



Höhlerntauchausbildung mit Swiss Cave Diving / CMAS



Vortrag Beat Müller, 4. Int. Speleo-Kongress, St.Nazaire, 1.6.2008

# SCOOTER im TEC- & Overhead Diving Bereich (Technische Aspekte)

Beat Müller  
Ressortleiter Cave Diving  
cmas.ch

Diese Präsentation ist Teil der Unterrichtshilfsmittel von  
Swiss Cave Diving und urheberrechtlich geschützt.



# Scooter im TEC- & Overhead Diving Bereich

## Inhalt

- Einige Begriffsdefinitionen
- Why Scooters ? Präsentation CMAS International Dublin
- Geschichtlicher Rückblick
- Ausbildungssystem & Grundsatzregeln der CMAS
- Scooter – Typen
- Leistungsdaten – Uebersicht
- Aufbau eines Scooters & Baugruppen
- Betriebsverhalten des Scooters
- Vergurtung & Zuggleine
- Die Haltung/Position des Tauchers
- TG-Planung & Gas-Management
- Antrieb & Hydrodynamik
- Messungen (Geschwindigkeiten und Gasverbrauch)
- Störfälle & Massnahmen
- Praxiserfahrungen

PAUSE 1

PAUSE 2



Höhlintauchausbildung mit Swiss Cave Diving / CMAS

Vortrag Beat Müller, 4. Int. Speleo-Kongress, St.Nazaire, 1.6.2008



# TG-Planung & Gas-Management



## TG-Planung (Overhead-Bereich)

- Verfügbare Burntime soll im Overhead-Bereich mind. 120min betragen
- Nach Möglichkeit innerhalb Team Scooter mit gleichen Burntimes verwenden
- Jeder kennt die aktuelle Burntime seines Scooters! (Messung periodisch, ca. alle 3 Monate)
- Verfügbare Burn-time soll zu 1/3 für den Hinweg, 1/3 für den Rückweg eingesetzt werden. Der letzte Drittel bleibt als Reserve oder zur Abdeckung eines erhöhten Verbrauchs beim Hinausschleppen eines Tauchers oder eines nicht funktionierenden Scooters.
- **Distanz-Bereich 1:** Ein- bis Dreipersonen-Teams sollten mind. 1 Back-up Scooter mitführen
- **Distanz-Bereich 2:** Zwei- bis Dreipersonen-Teams sollten mind. 2 Back-up Scooter mitführen
- Höhlentauchgänge sind immer nur Stage-Tauchgänge  
Rückengas dient als Sicherheits- und Reservegas (muss selbstverständlich so gemischt werden, dass es für die geplante Tauchgangtiefe sicher ist).
- Handhabung der Stage-Flaschen:  
 $\frac{1}{2}$  (Fülldruck - 20 Bar; für Gaswechsel reserviert) = Gas für das Eintauchen, den Rest für das Heraustauchen.



## Regeln für die Benützung während den Seminaren

### a) Distanzbereich 1: Sichere Rückkehr mit Flossen möglich

Anz. Taucher	Anz. Backup Scooter	Total Scooter	max. Ausfall Scooter OHNE Abschleppen	max. Ausfall Scooter OHNE Schwimmen	Kommentar
1	1	2	1	2	nicht zugelassen!
2	1	3	1	2	
3	1	4	1	2	
4	1	5	1	2	
>4					nicht zugelassen, da zu gross!
Grundsatz: mind. 1 Backup pro GRUPPE					

### b) Distanzbereich 2: Sichere Rückkehr mit Flossen nicht mehr möglich

Anz. Taucher	Anz. Backup Scooter	Total Scooter	max. Ausfall Scooter OHNE Abschleppen	max. Ausfall Scooter OHNE Schwimmen	Kommentar
1	1	2	1	2	nicht zugelassen!
2	2	4	2	3	
3	2	5	2	3	
4	2	6	2	4	
>4					nicht zugelassen, da zu gross!
Grundsatz: mind. 1 Backup pro 2 Taucher					



## TG-Planung (Overhead-Bereich)

### Praxisbeispiel (ohne Dekoteil):

Tiefe: 30m (4 bar)

Burntime d. Scooters: **120** min

Geschw. d. Scooters: **45** m/min

spez. Verbrauch mit Scooter: **15** l/min/1bar

spez. Verbrauch per Flosse: **20** l/min/bar

Geschw. per Flosse: **20** m/min

Eindringzeit:  $120/3 = \mathbf{40min}$

Eindring-Distanz:  $40min * 45m/min = \mathbf{1800m}$  (!)

Gas-Verbrauch m. Scooter:  $40min * 4bar * 15l/min/bar = \mathbf{2400 NL}$  (2x10l/220bar)

Mitzuführendes Gasvolumen:  $3 * 2400NL = \mathbf{7200 NL}$  (OHNE Deko!)

Schwimmzeit per Flosse:  $1800m / 20m/min = \mathbf{90min}$  (!!! Konsequenzen für Deko)

Gas-Verbrauch zum **hinausschwimmen**:  $90min * 4bar * 20l/min/bar = \mathbf{7200 NL}$

Minimal mitzuführendes Gasvolumen f. Worst Case:  $4800NL + 7200NL = \mathbf{12'000NL}$

### Fazit:

**Die TG-Planung im Overhead-Bereich mit Scooter  
ist hauptsächlich eine *Gas-Management-Planung!***



## Gas-Management / Mehrverbrauch

Es interessiert natürlich jeden Taucher, wieviel Luft er denn mehr auf dem Rückweg bräuchte, falls in einem Worst Case Szenario der Scooter gerade am Umkehrpunkt ausfallen würde und er (mangels Reserve-Scooter) mit Flossen zurückschwimmen müsste.

