 100 % Sauerstoff.

Flow: ist der Massenstrom, an der Oberfläche gemessen, in l / min., angegeben ist der jeweils kleinste und größte erlaubte Flow

Mit der Verwendung einer 5 l Pre-Mix Flasche (@ 200 Bar) ergeben sich folgende max. TG-Zeiten:

<b>Pre-Mix:</b> [% O <sub>2</sub> ] / Farbkodierung	<b>Mittlerer Flow:</b> ( l / min.)	<b>Mittlere Tauchzeit:</b> (min.)
32 / ohne	15,6	58
40 / blau	10,4	86
50 / rot	7,3	123
60 / schwarz	5,8	155

Obacht: bei Verwendung des Nitrox 60 ist die mittlere Tauchzeit länger als die vom Hersteller angegebene Standzeit (bis 2001, siehe Bemerkung zur aktuellen Standzeit / maximale Tauchzeit im Kapitel „TG Planung“)

Weiterhin: z.B. BSAC erlaubt seit 2003 die Verwendung des DOLPHINs zu „begrenztem Dekompressions-Tauchen“ und ist hierüber mit DRÄGER in Verhandlung, das Manual entsprechend anzupassen!

**Begrenztes Dekompressionstauchen (minimal decompression)** bedeutet:

Max. 10 min. Deko  
Tiefster Deko-Stopp 6 m

Ein kleiner Spaß am Rande:

Bemerkung zu der von DRÄGER angegebenen maximalen Standzeit von 2 Stunden (nur zur Beruhigung unter uns harten Rebreather Tauchern gedacht): einmal machte ein Narkose-Arzt einen Rebreather Kurs bei mir. Als wir beim Post-Dive Check waren und den Kalk zur Entsorgung in die Kalk-Tonne schütteten, meinte dieser: „Schade drum: der sieht noch so gut aus! Bei uns im OP hätten wir den noch ein paar Stunden weiterverwendet!“

Kein Spaß am Rande:

so herum hätte das noch funktioniert (also den Kalk vom Rebreather für das Narkosegerät einzusetzen)! Andersrum wäre das ziemlich tödlich geworden! Warum? Aus drei Gründen:

- 1.) ist der Kalk für den Rebreather wesentlich staubärmer,
- 2.) die Kalkkörner haben andere Größen, eine andere Härte und
- 3.) einen anderen Feuchtigkeitsgehalt!

wie der Kalk, welcher bei Beatmungsgeräten im OP eingesetzt wird! Alles drei würde für den Taucher ein höheres Risiko bzgl. caustischer Cocktail und reduzierter Kohlendioxid Kapazität darstellen.

*Deshalb werden wir im DOLPHIN nur den von DRÄGER zertifizierten Kalk einsetzen!*

**Besonderheiten beim Tauchen:**

als altgedienter SCUBA Taucher hat man sich so einiges angewöhnt, was man nun beim SCR/CCR Tauchen sofort über Bord werfen muß:

- Trieren mit der Lunge: geht nicht, jetzt muß ausschließlich mit dem Jacket/Trocki triert werden
- öfters durch die Maske ausatmen: sollte man einschränken; hierdurch wird Atemgas dem Kreislauf entzogen und somit die Effektivität herabgesetzt und damit natürlich auch die berechnete Tauchdauer
- die beste Schwimm-Lage: horizontal oder leicht schräg, in anderen Lagen können die Wasserfallen nicht richtig funktionieren und es kann sich Wasser im Scrubber sammeln und zum caustischen Cocktail führen
- schnelle Aufstiege: können durch Überdruck nicht nur zum Riss in der Gegenlunge führen...
- Geräteatmung an der Oberfläche: vergeßt es sofort! Seid ihr auch nur in der Nähe der Oberfläche: Mundstück schliessen, Rebreather abschalten, und sofort auf das Bail-out!!! (oder

Schorchel oder Rückenlage etc.) Warum? Ganz einfach: durch eure Anstrengung an der Oberfläche kann es durchaus passieren, daß nicht genügend Sauerstoff angeliefert wird, darüberhinaus ist die Atemarbeit mit einem Rebreather sowieso höher wie bei SCUBA: dem Esoufflement bzw. Hypoxie sind somit Tür und Tor geöffnet!

- Automat anschliessen, Flaschenventil aufdrehen, Blick aufs Fini, Flasche wieder zu: zur Druck-Kontrolle bei SCUBA völlig o.k.! Vergeßt aber bei einem Rebreather nicht das Öffnen sämtlicher Flaschen bzw. das Einschalten des Geräts beim Beginn des Tauchens!
- Fini-Kontrolle: na ja, so ab- und zu, nach der zweiten halben Stunde tauchen; kommt euch bekannt vor? Vergeßt es sofort beim Rebreathertauchen! Hier müssen ständig in kurzen Intervallen sämtliche Meßgeräte kontrolliert werden! Besonders euren Sauerstoff Monitor müßt ihr im Auge behalten: er kann euer Leben retten!

Die Komponenten des DRÄGER DOLPHINs sind:

1. das Mundstück mit dem Drehwalzenschieber und den Richtungsventilen
2. die zwei Atemschläuche (Ausatmung: roter Pfeil, Einatmung: blauer Pfeil)
3. der Dosiereinheit mit den Düsen der Konstantdosierung und dem automatischen Bypass
4. der Ausatembeutel mit
5. dem Überdruckventil
6. der Atemkalkbehälter (Kalkpatrone)
7. der Einatembeutel eventuell mit OXYgauge® (Sauerstoff Monitor, siehe Anhang)
8. Nitrox-Ventil mit
9. der ersten Stufe Nitrox (Druckminderer) und
10. dem Nitrox Manometer (Fini)
11. Pre-Mix Flasche
12. das Kunststoffgehäuse, die Geräteschale
13. mit dem Jacket (hier nicht gezeigt)
14. das Bail-Out System mit kompletter erster und zweiter Stufe (ebenfalls hier nicht dargestellt)
15. OXYgauge® (nicht dargestellt)

## DRÄGER DOLPHIN®



1. das Mundstück mit dem Drehwalzenschieber, Farbkodierung der Atemschläuche:



**rot** = Ausatemluft (nach **rechts**), schwarz = Einatemluft (von links)

Wenn ihr das Dolphin anlegt, so sind auch die Atemanbeutel entsprechend angeordnet:  
an eurer rechten Schulter liegt dann der Ausatembeutel, an der linken der Einatembeutel.

2. die Dosiereinheit: aufgeschraubt: der Anpress-Ring und die Membran wurden entfernt, ihr seht den Kipp-Hebel der zweiten Stufe; die Düse mit der roten Kennzeichnung ist für das Nitrox 50 (gewinkelter Anschluß, rechts im Bild) und dem Mitteldruckschlauch zum Bypass (gerader Anschluß, links unten im Bild)

8., 9. & 10. mit M 24 x 2 Nitroxanschluß



Beim Zusammenbau ist prinzipiell folgendes zu beachten:

- Alle Bauteile müssen auf Verschmutzung und Beschädigungen kontrolliert werden,
- die Atembeutel und Richtungsventile dürfen keine Risse oder Löcher vorweisen,
- insbesondere kontrolliert, ob die Drainagelöcher der Atembeutel mit den dazugehörigen Schrauben verschlossen sind!
- Schwergängige Steckanschlüsse oder Verbindungen sollten mit Molykote resp. Halocarbon geschmiert werden.
- Die Steckanschlüsse müssen hörbar einrasten und sollten dann nochmals auf richtigen Sitz kontrolliert werden.

Obacht: mit Leckagen oder Beschädigungen darf mit dem DOLPHIN nicht getaucht werden!

#### Reihenfolge beim Zusammenbau:

Die Richtungsventile müssen richtig herum in das Mundstück eingesetzt werden und dann werden die Atemschläuche am Mundstück befestigt.

Test: Mundstück (mit eingebauten Richtungsventilen und beiden Atemschläuchen) mit geöffnetem Drehschieber in den Mund nehmen: ein- und ausatmen mit den Händen an den Schlauchöffnungen: nur jeweils eine der Hände darf die Luftbewegung spüren!



Beim Ausatmen (**rot, rechte** Seite) darf also die linke Hand nichts verspüren!

Dann wird der Ausatembeutel so im Gehäuse befestigt, daß das Überdruckventil aus der mittleren Schalenöffnung herauslugt und bedient werden kann. Wenn es verkantet, kann der Überdruck nicht eingestellt werden.

Danach werden die Atemschläuche mit den Überwurfmuttern an den Atembeutel-Stützen festgeschraubt: hierbei auf die Ein- und Ausatemrichtung achten! Die kleinen Bolzen müssen in die Löcher in der Geräteschale passen!

Anschliessend wird die Dosiereinheit (der Flow wird vorher mit dem Flowmeter geprüft, siehe unten!) mit dem Einatembeutel verbunden, im Gehäuse eingesetzt und daran anschliessend der

Atemkalkbehälter angeschlossen. Der Kalkbehälter muß vorher sachgemäß befüllt worden sein und auf Leckagen getestet werden (siehe unten). Der Kalkbehälter wird mittels des Velcro-Bandes in der Schale festgezurt. Anschliessend wird die gefüllte Pre-Mix Flasche (Druck und O<sub>2</sub> Gehalt vorher testen!) am Druckminderer angeschlossen und festgezurt.

Ist am Einatembeutel ein OXYgauge® angeschlossen, so sind natürlich auch diese Dichtungen zu testen und das OXYgauge® zu prüfen und ggffs. zu kalibrieren.

Das Bail-Out System (ebenfalls den Füll-Druck testen!) wird in der Seitentasche verstaut und zwar so, daß der Inflator des Dolphin-Jackets angeschlossen werden kann und die zweite Stufe des Automaten gut erreichbar ist. Wenn ihr mit Trockki taucht, so sollte der Trockki-Inflatorschlauch genügend lang sein!

**Ohne sorgfältig gefüllten Scrubber zu tauchen ist in etwa so wie mit 200 Sachen und geschlossenen Augen durch die Ortschaft zu donnern !  
ALBI, 2001  
(oder ohne Fallschirm aus dem Flugzeug zu springen ...)**

#### Befüllen der Kalkpatrone:

Die Patrone kurz mit Wasser ausschwenken, damit sich Kalkstaub an den Wänden niederschlagen kann. Wenn ganz leichter Luftzug herrscht, wird der Kalkstaub von euch weggeblasen, es könnte also eine gute Idee sein, im Freien die Patronen zu füllen!

1. Kalk in die geöffnete Patrone einfüllen bis ca. 30 % des Füllstandes erreicht sind
2. mit der Faust gegen die Wand klopfen, damit sich der Kalk gut setzt
3. Schritte 1 & 2 wiederholen bis auf ca. 60 %
4. Die Manschette einsetzen, gut andrücken
5. Schritte 1 & 2 wiederholen und bis auf die Füllmarke an der Gewindestange auffüllen
6. Deckel einsetzen und zuschrauben (höchstens handfest anziehen!), hierbei darauf achten, daß sich keine Kalkpartikel oder ähnliches auf der Dichtung und den Dichtflächen befinden
7. Durch den Einlaßstutzen reinblasen, dabei den Auslaßstutzen mit der Hand gut verschliessen: es darf nun keine Luft entweichen
8. Abschliessende Geräuschprobe: die Patrone schütteln. Wenn irgendetwas „raschelt“ kann das auf lose Kalkpartikel zurückzuführen sein! Ihr habt dann nicht gut gefüllt: also, auf ein Neues!

Das Einrütteln (= Verdichten) des Kalks ist extrem wichtig! Damit wird das „Channeling“ verhindert: hierbei könnten sich Kanäle im Kalk bilden, durch die die Ausatemluft hindurch strömt, ohne daß das Kohlendioxid absorbiert wird.

Verdichtung des Kalks / Einsetzen der Manschette / maximale Einfüllhöhe (bis zur Markierung):



Wenn ihr Kalk aus einem neuen Kalkgebilde entnehmt, beschriftet das Gebinde deutlich sichtbar mit: Name, Datum der Erstentnahme. So kann ersehen werden, wie lange das Gebinde schon angebrochen war. Verschließt den Kalkbehälter gut, damit nicht das Kohlendioxid aus der Umgebungsluft mit dem Kalk reagiert. Weiterhin: haltet euch an die Empfehlungen des Herstellers bzgl. der Lagertemperatur des Gebindes!

### Kontrolle des Flows:

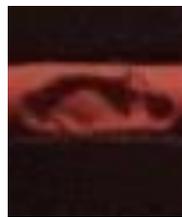
Auf den Stutzen der Dosiereinheit paßt das Flow-Meter genau drauf: exakt senkrecht (!) halten und ganz langsam die Pre-Mix Flasche vollständig aufdrehen. Jetzt an dem Kügelchen den Flow ablesen: dieser muß genau mit dem für diesen Pre-Mix vorgeschriebenen Wert übereinstimmen. Fängt das Kügelchen an zu schwingen: an der unteren Kontrollschraube des Flow-Meters etwas zudrehen. Der abgelesene Wert ist der Flow in L / min. an der Oberfläche, es wird also der (Oberflächen-) Massenstrom gemessen. Stimmt der Wert nicht, solltet ihr zuerst prüfen,

- ob überhaupt die korrekte Düse für das Gemisch angeschlossen ist!
- Bläst die Dosiereinheit über die Rückseite ab, ist u.U. der Anpressring nicht richtig zentriert,
- oder die Membran defekt, perforiert oder ganz fehlend



Nach dem Zusammenbau folgen nun die Tests auf Undichtigkeiten, Leckagen, etc. Stellt ihr hier Unregelmäßigkeiten fest, müßt ihr das Gerät nochmals zerlegen und wieder zusammenbauen. Mit Leckagen dürft ihr nicht tauchen!

Ein paar kleine Hinweise:



Obacht beim Zusammensetzen des Mundstücks mit den Richtungsventilen: sind diese stark gewellt, müssen sie gegen Neue ausgetauscht werden.

Desweiteren bei den Atembeuteln und Schläuchen auf Risse achten! Achtet auch an den O-Ringen auf Verschmutzungen, Risse oder andere Beschädigungen!

Auf Fremdkörper bei den Dichtflächen achten! Insbesondere beim Zusammenbau der Kalkpatrone: an den Dichtungen setzen sich gerne Kalkpartikel ab: die Patrone dichtet dann nicht und ist anfällig für Leckagen!

Alle Steck- („Klick“) Verbindungen müssen hörbar einrasten! Achtet bei den Schraubverbindungen auf korrekten Sitz!

1) Overpressure Check:

Mundstück verschliessen, Überdruck Ventil zudrehen, Pre-Mix Flasche aufdrehen bis das Überdruck Ventil abbläst, dann die Flasche zudrehen. Das Gerät ins Wasser legen und auf Luftblasen kontrollieren oder ein Bleistück (2 - 3 kg) auf die gefüllte Gegenlunge legen: der Druck sollte mindestens 2 Minuten erhalten bleiben.

2) Bypaßventil testen:

Bei geöffneter Flasche Mundstück öffnen und Atemgas ansaugen und durch die Nase ausatmen. Nachdem die Atembeutel entleert sind, sollte der Bypaß Gas nachliefern.

3) Underpressure Check:

Flasche schliessen: jetzt das Mundstück öffnen, Atemschläuche und Gegenlunge leer saugen: die Atemschläuche ziehen sich etwas zusammen; Mundstück verschliessen: der Unterdruck sollte einige Minuten erhalten bleiben. Mache zusätzlich noch eine Zupfprobe am Einatembeutel!

4) Pre-Dive Check (auch Bubble Check genannt):

Zu Beginn des TG taucht ihr auf ca. 3 – 5 m Tiefe ab und prüft das Gerät eures Buddys auf aufsteigende Luftblasen! „Umrundet“ eueren Buddy komplett, danach werden noch die Finis für den Pre-Mix und das Bail-Out, u.U. das OXYgauge, gecheckt. Ein abschliessendes O.K. Signal beendet die Prozedur.

5) Post-Dive Check:

sollen mehrere TG an einem Tag hintereinander gemacht werden, so ist zwischen den TG die Kalkpatrone auf Wassereintrüche zu kontrollieren. Nasser Kalk sieht dunkler aus wie frischer Kalk. Einatembeutel ebenfalls auf Wasser kontrollieren.

6) Dive Checks:

auch während des gesamten TG solltet ihr auf gewisse Dinge achten (neben Tiefe, Zeit, Fini (oder auch OXYgauge®), Tauchcomputeranzeige und natürlich euren Tauchpartner):

- Atemwiderstand: erhöht er sich, vermutlich Wassereintruch
- Unnatürliche Geräusche, vermutlich Wassereintruch (Ihr solltet also ein gutes Ohr für den Normalbetrieb entwickeln und euch beim Üben im Pool die Ursachen und die Art jedes Geräusches verinnerlichen!)
- Überdruckventil bläst bei jedem Atemzug ab, vermutlich Wassereintruch
- Abtrieb erhöht sich, vermutlich Wassereintruch
- Richtungsventile: Atemschläuche mit der Hand zudrücken: beim Ausatmen darf sich nur der Ausatemschlauch befüllen, beim Einatmen muß es umgedreht sein: ansonsten Richtungsventile defekt
- Dosierung: Flaschenventil zudrehen; Druckanzeige am Fini muß stetig abfallen, bei ca. 40 Bar sofort wieder das Ventil öffnen, ansonsten Dosierung defekt.
- spricht der Bypass bei jedem Atemzug an, ist sehr wahrscheinlich der Druck im Pre-Mix in der Nähe von 30 Bar
- treten Blasen aus dem Mundstück aus, so ist dieses entweder nicht richtig geschlossen oder aber auch nicht vollständig geöffnet
- sonstige Bubble-Checks: ihr solltet auch sonst während des Tauchens auf den Rebreather eures Buddys achten! Der Kreislauf ist ja im Prinzip auf Umgebungsdruck (nur ab und zu 18 –

max. 25 Milibar über Umgebungsdruck): d.h. jede aufsteigende Luftblase aus dem Gerät (nicht aus dem Überdruckventil) bedeutet eingedrungenes Wasser!

Ist einer dieser Dive-Checks wiederholt negativ, sofort auf das Bail-Out wechseln und den TG abbrechen!

#### Auseinanderbauen & Desinfizieren:

Das Gerät zerlegen, den Kalk zum kompletten Abbinden am Besten in eine Tonne und dort ein paar Tage stehen lassen: danach in den Hausmüll. Nicht über den Trinkwasser-Kreislauf „entsorgen“: es könnte sich durch noch unverbrauchten Kalk mit dem Wasser eine Lauge bilden! Das Gerät mit klarem Wasser ausspülen und von grober Verschmutzung reinigen. Anschliessend kommt eine Feinreinigung mit EW80 clean. Danach kommt die gründliche Desinfektion mit EW80 des. Sorgfältig mit klarem Wasser nachspülen und gut trocknen! Vor allem in den Atembeuteln darf sich keine Feuchtigkeit niederschlagen, da sich sonst dort Bakterien und Schimmelpilze ansammeln könnten! Das Gerät nur in ganz trockenem Zustand lagern!



Hinweise zu den von DRÄGER empfohlenen Reinigungsmitteln EW80 clean und EW80 des: diese sind von TREMONIA Chemie, mehr Infos unter: [www.feuerwache.de](http://www.feuerwache.de)  
Obacht bei Kontakt mit Haut oder Augen: sofort mit grossen Mengen klaren Wassers wegspülen, da die Mittel Verätzungen verursachen können!

#### Pflege & Wartung:

O-Ring und LP (Niederdruck) Teile mit Molykote 111 fetten

HP (Hochdruck Teile) mit Halocarbon 25S

Weitere Hinweise: siehe [22], Kapitel 8, S. 76 & 77; insbesondere sind die Wartungsintervalle zu beachten!



### Lagerung & Transport:

Alle Komponenten sollten gründlich gereinigt, desinfiziert und auch getrocknet sein, bevor sie an einem kühlen, schattigen Ort in der Transportkiste gelagert werden. Feuchtigkeitsreste sind ein gutes Milieu für Bakterienwachstum. U.U. ist es eine gute Idee, mal kurz mit dem Heißluft-Fön reinzublasen! Der Kalk sollte ebenfalls kühl und schattig gehalten werden. Er darf keinesfalls gefrieren oder in der Sonne braten. Durch diese Temperaturänderungen ändert sich der Feuchtigkeitsgehalt des Kalks und er wird seine Funktion verlieren!

Habt ihr einen Sauerstoff-Monitor, so ist er ebenfalls weder zu „gefrieren“ noch zu „braten“! Auch hier sind die Lagertemperaturen einzuhalten!

Achtet auch darauf daß in unmittelbarer Umgebung des Kalks bzw. der Sauerstoff-Sensoren keine anderen Chemikalien gelagert werden! Andere Chemikalien, auch harmlose Putzmittel, können aus-gasen und so den Kalk bzw. die Brennstoffzelle des Sensors unbrauchbar machen!

Achtet beim Verstauen darauf, daß keine Schläuche oder Atembeutel geknickt oder punktförmig belastet werden. Dies gilt ebenso für den Transport: verstaut das DOLPHIN so, daß es nicht rutschen oder umfallen kann.

Haltet euch an die Wartungsintervalle die im DOLPHIN Manual angegeben sind!

Nehmt bei euren Tauch-Trips ein gut ausgestattetes Werkzeug- / Ersatzteil-Kit mit!

Für den Transport im Flugzeug sollte ihr die Unbedenklichkeitsbescheinigungen für den Kalk (und eure geleerten Gasflaschen, Ventil entfernt) dabei haben. Üblicherweise gilt Atemkalk als gefährliches Material (hazardous material) und es ist ein sogenanntes MSDS (Material Safety Data Sheet) beim einchecken zu zeigen:



DrägerDive | Dräger

To whom it may concern,

We hereby certify that the Sodalime type DiveSorb<sup>®</sup> manufactured by:

Dräger Sicherheitstechnik GmbH, Lübeck Germany, **contains less than 4%** (four Per Cent) Caustic Soda (NaOH) and is classified as non-hazardous and that it is not restricted in any way for transport, by car, ship or airplane. The label showing the corrosive symbol is a label for USE of the product – NOT for transport.

Signed, 9<sup>th</sup> March 2001

J.J.P.M. Loomans

DrägerDive

### Pool Düse, 100 % Sauerstoff:

für flache und kurze TG kann die Pool Düse (keine farbliche Kennzeichnung, Gravur mit „O<sub>2</sub>“) benutzt werden. Der Flow mit reinem Sauerstoff sollte zwischen 1 – 3 L / Min. betragen, die MOD von 6 m nicht überschreiten. Die mögliche Tauchzeit ist nach NOAA am Grenzwert: also genau die Tauchzeit kontrollieren.

