

Holger Berghäuser

Beratung, Entwicklung und Vertrieb
für System- und Tauchtechnik
Silcherweg 2
69469 Weinheim
info@hb-best.de



Kreislaufgerät

TR300



Version 2.0 (07.01.2005)



Kreislaufgerät TR 300

1. Beschreibung

Diese Kurzbeschreibung ist lediglich eine Darstellung der technischen Möglichkeiten des TR 300

Für Schäden durch Gebrauch wird nicht gehaftet!

1.1. Bezeichnung

1.1.1. Modellkennzeichen

TR300

1.1.2. Lieferumfang:

- 1 Gehäuse PVC Rohr 65cm lang 180mm Durchmesser
- 1 Atemkalkbehälter mit Kopfteil und Boden
- 1 Neoprenwärmeschutz für Kalkbehälter
- 1 Faltenbalg (Gegenlunge)
- 1 Bypassventil
- 1 Mitteldruckschlauch
- 1 Nadelventil mit Druckschlauch
- 1 Atemschlauch



Abb. 1 TR300 Lieferumfang



1.2. Wichtige Merkmale

- System: Semi Closed Rebreather (SCR)
- Gehäuse: 180x650mm PVC Rohr
- Gasversorgung : von 1x4 Liter bis max. 2x10 Liter Mainmix 50% bis 100% O₂ und Bottommix max 40% Nitrox oder Trimix. (Flaschen, Druckminderer, Finimeter und Bailoutautomat nicht im Lieferumfang)
- CO₂ Absorber: Plexiglasbehälter max. Fassungsvermögen 2.5 kg. Durch Verwendung von Plexiglas ist es möglich die Kalksättigung zu kontrollieren. Da die Verfärbung des Kalks nach längerer Standzeit zurückgeht, ist es bei Verwendung von Spherasorb Atemkalk, unbedingt nötig dies nach jedem Tauchgang zu kontrollieren! Ansonsten droht CO₂ Vergiftung, Tod! Bei Verwendung anderer Kalksorten kann keine Angabe zu Standzeiten und Verbrauchseigenschaften gemacht werden.
- Zwischenfilter: 2 Edelstahl Filterscheiben sorgen für gleichmäßige Durchströmung des Atemkalks, ohne negative Auswirkung auf den Atemwiderstand.
- Atemsack: Faltenbalg aus modifiziertem PVC.
- Bypassventil: Über ein umgebungsdruckautomatisches Bypassventil wird Frischgas in den Einatemsack eingespeist. Außerdem befindet sich am Bypassventil eine Einspeisung für den konstant Flow.
- konstant Flow: Regelbar über ein frei einstellbares Nadelventil.

1.3. Verwendungszweck

Der TR300 ist ein Demonstrationsgerät über den Aufbau von Kreislaufgeräten. Am TR300 kann die Funktionsweise eines Kreislaufgerätes für Ausbildung oder Präsentationen aufgezeigt werden.

Der TR300 ist NICHT als Tauchgerät zugelassen ! (KEINE CE/EN250 Zulassung !)

Fehler in Anwendung und Gebrauch führen zu schweren Verletzungen oder zum Tod !



1.4. Aufbau des Gerätes

Der TR300 ist modular aufgebaut. Alle Bauteile sind leicht auswechselbar. Ein falscher Zusammenbau ist durch unterschiedliche Anschlüsse und farbliche Kennzeichnungen ausgeschlossen.

1.4.1. Gehäuse

Das Gehäuse besteht aus einem PVC-U Rohr und ist 65cm lang mit 180mm Durchmesser. Es dient dem Schutz der einzelnen Baugruppen. Am Boden ist ein Deckel mit Öffnungen zum Wasseraustritt und Schutz der Gegenlunge integriert. Am Kopf ist eine Spannhalterung für die Fixierung des inneren Teils vorgesehen. Das Gehäuse hat Lüftungsöffnungen für Wasser und Luftaustritt.

1.4.2. Flaschen

Im Lieferumfang sind keine Atemgasflaschen enthalten. Es könnten aber zur Funktionsanzeige zwischen 1x4 Liter bis zu 2x10Liter Atemgasflaschen angebracht werden.

1.4.3. Druckminderer

Im Lieferumfang sind keine Druckminderer enthalten. Es könnten aber zur Funktionsanzeige handelsübliche für den jeweiligen Sauerstoffgehalt zugelassene Druckminderer angebracht werden.



1.4.4. Bypass

Um den Kreislauf schnell füllen zu können ist ein Umgebungsdruck abhängiges Membranventil eingebaut. Für die Konstantgas Zuführung ist ein entsprechender Gasanschluss vorgesehen. Der Bypass ist an die Ausatemseite (roter Anschluß) angebaut.



Abb. Kopfteil mit Bypass



1.4.5. Kalkbehälter

Der Kalkbehälter besteht aus Plexiglas. Im inneren sind zwei Edelstahl Filterscheiben eingesetzt. Die obere Filterscheibe hat 35mm Abstand zum Kopfteil, damit die Sensoren Platz finden. Die untere Filterscheibe hat Federn, damit der Atemkalk unter mechanischem Druck bleibt und somit ein Tunneln unterdrückt wird. Zur Montage wird zuerst die obere Filterscheibe eingesetzt, dann wird das Fallrohr eingesetzt, nun der Kalk eingefüllt (Füllhöhe unbedingt beachten !). Abschließend wird die untere Filterscheibe eingesetzt.



Abb.: Atemkalkbehälter



1.4.6. Dosierungsventil

Für die Erzeugung der Konstantgas Zuführung ist ein Nadelventil mit einstellbarer Flussrate vorgesehen. Der Gasfluss kann zwischen 2 und ca. 25 Liter/Minute eingestellt werden. Im Ruhezustand kann der Gasfluss durch das Absperrventil unterbrochen werden (z.B. nach dem Tauchgang)



Abb.: Monogasblock



1.4.7. Gegenlunge

Die Gegenlunge besteht aus einem Faltenbalg mit reisfestem modifizierten PVC. Im unteren Bereich ist das Überdruckventil integriert. Durch die tiefe Anordnung wird eingedrungenes Wasser im Faltenbalg ausgeworfen.



