

rEvo-rMS

rEvo Monitoring-System



rEvo
REBREATHERS
Germany

Version 0.4 Paul Raymaekers
Übersetzung Michael Keimes Version 0.4 Deutsch
Aktualisierung Layout und Grafiken Petrel/NERD Koni Schwarz Version 0.4a Deutsch

Dieses Werk wird veröffentlicht von rEvo Germany im Namen der CCRCC GmbH & Co KG
(www.halimede.de) unter der Creative Commons Lizenz CC BY-NC-ND 4.0

Sie dürfen dieses Werk verbreiten unter den Lizenzbedingungen :
Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitungen

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Warnung !

- Tauchen ohne entsprechende Ausbildung ist gefährlich und kann zum Tod führen!
- Tauchen mit einem Kreislaufgerät ohne Ausbildung durch einen anerkannten Verband ist nicht nur dumm sondern kommt Selbstmord gleich!
- Ein Kreislaufgerät ist eine Maschine und Maschinen können Defekte aufweisen
- Da Probleme unvermeidlich sind, solltest du dich nicht fragen OB eines auftritt sondern WANN es auftreten wird!
- Beachte auch die kleinsten Veränderungen des Kreislaufgerätes da es meistens Zeichen für bevorstehende Probleme sind!
- Wenn ein Problem auftritt ist die korrekte Anwendung von häufig wiederholten Übungen oft der Unterschied zwischen Überleben und Sterben!
- Diese Bedienungsanleitung ersetzt in keinem Fall eine Tauchausbildung und befähigt dich NICHT ein Kreislaufgerät ohne vorheriges Training zu benutzen!
- Wenn Du den Sinn dieser Warnung nicht verstehst und nach wie vor denkst, man bräuchte keine gerätespezifische Ausbildung, tauche auf KEINEN FALL mit einem Kreislaufgerät, insbesondere nicht mit einem rEvo!
- Der Hersteller, sowie alle von ihm anerkannten Ausbildungsorganisationen unterstützen auf keinen Fall leichtsinnige Vorgehensweisen, die mit dem Tod enden könnten!
- Verändere nichts an dem Gerät! Es würde dann die CE Zulassung verlieren und sichere Tauchgänge mit dem Gerät sind nicht mehr gewährleistet!

Du wurdest gewarnt!

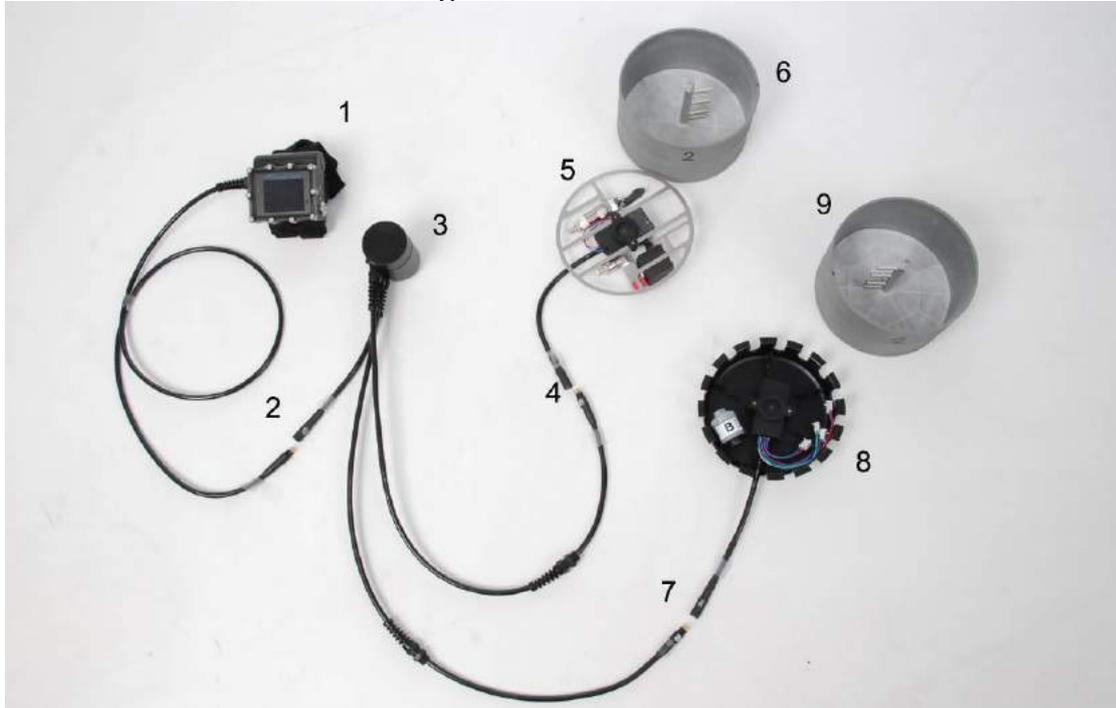


Inhalt

A. Allgemeine Information über rMS: rEvo Monitoring-System	2
1. Wie ist das rMS konfiguriert?	2
2. Wie berechnet rMS die Reststandzeit des Atemkalks ?	4
3. Kann ich meinen vorhandenen Shearwater auf rMS aufrüsten?	4
4. Warum ist eine Vorhersage über die verbleibende Kalkstandzeit auf Basis der Temperatur bei einem doppelten Kalkbehälter-System präziser als bei einem System mit nur einem Kalkbehälter?	4
5. Warum haben die Temperatursensoren im Kalkbehälter eine so eigenartige Form?	5
B. Wie verwendet man rMS	6
1. Definitionen:	6
RCT - Remaining Cycle Time	6
RST- Remaining Scrubber Time	6
Rotationswechsel der Scrubber (Kern des rEvo-Systems)	6
2. Shearwater DiveCAN™ Displays:	6
3. Vorbereitung zur Nutzung von rMS	8
4. Planung der Kalk-(Rest-)Nutzungszeiten mit rMS	10
5. Den Tauchgang beginnen	12
6. Einen zweiten Tauchgang nach einer sehr kurzen Oberflächenpause beginnen, wobei der Atemkalk immer noch warm ist	17
7. Wie ist ein Ausfall der externen Batterie abgesichert?	18
8. Warnungen	18

A. Allgemeine Information über rMS: rEvo Monitoring-System

1. Wie ist das rMS konfiguriert?



„rMS “ besteht aus 4 Busteilnehmern:

- ➔ Shearwater Petrel oder NERD
- ➔ Magnetventil-Board
- ➔ Sensorboard
- ➔ Batterie-Box

