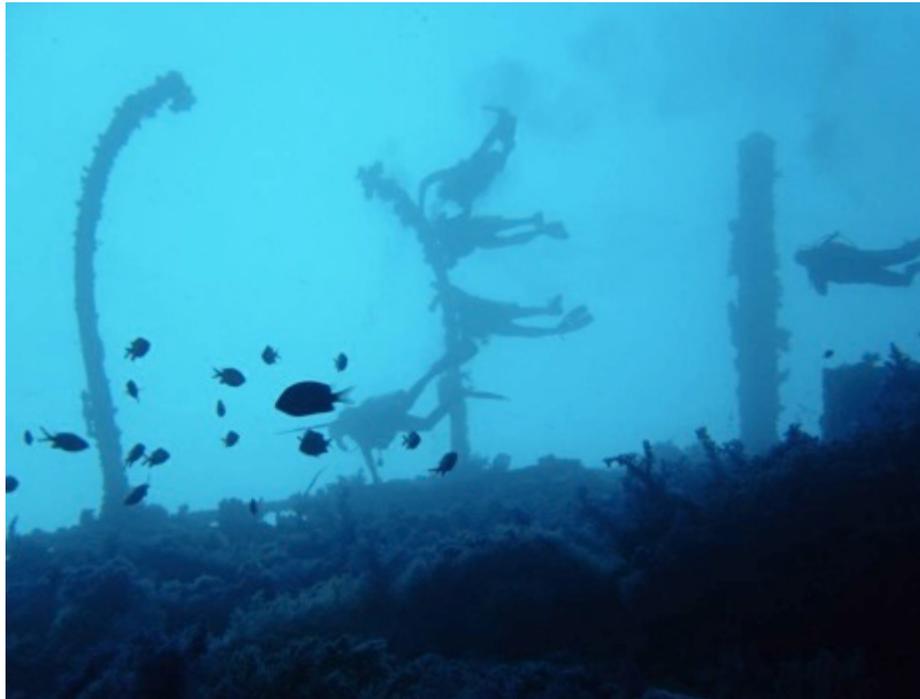


Fachbereich Ausbildung

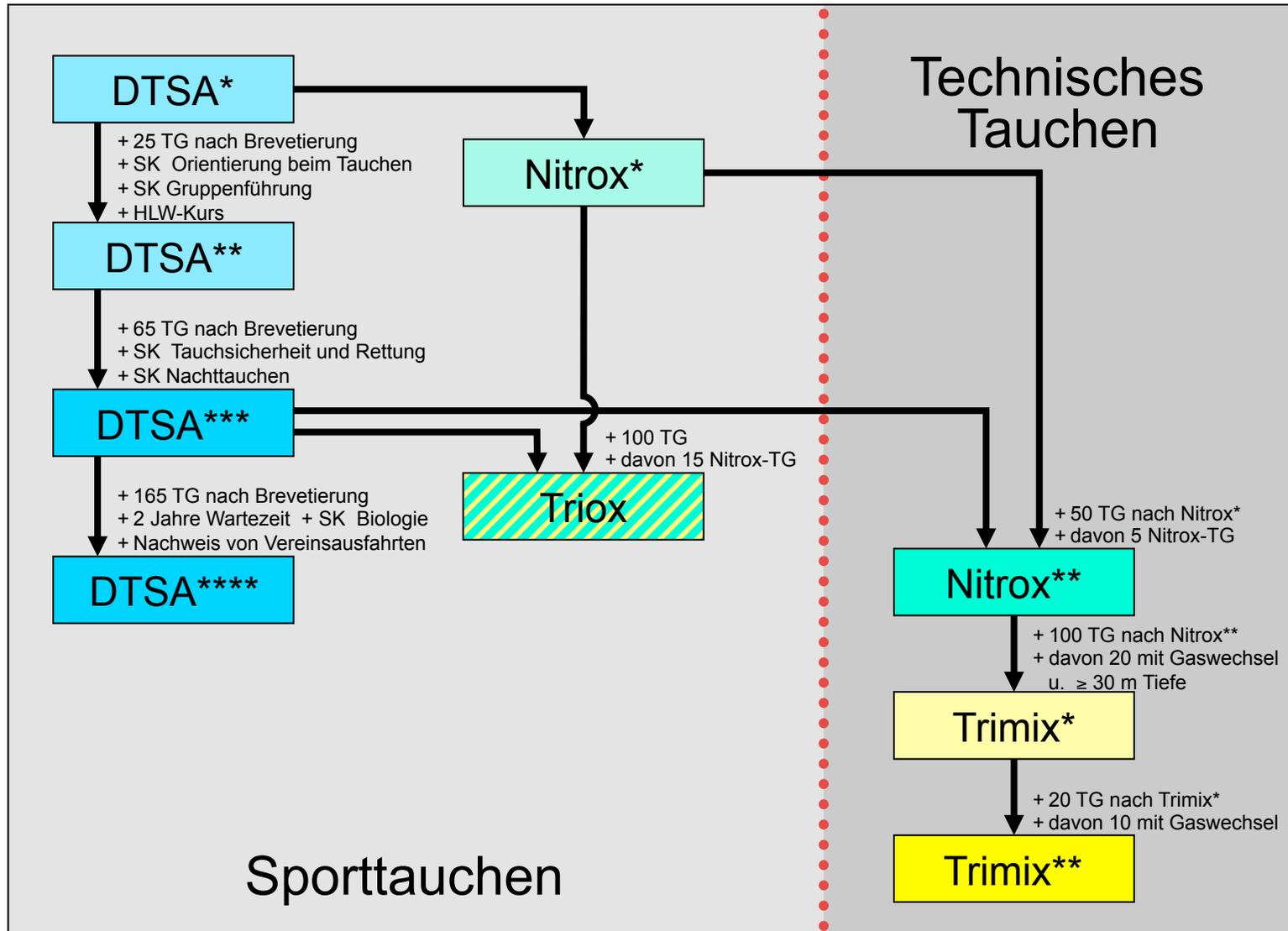
Nitrox für TL*



NITROX
+ TECHNICAL DIVING
Verband Deutscher Sporttaucher e.V.

