



DIE BESTEN TAUCH- UND VIDEO-LAMPEN IM ÜBERBLICK

Die neuesten Modelle: Wir zeigen, worauf Sie beim Kauf achten müssen. S. 78

WISSEN

DER WEG ZUM PERFEKTEN TAUCHEN

TECHNIK
78

MULTIMEDIA
90

PRAXIS
96

FORUM
108



REBREATHER

Lautlos in die Tiefe

Das **Tauchen mit Kreislaufgeräten** ist geräuschlos und faszinierend. Wir zeigen, wie man sicher in die blasenfreie Welt eintauchen kann.

Viele glauben, dass Kreislaufgeräte in erster Linie für technische Taucher interessant sind. Rebreather sind aber auch bei vielen Sporttauchern beliebt, denn sie ermöglichen längere Nullzeiten, einen verringerten Gasverbrauch und intensivere Begegnungen mit Meereslebewesen. Weil die verbrauchte Luft nicht ausgestoßen wird, gibt es auch keine Luftblasen, die Fische verschrecken können. Deshalb lieben UW-Fotografen diese Geräte.

Der Hauptunterschied zwischen Rebreathern und „normalen“ Geräten ist, dass Kreislaufgeräte das ausgeatmete Gas wiederverwenden: Das „Luft-Recycling“ erfolgt über Chemikalien (Atemkalk). Wenn man mit Kreislauf-Tauchgeräten taucht, ist das Trieren über das Ein- und Ausatmen allerdings nicht mehr möglich. Wir erläutern Ihnen, welche Systeme es gibt und wie und wo man das lautlose Rebreather-Tauchen erlernen kann.

„DAS MUSS DIE STILLE WELT SEIN, DIE COUSTEAU GESUCHT HAT“

TAUCHEN-Autor Walter Comper über das lautlose Rebreather-Erlebnis.

DEN GANZEN BERICHT AUF SEITE 96 LESEN



Blasenfreier Wracktauchgang mit dem „Evolution“ von AP Diving.



KREISLAUFGERÄTE – stilles Glück unter Wasser

Lange Tauch- und kurze Deko-Zeiten, kleine Tauchflaschen und ein neue Tauchgefühl. Kreiseln Sie mal: So erleben Sie den Einstieg in die blasenfreie und lautlose Unterwasserwelt.

Außer dem kaum wahrnehmbaren Geräusch, das entsteht, wenn das Atemgas durch Faltenschläuche, Atembeutel und den Kalkkanister strömt, höre ich nur ein gelegentliches leises Klicken. Jetzt spricht das Magnetventil an und hält damit den Sauerstoffpartialdruck (PO_2) konstant bei 1,2 bar. Das ermöglicht lange Tauchzeiten mit kurzer Deko: Ein hoher PO_2 reduziert die Aufsättigung mit Stickstoff oder Helium in der Tiefe und beschleunigt das Abatmen dieser Inertgase beim Aufstieg. Anders also als bei einem offenen

System, bei dem der PO_2 nur in der Tiefe hohe Werte erreicht und die Deko-Zeit dadurch deutlich länger wird.

FURCHTLOSE FISCHE

Aber das ist längst nicht alles! Langsam schwimme ich zu einer der Trainingsplattformen. Dort steigen gerade zwei „Blasensmacher“ mit Doppelflaschen nach dem Ende der Deko-Zeit auf. Kaum sind sie weg, kommen auch die kleinen Fische, die mit mehreren Metern Abstand ihre Kreise um die Plattform gezogen haben, wieder ganz nahe heran. Sie



Rebreather beim jährlichen Event von Orca in Safaga.

sind zutraulich, denn ich mache ja beim Ausatmen keine lauten Blasen. Furchtlos schwimmen sie bis an meine Maskenscheibe heran. Bis auf wenige Zentimeter kann ich mit meinen Fingern an sie herankommen. Dann schwimmen sie langsam ein Stück weg, kommen aber sofort wieder näher, wenn ich meine Hand sinken lasse. Die Fische so aus der Nähe und scheinbar ganz angstfrei zu sehen, ist immer wieder faszinierend. Das muss sie sein, die stille Welt, die Cousteau einmal beschrieben hat und die ich bis dahin nicht gefunden hatte.