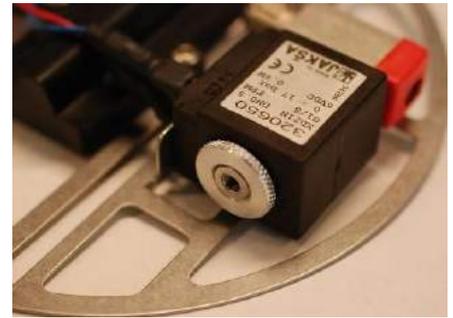
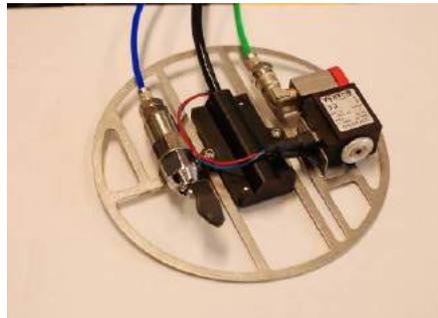
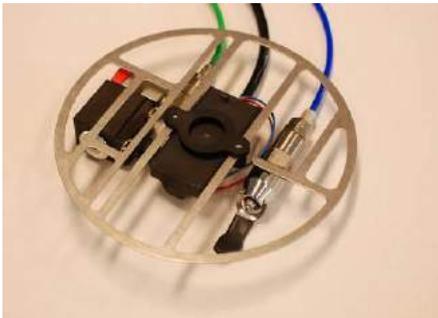
„rMS “beginnt mit dem Armcomputer Predator, dem Petrel (1) **DiveCAN™** oder den Shearwater NERD (1), der mit dem externen Batteriebehälter (3) über einen Naßstecker (2) verbunden ist. Anders als bei dem klassischen Predator/Petrel gibt es keine analogen Ein- bzw. Ausgänge. Der Computer kommuniziert über einen digitalen Bus. In diesem Fall über den DiveCAN Bus.

Die digitale Kommunikation stellt sicher, dass jedes durch die Kabel verursachte Problem sofort erkannt wird. (Das ist anders als bei der analogen Übertragung von Informationen, bei der man nicht erkennen kann, ob ein Übertragungsfehler vorliegt oder nicht.)

Der Predator/Petrel/NERD **DiveCAN™** ist mit einem Controller-Board verbunden, das sich im Gehäuse der externen 9V Block Batterie (3) befindet. Die 9V Batterie liefert den Strom für das Sauerstoffmagnetventil und versorgt die Elektronik der Atemkalküberwachung. Das Controller-Board im Batteriegehäuse regelt die Stromversorgung zwischen allen Systemen und ist sowohl mit dem Controller-Board in der Ausatemgegenlunge (5) als auch mit dem Controller-Board in der Einatemgegenlunge (8) über den CAN Bus (digital) verbunden. (Alle Controller-Boards sind vergossen, sodass diese ohne Probleme komplett unter Wasser getaucht werden können.)

Das Controller-Board in der Ausatemlunge ist für das Magnetventil zuständig und öffnet es bei Bedarf unter Verwendung der 9V Batterie. Gleichzeitig findet eine kabellose Kommunikation zwischen dem Controller-Board und der Elektronik, die sich in der Mittelachse des oberen Atemkalkbehälters (6) befindet statt. Diese Elektronik ist ebenfalls komplett vergossen und enthält auch keine Batterie. Das Controller-Board in der Ausatemgegenlunge kümmert sich um den kabellosen Energietransfer zu der Temperaturmesselektronik im Atemkalkbehälter, der Kommunikation mit der Temperaturmesselektronik (auslesen der unterschiedlich schnell

reagierenden Temperatursensoren) und es sendet auf Anfrage die Temperaturinformationen an den Predator/Petrel DiveCAN™ bzw NERD Computer.



Bemerkenswert ist, dass rMS eine neue Art von Magnetventil verwendet, das eine eingebaute Sauerstoff-Düse und ein Einweg-Ventil verwendet. Beide befinden sich jetzt im Magnetventil. Mit einem kleinen Blindstopfen, der bei jedem Gerät enthalten ist, kann man das CMF bei Bedarf verschließen. Das rMS verwendet eine kleinere Düse (0.0030), wobei der Mitteldruck des Sauerstoffs auf 12 bar eingestellt ist. In dieser Konfiguration beträgt die empfohlene maximale Tauchtiefe für das rEvo rMS hCCR 100m (im hybriden Modus).

Das Controller-Board in der Einatemgegenlung (8) ist für das Auslesen der Sauerstoffsensoren zuständig, die in der Einatemgegenlung angebracht sind. Gleichzeitig findet auch die Kommunikation mit der Temperaturmesselektronik im Atemkalkbehälter (9) der Einatemgegenlung statt. Der Vorgang ist derselbe wie bei der Ausatemgegenlung, der weiter oben beschrieben wurde.

Die beiden Controller-Boards in den Gegenlungen sind mit dem externen Batteriegehäuse über Naßstecker verbunden (4) und (7), sodass man bei Bedarf einzelne Teile sehr leicht austauschen kann. Die Naßstecker sind sehr robust und fast unzerstörbar. Sie widerstehen problemlos einem Druck von 100 bar!



Zusammengefasst ist der Predator/Petrel DiveCAN™ Computer für die Anzeige der Sauerstoffpartialdrücke, die Berechnungen der Dekompressionspflichten und für die Kommunikation mit allen anderen Controller-Boards zuständig.

Zur gleichen Zeit arbeitet er den Algorithmus für die Atemkalk-Vorhersage ab, wobei er die Informationen der verschiedenen Temperatursensoren aus beiden Atemkalkbehältern verwendet.

2. Wie berechnet rMS die Reststandzeit des Atemkalks ?

Der Algorithmus für die Berechnung der verbleibenden Kalkstandzeit liefert eine Prognose, die der Prognose zur TTS (Total Time to Surface – Gesamtaufstiegszeit zur Oberfläche) ähnelt.

Bei der Berechnung einer Prognose macht das System Annahmen, um von dem gegenwärtigen Zeitpunkt aus Vorhersagen zu können, was in der Zukunft passiert.

Um eine TTS zu prognostizieren nimmt das System an, dass der Taucher mit einer bestimmten Aufstiegs geschwindigkeit auftaucht, dass der er Stopps auf bestimmten Tiefen einlegt und dass der Taucher während des Aufstiegs Gaswechsel vornimmt (oder auch nicht) oder einen bestimmten pO_2 hält. Wenn der Taucher exakt das macht, was angenommen wurde, wird die Vorhersage sehr nah an der Wirklichkeit liegen. Wenn nicht, so wird die vorhergesagte Zeit länger oder kürzer sein, abhängig davon wie der Taucher von den zuvor getroffenen Annahmen abgewichen ist.

Die Vorhersage der restlichen Kalkstandzeit funktioniert auf ähnlichem Weg. Es basiert auf der Annahme, dass eine bestimmte Menge an Sauerstoff verbraucht wird, die mit der Menge an produziertem CO_2 in einer bestimmten Tiefe im Verhältnis steht, wobei diese auch von der Wassertemperatur beeinflusst wird.

Weil die Vorhersage der verbleibenden Kalkstandzeit wesentlich kritischer ist als die der TTS, sind die Annahmen für die Berechnungen der verbleibenden Kalkstandzeit sehr konservativ.

Z.B. nimmt das System an, dass der Taucher eine relativ hohe CO_2 Produktion über die gesamte Tauchzeit aufweist und diese höher ist, als das was ein durchschnittlicher Taucher normalerweise produziert.