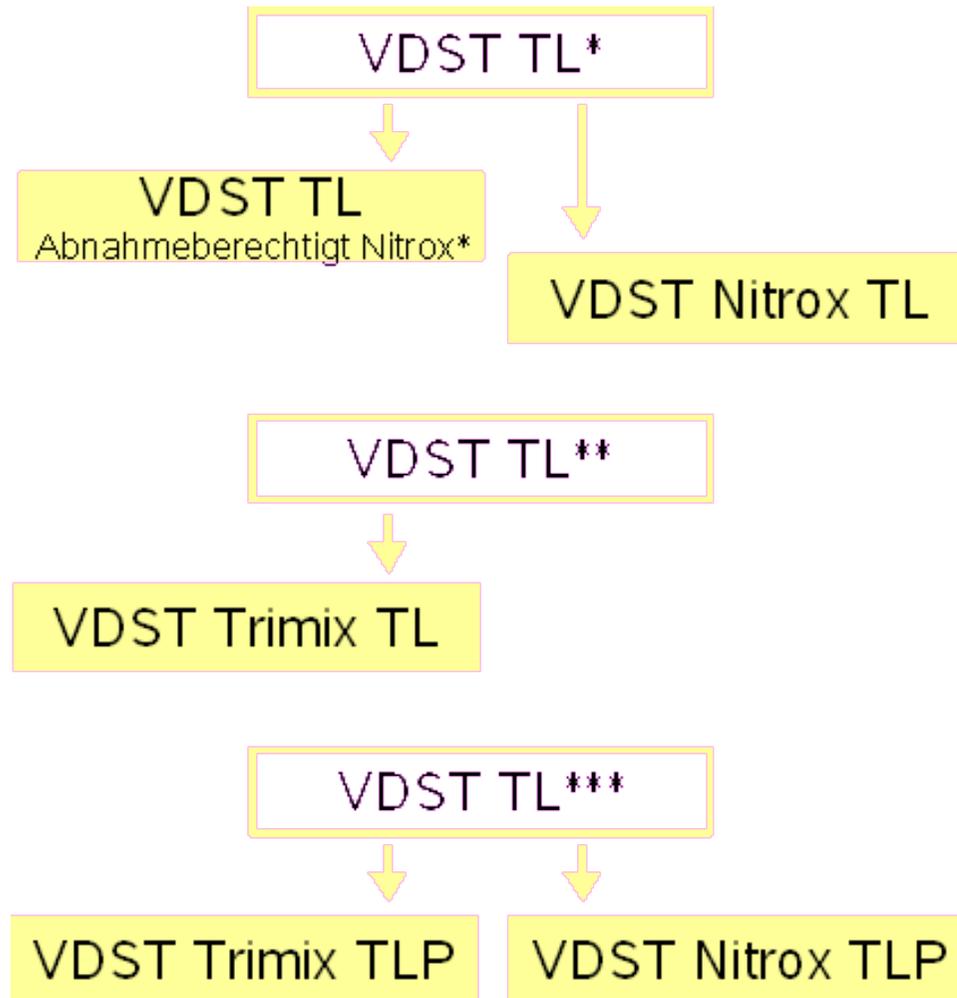


Fachbereich Ausbildung



Fachbereich Ausbildung

Nitrox für TL*



Fachbereich Ausbildung

Nitrox für TL*



- **DTSA Nitrox ***
bis EAN 40 ohne Gaswechsel
Voraussetzung: CMAS *

*Abnahmeberechtigung Nitrox **



7 VDST-CMAS Tauchlehrer mit Abnahmeberechtigung Nitrox *

(CMAS Basic Nitrox Instructor)

7.1 Voraussetzungen

- Mindestalter 18 Jahre
- Mitgliedschaft in einem dem VDST angeschlossenen Verein
- Gültige VDST-CMAS Tauchlehrer * Lizenz
- DTSA Nitrox *; ersatzweise genügt eine vergleichbare Qualifikation entsprechend der VDST-Äquivalenzliste
- 20 Nitrox-Tauchgänge
- Gültige Tauchtauglichkeitsbescheinigung

7.2 Ernennung

VDST-CMAS Tauchlehrer mit Prüfungsberechtigung Nitrox * werden bei Vorliegen der Voraussetzungen laut Nr. 7.1 auf Antrag ernannt. Der Antrag ist schriftlich vom Bewerber an die VDST Geschäftsstelle zu richten.

Fachbereich Ausbildung

*DTSA Nitrox **



Sonderregelungen:

Die Übungstauchgänge unter Nr. 1.5 können – bei Einhaltung der Übungen, insbesondere der MOD – im Rahmen von Übungstauchgängen der DTSA * / ** / *** absolviert werden. Eine Kombination eines Übungstauchgangs zum DTSA * / ** / *** mit einem Übungstauchgang zum DTSA Nitrox * ist also zulässig.

Ab dem Ausbildungsnachweis DTSA ** (oder gleichwertigem Brevet gem. VDST-Äquivalenzliste) können die Übungstauchgänge unter Nr. 1.5 entfallen. Sie werden jedoch zum besseren Praxisverständnis empfohlen.

1.3 Ausbilderqualifikation

VDST-CMAS Tauchlehrer mit Abnahmeberechtigung Nitrox *, VDST-CMAS Nitrox TL, VDST-CMAS Nitrox Tauchlehrer Prüfer, VDST-CMAS Tauchlehrer mit Abnahmeberechtigung Trimix, VDST-CMAS Trimix TL, VDST-CMAS Trimix Tauchlehrer Prüfer.

