

- Gasgrenzwerte
- Gemischbezeichnungen
- MOD
- Best Mix
- EAD - Prinzip

Luftzusammensetzung

Stickstoff (N₂) 78,09% (79%)

Sauerstoff (O₂) 20,95% (21%)

Kohlendioxid (CO₂) 0,02% - 0,04%

Rest Edelgase

Sauerstoff

- 0,16 bar als absolute Untergrenze in allen Situationen
- 1,40 bar bei nicht idealen Bedingungen
- 1,60 bar bei idealen Bedingungen

Stickstoff

- 3,16 bar → es ist sicher mit Narkosesymptomen zu rechnen
($p_{\text{abs.}} = 4 \text{ bar} \rightarrow 30 \text{ m}$)!
- 4,00 bar als empfohlene Obergrenze für Sporttaucher
($p_{\text{abs.}} = 5 \text{ bar} \rightarrow 40 \text{ m}$)!
- 4,74 bar als absolute Obergrenze (NOAA) ($p_{\text{abs.}} = 6 \text{ bar} \rightarrow 50 \text{ m}$)!

Nitrox 32 = 32% O₂ + 68% N₂ = EAN32

Nitrox 36 = 36% O₂ + 64% N₂ = EAN36

Nitrox 40 = 40% O₂ + 60% N₂ = EAN40

(engl. EAN) Enriched Air Nitrox, mit O₂ angereicherte Luft (EANx)

NOAA* Standardgemische

Nitrox I >>> 32% O₂ + 68% N₂ = EAN32

Nitrox II >>> 36% O₂ + 64% N₂ = EAN36
(der O₂ Anteil wird vor den N₂ Anteil gestellt, bzw. genannt)

Daneben gibt es weitere „Standard“-Gemische
anderer Organisationen (z.B. ANDI)

SafeAir 32 >>> 32% O₂ + 68% N₂

Der Gesamtdruck eines Gasgemisches entspricht der Summe der Teildrücke der einzelnen Gaskomponenten

$$p_{ges} = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$$

Nitrox:

$$p_{EANx} = p_{O_2} + p_{N_2}$$

p = pressure (engl. für Druck)

Der Teildruck einer Gaskomponente entspricht dem Produkt aus seinem prozentualen Anteil im Gasgemisch und dem Umgebungsdruck

$$p_{\text{Gas}} = f_{\text{Gas}} * p_{\text{Umgebung}}$$

f = fraction (engl. für Anteil)

p_{Umgebung} entspricht dem Druck auf Tauchtiefe

Gesetz von Dalton

Beispiel:

Gemisch: Nitrox 36 / Tauchtiefe: 30 m ($p_{\text{Umgebung}} = 4 \text{ bar}$)


$$p_{\text{Gas}} = f_{\text{Gas}} * p_{\text{Umgebung}}$$

$$p_{\text{O}_2} = 36\% * 4 \text{ bar} = 1,44 \text{ bar}$$

$$p_{\text{N}_2} = 64\% * 4 \text{ bar} = \underline{2,56 \text{ bar}}$$

Summe

4 bar

MOD

Maximum Operating Pressure MOP

(Maximaler Einsatzdruck)



Maximum Operating Depth MOD

(Maximale Einsatztiefe)

$$P_{\max} = \frac{P_{O_2 \max}}{f_{O_2}} = MOP$$

$$MOD = (MOP - 1 \text{ bar}) * 10 \frac{\text{m}}{\text{bar}}$$

MOD - Berechnungen

Beispiel: Tauchgang mit Nitrox 36 im **Roten Meer**

$$p_{\max} = \frac{p_{O_2 \max}}{f_{O_2}} = \frac{1,6 \text{ bar}}{0,36} = 4,44 \text{ bar} \quad \text{MOP} \quad \xrightarrow{\quad} \quad \text{MOD}$$

$$\text{MOD} = (\text{MOP} - 1) \text{ bar} * 10 \frac{\text{m}}{\text{bar}}$$
$$= (4,44 - 1) \text{ bar} * 10 \frac{\text{m}}{\text{bar}} = 34,4 \text{ m}$$

$$\text{MOD} = \mathbf{34 \text{ m}} \rightarrow \text{Abrunden (!)}$$

MOD - Berechnungen

Beispiel: Tauchgang mit Nitrox 36 im Bodensee

$$p_{\max} = \frac{p_{O_2 \max}}{f_{O_2}} = \frac{1,4 \text{ bar}}{0,36} = 3,89 \text{ bar}$$

