



Klar, das Foto ist gestellt. Aber es verdeutlicht, dass Kreislaufgeräte sehr ausbildungsintensiv sind.

FOTO: W. PÖLZER

# Rebreather - eine andere Welt!

Sie bieten lange Tauchzeiten, kurze Dekozeiten und große Nähe zu Meeresbewohnern. Aber sie stellen höhere Anforderungen an den Taucher als herkömmliche Ausrüstung!

**L**eichter ist besser! Die Begriffe Kreislaufgerät oder Rebreather weisen auf das Prinzip der Wiederverwendung des Atemgases hin. Im Unterschied zu den herkömmlichen Tauchgeräten wird es nach dem Ausatmen nicht an die Umgebung abgegeben, sondern wieder benutzt.

Dieser Vorgang erfolgt über eine elektronische Steuerung. Darum nennt man diese Geräte eCCR (Electronic Closed Circuit Rebreather). Nur diese

Geräte berücksichtigen wir hier, weil sie mit Abstand am weitesten verbreitet sind.

Die Wiederverwendung des Atemgases bringt eine Reihe von technischen und ökonomischen Vorteilen, die wir später beschreiben, aber sie hat auch andere Vorteile. Mit einem eCCR unterwegs zu sein, ist ein völlig anderes Tauchgefühl! Wesentlich besser meinen viele, denn es ist nicht nur die angenehme Stille, sondern auch das Gas, das wärmer und

feuchter ist als das trockene Gas, das wir durch unsere Atemregler kennen und das durch die Entspannung von 200 bar auf Umgebungsdruck auch noch kalt ist.

Es ist ein ganz anderes Tauchen! Kaum etwas anderes kommt dem Gefühl, des Einsseins mit der Unterwasserwelt so nahe. Das liegt auch an der Nähe zu den meisten Wasserbewohnern, die ein eCCR zulässt. Denn oft sind es die Blasen, die sie verschrecken.

Das ist für die meisten von uns ein ganz neues Erlebnis. Als Fotograf profitiert man besonders davon, denn das gibt oft fantastische Fotomotive aus einer neuen Perspektive.

Aber auch die Taucher, die wissen oder zumindest ahnen, dass es jenseits der 40-Meter-Grenze Lohnendes zu erkunden gibt, ziehen Gewinn daraus, wenn sie sich auf das Abenteuer eCCR einlassen. Es sind vor allem längere Tauch- und kürzere Dekozeiten sowie größere Tiefen durch die kostengünstige Verwendung von Mischgas. Dadurch verschafft einem ein eCCR viel mehr Freiheit, als man das von herkömmlicher Ausrüstung gewohnt ist.

Diese Geräte, die eigentlich automatische Gas-Mischmaschinen sind, verlangen durch ihre Komplexität eine zeit- und kostenintensive Ausbildung. Die Gründe dafür finden Sie auf den folgenden Seiten.

Walter Comper

# eCCR-GEHEIMNIS PO<sub>2</sub>

Das Geheimnis der langen Tauch- und kurzen Dekozeiten bei eCCR-Tauchgängen liegt im konstanten Sauerstoffpartialdruck (PO<sub>2</sub>), der meist zwischen 1,0 und 1,3 bar eingestellt wird, einen Wert, den man als Setpoint bezeichnet. Dieser konstante PO<sub>2</sub> bewirkt die geringstmögliche Inertgassättigung und die kurzen Dekozeiten. Mit einem offenen System müsste man alle paar Meter eine Flasche mit einem anderen Gas verwenden.

