



Vergleich des Gasverbrauchs zw. fahren mit Scooter und Flossenschwimmen



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

$$\delta_{VG_tot} = \frac{\gamma_{-v}}{\rho_{-sV_G}} \quad 4)$$

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

$$\delta_{VG_tot} = 0.5 * \left[1 + \frac{\gamma_{-v}}{\rho_{-sV_G}} \right] \quad 5)$$

Zahlenbeispiel

$$\begin{aligned} v_{sc} &= 45\text{m/min} \\ v_{fl} &= 20\text{m/min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} sV_{Gsc} &= 15\text{l/min/1bar} \\ sV_{Gfl} &= 22\text{l/min/1bar} \end{aligned}$$

damit erhalten wir folgende Verhältniszahlen:

$$\gamma_{-v} = 45\text{m/min} / 20\text{m/min} = 2.250$$

$$\rho_{-sV_G} = 15 \text{ l/min/bar} / 22 \text{ l/min/bar} = 0.682$$

- a) für beliebige Strecke (1 Weg):

$$\delta_{VG_tot} = \frac{2.250}{0.682} = \text{ca. } 3.30$$

In Worten: für eine beliebige Strecke braucht man mit den obigen Zahlenwerten mit Flossen rund 3.3 mal mehr Gas als mit Scooter.



Vergleich des Gasverbrauchs zw. fahren mit Scooter und Flossenschwimmen



b) für beliebige Strecke, Hinweg Scooter, Rückweg Flosse:

$$\delta_{VG_tot} = 0.5 * \left[1 + \frac{2.250}{0.682} \right] = \text{ca. } 2.15$$

In Worten: für eine beliebige Strecke braucht man mit den obigen Zahlenwerten mit der Kombination Scooter rein, Flosse raus, rund 2.2 mal mehr Gas (ohne Berücksichtigung Deko!) als mit REINEM Scooterbetrieb.

Einfluss der Tiefe auf die Schwimmgeschwindigkeit

Es wurde hier angenommen, dass die Schwimmgeschwindigkeit des Tauchers unabhängig von der Tiefe ist. Das stimmt nicht ganz: wegen der Inkompressibilität des Wassers, d.h. wegen seiner tiefenunabhängigen Dichte, ist zwar der Wasserwiderstand konstant. Damit ist jedenfalls die Fahrtgeschwindigkeit des Scooters tiefenunabhängig.

Hingegen nimmt die Dichte des eingeatmeten Gases linear mit dem steigenden Druck zu. Damit steigt automatisch auch die Atemarbeit. Damit ist es logisch anzunehmen, dass wir auf grösseren Tiefen etwas langsamer schwimmen werden um die Atemarbeit nicht übermässig ansteigen zu lassen. Tun wir das nicht, so geraten wir rascher ausser Atem.

Natürlich kann das wieder kompensiert werden durch das Atmen eines Heliumgemisches, da wegen dessen geringerer Dichte gegenüber z.B. Luft die Atemarbeit wieder abnimmt.

Bei Atmung von Luft und EANx in Tiefenbereichen bis ca. 50m liesse sich der Dichteinfluss berücksichtigen, in dem man die Geschwindigkeit des Tauchers als lineare Funktion des Druckes definiert:

$$v_{fl} = \text{Funkt.}(p_{amb}(\text{Tiefe})) = v_{surf} \text{ [m/min]} + \lambda_{speed} \text{ [m/min/bar]} * p_{amb} \text{ [bar]} \quad 6)$$

Damit berechnet sich γ_v neu wie folgt:

$$\gamma_v = \text{Funkt.}(p_{amb}(\text{Tiefe})) ; \quad \gamma_v(\text{Tiefe}) = \frac{v_{sc} (=const.)}{v_{surf} + \lambda_{speed} * p_{amb}(\text{Tiefe})} \quad 1b)$$

mit den Erfahrungswerten $v_{20m} = \text{ca. } 20 \text{ m/min}$ und $v_{50m} = 15 \text{ m/min}$ erhält man

a) $\lambda_{speed} = -1.666 \text{ m/min/bar}$

b) für $v_{surf} = 23.3 \text{ m/min}$

Zur Kontrolle: dies ergibt ca. 18.3 m/min auf 30m (4 bar); stimmt sehr genau mit langjährigen Schwimmzeiten in St. Georges oder Ressel überein.

Wenn man Gl. 6) in Gl. 1) einsetzt, so erhält man nun zusätzlich den Tiefeneinfluss (Gl. 1b). Da die Geschwindigkeit des Tauchers mit zunehmender Tiefe abnimmt, bedeutet das, dass sich das Verhältnis des Gasverbrauchs zw. Flossenschwimmen und fahren mit Scooter mit zunehmender Tiefe weiter verschlechtert.



Vergleich des Gasverbrauchs zw. fahren mit Scooter und Flossenschwimmen



Auf der Website von Swiss Cave Diving www.swiss-cave-diving.ch, unter der Rubrik NEWS vom 10. August 2007 findet sich ein kleiner downloadbarer Excel-Rechner, der für alle obigen Berechnungen eingesetzt werden kann.

