

**Handlungsanleitung
Tauchereinsätze
mit Mischgas**



Berufsgenossenschaftliche Informationen (BG-Informationen) enthalten Hinweise und Empfehlungen, die die praktische Anwendung von Regelungen zu einem bestimmten Sachgebiet oder Sachverhalt erleichtern sollen.

Diese BG-Information wurde von der BG BAU unter Mitwirkung des Fachausschusses „Bauwesen“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung – DGUV erarbeitet und in das Sammelwerk der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung aufgenommen.

Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft

Hildegardstraße 29/30

10715 Berlin

Internet: www.bgbau.de

E-Mail: info@bgbau.de

Service-Hotline Prävention:

01803 987001

(9 ct/min aus dem Festnetz, Mobilfunk maximal 42 ct/min)

Ausgabe Juni 2004

Aktualisierte Fassung Januar 2007

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung 4

1 Anwendungsbereich 5

2 Begriffsbestimmungen 5

3 Auswahl der geeigneten Tauchausrüstung 5

4 Betrieb 7

5 Prüfung 8

Anhang

A 1 Ermittlung der zulässigen Sauerstoff-Toleranz-Einheiten 10

B 2 Korrekturtabelle zur Austausch-tabelle für das Austauschen
mit Nitrox 12

C 3 Vorschriften und Regeln 13

Vorbemerkung

BG-Informationen richten sich in erster Linie an den Unternehmer und sollen ihm Hilfestellung bei der Umsetzung seiner Pflichten aus staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften und gegebenenfalls Regeln geben sowie Wege aufzeigen, wie Arbeitsunfälle, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren vermieden werden können.

Der Unternehmer kann bei Beachtung der in diesen BG-Informationen enthaltenen Empfehlungen, insbesondere den beispielhaften Lösungsmöglichkeiten, davon ausgehen, dass er damit geeignete Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren getroffen hat. Andere Lösungen sind möglich, wenn Sicherheit und Gesundheitsschutz in gleicher Weise gewährleistet sind. Sind zur Konkretisierung staatlicher Arbeitsschutzvorschriften von den dafür eingerichteten Ausschüssen technische Regeln ermittelt worden, sind diese vorrangig zu beachten.

Grundsätzlich gilt für alle gewerblichen Tauchereinsätze die Unfallverhütungsvorschrift „Taucherarbeiten“ (BGV C23). In § 22 Abs. 1 dieser Unfallverhütungsvorschrift wird für Tauchgänge, bei denen andere Atemgase als Druckluft verwendet werden eine vorherige Genehmigung der zuständigen Berufsgenossenschaft gefordert. Diese BG-Information gibt an, unter welchen Bedingungen derartige Tauchereinsätze ohne Gefährdung der beteiligten Personen durchgeführt werden können.

Die in dieser BG-Information enthaltenen technischen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in technischen Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.

1 Anwendungsbereich

- 1.1 Diese BG-Information findet Anwendung auf von der Oberfläche ausgeführte Tauchgänge mit Mischgas.

Für Sättigungstauchgänge sind weitergehende Forderungen zu berücksichtigen.

- 1.2 Diese BG-Information findet keine Anwendung auf Notatemgeräte, z.B. Tauchretter.

2 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser BG-Information werden folgende Begriffe bestimmt:

1 Mischgas ist ein Atemgas mit einer von der natürlichen Luft abweichenden Zusammensetzung.

2 Unterwasser-Basen (UW-Basen) sind Unterwassereinrichtungen wie z.B. Tauchkammern und Taucherglocken, die bei konstantem oder variablem Innendruck mit Atemgas gefüllt sind und aus denen und in welche Taucher aus- bzw. einsteigen können.

3 Umbilical ist die Zusammenfassung der Versorgungsleitungen des Tauchers, wie z.B. Luftversorgungsleitung, Kommunikationskabel, Stromversorgungsleitung, Tiefenmessschlauch/-kabel.