## WAS BEDEUTET DER BEGRIFF STANDZEIT?

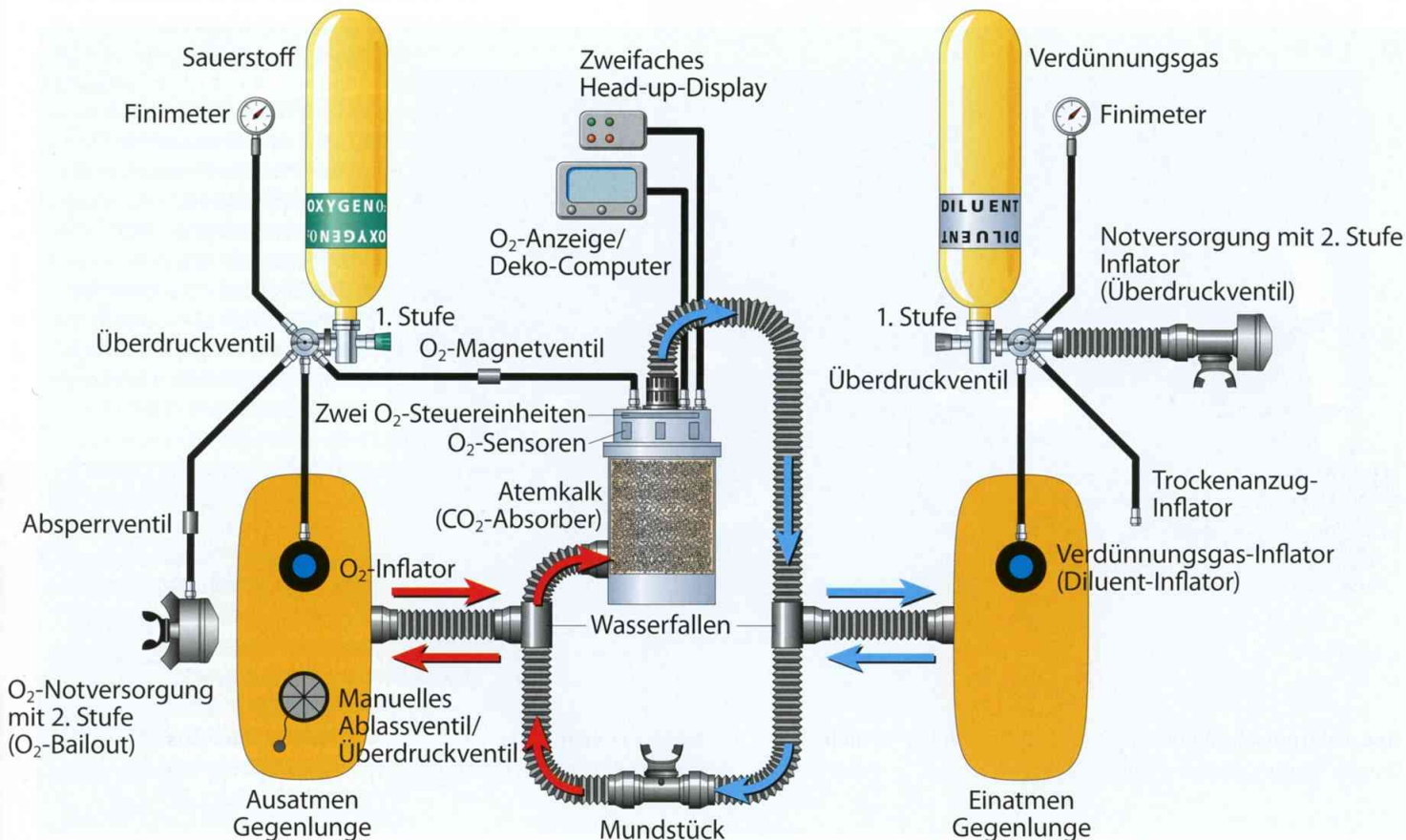
Nein, das hat nichts damit zu tun, wie lange das Gerät auf einem schwankenden Boot stehen kann. Es handelt sich um die Angabe, wie lange der Kalk im Atemkalkbehälter (auch Kanister genannt) in der Lage ist, das Atemgas effektiv vom Kohlendioxid zu reinigen. Diese ist von verschiedenen Faktoren (zum Beispiel Sauerstoffverbrauch, Kohlendioxidproduktion, Temperatur, Behälterdesign) abhängig. Dadurch ist sie schwer vorauszusagen. Aus diesem Grunde geben Kreislaufgerätehersteller diese Zeit sehr konservativ an.

## DIE BASIS-FUNKTION EINES eCCR

Kreislaufgeräte basieren auf einer einfachen Überlegung: Zum Überleben (ver-)brauchen wir nur ein einziges Gas, den Sauerstoff. Die anderen (Inert-)Gase, wie Stickstoff, Helium oder eine Mischung daraus, dienen nur als Verdünnungsgase (Diluent), um den Sauerstoffpartialdruck (PO<sub>2</sub>) in atembaren Grenzen zu halten. Wenn man den unverbrauchten Sauerstoff und das Füllgas wiederverwendet, den verbrauchten Sauerstoff ersetzt und das beim Atemvorgang entstandene Kohlendioxid eliminiert, dann kann man theoretisch unbegrenzt atmen.

Kontrolliert wird der PO<sub>2</sub> durch die Elektronik. Fällt er durch den Verbrauch ab, öffnet sich ein Magnetventil (Solenoid), und es wird so lange Sauerstoff nachgeführt, bis der PO<sub>2</sub> wieder seinen gewünschten Wert (Setpoint, meist 0,7–1,3 bar) erreicht hat. Mit diesem Mechanismus, der in der Grafik unten am Beispiel eines „Inspiration“ (mehr dazu S. 92) verdeutlicht wird, nutzen Kreislaufgeräte das mitgeführte Atemgas optimal aus und ermöglichen so lange, tiefe Tauchgänge, die mit offenen System oft nicht möglich wären. Noch ein Hinweis, der diesen Mechanismus verständlicher macht: Die Einsatzdauer eines eCCR ist, anders als bei einem offenen System, nicht vom Atemminutenvolumen des Tauchers oder dem jeweiligen Umgebungsdruck abhängig, sondern einzig von der Rate, mit welcher der Körper Sauerstoff verbraucht.