Abb. Faltenbalg mit Verschraubung und Überdruckventil



1.4.8. Doppelatemschlauch

Der Doppelatemschlauch besteht aus dem Einatemschlauch, dem Ventilmundstück und dem Ausatemschlauch.

- Der Einatemschlauch hat eine grüne Kennzeichnung für den Anschluß am TR300.
- Das Ventilmundstück besitzt einen Drehschieber, der nach oben gedreht die Verbindung zwischen dem Atemkreislauf des Gerätes und dem Atemweg freigibt. Nach unten gedreht sperrt es diese Verbindung ab. Diese Technik demonstriert die Möglichkeit unter Wasser das Ventilmundstück aus dem Mund zu nehmen und wieder anzulegen, ohne das Wasser in den Atemkreislauf des Gerätes eindringt und die Kalkpatrone unbrauchbar wird.
- Der Ausatemschlauch hat eine rote Kennzeichnung für den Anschluß am TR300.



Abb. Doppelatemschlauch



1.4.9. Überdruckventil

Das Überdruckventil ist im Faltenbalg befestigt. Das Ventil öffnet bei einem Überdruck der zwischen 11 und 17 cm WS einstellbar ist. Die Einstellung kann individuell dem Gasfluss und dem Komfort angepasst werden



Abb. Überdruckventil

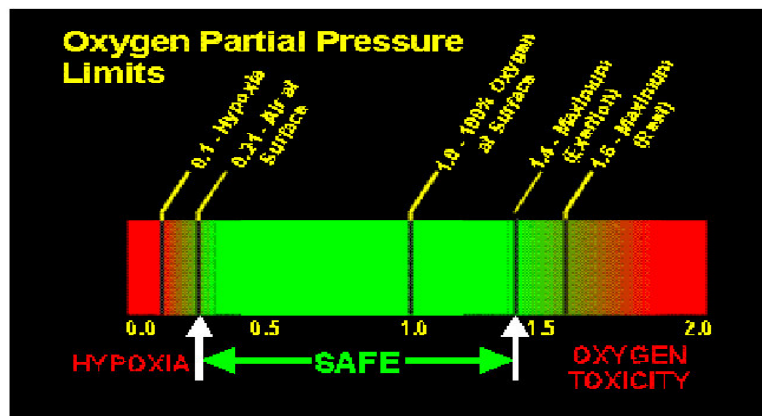


1.5. Wirkungsweise

Der TR300 ist ein Kreislaufsystem mit halbgeschlossenen System. Diese Gerät ist vergleichsweise zu offenen Systemen im Gasverbrauch durch eine teilweise Aufbereitung des Ausatemgases und dessen Reinigung von CO₂ äußerst sparsam.

Unabhängig vom Sauerstoffverbrauch, der ständig wechseln kann (siehe Bild) und einer theoretischen Tauchtiefe ermöglicht es diese Gerät den O₂ Partialdruck in vertretbaren Grenzen zu halten.

Zur Versorgung bei der Demonstration können verschieden Sauerstoff-Stickstoff Mischgase verwendet werden.



Der Bedarf von 0.8 l/min entspricht einem Taucher in Ruhe, der max. Bedarf von 2.5 l/min entspricht einem Taucher mit normalen ruhigen Flossenschlag. Bei anstrengenden (Strömung) Tauchgängen muss mit einem höheren Bedarf gerechnet werden und entsprechend der Flow/min erhöht werden.

1.5.1. Funktionsbeschreibung

Der TR300 wird aus einer oder maximal zwei Gasvorratsflaschen (je nach Demonstration) versorgt.

Dieses Mischgas strömt bei geöffneten Ventilen zu dem/den Druckminderer/en die es auf einen konstanten Arbeitsdruck mindern. Bei einer Gasvorratsflasche wird es dem Dosierventil direkt zugeführt. Bei zwei Gasvorratsflaschen wird das Gasgemisch über einen Gasumschaltblock (switchblock) dem Dosierventil zugeführt.

Der TR300 lässt sich für die Demonstration mit variablen Dosierungen einstellen, welche verschiedene Tauchgangsprofile nachstellen.

Die dosierte Mischgasmenge bleibt unabhängig von der Tauchtiefe konstant (bei entsprechend modifizierten Druckminderer).

In der Ausatemphase wird das Ausatemgas über das Mundstück und den Ausatemschlauch zum TR300 und zum Ausatembeutel geführt.



Das dosierte Mischgas gelangt über die Bypassdose in den Ausatembereich und vermischt sich mit dem Ausatemgas.

Das aufbereitet Gasgemischt wird über den Einatembereich und den Einatemschlauch zum Mundstück geführt.

Der Kreislauf wird über den Kalkbehälter geschlossen.

Der Kalkbehälter ist wieder auffüllbar und hat die Aufgabe das mit CO_2 verunreinigte Ausatemgas zu reinigen, bevor es wieder in den Einatemschlauch gelangt.

Gesteuert wird die Kreislaufrichtung durch die dicht am Mundstück angebrachten Steuerventile.

Eine einwandfreie Funktion der Steuerventile ist für eine gefahrlose Demonstration unbedingt erforderlich.

Parallel zur eingestellten Dosierung ist im Bypass ein Umgebungsdruck abhängig Mischgasventil für Zusatzdosierung angeordnet.

Beim Ansprechen des Zusatzventils strömt eine große Menge Mischgas in den Gerätekreislauf, wie es zum Beispiel zum Auffüllen des Kreislaufes bei sehr schnellem Abtauchen erforderlich werden könnte.

Überschüssiges Gas entweicht aus dem Grätekreislauf durch das Überdruckventil (halb geschlossenes System).

Das Überdruckventil ist im Atemanbeutel angeordnet. Es entweicht daher nur CO_2 angereichertes Atemgas aus dem Gerät

1.5.2. Mischgas und Dosierungswahl

1.5.3. Besonderheiten des TR300

Wie von der allgemeinen Taucherei her bekannt, sind ab gewissen Tauchzeiten und Tauchtiefen Austauschzeiten für den Aufstieg unerlässlich. Für den TR300 können bei der Demonstration die bekannten Luftaustauschtabellen für halbgeschlossene Kreislaufgeräte verwendet werden.