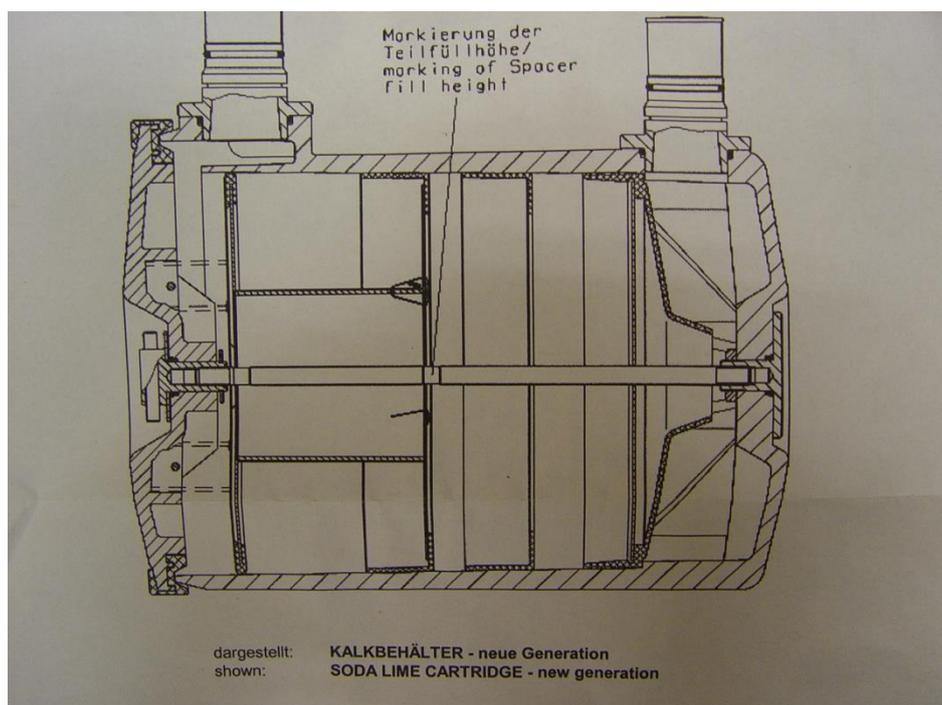


### Reduzierstück („Spacer“)

Soll für kurze TG, z.B. im Pool, der Scrubber nur halb gefüllt werden, oder muß aus einem anderen Grunde Kalk gesparrt werden, so kann in die Kalkpatrone ein Reduzierstück eingesetzt werden. Dieses Reduzierstück wird auch „Spacer“ genannt.



Das erste Viertel Kalk wird gut eingerüttelt, die erste Manschette gesetzt, danach das zweite Viertel Kalk, ebenfalls gut eingerüttelt und mit der zusätzlichen, zweiten Manschette gedeckelt. Darauf wird das Reduzierstück gepreßt, und mit dem Deckel regulär verschraubt. Auf die korrekte Befüllung bis zur mittleren Markierung („Teilfüllhöhe“ bei den Kalkpatronen neuerer Bauart) ist zu achten:



Wet Exercises (Übungen im Pool, bzw. im begrenztem Freiwasser):

1. 3-maliges Spülen des Kreislaufs vor dem Abtauchen (und Auftauchen bzw. bei Bail-Out Übungen)
2. Tarieren
3. Atmen in verschiedenen Lagen (Bauch-, Rückenlage), Purzelbaum, Handstand
4. Herausnehmen des Mundstückes, Handhabung des Walzenschiebers
5. Erlangung des verlorengegangenen Mundstückes
6. Ausschütten der Atemschläuche bei Verdacht auf Wassereinbruch, caustischer Cocktail
7. Wechsel aufs Bail-Out (und Spülen)
8. Wechselatmung
9. Ablegen des Geräts, Einstellen des Überdruckventils
10. Simulierte Deko-Stopps auf 9, 6 und 3 m Tiefe

Zu den Wet-Excercises im Einzelnen:

- 1) der Stickstoff aus eurer normalen Atemluft (in der Lunge bzw. in den Atembeuteln) wird über das 3-malige Spülen abgebaut bzw. wird dem erniedrigten Stickstoff-Gehalt des Pre-Mixes angepaßt. Auch beim Zurück-Wechseln vom Bail-Out auf den Rebreather bzw. vor dem Aufstieg ist 3x-Spülen angesagt: einatmen, durch die Nase (also in die Maske) ausatmen, 2 x wiederholen! Am Besten übt ihr gleich das „auf 3“-Zählen mit den Fingern mit! Dann habt ihr und auch euer Partner den Spül-Vorgang gut unter Kontrolle!



- 2) Tarieren: mit Lunge, Maske, also Atemanhalten etc.: ist nicht! Ihr müßt mit dem Jacket (oder dem Trockki) tarieren!
- 3) Atmet aus dem Gerät in verschiedenen Lagen um die Charakteristik der Konstant-Dosierung ins Gefühl zu bekommen. Ebenso spürt ihr, wie sich eure WOB mit der Körperhaltung ändert.

- 4) Beim Herausnehmen des Mundstücks: mit dem Drehwalzenschieber verschliessen! Sonst dringt Wasser ins Gerät ein.



- 5) Verliert ihr das Mundstück: aufrechte Position einnehmen, das Mundstück schwimmt senkrecht über eurem Kopf! Leicht ins Hohlkreuz gehen, Arme seitlich und nach hinten, soweit es eben geht, ausbreiten. Hände über den Schultern nach oben zusammenführen, die Schläuche ertasten, Hand nach vorn zum Mundstück führen, Mundstück heranziehen und Ausblasen vor dem Öffnen des Drehwalzenschiebers nicht vergessen!



- 6) Die gleiche Bewegung führt ihr aus, wenn der Verdacht auf Wassereinbruch oder caustischer Cocktail besteht: solange das Mundstück über eurem Kopf schwebt, zieht und schüttelt die Atemschläuche: das Wasser, bzw. der caustische Cocktail gehorcht der Schwerkraft und fließt in die Atembeutel zurück!



- 7) Bei Problemen oder an der Oberfläche: immer aufs Bail-Out wechseln. Taucht ihr weiter unter Rebreather-Atmung: 3x Spülen ist angesagt!
- 8) Bei Wechselatmung mit den Rebreathern folgendes: die Taucher sind übereinander (in der sogenannten „Homo Position“)! Der Spender schließt das Mundstück, reicht es nach hinten und oben, der Empfänger öffnet den Schieber, atmet 3-mal, schließt das Mundstück wieder und reicht es nach vorne, unten zum Spender...

- 9) Legt das Gerät vor euch hin, so daß ihr bequem das Überdruck-Ventil nach euren Bedürfnissen einstellen könnt.



Bevor ihr ins Wasser steigt, abschliessend eine wichtige Botschaft:

**Einschalten nicht vergessen!**



10) Da wir uns an die Hersteller-Empfehlung ([22], S. 12) halten, folgendes: zum Üben von simulierten Deko-Stopps auf 9, 6 und 3 m Tiefe: in den genannten Tiefen wird auf das Bail-Out gewechselt (begrenzttes Freiwasser) oder auf Stage Tanks bzw. Deko-Tanks (Affen-Schaukel, Deko-Flaschen hängen unter dem Boot, etc. ...je nach Gegebenheiten) und simulierte Deko-Stopps / Sicherheits-Stopps von 3 – 5 Minuten (je nach Laune, Temperatur und Luftvorrat) werden durchgeführt. Sind die (Übungs-) Deko-Gase mit weniger Sauerstoff als euer Pre-Mix versehen, vor dem Aufnehmen des Rebreather-Mundstückes: Spülen!!!

Warum werden simulierte Deko-Stopps geübt? Ganz einfach: es besteht ein wesentlicher Unterschied zu empfohlenen / erforderlichen Sicherheits-Stopps beim Sporttauchen. Hierbei sind in 3 – 5 m. Tiefe ca. 3 – 5 min. abzusetzen (siehe z.B. „grauer Bereich“ im PADI RDP). Wobei Tiefe und Zeit echt keine Rolle spielen: Hauptsache, ihr macht tatsächlich einen Stopp!

Ganz im Gegensatz dazu beim Tec-Tauchen: das präzise Einhalten der Tiefe und der dazugehörigen Zeit ist absolut lebensnotwendig wg. OxTox bzw. DCI/DCS-Problemen falls mit anderen als Nitrox Gemischen getaucht wird! Besonders spannend wird dies bei den sogenannten „Deep Stops“! Und zur allfälligen Vorbereitung wird das hier schon amal geübt.

Finden echte Deko-Stopps statt, dann:

- muß das Deko-Gas einen höheren Sauerstoff-Anteil vorweisen als der Pre-Mix! Eure Deko-Berechnungen müssen separat vom Pre-Mix ablaufen, und:
- ihr müßt euren Deko-Gassvorrat autonom bei euch haben (Stage- / Deko-Tanks)!

Eine sinnvolle Vorgehensweise könnte sein, die Stickstoffaufnahme über den maximalen Sauerstoffverbrauch abzuschätzen (sichere Seite) und dann über die EAD (aufrunden) aus der Deco 92 die Stopp-Zeiten abzulesen. Habt ihr Advanced und/oder Technical Nitrox Befähigung, könnt ihr nach diesen Deko-Vorschriften auch echte Deko-Stopps unternehmen und z.B. mit „accelerated Deco“ eure Stopps entsprechend verkürzen. Prozeduren hierzu findet ihr z.B. in [44] und [46]. Eine entsprechende TG-Planer Software, wie z.B. „Deco Planner“ kann euch bei dieser Aufgabe unterstützen. Es gibt auch SCR/CCR taugliche Mischgas-Computer, z.B. den VR3, der bis zu 9 Gaswechsel mitmacht. Aber auch hier muß eine Schätzung über den Sauerstoffverbrauch gemacht werden oder ihr müßt euch einen passenden Sensor kaufen und anbauen! Die Kombination Scubapro-Uwatec Aladin Air ZO2 mit oxy2 oder A.P.Valves mit dem Nexus kann den Sauerstoffverbrauch im Dolphin zeitnah überwachen und an den Tauchcomputer übermitteln (siehe auch das Kapitel über Sauerstoff-Sensoren im Anhang).

Note: The PO<sub>2</sub> selected is the assumed PO<sub>2</sub> that the Rebreather will maintain (its Setpoint) during the dive. This is obviously variable depending on both the rate of ascent and descent and the characteristics of the unit and its operator. You are strongly advised to be conservative with your PO<sub>2</sub> selection.

Auszug aus dem VR3 Manual:



## Tauchen mit einem passiven SCR

Aktive SCR haben die Eigenart, daß der Sauerstoffanteil im Atembeutel stark mit der Anstrengung variieren kann. Desweiteren kann durch den konstanten Massenfluß manchmal etwas zuviel Atemgas in der Loop sein: dieses wird über das Überdruckventil abgegeben. Dadurch sinkt natürlich die Atemgasausnutzung. Beide Umstände können in einem sogenannten „passiven SCR“ konstruktionsbedingt gemildert werden.

Passive SCR werden auch als „on demand“ (= Atemgaszufuhr auf Nachfrage) bzw. als „RMV keyed“ bezeichnet. „RMV“ ist das Respiratory Minute Volume, also das gute alte Atemminutenvolumen, AMV. „Keyed“ bedeutet eine mechanische Kopplung der Atemgaszufuhr über die Atembeutel an das AMV. Da mit zunehmender Anstrengung der Sauerstoffverbrauch und damit aber auch das AMV zunimmt, wird über die Kopplung eine Erhöhung des Gaszuflusses bewirkt, so daß der Sauerstoffgehalt im Atembeutel nur noch wenig schwankt. Deshalb wird dieser Gerätetyp manchmal auch mit als „quasi-konstanter Sauerstoffanteil“ gekennzeichnet.

Bsp. für die Änderung des Sauerstoffanteils (Drop %) mit der Tiefe beim Halcyon RB80  
(©: www.halcyon.net):

Sample Drop In Oxygen Fraction:

Depth Feet/Meters	Inspired FiO2 Drop %
20 (6)	7%
30 (10)	6%
40 (13)	5%
50 (16)	4%
60 (20)	4%
70 (23)	3%
80 (26)	2%

Der Sauerstoffanteil im Atembeutel wird für einen eingeschwungenen Zustand in etwa wie folgt abgeschätzt, wo bei zunächst der Partialdruck berechnet werden muß:

$$O_2 \text{ Partialdruck} = \frac{O_2 \text{ Anteil Pre-Mix} * [(K * V_1 * P) + 1] - 1}{K * V_1}$$

Hierbei gilt für die Variablen:

K = ventilatorische Sauerstoffkonstante; AMV / O<sub>2</sub> Verbrauch

V<sub>1</sub> = Volumenverhältnis; an Umgebung abgegebenes Gas / AMV

P = Umgebungsdruck, absoluter Druck

K in etwa 14 – 28,

wobei K =14 einen körperlich fitten Taucher beschreibt, K = 28 das Gegenteil

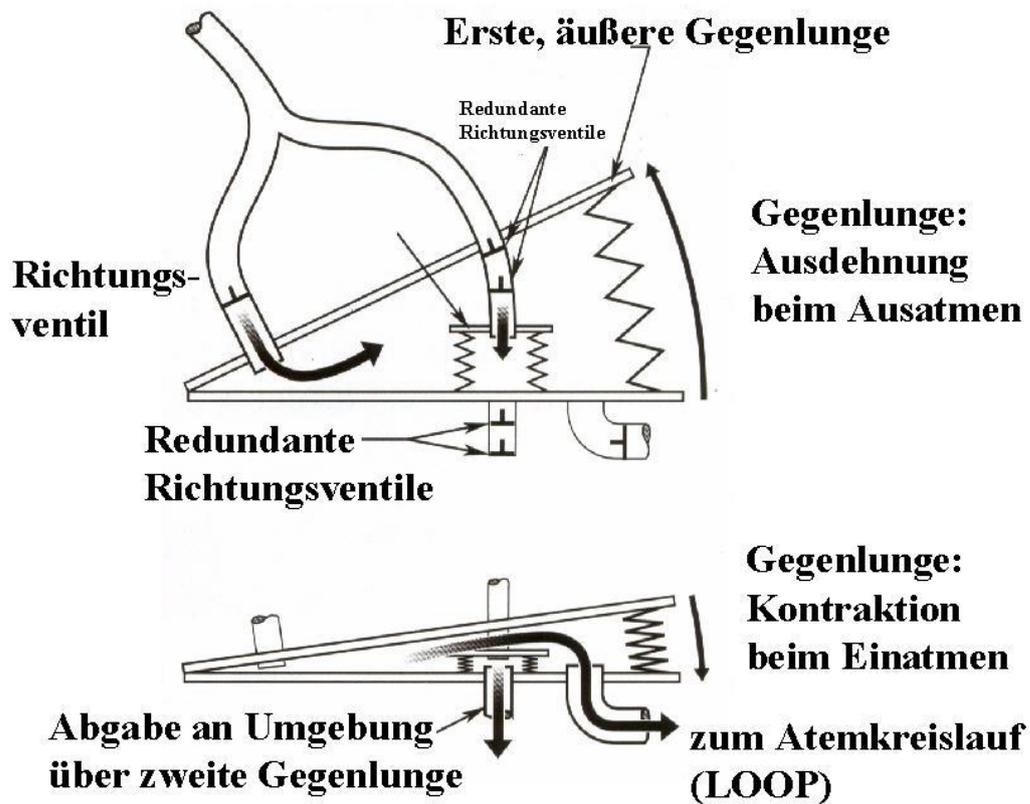
(das Oberflächen AMV schwankt zwischen 10 (Bettruhe) und 95 (sportliche Höchstleistung) während dann der O<sub>2</sub> Verbrauch zwischen 0,2 und 4 L / min. ist.)

V<sub>1</sub> ca. 0,75 – 0,2;

ist eine gerätespezifische Konstante, die sich aus dem Design der mechanischen Kopplung der Atembeutel ergibt; Bsp. für das RB80: V<sub>1</sub> = 0,7.

Zur Berechnung der EAD etc. muß dann nur noch der Partialdruck ins Verhältnis zum absoluten (Umgebungsdruck) gesetzt werden, um den Sauerstoffanteil zu erhalten.

Die mechanische Kopplung wird i.d.R. über miteinander verbundene Atembeutel erreicht, wir sehen eine Prinzipskizze mit zwei ineinandergebauten Atembeuteln:



## Tauchcomputer und SCR/CCR Tauchen

Die Wet-Excercise #10 führt uns zwanglos zum nächsten Thema:

Wie benutze ich meinen Tauchcomputer beim SCR Tauchen?

### 1. Standard/Luftcomputer (für SCUBA)

Da diese nicht auf Nitrox umgestellt werden können und somit nicht angepaßte Dekompressionsinformation und ZNS Belastung liefern:  
als Bottom-Timer (Tiefe, Zeit) und höchstens als Back-up einzusetzen

### 2. Nitrox Computer

Ihr habt die Wahl zwischen zwei sich gegenseitig ausschließende Angaben auf dem Computer-Display:

- ZNS Belastung (wenn der Sauerstoffanteil des Pre-Mixes einprogrammiert wird: nicht zu empfehlen!), oder
  - Stickstoffbelastung (Deko-Rechnung: wenn der Stickstoffgehalt des Atembeutels benutzt wird)
- Wenn ihr halbwegs sinnvolle Annahmen über euren Sauerstoffverbrauch macht, ist die zweite Möglichkeit die weitaus sichere Methode. Überdies ist die ZNS Belastung einfacher von Hand mittels eines Kastenprofils zu bestimmen (und damit ebenfalls auf der sicheren Seite!).

### 3. SCR bzw. CCR taugliche Mischgascomputer

Diese Geräte können entweder in einem sogenannten „CCR modus“ auf einen konstanten Sauerstoffpartialdruck eingestellt werden (siehe voriges Kapitel) oder aber verfügen über eine Koppelmöglichkeit mit einem Sauerstoffsensoren der zeitnah den Sauerstoffgehalt aus der Gegenlung misst und an den Computer meldet: damit ist automatisch die korrekte ZNS Belastung als auch die korrekte Dekompressionsinformation gewährleistet (siehe Anhang).

Darüberhinaus bieten diese Geräte die Möglichkeit, an der Oberfläche vorprogrammierte Gaswechsel unter Wasser per Knopfdruck nachzuvollziehen.

Hier wollen wir die Möglichkeit 1 (Luft-Computer), die oft empfohlen wird, kurz diskutieren:

- MOD und damit, wie gehabt, %CNS, aus dem Pre-Mix, als Kastenprofil
- Max. Sauerstoff-Verbrauch von 3 L/min. einplanen, damit wird dann der Stickstoffgehalt im Atembeutel maximal, diesen Wert dann im Nitrox-Computer eingeben, oder aber:
- Den normalen Luft-Computer so benutzen.

Damit bewegen wir uns auf der maximal konservativsten Seite, da wir i.d.R. nicht mehr wie 79 % Stickstoff im Atembeutel hinkriegen, allerdings verschwinden dann die Rebreather- und Nitrox-spezifischen Vorteile des Gasgemisches.

## Anhänge

Dekompressions Tabelle für Luft (Deco 92 Version 2)

Schnittzeichnungen Dolphin

Funktionsweise und Beispiel für Sauerstoff-Sensoren

Formeln für chemische Reaktionen und technische Daten von Atemkalk

DRÄGER ET-Liste

### Dekompressions Tabelle für Luft (Deco 92 Version 2)



## Glossar

- AGE:** Arterielle Gasembolie
- AMV:** Atemminutenvolumen in [L/min] an der Oberfläche gemessen
- Bottom Mix:** Luftgemisch für den Aufenthalt in der Tiefe
- CNS:** central nervous system (englische Bezeichnung für ZNS)
- CSU:** Complete SafeAir User, NITROX Schülerstufe bei ANDI, Zertifizierung für beliebige Gemische bis 50 %
- CCR:** closed circuit rebreather, Rebreather mit komplett geschlossenem Atemgaskreislauf
- DCIEM:** Defence and Civil Institute of Environmental Medicine
- DCS:** decompression sickness
- Dehydrierung:** Wasserentzug, Austrocknung des Körpers
- Deko:** Dekompression, Druckentlastung
- Deko-TG:** Dekompressions Tauchgänge, TG mit Deko-Stopps in Tiefen von 3, 6, 9, 12m, usf.
- Diluent:** eigentlich: Verdünner, üblicherweise ein Inertgas z.B. He als "Verdünner"(Mischgas, Trägergas) von Sauerstoff
- EAD:** equivalent air depth, bei NITROX TG rechnerische Tauchtiefe, die dem reduzierten Stickstoffgehalt gegenüber Pressluft Rechnung trägt
- EAN:** Enriched Air Nitrox
- EANx:** siehe EAN
- Emphysem:** krankhafte Ansammlung von Gasen in Körpergeweben
- Gegenlunge:** Ein- oder Ausatembeutel
- Hit:** übliche Bezeichnung für einen Sauerstoff-Krampfanfall, eine Konvulsion
- HBO:** hyperbare Oxygenation, Sauerstoffbehandlung unter hohem Druck
- HELIOX:** Helium/Oxygen Gemisch (He/O)
- HYDROX:** Hydrogen/Oxygen Gemisch (H/O)
- Hyperkapnie:** Erhöhung des arteriellen Kohlendioxidpartialdrucks über 45 mm Hg
- Hyperoxie:** Erhöhung des Sauerstoffpartialdrucks im Körper
- Hypokapnie:** Verringerung des arteriellen Kohlendioxidpartialdrucks, z.B. durch Hyperventilation
- Hypoxie:** Verringerung des Sauerstoffpartialdrucks im Körper
- LCD:** Liquid Crystal Display, Flüssigkeitskristall Anzeige
- LSU:** Limited SafeAir User, NITROX Schülerstufe bei ANDI, Zertifizierung für Festgemische EANx 32 und 36
- Mischgas:** atembares Gemisch aus verschiedenen Gasen
- MOD:** maximum operation depth, maximale Tauchtiefe eines Mischgases, orientiert sich am maximal erlaubten Sauerstoffpartialdruck
- NDL:** No Decompression Limit, Nullzeitgrenze
- NN32, NN36:** seit 2001 neue Bezeichnung für NOAA I und NOAAII
- NITROX:** Nitrogen/Oxygen Gemisch (N/O)
- NOAA:** National Oceanic and Atmospheric Administration
- OCA:** oxygen compatible air
- OFP:** Oberflächenpause
- OTU:** oxygen tolerance unit, Sauerstoff-„Dosis“ die bei 1 Bar Sauerstoffpartialdruck in 1 Minute aufgenommen wird
- OxTox:** oxygen toxicity, giftige Wirkung des Sauerstoffs
- PSA:** pressure swing absorption, NITROX Füllmethode
- PSA:** persönliche Schutzausrüstung
- PTG:** Presslufttauchgerät
- Pulmonal:** die Lunge betreffend
- Recreational diving:** Sport-, Erholungstauchen, i.A. TG ohne explizite Deko-Stopps
- Rebreather:** Kreislaufgerät, Tauchgerät mit geschlossenem Atemkreislauf: die Ausatemluft wird über eine Kalkpatrone gereinigt und wieder dem Atemkreislauf zugeführt
- Repetitive Group:** siehe Wdh-Gr.
- REPEX:** repetitive exposure, wiederholte Aussetzung unter erhöhtem Sauerstoffpartialdruck
- RDP:** recreational dive planner, PADIs Tabellensatz zur Planung von NDL-TG
- SCR:** semi closed circuit rebreather, Kreislaufgerät mit halbgeschlossenem Atemgaskreislauf

**Scrubber:** Atemkalk

**SCUBA:** selfcontained underwater breathing apparatus, ein herkömmliches Pressluft-Tauchgerät

**TG:** Tauchgang

**Travel Mix:** Luftgemisch für das Auf- und Abtauchen

**UHMS:** Underwater Hyperbaric Medical Society

**U.S. NAVY:** United States Navy, die Marine der Vereinigten Staaten von Amerika

**NDL:** No Decompression Limit, Nullzeitgrenze

**Partialdruck:** Teildruck eines Gases

**SafeAir®:** ANDIs Bezeichnung für EAN

**Technical diving:** im Gegensatz zum recreational diving, Tauchen mit Deko-Stopps, Mischgasen oder unter extremen Bedingungen oder mit viel technischem Aufwand

**TRIMIX:** Gemisch aus den 3 Gasen: He, N, O

**UPTD:** unit of pulmonary toxic dose, ältere Bezeichnung für die OTU Sauerstoffdosis

**Whg-Gr:** Wiederholungsgruppe: üblicherweise ein Buchstabe, der die Stickstoffsättigung kennzeichnet: A: geringere Sättigung, Z: maximale Sättigung

**ZNS:** Zentralnervensystem, also Gehirn und Rückenmark

## Synonyme

Die folgende, sicher nicht ganz vollständige Liste umfaßt Begriffe, die häufig mit der gleichen Bedeutung in Zusammenhang gebracht werden; darüberhinaus sind die englischsprachigen Begriffe erwähnt. Der linke Teil der Tabelle ist alphabetisch geordnet.