Auch die Zeit des CO_2 Durchbruchs durch den Atemkalk ist sehr konservativ gehalten worden, sogar viel konservativer als die vorgegebenen Werte des CE Standards.

Das bedeutet, dass sich für die meisten Taucher die Reststandzeit des Atemkalks um weniger **als eine Minute verringert und das pro Minute des Tauchgangs Und so muß es auch sein!**

3. Kann ich meinen vorhandenen Shearwater auf rMS aufrüsten?

Leider ist das nicht möglich. rMS enthält so viele technologische Innovationen, dass die derzeitigen Shearwater Tauchcomputer mit analoger Übertragungstechnik nicht auf die komplette digitale Übertragungstechnik aufgerüstet werden können.

Um denen, die ihr derzeitiges analoges hybrid System mit Shearwater behalten wollen **entgegen zu kommen, haben wir ein „rMS light“ entwickelt, das mit den existierenden Geräten zusammenarbeitet. „rMS light“ arbeitet wie ein Backup Computer, außer dass er auch die Sauerstoffsensoren auslesen kann und eine Prognose für eine optimierte Zeit zum Wechsel der Kalkbehälter ausgibt.**

4. Warum ist eine Vorhersage über die verbleibende Kalkstandzeit auf Basis der Temperatur bei einem doppelten Kalkbehälter-System präziser als bei einem System mit nur einem Kalkbehälter?

Wie bereits oben beschrieben, ist die Verwendung von fast vollständig gesättigtem Atemkalk am Ende eines Tauchganges sehr kritisch, weil es durch eine leichte Erhöhung der CO_2 Menge durch den Taucher zu einem Kohlendioxyd-Durchbruch im Atemkalkbehälter kommen kann. Aus diesem Grund müssen besonders hohe Sicherheitszuschläge gemacht werden, wenn der Atemkalk so weit verbraucht werden soll, dass er nach dem Tauchgang komplett gewechselt werden muss (beide Kalkbehälter). Zu diesem Zeitpunkt ist immer noch eine nicht unerhebliche Menge an ungelöschtem Atemkalk vorhanden und je kälter das Wasser ist, umso mehr unbenutzter Atemkalk befindet sich noch in den Kalkbehältern.

In einem System mit zwei Kalkbehältern und einer schnellen auf Temperatur basierenden Vorhersage kann man die Tauchzeit in sicheren Grenzen soweit ausdehnen, bis ein Kalkbehälter gewechselt werden muss (Obere Kalkbehälter, der annähernd zu 100% gesättigt ist wird entsorgt) und dabei in etwa dieselbe Zeit getaucht ist, wie jemand, der dieselbe

Atemkalkmenge in einem einzelnen Kalkbehälter verwendet und diese nun komplett wechseln muss.

In beiden Fällen hat man immer noch eine nicht unerhebliche Menge an ungebrauchtem Atemkalk im System wenn man diesen wechselt, ob es nun ein System mit einem oder ein System mit zwei Kalkbehältern ist (Bei der Verwendung von rMS erreicht man abhängig von der Wassertemperatur 80 bis 90% der Tauchzeit mit nur einem Kalkbehälter von der Zeit, die man sonst für beide Kalkbehälter hätte).

Nun, warum kann man die Zeit sicher auf mehr als 66% der gesamten Kalkstandzeit ausdehnen, bis man einen Wechsel des ersten Kalkbehälters machen muss? (Ohne rMS wird bei kaltem Wasser ein Wechsel nur eines Behälters alle 2 Stunden und von beiden Behältern nach 3 Stunden empfohlen; warmes Wasser: 1 Behälter 3 Stunden und 2 Behälter nach 4,5 Stunden)

Der Grund dafür liegt in der Nutzung von rMS, wobei es keine Rolle spielt, ob der zweite Kalkbehälter durch einen verspäteten Wechsel schon zum Teil verwendet worden ist oder nicht. Das rMS registriert, dass der Kalkbehälter schon teilweise verwendet wurde und bezieht dies mit in die Berechnungen für die Restkalkstandzeit ein.

5. Warum haben die Temperatursensoren im Kalkbehälter eine so eigenartige Form?



Um eine korrekte Vorhersage über die Reststandzeit des Atemkalks zu bekommen, braucht rMS sowohl eine genaue als auch eine schnelle Information über die aktuellen Temperaturen im Atemkalk.

Genaue, weil der Algorithmus Temperaturdifferenzen von weniger als **0.3°C** in den verschiedenen Bereichen des Atemkalks erfassen muss.

Schnell, sodass es dem Algorithmus erlaubt in weniger als **3 Minuten** eine erste Vorhersage über die Reststandzeit des Atemkalks zu machen nachdem mit dem Anatem begonnen worden ist.

Beide Faktoren (genau und schnell) sind mit dem "klassischen" System –d.h. die Sensoren befinden sich in einem Stab in der Mittelachse des Atemkalkbehälters – nicht umsetzbar. Dieses System ist nicht schnell, da die thermische Masse des zentralen Stabes die Temperaturunterschiede um die Sensoren verringert. Es ist auch nicht genau genug, da es immer einen Temperaturstrom zwischen den verschiedenen Sensoren innerhalb des Stabes

gibt und ebenso vom inneren des Stabes nach außen an der Ober- und Unterseite des Kalkbehälters.

Deshalb müssen die Temperatursensoren so im Atemkalk positioniert werden, dass sie von Atemkalk umgeben sind und möglichst viel Kontakt mit dem Gas, das durch den Atemkalk strömt, haben.

Diese Temperaturanordnung her zu stellen ist technisch aufwendiger, aber es ist die einzige Möglichkeit eine korrekte Vorhersage über die Reststandzeit des Atemkalks zu machen.

B. Wie verwendet man rMS

1. Definitionen:

RCT - Remaining Cycle Time

Verbleibende Zeit, bis ein Rotationswechsel der Kalkbehälter gemacht werden soll.

RST- Remaining Scrubber Time

Die Zeit, die noch übrig ist, bis es zu einem CO₂ Durchbruch über den gesamten Atemkalk kommen kann.

Rotationswechsel der Scrubber (Kern des rEvo-Systems)

- Der Inhalt des oberen Kalkbehälters wird entsorgt
- Zeitgleich (!!) wird der TOP-Marker auf den unteren Scrubber geschraubt.
- Der untere Kalkbehälter wird bei nächsten Tauchgang nach oben gesetzt
- Der leere Kalkbehälter wird neu gefüllt und unten eingesetzt
- So ist sichergestellt, dass sich im Gasweg „hinten“ immer ein frisch gefüllter Scrubber befindet.

2. Shearwater DiveCAN™ Displays:

Der Shearwater DiveCAN™ rMS startet mit folgenden Bildschirmen:



Wenn man das "C ?? " nicht sieht, dann ist das Atemkalküberwachungssystem nicht aktiviert.

Um es zu aktivieren, muss man im Menüpunkt "System Setup+" die Seite "rMS Setup" auswählen.



