

## Lernziel:

Markiere während des Lesens die Antworten auf folgende Fragen:

1. Die Gasgrenzwerte
2. Die Bedeutung des Begriffs MOD
3. END beim Tauchen mit heliumhaltigen Mischungen
4. Die 3 Formeln, die sich aus dem „T im Kreis“ ergeben

## Begriffe, Formeln und Abkürzungen

EAD	=	Equivalent Air Depth	=	äquivalente Lufttiefe
ENP	=	Equivalent Narcotic Pressure	=	äquivalenter narkotischer Druck
END	=	Equivalent Narcotic Depth	=	äquivalente narkotische Tiefe
MOD	=	Maximum Operation Depth	=	maximale Einsatztiefe
$p_a$	=	Umgebungsdruck		
$p_p$	=	Partialdruck		
$p_{O_2}$	=	Partialdruck $O_2$		
$f$	=	Gasanteil		
$f_{O_2}$	=	Anteil $O_2$		
$f_{N_2}$	=	Anteil $N_2$		
$f_{He}$	=	Anteil He		

## Gasgrenzwerte

Maximal zulässiger $p_{O_2}$ für	
Deko-Gase	1,6 bar
für Grundgemische	
- ohne Gaswechsel	1,4 bar
- mit Gaswechsel	1,3 bar
Minimal zulässiger $p_{O_2}$	0,16 bar
Beginn Tiefenrausch bei $p_a$	4,2 bar
ENP bei Nitrox	5 bar
ENP bei He-Mischungen	4 bar

## Best-Mix

Das Ziel ist es, auf einer bestimmten Tiefe den maximalen  $p_{O_2}$  zu erhalten.

### Beispiel:

Wir planen einen Tauchgang an der Donator in Südfrankreich, wir wollen den Decksbereich erkunden. Die Tiefe beträgt 40m. Welches ist die optimale Nitrox-Mischung?

$$\begin{array}{l} p_{O_{2max}} \quad 1,4 \text{ bar} \\ p_a \quad 5 \text{ bar} \end{array}$$

$$f_{O_2} = \frac{p_{O_{2max}}}{p_a} = \frac{1,4 \text{ bar}}{5 \text{ bar}} = 0,28$$

Best-Mix wäre dann ein Nx28

## EAD

Dieser Begriff beschreibt die sogenannte äquivalente Lufttiefe, d.h. die Tiefe, bei der der Körper mit der gleichen Stickstoffmenge belastet wird, als wenn mit Luft getaucht würde. Die EAD muss immer geringer sein als die tatsächliche Tiefe mit Nitrox, da weniger Stickstoff im Gas enthalten ist.

Die Formel lautet:

$$EAD = (p_a * \frac{fN_2 \text{ Nitrox}}{fN_2 \text{ Luft}} - 1) * 10 \quad (1)$$

### Beispiel:

Nitrox 40, Tauchtiefe 20m. Wie groß ist die EAD?

$p_a$	3 bar
$fN_2 \text{ Nitrox}$	0,6
$fN_2 \text{ Luft}$	0,79

$$EAD = (3 \text{ bar} * \frac{0,6}{0,79} - 1 \text{ bar}) * 10 \text{ m/bar} = 12,8 \text{ m}$$

Die EAD beträgt also 12,8 m

## ENP/END

Hiermit wird die maximal zulässige Belastung durch narkotisch wirkende Gase beschrieben.

$$ENP = p_a * (fO_2 + fN_2)$$

Für das Tauchen mit Nitrox gilt als Grenzwert:

$$ENP \leq 5 \text{ bar}$$

Dies entspricht einer **END** von 40m

Bei der Verwendung von Trimix wird über die Vorgabe der ENP-Grenzwerte die erforderliche He-Mischung bestimmt.

# Formelsammlung Nitrox und Technisches Tauchen

## MOD

Auf Grund der giftigen Wirkungen von Sauerstoff darf ein mit Sauerstoff angereichertes Gas nur bis zu einem bestimmten Umgebungsdruck eingesetzt werden. Hieraus ergibt sich eine maximale Einsatztiefe.

Diese nennt man MOD (=Maximum Operating Depth). Sie kann mit folgender Formel errechnet werden:

$$\text{MOD} = \left( \frac{\text{O}_2\text{-Grenzwert}}{\text{O}_2\text{-Anteil im Gemisch}} - 1 \right) * 10 \quad (2)$$

### Beispiel:

Nitrox 40, maximal zulässiger  $p\text{O}_2$ : 1,4 bar. Wie groß ist die MOD?

