

Atemgeräte
Autonome Regenerationstauchgeräte
Deutsche Fassung EN 14143:2003

DIN
EN 14143

ICS 13.340.30

Respiratory equipment — Self-contained re-breathing diving apparatus —
German version EN 14143:2003

Appareils respiratoires — Appareils de plongée autonomes à circuit fermé —
Version allemande EN 14143:2003

Die Europäische Norm EN 14143:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm EN 14143:2003 wurde vom CEN/TC 79 „Atemschutzgeräte“ unter Beteiligung deutscher Experten ausgearbeitet.

Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist hierfür der Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) zuständig.

Fortsetzung 41 Seiten EN

Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Atemgeräte
Autonome Regenerationstauchgeräte

Respiratory equipment —
Self-contained re-breathing diving apparatus

Appareils respiratoires —
Appareils de plongée autonomes à circuit fermé

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 7. August 2003 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	5
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe.....	6
4 Mindestausrüstung.....	8
5 Anforderungen.....	8
5.1 Konstruktion.....	8
5.2 Werkstoffe.....	9
5.3 Druckbehälter.....	9
5.4 Druckbehälterventil(e).....	9
5.5 Hochdruck- und Mitteldruckteile und -verbindungen.....	10
5.5.1 Allgemeines.....	10
5.5.2 Druckminderer (falls vorhanden).....	10
5.5.3 Druckentlastungssystem(e).....	10
5.6 Atemkreislauf.....	11
5.6.1 Leistungsanforderungen.....	11
5.6.2 Einatemventile und Ausatemventile.....	12
5.6.3 Atemvolumen.....	12
5.6.4 Berstdruck des Atemkreislaufs.....	13
5.6.5 Überschussventil.....	13
5.6.6 Kanister mit Absorptionsmittel für Kohlendioxid.....	13
5.6.7 Temperatur des Einatemgases.....	13
5.7 Gassteuerungs- oder -versorgungssystem.....	13
5.7.1 Partialdruck von Sauerstoff beim Einatmen.....	13
5.7.2 Einhalten der Einstellung des Sauerstoff-Partialdrucks.....	14
5.7.3 Anzeige des eingeatmeten Sauerstoff-Partialdrucks (falls vorgesehen).....	14
5.7.4 Gasbedingte Einsatzdauer.....	14
5.8 Schläuche.....	14
5.8.1 Allgemeines.....	14
5.8.2 Zugfestigkeit von Hochdruck- und Mitteldruckschläuchen.....	14
5.8.3 Flexibilität von Hochdruck- und Mitteldruckschläuchen.....	14
5.8.4 Leckageprüfung von Hochdruckschlaucheinheiten.....	15
5.8.5 Berstdruck von Hochdruckschlaucheinheiten.....	15
5.8.6 Leckageprüfung von Mitteldruckschlaucheinheiten.....	15
5.8.7 Berstdruck von Mitteldruckschlaucheinheiten.....	15
5.8.8 Atemschlauch.....	15
5.9 Sicherheitseinrichtungen.....	15
5.9.1 Allgemeines.....	15
5.9.2 Druckanzeiger.....	16
5.9.3 Überwachungseinheiten für eingeatmete Gase.....	16
5.9.4 Aktive Warneinrichtungen.....	17
5.10 Atemanschluss.....	17
5.10.1 Allgemeines.....	17
5.10.2 Kopfbänderung des Atemanschlusses.....	17
5.10.3 Verbindung.....	18
5.10.4 Augenfenster und Sichtscheiben.....	18
5.11 Tragevorrichtung.....	18
5.12 Atemsystem für Notfälle.....	18
5.13 Elektrische Systeme.....	19
5.13.1 Funktionale Sicherheit.....	19
5.13.2 Programmierbare Systeme.....	19
5.13.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	19