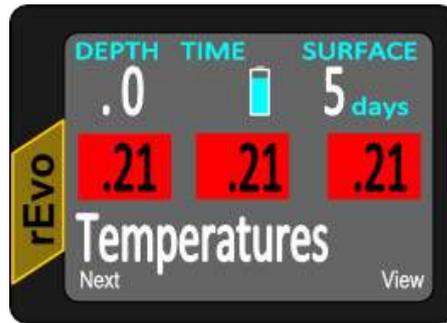
Über das rMS Setup kann man die Temperatursensoren („Temp. Probes“) ein- und ausschalten, damit wird rMS ein- und ausgeschaltet.

Auf derselben Seite kann man seine persönlichen Parameter eingeben. Das ist absolut neu in der Tauchwelt, aber für das Atemkalküberwachungssystem erforderlich, da man weiß, dass die CO₂ Abgabe von Männern und Frauen unterschiedlich ist und ebenfalls von dem Gewicht der Person (neben weiteren Faktoren) abhängt. Mit diesen Werten kann der Algorithmus eine bessere Echtzeit Vorhersage zu der Reststandzeit des Atemkalks machen. Die Werte können an dieser Stelle direkt eingegeben werden.

Wenn man weiter scrollt bis zu dem "System Setup+" Menü, ist folgende Seite zu sehen:



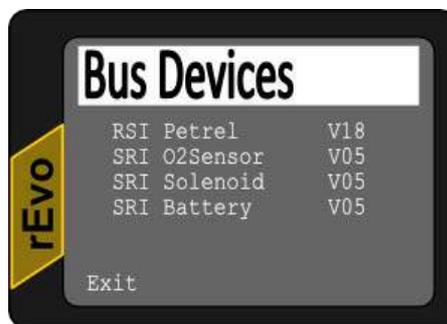
Dies ist ebenfalls ein neues Menü für rMS, das einem Informationen über die verbleibende Atemkalkstandzeit und die Temperaturen innerhalb des Atemkalkes liefert. Ein rechts Druck zeigt folgenden Bildschirm an:



Die Informationen unter "Scrubber Times" werden für die Tauchgangsplanung verwendet.

Die Informationen unter „Temperatures“ erleichtern die Fehlersuche, wenn etwas unklar sein sollte. (Weitere Informationen hierzu weiter unten im Text)

Nach dem "System Setup+" Menüpunkt ist ein weiterer Menüpunkt dazugekommen:



Ein Druck auf den rechten Knopf unter dem Menüpunkt "Bus Devices+" zeigt alle an den CAN Bus angeschlossenen Einheiten und deren Software-Versionsnummer, die sie verwenden.

Dieser Bildschirm bietet eine leichte Übersicht über alle auf dem CAN Bus erkannten Einheiten und deren verwendeter Softwareversionen.

Bevor es zur eigentlichen Beschreibung des Atemkalküberwachungssystems geht, soll die korrekte Vorbereitung des Kreislaufgerätes durchgegangen werden.

3. Vorbereitung zur Nutzung von rMS

Neben den normalen Schritten der Vorbereitung sind dies Besonderheiten von rMS:

- beide Atemkalkbehälter werden normal gefüllt
- Feder und Schraube auf das Gitter legen und die Schraube behutsam bis zum Ende des Gewindes anziehen
- Wenn einige Körner des Atemkalks an den Seiten des Gitters herauskommen, einfach beiseite fegen
- Schraube den "Top-Marker" auf einen der beiden Kalkbehälter



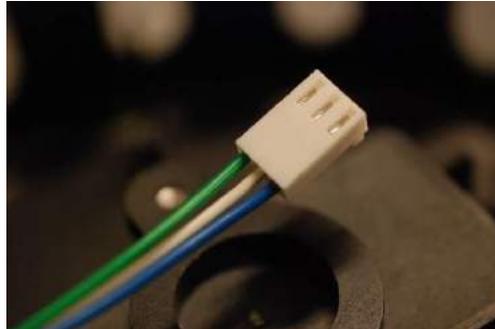
- Setze den Behälter mit dem "Top-Marker" auf die Ausatemgegenlung im oberen Bereich des Kreislaufgerätes **und vergewissere Dich, dass der Pfeil auf der Gewindestange zur Oberseite des Kreislaufgerätes zeigt.**



- Setze den anderen Behälter in die untere Position und überprüfe auch hier, dass der Pfeil auf der Gewindestange zur Oberseite des Kreislaufgerätes zeigt.
- Schließe das Kreislaufgerät und führe die normalen Tests und Kalibrierungen laut Checkliste durch (closed check)

ACHTUNG:

Wenn man die Sauerstoffsensoren auf dem Sensor-Einsatz angeschlossen hat, bleibt ein 4^{ter} Molex-Stecker übrig, der drei Kabel hat (grün, weiß und blau). Die normalen Molex-Stecker, mit denen die O₂-Sensoren angeschlossen werden, haben nur 2 Kabel (rot und blau).



Dies ist ein neuer zusätzlicher Anschluss für zukünftige Optionen.

Dieser Anschluss wurde bereits jetzt mit ausgeliefert, sodass ein rEvo jetzt schon für zukünftige Erweiterungen vorbereitet ist.

Später kann man diesen Anschluss aktivieren, indem man einfach ein Softwareupgrade durchführt.

Aktuell bitte nichts an diesen zusätzlichen Anschluss anschließen, auch keinen weiteren Sauerstoffsensor.

4. Planung der Kalk-(Rest-)Nutzungszeiten mit rMS

Vor einem Tauchgang muss immer die verbleibende Zeit bis zum Wechsel des oberen Behälters (RCT) überprüft werden. Stelle immer sicher, dass Du nie einen Tauchgang beginnst, wenn die verbleibende RCT Zeit nach einem Tauchgang kürzer ist als die geplante Zeit des nächsten Tauchgangs.

Ziel der Planung des Atemkalks ist es, dass man nie den ganzen Atemkalk (beide Behälter bzw. RST) bis auf 0 taucht, sondern die RCT bis in die Nähe von NULL ausnutzt und dann den Rotationswechsel der Scrubber durchführt und nur den verbrauchten – oberen - Scrubber mit neuen Kalk befüllt.

Dies ist die wirtschaftlichste und sicherste Art, einen rEvo rMS zu tauchen

Um die Tauchgangsplanung einfach zu gestalten, gibt es ein Log, in dem die RCT und RST Zeiten der letzten Tauchgänge gespeichert werden. Man findet sie, indem man den linken Knopf drückt bis man folgenden Bildschirm sieht:



Der 'Scrubber Times' Bildschirm zeigt die RCT und die RST des aktuellen Tauchgangs und die der letzten beiden Tauchgänge an.

Beachte, dass während jedes Tauchgangs 2 verschiedene RCT und RST Zeiten angezeigt werden: „Now“ die aktuelle Zeit für RCT und RST und „Min“ die Mindestzeit, die während dieses Tauchgangs für RST und RCT vorgekommen ist.

Im Oberflächenmodus, während der Atemkalk kalt ist gibt es keine Vorhersage über die verbleibende Zeit. Der Bildschirm zeigt einfach „? Warm-up“ an.