Fachbereich Ausbildung



Nitrox für TL*

- **DTSA Nitrox ****

über 40% O₂, Gaswechsel, O₂-Deko

Voraussetzung: CMAS*** und Nitrox*

VDST-CMAS Nitrox TL



8 VDST-CMAS Nitrox TL

(CMAS Advanced Nitrox Instructor)

8.1 Voraussetzungen

- Mindestalter 18 Jahre
- Mitgliedschaft in einem dem VDST angeschlossenen Verein
- Gültige VDST-CMAS Tauchlehrer * Lizenz
- DTSA Nitrox **
- Vertraute Nitrox ** Ausrüstung (gemäß Nr. 2.2)
- Gültige Tauchtauglichkeitsbescheinigung

02-2010

8.2 Anmeldung

Die Anmeldung erfolgt durch den Bewerber beim Veranstalter. Der Bewerber muss das Einverständnis seines Vereins und des zuständigen

Volker Maier VDST-TL 3

Fachbereich Ausbildung

Triox für TL*

- **DTSA Triox**

TX21/35 und TX30/30 bis max. 45m ohne Gaswechsel

Voraussetzung: CMAS* und Nitrox***



Abnahmeberechtigung Triox



**10 VDST - CMAS Nitrox Tauchlehrer mit
Abnahmeberechtigung Triox**
(Recreational Trimix Instructor)

10.1 Voraussetzungen

- Mindestalter 18 Jahre
- Mitgliedschaft in einem dem VDST angeschlossenen Verein
- Gültige VDST-CMAS Nitrox Tauchlehrer Lizenz
- DTSA Triox; ersatzweise genügt eine vergleichbare Qualifikation entsprechend der Entscheidung des Fachbereiches Ausbildung
- 20 Triox-Tauchgänge
- Gültige Tauchtauglichkeitsbescheinigung

10.2 Ernennung

VDST-CMAS Nitrox Tauchlehrer mit Prüfungsberechtigung Triox werden auf Entscheidung des VDST Fachbereichsleiters Ausbildung bei Vorliegen der Voraussetzungen laut Nr. 10.1 auf Antrag ernannt. Der Antrag ist schriftlich vom Bewerber an den Leiter der „VDST-TAK Nitrox und Technisches Tauchen“ zu richten.

Fachbereich Ausbildung

Was ist Nitrox?



Nitrogen
Stickstoff (N₂)

Oxygen
Sauerstoff (O₂)

Im Tauchsport wird ein
Stickstoff/Sauerstoff-Gemisch mit
einem O₂-Gehalt von mehr als 21 %
als NitrOx bezeichnet

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

Tauchgangsbeispiel

Du betauchst ein Wrack in 24 m Tiefe. Überall wimmelt es von Fischen und Korallen in allen Farben. Du bist seit 23 min hier und hast die Hälfte des Wracks erkundet.

Deine Restnullzeit beträgt noch 22 min.

Wie geht so etwas ? **Durch Tauchen mit Nitrox!**

Nullzeitvergleich (lt. Deko2000)

Luft	24 m	>>	23 min Nullzeit
Nitrox 36	(18 m!)	>>	45 min Nullzeit (!)



Reduktion von Stickstoff

Fachbereich Ausbildung

VDST-Nomenklatur



Nitrox 32 = 32 % O₂ + 68 % N₂

Nitrox 36 = 36 % O₂ + 64 % N₂

Nitrox 40 = 40 % O₂ + 60 % N₂

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

EAN32 = 32 % O₂ + 68 % N₂ = Nitrox 32

Fachbereich Ausbildung



VDST Nitrox-Standardgemische

MOD [m]	pO ₂ max [bar]	Gas	fO ₂ [%]	fHe [%]	fN ₂ [%]	Einsatz als	Anmerkung
40		Luft	21	0	79	Grund- gemisch	DTSA Nitrox*
33	1,4	EAN 32	32	0	68		
28	1,4	EAN 36	36	0	64		
25	1,4	EAN 40	40	0	60		
21	1,6	EAN 50	50	0	50	Deko- gemisch	DTSA Nitrox**
6	1,6	OXY 100	100	0	0		