	Seite
5.14 Temperaturbeständigkeit	19
5.14.1 Lagerung	19
5.14.2 Leckage	19
5.15 Reinigen und Desinfizieren	19
5.16 Anschlüsse	19
5.17 Praktische Leistung	20
5.18 Sauerstoff-Verträglichkeit	20
5.19 Druckfestigkeit von Gehäusen und Monitoren	20
6 Prüfung	20
6.1 Allgemeines	20
6.1.1 Verfahren	20
6.1.2 Sollwerte und Grenzabweichungen	20
6.1.3 Prüfeinrichtung und Prüfverfahren	20
6.2 Sichtprüfung	21
6.3 Atemkreislauf	21
6.3.1 Allgemeine Prüfbedingungen	21
6.3.2 Atemleistung	21
6.3.3 Volumengewichteter Mittelwert des eingeatmeten Kohlendioxids	21
6.4 Hydrostatisches Ungleichgewicht	22
6.5 Atemvolumen	22
6.5.1 Volumen	22
6.5.2 Prüfung des Berstdrucks des Atemkreislaufs	22
6.5.3 Entlastungsventil	22
6.5.4 Einatem- und Ausatemventile	23
6.6 Einsatzdauer des Gerätes	23
6.6.1 Allgemeines	23
6.6.2 Einsatzdauer bezogen auf Kohlendioxid	23
6.6.3 Einsatzdauer bezogen auf das Gas	23
6.7 Gehalt an eingeatmetem Sauerstoff	23
6.8 Schlaucheinheiten	24
6.8.1 Zugfestigkeit von Hochdruck- und Mitteldruckschlaucheinheiten	24
6.8.2 Flexibilität von Hochdruck- und Mitteldruckschläuchen	24
6.8.3 Leckageprüfung von Hochdruck- und Mitteldruckschlaucheinheiten	24
6.8.4 Berstdruck von Hochdruck- und Mitteldruckschlaucheinheiten	24
6.8.5 Flexibilität von Atemschläuchen	24
6.8.6 Bleibende axiale Verformung von Atemschläuchen	24
6.9 Berstdruck von Hochdruck- und Mitteldruckteilen	24
6.10 Sicherheitseinrichtungen	25
6.10.1 Druckanzeiger	25
6.10.2 Überwachungseinheit für den Partialdruck des eingeatmeten Sauerstoffs	25
6.10.3 Überwachungseinheit für eingeatmetes Kohlendioxid	25
6.10.4 Aktive Warneinrichtungen	25
6.10.5 Druckentlastungssystem(e)	25
6.11 Atemanschluss	26
6.11.1 Mechanische Festigkeit des Atemanschlusses	26
6.11.2 Gesichtsfeld	26
6.11.3 Schlagfestigkeit der Sichtscheibe(n)	26
6.11.4 Kopfbänderung des Atemanschlusses	26
6.12 Elektrische Systeme, elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	26
6.13 Temperaturbeständigkeit	27
6.13.1 Prüfung bei – 20 °C und + 50 °C	27
6.13.2 Prüfung nach Lagerung bei – 30 °C und + 70 °C	27
6.14 Reinigen und Desinfizieren	27
6.15 Praktische Leistung	27
6.15.1 Allgemeines	27
6.15.2 Versuchspersonen	27
6.15.3 Grundprüfung	27
6.15.4 Funktionsprüfung während des Tauchens	28
6.15.5 Bericht	28
6.16 Druckstoßprüfung mit Sauerstoff	28
6.17 Beständigkeit gegen Meerwasser	29

	Seite
7 Kennzeichnung.....	29
8 Informationsbroschüre des Herstellers	30
Anhang A (informativ) Künstliches Meerwasser	39
Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen	40
Literaturhinweise.....	41

Vorwort

Dieses Dokument EN 14143:2003 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 79 „Atemschutzgeräte“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2004, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2004 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokumentes ist.

In dieser Europäischen Norm ist Anhang A informativ.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn und Vereinigtes Königreich.

Einleitung

Ein gegebenes autonomes Regenerationstauchgerät kann nur zugelassen werden, wenn das Gerät oder Baugruppen des Gerätes die in dieser Europäischen Norm festgelegten Prüfanforderungen erfüllen, und wenn mit einem vollständigen Gerät praktische Leistungsprüfungen erfolgreich durchgeführt worden sind, sofern solche in der Europäischen Norm vorgeschrieben sind.