SPAR- UND SPASSMASCHINE

Geschlossene Kreislaufgeräte werden kurz CCR (engl. closed circuit rebreather) bezeichnet.

Sowohl in der Ausbildung als auch im Alltag werden häufig die englischen Begriffe verwendet, darum liefern wir in einigen Fällen die Übersetzung mit. CCRs arbeiten ökonomischer als offene Systeme, also Tauchflaschen mit Atemreglern. Wenn wir zum Beispiel aus einer Druckluftflasche atmen, bekommen wir 21 Prozent Sauerstoff geliefert. Das Gas, das wir ausatmen enthält etwa 17 Prozent Sauerstoff, der ungenutzt in die Umgebung abgegeben wird. Das atmen wir zusammen mit dem Stickstoff in das Umgebungswasser ab. Außer einem fetten Blasenschwall bringt uns das nichts.

Bei einem CCR ist das ganz anders: Der englische Begriff „rebreather“, wörtlich „Wiederatmer“, umschreibt es treffend. Nach dem Ausatmen wird das Gas erneut verwendet. Und so funktioniert das: Das Diluent (auch Füllgas genannt, meist Stickstoff, Luft, Trimix oder Heliox) wird komplett wiederverwendet. Dazu wird das Gas beim Ausatmen über einen Faltschlauch durch den Atemkalkkanister bewegt. Hier wird das Kohlendioxid (CO_2) entfernt, das entstanden ist, als der Körper Sauerstoff (O_2) verbraucht hat. Diese vier Prozent O_2 fehlen nun und werden hinter dem Atemkalkkanister hinzugefügt. Das so aufgearbeitete Gas kann man ohne Probleme stundenlang atmen. Theoretisch. Denn wenn man tiefer taucht, muss Diluent hinzugefügt werden, um das Volumen des Atemkreislaufs aufrecht zu erhalten. Das ist ganz ähnlich wie beim Tauchen mit einem Trockentauchanzug: Wenn man abtaucht fängt der an zu kneifen, bis man wieder etwas Luft hinzugefügt hat. Beim Aufstieg gibt es Blasen, denn da wird Atemgas aus dem System abgelassen. Dieser sparsame Umgang mit dem Atemgas

ermöglicht auch mit den beiden Zwei- bis Drei-Liter-Flaschen Tauchzeiten von drei bis vier Stunden und zwar unabhängig von der Tauchtiefe!

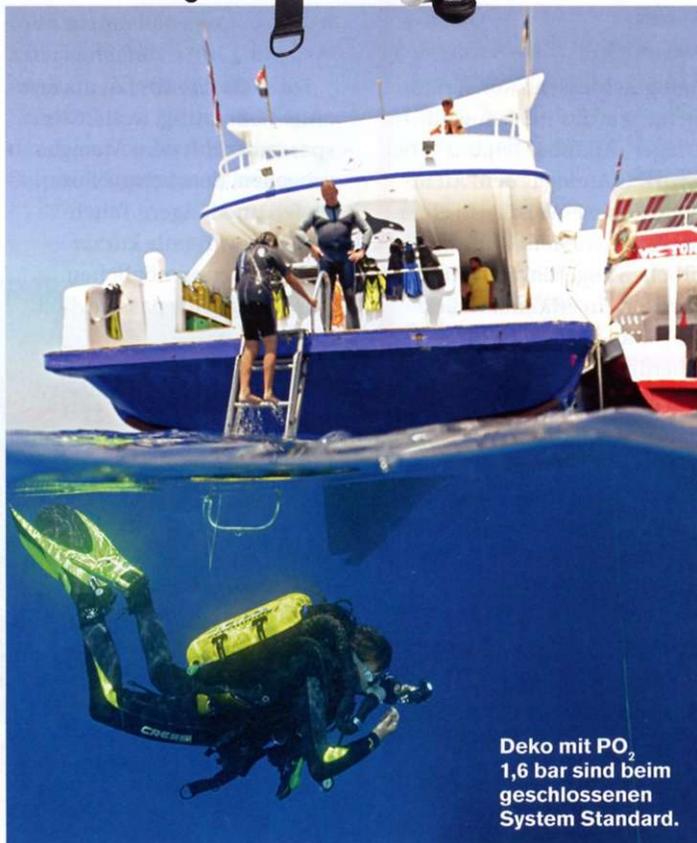
Schön ist auch, dass man abtauchen kann, ohne dass