3 Auswahl der geeigneten Tauchausrüstung

- 3.1 Nach dem 1. Juli 1996 in Verkehr gebrachte Tauchgeräte müssen den sicherheitstechnischen Anforderungen der Achten Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (Verordnung über das Inverkehrbringen von persönlichen Schutzausrüstungen – 8. GSGV) entsprechen und von einer hierfür zugelassenen Stelle zertifiziert sein. Bei der entsprechenden Baumusterprüfung muss auch die Eignung für das vorgesehene Atemgas geprüft worden sein.

- 3.2 Vor dem 1. Juli 1996 in Verkehr gebrachte Tauchgeräte sind von einem Sachverständigen auf ihre Eignung für das vorgesehene Atemgas prüfen zu lassen.

- 3.3** Die sonstige Taucherausrüstung muss den anerkannten Regeln der Technik entsprechen und nach den jeweils geltenden Vorschriften geprüft und gegebenenfalls zugelassen sein. Sie muss für den vorgesehenen Einsatz geeignet sein.
- 3.4** Sicherheitsrelevante Komponenten der Taucherausrüstung müssen dauerhaft und eindeutig gekennzeichnet sein.
- 3.5** Für alle Geräte und Einrichtungen muss eine Betriebs- und Wartungsanleitung nach DIN 8418 vorliegen. An der Einsatzstelle müssen jeweils eine Kurzbetriebsanleitung und eine Check-Liste für Prüfung und Wartung vorhanden sein.
- 3.6** Falls für die in der jeweiligen Bedienungsanleitung vorgeschriebenen Prüfungen Prüfeinrichtungen erforderlich sind, müssen diese vorhanden sein.
- 3.7** Atemgasflaschen müssen unverwechselbar und dauerhaft mit Angaben über die enthaltenen Gase und das Mischverhältnis gekennzeichnet sein.
- 3.8** Die Anschlüsselemente der Versorgungsleitungen müssen so beschaffen sein, dass ein Verwechseln nicht möglich ist.
- 3.9** Es ist ein Notatemgasvorrat mitzuführen, der den Taucher in der geplanten maximalen Tauchtiefe für mindestens 10 min mit Atemgas versorgen kann.
- 3.10** Bei Tauchtiefen über 50 m sind weitere Transport- und Sicherungsmittel erforderlich, die über Einrichtungen zum Bergen eines bewusstlosen Tauchers verfügen, z.B.
- Trockene Taucherglocke,
 - Nasse Taucherglocke,
 - Transportkorb mit Haube.
- 3.11** Mischgas-Regenerationsgeräte dürfen mit Faltenschläuchen ausgerüstet sein. Werden derartige Schläuche verwendet, so müssen diese den in EN 250 festgelegten Anforderungen entsprechen.
- 3.12** Die Aufnahmefähigkeit von CO₂-Absorbern eines Mischgas-Regenerationsgerätes muss so groß sein, dass die während eines Tauchganges anfallende CO₂-Menge sowohl von der momentanen Absorptionsleistung wie auch von der Gesamtkapazität her absorbiert werden kann. Bei der Berechnung der Gesamtkapazität ist eine Sicherheitsreserve von 20 % anzusetzen.
- 3.13** Bei Benutzung von heliumhaltigem Atemgas und Tauchtiefen TT > 120 m ist das Atemgas vorzuwärmen.

4

Betrieb

4.1 Der Unternehmer hat für jeden Tauchereinsatz mit Mischgas-Tauchgeräten einen Einsatzleiter schriftlich zu bestellen. Dieser muss geprüfter Taucher sein und eine Zusatzausbildung als Tauchereinsatzleiter für Mischgastauchen erfolgreich abgeschlossen haben. Der Einsatzleiter ist für den Taucheinsatz verantwortlich und darf an den von ihm geleiteten Tauchgängen nicht selbst teilnehmen.

4.2 Der Einsatzleiter ist verantwortlich insbesondere für

- die Einweisung des eingesetzten Personals,
- die ordnungsgemäße Durchführung des Tauchganges,
- die Verwendung eines geeigneten Atemgases,
- die Kontrolle der erforderlichen Atemgasqualität und -menge,
- den bestimmungsgemäßen Einsatz der verwendeten Ausrüstung entsprechend den einschlägigen Vorschriften und Betriebsanweisungen,
- die Überwachung der Dekompression der Taucher,
- die Vorbereitung und gegebenenfalls Durchführung von Rettungsmaßnahmen,
- die Funktionsfähigkeit der Mischgasversorgungsanlage.