Fachbereich Ausbildung

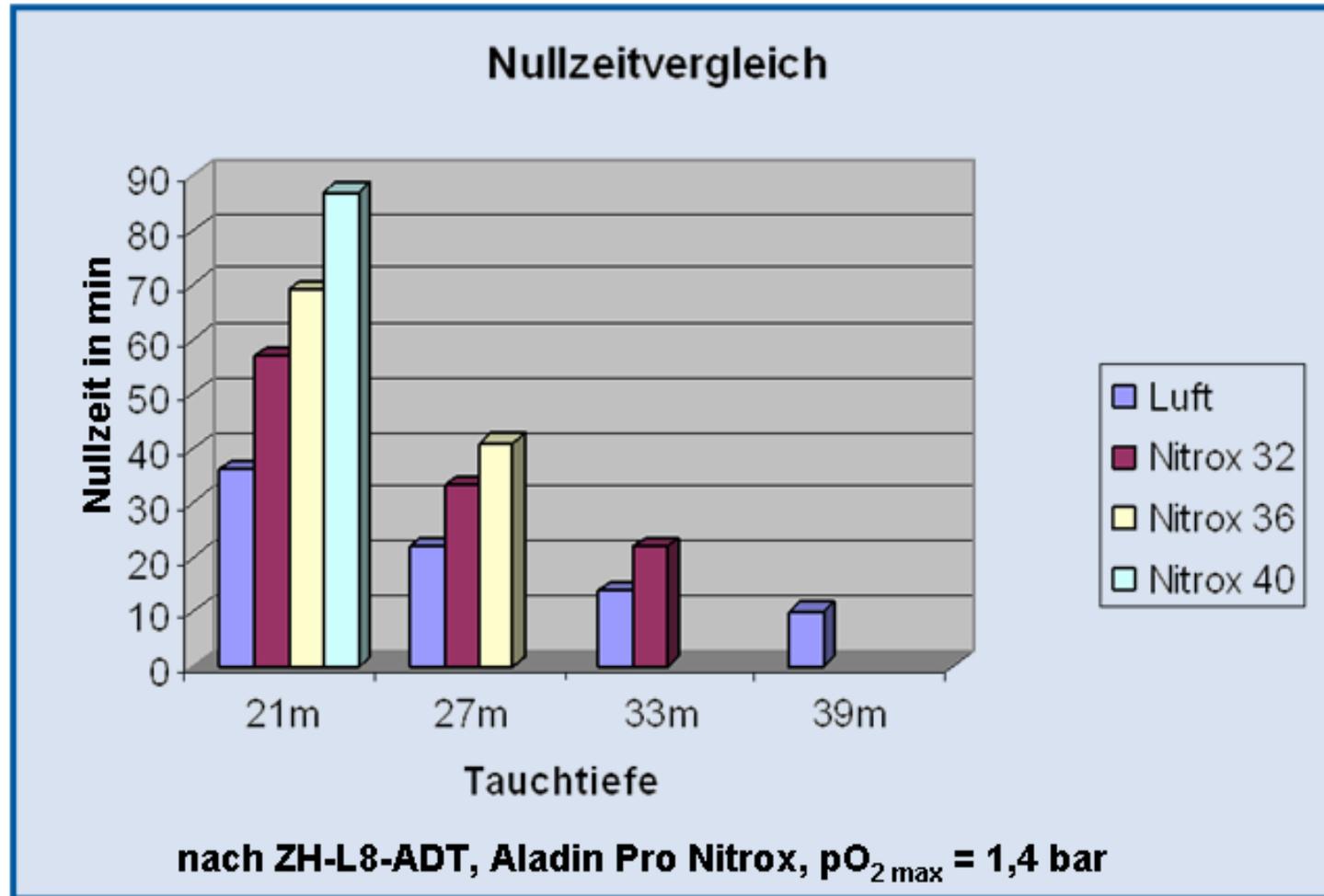
Nitrox Gemische



- **NOAA Nitrox I** **32% O₂/68%N₂ (EAN 32)**
 - **NOAA Nitrox II** **36% O₂/64%N₂ (EAN 36)**
 - **Nitrox C** **40% O₂/60%N₂ (EAN 40)**

 - **Safe Air** **50% O₂/50%N₂ (EAN 50)**
 - **Nitrox B** **60% O₂/40%N₂ (EAN 60)**
- Enriched Air Nitrox: **EAN x (x in 1 % Schritten)****

Fachbereich Ausbildung



© 2007 Verband Deutscher Sporttaucher, Nitrox*

Fachbereich Ausbildung

Einsatzgebiet Nitrox



Tauchausbildung

(Mehrfachaufstiege, Jojo – Tauchgänge,
Wiederholungstauchgänge)

Taucher mit erhöhtem Risiko (Gewicht, hohes Alter, PFO*, nach
Tauchunfall)

No – Limit – Tauchen

Aber ...

Nitrox ist kein Gas zum Tieftauchen !!

* PFO: offenes Foramen Ovale

Fachbereich Ausbildung

Partialdruckgrenzwerte



Sauerstoff

0,16 bar als absolute Untergrenze in allen Situationen

1,40 bar Obergrenze für das Atemgas in allen Bedingungen

1,60 bar Obergrenze auf Dekompressionsstopps

Maximalwert aus pO_2 und pN_2

$pO_2 + pN_2 = 5 \text{ bar}$ als Maximalwert

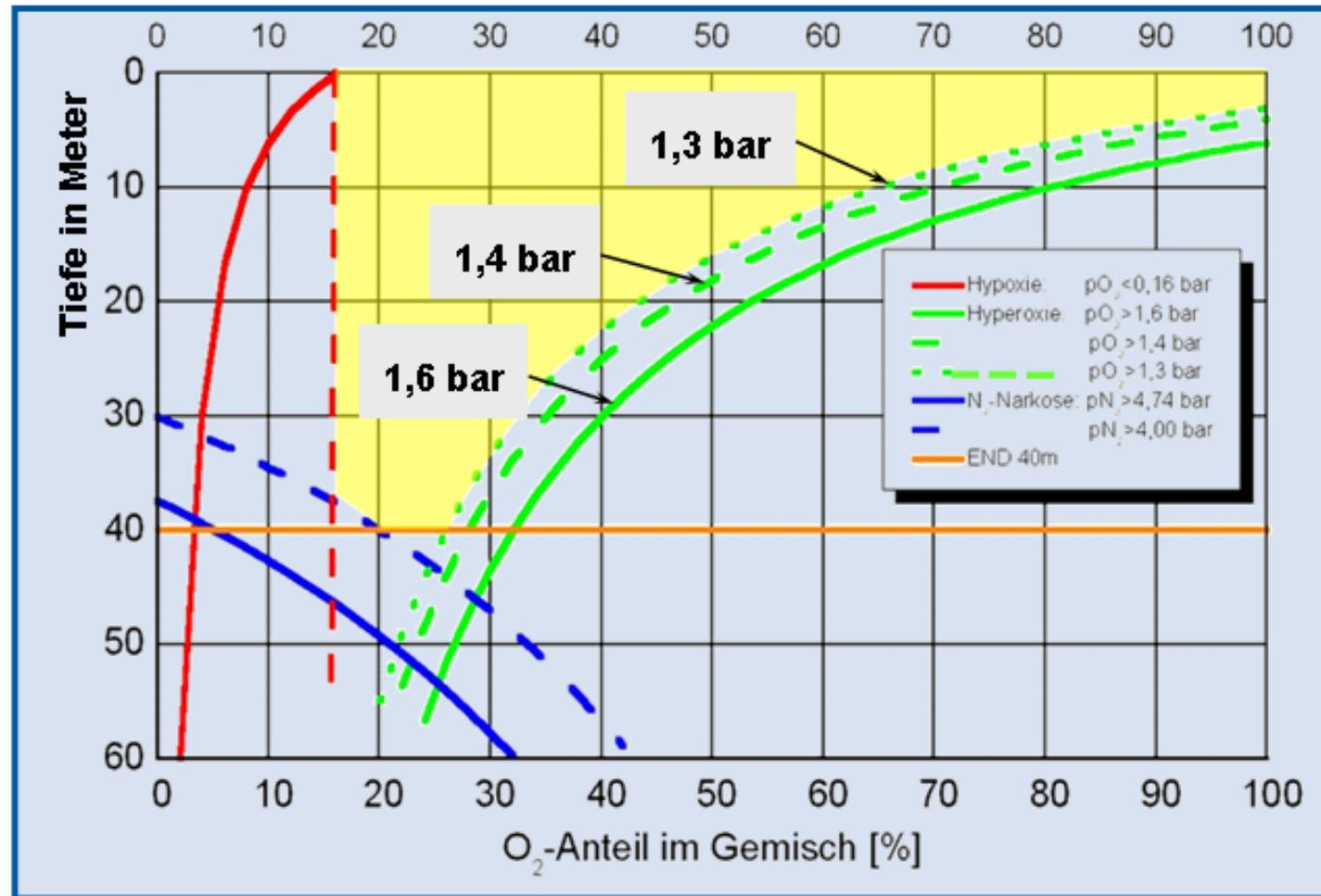
Dies entspricht einer max. Tauchtiefe von 40 m für Luft und Nitrox.

