

Fachbereich Ausbildung

Nitrox für TL*



Fachbereich Ausbildung

Nitrox für TL*

- **DTSA Nitrox ***

bis EAN 40 ohne Gaswechsel Voraussetzung: CMAS *

- **DTSA Nitrox ****

über 40% O₂, Gaswechsel, O₂-Deko



Prüfungsberechtigung Nitrox *

Stand: 29.05.2005



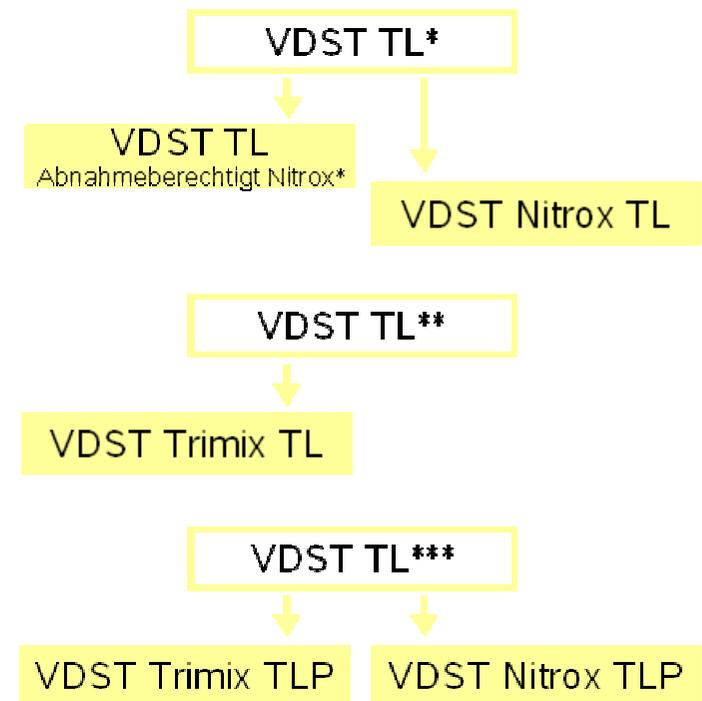
7 VDST-CMAS-Tauchlehrer mit Prüfungsberechtigung Nitrox *

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 nach den Richtlinien des VDST