1.5.4. O₂ Partialdruckkurven

O₂ Partialdruckkurven für den TR300 an Hand einiger Beispielgasgemische in Abhängigkeit der Tauchtiefen und des O₂ Verbrauches.

1.6. Technische Daten

1.6.1. Allgemeines

Geräteprinzip: Kreislaufgerät mit halbgeschlossenen System und frei wählbarer einstellbarer Konstantdosierung.

Verwendung als: Demonstrationsgerät

Abmessungen: Länge ca. 700 mm (über alles), 180mm Durchmesser

Gerätegewicht (leer):

Gerätegewicht (komplett)

1.6.2. Gerätegehäuse

HardPVC

1.6.3. Atembeutel

Anzahl: ein Atembeutel als Faltenbalg

Volumen: max. 8 Liter, im Gehäuse max. 6 Liter bei einem Differenzdruck von 30cm WS

Material: modifiziertes PVC kälteelastisch bis -10°C

1.6.4. Überdruckventil

Abblasedruck: einstellbar zwischen ca. 11 – 35 cm WS

1.6.5. Doppelatemschlauch

Anschlüsse: verwechslungssicher durch unterschiedliche farbliche Kennzeichnung.

Steuerventile: je ein Ein- bzw. Ausatemventil

1.6.6. Kalkbehälter

Füllmenge: ca. 2.5 Liter

Material: Plexiglasrohr transparent

Füllöffnung: doppelt O-Ring gedichtet 140mm Durchmesser

Anschlüsse: einfach O-Ring gedichtet

Füllung: Spherasorb

Der TR300 ist ein Demonstrationsgerät und für den Gebrauch nicht mit CE/EN250 zugelassen.

Die folgenden Kapitel dienen nur dem Verständnis !



2. Gebrauch

2.1. Vorbereitung vor dem Gebrauch

2.1.1. Mischgas

Entsprechend des vorgeschriebenen Tauchtiefenbereichs ist das richtige Mischgas bereitzustellen

Es ist auf genauen Fülldruck und O₂ Anteil der Mischgasfüllungen zu achten. Besonders bei Verwendung von zwei Mischgasen (Verwechslungsgefahr)

2.1.2. Flaschen

Die Mischgasflaschen werden links und rechts am Trägerrohr (Gehäuse) mit den Spanngurten befestigt. Bis zu einem Flaschenvolumen von 4 Liter können die Flaschen mit den Ventile nach unten gerichtet montiert werden. Größere Flaschenvolumen sollten der besseren Gewichtsverteilung mit den Ventilen nach oben montiert werden.

Bei Montage an nur eine Flasche (z.B. 10 oder 12 Liter) wird die Flasche mit den Ventilen nach oben an einem Jacket montiert und der TR300 mit Edelstahlhalterung und Flaschenband montiert.

- schraube den Druckminderer vorsichtig von Flaschenventil ab. Bei der Mainmix Mischgasflasche ist noch ein Adapter zwischen Ventil und Druckminderer
- nehme die Mischgasflasche vorsichtig ab. Die Flaschen sind mit einem Flaschenband am Gehäuse fixiert und können nach Öffnen des Bandes nach unten oder oben herausgezogen werden.
- Lasse die Druckflasche mit dem entsprechenden Gemisch befüllen. ACHTUNG: Bottommix max. 40% Sauerstoff !
- Baue die Flaschen wieder in der richtigen Position an. Das Flaschenband muss gut schließen und der NITROX Aufkleber muss lesbar sein.
- Schraube die Druckminderer wieder an die Mischgasflaschenventile an. Achte auf den Adapter !. Alles Handfest anziehen !
- Kontrolliere nochmals die richtige Druckflaschen Anordnung. Bottomgas rechts, Mainmix links !
- Prüfe durch vorsichtiges aufdrehen der Druckflaschenventile ob alles dicht ist

2.1.3. Druckminderer

Es kommen Druckminderer aus dem Sporttauchbereich zum Einsatz. Für konstante Dosierung sollte der Druckminderer keinen Tauchtiefen abhängigen Anstieg des Mitteldrucks haben. Dazu muss der Druckminderer modifiziert

werden. Modifizierte Druckminderer sollten gut gekennzeichnet werden und verlieren durch die Modifikation ihre Zulassung (CE/EN250) !

Es können auch unmodifizierte Druckminderer eingesetzt werden es kommt dabei mit zunehmender Tiefe zu einer höheren Dosierung. Der zusätzliche Verbrauch sowie der höhere Sauerstoffgehalt im Kreislauf muss in der Tauchgangsplanung berücksichtigt werden.

Bei Switchblock System sollten beide Mitteldrücke identisch sein, wenn von beiden Mischgasen die selbe Dosierung erfolgen soll !

Die Gasflaschen und Automaten befinden sich zur linken und rechten des Grundgerätes.

2.1.4. Dosierung

Die korrekte Einstellung der Dosierung wird am Nadelventil vorgenommen. Bei mono System direkt am Druckminderer, bei Switchblock Systemen am Switchblock. Die Einstellung wird mittels eines Durchflussmessers unmittelbar vor dem Tauchgang kontrolliert.

- Prüfgerät Verbindungsschlauch an die Dosierungsleitung des TR300 anschließen.
- Den Durchflussmesser lotrecht aufstellen.
- Flaschenventil der angeschlossenen Mischgasflasche langsam öffnen. Bei Switchblock System mit beiden Mischgasen prüfen.
- Wert am Durchflussmesser ablesen und Dosierung einstellen

2.1.5. Kalkbehälter

Der Kalkbehälter ist durchsichtig um die Farbveränderung des Atemkalks (Spherasorb) zu sehen. Der Spherasorb Atemkalk verfärbt sich zunehmend lila bei Aufsättigung mit CO₂. Die Filterscheiben sollten immer in der gezeigten Anordnung im Atemkalkbehälter eingebracht werden. Die Reinigung und Desinfektion der Filterscheiben ist ebenfalls wichtig und sollte sehr regelmäßig durchgeführt werden. Die Bodenplatte sollte immer handfest angezogen und verschlossen werden. Achte auch auf korrekten und sauberen Sitz der O-Ringe.