Atembeutel	Gegenlunge Counterlung Einatembeutel Ausatembeutel
Atemkalk	Scrubber Sodalime DiveSorb
Atemkreislauf	Loop Kreislauf
Bail Out System	redundante Luftversorgung alternative Luftversorgung
Bypass	lungenautomatischer Bypass Purge Valve
DiveSorb	Scrubber
Dosiereinheit	Konstantdosierung Flow
Kalkbehälter	Scrubber Canister
Kalkpatrone	Scrubber Canister
Sodalime	Scrubber
Überdruckventil	Dump Valve

Nachstehend die Übersetzungen der englischen Fachbegriffe der Schnittzeichnungen:

washer	Distanzscheibe, Dichtungsring
Nut	Nut, Buchse, Gegenmutter
diaphragm	Blende, Membran
Bolt	Bolzen
spring	Feder
closing bolt	Dichtbolzen, Abschlußbolzen
cover	Deckel, Abdeckung
lever	Hebel, Hebelarm
insert	Einsatz
housing	Gehäuse, Druckdose
nipple	Nippel, Stutzen, Kegel
hose	Schlauch
Pin	Bolzen, Dübel, Nadel, Nagel, Zapfen, Reißzwecke, Anschlußstift
screw ring	Schraubring
sieve	Sieb
funnel	Kamin, Schacht, Trichter
collar	Bund, Manschette
Rod	Stange, Achse, Stab, Träger, Balken
Roll	Walze, Rolle
bearing	Lager, Lagerung
Grip	Griff

## Index

### A

Absorption 62  
 accelerated Deco 49  
 Allergische Reaktionen 18  
 AMV 6  
 Atemkalk 62  
 Ausnutzung des Atemgases 8

### B

Bail-Out System 38  
**Begrenztes Dekompressionstauchen** 33  
 Best Mix 22  
 Bypass 35  
 Bypassventil testen 40

### C

Calciumkarbonat 63  
 Caustischer Cocktail 17  
 CCR 1, 4  
 CE 12  
 Channeling 38  
 Closed Circuit 1  
 CNS 24  
 Cocktail 17  
 contingency planning 25

### D

Deko-Stopp 49  
 Diluent 5, 6, 16  
 Dive Checks 40  
 DiveSorb 24, 62

### E

EAD 20  
 Equivalent Air Depth 20  
 Esoufflement 15, 34  
 EW80 41

### F

Flow 39  
 Flow-Meter 39

### H

Halocarbon 37, 41  
 Hyperkapnie 15  
 Hyperoxie 16  
 Hypoxie 16

### K

Kohlendioxid 63

Kohlenmonoxid 18  
 Konstantdosierung 35  
 Kurzsichtigkeit 18

### L

Lagertemperatur 23  
 Loop 3

### M

mangelnde Hygiene 17  
 Material Safety Data Sheet 42  
 Maximum Operation Depth 21  
 Maximum Operation Pressure 21  
**minimal decompression** 33  
 Mittelohr Barotrauma 18  
 MOD 21  
 Molykote 37, 41  
 MOP 21  
 MSDS 42  
 Myopie 18

### N

Natriumhydroxid 63  
 NN32 11  
 NN36 11  
 NOAA 24

### O

Oberflächenpause 25  
 OFP 25  
 OTU 26  
 Overpressure Check 40  
 oxygen tolerance unit 26

### P

Post-Dive Check 40  
 Pre-Dive Check 40

### R

Rebreather 3  
 REPEX 27

### S

Sauerstoffgehalt im Atembeutel 23  
 Sauerstoffsensor 52  
 Sauerstoffverbrauch 22  
 Sauerstoffvergiftung 16  
 SCR 1, 4  
 Scrubber 3, 5  
 Scrubber Design 5  
 Semiclosed 1  
 Sensor 61  
 Sonic Valve 19

SOZIUS 16  
Spülen 45  
Spülen der Loop 16  
Standzeit 23

**T**

Tauchcomputer 52  
Temperatur des eingeatmeten Gases 8  
TRIMIX 5

**U**

Underpressure Check 40

USN 4

**W**

Wartungsintervalle 41  
Wet-Exercises 45  
WOB 5  
Work of Breathing 5

**Z**

ZNS 24

## Trademarks und copyrights und Dank!

Selbstverständlich halten wir uns an die Trademarks und copyrights, deshalb haben wir ja auch immer fleissig das ® und das © reingemalt! Die Genehmigung zum Kopieren der Tabellen erstreckt sich auf dieses Skript, wobei ich den beteiligten Organisationen recht herzlich danke! Insbesondere danke ich der Fa. Dräger, damals DrägerDive (namentlich Tobias Dräger) für die freundliche Unterstützung und die Überlassung der zahlreichen Materialien. Desweiteren danke ich meinem Tabellen-Freund Maxe Hahn (Gott hab' ihn selig) für die Überlassung der DECO 92 Version 2 Tabellen. Weiterer Dank gebührt:

David A. Dinsmore, (damaliger) NOAA Diving Program, Director sowie:

Master Diver Chuck Young, H NSSC der United States Navy, und:

meinem sämtlichen Nitrox- und Rebreather Schülern, die die Manuals "probegesehen" haben, und natürlich: meinem geduldigen UW-Modell, Susi O. vom TSC-ES (ohne dich, Susi, wäre das Manual nicht halb so schön geworden!)

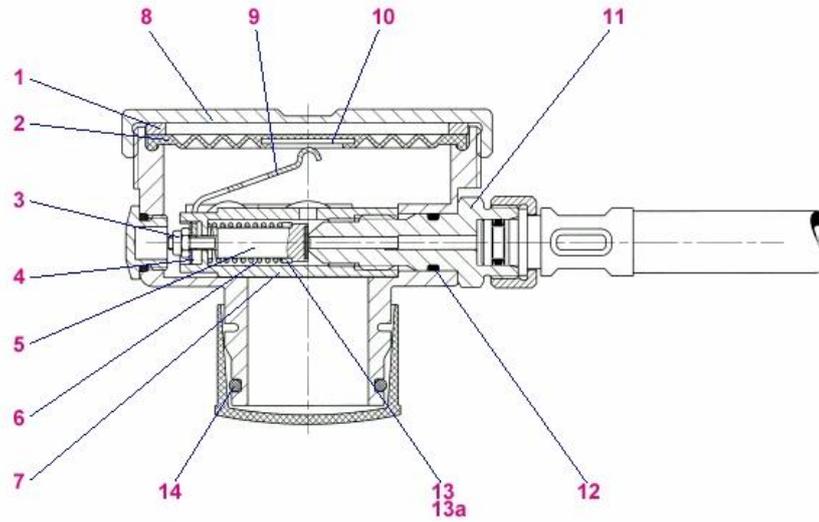
## Haftungsausschluß

Tauchen kann erholsam, interessant und ziemlich spaßig sein...

wenn ihr euch an das haltet, was ihr in den Kursen gelernt habt! Fehlende Ausrüstungskontrolle, keine oder falsche Gasanalyse, unzureichender back-up, unzulängliche Tauchgangsplanung, Leichtsinn und mangelnde Selbstkritik bzw. Selbstüberschätzung, falsche Einschätzung der Tauchbedingungen und des Tauchpartners, Überschreiten von Tiefen- und/oder Zeitgrenzen können aus diesem Spaß tödlichen Ernst werden lassen! Drum an dieser Stelle folgendes: ihr müßt euch des Risikos bewußt sein daß damit verbunden ist, den Kopf unter Wasser zu stecken und dort zu atmen! Ihr seid dafür selber verantwortlich! Und zwar ausschließlich ihr selber, und kein Anderer! Jegliche Verantwortung die sich aus dem Gebrauch der vorliegenden Materialien ableiten liesse, wird hiermit abgelehnt. Eine Haftung des Autors und des Tauchsportcenters Esslingen ist somit explizit ausgeschlossen!

**Schnittzeichnungen Dolphin (Quelle: Dräger Dive ©)**

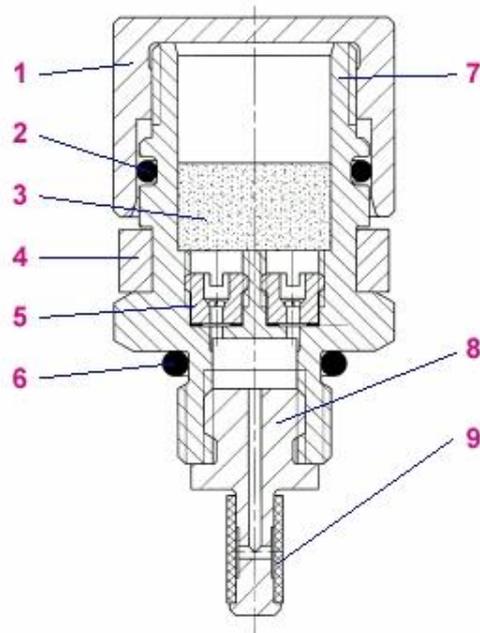
- 1 washer
- 2 diaphragm
- 3 nut
- 4 washer
- 5 closing bolt
- 6 spring
- 7 valve housing cover
- 8 cover
- 9 lever
- 10 washer
- 11 sealing insert
- 12 o-ring
- 13 ring
- 13a o-ring
- 14 o-ring



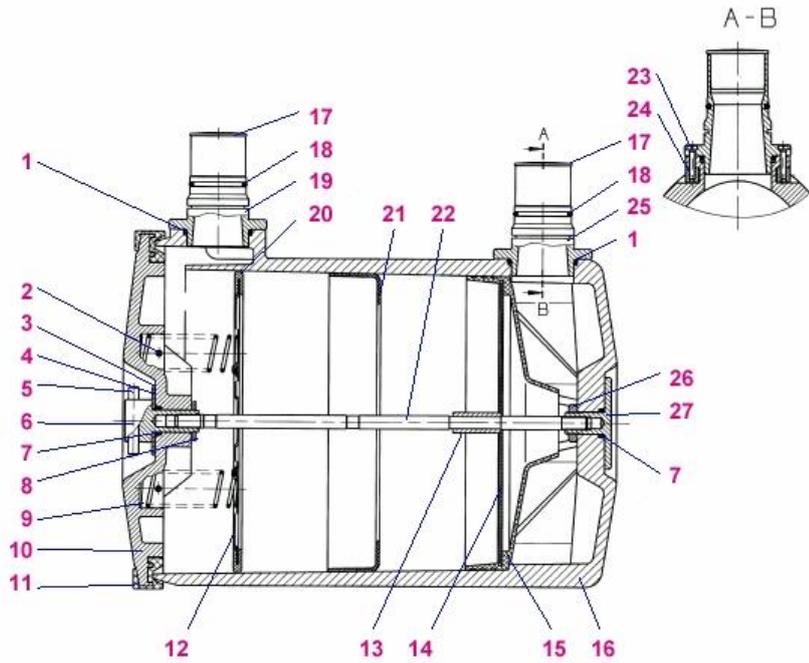
DrägerDive

© by Dräger Sicherheitstechnik GmbH/ FH/ MAINTENE  
subject to modification/ edition 09.97 / Folie 10

- 1 nut
- 2 o-ring
- 3 washer
- 4 ring
- 5 dosage insert
- 6 o-ring
- 7 housing
- 8 nipple
- 9 hose



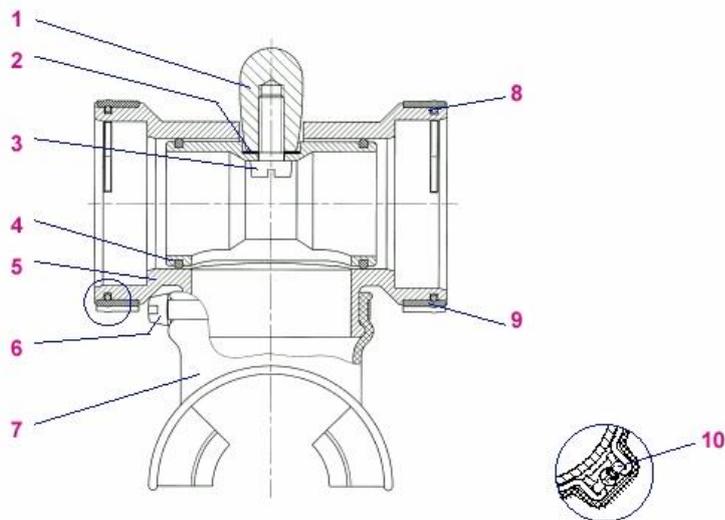
- 1,7,18 o-ring
- 2,5 pin
- 3,4 washer
- 6 screw ring
- 8 locking plate
- 9 spring
- 10 cover
- 11,20 sealing
- 12,14 sieve
- 13 hose
- 15 funnel
- 16 housing
- 17 protection cap
- 19 connector red
- 21 collar
- 22 rod
- 23 screw
- 24 roll
- 25 connector black
- 26 nut
- 27 bearing



DrägerDive

© by Dräger Sicherheitstechnik GmbH/ FH/ MAINTENE  
subject to modification/ edition 09.97 / Folie 11

- 1 grip
- 2 washer
- 3 screw
- 4 cylinder
- 5 housing
- 6 cable clip
- 7 mouth piece
- 8 spring
- 9 protection ring
- 10 cable clip



DrägerDive

© by Dräger Sicherheitstechnik GmbH/ FH/ MAINTENE  
subject to modification/ edition 09.97 / Folie 12

# Funktion und Beispiele von Sauerstoff Sensoren (DRÄGER)

Dräger Sauerstoff Sensoren

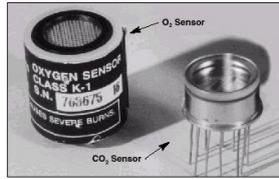


FIGURE 14.9 Oxygen Galvanic Sensor and Carbon Dioxide Sensor

Dräger Oxy Gauge



UWATEC / SCUBAPRO oxy2: Sauerstoff Monitor für das DOLPHIN



Befestigung des oxy2 am Einatemschlauch des DOLPHIN



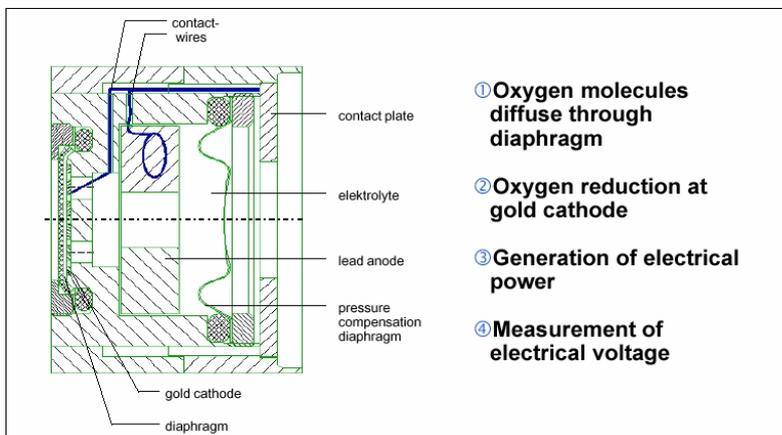
Der Sauerstoff-Gehalt wird per Funk an den ALADIN Air Z O2 Tauchcomputer übermittelt, die Daten aus der Pre-Mix Flasche (Druck, Verbrauch) ebenfalls (\*)



Der galvanische Sensor besteht aus einer Gold-Kathode, umhüllt von einer Fluoropolymer Membran. Die Blei-Anode ist in einer Kalium-Hydroxid Lösung eingetaucht. Die zwischen diesen Elektroden anliegende Spannung ist proportional zum Sauerstoff-Partialdruck.



## Function of an electrochemical oxygen- sensor

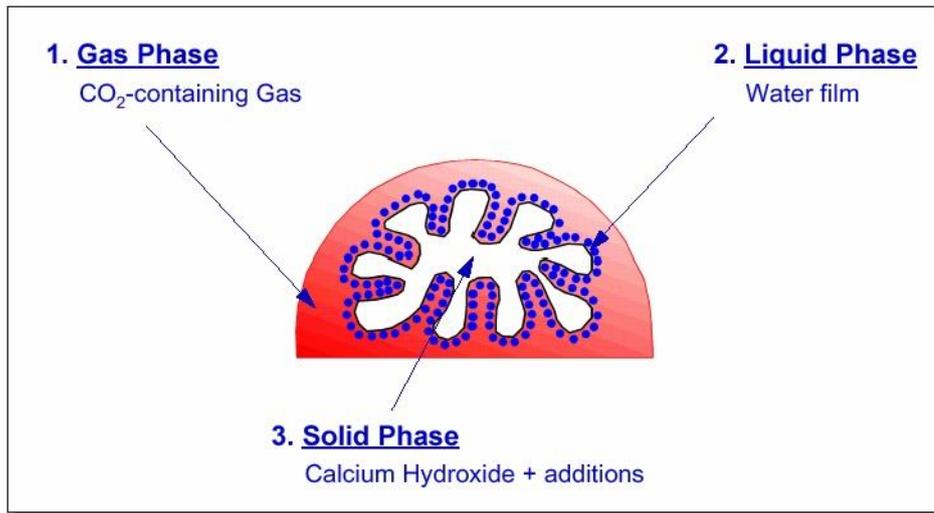


## Formeln für chemische Reaktionen und technische Daten des Atemkalks (DiveSorb®)



**DiveSorb®**

**Dräger**



DrägerDive

© by Dräger Sicherheitstechnik GmbH FH/DSORBe  
subject to modification/ edition 09/97 / overhead 2

## Technical Data

<b>Composition</b>	Calcium Hydroxide, Alkali Phosphate, Water
<b>Shape</b>	Hemispherical Pellet
<b>Colour</b>	White
<b>Size</b>	Tyler Mesh: 5 - 9 mm DIN/ISO 3310: 2 - 4 mm
<b>Water Content</b>	(16 ± 2) %
<b>Weight per volume</b>	830 ± 100 g/l
<b>CO<sub>2</sub>-Absorption capacity</b>	depending on the diving parameters and diving apparatus

### Beschreibung der CO<sub>2</sub> Absorption im Atemkalk:

Gas- oder Nassphase: Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) reagiert mit Wasser (H<sub>2</sub>O) unter Bildung von Kohlensäure (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), das Wasser ist bereits im Atemkalk enthalten (siehe „Technische Daten“ und natürlich auch als Wasserdampf in unserer Ausatemluft)

H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> reagiert mit Ätznatron (NaOH, Natriumhydroxid) unter Bildung von Natriumkarbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) und Wasser

Trockenphase: Natriumkarbonat reagiert mit Calciumhydroxid (Ca(OH)<sub>2</sub>) zu (gelöschtem) Kalk (Calciumkarbonat, CaCO<sub>3</sub>) und Natriumhydroxid.

Summarisch: CO<sub>2</sub> + Ca(OH)<sub>2</sub> -> CaCO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O

- Gasphase : Säurebildung



- Flüssigkeitsphase: Neutralisation



- Festphase: Salzumbildung



Wie jede chemische Reaktion, so ist auch diese stark von der Temperatur abhängig:

Wassertemperatur ca. [°C]	Durchschnittliche, maximale Standzeit [min.]
1,5	115
10	135
15,5	155
21	200

Bezogen auf einen Sauerstoffverbrauch von 1,3 L / min. und einen Atemkalkbehälter für ein Dräger LAR V, gefüllt mit ca. 2,52 kg DiveSorb (aus [15], S. 14-39).

## In Memoriam

... an drei meiner Kollegen und Freunde, zum Einen an Dr. Max „Maxe“ Hahn und an Dr. Bernd „Aschi“ Aspacher, und zum Anderen an „Big Ben“, PADI Course Director Ben Walzinger:





Max hat mir viel über Deco-, Micro- und sonstige –Brains erzählt, incl. die hierfür notwendigen a- und b-Koeffizienten sowie über sein letztes Werk, die Deco2000. Bernd war einer der ersten PADI Instruktoren, die bei mir hier in Europa Anfang der 90'iger meinen damals ganz neuen PADI Specialty „Tauchcomputer / Tauchtabellen“ genossen haben. Beide waren Physiker, beide waren mit Leib und Seele Tauchlehrer. Beide kamen bei tragischen Tauchunglücken ums Leben.

Ben hat bei uns hier in Esslingen 2002 ebenfalls meinen PADI Specialty „Tauchcomputer / Tauchtabellen“ genossen und wir haben diese Thematik in der „deco week“ 2006 auf seiner Basis in Phuket vertieft; 2018 ist Ben von einem Solo-TG nicht mehr zurückgekehrt.

