

Gas Management.

In dieser Folge beschäftigen wir uns mit der Planung der benötigten Gasmengen für einen Tieftauchgang. Ein wichtiger Bestandteil der Tauchgangsplanung um keine unliebsamen Überraschungen zu erleben. Während beim Sporttauchen ja jederzeit der Tauchgang beendet werden kann wenn die Luft knapp wird, kann ein zu Ende gehen der Atemgasversorgung fatale Folgen haben. Speziell wenn noch einiges an Dekompressionszeit offen ist.



Gaskalkulation ist der wichtigste Faktor für einen erfolgreichen Tauchgang

SAC (surface air consumption)

Um die benötigte Gasmenge kalkulieren zu können, müssen einige Faktoren bekannt sein:

- Die jeweilige **Tiefe**, da der Umgebungsdruck ja einen direkter Faktor für die geatmete Gasdichte darstellt.
z.B. es ist ein Aufenthalt in 50 Meter Tiefe geplant. Der Umgebungsdruck beträgt 6 bar (5 bar Wasserdruck plus 1 bar atmosphärischer Luftdruck) und wir atmen somit die sechsfache Gasdichte. Dies bedeutet, unser Gasvorrat reicht nur für ein Sechstel der Zeit als er an der Oberfläche reichen würde.
- Die **Zeit** wie lange man in den jeweiligen Tiefen verbringen möchte.
- Und, der variabelste Faktor, der persönliche **Luftverbrauch**. Es ist ja jedem schon aufgefallen dass es diesbezüglich zum Teil große Differenzen gibt. Wenn eine Gruppe gemeinsam tauchen geht sind alle die gleich Zeit auf den identen Tiefen und trotzdem gibt es am Ende des Tauchgangs unterschiedliche Finimeteranzeigen. Es gibt natürlich einige Faustregeln (z.B. 25 Liter pro Minute an der Oberfläche), welche für das Sporttauchen durchaus ausreichend sein mögen, für die exakte Planung eines TEC Tauchganges sind sie jedoch völlig unzureichend.

Ein Beispiel: Mein persönlicher Luftverbrauch = SAC (bei normaler Tätigkeit) liegt bei 10 Liter pro Minute. Ein Aufenthalt über 40 Minuten auf 50 Meter erfordert somit folgende Gasmenge (in diesem Fall EANx 23 oder Luft):

Luftmenge

$$\begin{aligned} &= \text{Druck} \times \text{Zeit} \times \text{SAC} \\ &= 6 \text{ bar} \times 40 \text{ Min.} \times 10 \\ &= 2400 \text{ Liter Atemgas} \end{aligned}$$

Diese Gasmenge bezieht sich jetzt nur auf die 40 Minuten auf 50 Meter. Es ist kein Auf- und Abstieg und auch keine Decozeit darin berücksichtigt. Mehr dazu später.

Man sieht anhand dieser Formel auch gleich recht eindrucksvoll dass eine persönliche SAC von 20 Liter/Min den Gasbedarf auf das Doppelte, somit 4800 Liter erhöht. Und ein Gasvorrat von 4,8 m³ ist eine Doppelzylinder mit 200 bar!

Wie kommt man aber jetzt zu der persönlichen SAC? Eigentlich nur auf experimentellem Weg. Man macht den Versuch mit derjenigen Ausrüstung, die auch später für TEC-Tauchgänge verwendet werden soll. Dabei taucht man auf einer exakten Tiefe, z.B. 10 Meter, eine genau definierte Zeit, sagen wir auch 10 Minuten. Zu Beginn der Messstrecke notiert man den Flaschendruck und am Ende der Tour macht man das Gleiche. Somit hat man den Differenzdruck (es geht am genauesten mit digitalem Finimeter) für diese Referenzstrecke. Wenn zum Beispiel bei einer Doppelzylinder 15 bar verbraucht wurden kann nun die SAC auf folgende Art ermittelt werden:

<p>SAC = (Differenzdruck x Volumen) / (Zeit x Druck) = (15 bar x 24l) / (10 Min x 2 bar) = 18 Liter/Minute</p>
--



Da die Gasvorräte auch bewegt werden müssen, ist eine gute SAC von Vorteil.

Bei dieser Gelegenheit, wie kann man eigentlich an seiner persönlichen SAC Rate arbeiten um diese zu verbessern? Es empfiehlt sich lange und tiefe Atemzüge zu machen. Dies auch im Hinblick auf die Dichte des Atemgases in der Tiefe und auch unter Berücksichtigung der Hypercapnie (= zu viel Kohlendioxid in den Atemwegen). Absolute Profis im TEC Bereich kommen mit 2 bis 3 Atemzügen pro Minute aus und erreichen eine SAC von 7 bis 8 Litern!