Um den Atemkalkbehälter zu befüllen befolge folgenden Ablauf:

- Öffne den TR300.
- Schraube den Bypass vorsichtig ab. Achtung Dichtungsring nicht verlieren.
- Ziehe das Innenteil vorsichtig heraus
- öffne den Bodendeckel (Faltenbalg) durch lösen der drei Edelstahlhalter
- entferne die untere Filterscheibe (mit den Federn) durch mit der Hand geführtes herausziehen



- Fülle nun etwa den halben Behälter mit Atemkalk und drücke den Atemkalk etwas fest.
- fülle nun die zweite Hälfte des Behälters (achte darauf, das kein Atemkalk durch das Koaxialrohr verloren geht)
- lege nun die Filterscheibe ein und drücke nochmals den Atemkalk fest.
- setze den Bodendeckel wieder auf. Achte darauf, das die äußeren O-Ringe gut schließen.
- Schraube die drei Edelstahlhalter mit den Handschrauben wieder handfest an.
- Lege die Neoprenmanschette wieder fest um den Behälter
- Stecke nun das Innenteil wieder vorsichtig hinein.
- Schraube den Bypass wieder an. Dichtungsring nicht vergessen
- Verschließe den TR300 wieder.

2.1.6. Faltenbalg

Der Faltenbalg ist vor jedem Gebrauch optisch auf Risse oder Beschädigungen zu prüfen. An den Anschlüssen sind die O-Ringe zu prüfen und regelmäßig zu fetten. Alle Schellen und Verschraubungen müssen fest und gesichert sein !

- Öffne den TR 300.
- Schraube den Bypass vorsichtig ab. Achtung Dichtungsring nicht verlieren.
- Ziehe das Innenteil vorsichtig heraus
- löse die drei Edelstahlhalter
- nehme den Faltenbalg heraus.
- Prüfe auf Wassermengen im Faltenbalg
- Prüfe die O-Dichtringe
- Befestige den Faltenbalg wieder am Atemkalkbehälter.
- Schraube die drei Edelstahlhalter mit den Handschrauben wieder handfest an.
- Stecke nun das Innenteil wieder vorsichtig hinein.
- Schraube den Bypass wieder an. Dichtungsring nicht vergessen
- Verschließe den TR300 wieder.

2.1.7. Doppelatemschlauch

Die Funktion der Steuerventile ist am Ein- und Ausatemschlauch einzeln zu überprüfen. Beim Durchblasen in der vorgeschriebenen Flussrichtung muss sich das Steuerventil leicht öffnen, beim Ansaugen darf keine Luft nachströmen.



Die richtige Funktion der Steuerventile ist für ein gefahrloses Tauchen unerlässlich. Doppelschlauch montieren entsprechend der farblichen Markierung montieren. Auf Dichtscheiben achten !

2.1.8. Überdruckventil

Der Taucher hat die Möglichkeit das Überdruckventil auf einen für ihn angenehmen Abblasedruck einzustellen.

Durch die Einstellung lassen sich die Atemwiderstände des TR300 in gewissen Grenzen beeinflussen.

Die Atemwiderstände sind am geringsten, wenn der Abblasedruck des Überdruckventils dem hydrostatischen Wasserdruck zwischen dem Atemzentrum und der Position des Ü-Ventiles entspricht. Da dieser hydrostatische Wasserdruck von der jeweiligen Schwimmlage des Tauchers abhängig ist, sollte das Überdruckventil entsprechend der häufigsten Schwimmlage eingestellt werden.

Zur Einstellung ist das Überdruckventil am Faltenbalg entsprechend der Markierung + / - zu verdrehen. Bei + wird der Ansprechdruck größer, bei – wird der Ansprechdruck geringer.

2.1.9. Dichtigkeitsprüfung

Nachdem alle Baugruppen zusammen gesetzt sind und angeschlossen sind, ist das Gerät auf Dichtigkeit zu prüfen. Alle O-Ring Anschlüsse werden nur handfest angezogen. Die Baugruppe wird zum testen nicht in das Rohrgehäuse eingesetzt !

- Über das Ventilmundstück wird der TR300 bei geschlossenen Mischgasflaschen vollständig leergeatmet. Der zusammengepresste Faltenbalg darf sich bei einem dichten Gerät nicht entspannen. Das leergeatmete Gerät muss einige Minuten beobachtet werden.
- Die Mischgasflaschen werden geöffnet und über den Bypass der Atemkreislauf aufgefüllt. Das Ventilmundstück muss dabei geschlossen sein. Der Faltenbalg muss mindesten 1 Minute aufgespannt verbleiben.

Das Gerät ist tauchklar, nachdem die Baugruppe in das Gehäuse eingesetzt und festgehakt ist. Es ist darauf zu achten, das beim einschieben der Faltenbalg nicht eingeklemmt wird.

2.1.10. Tarierweste

Am TR300 kann jedes Tariersystem angebaut werden, das es ermöglicht zwei Schrauben aufzunehmen. Bei den ADV-Jackets z.B. SeaQuest PRO QD, oder jedes TEC Wing z.B DiveSystem TECH REC.



2.1.11. Bailout

Für den Notfall empfiehlt es sich mindestens einen zusätzlichen Atemregler an der Mischgasflasche mit dem niedrigsten Sauerstoffgehalt zu befestigen. Ein zweiter Atemregler kann bei Austauschpflichtigen Tauchgängen zusätzlich an der Mischgasflasche mit dem hohen Sauerstoff zum Austauschen benutzt werden. Die Mitnahme von zusätzlichen Atemgasflaschen (Stages) ist empfohlen.

2.1.12. Sauerstoffüberwachung

Der TR300 bieten die Möglichkeit Sauerstoffsensoren im Einatembereich unterzubringen womit die Sauerstoffkonzentration der Einatemluft gemessen werden kann.

2.2. Sicherheitshinweise

Das Ventilmundstück darf niemals – weder über noch unter Wasser – aus dem Mund genommen werden, ohne dass das Mundstückventil vorher geschlossen wurde. Wassereinbruch hebt die Absorptionswirkung des Atemkalkes auf und führt zum Versagen des TR300.