Die Erstellung dieser Norm hat neue Fragen bezüglich der Interpretation der physiologischen Grenzen und der Geräteakzeptanz für diese Tauchanwendung aufgeworfen, die noch nicht vollständig beantwortet wurden. Dennoch wurde diese Norm veröffentlicht, um ein Mindestmaß an Sicherheit für Regenerationstauchgeräte zur Verfügung zu stellen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Mindestanforderungen für autonome Regenerationstauchgeräte fest, um das Mindestmaß für sicheren Gebrauch des Gerätes sicherzustellen. Sie gilt für Folgendes:

- eine maximale Tiefe von 6 m für Geräte mit reinem Sauerstoff,
- eine maximale Tiefe von 40 m für Geräte mit Sauerstoff-Stickstoff-Gasgemischen,
- eine maximale Tiefe von 100 m für Geräte mit Sauerstoff-Helium- oder Sauerstoff-Stickstoff-Helium-Gasgemischen,
- Wassertemperatur zwischen 4 °C und 34 °C.

Die Anforderungen in dieser Europäischen Norm sind dafür vorgesehen, das Zusammenwirken von Geräteträger, Gerät und – soweit möglich – der Umgebung, in der das Gerät wahrscheinlich gebraucht wird, zu berücksichtigen. Siehe Anhang ZA.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 132:1998, *Atemschutzgeräte — Definitionen von Begriffen und Piktogramme.*

EN 134:1998, *Atemschutzgeräte — Benennungen von Einzelteilen.*

EN 144-1, *Atemschutzgeräte — Gasflaschenventile — Teil 1: Gewindeverbindung am Einschraubstutzen.*

EN 144-3, *Atemschutzgeräte — Gasflaschenventile — Teil 3: Gewindeverbindungen am Ausgangsstutzen für die Tauchgase Nitrox und Sauerstoff.*

EN 250, *Atemschutzgeräte — Autonome Leichttauchgeräte mit Druckluft — Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung.*

EN 12 021, *Atemschutzgeräte — Druckluft für Atemschutzgeräte.*

EN 61000-6-1, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-1: Fachgrundnormen Störfestigkeit — Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe (IEC 61000-6-1, modifiziert).*

ISO/IEC 12207, *Information technology — Software life cycle process.*

IEC 61508 (alle Teile), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems.*

IEC 60300-3-6, *Dependability management — Part 3: Application guide — Section 6: Software aspects of dependability.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die in EN 132:1998 angegebenen Begriffe und Definitionen und die in EN 134:1998 angegebenen Benennungen zusammen mit den folgenden:

3.1 autonomes Regenerationstauchgerät

Gerät, das einen Gasvorrat hat, der vom Taucher getragen wird und ihm erlaubt unter Wasser zu atmen.

Das Gerät ist so konzipiert und gebaut, dass es dem Taucher möglich ist, Gas aus einem Atemanschluss, der mit einer Gegenlunge verbunden ist, einzuatmen und Ausatemgas durch ein Absorptionsmittel für Kohlendioxid zu leiten, bevor es aus der Gegenlunge wieder eingeatmet wird. Der Partialdruck der eingeatmeten Gase innerhalb des Gerätes bleibt innerhalb annehmbarer physiologischer Grenzen. Das Gas wird so innerhalb des Gerätes im Kreislauf geführt.

Ein autonomes Regenerationstauchgerät darf auch als Kreislauftauchgerät bezeichnet werden.

3.2

Hochdruck

Druck in dem (den) Druckbehälter(n) und zwischen dem (den) Druckbehälter(n) und einem Druckminderer

3.3

Mitteldruck

Druck zwischen dem Druckminderer und einem Gassteuerungssystem

ANMERKUNG Dies wird manchmal auch als Zwischendruck bezeichnet.