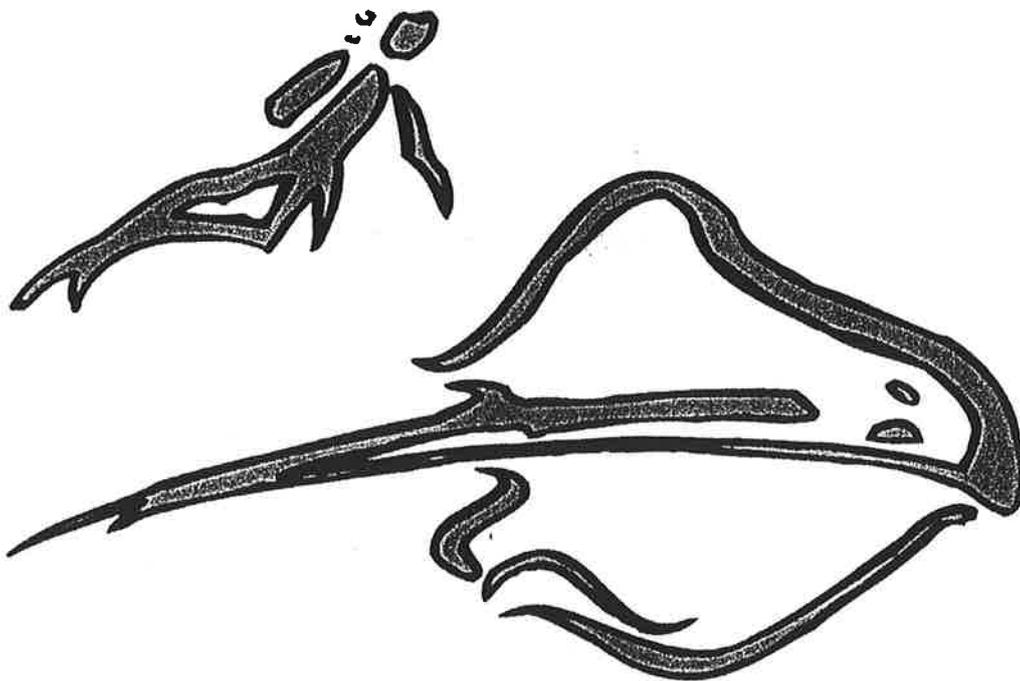
# Dräger

## Ersatzteil Zeichnungen

JWL-AQUALUNG Tauchsportartikel GmbH  
Zollstraße 5 D-78239 Rielassingen  
Tel.07731/9345-0 Fax 07731/9345-40  
e-Mail: info@aqualung.de  
<http://www.aqualung.de>

## für Dräger Dolphin

Gültig ab 18.01.2002

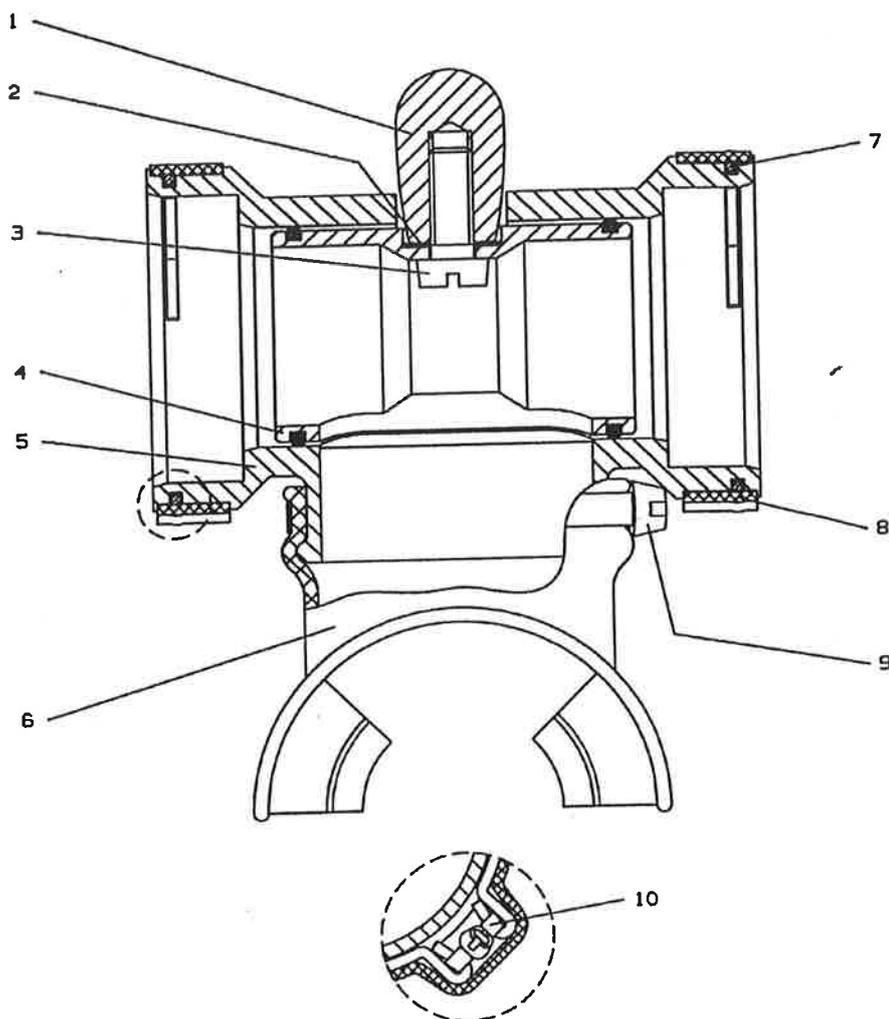


**AQUA  LUNG**

**F I R S T T O D I V E**

# DrägerDolphin / Ventilmundstück

Ventilmundstueck / valve mouth piece



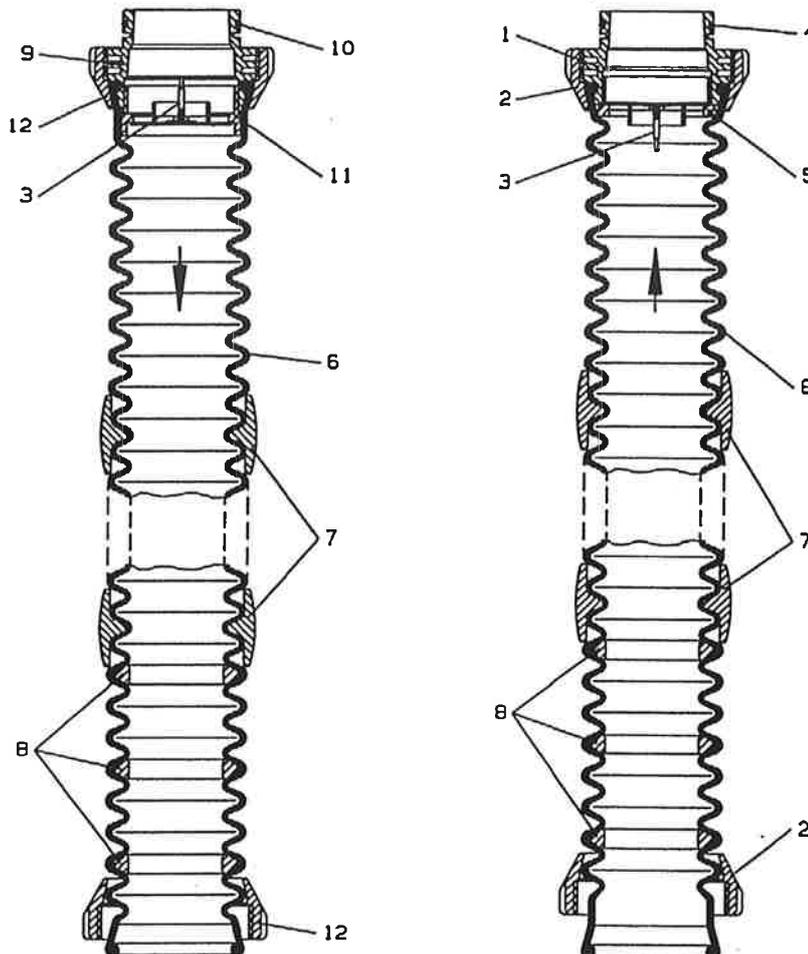
Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1-10	DRA T51402	Ventilmundstueck
1	DRA T51484	Griff
2	DRA T51527	Scheibe
3	DRA 1318144	Schraube fuer Umruestsatz
4	DRA T51423	Walze, vollständig
5	DRA T51421	Gehaeuse
6	DRA T51424	Mundstueck
	DRA T51880	Mundstueck mit Kabelbinder
7	DRA T51526	Feder
8	DRA T12009	Schutzring
9	DRA M20501	Klemmband 4,8 x 186 LG
10	DRA 8712007	Kabelbinder

**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

# DrägerDolphin / Einatem-Ausatemschlauch

Einatem-Ausatemschlauch /  
Inhalation / Exhalation hose

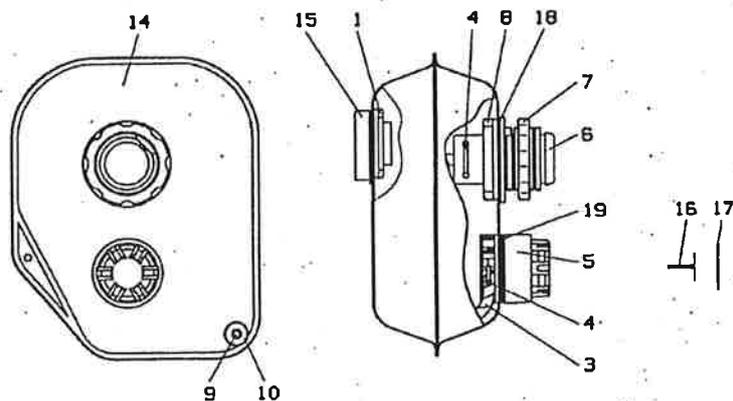
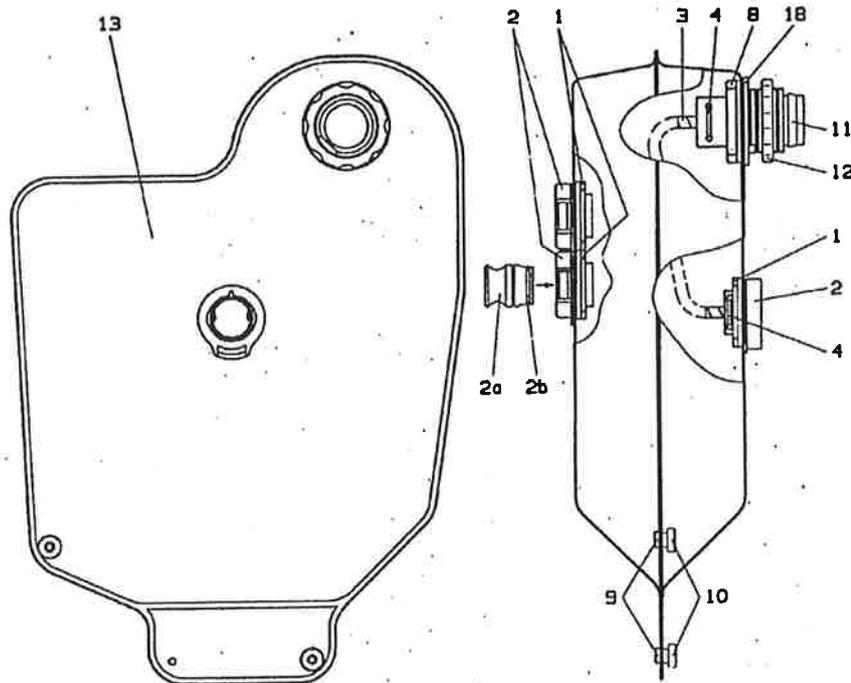


Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1	DRA T51425	Anschluß
2	DRA T51428	Überwurfmutter, schwarz
3	DRA T52114	Ventilscheibe
4	DRA T10612	O-Ring
5	DRA R33932	Einatem - Ventilsitz
6	DRA R33925	Faltenschlauch
7	DRA T51498	Ring, Bleigewicht
8	DRA T51531	Ring
9	DRA T51430	Anschluß
10	DRA T09843	O-Ring
11	DRA R33933	Ausatem - Ventilsitz
12	DRA T51802	Überwurfmutter, rot

**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

# DrägerDolphin / Ein-Ausatembeutel

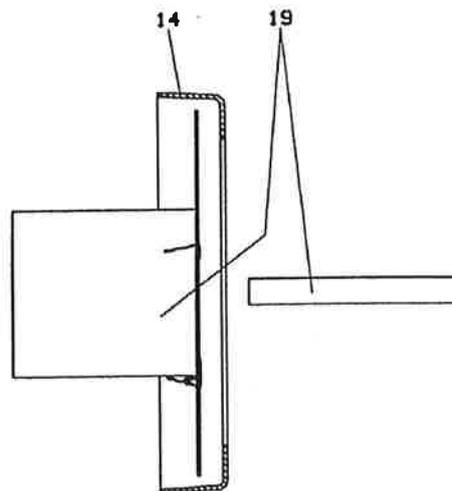
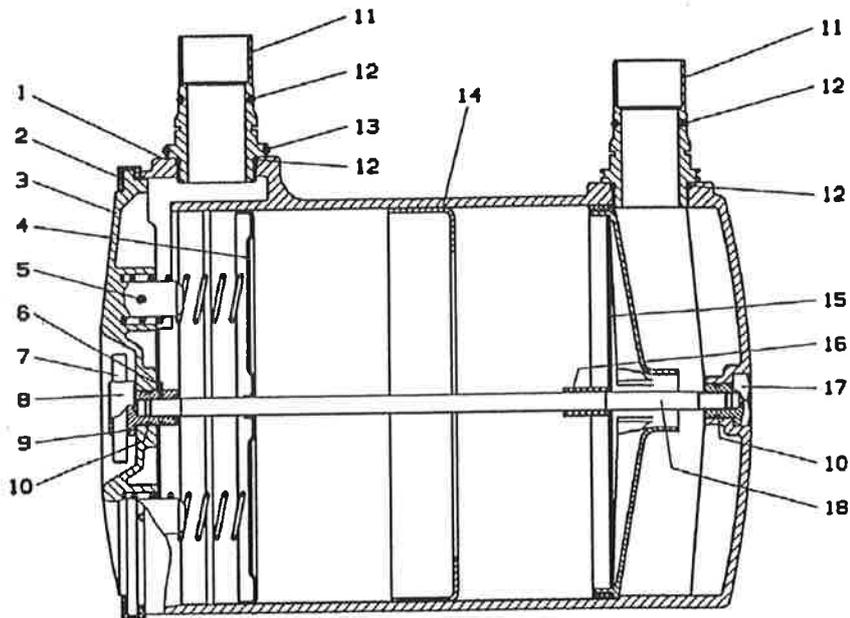


Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung	Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
0	DRA T52004	Einatembeutel komplett	9	DRA T52019	Schraube
0	DRA T52003	Ausatembeutel komplett	10	DRA T52018	Mutter
1	DRA T51609	Schraube	11	DRA T51796	Anschluß
2	DRA T51608	Steckanschluss	12	DRA T51716	Mutter, schwarz
2a	DRA T52238	O-Ring	13	DRA T52134	Beutel, groß
2b	DRA T52246	Blindstopfen	14	DRA T52133	Beutel, klein
3	DRA T51718	Spirale	15	DRA T51193	Steckanschluss, rot
4	DRA 8300358	Kabelbinder	16	DRA T51812	Rueckschlagventil
5	DRA T51781	Ueberdruckventil	17	DRA T51813	Dichtung
6	DRA T51435	Anschlussstueck	18	DRA T52230	Scheibe
7	DRA T51801	Mutter, rot	19	DRA T52229	Scheibe
8	DRA T51433	Schraubring			

**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

# DrägerAtlantis / Kalkbehälter

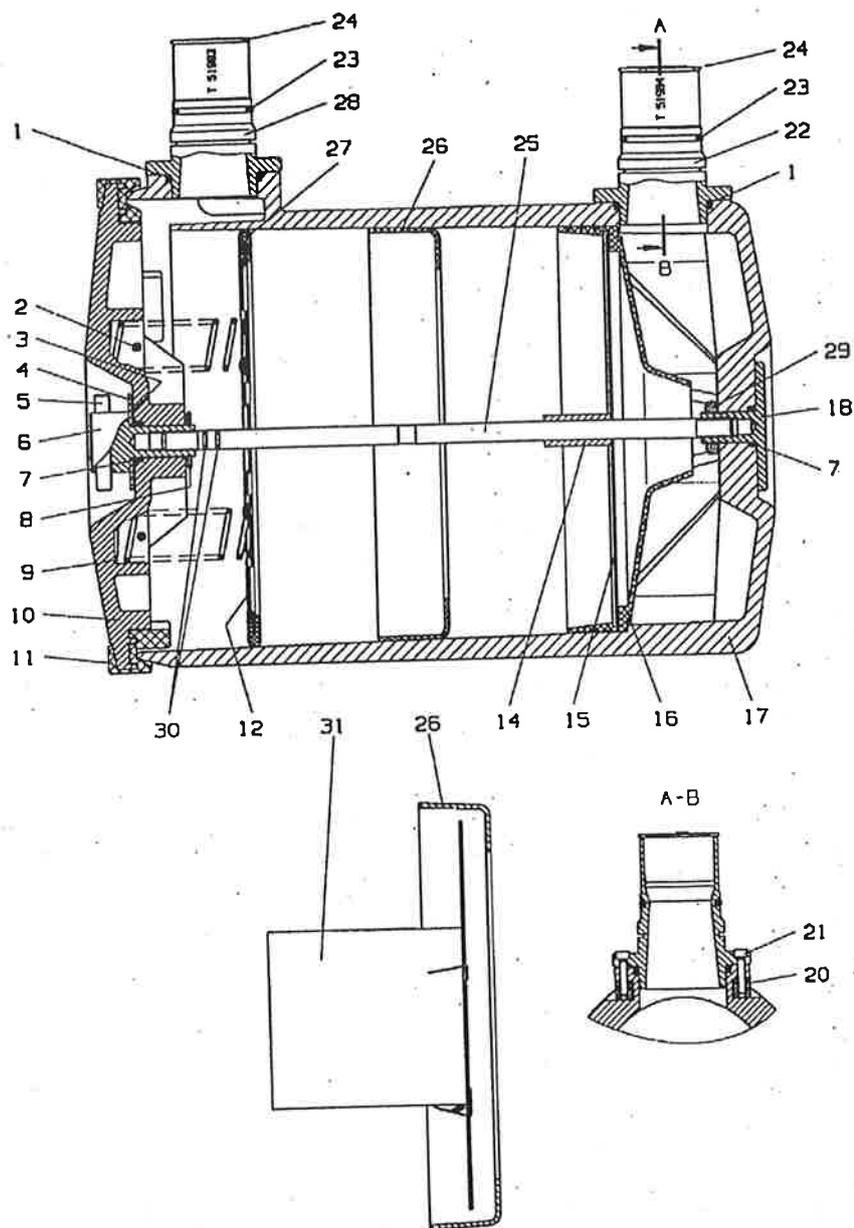


Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung	Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1	DRA T12937	Dichtung	9	DRA T52238	O-Ring
2	DRA T51521	Siebdeckel (für T51513)	10	DRA 2M08523	O-Ring
3	DRA T51517	Stift	11	DRA T13409	Manschette
4	DRA 1291467	Sicherungsscheibe	12	DRA T51540	Sieb
5	DRA T52121	Stift	13	DRA T14088	Schlauch
6	DRA T51518	Schraubring (für T51513)	14	DRA T51516	Lager (für T51513)
7	DRA M04662	Dichtring	15	DRA T51514	Stange (für T51513)
8	DRA T10359	O-Ring	11,16	DRA T52173	Adapter-Teilbefüllung

**Dräger**

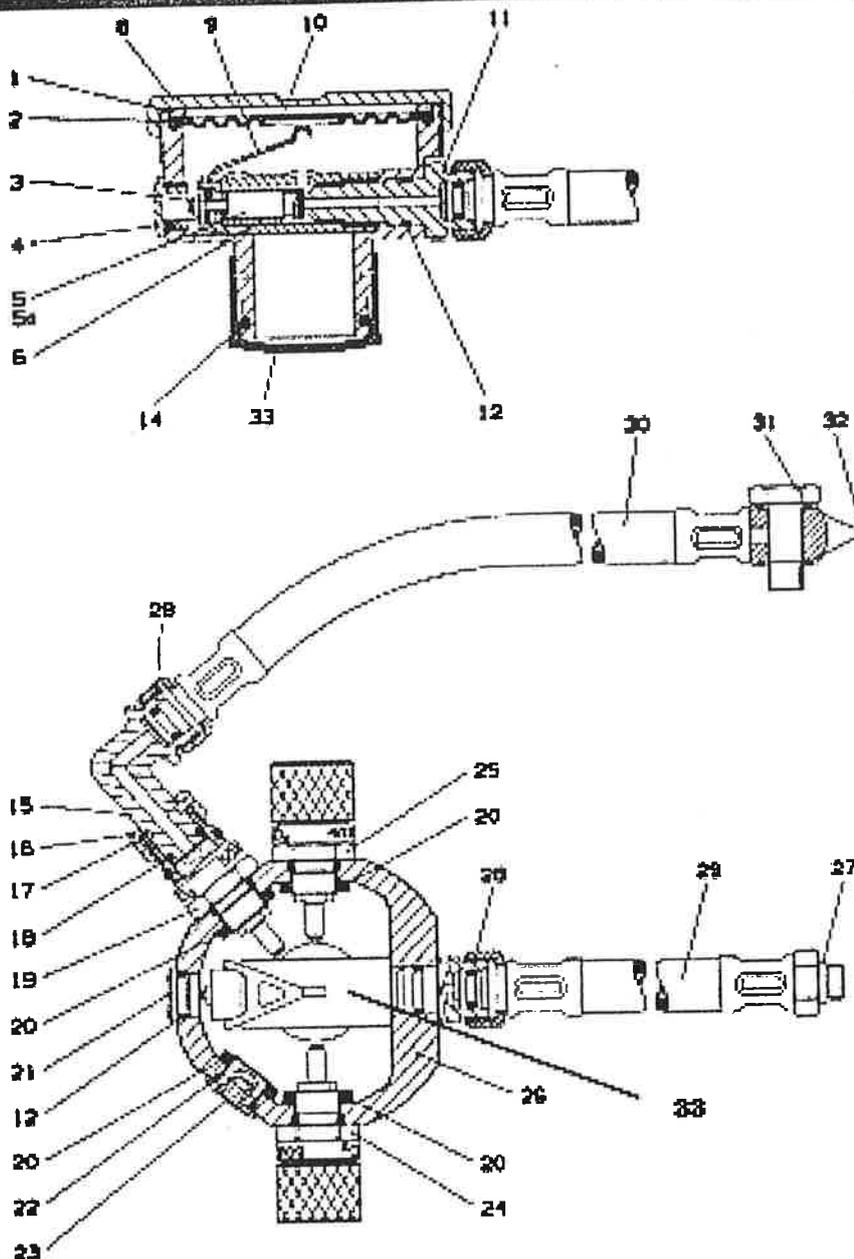
**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

# DrägerDolphin / Kalkbehälter



Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung	Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1-30	DRA T51890	Kalkbehälter	16	DRA T14216	Trichter
1	DRA T14315	O-Ring	17	DRA T14213	Gehäuse
2	DRA T51996	Stift	18	DRA T52136	Lager
3	DRA T14222	Scheibe	20	DRA T51991	Walze
4	DRA T52008	Scheibe	21	DRA T51991	Schraube M 3 x 16
5	DRA T52121	Stift	22	DRA T51984	Anschluß, schwarz
6	DRA T51989	Schraubring	23	DRA T52238	O-Ring
7	DRA T14233	O-Ring	24	DRA T52242	E-Set Schutzkappe
8	DRA 1291467	Sicherungsscheibe	25	DRA T51988	Stange
9	DRA T51994	Feder	26	DRA T13409	Manschette
10	DRA T14214	Deckel	27	DRA T14217	Dichtung
11	DRA T14215	Dichtung	28	DRA T51983	Anschluß, rot
12	DRA T52009	Sieb	29	DRA T52170	Mutter
14	DRA T52137	Schlauch	30	DRA T50437	O-Ring
15	DRA T51990	Sieb	26,31	DRA T52173	Adapter-Teilbefüllung

# DrägerDolphin / Frischgasdosierung mit Bypass



Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung	Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1	DRA T51450	Scheibe	18	DRA 2M12839	O-Ring
2	DRA T51840	Membrane	20	DRA T51453	Mutter
3	DRA 1301586	Sechskantmutter	21	DRA T51534	Schraube
4	DRA T50645	Unterlegscheibe	22	DRA R20803	O-Ring
5	DRA T51597	Schliesbolzen komplett	23	DRA T51452	Schraube
5a	DRA T52263	Scheibe	26	DRA T51448	Gehäuse
6	DRA T50137	Feder	27	DRA E20274	O-Ring
8	DRA T51449	Gehäusedeckel	28	DRA T08731	O-Ring
9	DRA T50643	Hebel	28,27+29,	DRA T51446	Schlauch
10	DRA T51839	Scheibe	31	DRA T51543	Mutter
11	DRA T51839	Dichtkratereinsatz	32	DRA 4302376	O-Ring
12	DRA T09839	O-Ring	33	DRA R52044	Steckanschluss
14	DRA T52238	O-Ring	3,12,14,18,	DRA T52268	Kit - Bypassventil
15	DRA T51553	Knie	33	DRA T51535	Innenteil
16	DRA T51555	Mutter			
17	DRA T51554	Ring			

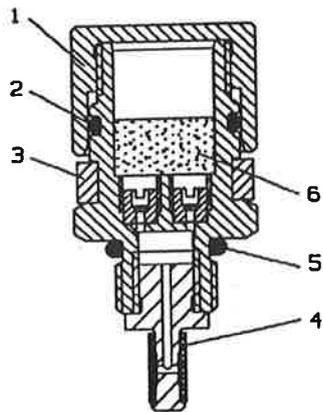
**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

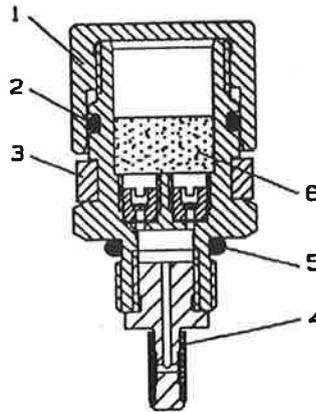
# DrägerDolphin / Dosiereinheit

"Dosiereinheiten / Dosage devices"