Der Atemkalk ist immer dann zu erneuern, wenn die Mischgasflaschen gewechselt oder neu gefüllt werden.

Es dürfen nie volle Mischgasflaschen zusammen mit einer teilweise oder ganz verbrauchten Atemkalkfüllung verwendet werden.

Die Leistungsfähigkeit der CO₂ Bindungspatrone ist auf den Gasvorrat des TR300 mit einer max. Tauchzeit von 300 Minuten in warmen Wasser, bei mäßiger Anstrengung abgestimmt. Mit einer Gas- und Atemkalkfüllung dürfen bei Übungen auch mehrere Tauchgänge nacheinander durchgeführt werden, wenn diese nicht länger als 12 Stunden auseinander liegen. Während der Tauchpause ist das Ventilmundstück geschlossen zu halten.



2.3. Pflege des TR 300

Nach allen Tauchgängen und Übungen muss der TR300 wieder ordnungsgemäß hergerichtet werden.

Dazu ist erforderlich:

2.3.1. Reinigung

- Aus hygienischen Gründen sollte jede zum Atemkreislauf gehörende Baugruppe in einem Desinfektionsbad gereinigt, zumindest aber mit klarem Leitungswasser gespült werden.
ACHTUNG: kein Essig oder essighaltige Reiniger verwenden !
- Vor der Reinigung ist der Kalkbehälter aus dem Gerät zu entfernen, zu entleeren und dann gesondert von den übrigen Baugruppen zu spülen.
ACHTUNG: Der Atemkalk bildet mit Wasser eine starke Lauge, die nicht mit den übrigen Baugruppen in Verbindung gebracht werden darf.
- Den TR300 äußerlich mit klarem Leitungswasser gut abspülen.
- Faltenbalg, Atemschläuche mit Ventilmundstück vom TR300 lösen und in einem Desinfektionsbad, zumindest jedoch mit klarem Leitungswasser durchspülen.
- Es ist bei der Reinigung darauf zu achten, dass keine Feuchtigkeit in die Anschlüsse des Druckminderers, des Bypass und der Dosierung gelangen kann.
- Alle Teile sind anschließend an einem schattigen und luftigen Ort zu trocknen und danach wieder zu montieren.

3. Wartung

3.1. Transport und Lagerung

Beim Transport des TR 300 zu oder von einem Tauchplatz sollte Dir immer die folgenden Fragen durch den Kopf gehen. Habe ich wirklich alles dabei was ich am Tauchplatz benötige. Wenn ich Teile nicht mitnehmen kann, kann ich diese dann vor Ort bekommen ?. Das Erstellen einer Checkliste ist eine gute Idee damit nichts vergessen geht. Prüfe immer alles was Du ein- / auspackst auf Beschädigung. Nehme alle wichtigen Werkzeuge mit, die Du für das Zusammenbauen benötigst. Reinigungsmittel und Behälter (Beutel) zur Entsorgung des verbrauchten Atemkalks. Den Rebreather und den Atemkalk nicht im Auto lagern, wenn Frostgefahr besteht, ebenfalls nicht im Sommer wenn sich das Auto extrem aufheizt. Der Atemkalk würde sonst einfrieren oder zu trocken werden !



Bevor der TR 300 gelagert wird, sollten alle Komponenten gründlich gereinigt, desinfiziert und auch getrocknet sein und an einem kühlen, schattigen Ort in einer Transportkiste gelagert werden. Feuchtigkeitsreste sind ein gutes Milieu für Bakterienwachstum. Der frische Atemkalk sollte ebenfalls den Herstellerangaben entsprechend kühl, trocken und schattig gelagert werden.

3.2. Service

1. Unter hohem Druck stehende Gase erfordern einen sorgfältigen Umgang. Alle Anschlüsse sollten daher sauber und frei von Beschädigungen sein. Sauerstoff ist verbrennungsfördernd. Sauerstoff unterstützt die Verbrennung von den meisten Brennstoffen, Schmierstoffen und Ölen besonders wenn der Sauerstoff unter hohem Druck und hochkonzentriert ist. Das Einhalten der Sicherheitsvorschriften beim Umgang mit Sauerstoff und bei der Lagerung ist unbedingt zu beachten.
2. Reinige den gesamten Atembereich nach Gebrauch. Benutze dazu einen antibakteriellen Reiniger z.B. EW80des. Spüle dann danach alle Teile mit frischem Wasser um den Reiniger vollständig zu entfernen. Benutze keinen Atembereich oder Atemkalk welches ein anderer in Benutzung hatte, ohne diesen vorher gründlich zu reinigen oder zu ersetzen.
3. Das füllen der Druckflaschen erfordert besondere Aufmerksamkeit. Die 2 Liter Flaschen werden beim füllen schnell sehr warm. Besonders beim Gas mischen (Partialdruckmethode) ist auf Kühlung der Flaschen zu achten. Alle Druckflaschen sollten anschließend analysiert und entsprechend des Inhalts beschriftet werden.
4. Benutze die „pre dive“ und „post dive“ Checkliste.



4. Anmerkungen

Das Tauchen mit einem Kreislaufgerät ist anders als mit den offenen Automaten. Einige Übungen, die speziell für den Umgang mit dem Kreislaufgerät über und unter Wasser generiert wurden, sollte probiert und verstanden sein. Im Laufe der Zeit wird der Umgang mit dem TR 300 immer vertrauter werden und das Gefühl für die Stille und das Schweben unter Wasser wird zum vollem Genuss. Mit der Anzahl der Tauchgänge wirst Du auch ein Gefühl für die Geräusche und den Atemwiderstand bekommen. Jede Abweichung sollte Dich dann alarmieren entweder das Gerät zu überprüfen „Bubble“ Handzeichen zum Tauchpartner oder den Tauchgang abubrechen, eventuell mit einem sofortigen Wechsel auf den Bailout Automaten. **(WICHTIG: IMMER DAS ATEMSCHLAUCH-MUNDSTÜCK VERSCHLIESSEN wenn NICHT im MUND !!!).**

