



## **KFT - Handlungshilfe 001 (KFT-HE 001) für die Verwendung von NITROX-Gasgemischen im wissenschaftlichen Tauchen nach GUV-R 2112 „Einsatz von Forschungstauchern“**

erarbeitet von der AG Mischgas der KFT unter Leitung von Florian Huber M.A.

(Version 2.0, Stand **07.01.2010**)

### **1) Anwendungsbereich:**

Die vorliegende Handlungshilfe der Kommission Forschungstauchen Deutschland (KFT) gilt für die Verwendung von NITROX-Gasgemischen (Sauerstoffgehalt über 22 %) bei wissenschaftlichen Taucheinsätzen nach GUV-R 2112. Alle eingesetzten aLTGs müssen den Anforderungen der DIN EN 13949 „Autonome Leichttauchgeräte mit NITROX-Gasgemisch und Sauerstoff“ entsprechen. Bei Verwendung von Trockentauchanzügen müssen diese aus einem eigenen Gasvorrat (Druckluft oder ein anderes geeignetes Gasgemisch ohne erhöhten Sauerstoffanteil) gefüllt werden. Bei allen anderen Ausrüstungsgegenständen die während eines Einsatzes mit NITROX in Kontakt kommen (Vollgesichtsmasken, Auftriebs- und Tariermittel, etc.) gelten die jeweiligen Herstellerangaben in Bezug auf ihre NITROX-Tauglichkeit.

Für wissenschaftliche Tauchgänge mit NITROX als Atemgas dürfen nur Forschungstaucher und Taucheinsatzleiter eingesetzt werden, die eine von der KFT anerkannte Zusatzausbildung für NITROX vorweisen können. Diese kann in einem zugelassenen Forschungstaucher Ausbildungsbetrieb durch einen KFT-zertifizierten NITROX-Ausbilder abgelegt werden<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Als Ausbildung wird bis auf weiteres auch anerkannt: CMAS-NITROX Bronze + KFT-Zusatzprüfung Theorie durch einen KFT-zertifizierten NITROX-Ausbilder.

Wissenschaftliche Tauchgänge sind grundsätzlich entsprechend der Regel der Gesetzlichen Unfallversicherung GUV-R 2112 „Einsatz von Forschungstauchern“ sowie einer zusätzlichen standardgemäßen Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Diese muss die besonderen Gefahren bei der Verwendung von NITROX-Gasgemischen im Einsatz berücksichtigen. Zusätzlich wird auf die BGI 897 „Tauchereinsätze mit Mischgas“ hingewiesen<sup>2</sup> und es sind die anerkannten Tabellen der NOAA<sup>3</sup> zur Ermittlung von CNS% und OTE zu verwenden.

Die KTF ist der Auffassung, dass mit dieser Handlungshilfe ein gleicher oder höherer Sicherheitsstandard als der der BGI 897 „Tauchereinsätze mit Mischgas“ erreicht wird.

## **2) Theoretischer Unterricht mit praktischen Übungen**

Für den Unterricht sind mindestens 6 Stunden Gruppenunterricht einzuplanen.

Die Ausbildungsziele sind:

- Planung und Vorbereitung von Taucheinsätzen mit NITROX-Gasgemischen
- Erkennen von Sicherheitsgrenzen
- Maßnahmen zur Einhaltung dieser Grenzen

Sicherheitsrelevante Schwerpunktthemen:

- Sicherheit im Umgang mit Sauerstoff
- Berechnung der Partialdrücke mit einem beliebigen NITROX-Gasgemisch
- Sauerstoffvergiftung (Hyperoxie, Schädigungen von ZNS und/oder Lunge)
- Berechnung der maximalen Tauchtiefe (MOD, **Maximum Operating Depth**)
- Kenntnis und Berechnung der relativen Sauerstofftoxizität auf das ZNS (CNS O<sub>2</sub> % Tabellen [nach NOAA])
- Berechnung von: Äquivalente Lufttiefe (EAD, **Equivalent Air Depth**), Nullzeit und Dekompression
- Anforderungen an NITROX-taugliche Ausrüstung, farbliche Kennzeichnung der Tauchflaschen, Gewindeanschlüsse, sauerstoffzugelassene Atemregler, Gefahrgutaufkleber

---

<sup>2</sup> Abweichungen von der BGI 897 „Tauchereinsätze mit Mischgas“ sind auf neueren medizinischen und technischen Erkenntnissen begründet, welche dieselbe oder eine

höhere Sicherheit bei der Verwendung von NITROX als Atemgas ermöglichen. Alle Abweichungen von der BGI 897 „Tauchereinsätze mit Mischgas“ sind in Anhang 1

aufgeführt und begründet.