3.4

Niederdruck

Druck im Atemanschluss, den Atemschläuchen, der Gegenlunge und dem Behälter mit Absorptionsmittel, d. h. ungefähr Umgebungsdruck

3.5

Atemdruck

Differenzdruck im Atemanschluss bezogen auf die Drücke im Atemanschluss bei Nichtströmungs-Bedingungen am Ende der Einatmung und Ausatmung (siehe Bild 1)

3.6

Nennarbeitsdruck

maximaler Arbeitsdruck der betreffenden Bauteile

3.7

hydrostatisches Ungleichgewicht

Differenz am Ende der Ausatmung „Nichtströmung“ zwischen dem Druck im Atemanschluss (siehe Bild 1) und dem an einem Bezugspunkt. Dies kann entweder die suprasternale Vertiefung oder der Schwerpunkt der Lunge des Tauchers sein (siehe Bild 2)

3.8

Atemvolumen

Volumen von Atemgas, das von der künstlichen Lunge in einem halben Zyklus (Einatmung oder Ausatmung) gefördert wird, gemessen in Liter

3.9

Atemfrequenz

Einstellung der künstlichen Lunge, gemessen in Hüben je Minute

3.10

Atemminutenvolumen (AMV)

Produkt aus Atemvolumen und Atemfrequenz, gemessen in Liter je Minute

3.11

Druck-Volumen-Diagramm

Diagramm, das während eines Atemzyklus durch Aufzeichnen des Atemdrucks gegen das Atemvolumen entsteht (siehe Bild 1)

3.12

Atmungsarbeit

während eines Atemzyklus zu erbringende Arbeit, gemessen in Joule je Liter. Die Arbeit ist proportional der Fläche, die vom Druck-Volumen-Diagramm eingegrenzt wird (siehe Bild 1)

3.13

Atemschlauch

flexible Niederdruckschläuche, die den Atemanschluss entweder mit der (den) Gegenlunge(n) oder dem Regenerationskanister verbinden

3.14

Gegenlunge

Behälter mit variablem Volumen, aus dem der Taucher einatmet und in den er ausatmet

3.15

Regenerationskanister

Behälter mit Absorptionsmittel, das Kohlendioxid aus dem durchströmenden Gas entfernt

3.16

Totraum

Volumen des Raumes zwischen dem Mund und den Einatem- und Ausatemteilen

3.17

Tragevorrichtung

Teil des Regenerationsgerätes zum Befestigen des Gerätes am Körper des Tauchers

3.18

Atemanschluss

Gerät zum Verbinden des Gerätes mit dem Gerätsträger. Es kann eine Mundstückgarnitur, eine Taucherhalbmaske oder eine -vollmaske sein.

4 Mindestausrüstung

Das Gerät muss mindestens aus den folgenden Bauteilen bestehen:

- Atemkreislauf bestehend z. B. aus Atemanschluss, Atemschlauch(-schläuchen), Gegenlunge(n), Auslassventil, Kanister mit Absorptionsmittel,
- Gassteuerungs- oder -versorgungssystem,
- Gasvorratsdruckbehälter,
- Sicherheitseinrichtung(en),
- Tragevorrichtung.

Es muss auch eine Informationsbroschüre des Herstellers mitgeliefert werden.

5 Anforderungen

5.1 Konstruktion

Der Hersteller muss die Konstruktion des Gerätes durch das Durchführen einer Fehlermöglichkeits-, -einfluss- und -kritikalitätsanalyse (FMECA) unterstützen.

Das Gerät muss so gebaut und seine Bauteile so angeordnet sein, dass es Schutz gegen mechanische Beschädigung, verursacht durch äußere Einflüsse, bietet und sicherstellt, dass es möglich ist, die geforderten Funktionskontrollen vor dem Tauchgang durchzuführen.

Die Kombination der Bauteile darf den sicheren Betrieb und Gebrauch des Gerätes nicht nachteilig beeinflussen, z. B. durch falschen Anschluss der Schläuche an den Atemkreislauf.

Das Gerät darf keine scharfen Kanten oder Vorsprünge haben, die den Taucher verletzen können.

Alle Teile, die während des Gebrauchs vom Taucher bedient werden müssen, müssen zugänglich und kontrollierbar sein, selbst wenn Schutzhandschuhe (drei Finger, mit 6 mm bis 7 mm Polsterung auf jeder Seite) getragen werden. Sie müssen so gebaut sein, dass ihre Einstellung während des Gebrauchs nicht aus Versehen geändert werden kann.

Das Gerät muss zufrieden stellend außerhalb des Wassers und in allen Lagen im Wasser funktionieren.