- **„pre dive“**
Vor dem Tauchgang das Gerät komplett zusammen bauen und alle „pre dive“ checks durchführen. Mundstück ist IMMER verschlossen solange das Mundstück nicht im Mund ist !!! Vor dem Tauchgang, FLASCHEN öffnen (Finimeter !) dann (z.B. beim Flossenanziehen) das Mundstück in den Mund nehmen, Schieber öffnen und Atemkreislauf „spülen“. dann ruhig aus dem Kreislauf atmen. Dadurch wird der Atemkalk schon mit CO₂ versorgt und beginnt Wärme und Feuchtigkeit zu produzieren, wodurch der Wirkungsgrad steigt. Wenn nicht gleich abgetaucht wird und z.B. zur Abstiegstelle geschwommen wird, Mundstück verschließen und aus dem Mund nehmen. Über Wasser nicht unter Anstrengung aus dem Kreislauf atmen. Dann nach wieder Aufnahme des Mundstück Kreislauf wieder „spülen“.
- **„dive“**
Unter Wasser auf die Geräusche achten. Der erste „Bubble“ check sollte so zwischen 3 – 5 Meter erfolgen. Buddy prüft ! (Handzeichen). Ständig den PO₂ Wert kontrollieren, eventuell kurz den Kreislauf spülen, damit der PO₂ Wert über 1.4 steigt oder Sauerstoff über das Tastventil zuführen damit der PO₂ nicht unter 1.0 fällt..
- **„post dive“**
Das Mundstück solange im Mund behalten bis Du aus dem Wasser bist, dann Mundstück verschließen. Wenn Du an der Oberfläche ein Stück schwimmen musst, dann Mundstück verschließen und aus dem Mund nehmen. Niemals an der Oberfläche unter Anstrengung aus dem Kreislauf atmen !. Mundstück gut verschlossen halten. An Land/Boot Druckflaschen schließen. Gerät auseinander bauen und reinigen. Dabei auf Farbe des Atemkalk und auf Wassereinbruch achten.



5. Übungen:

5.1. Atemkreislauf Spülen an Land / Unterwasser

Der Stickstoff der normalen Atemluft befindet sich immer noch im Atemkreislauf und in der Lunge. Damit sich nicht diese Luft erst langsam mit dem Pre Mix vermischen muss wird durch 3-maliges Spülen des Atemkreislauf das System mit dem Pre Mix gespült. Das muss immer gemacht werden, wenn etwas anderes als aus dem Kreislauf geatmet werden soll (Switchblock Mischgasumschaltung). (z.B. Zurück-Wechseln vom Bailout). Einatmen, durch die Nase (also in die Maske) ausatmen, 3 x wiederholen !

5.2. Herausnehmen des Mundstück über/unter Wasser

Beim herausnehmen des Mundstücks immer das Mundstück mit dem Schieber verschließen! Sonst säuft der Rebreather ab. Bei wieder aufnehmen des Mundstücks das Mundstück ausblasen und den Schieber öffnen !

5.3. Atemschlauch „ausschütteln“

Durch Kondenswasser (Atem) oder durch Wassereinbruch kann es zu Wasser im Atemschlauch kommen. Kleine Mengen Wasser können durch herausnehmen des Mundstücks (verschließen nicht vergessen ! und eigene Atemwege offen halten !) und hochhalten des Atemschlauchs über den Kopf in die Wasserfallen geschüttelt werden.

5.4. Wechsel Mundstück Bailoutautomat über/unter Wasser

Mundstück verschließen und herausnehmen. Bailoutautomat in den Mund nehmen, ausblasen und atmen.

5.5. Ab-/Anlegen Gerät

Je nach Jackettyp Gerät ablegen. Eventuell vorher auf Bailoutautomat wechseln (siehe oben !). Danach Gerät je nach Jacket wieder anlegen. Wenn auf den Bailoutautomat gewechselt wurde, Atemkreislauf 3x spülen nach wiedererlagen des Atemschlauchs.

5.6. Schwimmen in verschiedenen Lagen

Atmet aus dem TR 300 in verschiedenen Lagen um die Charakteristik der Konstantdosierung ins Gefühl zu bekommen. Ebenso wirst Du merken wie sich der Atemwiderstand mit der Körperhaltung ändert. Durch die Anordnung der Gegenlunge (Atemsack) wirst Du beim verlassen der Schwimmposition (horizontal nach vertikal) einen starken Luftdruckanstieg im Mundstück

Holger Berghäuser

Beratung, Entwicklung und Vertrieb
für System- und Tauchtechnik
Silcherweg 2
69469 Weinheim
info@hb-best.de



verspüren. Dies kommt durch die „Höhe“ der entstandenen Luftsäule. Das Überdruckventil wird einen Teil der Luft abgeben, den Rest kannst Du durch Nase oder „am Mundstück“ vorbei abgeben. Der Atemwiderstand wird sich stark erhöhen (Du musst gegen die Luftsäule atmen).

5.7. Wechselatmen



5.8. Dekostops

Auch beim „normalen“ SCUBA Tauchen werden bei tieferen Tauchgänge Sicherheits - Dekostops eingehalten.

Im Bereich des TEC Tauchens kann es von Vorteil sein auch noch eine Deko Mischgasflasche dabei zu haben. Das Dekogas sollte dann einen gleichen oder höheren Sauerstoff Anteil als der Bottom Mix haben. Die Deko-Berechnungen müssen dann separat vom Main Mix ablaufen. Die Berechnung von Deko Tauchgängen ist wie mit einem offenen System durchzuführen. Lediglich die unterschiedlichen Sauerstoff Anteile in den jeweiligen Tiefen (und damit der Stickstoff) sind entsprechend zu rechnen. (z.B. mit Abyss). Auch die Verwendung geeigneter Tauchcomputer, (z.B. VR3) mit Anschlussmöglichkeit eines Sauerstoffsensoren sind geeignet. Auch die Verwendung von Trimix im Bottom Mix ist möglich, aber die Berechnungen natürlich noch komplexer. Bei langen oder tiefen Tauchgängen sollte für den Notfall eine gewisse Menge an Stages/Deko mitgenommen werden !