<sup>3</sup> NOAA = National Oceanic and Atmospheric Administration

- Tauchgangsplanungen (auch für Wiederholungstauchgänge)
- Gemischanalyse (durch Gasblender und Forschungstaucher) und entsprechende Etikettierung (wasserfeste Beschriftung) auf der Tauchflasche (Gemisch, MOD, Unterschrift)
- Führen des Tauchgangskontrollblattes

Weitere Unterrichtsthemen:

- Geschichte des Nitroxtauchens
- Sauerstoffintoleranz der Lungen, Berechnung der ‚oxygen tolerance units‘ (OTU)
- Herstellung von Nitrox, Berechnung ‚Best Mix‘
- Gesetzliche Bestimmungen und Normen

## 2.1 Theoretische Prüfung

Die theoretische Prüfung besteht aus einem Fragebogen mit 15 Fragen. Sicherheitsrelevante Fragen müssen richtig beantwortet werden!

## 2.2 Praktische Ausbildungsziele und Prüfungstauchgänge

Der Ausbildungs- und Prüfungskurs wird an zwei aufeinander folgenden Tagen durchgeführt und beinhaltet mindestens 2 x 3 h Theorie und mehrere (wenigstens jedoch 2 praktische Übungen unter Wasser). Die Ausbildungs- und Prüfungstauchgänge werden in einem bekannten Tauchgewässer innerhalb der Nullzeit durchgeführt. Der Ausbilder taucht aus Sicherheitsgründen mit Druckluft; dies hat der Auszubildende bei der Tauchgangsplanung zu berücksichtigen.

Bei beiden Prüfungstauchgängen wird der Auszubildende auf eine gute und sichere Tarierung überprüft. Da ein Überschreiten der maximal erlaubten Tauchtiefe (MOD) zu lebensbedrohlichen Situationen führen kann, ist das Beherrschen einer einwandfreien Tarierung eindeutig nachzuweisen. Während der Tauchgänge ist auf O<sub>2</sub>-Vergiftungssymptome zu achten.

1. Tauchgang:

- Die Vorbereitung und Prüfung der Geräte und Gasgemische erfolgt durch den Auszubildenden unter Aufsicht und Anleitung des Ausbilders. Gasgemisch, maximale Tauchtiefe und Tauchzeit sind entsprechend der örtlichen Einsatzbedingungen zu bestimmen.

- Führung des Tauchganges durch den Ausbilder (=Unterwassereinsatzleiter), dabei Demonstration der korrekten Tauchgangsdurchführung.
- Am Ende des Tauchganges hat die Tauchgruppe freischwebend möglichst ohne Flossenschlag eine vorher festgelegte Tauchtiefe (+/- 0,5) Meter einzuhalten.

## 2. Tauchgang:

- Die Vorbereitung und Prüfung der Geräte erfolgt durch den Auszubildenden unter Aufsicht des Ausbilders. Gasmisch, maximale Tauchtiefe und Tauchzeit sind entsprechend der örtlichen Einsatzbedingungen zu bestimmen. Es ist ein anderes Gasmisch als beim ersten Tauchgang zu verwenden. Bei der Planung sind der Tauchplatz zu beachten sowie die Berechnung der Gasmische, der Dekompression und der CNS O<sub>2</sub> % vom Auszubildenden vorzunehmen.
- Der Ausbilder legt nach korrekter Planung eine maximale Tauchtiefe mit einem Sicherheitsabstand zur MOD fest. Diese Tauchtiefe darf vom Auszubildenden keinesfalls überschritten werden.
- Innerhalb des Tauchganges soll es eine Phase ohne Bodensicht geben. Der Auszubildende soll dabei demonstrieren, dass er auch ohne optische Anhaltspunkte seine Tiefe gut halten kann.
- Am Ende des Tauchganges hat die Tauchgruppe freischwebend möglichst ohne Flossenschlag für drei Minuten eine Tauchtiefe von 5,0 (+/- 1) Meter einzuhalten. Während dieses Stopps soll der Auszubildende eine kleine manuelle Aufgabe (30 bis 90 sec) lösen, die seine Konzentration von der Tarierung ablenkt. Dabei kommt es primär auf die gute Tarierung an.