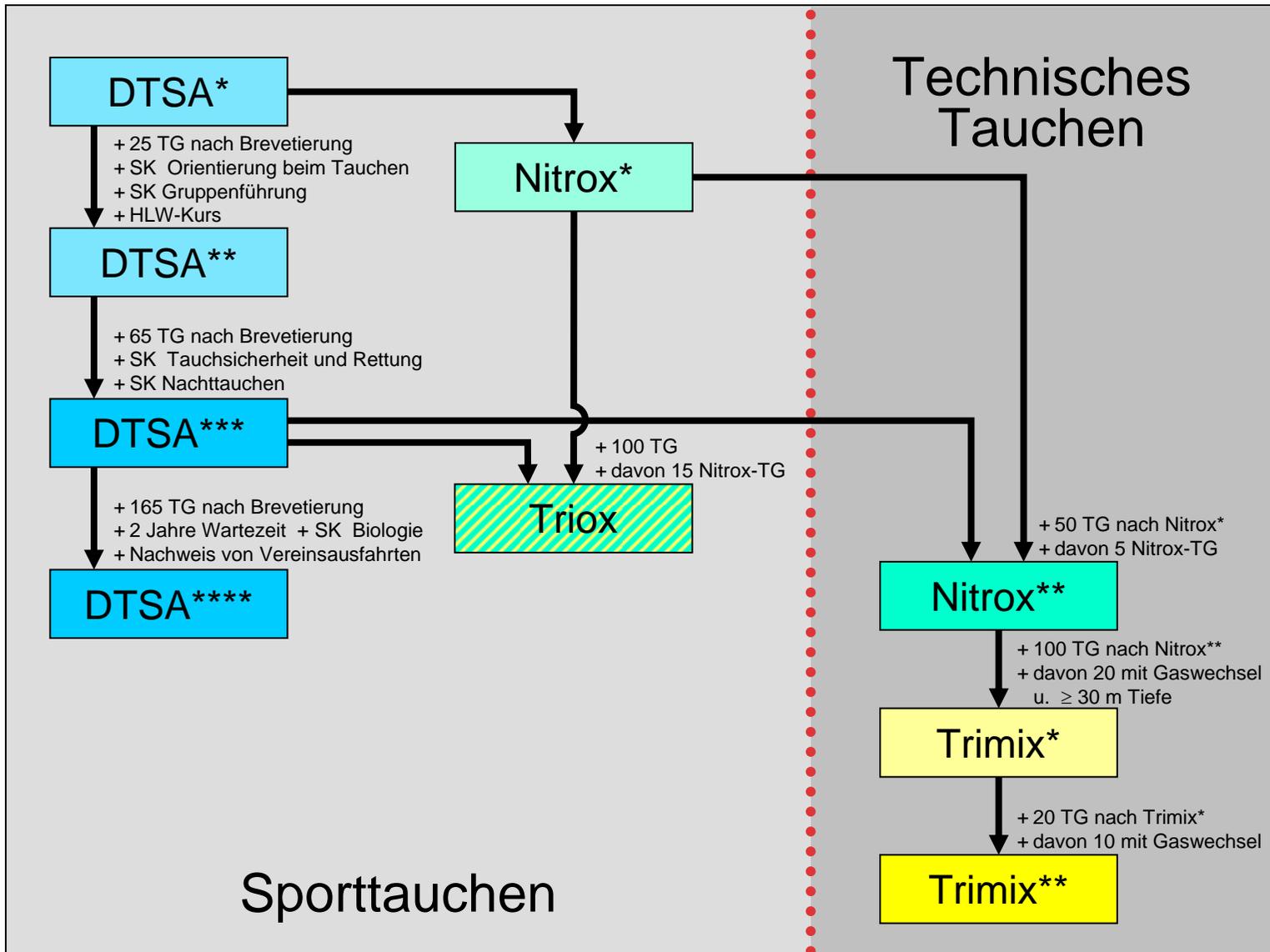
7.2 Ernennung

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



Volker Maier VDST-TL 3

Fachbereich Ausbildung



Fachbereich Ausbildung

Warum Nitrox ?



Vorteile

- reduziert N₂ Aufsättigung
- geringere Mikroblasenbildung
- verlängert Nullzeit, reduziert Dekozeit
- reduziert Restrisiko für Dekounfall
- reduziert subjektiv Erschöpfung/Ermüdung



Nachteile

- Gefahr der O₂-Intoxikation
- zusätzliche Ausbildung erforderlich (Nachteil?)
- aufwendigere Tauchgangsplanung (Analyse etc.)
- modifizierte Technik (fettfrei, Ventilanschluß, O₂-TG)
- eingeschränkte Füllmöglichkeiten (bis jetzt!)
- oft teurere Tauchgänge

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

Partialdrücke



Luft:	21%O ₂	79% N ₂
• 0m:	0,21 bar O ₂	0,79 bar N ₂
• 10m:	0,42 bar O ₂	1,58 bar N ₂
• 20m:	0,63 bar O ₂	2,37 bar N ₂
• 50m:	1,26 bar O ₂	4,74 bar N ₂
• 70m:	1,68 bar O ₂	6,32 bar N ₂

Fachbereich Ausbildung

Partialdrücke - Grenzwerte



Sauerstoff	$pO_2 \geq 0.16$ bar	Untergrenze in allen Situationen.
	$pO_2 \leq 1.3$ bar	Obergrenze für das Grundgemisch bei Tauchgängen mit Gaswechsel oder bei nicht idealen Bedingungen.
	$pO_2 \leq 1.4$ bar	Obergrenze für das Grundgemisch bei Tauchgängen ohne Gaswechsel und idealen Bedingungen.
	$pO_2 \leq 1.6$ bar	Obergrenze für Dekompressionsgase.
<u>Equivalent Narcotic Pressure (ENP)</u>	$pO_2 + pN_2 \leq 4.0$ bar	Obergrenze für narkotische Anteile im Atemgasgemisch in allen Situationen.