Wir bilden Verhältniszahlen:

$\gamma_v$  = Verhältnis der Geschwindigkeiten;  $\gamma_v = \frac{V_{\text{scooter}}}{V_{\text{flosse}}}$  1)

$\rho_{sV\_G}$  = Verhältnis der spezifischen Verbräuche;  $\rho_{sV\_G} = \frac{sV\_G_{\text{scooter}}}{sV\_G_{\text{flosse}}}$  2)

Gesucht wird das Verhältnis des gesamten Gasverbrauchs  $VG_{\text{tot}}$  zw. Flossenschwimmen und Scooter fahren (beide Wege):

$\delta_{VG_{\text{tot}}} = \frac{VG_{\text{tot\_flosse}}}{VG_{\text{tot\_scooter}}} = ???$  3)



## Gas-Management / Mehrverbrauch

Es lässt sich zeigen, dass folgende Beziehungen gelten:

a) für eine beliebige Wegstrecke in einer Richtung nur, einmal nur mit Scooter, das andere Mal mit Flossenschwimmen zurückgelegt:

$$\delta_{VG\_tot\_1W} = \frac{\gamma_v}{\rho_{sV\_G}} \quad 4)$$

b) Beliebige Wegstrecke, für die Annahme, dass der Hinweg mit Scooter und der Rückweg mit Flossen zurückgelegt wird:

$$\delta_{VG\_tot\_2W} = 0.5 * \left[ 1 + \frac{\gamma_v}{\rho_{sV\_G}} \right] \quad 5)$$

### Realer Versuch:

Messdist.	=	980-1000m
V <sub>flosse</sub>	=	23.3 m/min
V <sub>scooter</sub>	=	46.7 m/min
sV <sub>G</sub> <sub>flosse</sub>	=	20.5 l/min
sV <sub>G</sub> <sub>scooter</sub>	=	14.9 l/min

$$\gamma_v = 2.00$$

$$\rho_{sV\_G} = 0.732$$



$$\delta_{VG\_tot\_1W} = 2.73$$

$$\delta_{VG\_tot\_2W} = 1.86$$





## Gas-Management / Mehrverbrauch

Scootertauchen vs. Flossenschwimmen			
Berechnung des Mehrverbrauch-Faktors			
<b>Achtung: Vor Gebrauch zuerst die mathematisch-physikalischen Hintergründe im entsprechenden Report lesen und verstehen! Dieser ist zu finden unter <a href="http://www.swiss-cave-diving.ch/News/August08/09.08.2007">www.swiss-cave-diving.ch / News / August08 / 09.08.2007</a></b>			
		xxx	= Eingabefelder
		yyy	= Zwischenresultate
		zzz	= Endresultate
Oberflächendruck		1.00	bar meist 1.00bar; pro 1000m Höhe Reduktion von ca. 0.09-0.10bar
Geschwindigkeit des Scooters		45.0	m/ 1 min typisch sind 50-60 m/min; tiefenUNabhängig
Geschwindigkeit des Tauchers	a) auf ca. 0m	23.0	m/ 1min typisch 22-25 m/min
	b) auf 30m	20.0	m/ 1min typisch 18-20 m/min; jedenfalls kleiner als auf 0m!
gradueller Reduktion pro Tiefeneinheit		-1.00	m/min/bar
	c) gerechnet auf 50m	18.0	m/ 1min
Verbrauch beim Flossenschwimmen		22.0	l/min/ 1bar gut trainiert: 15-18 l/min/ 1bar; schlechte Kondition: 20-25 l/min/ 1bar
Verbrauch beim Scootern		15.0	l/min/1 bar typisch: 12-16 l/min/ 1bar
<b>Verhältniszahlen:</b>			
Geschwindigkeitsverhältnis:	auf 0m	1.957	(--)
	auf 30m	2.250	(--)
	auf 50m	2.500	(--)
Verbrauchsverhältnis:		0.682	(--)
<b>a) Beliebige Strecke, nur ein Weg</b>			
Mehrverbrauch-Faktor:	auf 0m	2.87	(--)
	auf 30m	3.30	(--)
	auf 50m	3.67	(--)
<b>b) beliebige Strecke, Hinweg Scooter, Rückweg Flosse</b>			
Mehrverbrauch-Faktor:	auf 0m	1.93	(--)
	auf 30m	2.15	(--)
	auf 50m	2.33	(--)

[www.swiss-cave-diving.ch](http://www.swiss-cave-diving.ch)

**/ Rubrik NEWS**

*Dies entspricht dem Worst Case Szenario, dass genau am Umkehrpunkt der Scooter seinen Geist aufgibt.*

09.08.2007/bmu



Höhlerntauchausbildung mit Swiss Cave Diving / CMAS



Vortrag Beat Müller, 4. Int. Speleo-Kongress, St.Nazaire, 1.6.2008

## Nützliche Links für Class 3 Scooter

[www.suex.it](http://www.suex.it)

[www.divesystem.com](http://www.divesystem.com)

[www.silent-submersion.com](http://www.silent-submersion.com)

[www.dive-xtras.com](http://www.dive-xtras.com)



Höhlerntauchausbildung mit Swiss Cave Diving / CMAS



Vortrag Beat Müller, 4. Int. Speleo-Kongress, St.Nazaire, 1.6.2008

**Swiss Cave Diving wünscht allen weiterhin schöne und  
unfallfreie Tauchgänge....**

**mit und ohne Scooter!**

**Besten Dank!**

***[www.swiss-cave-diving.ch](http://www.swiss-cave-diving.ch)  
(das Original!)***