Dabei können sowohl konstante Schwimgeschwindigkeiten, wie solche eingegeben werden, welche mit zunehmender Tiefe linear abnehmen. Als Referenzpunkte wurde die Oberfläche und die Tiefe von 30m gewählt.

1.00	= Eingabefelder	
1.00	= Zwischenergebnisse	
1.00	= Endergebnisse	
Oberflächendruck	1.00 bar	meist 1.00bar; pro 1000m Höhe Reduktion von ca. 0.09-0.10bar
Geschwindigkeit des Scooters	0.60 m/1 min	typisch sind 50-60 m/min; tiefer, unabh. abhängig
Geschwindigkeit des Tauchers	a) auf ca. 0m: 2.10 m/1 min b) auf 30m: 2.00 m/1 min	typisch 22-25 m/min typisch 18-20 m/min; jedenfalls kleiner als auf 0m!
graduelle Reduktion pro Tiefeneinheit	-1.00 m/min/bar	
Verbrauch beim Flossenschwimmen	22.0 l/min/1 bar	gut trainiert: 15-18 l/min/1 bar; schlechte Kondition: 20-25 l/min/1 bar
Verbrauch beim Scootern	15.0 l/min/1 bar	
Verhältniszahlen:		
Geschwindigkeitsverhältnis:	auf 0m: 2.174 (-)	
	auf 30m: 2.500 (+)	
	auf 50m: 2.778 (-)	
Verbrauchsverhältnis:	0.682 (-)	
a) Beliebige Strecke, nur ein Weg		
Mehrverbrauchs-Faktor:	auf 0m: 3.19 (-)	
	auf 30m: 3.67 (+)	
	auf 50m: 4.07 (+)	
b) beliebige Strecke, 1x Scooter, 1x Flosse		
Mehrverbrauchs-Faktor:	auf 0m: 2.09 (-)	
	auf 30m: 2.33 (+)	
	auf 50m: 2.54 (+)	

09.08.2007/bmu

Einfluss der physischen Kondition

Es ist anzunehmen, dass die Verbräuche beim Scootern von Tauchern, die auch mit Flossen schon sehr wenig konsumieren (12-15l/min/bar), nicht sehr viel tiefer zu liegen kommen (vielleicht auf etwa 10-12 l/min/bar). Ganz anders hingegen bei Tauchern mit hohem Gasverbrauch (20-25+ l/min/bar). Hier wird die Schere zwischen Schwimmen aus eigener Kraft und dem "Ruhewert" beim Scootern sehr viel grösser sein.

Und genau dies ist das **Gefährliche**: in einem Notfall (Ausfall des Scooters) wird genau bei diesen "Gas-Schluckspechten" (Grund ist meistens schlecht physische Performance) das Verhältnis der Gaskonsumation zw. Schwimmen und Scootern entsprechend höher sein !! **Dies ist ein weiterer Grund, warum schlecht trainierte Taucher unter keinen Umständen einen Scooter benutzen sollten (quasi als Krücke für ihre physische Unzulänglichkeit). Eigentlich sollte deshalb bei jedem Scooter Kurs zuerst ein Schwimmtest gemacht werden müssen, um so ungeeignete Personen auszuschließen.**

Frauen sind hier übrigens (einmal mehr) im Vorteil, weil sie generell etwas weniger brauchen und so die Werte beim Schwimmen und beim Scootern sehr wahrscheinlich näher beisammen liegen werden.

Es kann nun jeder Scooter Pilot *seine eigenen Verbräuche und Schwimgeschwindigkeiten messen und so individuell seine Verhältniszahlen bestimmen*. Damit hat er ein gutes Instrument für eine erste TG -Grobplanung.

Es versteht sich aber von selbst, dass eine seriöse Detailplanung nur über das möglichst exakte TG-Profil erfolgen kann!!

Fazit:

Eine rasche Grobabschätzung des Mehrverbrauchs ist ohne weiteres möglich, mit oder ohne Berücksichtigung der Tiefenabhängigkeit der Schwimgeschwindigkeit eines Tauchers.

Zu beachten ist noch die Tatsache, dass der Mehrverbrauch für die Dekompression hier noch gar nicht berücksichtigt werden konnte. Das kann erst an einem konkreten TG-Profil geschehen. Sie wird aber durch die längere Rückschwimmzeit in jedem Falle länger oder gar sehr viel länger ausfallen.

Ein weiterer Grund übrigens, das Bottom Mix als Best Mix auszulegen.

Aus dem obigen Zahlenwerten für die Mehrverbräuche ist aber trotzdem sehr schnell ersichtlich, dass es weniger das Scooter Management ist, welches besondere Beachtung verlangt, sondern vielmehr das GAS-MANAGEMENT!

9.8.2007

B. Mueller / Swiss Cave Diving