Wenn der Atemkalk einmal aufgewärmt ist und der Tauchgang beginnt, werden verbleibende Zeiten berechnet und in der Zeile "Now" angezeigt.

Wenn der Atemkalk vollständig aufgewärmt ist, dann werden die Mindestzeiten für RCT und RST gespeichert bzw. während des gesamten Tauchgangs mit der zugehörigen Tiefe und Temperatur aktualisiert. Diese Daten werden für eine spätere Tauchgangsplanung gebraucht.

Ab diesem Moment werden beide ("Now" und "Min") verbleibenden Atemkalkstandzeiten angezeigt.

Der Hauptbildschirm des Predator/Petrel/NERD zeigt die aktuelle RCT („C“) bzw. RST („S“) für den aktuellen Tauchgang an. Der Wert kann während des Tauchgangs variieren. Taucht man tiefer wird sich die Zeit verkleinern – taucht man wieder höher wird sich die Zeit wieder verlängern usw.

Beispiel: ein Tauchgang geht auf 60m Tiefe mit einer Grundzeit von 60 Minuten. Die restliche Zeit besteht aus dem Aufstieg und den Dekompressionsstopps. Nach Ablauf der Grundzeit von 60min zeigt der Shearwater eine RCT Zeit von X. (Normalerweise ist zu diesem Zeitpunkt die verbleibende minimale Zeit (Min RCT) und die verbleibende aktuelle Zeit (Now RCT) identisch.). Wenn nun der Aufstieg begonnen wird, wird sich die Temperaturverteilung im Atemkalk verändern. Auf den langen Dekompressionsstopps wird sich die aktuelle RCT Zeit verlängert haben, sodass man auf den relativ flachen Stopps sehr viel länger tauchen kann (in Bezug auf die Atemkalkstandzeit) als auf der Grundtiefe von 60m. Die aktuelle verbleibende

RCT Zeit entspricht also der wirklichen Kalkstandzeit zu diesem Zeitpunkt und gibt an, wie lange der Taucher noch mit diesem Kalk auf der aktuellen Tiefe verweilen kann. Die minimal verbleibende RCT Zeit, die am Ende der Grundzeit vorhanden war wird auch abgespeichert. Diese ist für die Planung des nächsten Tauchgangs hilfreich, da man dadurch weiß, wie groß die minimal verbleibende RCT Zeit in derselben oder einer geringeren Tiefe ist.

Auf dem Bildschirm sieht man für den letzten Tauchgang eine minimale RCT Zeit von 1 Stunde und 25 Minuten, die bei einer Tiefe von 15m und einer Wassertemperatur von 20°C aufgetreten ist. Wenn man einen weiteren Tauchgang auf 15m Tiefe für eine Stunde plant, so braucht man den Atemkalk nicht zu wechseln.

Was passiert nun, wenn man einen wesentlich tieferen Tauchgang machen möchte?

Wie plant man einen solchen Tauchgang und wie sehen die korrekten Relationen zwischen der verbleibenden Zeit in 15m und 45m Tiefe aus?

Für diesen Fall gilt für ein sicheres Vorgehen folgende Daumenregel:

A: wenn die minimale RCT Zeit des letzten Tauchgangs bei einer größeren Tiefe als 20m (>20m) gemessen wurde, dann:

Berücksichtige immer, dass die verbleibende Zeit umgekehrt linear zu der Tiefe des nächsten Tauchgangs ist, wenn dieser in eine größere Tiefe geht. Sie entspricht dem vorherigen Tauchgang, wenn der nächste Tauchgang in die gleiche oder eine geringere Tiefe geht.

Beispiel:

- 1.) Nach Beendigung eines Tauchgangs ist eine minimale verbleibende RCT Zeit von 2 Stunden vorhanden, die auf einer Tiefe von 40m gespeichert wurde. Der nächste Tauchgang soll auf eine Tiefe von 30m führen – man kann nun von einer RCT Zeit von 2 Stunden auf der Zieltiefe von 30m ausgehen.
- 2.) Nach Beendigung eines Tauchgangs ist eine minimale verbleibende RCT Zeit von 3 Stunden vorhanden, die auf einer Tiefe von 20m gespeichert wurde. Der nächste Tauchgang soll auf eine Tiefe von 40m führen – man kann nun von einer RCT Zeit von 1 Stunde und 30 Minuten auf 40m ausgehen.

B: wenn die minimale RCT Zeit des letzten Tauchgangs zwischen 0 und 20m Tiefe gemessen wurde, dann geh von der Annahme aus, daß sie in 20m Tiefe gemessen wurde.

Folge nun der Daumenregel für Fall A.

Beispiel:

- 1.) Nach Beendigung eines Tauchgangs ist eine minimale verbleibende RCT Zeit von 3 Stunden vorhanden, die auf einer Tiefe von 0m (an der Oberfläche) gespeichert wurde. Man kann jetzt davon ausgehen, dass man 3 Stunden auf 20m Tiefe hat. Der nächste Tauchgang soll auf 40m Tiefe gehen. Jetzt kann man von 1 Stunde und 30 Minuten auf den 40m Tiefe ausgehen, die noch als verbleibende Reststandzeit zur Verfügung stehen.

Wir wissen, dass dies ein konservatives Vorgehen ist und dass es nicht die Temperatur berücksichtigt, aber bis es neue Erkenntnisse gibt, ist dies ein sicheres Vorgehen.

→ Achtung: Die Vorhersagen für die Atemkalkstandzeiten funktionieren nur mit Atemkalktypen, die von rEvo freigegeben worden sind!

Auf jeden Fall bleiben die Grundregeln bestehen:

- plane niemals einen Tauchgang, bei dem man annimmt, dass die RCT Zeit 0 erreicht.
- tauchen mit einer RCT Zeit von unter 0 sollte als Notfallmaßnahme angesehen werden.

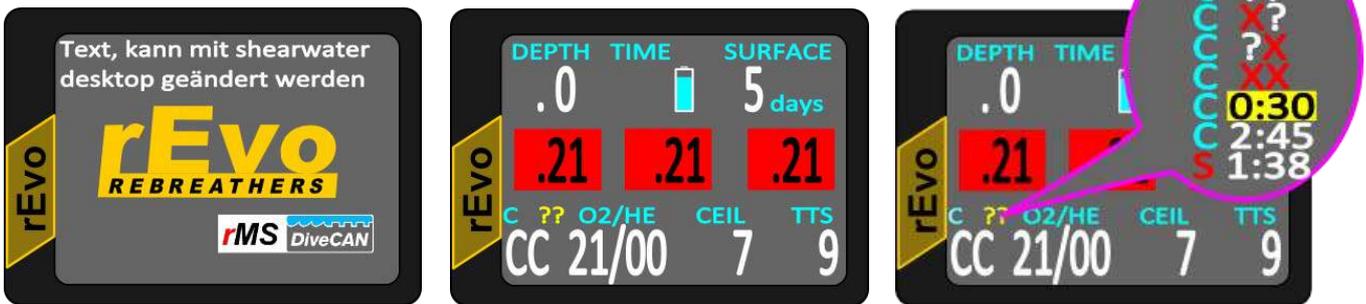
Also:

- Wechsle immer einen Atemkalkbehälter bevor die RCT Zeit 0 erreicht
- und
- Schreibe nach jedem Tauchgang die Zeiten auf, die der Atemkalk in Verwendung war, auch wenn rMS die verbleibende Zeit der vorherigen Tauchgänge speichert.