Null- oder Deko-Zeiten sowie das verbliebene Atemgas in der Flasche beschränken. Ob man eine halbe Stunde länger in Tiefen zwischen 20 und 50 Meter bleibt, wirkt sich nur relativ geringfügig auf die Deko-Zeiten

→ TAUCHEN-TIPP

Das Füllgas (Diluent) dient zum Verdünnen des O_2 und damit zum Volumenausgleich der Gegenlunge beim Abtauchen. Sonst würden wir reinen Sauerstoff atmen und die Tauchtiefe auf vier bis sechs Meter begrenzen.

Beliebtes CCR: „Inspiration“ von AP Diving.



Deko mit PO_2 1,6 bar beim geschlossenen System Standard.

aus und fast gar nicht auf das restliche Atemgas. Das ist ein Stück zusätzliche Freiheit und macht dann richtig Spaß!

HIGHTECH-MISCHANLAGE

Das Grundprinzip eines CCR ist es, dass Atemgas aus zwei Gasflaschen im Gerät gemixt wird. In einem Behälter befindet sich Sauerstoff, in der zweiten das Diluent (meist Luft oder Trimix). Der Taucher hat also seine eigene Mischanlage dabei. Die wichtigsten Teile sind die Sensorik und die Elektronik. Meist sind es drei Sensoren, die den PO_2 kontrollieren, der dann auf Basis der Sensormessungen durch den elektronischen Regelkreislauf gesteuert wird. Und so läuft das ab: Fällt der PO_2 durch den Verbrauch oder durch Druckabfall beim Auftauchen ab, öffnet sich das Magnetventil (engl. solenoid valve), und es wird so lange Sauerstoff nachgeführt, bis der PO_2 wieder den gewünschten Wert (engl. setpoint) hat. Der liegt je nach Tiefe zwischen 0,7 und 1,3 bar. Bei einem zu hohen PO_2 warnt die Elektronik mit einem durchdringenden Geräusch: Das kann gefährlich werden! Jetzt führt der Taucher manuell Füllgas zu, um den PO_2 zu senken. Das alles lernt man genau in Kursen, ohne die kein Hersteller einen Rebreather verkauft.

EINSTIEG IN EINE NEUE WELT

Die Rebreather-Ausbildung, die je nach Ausbildungslevel drei bis fünf Tage dauert und inzwischen von allen Ausbildungsorganisationen angeboten wird, ist immer gerätespezifisch, weil jede Einheit zumindest im Detail anders aufgebaut ist und andere Eigenheiten hat. Das ist anders als beim herkömmlichen Tauchen: Wer mit einem Atemregler umgehen kann, der kann auch ein Modell des Mitbewerbers bedienen. Bei CCR ist das anders. So muss für jedes Gerätemodell

FOTOS: G. NOWAK (3), AP-DIVING (1)

→ **TAUCHEN-TIPP**

Anders als beim offenen System wird die Einsatzdauer eines CCR nicht vom Atemminutenvolumen, sondern vom Sauerstoffverbrauch bestimmt.

