



KFT - Handlungsempfehlung 001 (KFT-HE 001) für die Verwendung von Nitrox-Gasgemischen im wissenschaftlichen Tauchen nach DGUV R 101-023 „Einsatz von Forschungstauchern“

erarbeitet von der AG Mischgas der KFT unter Leitung von Florian Huber M.A.
(Überarbeitete Version 2.2 - Stand 06.12.2022)

1. Anwendungsbereich

Die vorliegende Handlungsempfehlung der Kommission Forschungstauchen Deutschland (KFT) gilt für die Verwendung von Nitrox -Gasgemischen (Sauerstoffgehalt über 22 %) bei wissenschaftlichen Taucheinsätzen nach DGUV R 101-023. 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.¹

Wissenschaftliche Tauchgänge sind grundsätzlich entsprechend der Regel der Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV R 101-023 „Einsatz von Forschungstauchern“ sowie einer zusätzlichen Gefährdungsbeurteilung, welche die besonderen Gefahren bei der Verwendung von Nitrox Gasgemischen im Einsatz berücksichtigt, durchzuführen. Zusätzlich wird auf die DGUV Information 201-033 „Handlungsanleitung Tauchereinsätze mit Mischgas“ hingewiesen und es sind die anerkannten Tabellen der NOAA² zur Ermittlung von CNS% und OTE zu verwenden.

Die KFT ist der Auffassung, dass mit dieser Handlungsempfehlung ein gleicher oder höherer Sicherheitsstandard als der der DGUV I 201-033 „Handlungsanleitung Tauchereinsätze mit Mischgas“ erreicht wird.

¹ Die Anerkennung von NITROX Ausbildungen anderer Organisationen ist in Abschnitt 3.1. geregelt

² NOAA = National Oceanic and Atmospheric Administration

2. Nitrox Ausbildung

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).

Im Rahmen der Nitrox Ausbildung 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 sind:

Thema	Für Nitrox Ausbilder anderer Verbände: Name/Vorname, Ausbilder nummer und Unterschrift des Ausbilders ³
● Sicherheit im Umgang mit Sauerstoff	
● Berechnung der Partialdrücke mit einem beliebigen Nitrox Gasgemisch	
● Sauerstoffvergiftung (Hyperoxie akut und subakut, 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 ₂ % 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	
● 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 sind:

- Geschichte des Nitroxtauchens
- Sauerstoffintoleranz der Lunge, Berechnung der OTU (Oxygen Tolerance Units)
- Herstellung von Nitrox, Berechnung 'Best Mix'
- Gesetzliche Bestimmungen und Normen

³ Nur zur Verwendung von NITROX-Brevet Anerkennungen anderer Organisationen gemäß Abschnitt 3.1. dieser Handlungsempfehlung.

2.1.Theoretische Prüfung

Die theoretische Prüfung der KFT Ausbildung besteht aus einem Fragebogen mit 15 Fragen mit einer Gesamtpunktzahl von max. 50 Punkten. Die theoretische Prüfung gilt als bestanden, wenn 40 von 50 Punkte erreicht wurden.

Die theoretische Zusatzprüfung im Rahmen eines Anerkennungsverfahrens anderer Nitrox Zertifikate gemäß Punkt 3.1 besteht aus einem Fragebogen mit 16 Fragen mit einer Gesamtpunktzahl von max. 60 Punkten. Die theoretische Prüfung gilt als bestanden, wenn 50 von 60 Punkte erreicht wurden.

Grundsätzlich müssen alle sicherheitsrelevanten Fragen für das Bestehen der theoretischen Prüfung richtig beantwortet werden.

2.2.Praktische Ausbildungsziele und Prüfungstauchgänge

Die Ausbildungs- und Prüfungstauchgänge werden in einem bekannten Tauchgewässer innerhalb der Nullzeit durchgeführt. Die Tauchgänge können wahlweise mit Nitrox oder mit Druckluft durchgeführt werden. Der Ausbilder taucht aus Sicherheitsgründen obligatorisch mit Druckluft. Die Auszubildenden haben das jeweils verwendete Gemisch bei der Tauchgangsplanung zu berücksichtigen. Bei beiden Prüfungstauchgängen liegt der Schwerpunkt der Trainingseinheiten auf einer guten und sicheren Tarierung. Da ein Überschreiten der maximal erlaubten Tauchtiefe (MOD) zu lebensbedrohlichen Situationen führen kann, ist das Beherrschen einer einwandfreien Tarierung eindeutig nachzuweisen.

Bei der Verwendung von Nitrox als Atemgas ist während der Tauchgänge auf O₂-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 frei schwebend möglichst ohne Flossenschlag eine vorher festgelegte Tauchtiefe (+/- 0,5) Meter für mindestens 3 min einzuhalten.

2. Tauchgang:

- Die Vorbereitung und Prüfung der Geräte erfolgt durch den Auszubildenden unter Aufsicht des Ausbilders. Gasgemisch, maximale Tauchtiefe und Tauchzeit sind entsprechend der örtlichen Einsatzbedingungen zu bestimmen. Bei der Planung müssen die Gegebenheiten und die aktuellen Bedingungen an der Tauchstelle beachtet sowie die Berechnung der Gasgemische, der Dekompression und der CNS O₂% vom Auszubildenden vorgenommen werden.
- 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 frei schwebend 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 Sekunden) 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 DGUV-R 101-023 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.