5. Den Tauchgang beginnen

Nachdem die rMS Atemkalkbehälter in das rEvo eingesetzt und der Deckel geschlossen wurde, kann der Shearwater (Predator/Petrel/NERD) eingeschaltet werden.

Normalerweise sieht man folgende Bildschirme:



Wenn man das "C ?? " nicht angezeigt bekommt, so sind die Temperatursensoren im rMS-Setup ausgeschaltet. Im Setupmenü kann man die Temperatursensoren einschalten.

Die Möglichkeit die Temperatursensoren aus zu schalten ist für das Tauchen mit den Radialbehältern oder mit den klassischen nicht-rMS Axialbehältern gedacht.

Wenn die "?? " hinter dem "C" (Cycle time) gelb sind, bedeutet dies, dass das System nach Temperaturdaten von beiden Behältern fragt, aber noch keine Antwort erhalten hat.

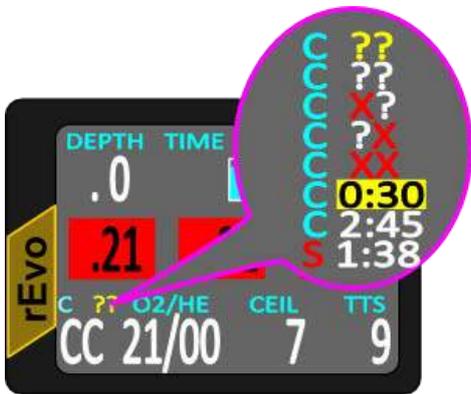
Jedes " ? " steht für einen Atemkalkbehälter. Das erste „ ? " steht für den oberen Behälter auf der Ausatemgegenlunge und das zweite „ ? " steht für den unteren Behälter auf der Einatemgegenlunge.

Sobald die "?? " grün werden, steht die Verbindung zu den Behältern und die Temperaturdaten werden übertragen. Allerdings zeigen die „?? " an, dass die Temperaturdaten nicht für eine Voraussage der Atemkalkstandzeit ausreichen. (meistens, weil der Kalk noch kalt ist und das „Voratmen“ noch nicht begonnen hat.)

Man kann den aktuellen Status des Atemkalks überprüfen, indem man den rechten Knopf drückt, bis man folgendes sieht:



Dieser Bildschirm zeigt, dass die Einheit bereit zum Aufwärmen ist, aber noch keine der 7 Zonen im Atemkalk aktiviert (alle Kreise sind grau) wurde, sodass noch keine Aussage über die RCT oder die RST gemacht werden kann.



Wenn ein rotes "X" hinter dem "C" steht bedeutet es, dass keine Verbindung zustande gekommen ist und die Einheit es später noch einmal versuchen wird. (z.B. wenn der Behälter nicht eingesetzt oder er das Solenoid- bzw. Oxygen- Board nicht berührt.)

Bei zwei roten "XX" ist zu keinem der beiden Behälter eine Verbindung zustande gekommen.

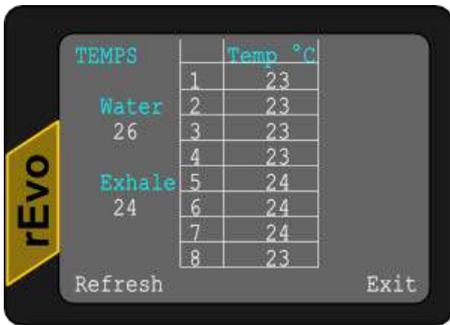
Wenn die Verbindung nur zu einem der beiden Behälter zustande gekommen ist, dann sieht man folgendes:

Die Anzeige teilt einem mit, dass der Behälter auf der Ausatemgegenlung eine Verbindung mit dem System hat, aber es keine Verbindung mit der Behälter auf der Einatemgegenlung gibt. Zu diesem Zeitpunkt kann man die Temperatur im Atemkalk unter „Scrubber+“ - 2 x rechter Knopf – überprüfen und erhält folgendes Ergebnis:



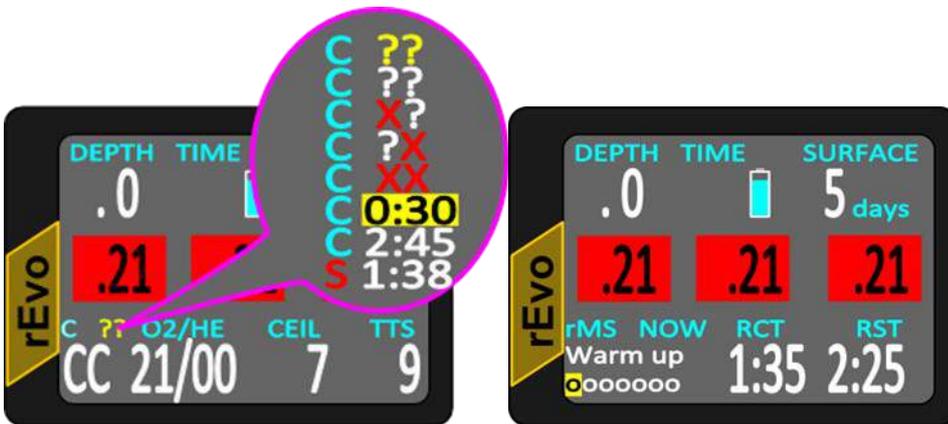
Man sieht, dass die Temperaturwerte für den ersten oberen Behälter (Temperatur 1 bis 4) angezeigt werden, aber keine Werte für Temperatur 5 bis 8, welche von den Temperatursensoren in dem unteren Kalkbehälter geliefert werden müssten.

Nur wenn alle Temperatursensoren korrekt ausgelesen werden, wird der Hauptbildschirm zwei grüne "??" zeigen. Ein Blick auf den Bildschirm für die Temperaturen zeigt:



Wenn alles in Ordnung ist und die beiden grünen "??" angezeigt werden, kann mit der Voratmung der Einheit begonnen werden (als Teil des Pre-Jump-Checks : siehe Checkliste).

Wenn man mit der Voratmung beginnt, wird sich die erste Zone durch die Absorption des CO2 erwärmen und sobald genügend Wärme produziert worden ist, werden die beiden „??“ durch eine Zahl ersetzt

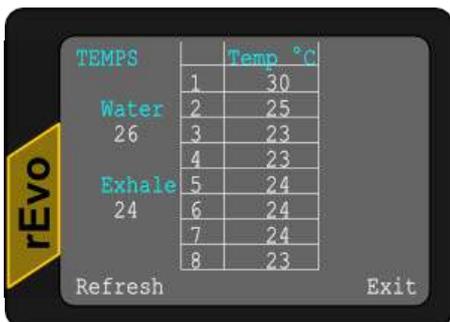


und ein wenig später

Mit nur der Temperaturinformation auf der Eingangsseite des Atemkalk, hat das System bereits genug Informationen, um eine minimal verbleibende Kalkstandzeit zu prognostizieren. **An dem gelben Kreis im „Scrubber+“ Bildschirm erkennt man, dass die erste Zone sich erwärmt.**

Nur wenn diese Zone komplett erwärmt ist, wird der Kreis grün.