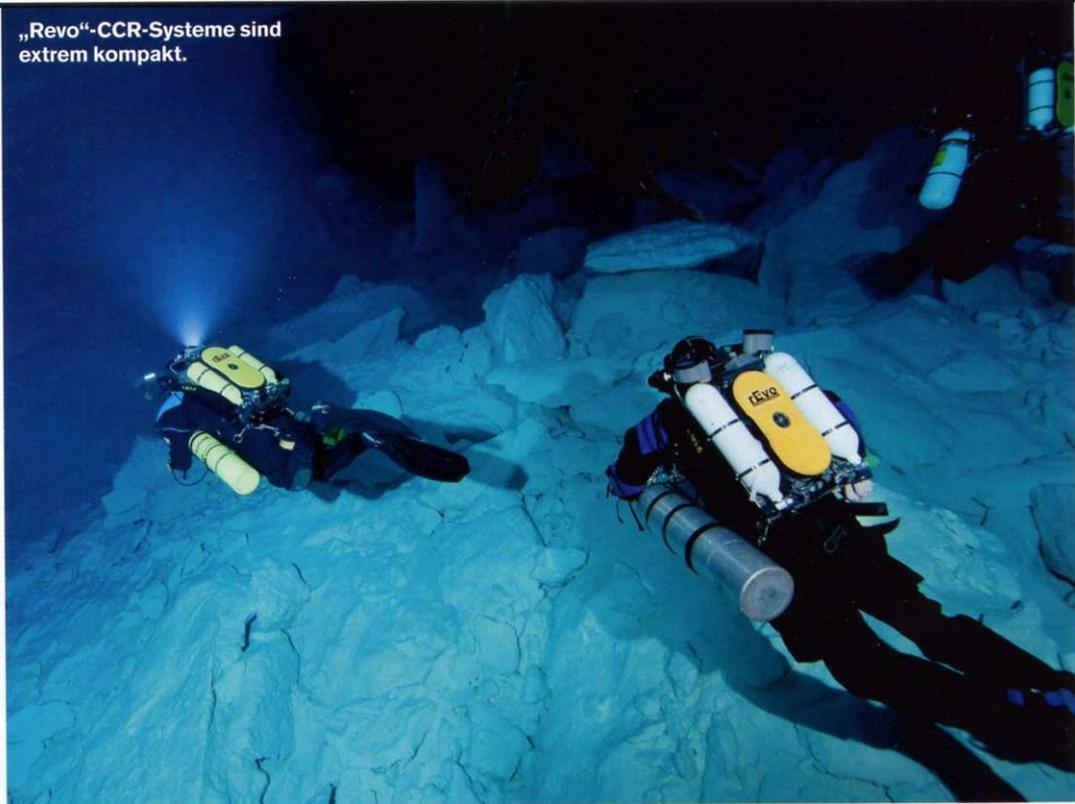
eine eigene Ausbildung erfolgen. Aber da CCRs untereinander schon viele Gemeinsamkeiten haben, gibt es bei einem Wechsel auf ein anderes Gerät ein verkürztes Crossover. Denn die wichtigsten Grundlagen des CCR-Tauchens hat man dann verinnerlicht. Etwa die ganz wesentliche Erkenntnis, dass die Tariierung über die Lunge bei einem CCR nicht funktioniert. Ob eingeatmet oder ausgeatmet, das hat keinen Einfluss auf die Tariierung, denn Gerät und Taucher sind hier eine Einheit.