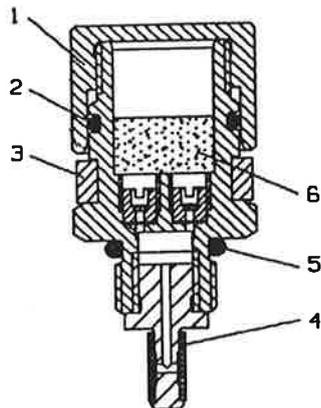
T51810  
50/50



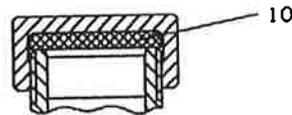
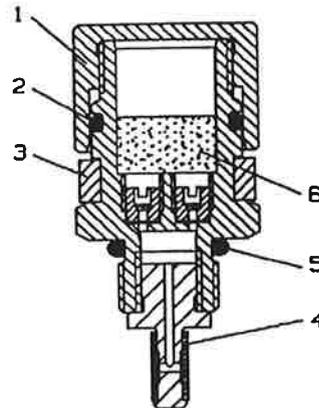
T51841  
60/40



T51842  
40/60



T51603  
32/68



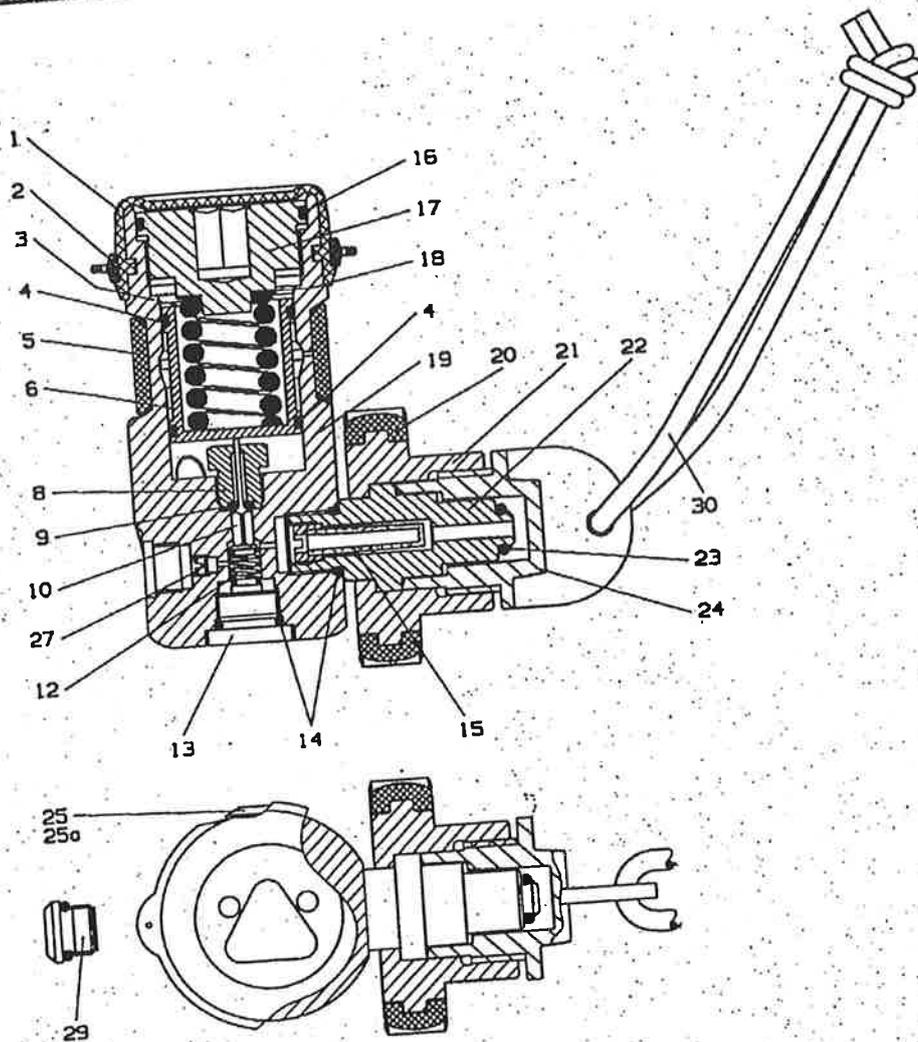
Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung	Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
	Art.Nr.88300	Dosiereinheit 32%	2	DRA R22383	O-Ring
	DRA T51842	Dosiereinheit 40%	3	DRA T52227	E-Setring
	DRA T51810	Dosiereinheit 50%	4	DRA 1201778	Schlauch 3 x 0,75
	DRA T51841	Dosiereinheit 60%	5	DRA R20803	O-Ring
	DRA T52271	O2-Pool Dosierung	6	DRA T52127	Scheibe
1	DRA T52117	Mutter	10	DRA T51728	Scheibe

(Für Dosiereinheiten ohne O-Ring  
Dichtung der Kappe unbedingt Scheibe  
DRA T51728 mitverwenden)

**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

# Dräger Dolphin / Druckminderer

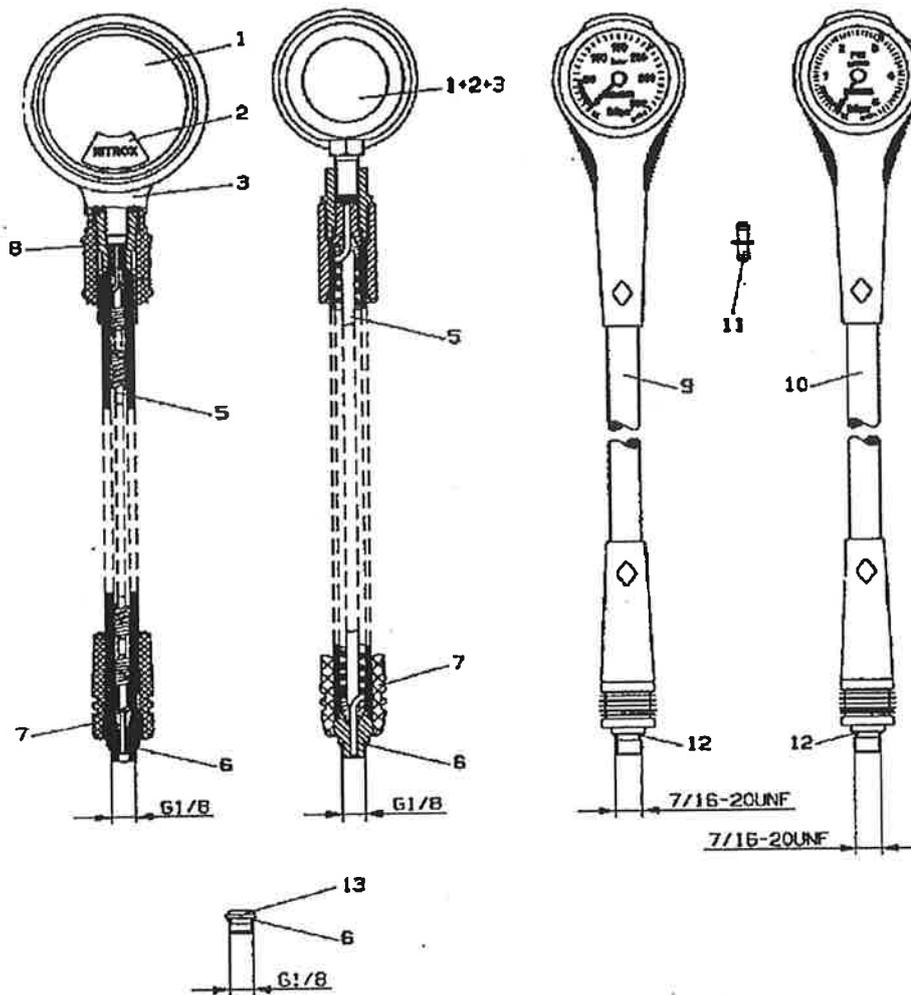


Teile Nr.	Bezeichnung	Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
			17	DRA T51466 Schraubdeckel
			18	DRA T51562 Scheibe
			19	DRA T51467 Gehäusering
			20	DRA R20620 Gummi - Griffing
			21	DRA T53125 Anschlussmutter
			22	DRA T51837 Anschlussmutter
			23	DRA T51591 O-Ring
			24	DRA T51563 Schraubkappe M 24 x 2
			25	DRA T51595 HD-Verschlusschraube
			25a	DRA T51596 O-Ring
			27	DRA T51593 Dosierschraube
			29	DRA T51894 HD Blindstopfen mit Dicht.
			30	DRA T14094 Gummizug
				(nicht Abgebildet)
			31	DRA T52266 Kit Druckminderer Dolphin
				besteht aus folgenden Positionen:
				2,4,9,14-16,23,25a und Position 6
				von Seite 24 (T51508)

**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

# DrägerDolphin / Finimeter

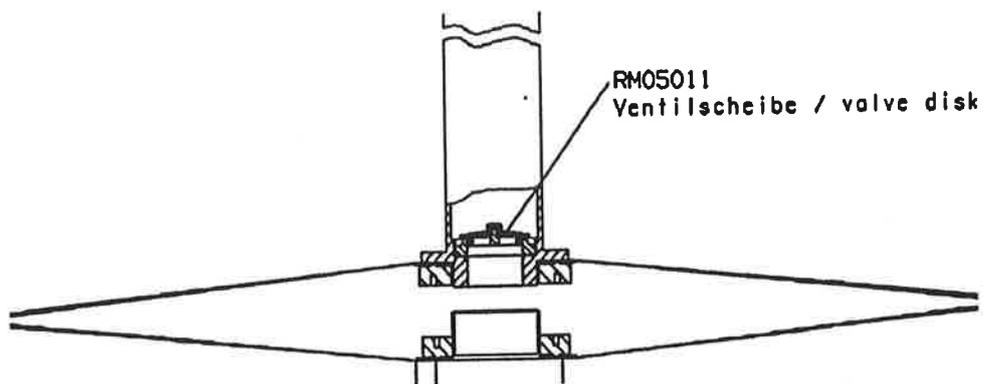


Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1-8	Art. Nr. 80340	Manometer komplett $\varnothing$ 68
1	DRA T51976	Manometer Modul $\varnothing$ 68
2	DRA T51975	Aufkleber
3	DRA T51973	Druckmesser - Schutzkappe
5-8	DRA T52135	H.D. Schlauch
6	DRA T51508	O-Ring
7	DRA T51480	Schlauchverstärker
8	DRA R50457	Scheibe
9	DRA T53058	Manometer MIX 200 bar $\varnothing$ 50
10	DRA T53059	Manometer MIX 3000 psi $\varnothing$ 50
	DRA	Manometer Mix Modul $\varnothing$ 50
11	DRA T53070	Drehkupplung
12	DRA T51596	O-Ring
13	DRA T51894	Blindstopfen

**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

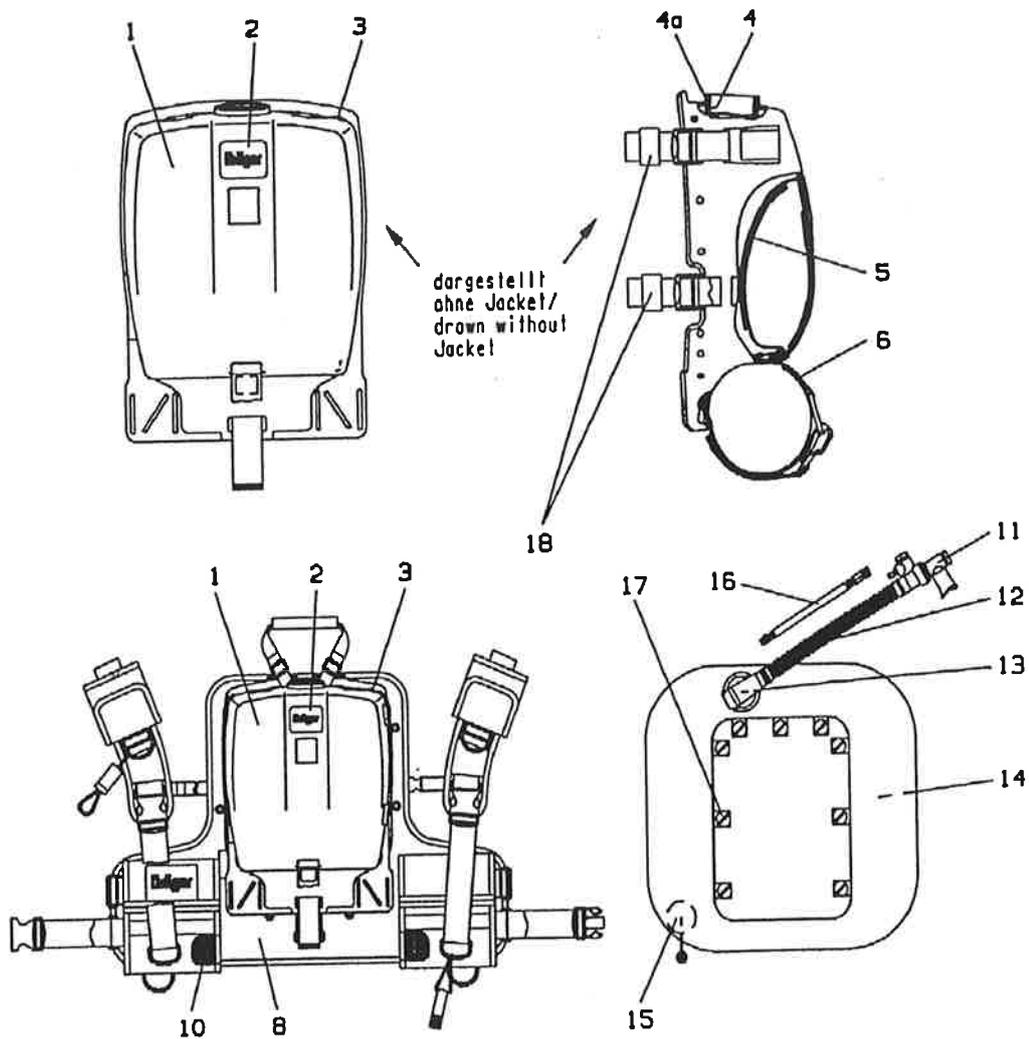
# DrägerDolphin / Dosierscheibe



Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1-7	DRA T51567	Dosierungs -Testgerät
4	DRA RM05011	Ventilscheibe

# DrägerDolphin / International

Version: Dolphin International



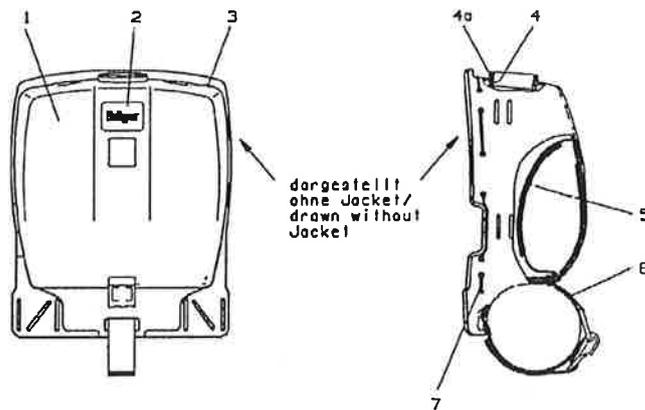
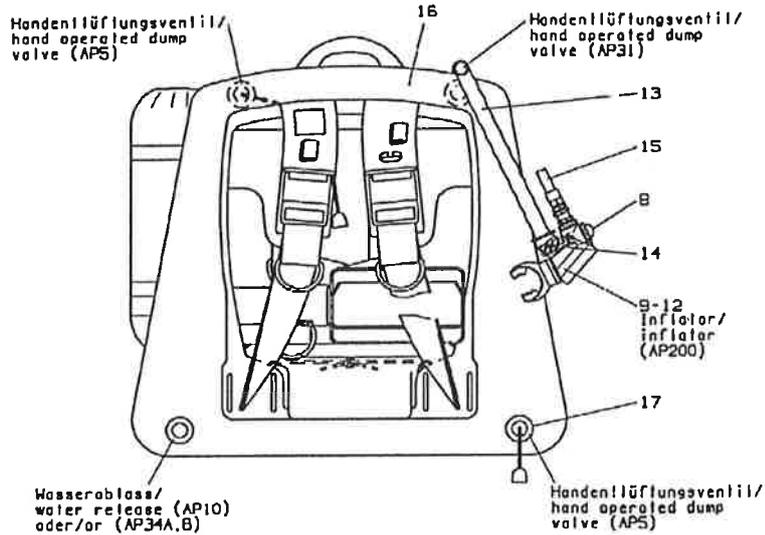
Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung	Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1	DRA T51496	Geraetegehaeuse weiss	11	DRA T52232	Inflatormundstueck
2	DRA T51797	Schild Dräger (Untergrund weiss)	11a	DRA	Inflator
3	DRA T51564	Noppen	12	DRA T52233	Faltenschlauch
4	DRA T51565	Ring	13	DRA T52236	Dichtung
4a	DRA T51731	Ring	13a	DRA	Schnellanschluss
5	DRA T51486	Kalkbehaeltermantel	14	DRA T52235	Innenblase
6	DRA T51576	Flaschenspanngurt	15	DRA T52231	Ventil
8	DRA T52115	Baenderung, komplett	16	DRA T52234	Inflatorschlauch
10	DRA T52237	Innentasche	17	DRA T52416	Satz Schrauben
11-16	DRA T52112	Tarierblase, vollständig	18	DRA T52415	Satz Schrauben

**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

# Dräger Dolphin mit CE Jacket

Version: Dolphin Europa



Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung	Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1	DRA T53331	Geraetehaueuse black	10	DRA T51880	Mundstueck - Set AP200
1	DRA T51496	Geraetehaueuse weiß	11	DRA T51881	Inflator - Set
2	DRA T51797	Schild Draeger (Untergrund weiß)	11	DRA	Inflator
	DRA T53240	Schild Draeger (Untergrund schwarz)	12	DRA T54882	Dichtung - Set AP200
3	DRA T51564	Noppen	13	DRA T51875	Faltenschlauch
4	DRA T51565	Ring	14	DRA 2323205	Kupplungs - Satz
4a	DRA T51731	Ring	15	DRA T51874	Inflatorschlauch
5	DRA T51486	Kalkbehaeltermgurt	16	DRA T51885	Innenblase
6	DRA T51576	Flaschenspanngurt	17	DRA 2323217	Dichtsatz AP5
7	DRA T51826	Kordel	18	DRA T51800	Bail-Out-Tasche
8	DRA T52878	Kappe	11-16	DRA T52112	Tarierblase
9	DRA T51879	Membran - Set AP 100/200	8-17	DRA T51569	Jacket Dolphin, alle Groesen

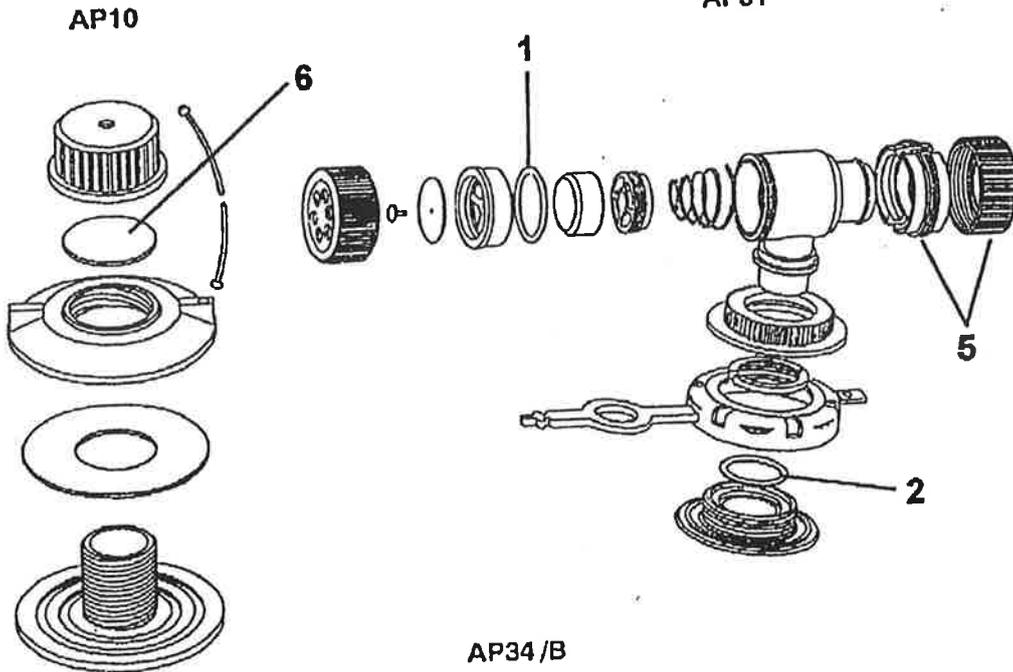
**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

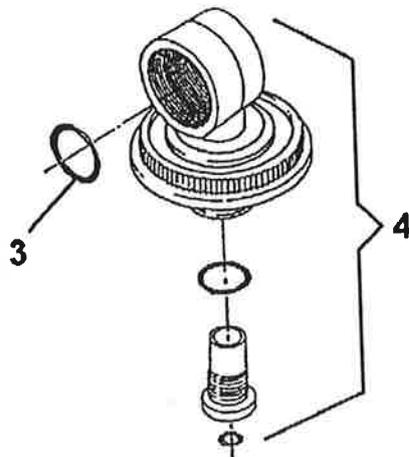
# DrägerDolphin / Anschlüsse

Für Version: Dolphin Europa

AP31



AP34/B

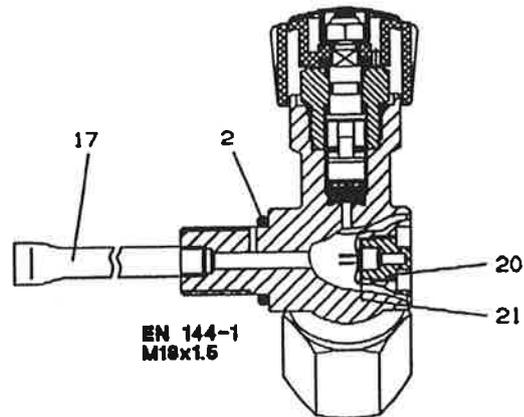
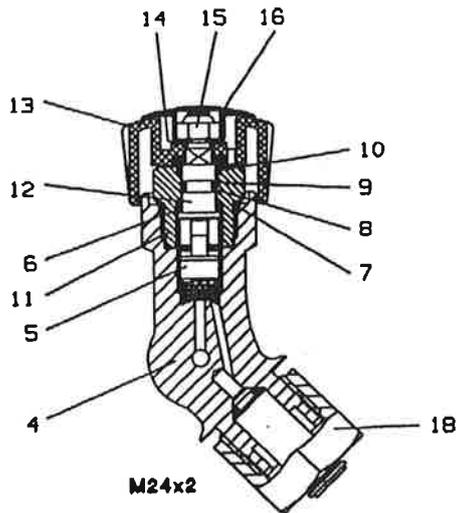
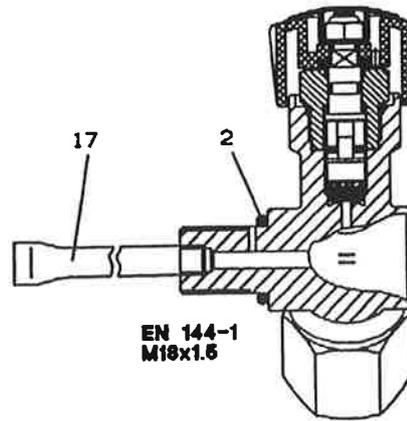
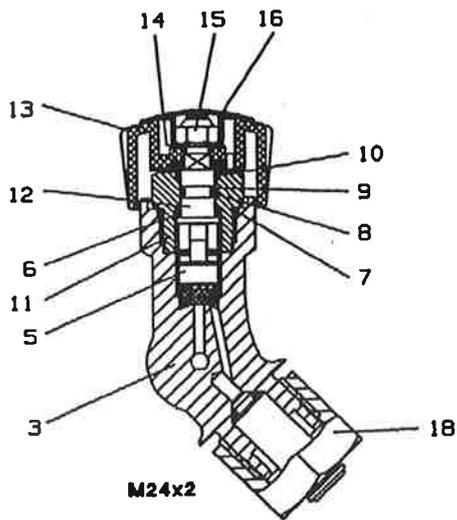


Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1	DRA T51887	O-Ring.
2	DRA T51886	O-Ring
3	DRA D17409	O-Ring 11 x 2,5
4	DRA 2323219	Ventil AP 34 B
5	DRA 2323205	Kupplungssatz Faltenschlauch
6	DRA T51884	Scheibe

**Dräger**

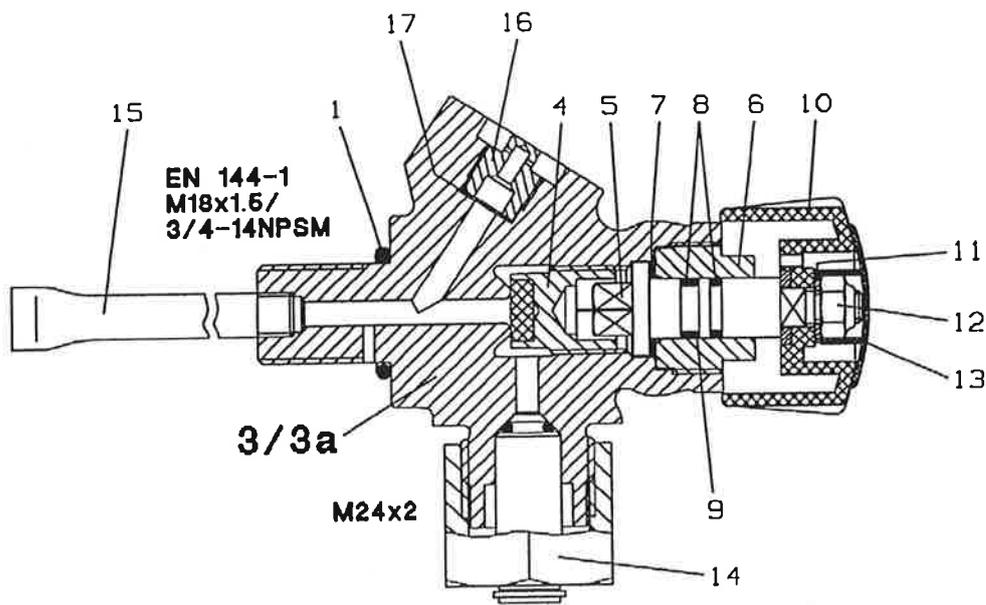
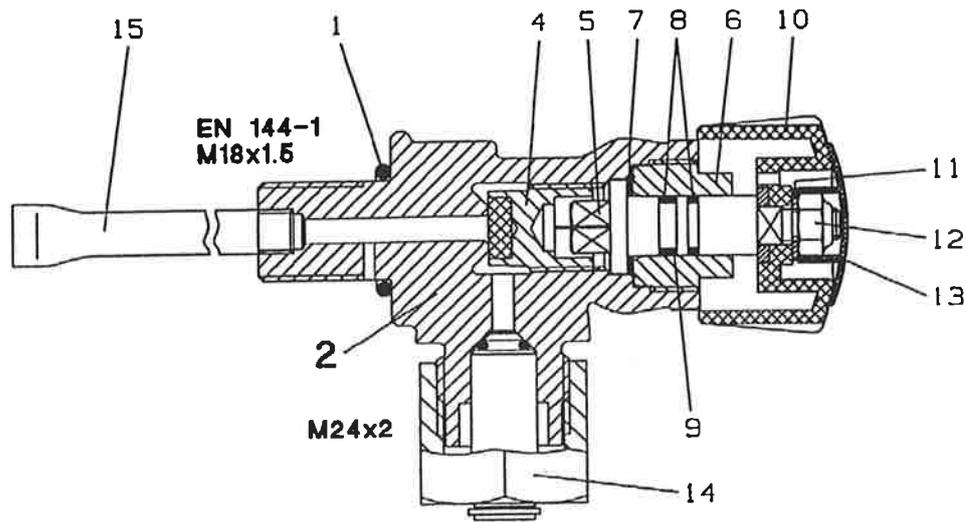
**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

# DrägerDolphin / Winkelventil M18x1.5 NITROX



Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
2	DRA V11124	O-Ring
3	Art.Nr. 88110	Winkelventil M18x1,5 NITROX
4	DRA T52100	MG Flaschenschutz O2/N2 DOT
5-10	DRA T52149	E-Set Ventilunterspindel
5-12	DRA T52148	E-Set Ventilspindel
13	DRA T14082	Handrad
14	DRA 1330705	Scheibe 6,4 DIN 125-A4
15	DRA T52150	Mutter
16	DRA T14085	Handradkappe
17	DRA T52159	Schutzrohr
18	DRA T52161	Verschlusschraube
20,21	DRA T52160	E-Set Berstsicherung
	DRA T52300	Scheibe (nicht Abgebildet)

# DrägerDolphin / Nitroxventil M18x1.5



Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung	Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1	DRA V11124	O-Ring	10	DRA T14082	Handrad
2	Art.Nr. 88100	Nitroxventil M18 x 1,5	11	DRA 1330705	Scheibe 6,4 DIN 125-A4
3	DRA T52132	Ventil BD , M 18 x 1,5 Nitrox	12	DRA T52150	Mutter
3a	DRA T52130	Ventil BD, 3/4 NPSM Nitrox	13	DRA T52153	Handradkappe
4	DRA V11123	Unterspindel	14	DRA T52161	Verschlusschraube
5-9	DRA V11119	Set -Ventiloberteil	15	DRA T52159	Schutzrohr
7-9	DRA V11118	Set - Dichtungen fuer Oberspindel	16,17	DRA T52160	E-Set Berstsicherung
				DRA T52300	Scheibe (nicht Abgebildet)

**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

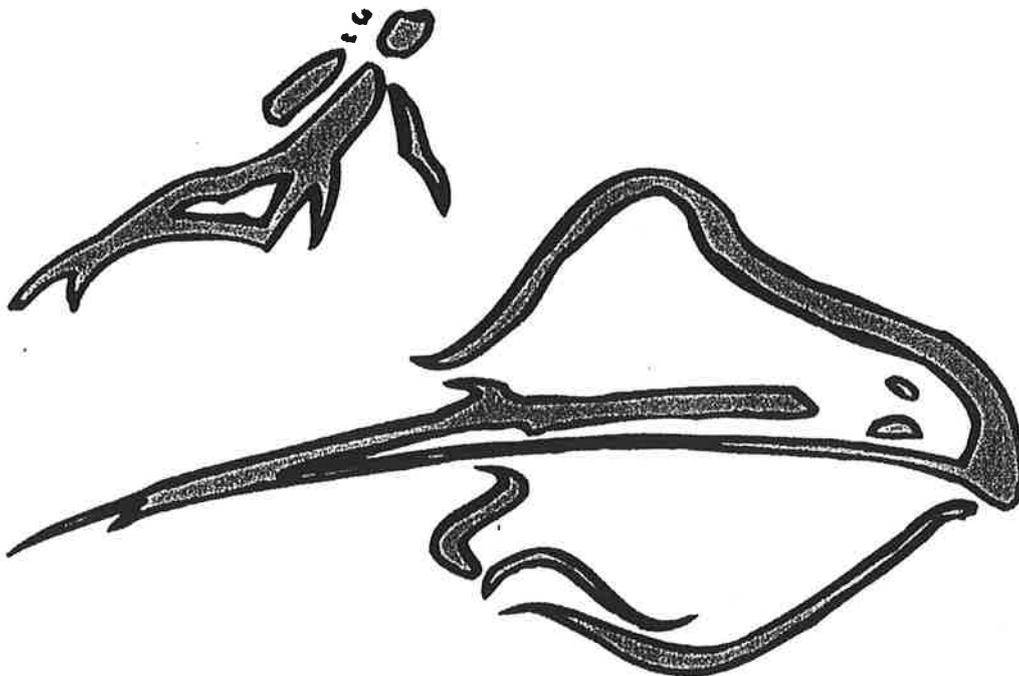
# Dräger

## Ersatzteil Zeichnungen

## für DrägerRay

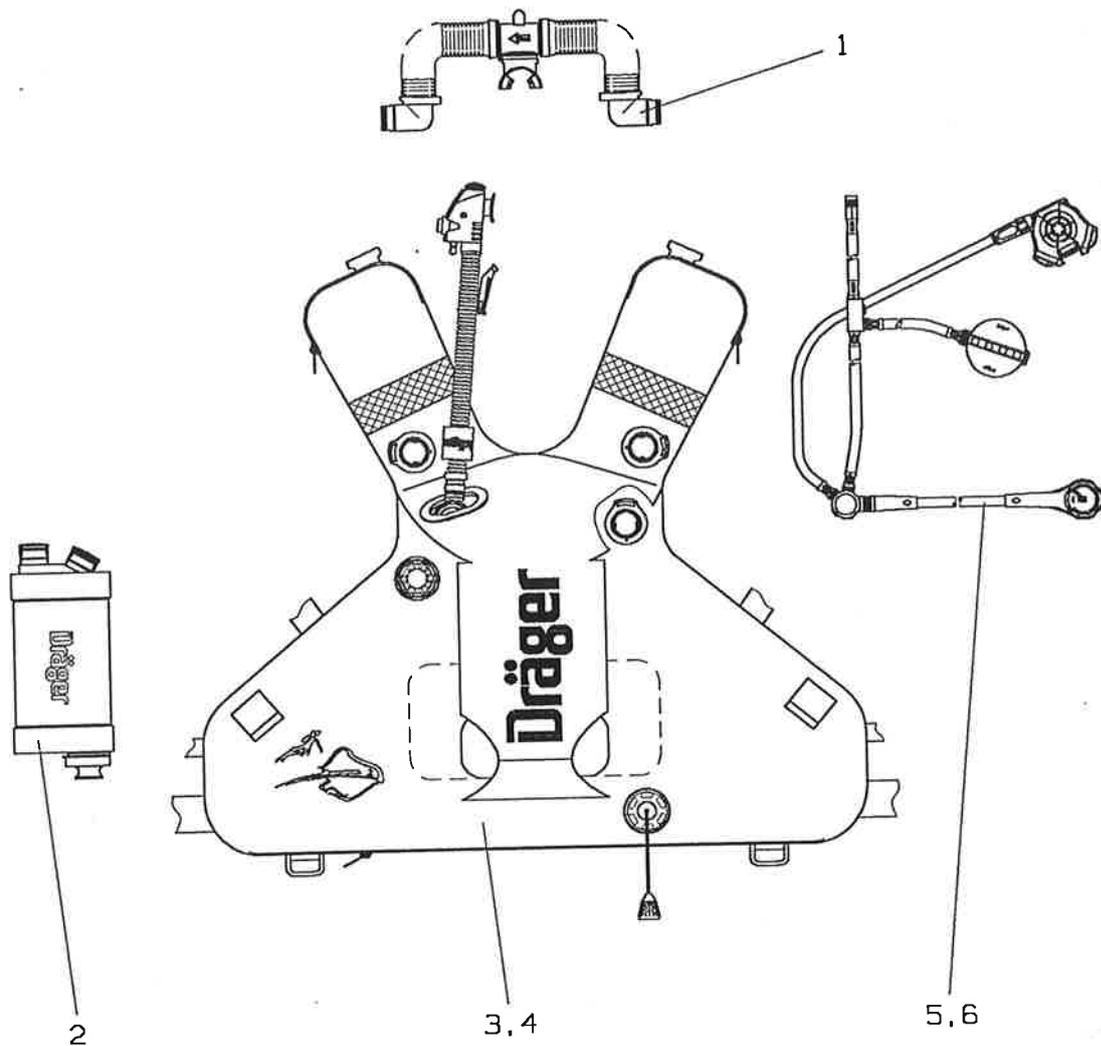
JWL-AQUALUNG Tauchsportartikel GmbH  
Zollstraße 5 D-78239 Rielassingen  
Tel.07731/9345-0 Fax 07731/9345-40  
e-Mail: [info@aqualung.de](mailto:info@aqualung.de)  
<http://www.aqualung.de>

Gültig ab 18.01.2002



**AQUA  LUNG**  
FIRST TO DIVE

# DrägerRay komplett

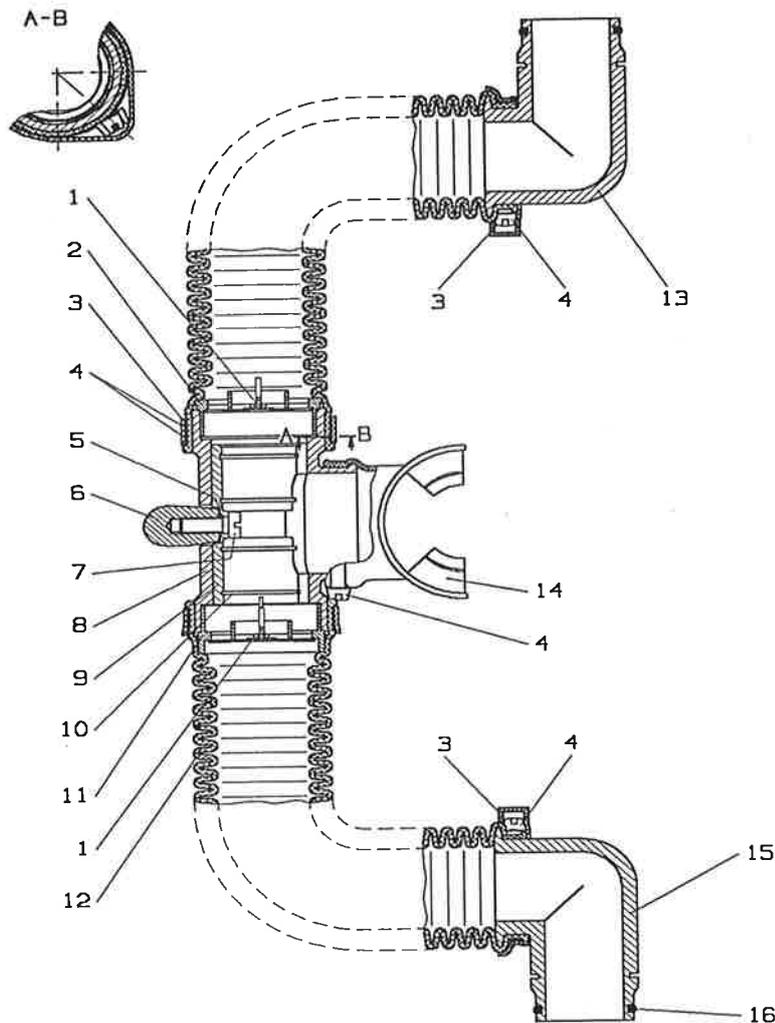


Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
	Art.Nr. 87100	Ray Europa Farbversion 1 schwarz/grau
	Art.Nr. 87110	Ray Europa Farbversion 2 rot/Grau
1	DRA T53016	Doppelatemschlauch
2	DRA T53017	Kalkbehälter
3	DRA T53018	Jacket 1, schwarz/grau
4	DRA T53055	Jacket 2, rot/grau
5	DRA T53056	Pneumatic
6	DRA T53058	Manometer Mix 200 bar
	DRA T52233	Faltenschlauch
	DRA	Schnellablass
	DRA T53081	Faltenschlaucheinheit
	DRA T52147	Dosierungsprüfgeraet, Flometer (nicht Abgebildet)
	DRA T53048	Bypassventil 40 % optional (nicht Abgebildet)
	DRA T53077	Dosierungsprüfgeraet, Flometer optional (nicht Abgebildet)

**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

# DrägerRay / Doppelatemschlauch

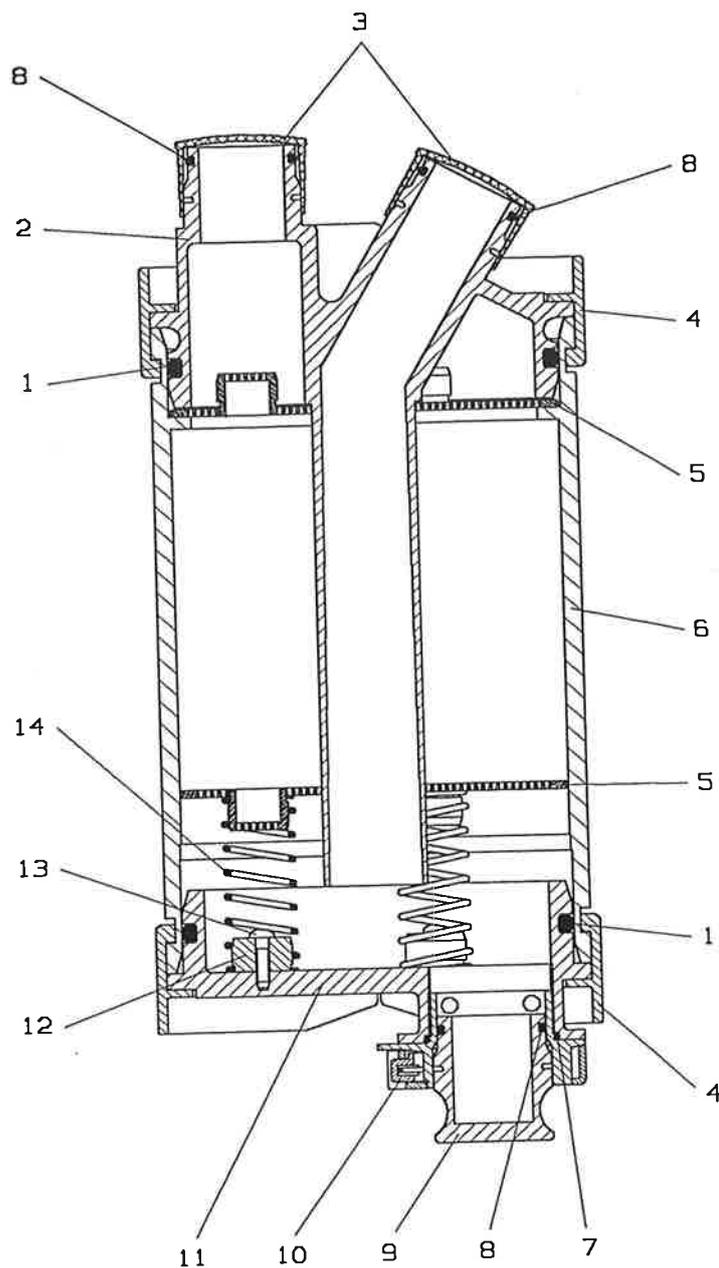


Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1-16	DRA T53016	Doppelatemschlauch
1	DRA R33934	Ventilscheibe
2	DRA R33932	Einatem - Ventilsitz
3	DRA T12009	Schutzring
4	DRA M20501	Klemmband 4,8 x 186 LG
5	DRA T51527	Scheibe
6	DRA T51484	Griff
7	DRA 1318144	Schraube
8	DRA T52191	Gehäuse
9	DRA T53042	Walze / Zylinder
10	DRA 1252860	Sicherungsring 25 x 1,2 DIN 472
11	DRA R33933	Ausatem - Ventilsitz
12	DRA T52208	Faltenschlauch
13	DRA T52189	Anschluß, schwarz
14	DRA T51424	Mundstück
15	DRA T52190	Anschluß, rot
16	DRA T52238	O-Ring

**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

# DrägerRay / Kalkbehälter

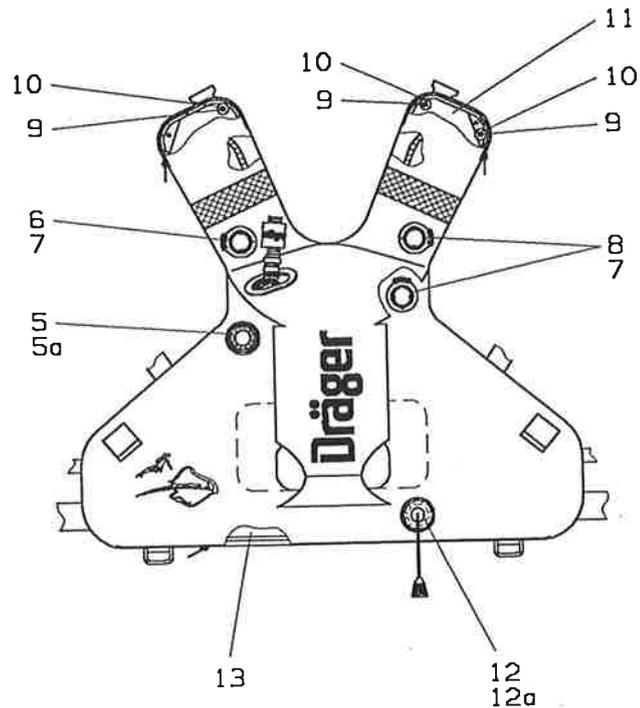


Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung	Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1-14	DRA T53017	Kalkbehälter	8	DRA T52238	O-Ring
1	DRA T52174	O-Ring	9	DRA T52246	Blindstopfen
2	DRA T53045	Deckel	1,5,7-14	DRA T53087	E-Set Deckel
3	DRA R52044	Kappe zu Steckanschluss	10	DRA	
4	DRA T53043	Ring	11	DRA	
5	DRA T52184	Sieb	12	DRA	
6	DRA T52182	Gehäuse	13	DRA	
7	DRA	O-Ring	14	DRA	

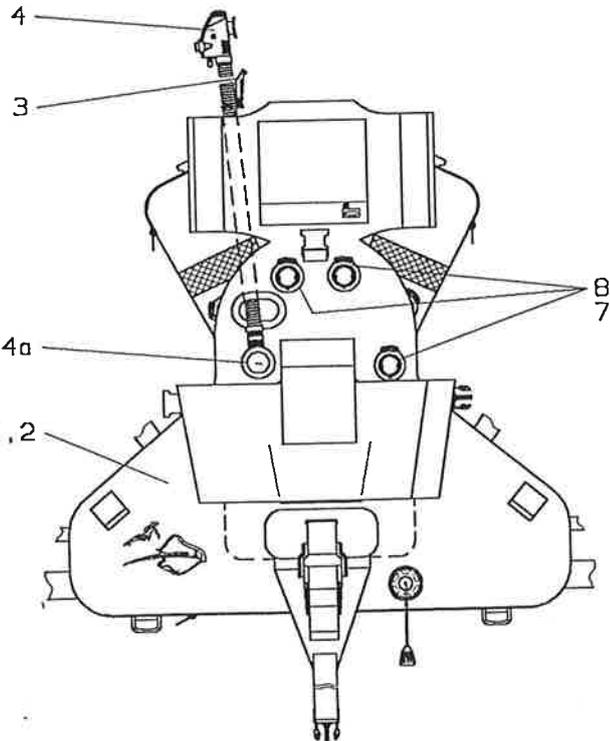
**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

# DrägerRay / Jacket



Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1-13	DRA T53018	Jacket 1, schwarz/grau
2-13	DRA T53055	Jacket 2, rot/grau
3	DRA T53080	Signalpfeife
4	DRA T53081	Faltenschlaucheinheit
4a	DRA T53110	Dichtung
4b	DRA	Schnellablass
5	DRA T53102	Ueberdruckventil
5a	DRA T53103	Kit-Ventil
6	DRA T51193	Steckanschluss, rot
7	DRA T04741	O-Ring
8	DRA T51608	Steckanschluss, schwarz
9	DRA T52019	Schraube
10	DRA T52018	Mutter
11	DRA T53104	Atembeutel
12	DRA T53105	Ventil
12a	DRA T53106	Scheibe
13	DRA T53107	Tarierblase
14	DRA	Inflator
15	DRA T52233	Faltenschlauch