Fachbereich Ausbildung

Partialdruckgrenzwerte



© 2007 Verband Deutscher Sporttaucher, Nitrox*



Fachbereich Ausbildung

Warum Nitrox ?



Bei gleichem Tauchprofil wie Luft:

- Längere Nullzeiten und kürzere Deko – Zeiten
- Kürzere Entsättigungszeiten
- Durch den geringeren N_2 – Anteil wird die Mikroblasenbildung verringert → verminderter intrapulmonaler RL – Shunt
- Blasenbildung im arteriellen Blut bei großen Auftauchgeschwindigkeiten und bei AGE ist kleiner
- Kürzere Wartezeit vor dem Fliegen

Fachbereich Ausbildung

Warum Nitrox ?



- Lange Tauchzeiten können die geringere N_2 – Aufsättigung wieder ausgleichen.
- Die Sauerstoffintoleranz ist individuell verschieden.
- Es besteht das gleiche Dekompressionsrisiko wie bei Luft, wenn die Nullzeiten ausgereizt werden.
- Es ist mehr Tauchdisziplin erforderlich.
- Es besteht Gefahr beim Umgang mit Sauerstoff.
- Es besteht die Gefahr der unkorrekten Gasanalyse.
- Es besteht die Gefahr der Auskühlung durch lange Tauchzeiten.

Fachbereich Ausbildung



O₂-Intoxikation (Hyperoxie)

- O₂ wirkt auf Zellmembranstruktur
- Wirkung ist abhängig von pO₂ und Expositionszeit
- **CNS-Effekt: (Paul Bert Effekt)**
Sehstörungen, Ohrgeräusche, Übelkeit, Zuckungen
Schwindel, **Krampfanfälle**, Atemnot
Symptome klingen im Gegensatz zum Tiefenrausch nach Beenden der Exposition nicht sofort ab - werden z.T. noch stärker!!!
- Lungen-Effekt (Lorraine Smith Effekt)
nur bei sehr langer Exposition (spielt beim Sporttauchen keine Rolle, aber bei Deko-Behandlung oder Berufstauchen (Tauchbasis!)
Symptome: Reize, Brennen, unstillbarer Husten

Fachbereich Ausbildung

Dekompression bei Nitrox-TG



Lufttabelle

Luftcomputer

- **Geringere N₂-Aufsättigung als berechnet**
- **Blasenbildung geringer**
- **mehr Sicherheit!**

Nitrox-tabelle

Nitroxcomputer

- **längere Tauchzeit möglich**
- **Gefahr der Unterkühlung**
- **kein Sicherheitsvorteil**

Fachbereich Ausbildung

Dekompression bei Nitrox-TG

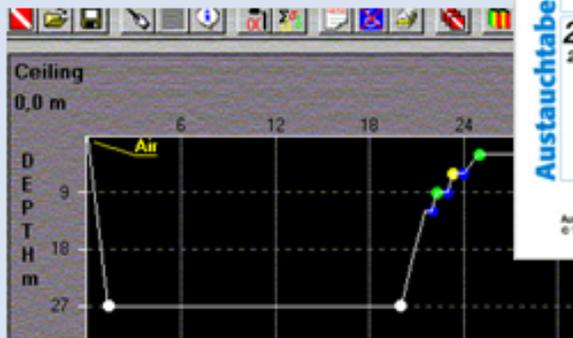


- Drucklufttabelle : z.B. DECO 2000
Konservativ, hohes Maß an Sicherheit, da Luft als Atemgas angenommen wird
- Drucklufttabelle und EAD
- Deko – Tabelle für Nitrox
- Nitrox – Computer
- „Deko“Software (PC)

Austauschtabelle DECO 2000

Depth in	6	3	0	3	0	3	0	3	0
12	36	54	72	90	108	126	144	162	180
15	24	36	48	60	72	84	96	108	120
18	18	27	36	45	54	63	72	81	90
21	14	21	28	35	42	49	56	63	70
24	11	16	21	26	31	36	41	46	51
27	9	13	17	21	25	29	33	37	41
30	7	10	14	18	22	26	30	34	38
33	6	8	11	14	17	20	23	26	29
36	5	7	9	12	15	18	21	24	27
39	4	6	8	10	13	16	19	22	25
42	3	5	7	9	11	14	17	20	23
45	3	4	6	8	10	13	16	19	22
48	2	4	5	7	9	11	14	17	20
51	2	3	4	6	8	10	13	16	19
54	2	3	4	5	7	9	12	15	18
57	1	3	4	5	6	8	11	14	17
60	1	2	3	4	5	7	9	12	15
63	1	2	3	4	5	6	8	11	14
66	1	2	3	4	5	6	7	9	12
69	1	2	3	4	5	6	7	8	10
72	1	2	3	4	5	6	7	8	9
75	1	2	3	4	5	6	7	8	9
78	1	2	3	4	5	6	7	8	9
81	1	2	3	4	5	6	7	8	9
84	1	2	3	4	5	6	7	8	9
87	1	2	3	4	5	6	7	8	9
90	1	2	3	4	5	6	7	8	9