Im Praxisteil des Kurses lernen Sie das Gerät auseinanderzubauen, zu reinigen und wieder zusammenzusetzen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Tauchgangsplanung und auf dem richtigen Verhalten bei einem Geräteausfall. Das ist ein wichtiger Aspekt der Ausbildung, denn viele verlassen sich darauf, dass man mit einem CCR weit kommt. Das gilt aber nur, solange alles glatt läuft. Wenn das nicht mehr der Fall ist, sollte man schon bei den geringsten Zweifeln zum Bailout greifen (engl. „if in doubt, bail out“), dem mitgeführten offenen System. Dabei handelt es sich um eine oder zwei Stages, die aus jeder Tiefe den sicheren Aufstieg ermöglichen. Meist verwendet man dafür fünf bis sieben Liter Aluflaschen, die seitlich eingehängt werden und unter Wasser keine Belastung sind, aber ein wunderbar beruhigendes Gefühl vermitteln.

ANDERE KREISLAUFSYSTEME

Neben den am weitesten verbreiteten CCRs gibt es noch

„Revo“-CCR-Systeme sind extrem kompakt.

→ **TAUCHEN-TIPP**

CCRs funktionieren vollkommen anders als offene Systeme! Selbst sehr erfahrene Taucher sind hier zunächst wieder Anfänger, die viele Grundlagen neu erlernen müssen.

halbgeschlossene Konstantdosierer, wie das 1994 eingeführte Dräger „Atlantis Dolphin“. Hier wird das Atemgas dem Atembeutel über eine Düse in einer bestimmten Menge ununterbrochen zugeführt. Dadurch entsteht ein erhöhter Druck im Gerät, der durch ein Überdruckventil (ähnlich dem eines Trockentauchanzugs) an die Umgebung abgegeben wird. Darum sind halb geschlossene Geräte nicht blasenfrei, sondern nur blasenarm. In der Flasche befindet sich ein Fertiggas, was den Einsatzbereich einschränkt, denn mit einem Nitrox32 kann man natürlich keinen 80-Meter-Tauchgang unternehmen.

Diese Geräte sind heute fast ohne Bedeutung, weil CCRs sparsamer mit dem Atemgas umgehen, deutlich größere Tiefen und längere Tauchzeiten trotz relativ kurzer Deko-Zeiten ermöglichen. Gleiches gilt für passive, halb

geschlossene Geräte (PSCR): Hier ist die Gegenlunge eine Art Blasebalg, in der sich ein zweiter, kleinerer Blasebalg befindet. Mit jedem Hub, der einem Atemzug entspricht, wird ein Teil des Inhalts des kleinen Systems abgegeben. Da die Atemfrequenz eng an den Sauerstoffverbrauch gekoppelt ist, wird bei Anstrengung und rascher Atmung viel Atemgas ausgetauscht, bei ruhiger Atmung aber weniger. Diese Geräte sind sparsamer als ihre konstantdosierten Brüder, werden aber selbst im Höhlentauchen kaum noch verwendet. So hat der auf den Tech-Bereich spezialisierte Hersteller Scuba Force das „SF1“ (PSCR) inzwischen gegen die elektronisch



„2020 Vision“-Computer und Controller – die Schnittstelle zwischen Taucher und dem Kreislaufgerät von AP Diving.



Für Expeditionstauchgänge gibt es eine Sidemount-Variante des „SF2“ von Scubaforce.

→ TAUCHEN-TIPP

Das Gasvolumen im Atemkreislauf eines CCR wird durch vier Faktoren reduziert:
 1) den Verbrauch von O₂
 2) das Ausblasen der Maske,

3) durch Gasabgabe, die durch die Gasausdehnung beim Aufstieg oder beim Tarieren nötig wird und
 4) durch Bedienfehler.

gesteuerte CCR Variante, das „SF2“, ausgetauscht, das im Höhlentauchen auch als Sidemount-CCR verwendet werden kann. Sauerstoffkreislaufgeräte arbeiten mit reinem O₂. Sie werden fast ausschließlich im taktischen Bereich von Militär- und spezialisierten Polizeieinheiten verwendet. Als einzige Geräte bieten sie ein völlig blasenfreies Auftauchen,

wenn die O₂-Flasche geschlossen und der restliche Sauerstoff über mehrere Minuten hinweg verbraucht wird.