## „Inspiration“ – Schematische Darstellung



## TEURE SPARDOSE

Auf Facebook gab es unlängst die Frage, was der Unterschied zwischen Tauchen mit offenem System und mit einem eCCR sei. Nicht alle nahmen die Frage ernst und so lautete eine der Antworten lapidar: 6000 Euro. Das ist aber nur die halbe Wahrheit. Denn ein eCCR ist in der Anschaffung teuer, aber es ist eine echte Spardose, wenn es um das Atemgas geht.

Mit einem offenen System verwendet man etwa fünf Prozent des mitgeführten Gases und gibt den Rest ungenutzt an die Umgebung ab. Mit einem Kreislaufgerät nutzt man hingegen

etwa 95 Prozent des Gases aus. Das ist so, weil das Gasvolumen im Atemkreislauf nur durch drei Faktoren reduziert wird:

1. den Verbrauch von Sauerstoff im menschlichen Körper
2. das Ausblasen der Maske und
3. durch die Gasabgabe, die durch die Gasausdehnung beim Aufstieg beziehungsweise beim Trieren nötig wird.

Bei langen, tiefen Tauchgängen und vor allem bei Verwendung von Mischgas mit hohem Heliumanteil, amortisiert sich der Anschaffungspreis rasch.

FOTO: POSEIDON



FOTO: G. NOWAK

## AUSBILDUNG

Bei Atemreglern ist es gleichgültig, welches Modell man verwendet. Man nimmt die Zweite Stufe in den Mund und atmet. Bei einem Kreislaufgerät ist das anders. Ein eCCR ist ziemlich komplex, und der Taucher muss es zum Reinigen und Austausch des Atemkalks auseinandernehmen können. Darum dauert die Ausbildung je nach Ausbildungslevel meist drei bis fünf Tage. Voraussetzung für einen Basiskurs sind meist AOWD-Niveau und 30–50 Tauchgänge. Die Ausbildung gibt es inzwischen von fast allen Organisationen, zum Beispiel von IAC, [www.diveiac.de](http://www.diveiac.de) IANTD, [www.iantd.de](http://www.iantd.de) IART, [www.iart.de](http://www.iart.de) PADI, [www.padi.com](http://www.padi.com) SSI, [www.divessi.com](http://www.divessi.com) VDST, [www.vdst.de](http://www.vdst.de)

## BAILOUT? WAS IST DAS?



FOTO: POSEIDON

Eine Gasversorgung für den Notfall. Frei nach dem Credo: „If in doubt- bailout!“ Etwas weniger prägnant heißt das auf Deutsch: Wenn du Zweifel daran hast, dass mit deinem Gerät alles in Ordnung ist, wechsele auf dein offenes System. Das kann ein integriertes System sein, das per Kipp- oder Drehfunktion aus dem Kreislaufgeräte-Mundstück auf eine integrierte Zweite Stufe schaltet und den Taucher aus der Diluent-Flasche versorgt. Das nennt man „BOV“, Bailout Valve (oben). Aber da die Diluent-Flasche mit meist zwei bis vier Litern recht klein ist, haben viele eCCR-Taucher eine Alu-Stage mit fünf bis sieben Litern Inhalt dabei. Genau genommen also eine Stage, wie wir das aus dem Tech-Tauchen kennen.



FOTO: R. RINALDI

## BLASENFREI

Keine Blasen, das ist eine feine Sache, wenn es um die Annäherung an scheue Meeresbewohner geht. Was für Genießer der Unterwasserwelt verlockend ist, birgt aber auch Gefahren. Kreislaufgeräte werden nicht umsonst von Militärtauchern verwendet, um sich unbemerkt ihrem Ziel zu nähern. Denn

während ein großer Blasenschwall andere Wassersportler und Bootsführer warnt, wenn ein Taucher mit offenem System nach oben kommt, zeigen sich bei einem Kreislaufgerätetaucher nur wenig Blasen, die mitunter kaum wahrnehmbar sind. Wichtig ist es, den Kapitän des Tauchbootes darauf hinzuweisen, dass Kreislaufgeräte in dieser Hinsicht anders sind. Wer auf Nummer sicher gehen will, kann in stark befahrenen Gebieten entweder eine Boje vorausschicken und an dieser auftauchen oder einfach, kurz vor dem Auftauchen, etwas Atemgas aus dem Automaten der Bailout-Flasche entweichen lassen.



