



**Nr. 16** 2. Quartal 2014  
D/A/CH 8,50 €

# **WETNOTES**<sup>®</sup>

Das Fachmagazin für fortgeschrittene  
und technische Taucher



## **WEITER KÄLTER TIEFER**

J2 im Cheve-System, Bjurälven, Garda 335 m

### **PHYSIOLOGIE**

Absturz trotz Flügeln

### **SACHSENS KATHEDRALE**

Abtauchen in den Felsendomen Rabenstein



**WRACKS** GRAN CANARIA, HEINKEL HE 111 • **TECHNIK** CO2-SENSOR VON AP

**AUSBILDUNG** NACD **HÖHLE** ARDÉCHE • **TEC-SPOT** HEMMOOR



## CO2-Alarm CO2-Sensor für eCCR-Inspiration

Text: Koni Schwarz

Die Gerüchteküche brodelt nur kurz, dann ist er verfügbar – ein CO2-Sensor für den eCCR Inspiration Vision von AP-Diving. Statt langer Ankündigungen geht AP wieder den soliden Weg: mit der Presseerklärung sind die Sensoren auch tatsächlich lieferbar, natürlich mit bereits erfolgter CE-Zertifizierung als „Active Warning Device“ nach der aktuellen Rebreather-EN14143:2013.

### Hyperkapnie

Die Gefahr der Hyperkapnie (erhöhter Kohlenstoffdioxidgehalt im Blut) ist eine der großen und sehr gefährlichen Probleme beim Kreislauftauchen. Die Ursachen können vielfältig sein: Kanalbildung im Atemkalk, verbrauchter oder falsch gepackter Kalk, falsche oder fehlende Dichtungen und vieles mehr. Auch erhöhte Atemarbeit im Loop verhindert ein gutes Abatmen von CO2 und fördert damit Hyperkapnie, vor allem, wenn der Kreislauf in bestimmten Tauchlagen Mängel im „work of breath“ aufweist. Ein oft unterschätzter, wesentlicher Risikofaktor ist erhöhtes Atem-Minutenvolumen und damit eine Überlastung des Kalks. In der Regel sind eCCRs auf ein AMV von ca 60 l/min ausgelegt, was bei einem schlecht trainierten Taucher schon bei leichter Anstrengung überschritten wird. In diesem Fall kann der Kalk konstruktionsbedingt das CO2 nicht mehr vollständig binden.

Die Gefahr erhöht sich immer mit steigender Tiefe durch die höhere Dichte des Gases im Loop.

Eine kurze Frage in die Runde der Zuhörer beim „CCR-Treffen 2013 in Hemmoor“ ergab eine erschreckende Anzahl Taucher, die schon die Erfahrung mit Hyperkapnie im Wasser machten. Durch den erhöhten Sauerstoff-Partialdruck beim Kreislauftauchen werden teils übliche Signalisierungsmechanismen im Körper überdeckt, dies haben veröffentlichte Tests z. B. der British Admiralty Experimental Diving Unit nachgewiesen.

Hyperkapnie führt von Hautrötung (bereits bei leichter sportlicher Betätigung) und Muskelzuckungen zu Panik, Krampfanfällen,

Bewusstseinsstörungen und schließlich Koma (CO2-Narkose). Dies sind gewichtige Gründe, einen CO2-Sensor bei Kreislaufgeräten einzusetzen.

### Montage

Jedes Inspiration Vision - ob mit altem oder neuem Batteriegehäuse - ist für die Nachrüstung geeignet, der Benutzer kann diese selbst vornehmen. Im Paket sind der Sensor, eine neue Mischkammerabdeckung für optimierte Gasdurchmischung und die Befestigung des Sensors im Kopf, sowie Ersatzmembranen enthalten. Die Montage gestaltet sich einfachst: Mechanisch wird die Mischkammerabdeckung ausgetauscht und der CO2-Sensor eingesetzt. Elektrisch wird er in den vorhandenen Anschluss für den Tempstick eingesteckt. Der CO2-Sensor hat einen weiteren Anschluss, der nun mit dem Tempstick verbunden wird, sollte dieser vorhanden sein. Für die Funktion ist noch ein Update der Firmware auf die neue Version 05.02.01 erforderlich, was auch problemlos ist. Neben der Funktionalität des CO2-Sensors enthält die neue Software auch einen zusätzlichen Modus für den automatischen Setpoint-Wechsel: Der Setpoint wird nicht schlagartig umgeschaltet, sondern langsam dynamisch angeglichen.