Bei den vereinzelt erhältlichen manuellen geschlossenen Kreislaufgeräten (mCCR), wie dem „KISS“, melden die Sensoren den aktuellen PO₂, der dann von Hand an den Setpoint angepasst wird.

Walter Comper



AP Diving „Evolution“: links Luft, rechts Sauerstoff. Der Behälter in der Mitte enthält den Atemkalk. Darüber sitzt der „Kopf“ mit der Elektronik und den O₂-Sensoren.

WICHTIGE VOKABELN

Atemkalk (engl. scrubber)

Ein Granulat, das über eine chemische Reaktion Kohlendioxid aus dem Atemkreislauf entfernt.

Atemkreislauf (engl. loop)

Er besteht aus den Atemwegen des Tauchers und den Teilen des Kreislaufgeräts, die sich unter Umgebungsdruck befinden. Hierzu gehören Faltenschläuche, Gegenlunge, Atemkalkbehälter und Mundstück. Regelmäßige Reinigung und Desinfektion sind wichtig.

Füll- oder Verdünnungsgas (engl. diluent)

Inertgasen wie Linie Stickstoff und Helium. Sie füllen mit zunehmender Tiefe den Kreislauf (engl. loop) auf und verhindern sowohl ein zu starkes Ansteigen des Sauerstoffpartialdrucks (PO₂) als

auch ein zu geringes Volumen des Atemkreislaufs.

Hyperkapnie

Vorliegen eines hohen Kohlendioxidpegels im Blut durch Atemkalkprobleme. Eines der markantesten Symptome ist Kurzatmigkeit bis hin zur Atemnot. Weitere Anzeichen sind Schwindel, Kopfschmerzen und Übelkeit. Schon bei den geringsten Anzeichen muss vom Kreislaufgerät auf das offene Bailout gewechselt und der Aufstieg eingeleitet werden.

Hyperoxie

Sauerstoffüberangebot, das zu einer Sauerstoffvergiftung führen kann. Ursache sind technische Probleme im Gerät oder manuelle Zuführung von Sauerstoff. Wer gelernt hat, das Öffnen des Magnetventils zu hören und wahrzunehmen, fällt

auf, wenn es ständig O₂ nachführt.

Hypoxie

Sauerstoffmangel durch einen zu geringen PO₂ aufgrund von Sensorproblemen, einem Ausfall des Magnetventils oder durch nachlassenden Umgebungsdruck beim Aufsteigen. In den Kursen lernt man einer Hypoxie durch Kontrolle des PO₂ sowie rechtzeitiges „Spülen“ des Geräts mit Diluent im Notfall vorzubeugen.

Sauerstoffsensor (engl. oxygen sensor)

Durch eine elektrochemische Reaktion erzeugt der Sensor eine Spannung, die im Verhältnis zum Sauerstoffanteil der Gasmischung im System steht. Auf dem Display des Tauchcomputers wird der daraus resultierende PO₂ angezeigt.

KURSE & PREISE

VORTEILE CCR

- längere Nullzeiten
- kürzere Dekozeiten
- längere Tauchzeiten
- blasenfreie Annäherung an scheue Lebewesen (ideal für Fotografen)
- warmes und feuchtes Atemgas (gut bei langen Tauchgängen)
- sparsamer Umgang

mit teurem Helium (bei Trimix-Tauchgängen)

AUSBILDUNG

- (unter anderem):
BARAKUDA www.barakuda.org
IAC www.diveiac.de
SSI www.divessi.com
DIWA www.diwadiving.com
IART www.iart.de

NAUI www.nauai.org
PADI www.padi.com

PREISE: IAC-Kurs, 7 Std Praxis, 8 Std. Theorie. (Poseidon-Rebreather), Preis: 600 Euro; www.dive4life.de. **CCR:** AP „Inspiration EVO“, Preis: 5900 Euro; www.apdiving.com