3.1.Anerkennung anderer Zertifizierungen

Die KFT erkennt bis auf weiteres im Rahmen der Kooperation mit dem VDST die Ausbildung GDL Basic Nitrox Diver / DTSA Nitrox* (in Verbindung mit einer KFT Zusatzprüfung Theorie durch einen KFT-zertifizierten Nitrox Ausbilder) als Äquivalent zur KFT Nitrox Ausbildung an.

Die Anerkennung von Nitrox Ausbildungen anderer Sporttauchorganisationen ist möglich. Sie erfordert die schriftliche Bestätigung des jeweiligen Ausbilders, dass die in Abschnitt 2.1 dieser Handlungsempfehlung gelisteten theoretischen Inhalte der Ausbildung vermittelt wurden und die in Abschnitt 2.2 beschriebenen Praxistauchgänge durchgeführt wurden.

Die schriftliche Zusatzprüfung zielt auf die Besonderheiten bei der Verwendung von Nitrox als Atemgas in der Forschungstaucherei ab (DGUV I 201-033 „Handlungsanleitung Tauchereinsätze mit Mischgas“).

3.2.Umschreibung KFT-Nitrox auf VDST-Nitrox

Die bei einem KFT Nitrox Ausbilder abgelegte Zusatzqualifikation „Nitrox“ kann im Rahmen der bestehenden Vereinbarung mit dem Sporttauchverband VDST auf GDL Basic Nitrox Diver / DTSA Nitrox* umgeschrieben werden. Die Umschreibung erfolgt bei der VDST Bundesgeschäftsstelle auf Basis des KFT Formulars „Antragsformular zur Umschreibung KFT NITROX (Anwender / User) auf GDL Basic Nitrox Diver / DTSA Nitrox* (siehe Downloadbereich KFT-Homepage).

4. Herstellung von Gasgemischen

Die KFT empfiehlt die Verwendung vorkonfektionierter Atemgasgemische industrieller Anbieter. 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 Handlungsempfehlung.

5. 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 Voraussetzungen zur Zertifizierung als KFT Nitrox Ausbilder sind:

1. Anerkannter FT-Ausbilder oder FT-Ausbildungsassistent (vorbehaltlich der Übernahme des KFT-Vorschlages durch die BG in die Neufassung der DGUV Regel 101-023 „Einsatz von Forschungstauchern“) und die
2. Teilnahme an einem KFT-Nitrox-Kurs und die
3. Begleitung eines Nitrox Kurses für FT mit einem anerkannten KFT Nitrox Ausbilder.
4. Der Antrag muss über einen anerkannten Ausbildungsbetrieb für Forschungstaucher erfolgen.
5. Die Ausbildungsberechtigung ist an einen anerkannten Ausbildungsbetrieb gebunden.

Ein KFT Nitrox Ausbilder kann von einem Betrieb mit der Durchführung einer Nitrox Ausbildung beauftragt werden, auch wenn er nicht dort beschäftigt ist.

Anhang 1: Abweichungen von der DGUV I 201-033 „Handlungsanleitung Tauchereinsätze mit Mischgas“ welche dieselbe oder eine höhere Sicherheit bei der Verwendung von NITROX als Atemgas bei Forschungstauchereinsätze ermöglichen.

<p align="center">DGUV R 101-023 / DGUV I 201-033 Empfehlungen</p>	<p align="center">Abweichungen mit Begründung</p>
<p>DGUV R 101-023, 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>DGUV R 101-023, 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>DGUV I 201-033, Abschnitt 4.7</p> <p>Als Mischgas-Taucher dürfen nur solche Personen eingesetzt werden, die</p> <ul style="list-style-type: none"> • mindestens 400 Stunden als geprüfter Taucher getaucht, • sich einer weitergehenden medizinischen Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung der Gegebenheiten beim Mischgas-Tauchen durch einen hierfür ermächtigten Arzt unterzogen • einen Lehrgang zum Mischgastaucher 	<p>Nitrox hat sich in den letzten Jahren als medizinisch und umgangstechnisch sehr sicheres Atemgas für das Tauchen durchgesetzt. Weltweit werden heute vor allem Tauchanfänger und wenig erfahrene Taucher mit Nitrox als Atemgas ausgestattet, da die Gefahren der Stickstoffintoxikation und der Bildung von Mikroblasen (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 DGUV R 101-023 bzw. DGUV I 201-033, 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 (DGUV I 201-033, Anhang 2).</p>	<p>Beim Tauchen mit Nitrox Atemgemischen wird heute aus Sicherheitsgründen eine Gasanalyse vor 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 DGUV I 201-033 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 1.4 bar empfohlen. Die KFT empfiehlt diesen niedrigeren Sauerstoffpartialdruck als Obergrenze beim Einsatz von Nitrox Atemgemischen. Abweichung: wenn mit Sauerstoff ausgetaucht werden soll (DGUV-Vorschrift 40 Taucherarbeiten, Tabelle 3), muss der Maximalwert von 1,6 bar p_{O_2} verwendet werden.</p>
<p>Die DGUV I 201-033 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.</p> <p>Eine entsprechende Ergänzung im Dienstbuch für Forschungstaucher wird vorgenommen.</p>