4.3 Bei der Verwendung von Mischgasen sind folgende Sauerstoff-Werte einzuhalten:

1 Reiner Sauerstoff darf unter Druck nur während der in der Dekompressionstabelle angegebenen Dekompressionsphasen oder im Verlauf der Behandlung einer Dekompressionskrankheit eingeatmet werden.

2 Der Partialdruck des Sauerstoffes im zugeführten Atemgas darf 0,16 bar nicht unterschreiten.

3 Der Partialdruck des Sauerstoffes im zugeführten Atemgas darf die in Anhang 1 angegebenen Werte nicht überschreiten.

4.4 Bei Tauchereinsätzen aus einer UW-Basis darf das Umbilical nicht länger als 30 m sein.

4.5 Der Unternehmer hat bei Tauchereinsätzen mit Mischgas die vorgesehene Dekompressionstabelle vor dem Einsatz von einer sachverständigen Stelle prüfen zu lassen.

Für Nitrox-Tauchgänge kann die in Anhang 2 abgedruckte Korrekturtabelle verwendet werden.

4.6 Die Dekompressionstabellen müssen Angaben über Mindestwartezeiten für Folgetauchgänge enthalten.

4.7 Als Mischgas-Taucher dürfen nur solche Personen eingesetzt werden, die

- mindestens 400 Stunden als geprüfte Taucher getaucht,
- sich einer weitergehenden medizinischen Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung der Gegebenheiten beim Mischgas-Tauchen durch einen hierfür ermächtigten Arzt unterzogen

und

- einen Lehrgang zum Mischgastaucher mit Erfolg absolviert haben.

5 Prüfung

Nach § 3 Abs.3 der Betriebssicherheitsverordnung hat der Arbeitgeber Art, Umfang und Fristen erforderlicher Prüfungen der Arbeitsmittel zu ermitteln. Bei diesen Prüfungen sollen sicherheitstechnische Mängel systematisch erkannt und abgestellt werden.

Der Arbeitgeber legt ferner die Voraussetzungen fest, welche die von ihm beauftragten Personen zu erfüllen haben (befähigte Personen).

Nach derzeitiger Auffassung ist davon auszugehen, dass die Aufgaben der befähigten Personen für die nachstehend aufgeführten Prüfungen durch die dort genannten Personen wahrgenommen werden. Art, Umfang und Fristen der Prüfungen sind bisherige Praxis und entsprechen den Regeln der Technik.

5.1 **Vor jedem Tauchgang** hat der

- Tauchereinsatzleiter den Atemgasvorrat auf ausreichende Menge und die für den Tauchgang erforderliche Gaszusammensetzung zu prüfen.
Bei betriebseigener Mischgasherstellung hat der Einsatzleiter darüber hinaus zu prüfen, dass nach vollständiger Durchmischung in den gebrauchsfertigen Mischgasen keine unzulässigen Konzentrationen von Verunreinigungen enthalten sind. Die Prüfung hat nach anerkannten Standards zu erfolgen, z.B. DIN EN 12021.
- Taucher das Mischgastauchgerät entsprechend der Betriebs- und Wartungsliste (siehe Abschnitt 3.3) zu prüfen.

5.2 **Vor jedem Einsatz** sind Geräte und Einrichtungen von einer befähigten Person entsprechend der Betriebs- und Wartungsanleitung des Herstellers (siehe Abschnitt 3.5) zu prüfen und einsatzklar zu machen. Das Ergebnis der Prüfungen ist zu dokumentieren.

Befähigte Person ist, wer auf Grund seiner fachlichen Ausbildung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet der Atemgasversorgung unter Druckluft sowie in Bau und Einrichtung von Mischgas-Tauchgeräten und Versorgungsanlagen hat und mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften und allgemein anerkannten Regeln der Technik (z.B. BG-Regeln, DIN-Normen, VDE-Bestimmungen, technische Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum) soweit vertraut ist, dass er den arbeitssicheren Zustand von Mischgas-Tauchgeräten und Versorgungsanlagen beurteilen kann.