### Erste Erfahrungen

Gespannt ging es zum ersten Tauchgang mit dem neuen CO2-Sensor. Nach wenigen Minuten: piep .. piep .. piep .. CO2-Alarm. Sofort Wechsel zum Bailout. Loop spülen. Gut, Alarm ist weg. Wieder zurück in den Loop. Nach kurzer Zeit: Piep .. piep .. piep .. CO2-Alarm. Ich entschied mich, den Tauchgang im Bailout zu beenden. Ein weiterer Tauchgang ergab genau das gleiche Ergebnis. Auch ein neuer, frisch gepackter Scrubber änderte daran nichts. Ein bisschen schlich sich leichter Frust ein. So ganz preiswert ist der Sensor ja nicht. Ich nahm Kontakt mit AP auf, sie sollten den Sensor umtauschen, er wäre wohl defekt. Erstaunlich war die Antwort: Ich möge nicht nur den Sensor, sondern auch das Scrubber-Gehäuse, den Scrubber-O-Ring

und den Abstandsring mit einschicken. Naja .. wenn die meinen, dann sollen die eben alles bekommen. Das Paket ging wie gewünscht zu AP.

### Unerwartetes Ergebnis

Kurze Zeit später (ca. 1 Woche) eine wunderliche Stellungnahme von AP: Man habe den Sensor getestet, er funktioniere einwandfrei. Jedoch habe man am O-Ring und vor allem am Scrubber-Gehäuse Abriebspuren gefunden, die darauf hinwiesen, ich würde den O-Ring am Scrubber zu wenig „fetten“. Man würde dringend raten, den O-Ring zu erneuern und diesen mit einem geeigneten Mittel regelmäßiger zu schmieren.

Alle Teile kamen per Post wieder zurück. Um es kurz zu machen: Seitdem bekommt der (neue) O-Ring regelmäßig Schmiermittel. Damit erhalte ich auch keine CO2-Alarme mehr, der CO2-Sensor hatte wohl mit Recht gewarnt, der O-Ring hatte vermutlich nicht ganz abgedichtet.

### Funktionsprinzip

Das Messprinzip beruht auf der Absorption von Licht im nahen Infrarotbereich durch die CO2-Moleküle. Dieses Verfahren ist bewährt, jedoch reagieren die Messaufnehmer auch auf Feuchtigkeit und Temperatur, was durch



einen Algorithmus kompensiert wird. Zusätzlich ist in einer Kappe eine spezielle Membran vor der eigentlichen Messzelle angebracht. Sie trocknet das Gas, verhindert das Eindringen von Feuchtigkeit und soll nach 20-30 Betriebsstunden gewechselt werden. Die Kosten betragen ca. €22,50 für 3 Stück. Der Austausch erfolgt durch einfaches Ab- und Aufschrauben einer neuen Kappe. Der CO2-Sensor wird beim Kalibrieren der Sauerstoff-Zellen automatisch mitkalibriert. Der Sensor ändert nichts Wesentliches an der Standzeit der Batterien, der Stromverbrauch ist also gering. Eine Angabe von Sensorwerten gibt es nicht. Der Sensor gibt nur eine Meldung CO2-Alarm aus. Dieses Verhalten führte natürlich in der Inspiration-List zu starken Diskussionen, die dann in aller Deutlichkeit von Martin Parker beendet wurde: Man habe sich sehr bewusst dafür entschieden, keine Messwerte

auszugeben, sondern nur den Alarm. Man wolle unter anderem verhindern, dass Taucher den Sensor dazu verwenden, die Nutzungsdauer des Kalks auszudehnen. Dies sei nicht der Sinn dieses Sensors. Er ist keine Verbrauchsanzeige, sondern eine Warneinrichtung. Etwas unschön ist, dass der akustische CO2-Alarm weiter warnt, auch wenn der Taucher in das Bailout wechselt und dies am Handset entsprechend einstellt. Dies wird nach Aussage von AP in der nächsten Firmware-Version verbessert. Bis dahin kann durch Spülen des Loops der akustische Alarm auch im Bailout „abgestellt“ werden.

**Fazit**  
Der CO2-Sensor funktioniert prima, er schützt den Taucher. Keinesfalls sollte der dazu verwendet werden, die Nutzungsdauer des Kalks über die Herstellerempfehlung auszudehnen. Er stellt einen erheblichen Sicherheitsgewinn dar.