Auf dem Temperaturbildschirm kann man erkennen, dass sich die Temperatur auf der Eingangsseite des Kalkbehälters auf der Ausatemgegenlunge erhöht hat:

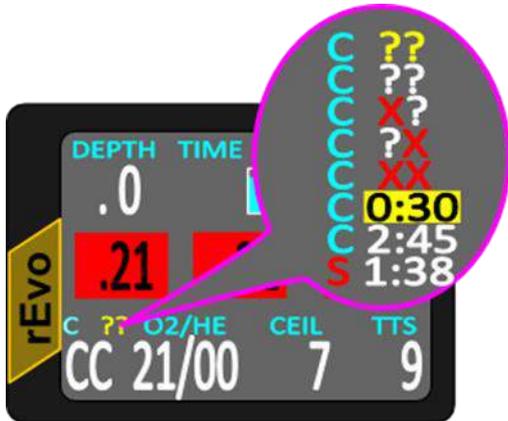


Achtung: Der Temperaturbildschirm ist nur im Oberflächenmodus verfügbar.

Wichtig:

Wenn man mit der Voratmung der Einheit begonnen hat und der Atemkalk anfängt sich zu erwärmen, darf man den Predator/Petrel nicht mehr ausschalten, weil sonst wichtige Informationen verloren oder nicht erfasst werden. Wenn dem Algorithmus diese Informationen fehlen, kann es dazu kommen, dass gewisse Zonen nie den Status „Ready“ oder sogar „warm-up“ erreichen. Der Bildschirm wird also nie den vollständigen Zustand des Systems anzeigen können.

Wenn man weiter Voratmet wird man sehen, dass die RCT Zeit ab 45 Minuten oder mehr nicht mehr in Gelb, sondern in grün dargestellt wird:



Dies ist eine neue Regel, wenn das Atemkalküberwachungssystem (rMS) verwendet wird : Atme immer so **lange vor, bis man mindestens 45 min RCT Zeit (Im Bildschirm das „C“)** oder mehr hat und die Zahl grün geworden ist. Das zeigt an, dass der Atemkalk arbeitet und das durch die weitere Erwärmung des Atemkalks die RCT Zeit weiter ansteigen wird, bis der gesamte Atemkalk erwärmt ist.

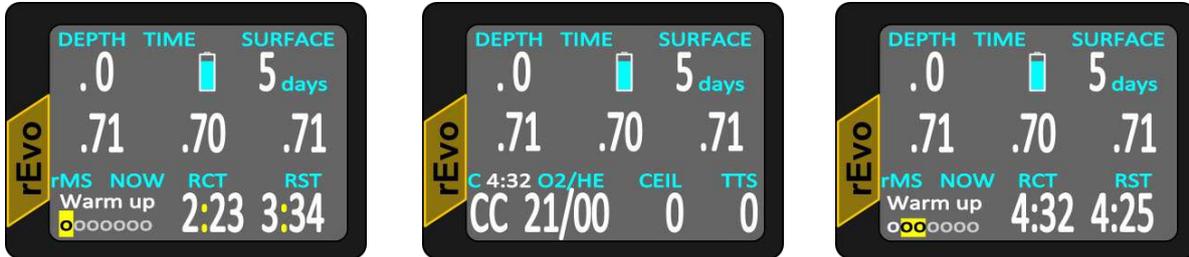
Die Aufwärmphase, um den gesamten Kalk zu erwärmen dauert bei realen Tauchgängen zwischen 20 und 40 Minuten und man möchte natürlich nicht solange warten, bis der gesamte Kalk erwärmt ist – das ist auch nicht notwendig! Wenn die gespeicherte RCT Zeit nach dem vorherigem Tauchgang für den nächsten ausreicht, so weiß man das diese Zeit auch erreicht wird, wenn der Kalk vollständig durchgewärmt ist. Man kann also seinen Tauchgang beginnen, sobald man weiß, dass der Atemkalk aktiv ist, genügend RCT Zeit (C > 0:45) vorhanden ist und man seine Pre-Jump-Checks erfolgreich beendet hat.

(Anmerkung: die Bilder zeigen die Tiefe und Zeit im Oberflächenmodus, bei realen Tauchgängen sieht man hier natürlich die Tiefe, Tauchzeit, Stopps usw.)

Während des Tauchgangs kann man den Erwärmungsprozeß auf dem Informationsbildschirm verfolgen. Wenn der Kalk vollständig erwärmt ist, hat man die maximal verbleibende RCT Zeit für diese Tiefe erreicht.

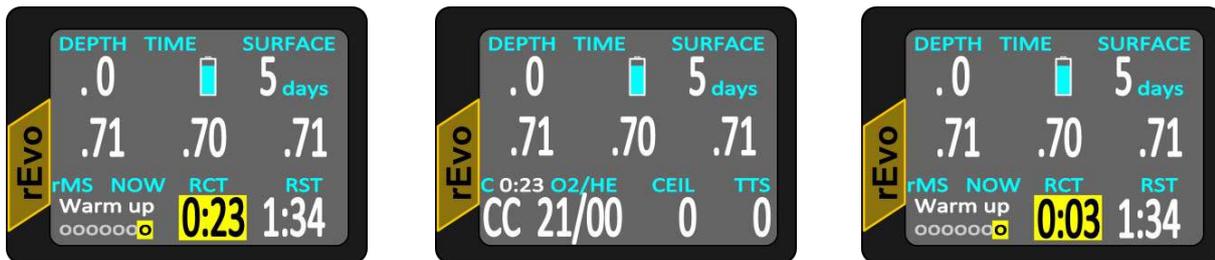


Auch der Hauptbildschirm zeigt an, ob der Kalk vollständig erwärmt ist oder nicht – solange er sich noch im Erwärmungsprozeß befindet ist der Doppelpunkt „:“ zwischen den Stunden und den Minuten der RCT Zeit gelb – ist er vollständig erwärmt, wird er grün. Zu diesem Zeitpunkt liegen rMS alle Informationen über den gesamten Atemkalk vor, um eine Vorhersage über die RCT Zeit und RST Zeit zu machen.



Ab diesem Zeitpunkt werden im Tauchmodus die minimalen RCT und RST Zeiten gespeichert, während zur gleichen Zeit die aktuellen RCT und RST Zeiten im Hauptbildschirm und im extra Informations-Bildschirm angezeigt werden.