5.3 **Mindestens alle zwei Jahre** hat der Unternehmer Tauchgeräte und Mischgas-Versorgungsanlagen sowie deren Zubehör von einem Sachverständigen auf ihren betriebssicheren Zustand prüfen zu lassen.

Sachverständiger ist, wer auf Grund seiner fachlichen Ausbildung und Erfahrung besondere Kenntnisse auf dem Gebiet der Atemgasversorgung unter Druckluft sowie in Bau und Einrichtung von Mischgas-Tauchgeräten und Versorgungsanlagen hat und mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften und allgemein anerkannten Regeln der Technik (z.B. BG-Regeln, DIN-Normen, VDE-Bestimmungen, technische Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum) vertraut ist. Er muss Mischgas-Tauchgeräte und Versorgungsanlagen nebst Zubehör prüfen und gutachtlich beurteilen können.

Hierzu zählen z.B. Ingenieure der Herstellerfirmen, Germanischer Lloyd.

Zulässiger Sauerstoffpartialdruck / Zulässige tägliche Sauerstoffdosis

1. Zulässiger Sauerstoffpartialdruck (pO₂) im Verlauf eines Tauchganges

1.1 während der Arbeit:

Zeitdauer (in h)	max. pO ₂ (in kPa)
3	160
4	140
5	120
6	100
8	90

1.2 während der Dekompression in Wasser: max. 160 kPa

1.3 während der trockenen Dekompression in der Kammer: max. 220 kPa

2. Zulässige tägliche Sauerstoffdosis

2.1 Die tägliche Sauerstoffdosis darf die in Spalte 2 der nachfolgenden Tabelle 1 angegebenen Werte für die Sauerstoff-Toleranz-Einheiten (OTE) nicht überschreiten, wenn an der in Spalte 1 angegebenen Zahl von aufeinanderfolgenden Tagen getaucht wird:

Dauer der Exposition (in Tagen)	OTE pro Tag
1	850
2	700
3	620
4	525
5	460
6	420
7	380
8	350
9	330
10	310
11 - 30	300

*Tabelle 1:
Höchstzulässige
Sauerstoffdosis
(in Sauerstoff-
Toleranz-Ein-
heiten/OTE) in
Abhängigkeit von
der Zeitdauer des
Tauchereinsatzes*

2.2 Die Ermittlung der täglichen Sauerstoff-Toleranz-Einheiten (OTE) erfolgt nach folgender Tabelle:

*Tabelle 2:
Sauerstoff-
Toleranz-Ein-
heiten (OTE) pro
Zeiteinheit in
Abhängigkeit
vom Sauerstoff-
partialdruck*

pO ₂ [kPa]	OTE [pro min]	OTE [pro h]
60	0,26	16
70	0,47	28
80	0,65	39
90	0,83	50
100	1,0	60
110	1,16	70
120	1,32	79
130	1,48	89
140	1,63	98
150	1,78	107
160	1,93	116
170	2,07	125
180	2,22	134
190	2,36	142
200	2,50	150
210	2,64	159
220	2,77	167

Beispiel

für Ermittlung der im Verlauf eines Tauchganges mit den nachfolgend angegebenen Kenndaten aufgenommenen OTE

Atemgas: Nitrox 40/60 Tauchtiefe: 27 m Tauchzeit: 120 min

Äquivalente Tauchtiefe = 21 m (Ermittlung siehe Anhang 2 dieser BG-Information)

Das Austauchen erfolgt entsprechend Tabelle 3 der BGV C23 (Sauerstofftabelle):

Tiefe [m]	O ₂ -Anteil [%]	pO ₂ ¹⁾ [kPa]	OTE pro min	Zeit [min]	Summe [OTE]
27	40	148	1,78	122 ²⁾	217,16
6	100	160	1,93	30 ³⁾	57,90
					275,06

1) Für die Berechnung Sauerstoffpartialdruckes pO₂ ist die tatsächliche Tauchtiefe anzusetzen, für die Bestimmung der Dekozeit ist die äquivalente Tauchtiefe anzusetzen, siehe Tabelle 2.