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**

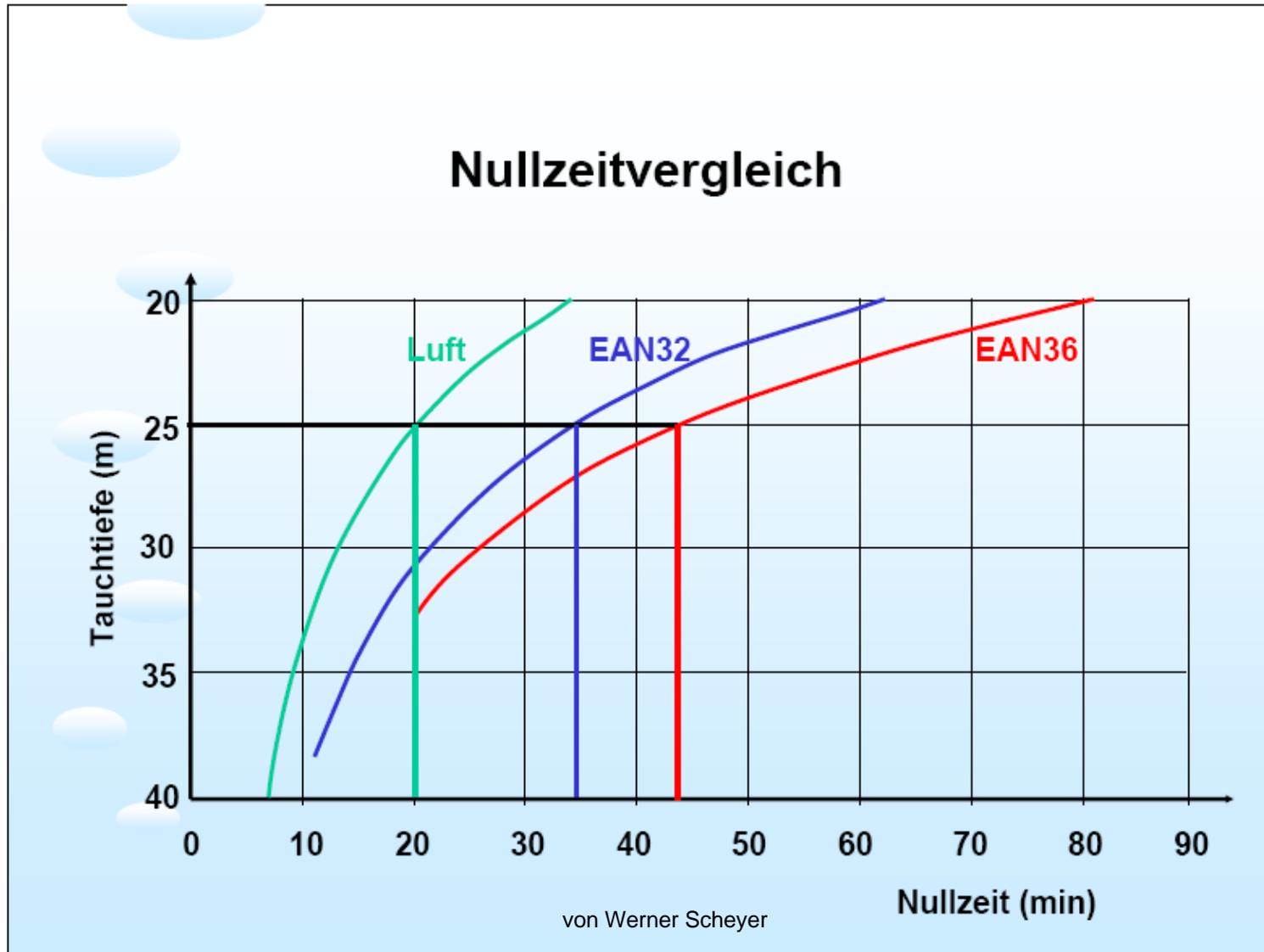
Fachbereich Ausbildung

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)****



- **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):**

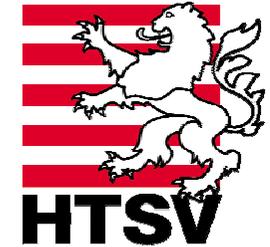
$$\text{EAD} = \frac{f\text{N}_2 (\text{Nitrox})}{f\text{N}_2 (\text{Luft})} \times \text{Tauchtiefe}$$