Während des Tauchgangs können die aktuellen verbleibenden RCT und RST Zeiten in Abhängigkeit der Tiefe, der Temperatur und körperlichen Anstrengung schwanken. Man sollte nur sicherstellen, dass der Tauchgang beendet wird bevor die RCT Zeit 0 erreicht, weil die RST Zeit als Sicherheit betrachtet wird. (Die Farbe der Zeitangabe für „C“ ändert sich als Anzeichen dafür, dass die Zeit für RCT abläuft)



Man sollte also folgende Bildschirme beim Tauchen niemals sehen! :



Wenn man nach einem Tauchgang einen Wechsel der Kalkbehälter (Cycle – nicht beide Behälter) vornehmen will, beachte exakt folgende Vorgehensweise:

Wenn man es sich zur Angewohnheit macht sofort den Atemkalkbehälter zu leeren nachdem man den "Top Marker – kleines Plastikrädchen" entfernt hat, wird man keinen Fehler beim Wechsel, Füllen oder dem Austausch eines Behälters machen.

Also:

- 1.) Nimm den oberen Behälter mit dem **„Top-Marker“** aus dem Kreislaufgerät
- 2.) **Drehe den „Top-Marker“ von dem** Behälter ab und leeren diesen Behälter sofort. (Jetzt kann man sicher sein, dass man den verbrauchten Behälter geleert hat)
- 3.) **Drehe den „Top-Marker“ auf den verbleibenden noch vollen** Behälter und setze diesen in die obere Position des Kreislaufgerätes oder wenn nicht mehr getaucht werden soll, packe ihn in einen verschlossenen Behälter oder in eine Plastiktüte.
- 4.) Fülle den leeren Behälter mit frischem Atemkalk und setze in an die untere Position des Kreislaufgerätes oder in einen verschlossenen Behälter falls nicht mehr getaucht werden soll.
- 5.) Markiere separat, welcher Behälter in der oberen Position ist und dass man den unteren Behälter mit frischem Atemkalk gefüllt hat.

Die Regel besagt, dass man sofort nach dem Entfernen des „TOP-Markers“ den Behälter entleeren muss!

6. Einen zweiten Tauchgang nach einer sehr kurzen Oberflächenpause beginnen, wobei der Atemkalk immer noch warm ist

Wie man gesehen hat, kann die RCT Zeit auf dem Hauptbildschirm zu den Werten im Log unterschiedlich sein (und das ist sie normalerweise auch). Die RCT Zeit auf dem Hauptbildschirm ist immer die aktuelle Zeit für den aktuellen Tauchgang, für die aktuelle Oberflächenpause und zeigt den aktuellen Zustand des Atemkalks an. Die RCT Zeit im Log ist die kleinste Zeit, die während des letzten Tauchgangs aufgetreten ist, nachdem der Atemkalk komplett aufgewärmt wurde.

Während der Oberflächenpause, zwischen 2 Tauchgängen kann sich die RCT Zeit auch verändern, obwohl niemand über das Gerät atmet, da sich die Temperaturverteilung durch eine langsame Abkühlung des Atemkalks verändert. Je länger die Oberflächenpause vor dem nächsten Tauchgang dauert, umso mehr kühlt sich der Atemkalk ab, bis die Temperaturverteilung keine verwertbaren Daten für rMS mehr liefert. Die RCT Zeit, die man nach einer Stunde Oberflächenpause im Hauptbildschirm sieht hat keinen wirklichen Wert, weil es sich nicht um eine Temperaturverteilung handelt, die durch das Atmen eines Menschen hervorgerufen wird.

Um eine korrekte Funktionstüchtigkeit und eine korrekte Anzeige zu erhalten, sollte der Atemkalk soweit herunterkühlen, dass keine Temperaturveränderung bzw. Verteilung mehr **messbar ist und man im Hauptbildschirm die „??“ wieder sieht. Wenn man ab diesem Zeitpunkt wieder startet, ist es genau so, als wäre es der erste Tauchgang des Tages.**

Wenn man nur eine kurze Oberflächenpause macht, so verändert sich durch die Abkühlung des Atemkalks die Temperaturverteilung, aber es wird immer noch ein messbarer Wert geliefert, der keinen wirklichen Wert als RCT Zeit liefert. Wenn man nun mit der Voratmung beginnt bildet sich nach ein paar Minuten wieder eine Temperaturverteilung, auf der die RCT Zeit wieder korrekt berechnet und angezeigt wird.

Aus diesem Grund sieht man während der Voratmung für den zweiten Tauchgang einen plötzlichen Abfall in der RCT Zeit, die sich dann langsam wieder erhöht.

Zusammengefasst bedeutet das, wenn man eine kurze Oberflächenpause macht und die RCT Zeitanzeige auf dem Hauptbildschirm **noch nicht zu den „??“ zurückgekehrt ist, dass man das Log für die Planung des nächsten Tauchgangs verwendet (so wie man es immer macht) und**

dass man so lange voratmet, bis eine klar zu erkennende Änderung der RCT Zeit auf dem Hauptbildschirm erscheint. Den zweiten Tauchgang kann man beginnen, sobald die RCT Zeit 45 Minuten oder mehr erreicht hat.

Achtung: Voratmen des Kreislaufgeräts, um einen zweiten Tauchgang zu machen kann länger dauern, da der Atemkalk im Eingang des ersten Kalkbehälter teilweise schon verbraucht ist.

7. Wie ist ein Ausfall der externen Batterie abgesichert?

Bei einem Ausfall der Externen Batterie kann die interne Batterie des Sherwater Predator/petrel/NERD die Versorgung des Bussystems übernehmen, rMS bleibt betriebsfähig. Da die Kapazität der internen Batterie nicht so hoch ist, wird empfohlen, den rEvo im manuellen Modus weiter zu tauchen. Damit wird das Magnetventil als größter Verbraucher nicht mehr genutzt und die Batterie entlastet.

8. Warnungen

- Beatme nie das Kreislaufgerät, wenn der Shearwater ausgeschaltet ist – Die Atemkalküberwachung basiert auf Temperaturänderungen über einen bestimmten Zeitraum und wenn das Gerät beatmet wird, ohne dass rMS diese Temperaturänderungen messen konnte, dann wird es nicht in der Lage sein die genaue **Aufwärmphase des Atemkalks zu bestimmen. Dadurch wird er nie den Status „Ready“** erreichen, weil ihm die Informationen am Anfang der Voratmung fehlen.
- **Warte mit der Voratmung, bis man im Hauptbildschirm das "C ??“ mit grünen „??“ sieht. Solange die „??“ orange sind, steht noch keine Verbindung zu den Temperatursensoren.**
- Temperatursensoren sollen weder angefasst, verbogen noch einer sonstigen Belastung ausgesetzt werden
- Die maximal zulässige Temperatur an einem einzelnen Temperatursensor beträgt 70°C. Aus diesem Grund soll der Behälter nicht mit heißem oder kochendem Wasser ausgespült werden.
- Demontiere niemals die Temperatursensoren von dem Atemkalkbehälter. Dafür wird ein spezielles Werkzeug benötigt. Bei dem Versuch sie trotzdem aus zu bauen wird der Sensor beschädigt.
- **Verwende niemals die folgenden Funktionen im Menü "Scrubber+", es sei den man wird durch den rEvo Instructor dazu aufgefordert. Dies dient nur zur Fehlerbehebung.**