FOTO: G. NOWAK

## AUSWAHL AKTUELLER MODELLE

### POSEIDON

#### „SE7EN SPORT“

Das Poseidon „Se7en Sport“ ist leicht und einfach zu warten. Sein Computer durchläuft automatisch die Checkliste der Einheit vor dem Tauchen, überprüft die Sauerstoffsensoren und überwacht während des Tauchens den Atemgasverbrauch. Dabei zeigt er auch eine Prognose der restlichen Tauchzeit an. Einfacher kann man sich das Tauchen mit einem eCCR kaum vorstellen. Das Gerät wird komplett in einer tauchfertigen Version ausgeliefert. Ein Upgrade von der „Sport“ auf die „Tec“-Version, die dem Taucher jede Freiheit lässt, ist problemlos möglich.

„Sport“: 4875 Euro  
„Tec“: 9300 Euro  
[www.poseidon.com](http://www.poseidon.com)



### AP DIVING

#### „INSPIRATION“

Das „Inspiration“ war das erste eCCR, das kommerziell erhältlich war. AP Diving blickt also auf eine über 20-jährige Tradition zurück. Es gibt das Gerät in mehreren Versionen, die alle mit der bewährten „Vision“-Elektronik betrieben werden, die alle wesentlichen Funktionen mit einem Master und einem Slave-Controller überwacht. Das alles wird auf das sehr übersichtliche Display am Handgelenk des Tauchers übertragen. Für verschiedene Gase gibt es nach dem Absolvieren eines Kurses Upgrades für den integrierten Computer. Alles in allem bietet ein „Inspiration“ eine ausgereifte Einheit, die jedem User, vom Sporttaucher bis zum Tekki, mit Explorationsbestrebungen eine Lösung bietet.

**Je nach Modell und individueller Ausstattung kostet ein „Inspiration“ 7750 Euro bis 10 652 Euro**  
[www.apdiving.com](http://www.apdiving.com)

### rEVO „rEVO“

Ein Gerät mit sehr übersichtlicher Bauweise, bei dem alle Teile leicht erreichbar sind. Die Gegenlungenerstreckt sich über den ganzen Rücken, dadurch bleibt der Brustbereich frei. In Verbindung mit der Titankonstruktion des Rahmens, durch den der Schwerpunkt nahe an der Körperachse liegt, gibt das eine sehr gute Wasserlage und benötigt wenig Blei. Zwei hintereinandergeschaltete Kalkbehälter ermöglichen es, den Atemkalk voll auszunutzen, ohne ein Risiko einzugehen. Es gibt verschiedene Versionen.

„rEvo“: 6402 bis 10710 Euro  
[www.revo-rebreathers.com](http://www.revo-rebreathers.com)





## JJ CCR „JJ CCR“

Das „JJ CCR“ wird als komplett einsatzfähiges Gerät ausgeliefert, das für alle Zwecke verwendbar ist. Ein Grundgedanke des dänischen Konstrukteurs war es, ein einfach aufgebautes, sehr robustes Gerät zu bauen, das dem Taucher jedwede Option bietet und ihn nicht durch Beschränkungen des Herstellers limitiert. Auch sonst ist das „JJ“ auf Flexibilität getrimmt, wie zum Beispiel bei der Konfiguration der Flaschen. Flaschengrößen bis zu sieben Liter können mit herkömmlichen Spanngurten befestigt werden. Auch das Anbringen von vier Flaschen ist möglich. Das ist nicht nur auf Reisen praktisch, sondern auch bei tiefen oder sehr langen Tech-Tauchgängen.

„JJ CCR“: 8556 Euro  
[www.jj-ccr.com](http://www.jj-ccr.com)

## SCUBA FORCE „SF2“

Das „SF2“ ist ein einfach und kompakt aufgebautes eCCR, weil alle Komponenten in dem runden Gehäuse aus Carbon (Durchmesser 18 Zentimeter, Höhe 60 Zentimeter) untergebracht sind. Die Gehäuseform ermöglicht eine Besonderheit: Neben der Backmount- (oben) gibt es auch eine Sidemount-Version (unten), die vor allem von Höhlentauchern eingesetzt wird. Diese Konstruktion ermöglicht auch das Mitführen eines redundanten eCCR-Geräts für extreme Tauchgänge.

„SF2“-Backmount: 8999 Euro  
 „SF2“-Sidemount: 6999 Euro  
[www.scubaforce.eu](http://www.scubaforce.eu)