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

aufgerundet auf: EAD = 19m

Fachbereich Ausbildung

Equivalent Air Depth (EAD)
(Äquivalente Luft Tiefe)



O ₂ -Anteil	MOD (pO ₂ 1,4 bar)	EAD	MOD (pO ₂ 1,6 bar)	EAD
28%	40m	36m	47m	42m
30%	36m	31m	43m	37m
32% _o (Nitrox I)	33m	27m	40m	33m
34%	31m	25m	37m	27m
35%	30m	23m	35m	27m
36% _o (Nitrox II)	28m	21m	34m	26m
..37%	27m	20m	33m	25m
..38%	26m	19m	32m	23m
..39%	25m	17m	31m	22m
40%	25m	17m	30m	21m

"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%



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

Umgang mit Sauerstoff

sauerstofftaugliches Material

bedingt die

Sauerstoffreinheit des Materials

und die

Sauerstoffverträglichkeit des Materials

- **Sauerstoffrein**

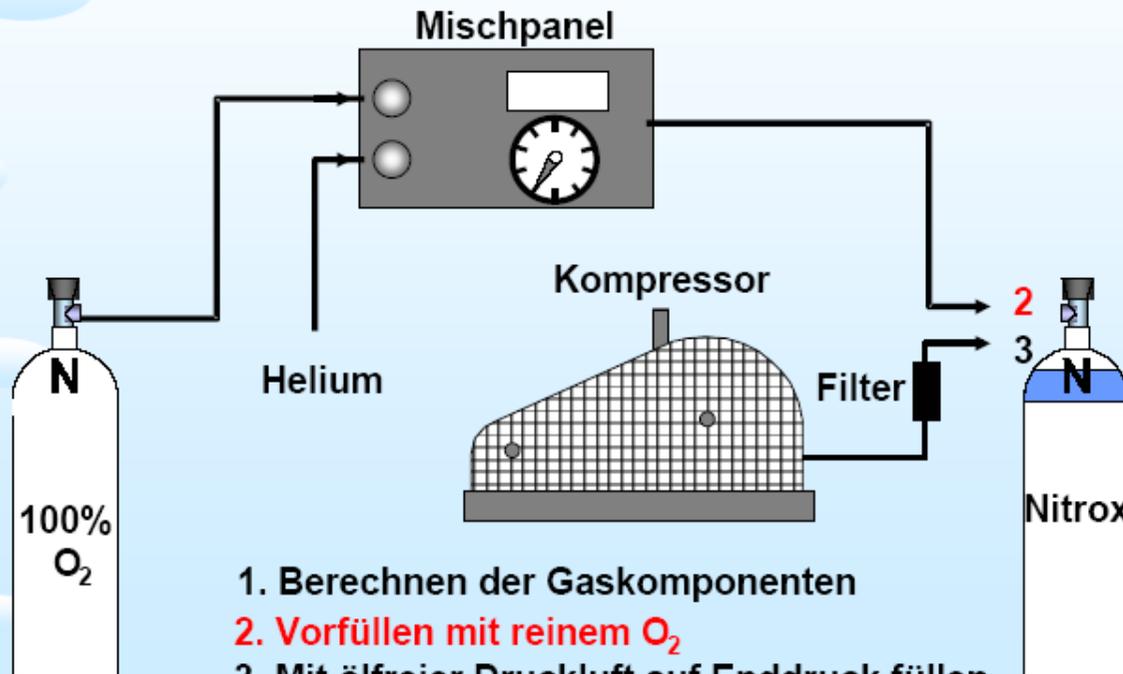
- bedeutet frei von Verunreinigungen !
 - keine Öle und Fette (auch Rückstände)
 - keine Schmutzpartikel (z.B. kleine Späne durch eigenen Umbau der Ausrüstung)
 - keine Reinigungsmittel (Seifenrückstände)
 - keine Farben
 - kein „übliches“ Silikonschmiermittel