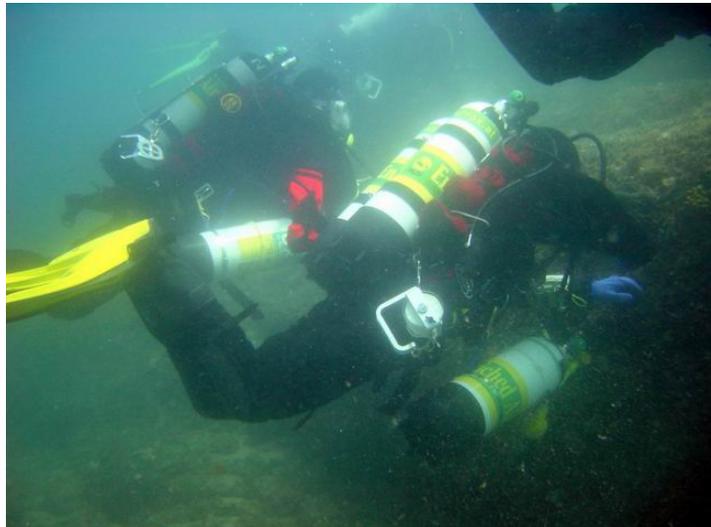
Die Planung eines kompletten TEC Tauchganges in Bezug auf das Gasmanagement:

Hier ein Auszug aus einer Tauchgangsplanung:
(ACHTUNG, Profil ist nur ein Beispiel, nicht nachtauchen!)

Depth	Time	Runtime	SAC	Conv. Fact	Volume	Gas
50	40	40	15	6	3600	EANx23
35,5 (a)	3	43	15	4,55	205	EANx23
21	2	45	12	3,1	75	EANx40
18	5	50	12	2,8	168	EANx40
15	6+1	57	12	2,5	180	EANx40

12	9	66	12	2,2	238	EANx40
9	9	75	12	1,9	206	EANx80
6	4+1	80	12	1,6	96	EANx80
5	39	119	12	1,5	702	EANx80

In dieser Tabelle wird der gesamte benötigte Gasvorrat aufgelistet. Zu beachten ist auch, dass die SAC in der Dekompressionsphase geringer kalkuliert wird (natürlich auch empirisch ermittelt), da in Ruhe weniger Gas verbraucht wird.



Auch die Gase für die Dekompression müssen berechnet werden.

Nun kann man die einzelnen Gase durch Addition ermitteln und ein Drittel Reserve hinzu kalkulieren:

$EAN_{x23} = 3600 + 205 = 3805 \times 1,5 = 5707,5$ Liter (muss eine Doppelfünfzehn sein)

$EAN_{x40} = 75 + 168 + 180 + 238 = 661 \times 1,5 = 991,5$ Liter (eine Fünfer reicht)

$EAN_{x80} = 206 + 96 + 702 = 1004 \times 1,5 = 1506$ Liter (muss eine Zehner sein)

Nun sollte man sicherheitshalber noch einen Turn Pressure berechnen. Dies ist der Druck in meinem für den Aufenthalt in der Tiefe gedachten Tauchgerät, damit ich sicher meinen Aufstieg absolvieren kann. Egal ob mein Tauchziel erreicht, meine Grundzeit abgelaufen ist oder nicht. Es könnte ja sein, dass sich meine SAC auf Grund ungewöhnlicher Umstände (zum Beispiel starke Strömung) erhöht hat.

Umkehrdruck

$$\begin{aligned}
 &= \text{Startdruck} - (\text{Grundvolumen}/\text{Flaschengröße}) \\
 &= 200 \text{ bar} - (3600/30) \\
 &= 80 \text{ bar}
 \end{aligned}$$

Ich denke, das gibt jetzt erst mal Einiges zum Nachdenken und beim nächsten Mal möchte ich das Notfallmanagement des TEC REC Programms vorstellen.

Für Feedback und Fragen stehe ich gern unter uli@dive.at zur Verfügung
 Infos zu meiner Person und auch meine Kurstermine gibt es unter http://www.dive.at/lorenc/staff/uli_sax/uli_sax.htm Bereits von mir erschienene Berichte können hier ebenfalls downgeloadet werden.