## 3) Zertifizierung:

Die Zusatzqualifikation „Nitrox“ im Geltungsbereich der GUV-R 2112 wird durch die Kommission Forschungstauchen Deutschland auf Antrag erteilt. Der zugelassene NITROX-Ausbilder bestätigt die erfolgreiche Teilnahme an einer NITROX-Fortbildung auf dem im Downloadbereich der KFT-Homepage hinterlegten Zertifizierungsformblatt. Der Kursteilnehmer schickt dieses Formular mit allen notwendigen Unterlagen (s. Formblatt) an die Geschäftsstelle der KFT und erhält einen personalisierten Einkleber für das Taucherdienstbuch. Auf Wunsch kann zusätzlich eine entsprechende Scheckkarte ausgestellt werden. Die Qualifikation NITROX kann in der KFT-Datenbank hinterlegt werden.

#### **4) Herstellung von Gasgemischen:**

Die KFT empfiehlt die Verwendung von vorkonfektionierten Atemgasgemischen (z.B. die Verwendung fester Standardgemische von industriellen Herstellern). Sollen im Rahmen von wissenschaftlichen Taucheinsätzen Atemgasgemische mit erhöhtem Sauerstoffanteil selbst hergestellt werden, muss seitens des Unternehmers (der Forschungseinrichtung) eine Person mit "geeigneter Qualifikation" beauftragt werden, dieses Atemgas herzustellen. Die Festlegung der diesbezüglichen Eignung ist nicht Inhalt dieser Handlungshilfe.

#### **5) Kooperationen:**

##### Anerkennung anderer Zertifizierungen:

Die KFT erkennt bis auf weiteres auch die Ausbildung CMAS-NITROX Bronze + KFT-Zusatzprüfung Theorie durch einen KFT-zertifizierten NITROX-Ausbilder als Äquivalent zur KFT-NITROX Ausbildung an. Die schriftliche Zusatzprüfung beinhaltet insbesondere die Besonderheiten bei der Verwendung von NITROX als Atemgas in der Forschungstaucherei (BGI 897).

##### Umschreibung KFT-Nitrox auf CMAS-Nitrox:

Die bei einem KFT-NITROX Ausbilder abgelegte Zusatzqualifikation „Nitrox“ kann im Rahmen bestehender Vereinbarungen mit Sporttauchverbänden (z.B. VDST) auf CMAS-Nitrox Bronze umgeschrieben werden. Die Umschreibung erfolgt bis auf weiteres über die KFT Geschäftsstelle.

##### Umschreibung KFT-Nitrox Ausbilder auf CMAS-Nitrox Ausbilder:

Die bei der KFT erworbene Zulassung zum NITROX-Ausbilder kann im Rahmen bestehender Vereinbarungen mit Sporttauchverbänden (z.B. VDST) auf „CMAS-Nitrox Ausbilder Bronze“ umgeschrieben werden. Die Umschreibung erfolgt bis auf weiteres über die KFT Geschäftsstelle.

## **6) Ausbilderqualifikation:**

Ausbildungs- und prüfungsberechtigt sind von der KFT zertifizierte NITROX-Ausbilder. Die Ausbildungs- und Prüfungsberechtigung wird personalisiert vergeben und mit einem entsprechenden Einkleber im Taucherdienstbuch dokumentiert. Alle KFT-zertifizierten NITROX-Ausbilder werden in der KFT-Datenbank namentlich mit Zertifikatnummer geführt. Die Voraussetzung zur Zertifizierung als KFT NITROX-Ausbilder sind:

1. Anerkannter FT-Ausbilder und die
2. Teilnahme an KFT-Nitroxkurs und die
3. Begleitung eines Nitroxkurses für FT mit einem anerkannten FT-Nitroxausbilder.

**Anhang 1:** Abweichungen von der BGI 897 „Tauchereinsätze mit Mischgas“ welche dieselbe oder eine höhere Sicherheit bei der Verwendung von NITROX als Atemgas ermöglichen.