Koni taucht seit 2001, seit 2009 verschiedene eCCR.  
Er ist IANTD Normoxic Trimix und Technical Wreck Instructor OC und für verschiedene eCCR.  
eMail: [Koni@IANTD.de](mailto:Koni@IANTD.de)



### ECCR-Sicherheit auf einem neuen Level? Interview mit Arno Graner

Arno ist Inhaber des Rebreather College Freiburg und Instructor-Trainer bei IANTD. Er verfügt über jahrelange Erfahrung mit verschiedenen ECCR und ist ein Spezialist für APD-Rebreather aller Baureihen.

### WETNOTES: Arno, Du tauchst seit Verfügbarkeit der CO2-Überwachung dieses System in Deinem Evolution Plus. Was hast Du für Erfahrungen damit sammeln können?

Arno: Bei den ersten Paar Tauchgängen, die ich jeweils mit angebrochenem Kalk durchgeführt habe, hatte ich dieselben Probleme, über die viele Taucher in den einschlägigen Foren berichten. Bereits wenige Minuten nach dem Abtauchen löste der CO2-Alarm aus und lies sich auch durch Spülen des Kreislaufs nur kurz beseitigen um dann wieder auszulösen. Nach Rücksprache mit Martin Parker fettete ich den O-Ring am Kalkbehälter intensiver mit dem von APD empfohlenen Fett, und die Alarmlampen blieben aus. Da habe ich wohl in der Vergangenheit bei jedem Tauchgang kleine Dosen CO2 aufgenommen, obwohl dies vermeidbar gewesen wäre. Man lernt doch jeden Tag dazu.

### WETNOTES: Was hältst Du von APDs Ansatz nur eine CO2-Warnung auszugeben anstatt einen ablesbaren Messwert anzuzeigen?

Arno: Ich beobachte schon länger in der Rebreather-Szene den gefährlichen Trend, die Standzeit der Kalkfüllung immer weiter auszudehnen. Ich stimme da mit der Philosophie von APD überein, dass diese CO2-Überwachung nicht dazu verwendet werden soll um die Standzeit des Kalks zu maximieren. Vielmehr soll sie ein Indikator für falsch gepackten Kalk oder gar vergessene Bauteile wie Spacer oder O-Ring sein. Man kauft sich ja auch nicht

ein Auto mit Airbag um diesen regelmäßig auslösen zu lassen nur um zu wissen, wie spät man vor einer Kurve bremsen kann. Will man die optimale Überwachung des Atemkalks, ist der optional erhältliche Temperatur-Stick die ideale Ergänzung. Dieser Temp-Stick gibt Auskunft darüber „inwieweit der Kalk bereits verbraucht ist“. Der CO2-Sensor gibt darüber hinaus dann noch eine Warnung falls eben Ausatemluft am Kalk vorbei geht oder ein Channeling entstanden ist. Er schließt also die Lücke, die der Temp-Stick offen lässt. Für Taucher, die mehrstündige Tauchgänge unter größerer körperlicher Belastung durchführen ist der Sensor in Verbindung mit dem Temp-Stick aufgrund der höheren CO2-Produktion unter Anstrengung ein echter Sicherheitsgewinn. Denn hier verschleiss je nach Tiefe und Temperatur der Kalk deutlich schneller.

### WETNOTES: Braucht „Otto-Normal-Taucher“ die CO2-Überwachung oder ist sie einfach „nice to have“?

Arno: Aus heutiger Sicht ein absoluter Sicherheitsgewinn. Bei einem Preis der bei weniger als 10 % des Anschaffungspreises eines APD-Rebreathers liegt, wäre es für mich keine Alternative dieses Zubehörteil nicht zu ordern. Auch für Besitzer eines älteren Vision-Gerätes ist es ein sinnvolles Upgrade, das eben auch ein älteres Gerät wie auch schon mit den backmounted Counterlungs auf den neuesten Stand der Technik gebracht werden kann.

**Arno, danke für Deine Antworten!**

### Bezugsadressen

Dive Center Paradise München  
[www.DCP.de](http://www.DCP.de)

Rebreather College Freiburg  
[www.rebreather-training.de](http://www.rebreather-training.de)

### AP-Service-Deutschland:

Rebreather College Freiburg  
In der Breite 14, 79224 Umkirch

Tel.: 0172-7616861

[info@rc-freiburg.de](mailto:info@rc-freiburg.de)  
[www.rebreather-training.de](http://www.rebreather-training.de)