0 – 700 m Aufstieg in





- **Maximale Tauchtiefe:**

$$\text{MOP} = \frac{p\text{O}_2 \text{ max}}{f\text{O}_2 \text{ (Anteil)}}$$

$$\text{Bsp: } \frac{1,4 \text{ bar}}{0,38} = 3,684 \text{ bar} \longrightarrow 26,84\text{m}$$

abgerundet auf: MOD = 26m



- **Equivalent Air Depth (EAD):**

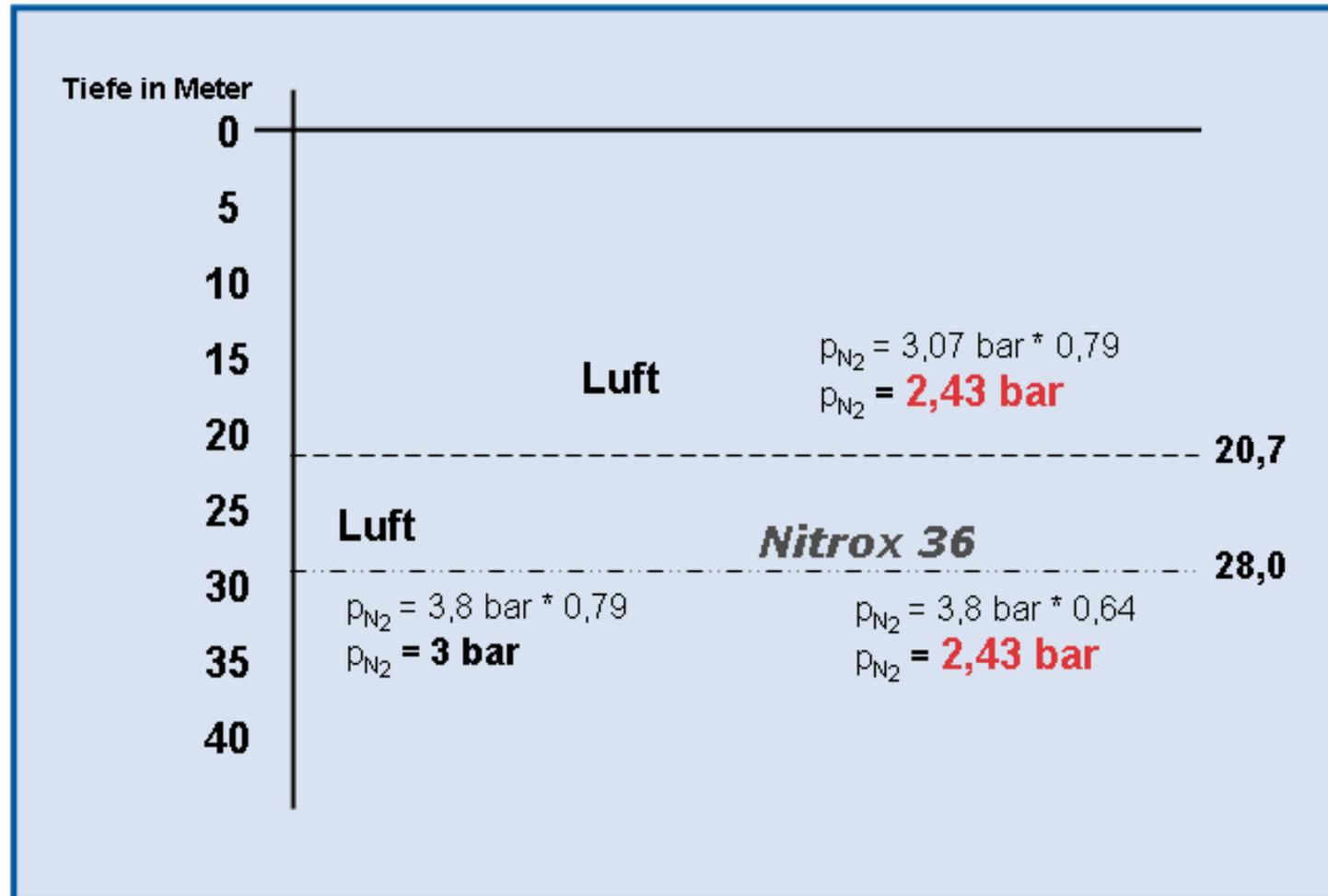
$$\text{EAD} = \frac{f\text{N}_2 \text{ (Nitrox)}}{f\text{N}_2 \text{ (Luft)}} \times \text{Tauchtiefe}$$

$$\text{Bsp: } \frac{0,62}{0,79} \times 3,6 \text{ bar} = 2,825 \text{ bar}$$

aufgerundet auf: EAD = 19m

Fachbereich Ausbildung

Equivalent Air Depth (EAD) (Äquivalente Luft Tiefe)



© 2007 Verband Deutscher Sporttaucher, Nitrox*

Fachbereich Ausbildung

Equivalent Air Depth (EAD) (Äquivalente Luft Tiefe)



Beispiel: Tauchgang auf 24 m mit Nitrox 36

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



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

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



Nullzeitvergleich

Luft: 23 min

Nitrox 36: 45 min



"Sauerstoff-Uhr" (CNS O₂ %)

- Partialdruck für Tauchtiefe
- CNS O₂ % für 1 min aus Tabelle
- mal Tauchzeit (Grundzeit +Aufstiegszeit)
- Halbwertszeit 90 min