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: Partialdruckmethode

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

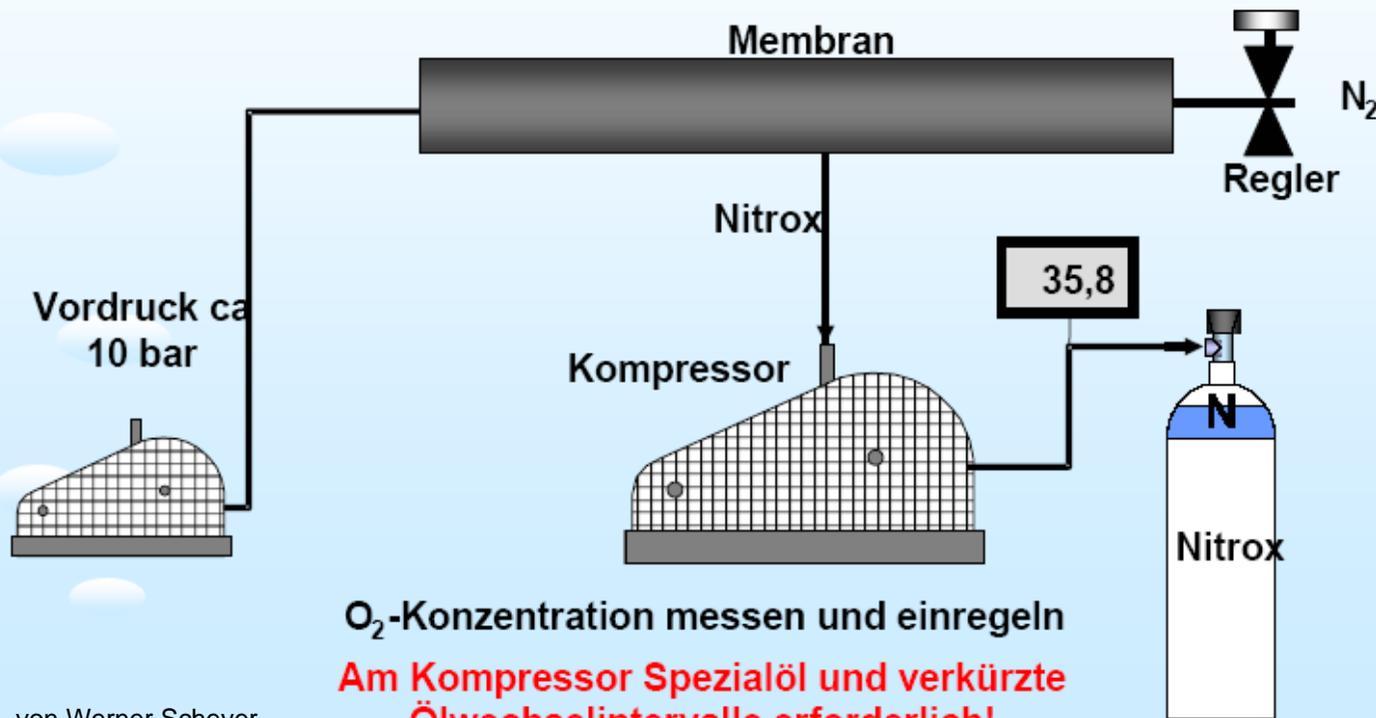


1. Berechnen der Gaskomponenten
2. Vorfüllen mit reinem O₂
3. Mit ölfreier Druckluft auf Enddruck füllen
4. Kontrolle nach Durchmischung

von Werner Scheyer

Nitroxherstellung: Membran

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



von Werner Scheyer

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.)**



- **Körpertemperatur < 36°C: Zittern**
- **Körpertemperatur < 34°C: Nachlassen Zittern**
- **Körpertemperatur < 30°C: Ausfall Vitalfunktionen**

Beachte: Eine Körpertemperatur < 35°C beeinträchtigt Reaktionszeit, Orientierung, Kurzzeitgedächtnis und die motorische und psychische Leistungsfähigkeit !!