MOP  MOD

$$\begin{aligned} \text{MOD} &= (\text{MOP} - 1) \text{ bar} * 10 \frac{\text{m}}{\text{bar}} \\ &= (3,89 - 1) \text{ bar} * 10 \frac{\text{m}}{\text{bar}} = 28,9 \text{ m} \end{aligned}$$

MOD = 28 m → Abrunden (!)

**Mit der Best Mix-Berechnung bestimmen wir
das optimale Gemisch für die geplante
Tauchtiefe!**

(d. h. O₂-Anteil maximal und N₂-Anteil minimal)

$$f_{O_2} = \frac{p_{O_2 \text{ max}}}{p_{\text{Umgebung}}}$$

$p_{O_2 \text{ max}}$ = Grenzwert O₂

p_{Umgebung} = Umgebungsdruck \Rightarrow Tauchtiefe

Best Mix Berechnung

Beispiel: Tauchgang auf 36 m im Bodensee

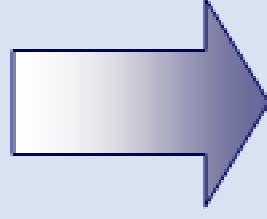
$$f_{O_2} = \frac{p_{O_2 \text{ max}}}{p_{\text{Umgebung}}} = \frac{1,4 \text{ bar}}{4,6 \text{ bar}} = 0,304$$

0,304 ist ein Wert, der multipliziert mit 100 die Volumenprozentage des Gasanteiles ergibt.

=> **30,4 % O₂**

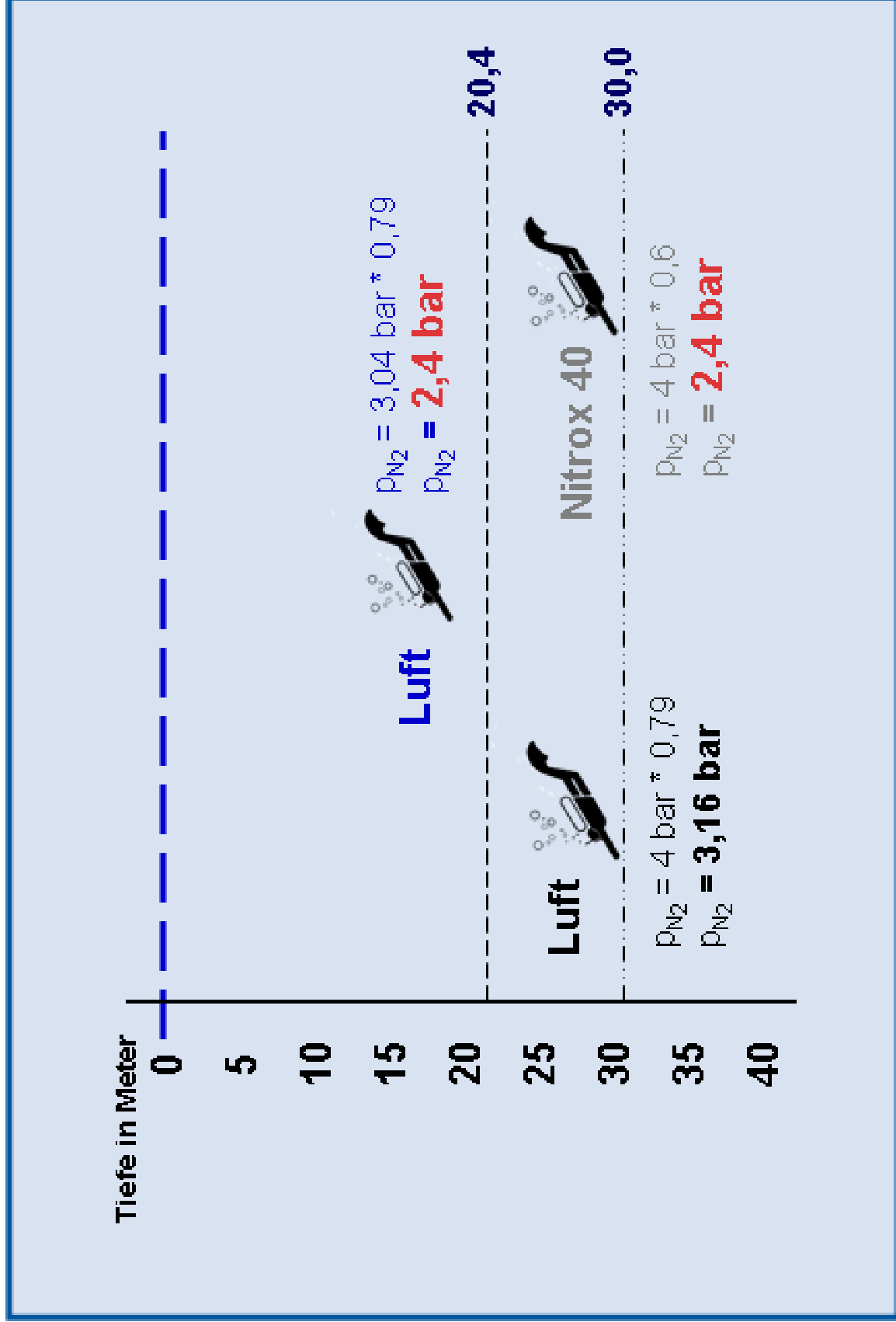
Best Mix = EAN30 → Abrunden (!)