$p\text{O}_{2\text{max}}$	1,4 bar
$f\text{O}_2$	0,4

$$\text{MOD} = \left( \frac{1,4 \text{ bar}}{0,4} - 1 \text{ bar} \right) * 10 \text{ m/bar} = 25 \text{ m}$$

Bei der Verwendung heliumhaltiger Mischungen wird zusätzlich die narkotische Tiefe (END) mit überprüft. Es wird der kleinere Wert aus der obigen MOD-Formel (2) und folgender Formel ermittelt.

$$\text{MOD} = \left( \frac{\text{ENP}}{(1-f\text{He})} - 1 \right) * 10 \quad (3)$$

### Beispiel:

Ein Triox-Tauchgang (ohne Gaswechsel) mit Tx30/30  
Wie groß ist die MOD?

$p\text{O}_{2\text{max}}$	1,4 bar
$\text{ENP}_{\text{max}}$	4,0 bar
$f\text{O}_2$	0,3
$f\text{He}$	0,3

Formel (2):  $\text{MOD} (\text{O}_2) = \left( \frac{1,4 \text{ bar}}{0,3} - 1 \text{ bar} \right) * 10 \text{ m/bar} = 36 \text{ m}$

Formel (3):  $\text{MOD} (\text{END}) = \left( \frac{4,0 \text{ bar}}{(1-0,3)} - 1 \text{ bar} \right) * 10 \text{ m/bar} = 47 \text{ m}$

Wir könnten also auf Grund der narkotischen Wirkung bis 47 m tief tauchen, der Sauerstoffanteil lässt jedoch nur eine Tiefe von 36 m zu. Die zulässige MOD ist daher 36m.

## T im Kreis

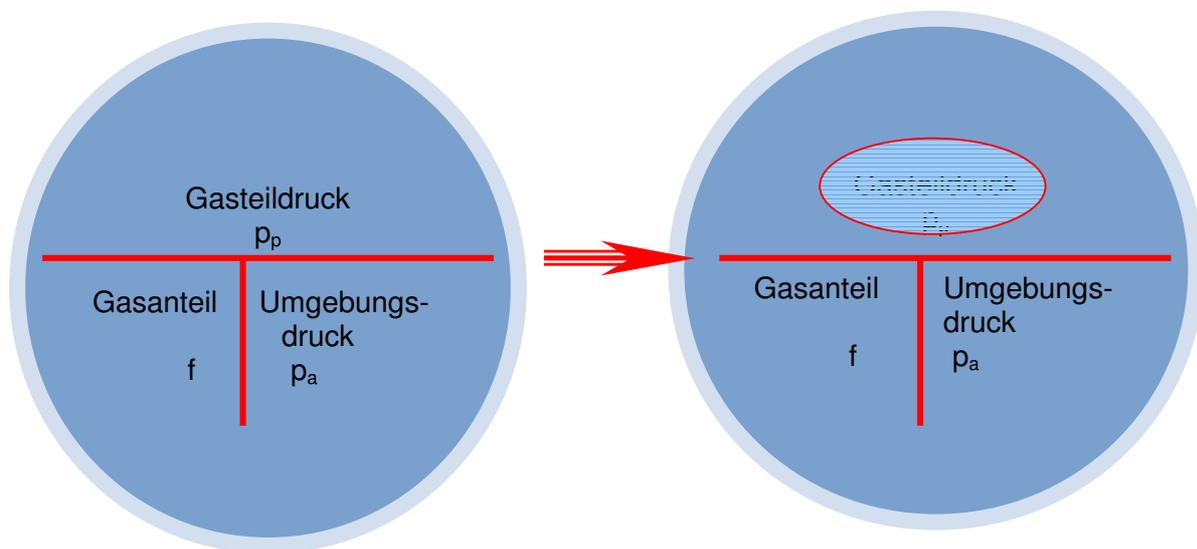
Dies ist eine grafische Darstellung des Zusammenhanges zwischen Umgebungsdruck, Gasanteil und Gasteildruck.

Den Querstrich des T kann man sich als Bruchstrich vorstellen, den senkrechten Balken als Multiplikationszeichen.

Wird der gewünschte Formelwert abgedeckt, so kann an der sichtbaren Darstellung die Formel abgelesen werden.

Die Formel für den Gasteildruck  $p_p$  bei einem gegebenen Umgebungsdruck lautet somit:

$$p_p = f_{\text{Gas}} * p_a$$



Der Umgebungsdruck  $p_a$  lässt sich mit der Formel

$$p_a = p_p / f$$

errechnen und

der Gasanteil  $f$  durch:

$$f = p_p / p_a$$