2) Tauchzeit (hier 120 min) + Aufstieg von der größten tatsächlichen Tauchtiefe (hier 27 m) auf die 6 m-Haltestufe (hier 1 min 30 sec. – aufgerundet 2 min / entsprechend Tabelle 3 der BGV C 23)

3) Haltezeit auf der 6 m-Haltestufe bezogen auf die äquivalente Tauchtiefe (hier 21 m).

Summe OTE für den Tauchgang: 275,06

B

Anhang 2

Korrekturtabelle für das Austauschen nach Nitrox-Tauchgängen

tatsächliche Tauchtiefe	Nitrox-Gemisch (O ₂ /N ₂)					
	25/75	30/70	35/65	40/60	45/55	50/50
9	9	9	6	6	6	3
10	9	9	9	6	6	3
11	12	9	9	6	6	6
12	12	12	9	9	6	6
13	12	12	9	9	9	6
14	15	12	12	9	9	6
15	15	15	12	9	9	6
16	15	15	12	12	9	9
17	18	15	15	12	9	9
18	18	15	15	12	12	9
19	18	18	15	15	12	9
20	21	18	15	15	12	9
21	21	18	18	15	12	12
22	21	21	18	15	15	12
23	24	21	18	18	15	
24	24	21	18	18	15	
25	24	24	21	18	15	
26	27	24	21	18		
27	27	24	21	21		
28	27	24	24	21		
29	30	27	24	21		
30	30	27	24	21		
31	30	27	24			
32	30	30	27			
33	33	30	27			
34	33	30	27			
35	33	30	30			
36	36	33				
37	36	33				
38	36	33				
39	39	36				
40	39	36				
41	39	36				
42	42	39				
43	42	39				

Ermittlung der „äquivalenten Tauchtiefe“ nach Nitrox-Tauchgängen

- Bestimmen der tatsächlichen Tauchtiefe
- Ablesen der „äquivalenten Tauchtiefe im Schnittfeld der
 - Zeile für die tatsächliche Tauchtiefe
 - und der
 - Spalte für das verwendete Nitroxgemisch
- Die so ermittelte „äquivalente Tauchtiefe“ wird als „Tauchtiefe“ für das Austauschen nach Tabelle 2 bzw. 3 der BGV C23 zu Grunde gelegt.

Vorschriften und Regeln

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften und Regeln zusammengestellt:

1. Gesetze, Verordnungen

Bezugsquelle:

*Buchhandel oder Carl Heymanns Verlag KG,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln.*

Arbeitssicherheitsgesetz (CHV 1),
Arbeitsschutzgesetz (CHV 2),
Betriebssicherheitsverordnung (CHV 16),
Druckbehälterverordnung (CHV 12).

2. Berufsgenossenschaftliche Vorschriften und Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Bezugsquelle:

*zuständige Berufsgenossenschaft oder Carl Heymanns Verlag KG,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln.*

Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A1),
Unfallverhütungsvorschrift „Taucherarbeiten“ (BGV C23)
Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A3),
Unfallverhütungsvorschrift „Sprengarbeiten“ (BGV C24),
BG-Regel „Taucherdruckkammern“ (BGR 235).
BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500).

3. Normen

Bezugsquelle:

*Beuth Verlag GmbH,
Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin.*

DIN EN 250	Atemgeräte; Autonome Leichttauchgeräte mit Druckluft; Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung,
DIN EN 12021	...
DIN 8418	Benutzerinformationen; Hinweise für die Erstellung.

Hinweis:

Hinsichtlich außer Kraft gesetzter Unfallverhütungsvorschriften, insbesondere des so genannten Maschinenaltbestandes, sowie älterer Richtlinien, Sicherheitsregeln und Merkblätter, die unter ihrer bisherigen ZH 1-Nummer auch weiterhin anzuwenden sind, siehe Internetfassungen der DGUV „<http://www.dguv.de/bgvr>“.

Notizen

**Berufsgenossenschaft
der Bauwirtschaft**

Hildegardstraße 29/30

10715 Berlin

Tel.: 030 85781-0

Fax: 030 85781-500

www.bgbau.de

info@bgbau.de