Fachbereich Ausbildung



pO ₂ [bar]	CNS O ₂ % [%/min]	Tauchzeit [min]	pO ₂ [bar]	CNS O ₂ % [%/min]	Tauchzeit [min]	pO ₂ [bar]	CNS O ₂ % [%/min]	Tauchzeit [min]
0,50	0,00		1,02	0,35	286	1,42	0,68	147
0,60	0,14	714	1,04	0,36	278	1,44	0,71	141
0,64	0,15	667	1,06	0,38	263	1,46	0,74	135
0,66	0,16	625	1,08	0,40	250	1,48	0,78	128
0,68	0,17	588	1,10	0,42	238	1,50	0,83	120
0,70	0,18	556	1,12	0,43	233	1,52	0,93	108
0,74	0,19	526	1,14	0,43	233	1,54	1,04	96
0,76	0,20	500	1,16	0,44	227	1,56	1,19	84
0,78	0,21	476	1,18	0,46	217	1,58	1,47	68
0,80	0,22	455	1,20	0,47	213	1,60	2,22	45
0,82	0,23	435	1,22	0,48	208	1,62	5,00	20
0,84	0,24	417	1,24	0,51	196	1,65	6,25	16
0,86	0,25	400	1,26	0,52	192	1,67	7,69	13
0,88	0,26	385	1,28	0,54	185	1,70	10,00	10
0,90	0,28	357	1,30	0,56	179	1,72	12,50	8
0,92	0,29	345	1,32	0,57	175	1,74	20,00	5
0,94	0,30	333	1,34	0,60	167	1,76	25,00	4
0,96	0,31	323	1,36	0,62	161	1,78	31,25	3
0,98	0,32	313	1,38	0,63	159	1,80	50,00	2
1,00	0,33	303	1,40	0,65	154	1,82	100,00	1

Oberflächenintervallzeit	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	Stunden
Multiplikator für CNS O₂%	0,8	0,63	0,5	0,4	0,31	0,25	x CNS O₂%
Oberflächenintervallzeit	3:30	4:00	4:30	5:00	6:00	9:00	Stunden
Multiplikator für CNS O₂%	0,2	0,16	0,13	0,1	0,06	0	x CNS O₂%

Fachbereich Ausbildung

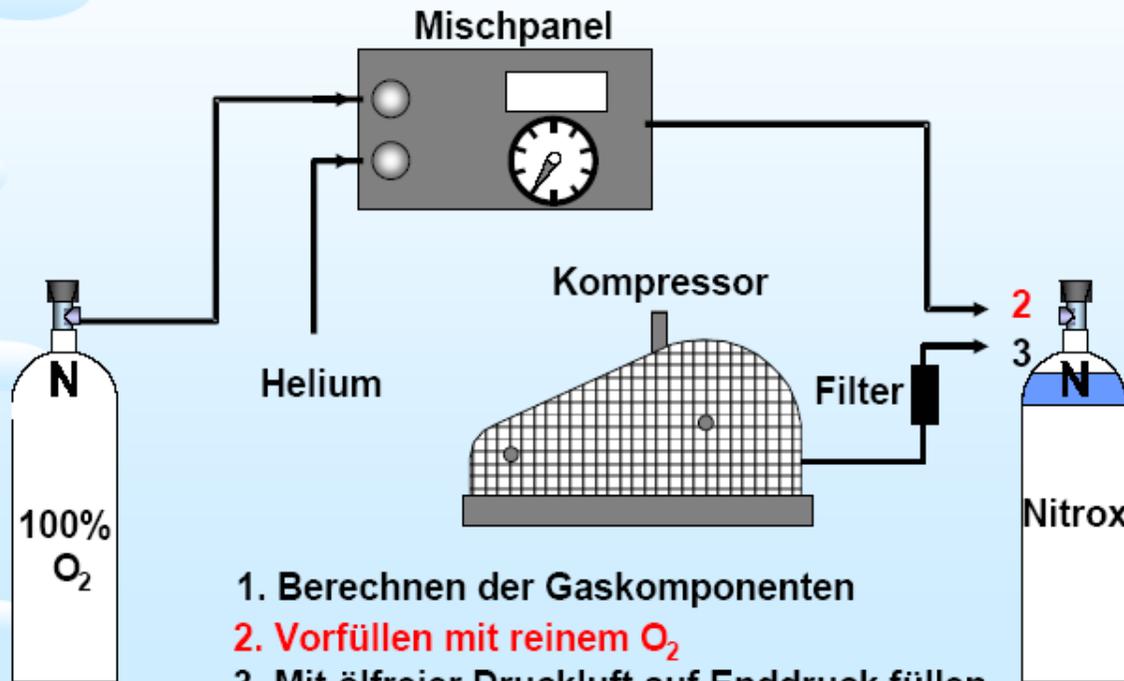
Füllmethoden



- Partialdruck Methode
sehr verbreitet, günstig für kleine Mengen,
Gemisch nicht sofort einsetzbar, reines O₂ im Spiel!
- Gewichtsmethode
Mischung mit Reingasen, industrielle Methode
- Membranverfahren

Nitroxherstellung: Partialdruckmethode

Vorteil: Bis 100% O₂, einfach, kostengünstig, auch für Trimix



1. Berechnen der Gaskomponenten
2. **Vorfüllen mit reinem O₂**
3. Mit ölfreier Druckluft auf Enddruck füllen
4. Kontrolle nach Durchmischung