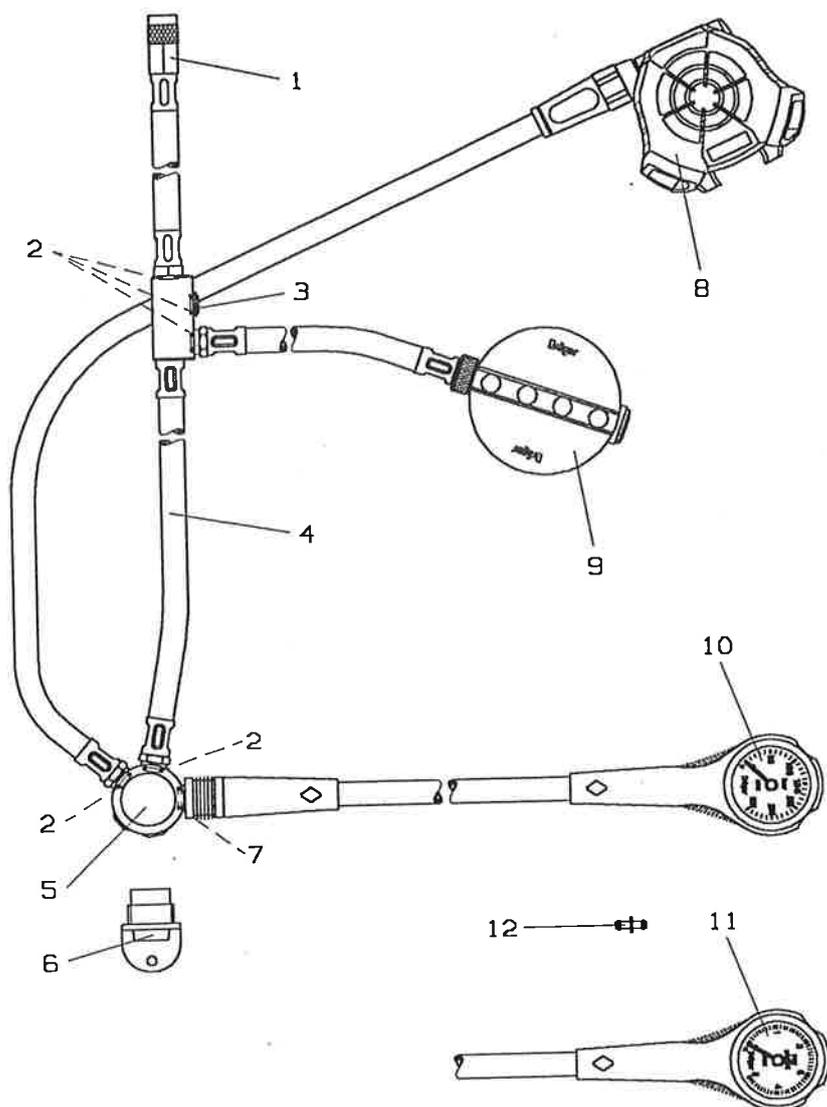
## ohne Abbildung

DRA T53324	Kummerbund XS
DRA T53325	Kummerbund S
DRA T53326	Kummerbund M
DRA T53326	Kummerbund L
DRA T53328	Kummerbund XL

**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

# DrägerRay / Pneumatic

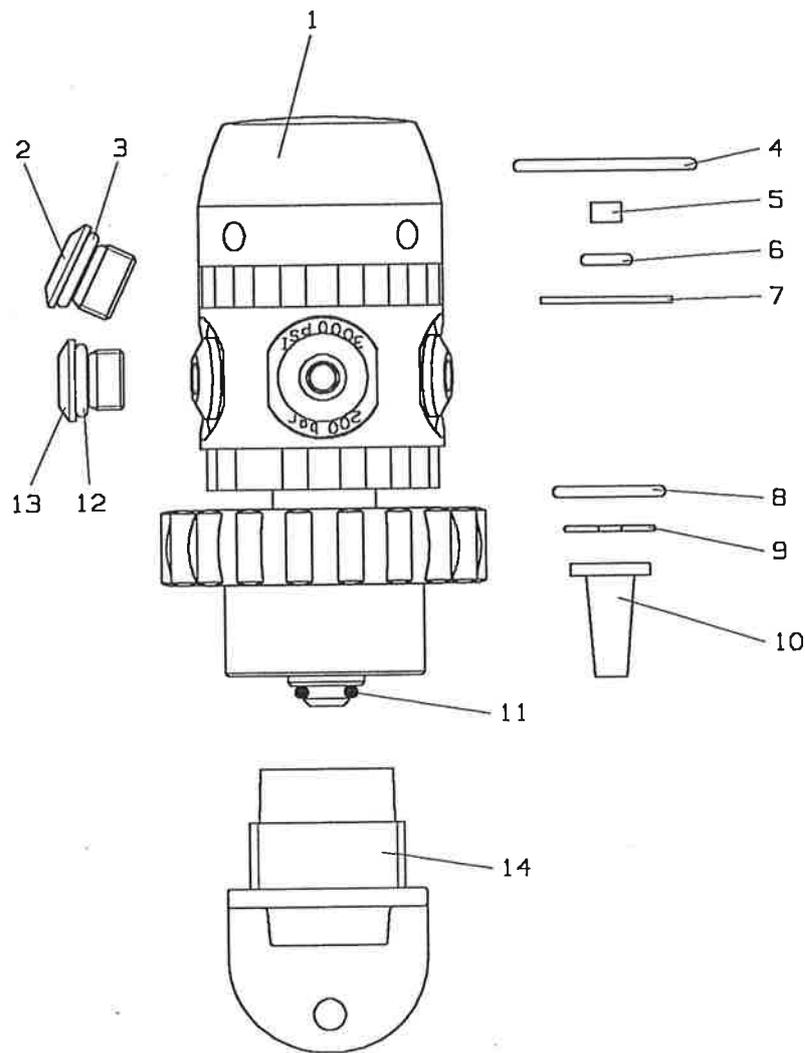


Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1	DRA T53021	Inflatorschlauch
2	DRA T08731	O-Ring
2,3	DRA T51082	Blindstopfen mit Dichtung (MD)
4	DRA T53072	Schlauch incl. Verteilerblock
5	DRA T53108	Druckminderer O2/200 BAR
6	DRA T51563	Schraube M 24 x 2
7	DRA T51596	O-Ring
8	DRA T52265	Octopus Nitrox 2. Stufe
9	Art. Nr. 88310	Dosierungseinheit 32% / Bypassventil 32%
	Art. Nr. 88320	Dosierungseinheit 40% / Bypassventil 40%
	DRA T52175	Dosierungseinheit 50% / Bypassventil 50%
10	DRA T53058	Manometer MIX 200 bar
11	DRA T53059	Manometer MIX 3000 psi
12	DRA T53070	Drehkupplung

**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

# DrägerRay / Druckminderer



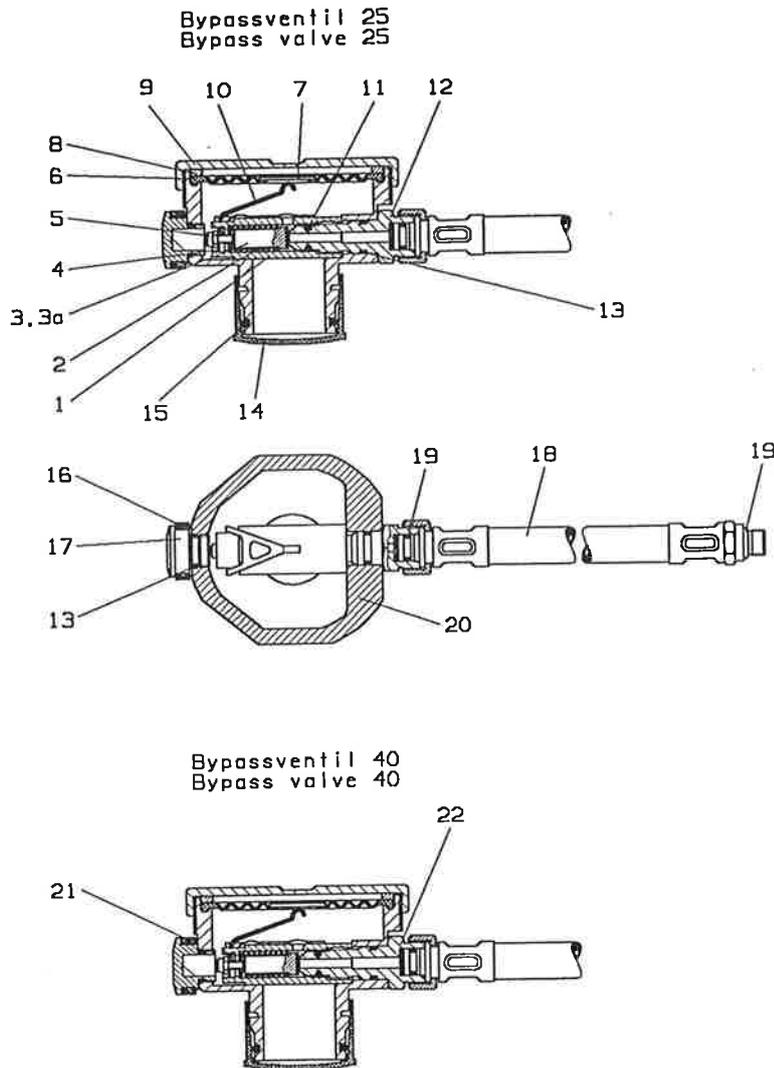
Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
1-13	DRA T53108	Druckminderer O2/200 bar
2,3	DRA T51081	HP Blindstopfen mit Dichtung
3-12	DRA T53088	E-Set Druckminderer
3	DRA T51596	O-Ring
11	DRA T51591	O-Ring
12	DRA T08731	O-Ring
12,13	DRA T51082	MD Blindstopfen mit Dichtung
14	DRA T51563	Schraubkappe M 24 x 2

**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE



# DrägerRay / Dosiereinheit, Bypassventil

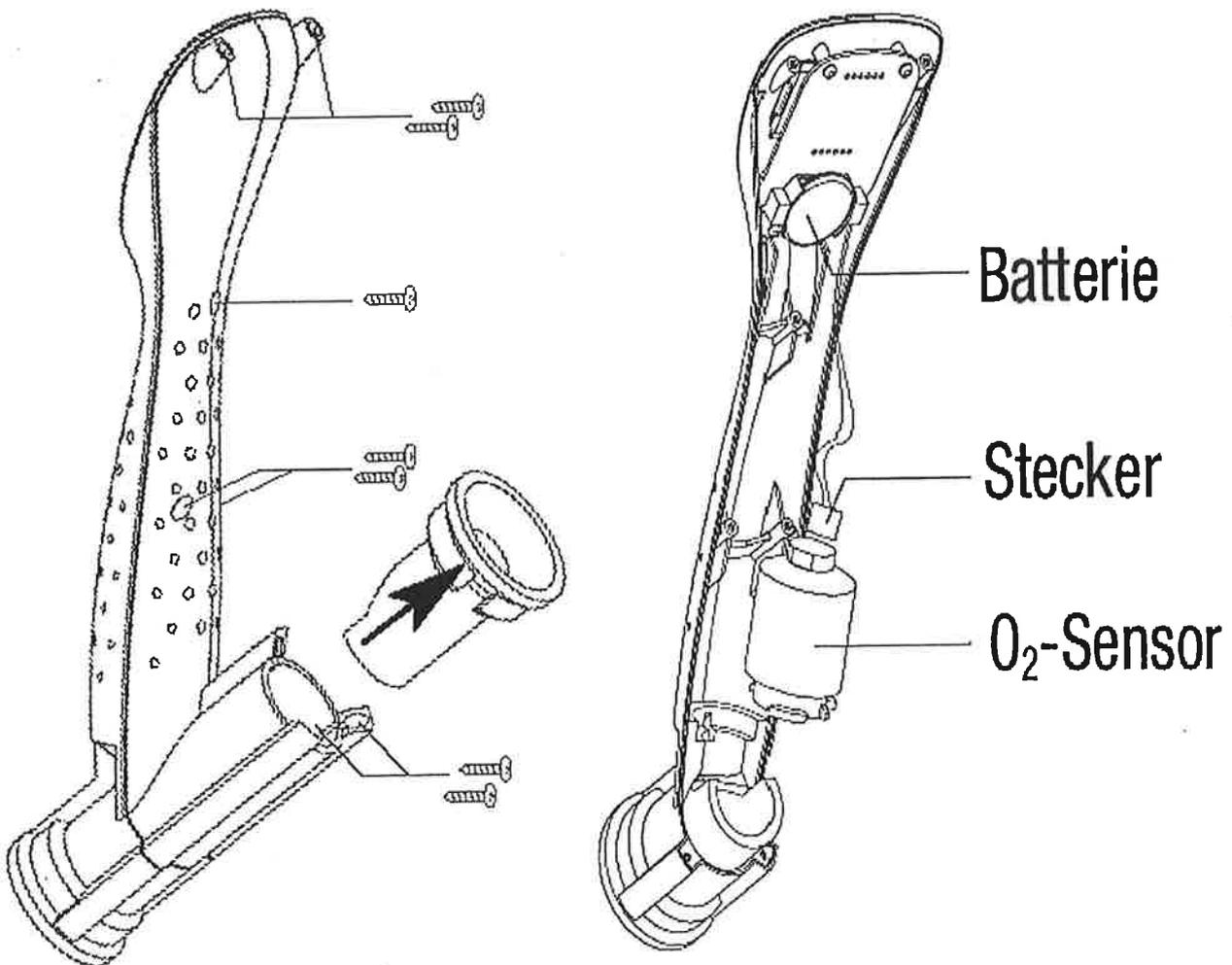


Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
	Art.Nr. 88310	Dosierungseinheit 32%, Bypassventil 32%
	Art.Nr. 88320	Dosierungseinheit 40%, Bypassventil 40%
	DRA T52175	Dosierungseinheit 50%, Bypassventil 50%
	DRA T53511	O2 Pool Dosierung Draeger Ray
3	DRA T53074	Bolzen
3a	DRA T52263	Scheibe
6,7	DRA T53086	E-Set Membran
12	DRA T52176	Dichtkratereinsatz
15	DRA T52238	O-Ring
16,21	DRA T52227	E-Set Ring
17	DRA T53075	Schraube
18,19	DRA T52177	Schlauch
22	DRA T53049	Dichtkraterinsatz
3a,5,11,	DRA T53085	E-Set Dosierungseinheit, Bypassventil
13,19		
8,9,20	DRA T53084	E-Set Gehäuse

**Dräger**

**AQUA LUNG**  
FIRST TO DIVE

# Oxy Spy



Pos.	Teile Nr.	Bezeichnung
0	DYN 80000	Gummitteile - Set 2 Gummistuzen gelb, 1 Gummitaste gelb, 1 Sensormontagering gelb
0	DYN 80100	O2 - Sensor
0	DYN 80200	Oxy Spy Gehaeuse komplett incl. Schrauben
0	DYN 80300	Oxy Spy Elektronik mit Stecker
0	DYN 80400	Oxy Spy Batterie CR2430
0	DYN 80500	Oxy Spy Tasche blau (nicht abgebildet)

**AQUA  LUNG®**

**FIRST TO DIVE**

# DRÄGER + OXY-SPY E-Teile Preisliste 2002

Herst Teile Nr.	Bezeichnung	Gerät	Händler EK €	empf. VK €
DRA 1201778	Schlauch 3x0,75-SI	Draeger Dolphin	1,90	3,80
DRA 1252860	Sicherungsring 25x1.2	Draeger Ray	1,20	2,40
DRA 1291467	Sicherungsscheibe 12 DIN	Draeger Dolphin	1,00	2,00
DRA 1301586	Sechskantmutter M3DIN 985	Draeger Dolphin	0,50	1,00
DRA 1318144	Schraube fuer Umruestsatz	Dolpin/Ventilmundstück	0,60	1,20
DRA 1330640	M3x16 DIN 912-A4	Draeger Dolphin	0,10	0,20
DRA 1330705	Scheibe	Draeger Dolphin	0,70	1,40
DRA 1563572	SI-Fett Molykote 100g	Draeger Dolphin	19,70	33,50
DRA 2323205	Kupplungssatz	Draeger Dolphin	6,50	13,00
DRA 2323217	Dichtsatz	Draeger Dolphin	4,10	8,20
DRA 2323219	Ventil	Draeger Dolphin	40,80	69,40
DRA 3338506	Tülle	Draeger Ray	26,30	44,70
DRA 3338507	Silicon-Einsatz	Draeger Ray	1,00	2,00
DRA 3338508	Gehaeuse Entlastungsventil	Draeger Ray	9,30	18,60
DRA 3338509	Feder	Draeger Ray	8,20	16,40
DRA 3338510	Schraube	Draeger Ray	17,20	29,20
DRA 3338511	Mundstueckadapter	Draeger Ray	1,40	2,80
DRA 3338512	Haltering	Draeger Ray	1,00	2,00
DRA 3338515	Bayonett-Verschluss	Draeger Ray	9,00	18,00
DRA 3338543	O-Ring	Draeger Ray	1,70	3,40
DRA 3338562	Grundkoerper	Draeger Ray	17,60	29,90
DRA 3338571	Dosierventil-Set	Draeger Ray	35,00	59,50
DRA 3338572	Membran-Set	Draeger Ray	30,40	51,70
DRA 3338583	Dchtungsset LA	Draeger Ray	17,40	29,60
DRA 3338584	Dichtungsset Schlauch	Draeger Ray	12,60	25,20
DRA 3339440	O-Ring	Draeger Ray	1,10	2,20
DRA 3339459	O-Ring	Draeger Ray	2,50	5,00
DRA 3339483	Schraube	Draeger Ray	1,00	2,00
DRA 4054602	Christo Lube MCG 111.50	Draeger Raz/Dolphin	59,10	94,60
DRA 4302376	O-Ring	Draeger Dolphin	1,80	3,60
DRA 6590212	Halocarbon-Fett 25-5S	Draeger Dolphin	37,60	63,90
DRA 8300358	Kabelbinder 3.6x140LG	Draeger Dolphin	0,70	1,40
DRA 8712007	Kabelbinder	Dolphin/Ventilmundstück	0,70	1,40
DRA 9021157	Gebrauchsanweissung	Draeger Dolphin	14,60	29,20
DRA 2M08523	O-Ring	Dolphin Kalkbehaelter	4,40	8,80
DRA 2M12839	O-Ring	Draeger Dolphin	0,70	1,40
DRA D02014	Schließfeder	Draeger Dolphin	2,90	5,80
DRA D17409	O-Ring 11x2.5	Draeger Dolphin	0,80	1,60
DRA D20943	Spannschraube	Draeger Dolphin	11,40	22,80
DRA D40616	Dichtung	Draeger Dolphin	14,10	28,20
DRA E20274	O-Ring	Draeger Dolphin	1,60	3,20
DRA E29380	O-Ring	Draeger Dolphin	4,40	8,80
DRA M04662	Dichtring	Draeger Dolphin	0,70	1,40
DRA M20501	Klemmband 4,8x186LG	Draeger Ray/Dolphin	0,70	1,40
DRA R20620	Gummi-Griffing	Draeger Dolphin	2,80	5,60
DRA R20803	O-Ring	Draeger Dolphin	2,60	5,20
DRA R20803	O-Ring	Draeger Dolphin	2,60	5,20
DRA R22383	O-Ring	Draeger Dolphin	1,20	2,40
DRA R33925	Faltenschlauch	Einatem-Ausatemschlauch	35,10	59,70
DRA R33932	Einatem-Ventilsitz	Einatem-Ausatemschlauch	3,20	6,40
DRA R33933	Ausatem-Ventilsitz	Draeger Ray	3,00	6,00
DRA R33934	Ventilscheibe	Draeger Ray	4,70	9,40
DRA R50117	O-Ring	Draeger Ray	1,00	2,00
DRA R50437	O-Ring	Draeger Dolphin	0,90	1,80
DRA R50457	Scheibe	Draeger Dolphin	0,90	1,80
DRA R51188	Plombierungsring	Draeger Dolphin	1,60	3,20
DRA R52044	Kappe Steckanschluss	Draeger Dolphin	0,60	1,20
DRA T04741	O-Ring	Draeger Ray	1,00	2,00
DRA T08114	01Dichtung	Draeger Dolphin	0,80	1,60
DRA T08722	O-Ring	Draeger Dolphin	1,90	3,80
DRA T08731	O-Ring	Draeger Ray/Dolphin	2,30	4,60

# DRÄGER + OXY-SPY E-Teile Preisliste 2002

Herst Teile Nr.	Bezeichnung	Gerät	Händler EK €	empf. VK €
DRA T09839	O-Ring	Draeger Dolphin	1,00	2,00
DRA T09843	O-Ring	Einatem-Ausatemschlauch	2,60	5,20
DRA T10359	O-Ring	Draeger Dolphin	0,80	1,60
DRA T10612	O-Ring	Einatem-Ausatemschlauch	2,10	4,20
DRA T12009	Schutzring	Draeger Ray/Dolphin	4,40	8,80
DRA T12937	Dichtung	Draeger Dolphin	11,70	23,70
DRA T13409	Manschette	Draeger Dolphin	6,80	13,60
DRA T14082	Handrad	Draeger Dolphin	4,80	9,60
DRA T14085	Handradkappe	Draeger Dolphin	2,30	4,60
DRA T14088	Schieber	Draeger Dolphin	2,50	5,00
DRA T14094	Gummizug	Draeger Dolphin	5,20	10,40
DRA T14213	Gehaeuse	Draeger Dolphin	89,30	142,90
DRA T14214	Deckel	Draeger Dolphin	39,60	67,30
DRA T14215	Dichtung	Draeger Dolphin	12,00	24,00
DRA T14216	Trichter	Draeger Dolphin	15,80	26,90
DRA T14217	Dichtung	Draeger Dolphin	9,00	18,00
DRA T14222	Scheibe	Draeger Dolphin	1,90	3,80
DRA T14233	O-Ring	Draeger Dolphin	0,80	1,60
DRA T14315	O-Ring	Draeger Dolphin	1,80	3,60
DRA T50137	Feder	Draeger Dolphin	1,30	2,60
DRA T50643	Hebel	Draeger Dolphin	4,60	9,20
DRA T50645	Unterlegscheibe	Draeger Dolphin	3,10	6,20
DRA T51067	Mundstück	Draeger Ray	6,70	13,40
DRA T51081	Blindstopfen HD	Draeger Ray	6,70	13,40
DRA T51082	Blindstopfen MD	Draeger Ray	6,70	13,40
DRA T51178	Knickschutz Schwarz	Draeger Ray	1,90	3,80
DRA T51193	Steckanschluss, Rot	Draeger Ray/Dolphin	8,40	16,80
DRA T51284	Travel Kit 2.Stufe	Draeger Ray	56,50	90,40
DRA T51285	Workshop Kit Shark 2.Stu.	Draeger Ray	56,5	90,40
DRA T51325	Anschlussmutter	Draeger Dolphin	15,50	26,40
DRA T51326	Schliessbolzen	Draeger Dolphin	8,80	17,60
DRA T51411	Druckminderer	Draeger Dolphin	191,20	305,90
DRA T51421	Gehäuse	Dolphin/Ventilmundstück 3	39,40	67,00
DRA T51423	Walze, Vollst.	Dolphin-Ventilmundstueck	42,90	72,90
DRA T51424	Mundstück	Dolphin-Ventilmundstück	6,00	12,00
DRA T51425	Anschluss	Einatem-Ausatemschlauch 2	23,10	39,30
DRA T51428	Ueberwurfmutter Schwarz	Einatem-Ausatemschlauch	7,10	14,20
DRA T51430	Anschluss	Einatem-Ausatemschlauch	17,60	29,90
DRA T51433	Schraubring	Draeger Dolphin	3,10	6,20
DRA T51435	Anschlussstück	Draeger Dolphin	9,30	18,60
DRA T51446	Schlauch	Draeger Dolphin	24,40	41,50
DRA T51448	Gehäuse	Draeger Dolphin	22,10	37,60
DRA T51449	Gehaeuse	Draeger Dolphin	33,30	56,60
DRA T51450	Scheibe	Draeger Dolphin	1,70	3,40
DRA T51451	Dichtkratereinsatz	Draeger Dolphin	17,60	29,90
DRA T51452	Schraube	Draeger Dolphin	7,90	15,80
DRA T51453	Mutter	Draeger Dolphin	4,50	9,00
DRA T51466	Schraubdeckel	Draeger Dolphin	13,40	26,80
DRA T51467	Gehäuse	Draeger Dolphin	57,10	91,40
DRA T51470	Schraube	Draeger Dolphin	6,60	13,20
DRA T51472	Kolben	Draeger Dolphin	16,70	28,40
DRA T51473	Manschette	Draeger Dolphin	4,10	8,20
DRA T51484	Griff	Draeger Ray/Dolphin	4,30	8,60
DRA T51486	Kalkbehältergurt	Draeger Dolphin	19,80	33,70
DRA T51496	Gerätegehäuse Weiss	Draeger Dolphin	148,40	237,40
DRA T51498	Ring	Einatem-Ausatemschlauch	39,20	66,60
DRA T51508	O-Ring	Draeger Dolphin	0,90	1,80
DRA T51514	Stange	Draeger Dolphin	7,10	14,20
DRA T51516	Lager	Draeger Dolphin	6,90	13,80
DRA T51518	Schraubring	Draeger Dolphin	7,70	15,40
DRA T51521	Siebdeckel	Draeger Dolphin	67,50	108,00