6. Anhang

Checkblatt TR 300

PRE-Dive-check

- Füllen des Kalkbehälters und Kontrolle auf Dichtigkeit
- Kontrolle der Atemschläuche und Funktion Richtungsventile
- Kontrolle des Gemisches in der Flasche (MainMix und Bailout/Bottom Mix)
- Kontrolle des Atembeutels (Überdruckventil, Ein- und Ausgang)
- Anbau der Flaschen (MainMix und Bailout/Bottom Mix)
- Montage der ersten Stufen (MainMix und Bailout/Bottom Mix) an die Flaschen
- Öffnen der MainMix Flasche und Kontrolle des Flaschendrucks
- Kontrolle und einstellen der Konstantdosierung (Flow Meter)
- Schließen der MainMix Flasche
- Kontrolle auf Dichtigkeit durch Unterdruck
- Kontrolle im aufgeblasenen Zustand
- Öffnen Bailout/Bottom Mix Flasche und Kontrolle des Flaschendrucks
- Kontrolle Funktion Bailout/Bottom Mix Lungenautomat, Tarierweste, Inflator und Jacket
- Einstellen des Tauchcomputers auf O₂ Gehalt im Atembeutel

DIVE-check

- Briefing und Partnercheck
- Öffnen der MainMix Flasche
- Spülen des Systems mit Sauerstoff (3x einatmen durch Mund / ausatmen durch Nase und betätigen des Tastventils)
- Kontrolle auf Leckagen unter Wasser
- Kontrolle von Finimeter
- Maximale Tauchtiefe beachten (MOD)
- Sicherheitsstopp am Ende des Tauchgangs
- An der Oberfläche nicht aus Kreislaufsystem atmen

POST-Dive-check

- Kontrolle des Ausatembeutels auf Flüssigkeit
- Kontrolle des Atemkalkbehälters auf Flüssigkeit (wenn Nass wechseln)
- Kontrolle des Atemkalkbehälters auf Blauverfärbung (wenn Blau wechseln)
- Reinigen und desinfizieren der Atemschläuche
- Reinigen und desinfizieren des Atembeutel
- Reinigen und Zerlegen des TR 300
- Füllen der MainMix und Bailout/Bottom Mix Flasche.
- Leeren des Atemkalkbehälters



7. Grundlagen des Kreislauftauchgeräts

Beim Tauchen mit Kreislauftauchgerät wird das Ausatemgas in den Kreislauf zurückgeatmet, das Verbrennungsprodukt CO_2 wird chemisch gebunden (entfernt) und der verbrauchte Sauerstoff wird aus einem Druckgasbehälter nachgefüllt. Das so aufbereitete Gas kann wieder eingeatmet werden.

Damit überhaupt in das Kreislauftauchgerät zurückgeatmet werden kann, darf der Kreislauf nicht starr aufgebaut sein, sondern er muss ein flexibles Volumen besitzen.

Erreicht wird dies durch die Gegenlunge, ein Beutel, der die Volumenänderungen der Lunge ausgleicht. Während des Einatmens fällt die Gegenlunge in sich zusammen, beim Ausatmen wird sie wieder aufgeblasen. Über den Einatemschlauch und das Mundstück wird aus der Gegenlunge eingeatmet. Das Ausatemgas wird durch den Ausatemschlauch in den Atemkalkbehälter (Kanister) geleitet. Im darin befindlichen Atemkalk wird das Stoffwechselprodukt Kohlendioxid (CO_2) aus dem Atemgas entfernt. Um den Kreislauf zu schließen ist der Atemkalkbehälter mit der Gegenlunge verbunden. Richtungsventile am Mundstück sorgen dafür, dass nur aus dem Atembeutel eingeatmet werden kann und dass das Ausatemgas durch den Atemkalk geleitet wird. Des weiteren ist das Mundstück mit einem Walzenventil (oder einem ähnlichen Ventil) versehen, das verhindert, dass Wasser in den Kreislauf eindringt, wenn das Mundstück nicht im Mund ist. Denn Wasser und Atemkalk bilden eine Lauge (Cocktail), welche die Atemwege und die Lunge verätzen können. Geringe Mengen an Wasser kann das Kreislaufgerät verkraften. Üblicherweise sind Wasserfallen integriert, die etwas Wasser vom Atemkalk fernhalten. Auch der Atemkalk kann geringe Mengen an Wasser aufsaugen, doch dann wird seine Fähigkeit, das CO_2 aus dem Atemgas zu entfernen, vermindert.

Die chemische Reaktion, die das Kohlendioxid aus dem Atemgas entfernt, erzeugt Wärme und Wasser. Beides ist für den Wärmehaushalt des Tauchers gut. Beim Tauchen mit offenem System muss das Einatmngas auf 37°C angewärmt und auf 100% relative Luftfeuchte befeuchtet werden. Diese beiden, sehr wärmeintensiven Vorgänge entfallen weitgehend beim Kreislauftauchen.

Da beim Kreislauftauchen nur wenig Gas ins Wasser abgegeben wird, gibt es nur wenig Blasen und somit auch wenig Geräusche. Denn wie laut das Blubbern ist, wird einem erst dann bewusst, wenn man den direkten Vergleich hat: Mit Blasen (offenes System) und ohne Blasen (Kreislauftauchen).

Das Atmen an Land ist ruhig, flach und gleichmäßig. Anders das Atmen aus dem offenen Tauchsystem: Es wird deutlich tiefer ein- und ausgeatmet, dazwischen wird noch eine kleine Pause eingelegt. Das Atmen aus dem Kreislauftauchgerät ähnelt dem natürlichen Atmen an Land.

Da in den Kreislauf (Atembeutel) ausgeatmet wird, verändert sich der Auftrieb während dem Atmen nicht. Es kann also nicht mit der Lunge tariert werden.



Andererseits ist es auch angenehm, wenn man, z.B. beim Fotografieren, nicht den Atem anhalten muss, um die gleiche Höhe (Tiefe) zu halten.