Das Gerät muss so gebaut sein, dass verhütet wird, dass im Gerät verwendete Chemikalien, Speichel, Kondensation oder eindringendes Wasser den Betrieb des Gerätes nachteilig beeinflussen oder schädliche Wirkungen für den Taucher haben, wenn es entsprechend der Informationsbroschüre des Herstellers benutzt wird.

Jedes Teil der Ausrüstung, das Hochdruckgas mit einem Sauerstoff-Gehalt größer als der für Luft in EN 12 021 festgelegten vorgesehen ist, muss für Gebrauch mit Hochdrucksauerstoff gebaut und ausgewählt sein.

Falls das Gerät für die Benutzung in Wassertemperaturen unter 4 °C vorgesehen ist, muss der Hersteller die tiefste Temperatur angeben und die Leistung des Gerätes muss bei dieser Temperatur geprüft werden.

Die Prüfung muss nach 6.2, 6.15 und 6.16 erfolgen.

5.2 Werkstoffe

Die verwendeten Teile müssen einzeln oder im zusammengebauten Zustand angemessene mechanische Festigkeit, Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit für das Benutzen haben und müssen ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen durch Temperatureinwirkung bewirkte Veränderungen bieten.

Jeder Werkstoff, der in Kontakt kommt mit einem Hochdruckgas mit einem Sauerstoff-Gehalt größer als der für Luft in EN 12021 festgelegte, muss für den Gebrauch mit Hochdrucksauerstoff kompatibel sein.

Werkstoffe, die in direkten Kontakt mit der Haut des Gerätträgers und dem Atemgas kommen, dürfen nicht dafür bekannt sein, dass sie wahrscheinlich Reizungen verursachen oder irgendeine andere nachteilige Wirkung auf die Gesundheit haben.

Jeder Werkstoff, der mit Seewasser in Berührung kommt, muss widerstandsfähig gegen Seewasser sein.

Nach der Prüfung nach 6.17 muss das Gerät noch voll funktionsfähig sein.

Die Prüfung muss nach 6.2, 6.8, 6.9, 6.13, 6.14, 6.15, 6.16 und 6.17 erfolgen.

5.3 Druckbehälter

Der (die) Druckbehälter muss (müssen) den Vorschriften, die für das Anwendungsland gelten, entsprechen. Sie muss (müssen) für den Nennfülldruck und für den Gebrauch mit erhöhtem Sauerstoff-Gehalt, falls zutreffend, geprüft und zugelassen sein.

Der (die) Druckbehälter muss (müssen) mit der zutreffenden Bezeichnung des Druckbehälterhalsgewindes nach EN 144-1 gekennzeichnet sein. Dabei sind die bevorzugten Ausführungen M 18 × 1,5 und M 25 × 2.

Die Prüfung muss nach 6.2 erfolgen.

5.4 Druckbehälterventil(e)

Das (Die) Druckbehälterventil(e) muss (müssen) den zutreffenden nationalen oder europäischen Vorschriften entsprechen. Es (Sie) muss (müssen) für den Nennfülldruck und das Gas geprüft und zugelassen sein.

Die Gewinde zum Verbinden der Druckbehälter und des Ventils (der Ventile) muss, wie in EN 144-1 beschrieben, sein. Dabei sind die bevorzugten Ausführungen M 18 × 1,5 oder M 25 × 2.

Die Verbindungen zwischen dem (den) Druckbehälterventil(en) und dem Gassteuerungs- oder -versorgungssystem müssen nach

- EN 250 für Druckbehälter vorgesehen für Druckluft,
- EN 144-3 für Druckbehälter vorgesehen für Drucknitrox und Drucksauerstoff,

konstruiert sein.

Falls keine spezifischen Normen für andere Atemgase verfügbar sind, werden Verbindungen nach EN 144-3 empfohlen.

Das Öffnen der Ventildüse muss allmählich erfolgen. Das vollständige Öffnen muss mehr als eine Umdrehung des Öffnungsmechanismus erfordern. Bei Ventilen, bei denen das Begrenzen des Öffnens auf diese Art technisch schwierig ist (z.B. Membranventile), müssen andere Vorrichtungen vorgesehen sein, um den vollen Volumenstrom des Gases zu verzögern.