## DRÄGER + OXY-SPY E-Teile Preisliste 2002

Herst	Teile Nr.	Bezeichnung	Gerät	Händler EK €	empf. VK €
DRA	T51524	Ventil 207 bar	Draeger Dolphin	90,90	145,40
DRA	T51525	Transportbox	Draeger Dolphin	31,80	54,10
DRA	T51526	Feder	Dolhpin Ventilmundstück	3,80	6,60
DRA	T51527	Scheibe	Draeger Ray/Dolphin	1,00	2,00
DRA	T51531	Ring	Einatem-Ausatemschlauch	2,40	4,80
DRA	T51534	Schraube	Draeger Dolphin	4,10	8,20
DRA	T51540	Sieb	Draeger Dolphin	13,60	27,20
DRA	T51543	Mutter	Draeger Dolphin	2,80	5,60
DRA	T51552	Schlauch	Draeger Dolphin	30,00	51,00
DRA	T51553	Knie	Draeger Dolphin	17,60	29,90
DRA	T51555	Mutter	Draeger Dolphin	4,10	8,20
DRA	T51556	Kappe	Draeger Dolphin	6,50	13,00
DRA	T51562	Scheibe	Draeger Dolphin	1,90	3,80
DRA	T51563	Schraube M24x2	Draeger Ray/Dolphin	2,80	5,60
DRA	T51564	Noppen	Draeger Dolphin	1,00	2,00
DRA	T51565	Ring	Draeger Dolphin	7,10	14,20
DRA	T51569	Jacket alle Größen	Draeger Dolphin	565,10	904,20
DRA	T51576	Flaschenspanngurt	Draeger Dolphin	28,80	49,00
DRA	T51585	O-Ring	Draeger Dolphin	0,60	1,20
DRA	T51588	Feder	Draeger Dolphin	8,80	17,60
DRA	T51591	O-Ring	Draeger Ray/Dolphin	0,90	1,80
DRA	T51593	Dosierschraube	Draeger Dolphin	8,60	17,20
DRA	T51595	HD-Verschlusschraube	Draeger Dolphin	7,60	15,20
DRA	T51596	O-Ring	Draeger Ray/Dolphin	1,80	3,60
DRA	T51597	Schliessbolzen	Draeger Dolphin	16,70	28,40
DRA	T51603	Dosiereinheit 32%	Draeger Dolphin	41,30	70,20
DRA	T51608	Steckanschluss	Draeger Ray/Dolphin	8,40	16,80
DRA	T51609	Schraube	Draeger Dolphin	2,10	4,20
DRA	T51716	Mutter, Schwarz	Draeger Dolphin	4,50	9,00
DRA	T51718	Spiralkabel	Draeger Dolphin	4,50	9,00
DRA	T51728	Scheibe	Draeger Dolphin	1,00	2,00
DRA	T51731	Ring	Draeger Dolphin	4,80	9,60
DRA	T51756	Spare Part Kit	Draeger Dolphin	300,10	480,20
DRA	T51781	Ueberdruckventil	Draeger Ray	37,50	63,80
DRA	T51786	Kalkbehältergurt	Draeger Dolphin	1,00	2,00
DRA	T51796	Anschlussstück	Draeger Dolphin	9,30	18,60
DRA	T51797	Schild	Draeger Dolphin	2,30	4,60
DRA	T51800	Bail-Out Tasche	Draeger Dolphin	23,30	39,60
DRA	T51801	Mutter, Rot	Draeger Dolphin	4,50	9,00
DRA	T51802	Ueberwurfmutter Rot	Einatem-Ausatemschlauch	7,10	14,20
DRA	T51810	Dosiereinheit 50%	Draeger Dolphin	41,20	70,00
DRA	T51811	Travel Kit	Draeger Dolphin	37,90	64,40
DRA	T51812	Rückschlagventil	Draeger Ray/Dolphin	7,70	15,40
DRA	T51813	Dichtung	Draeger Ray/Dolphin 1	10,40	20,80
DRA	T51826	Kordel	Draeger Dolphin	4,80	9,60
DRA	T51837	Anschlussstutzen	Draeger Dolphin	8,60	17,20
DRA	T51838	Filtereinsatz	Draeger Dolphin	4,70	9,40
DRA	T51839	Scheibe	Draeger Dolphin	0,50	1,00
DRA	T51840	Membrane	Draeger Dolphin	6,00	12,00
DRA	T51841	Dosiereinheit 60%	Draeger Dolphin	42,30	71,90
DRA	T51842	Dosiereinheit 40%	Draeger Dolphin	41,30	70,20
DRA	T51874	Inflatorschlauch 940mm	Draeger Dolphin	34,20	58,10
DRA	T51875	Faltenschlauch	Draeger Dolphin	29,20	49,60
DRA	T51878	Kappe	Draeger Dolphin	2,50	5,00
DRA	T51879	Membran-Set	Draeger Dolphin	5,20	8,40
DRA	T51880	Mundstueck-Set	Draeger Dolphin	10,80	21,60
DRA	T51881	Inflator-Set	Draeger Dolphin	29,00	49,30
DRA	T51882	Dichtungs-Set	Draeger Dolphin	4,90	9,80
DRA	T51884	Scheibe	Draeger Dolphin	6,50	13,00
DRA	T51885	Innenblase	Draeger Dolphin	86,70	138,70
DRA	T51886	O-Ring	Draeger Dolphin	0,20	0,40

# DRÄGER + OXY-SPY E-Teile Preisliste 2002

Herst Teile Nr.	Bezeichnung	Gerät	Händler EK €	empf. VK €
DRA T51887	O-Ring	Draeger Dolphin	0,20	0,40
DRA T51890	Kalkbehälter	Draeger Dolphin	207,90	332,60
DRA T51894	Blindstopfen mit Dichtung	Draeger Dolphin	8,50	17,00
DRA T51894	Blindstopfen HD mit Dich.	Draeger Dolphin	8,50	17,00
DRA T51948	Blasenabweiser Grün	Draeger Ray	9,50	19,00
DRA T51973	Druckmesser-Schutzkappe	Draeger Dolphin	8,40	16,80
DRA T51975	Aufkleber	Draeger Dolphin	2,40	4,80
DRA T51976	Finimeter, Wasserdicht	Draeger Dolphin	57,10	91,40
DRA T51983	Anschluss, Rot	Draeger Dolphin	7,20	14,40
DRA T51984	Anschluss, Schwarz	Draeger Dolphin	7,20	14,40
DRA T51988	Stange	Draeger Dolphin	13,40	26,80
DRA T51989	Schraubring	Draeger Dolphin	16,20	27,50
DRA T51990	Sieb	Draeger Dolphin	14,90	29,80
DRA T51991	Walze	Draeger Dolphin	4,50	9,00
DRA T51994	Feder	Draeger Dolphin	3,30	6,60
DRA T51996	Stift	Draeger Dolphin	4,70	9,40
DRA T52000	Doppelatemschlauch	Draeger Dolphin	302,50	484,00
DRA T52003	Ausatembeutel	Draeger Dolphin	83,20	133,10
DRA T52004	Einatembeutel	Draeger Dolphin	76,90	123,00
DRA T52008	Scheibe	Draeger Dolphin	7,70	15,40
DRA T52009	Sieb	Draeger Dolphin	16,80	28,60
DRA T52018	Mutter	Draeger Ray/Dolphin	0,20	0,40
DRA T52019	Schraube	Draeger Ray/Dolphin	0,50	1,00
DRA T52042	Walze/Zylinder	Draeger Ray	21,90	37,20
DRA T52081	Faltenschlaucheinheit	Draeger Ray	38,10	64,80
DRA T52100	MG Flaschenventil	Draeger Dolphin	90,90	145,40
DRA T52114	Ventilscheibe	Einatem-Ausatemschlauch	2,90	5,80
DRA T52115	Bebänderung komplett	Draeger Dolphin	389,00	622,40
DRA T52117	Mutter	Draeger Dolphin	4,10	8,20
DRA T52121	Stift	Draeger Dolphin	7,70	15,40
DRA T52127	Scheibe	Draeger Dolphin	0,50	1,00
DRA T52130	Ventil	Draeger Dolphin	65,60	105,00
DRA T52132	Ventil	Draeger Dolphin	65,60	105,00
DRA T52133	Beutel, klein	Draeger Dolphin	26,30	44,70
DRA T52134	Beutel, gross	Draeger Dolphin	42,90	72,90
DRA T52135	Manometerleitung	Draeger Dolphin	77,10	123,40
DRA T52136	Lager	Draeger Dolphin	15,80	26,90
DRA T52137	Schlauch	Draeger Dolphin	1,80	3,60
DRA T52147	Flowmeter	Draeger Ray	59,20	94,70
DRA T52148	E-Set Ventilspindel	Draeger Dolphin	22,50	38,30
DRA T52149	E-Set Ventilunterspindel	Draeger Dolphin	16,40	27,90
DRA T52150	Mutter	Draeger Dolphin	1,10	2,20
DRA T52153	Handradkappe	Draeger Dolphin	1,80	3,60
DRA T52159	Schutzrohr	Draeger Dolphin	5,40	10,80
DRA T52160	E-Set Berstsicherung	Draeger Dolphin	12,00	24,00
DRA T52161	Verschlusschraube	Draeger Dolphin	20,60	35,00
DRA T52170	Mutter	Draeger Dolphin	7,20	14,40
DRA T52173	Adapterteilbefuellung	Draeger Dolphin	41,90	71,20
DRA T52174	O-Ring	Draeger Ray	2,20	4,40
DRA T52175	Bypass Ventil 50%	Draeger Ray	121,40	194,20
DRA T52176	Dichtkratereinsatz	Draeger Ray	10,50	21,00
DRA T52177	Schlauch	Draeger Ray	18,00	30,60
DRA T52182	Gehäuse	Draeger Ray	20,20	34,30
DRA T52184	Sieb	Draeger Ray	3,70	7,40
DRA T52189	Anschluss Schwarz	Draeger Ray	9,00	18,00
DRA T52190	Anschluss, Rot	Draeger Ray	9,00	18,00
DRA T52191	Gehäuse	Draeger Ray	19,30	32,80
DRA T52201	Ventil	Draeger Dolphin	55,60	89,00
DRA T52208	Faltenschlauch	Draeger Ray	17,70	30,10
DRA T52227	E-Set Ring	Draeger Ray/Dolphin	7,10	14,20
DRA T52228	Workshop Kit	Draeger Dolphin	228,50	365,60

## DRÄGER + OXY-SPY E-Teile Preisliste 2002

Herst Teile Nr.	Bezeichnung	Gerät	Händler EK €	empf. VK €
DRA T52229	Scheibe	Draeger Dolphin	1,70	3,40
DRA T52230	Scheibe	Draeger Dolphin	2,20	4,40
DRA T52231	Ventil	Draeger Dolphin	16,50	28,10
DRA T52232	Inflatormundstück	Draeger Dolphin	46,90	79,70
DRA T52233	Faltenschlauch	Draeger Dolphin	20,60	35,00
DRA T52234	Inflatorschlauch	Draeger Dolphin	39,00	66,30
DRA T52235	Innenblase	Draeger Dolphin	85,30	136,50
DRA T52236	Dichtung	Draeger Dolphin	1,90	3,80
DRA T52237	Innentasche	Draeger Dolphin	18,30	31,10
DRA T52238	O-Ring	Draeger Ray/Dolphin	1,30	2,60
DRA T52242	E-Set Schutzkappe	Draeger Dolphin	3,20	6,40
DRA T52246	Blindstopfen	Draeger Ray/Dolphin	5,10	10,20
DRA T52250	Dosierpruefgeraet	Draeger Dolphin	70,50	112,80
DRA T52263	Scheibe	Draeger Ray/Dolphin	1,80	3,60
DRA T52265	Octopus Nitrox 2	Draeger Ray	125,10	200,20
DRA T52266	Kit-Druckminderer	Draeger Dolphin	24,00	40,80
DRA T52268	Kit-Bypassventil	Draeger Dolphin	20,20	34,40
DRA T52271	O2-Pool Dosierung	Draeger Dolphin	62,40	99,80
DRA T52292	Mitteldruckschlauch	Draeger Ray	55,20	88,30
DRA T52300	Scheibe	Draeger Dolphin	0,50	1,00
DRA T52301	Scheibe	Draeger Ray/Dolphin	2,60	5,20
DRA T52415	Satz Spanngurt	Draeger Dolphin	37,10	63,10
DRA T52416	Satz Schrauben	Draeger Dolphin	8,00	16,00
DRA T53016	Doppelatemschlauch	Draeger Ray	93,40	149,40
DRA T53017	Kalkbehaelter	Draeger Ray	69,70	111,50
DRA T53018	Jacket 1.Schwarz/Grau	Draeger Ray	408,30	653,30
DRA T53021	Inflatorschlauch	Draeger Ray	17,20	29,20
DRA T53042	Walze	Draeger Ray	21,90	37,20
DRA T53043	Ring	Draeger Ray	11,10	22,20
DRA T53045	Deckel	Draeger Ray	14,70	29,40
DRA T53048	Bypassventil 32%	Draeger Ray	122,70	196,30
DRA T53055	Jacket 2. Rot/Grau	Draeger Ray	408,30	653,30
DRA T53058	Manometer Mix 200 bar	Draeger Dolphin	43,90	74,60
DRA T53058	Manometer Mix 200 bar	Draeger Ray	43,90	74,60
DRA T53059	Manometer Mix 3000 psi	Draeger Raz/Dolphin	43,90	74,60
DRA T53070	Drehkupplung	Draeger Ray/Dolphin	4,10	8,20
DRA T53072	Schlauch	Draeger Ray	21,10	35,90
DRA T53073	Bolzen	Draeger Ray	1,20	2,40
DRA T53075	Schraube	Draeger Ray	4,60	9,20
DRA T53080	Signalpfeife	Draeger Ray	2,20	4,40
DRA T53084	E-Set Gehäuse	Draeger Ray	38,10	64,80
DRA T53085	E-Set Bypassventil	Draeger Ray	8,40	16,80
DRA T53086	E-Set Membrane	Draeger Ray	16,20	27,50
DRA T53087	E-Set Deckel	Draeger Ray	32,70	55,60
DRA T53088	E-Set Druckminderer	Draeger Ray	24,80	42,20
DRA T53104	Atembeutel	Draeger Ray	90,40	144,60
DRA T53105	Ventil	Draeger Ray	13,20	26,40
DRA T53106	Scheibe	Draeger Ray	4,00	8,00
DRA T53107	Tarierblase	Draeger Ray	74,40	119,00
DRA T53108	Druckminderer 02/200 bar	Draeger Ray	82,10	131,40
DRA T53110	Dichtung	Draeger Ray	1,30	2,60
DRA T53240	Schild	Draeger Dolphin	2,90	5,80
DRA T53274	Dichtkratereinsatz	Draeger Ray	15,30	26,00
DRA T53275	Bypassventil 40%	Draeger Ray	122,70	196,30
DRA T53276	Dichtkratereinsatz	Draeger Ray	15,30	26,00
DRA T53277	Sinterscheibe	Draeger Ray	1,00	2,00
DRA T53324	Kummerbund XS	Draeger Ray	12,10	24,20
DRA T53325	Kummerbund S	Draeger Ray	13,30	26,60
DRA T53326	Kummerbund M	Draeger Ray	14,50	29,00
DRA T53327	Kummerbund L	Draeger Ray	15,70	26,70
DRA T53328	Kummerbund	Draeger Ray	16,90	28,70

## DRÄGER + OXY-SPY E-Teile Preisliste 2002

Herst Teile Nr.	Bezeichnung	Gerät	Händler EK €	empf. VK €
DRA T53329	Atembeutel II	Draeger Ray	117,60	188,20
DRA T53331	Gerätegehaeuse Schwarz	Draeger Dolphin	155,70	249,10
DRA V11118	Set Dichtung f.Oberspind.	Draeger Dolphin	3,90	7,80
DRA V11119	Set Ventiloberteil	Draeger Dolphin	18,30	31,10
DRA V11123	Unterspindel	Draeger Dolphin	6,00	12,00
DRA V11124	O-Ring	Draeger Dolphin	1,70	3,40
<b>Ersatzteile Oxy Spy</b>				
DYN 80000	Set Gummitteile	Oxy Spy	6,80	13,60
DYN 80100	O <sup>2</sup> Sensor	Oxy Spy	43,90	74,60
DYN 80200	OxySpy Gehäuse	Oxy Spy	30,40	51,70
DYN 80300	OxySpy Elektronik	Oxy Spy	121,70	194,70
DYN 80400	OxySpy battery CR2430	Oxy Spy Ersatz SUU K5767	3,40	6,80

Art.Nr.	Bezeichnung		P1	P2	P3	P4	unverb.empf. VK inkl. MwSt.		
<b><u>DRÄGER DOLPHIN</u></b>									
87000	T51401	DOLPHIN Gehäuse weiss	CE, bar	ohne Flasche	2397,65	2277,77	2157,89	2038,00	3139,00
87010	T53490	BLACK DOLPHIN	CE, bar	ohne Flasche	2554,12	2426,41	2298,71	2171,00	3349,00
<b><u>DRÄGER RAY</u></b>									
87100	T53000	RAY Europa Farbvers.1		schwarz/grau	1202,35	1142,23	1082,12	1022,00	1789,00
87110	T53100	RAY Europa Farbvers.2		rot/grau	1202,35	1142,23	1082,12	1022,00	1789,00
Die obenstehenden Grundgeräte benötigen eine Nitroxflasche mit Ventil, sowie Dive Sorb damit sie verwendet werden können.									
<b><u>FLASCHE MIT VENTIL</u></b>									
88000	T51792	4l, 200 bar, Nitrox, D	incl. Ventil (M24x2)		178,65	169,72	160,79	151,85	249,00
88010	T51794	4l, 200 bar, Nitrox, CH	incl. Ventil (M24x2)		225,88	214,59	203,29	192,00	315,00
88020	T51413	5l, 200 bar, Nitrox, D	incl. Ventil (M24x2)		259,80	246,81	233,82	220,83	362,00
88030	T51209	2l, 200 bar, D, Bail-Out	incl. Draeger Ventil		154,12	146,41	138,71	131,00	217,00
88040		2l, 200 bar, D, Bail-Out	incl. Z-Ventil		115,29	109,53	103,76	98,00	161,00
<b><u>VENTILE</u></b>									
13615	213051	Monoventil 1 Ausgang	Z-Ventil		30,18	28,67	27,16	25,65	61,00
88100	T52201	Nitroxventil M18x1,5	fuer 4l Flasche		54,14	51,43	48,73	46,02	81,80
88110	T51524	Winkelventil M18x1,5	fuer 5l Flasche, Nitrox		100,00	95,00	90,00	85,00	151,00
88120	T51852	Ventil Mono Nitrox			40,00	38,00	36,00	34,00	67,00
88130	T51277	Ventil Duo Nitrox	f. 8l Flasche		72,94	69,29	65,65	62,00	113,00
88140	V11270	Ventil Mono 200 bar	kleinkonisch G5/8"		49,41	46,94	44,47	42,00	71,65
88150	T51214	Ventil Mono 200 bar	f. Bail-Out System		36,47	34,65	32,82	31,00	54,00
<b><u>ZUBEHÖR</u></b>									
88200	T52248	Adapter DIN/INT M24x2			59,55	56,57	53,60	50,62	90,50
88210	T52244	Oxygauge	ohne Sensor		399,00	379,05	359,10	339,15	548,00
88220	6809977	Sensor Oxygauge			85,88	81,59	77,29	73,00	141,00
88230	OS-A	OxySpy komplett			223,53	212,35	201,18	190,00	320,00
88240	TASCHERAY	Tasche f. Draeger Ray			60,00	57,00	54,00	51,00	100,00
88250	T53330	Mundstück m. Kopfband-Set	Dolphin/Ray		47,06	44,71	42,35	40,00	77,00
88260	T52271	Pool Dosiereinheit 100%O2	Dolphin		56,47	53,65	50,82	48,00	92,00
88270	T52173	Teilbefuellbarkeit	Dolphin		36,47	34,65	32,82	31,00	51,00
88280	T53511	Pool Dosiereinheit	Ray		120,00	114,00	108,00	102,00	204,00
88300	T51603	Dosiereinheit 32% O2	Dolphin		45,88	43,59	41,29	39,00	77,00
88310	T53048	Bypassventil 32% O2	Ray nur Exp.ausserh.EU		144,71	137,47	130,24	123,00	204,00
88320	T53275	Bypassventil 40% O2	Ray nur Exp.ausserh.EU		144,71	137,47	130,24	123,00	204,00
88330	T52147	Flowmeter Skala 2,5-25 l	Ray		57,65	54,77	51,89	49,00	87,00
88340	T51412	UW Manometer Nitrox gross			102,35	97,23	92,12	87,00	173,00
88350	T53487	Schlauchschutz fuer Atem-	schlaeuche		6,76	6,42	6,08	5,75	9,90
88360	B03FSN3	Flaschenschutz Neopren	3mm f. 4+5l Flasche		15,06	14,31	13,55	12,80	25,00
88370	MP795.01.02	Bail-Out Tasche kurz			45,88	43,59	41,29	39,00	77,00
88380	MP795.01.05	Bail-Out Tasche lang			45,88	43,59	41,29	39,00	77,00
<b><u>VERBRAUCHSMATERIAL</u></b>									
88500	6737199	Dive Sorb 4,5 kg	Kanister		18,82	17,88	16,94	16,00	22,10
88510	6737108	Dive Sorb 18 kg	Kanister		72,94	69,29	65,65	62,00	88,40
88520	DO.013	Spezialreiniger EW80 5l	Kanister		63,53	60,35	57,18	54,00	107,40
88530	DO.0131	Spezialreiniger EW80 1l	Kanister		21,18	20,12	19,06	18,00	35,80
88540	DO.014	Desinfektion EW80 DES 5l	Kanister		142,35	135,23	128,12	121,00	240,30
88550	DO.0141	Desinfektion EW80 DES 1l	Kanister		37,65	35,77	33,89	32,00	64,50