8. Wissen

Kohlendioxidvergiftung (Hyperkapnie)

Symptome:

- ab 1,5% CO₂ beschleunigte, vertiefte Atmung - „Lufthunger“
- ab 4-5% CO₂ Blutdruckanstieg, später –abfall
schneller - z.T. unregelmäßiger Puls
starke Kopfschmerzen
Übelkeit und Erbrechen
Benommenheit/Verwirrtheit
Bewusstlosigkeit
Tod durch Lähmung des Atemzentrums

1.Hilfe:

- Beendigung der CO₂-Exposition
- O₂-Gabe, ggf. O₂-Beatmung
- Atem-, Puls- und Blutdruckkontrolle

Sauerstoffmangel (Hypoxie)

Ursache:

- Atemgasvorrat aufgebraucht
- Gerätefehler
- Fehlbedienung (Premix/Düse)
- zu hoher O₂ Verbrauch (norm. bis 2,5 l/min)
- Hypoxie bei schnellem Aufstieg

Symptome:

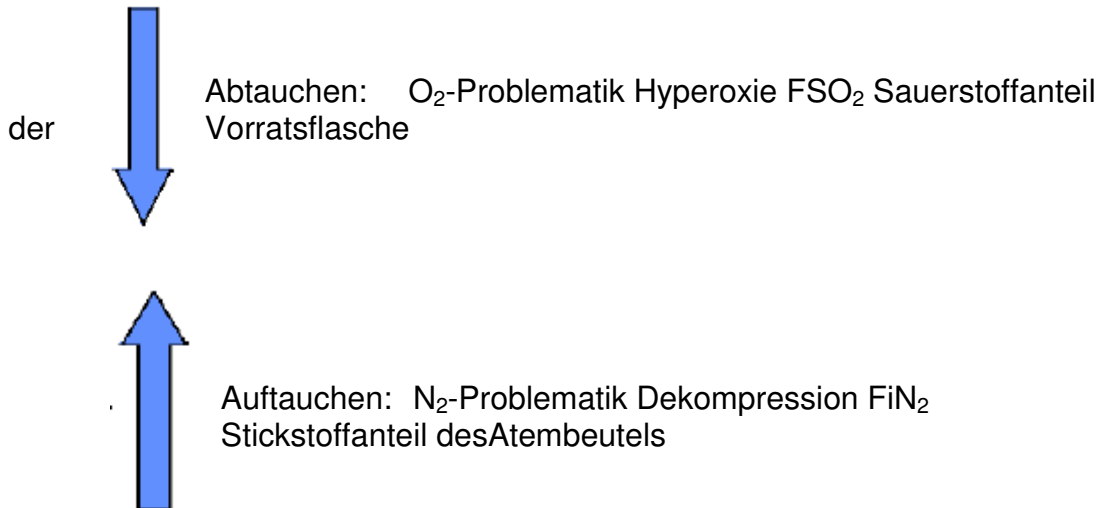
- plötzliche Bewusstlosigkeit ohne Vorwarnung
- Gefahr ab pO₂ <0,16bar

Vermeidung:

- peinlich genaue Atemgashandhabung (Premix, Düse, Durchflussmessung)
- Computer mit Restdruckwarnung
- O₂-Überwachung (OXY2)



Physikalische Aspekte des SCR-Tauchens



8.1.1. Sauerstoffanteil im Atembeutel eines SCR

$$FiO_2 = (VS \cdot FSO_2 - VVO_2) / (VS - VVO_2)$$

FiO₂ = O₂-Anteil im Atembeutel

VS = Konstantdosierter Volumenstrom (Frischgas)

FSO₂ = O₂-Anteil in der Vorratsflasche

VVO₂ = O₂-Verbrauch des Tauchers

8.1.2. Verätzungen mit Atemkalk

Ursache:

- Kalkstaub im Kreislauf
- Wasser im Kreislauf (ätzende Lauge)

Symptome:

- Reizung und Brennen der Atemwege
- Zwang zum trockenen Husten
- Gefühl der Luftnot
- in schweren Fällen: schwere, pfeifende Atmung

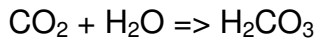
1. Hilfe:

- 5 Hübe Auxiloson-Dosieraerosol (cortisonhaltiges Spray)
- O₂-Inhalation – Klinikeinweisung
- Tauchgerät sicherstellen – Fehlersuche

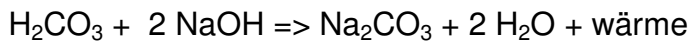


Beschreibung der CO₂ Absorption im Atemkalk

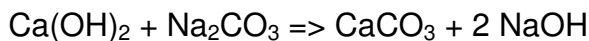
Die Bindung des CO₂ im Atemkalk wird in drei Phasen durchgeführt. In der ersten Phase wird das CO₂ durch Wasser H₂O zu Kohlendioxid H₂CO₃ gebunden. Daher ist es sehr wichtig, dass der Atemkalk eine gewisse Feuchtigkeit hat. (Grundfeuchtigkeit und Atemluft)



Die Kohlensäure reagiert nun mit einem Bestandteil im Atemkalk (Ätznatron, NaOH, Natriumhydroxid, also einer Lauge) zu Natriumkarbonat (Na₂CO₃) und Wasser



Das Natriumkarbonat reagiert nun mit Calciumhydroxid (Ca(OH)₂, auch ein Bestandteil des Atemkalk) zu (gelöschem) Kalk (Calciumkarbonat, CaCO₃) und Natriumhydroxid (das wird weiter oben ja wieder gebraucht)



Die Reaktionsstoffe Wasser und Natriumhydroxid werden während des Prozesses wieder erneuert, lediglich das Calciumhydroxid wird verbraucht und zu chemisch inaktive Kalk gewandelt.

Theoretisch können 100gr. Calciumhydroxid (Ca(OH)₂) ca. 30 Normlitern CO₂ binden. Durchschnittlicher Atemkalk besteht aus:

5% NaOH, 1% KOH, 0.2% Silicium/Kieselgur,
14-19% Wasser und ca. 75% Ca(OH)₂.

Damit ergibt sich bei 20 °C eine theoretische CO₂ Bindungsfähigkeit von 225 Normlitern CO₂. Die Hersteller geben für 1Kg Atemkalk eine Bindungsfähigkeit von 120 Normlitern an !

Die Wirksamkeit lässt allerdings mit der Atemkalk Temperatur nach:

100% bei 21 °C , 80% bei 15,5 °C, 65% bei 10 °C und <50% bei 1,5 °C