GUV-2112 / BGI 897-Empfehlungen	Abweichungen mit Begründung
<p>GUV-2112, Abschnitt 5.5.6</p> <p>Taucher, die mit Nitrox-Gasgemischen unter Wasser gehen, müssen erfahrene Taucher sein und bedürfen einer Zusatzausbildung für dieses Gasgemisch.</p> <p>GUV-2112, Abschnitt 5.1</p> <p>... als erfahrener Forschungstaucher kann betrachtet werden, wer mindestens 100 Tauchgänge mit einer Mindesttauchzeit von 60 Stunden unter Einsatzbedingungen nachweisen kann ...</p> <p>BGI 897, Abschnitt 4.7</p> <p>Als Mischgas-Taucher dürfen nur solche Personen eingesetzt werden, die</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mindestens 400 Stunden als geprüfter Taucher getaucht,</li> <li>• sich einer weitergehenden medizinischen Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung der Gegebenheiten beim Mischgas-Tauchen durch einen hierfür ermächtigten Arzt unterzogen</li> <li>• einen Lehrgang zum Mischgastaucher mit Erfolg absolviert haben.</li> </ul>	<p>NITROX hat sich in den letzten Jahren als medizinisch und umgangstechnisch sehr sicheres Atemgas für das Tauchen durchgesetzt. Weltweit werden heute vor allem Beginner und wenig erfahrene Taucher mit NITROX als Atemgas ausgestattet, da die Gefahren der Stickstoffintoxikation und der Bildung von Mikroblassen (und damit auch medizinische Langzeitschäden) signifikant reduziert sind.</p> <p>Aufgrund dieser neuesten medizinischen Erkenntnisse und dem inzwischen weltweit standardisierten Umgang mit NITROX als Atemgas empfiehlt die KFT, abweichend von der GUV 2112 bzw. BGI 897, den Einsatz von NITROX als Atemgas in allen Ausbildungs- und Trainingsstufen des wissenschaftlichen Tauchens. Voraussetzung ist der Nachweis einer geeigneten NITROX-Ausbildung.</p> <p>Eine spezielle Gesundheitsuntersuchung ist für den Einsatz von NITROX zusätzlich zur gültigen G31 nicht nötig.</p>
<p>Zugelassene NITROX-Gemische sind die Standardgemische (BGI 897, Anhang 2).</p>	<p>Beim Tauchen mit NITROX-Atemgemischen wird heute aus Sicherheitsgründen eine Gasanalyse <b>vor</b> jedem Taucheinsatz empfohlen. Die KFT schreibt diese Gasanalyse vor jedem Taucheinsatz sowie die eindeutige und sichtbare Benennung des NITROX-Gemisches, das sich im aLTG befindet, vor. Zusätzlich muss die maximale Einsatztiefe des Atemgases (MOD) sichtbar auf dem aLTG angebracht sein und im Briefing abgefragt werden.</p>

<p>Die BGI 897 schreibt einen maximalen Sauerstoffpartialdruck von 1.6 bar vor (Absatz 4.3 und Anhang 1, Absatz 1.2)</p>	<p>Beim Tauchen mit NITROX-Atemgemischen wird heute aus Sicherheitsgründen ein maximaler Sauerstoffpartialdruck von <b>1.4 bar</b> empfohlen. Die KFT empfiehlt diesen niedrigeren Sauerstoffpartialdruck als Obergrenze beim Einsatz von NITROX-Atemgemischen.</p>
<p>Die BGI 897 vernachlässigt die ZNS-Toxizität beim Einsatz von NITROX als Atemgas.</p>	<p>Die ZNS-Toxizität von NITROX und damit die Anwendung der „ZNS-Uhr“ als Berechnungsgrundlage für die maximale Expositionsdauer bei der Verwendung von NITROX ist heute aus medizinischer Sicht Standard und erhöht die Sicherheit vor allem bei längeren und zeitintensiven wissenschaftlichen Einsätzen, z.B. im Rahmen von Expeditionen. Die KFT berücksichtigt diesen Faktor in der NITROX-Ausbildung und nimmt diesen Lehrinhalt gemäß NOAA in das Ausbildungscurriculum auf. Eine entsprechende Ergänzung im Dienstbuch für Forschungstaucher wird vorgenommen.</p>