von Werner Scheyer



sauerstofftaugliches Material

bedingt die

Sauerstoffreinheit des Materials

und die

Sauerstoffverträglichkeit des Materials

- **Sauerstoffrein**

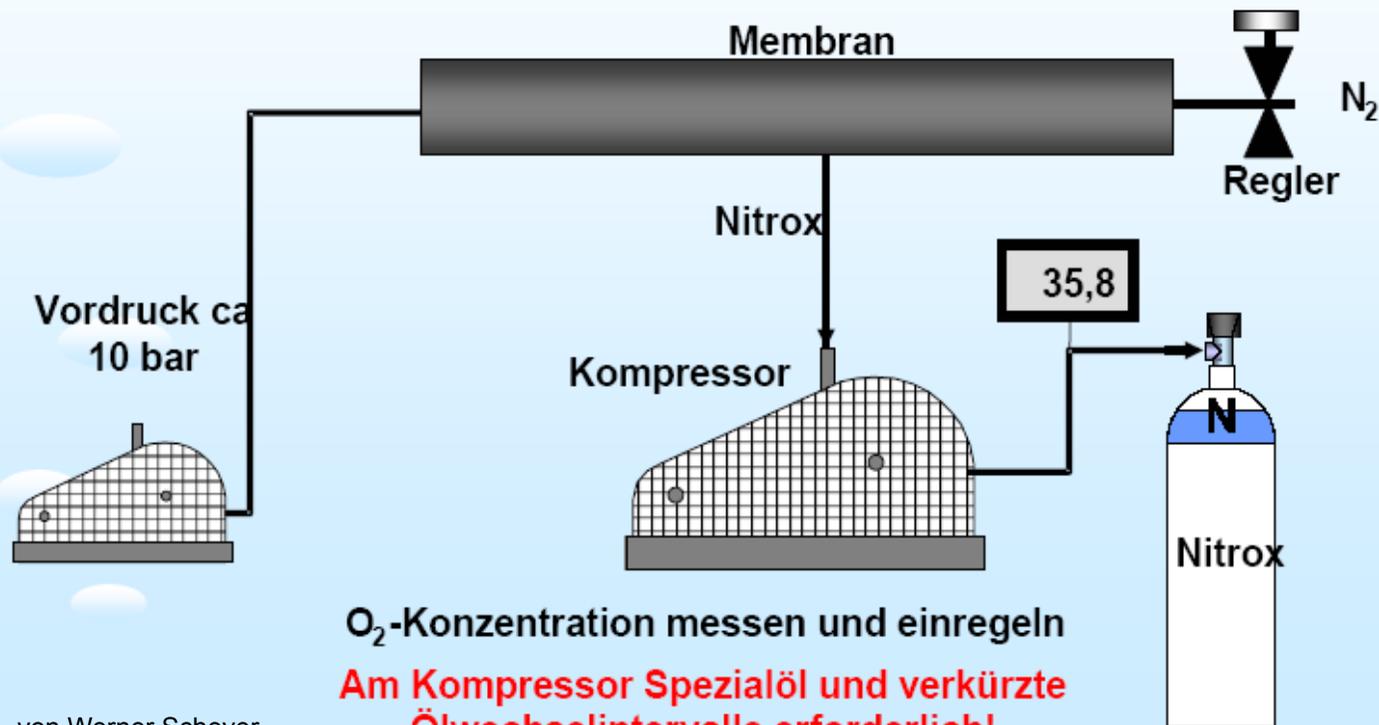
- bedeutet frei von Verunreinigungen !
 - keine Öle und Fette (auch Rückstände)
 - keine Schmutzpartikel (z.B. kleine Späne durch eigenen Umbau der Ausrüstung)
 - keine Reinigungsmittel (Seifenrückstände)
 - keine Farben
 - kein „übliches“ Silikonschmiermittel

Je größer der O₂-Partialdruck, desto wichtiger ist die Sauerstoffreinheit !

- **Sauerstoffverträglich**
- - Materialien, die keine Reaktion mit O_2 hervorrufen:
(Einsatzbereich Druck und Temperatur beachten)
 - z.B. Kupfer, V2A, V4A, Messing
 - Teflon (PTFE => Polytetrafluorethylen)
 - Viton-O-Ringe (FPM => Fluor-Kautschuk)
 - Spezienschmiermittel (nur über Fachhändler)
 - Materialien, die nicht O_2 – kompatibel sind:
 - z.B. Neopren, Gummi (normale O-Ringe)
 - Schmiermittel („übliches“ Silikonfett)
 - Softteflon
 - Zink

Nitroxherstellung: Membran

Einfach, aber teuer, nur bis max. 40% O₂



von Werner Scheyer

O₂-Konzentration messen und einregeln
**Am Kompressor Spezialöl und verkürzte
Ölwechselintervalle erforderlich!**

Fachbereich Ausbildung

Membranverfahren



Vorteile

- **geringe Kosten bei hohen Mengen**
- **praktisch Wartungsfrei (hohe Lebensdauer)**
- **kein händeln mit reinem Sauerstoff (sicher)**
- **beliebige Gemische bis ca. EAN 40 möglich**

Nachteile

- **hohe Anschaffungskosten**
- **hoher technischer Aufwand (2 Kompressoren, Filter etc.)**

Fachbereich Ausbildung

Gasanalyse



Vor jedem Tauchgang!

1. O₂-Analysegerät kalibrieren: Luft 20,9 % O₂
2. Messgerät in einen konstanten Flow halten oder anschließen
3. Abwarten, bis Anzeige steht
4. Eintrag des O₂-Wertes auf Flaschenetikett
5. Einstellen des Tauchcomputers



Fachbereich Ausbildung

Beschriftung



festgelegte MOD

33

Gemisch

Mix: Nitrox 32

Analyseergebnis

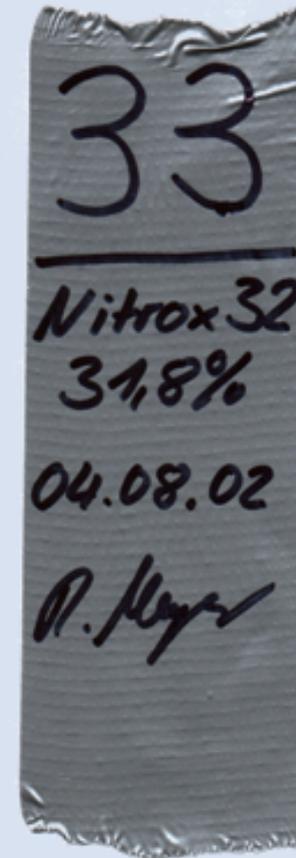
O₂: 31,8 %

Abfüller, Datum

Meyer, 04.08.02

Unterschrift (Nutzer)

R. Meyer



Der Nutzer misst den O₂-Anteil und beschriftet endgültig sein Gerät