Die Menge des Stickstoffs, der im Körper beim Tauchen gelöst wird, ist abhängig vom Stickstoffpartialdruck in der Lunge.



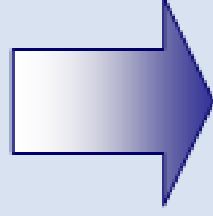
Das heißt: vom Umgebungsdruck (Tiefe) und vom Stickstoffanteil f_{N_2} im Atemgas!

Das EAD - Prinzip (Equivalent Air Depth) TECHNICAL DIVING **NITROX** Verband Deutscher Sporttaucher e.V.



Ziel: Verwendung von Luft – Dekotabellen !

$$f_{N_2 \text{ Luft}} > f_{N_2 \text{ Nitrox}}$$



Der gleiche N_2 – Partialdruck wird beim Tauchen mit Druckluft früher erreicht.

Bei Verwendung von Nitroxgemischen ist die EAD immer geringer als die geplante Tauchtiefe.

Die Nullzeit beim Nitroxtauchen ist deshalb größer.

EAD - Berechnungen

Equivalent Air Pressure



Equivalent Air Depth

EAP



EAD

$$EAP = \frac{f_{N_2}}{0,79} * P_{Umgebung}$$

$$EAD = (EAP - 1) \text{ bar} * 10 \frac{\text{m}}{\text{bar}}$$

EAD - Berechnungen

Beispiel: Tauchgang auf 24 m mit Nitrox 36

$$EAP = \frac{f_{N_2}}{0,79} * p = \frac{0,64}{0,79} * 3,4 \text{ bar} = 2,75 \text{ bar}$$



$$\begin{aligned} EAD &= (EAP - 1) \text{ bar} * 10 \frac{\text{m}}{\text{bar}} \\ &= (2,75 - 1) \text{ bar} * 10 \frac{\text{m}}{\text{bar}} = 17,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$EAD = \mathbf{18 \text{ m}} \rightarrow \text{Aufrunden (!)}$$



Nullzeitvergleich

Luft: 23 min

Nitrox 36: 45 min