Das (Die) Ventil(e) muss (müssen) so gebaut und angeordnet sein, dass es (sie) nicht versehentlich geschlossen werden kann (können), z. B. dadurch, dass wenigstens zwei volle Umdrehungen von der vollständig geöffneten Stellung bis zu der vollständig geschlossenen Stellung erforderlich sind.

Die Funktion eines Druckbehälterventils darf durch das Eindringen von Wasser nicht beeinträchtigt werden.

Das (Die) Druckbehälterventil(e) muss (müssen) gegen das Mitreißen von Schmutz, festen Partikeln und Wasser aus dem Druckbehälterinneren geschützt sein, z. B. durch ein Schutzrohr mit einer Länge von wenigstens 30 mm und einem Innendurchmesser von wenigstens 2,5 mm.

Die Prüfung muss nach 6.2, 6.15 und 6.16 erfolgen.

5.5 Hochdruck- und Mitteldruckteile und -verbindungen

5.5.1 Allgemeines

Alle metallischen Hoch- und Mitteldruckleitungen, -ventile und -kupplungen müssen in der Lage sein, einem Druck von 50 % über dem Fülldruck des Druckbehälters zu widerstehen.

Nicht metallische Hoch- und Mitteldruckleitungen, -ventile und -kupplungen müssen geprüft werden, um zu belegen, dass sie in der Lage sind, einem Druck zu widerstehen, der dem doppelten Nennfülldruck des Druckbehälters entspricht.

Es darf nicht möglich sein, eine Niederdruck- oder Mitteldruckschlaucheinheit mit einem Hochdruckauslass oder einem Hochdruckanschluss zu verbinden.

Die Prüfung muss nach 6.2 und 6.9 erfolgen.

5.5.2 Druckminderer (falls vorhanden)

Am Druckminderer muss jede einstellbare Mitteldruckeinstellung zuverlässig gegen zufällige Änderungen gesichert und angemessen plombiert sein, so dass jede nicht autorisierte Einstellung festgestellt werden kann.

Falls vorhanden, muss jeder Druckminderer, der mit einem Atemgas mit einem Sauerstoff-Gehalt größer als der für Luft in EN 12012 festgelegte benutzt werden kann, die Druckstoßprüfung mit Sauerstoff bestehen.

Die Prüfung muss nach 6.2, 6.15 und 6.16 erfolgen.

5.5.3 Druckentlastungssystem(e)

Alle Mitteldruckversorgungen müssen mit einem Druckentlastungssystem ausgestattet sein. Der Hersteller muss den Entlastungsdruck und Volumenstrom entsprechend der Fehlermöglichkeits-, -einfluss- und -kritikalitätsanalyse (FMECA) angeben. In jedem Fall darf der maximale Entlastungsdruck nicht 50 % des vom Hersteller angegebenen Berstdrucks überschreiten.

Die Prüfung muss nach 6.10.5 erfolgen.

5.6 Atemkreislauf

5.6.1 Leistungsanforderungen

5.6.1.1 Allgemeines

Die Atemleistung muss mit einer von einer künstlichen Lunge gelieferten sinusförmigen Wellenform mit simulierten Atemminutenvolumina bis $75 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ (BTPS; Körpertemperatur und -druck, gesättigt (siehe Tabelle 4)) gemessen werden. Die Leistung des Gerätes muss mit einem Sauerstoff-in-Stickstoff-Gasgemisch bei einem Umgebungsdruck von 5 bar und, wo zutreffend, mit einem Sauerstoff-in-Helium-Gasgemisch bei einem Umgebungsdruck von 11 bar oder bei einem vom Hersteller vorgeschriebenen niedrigeren Druck bestimmt werden.

Das Gerät muss den Taucher in allen Phasen des Tauchganges mit einem genügenden Volumen an Atemgas versorgen. Für den Fall eines Versagens eines automatischen Volumenzuschussystems muss eine alternative Möglichkeit vorgesehen sein, um Atemgas dem Atemkreislauf oder dem Taucher zuzufügen.

Der Hersteller muss der Prüfstelle Idealwerte für x und y von einem Referenzpunkt am Gerät zur suprasternalen Vertiefung angeben. Für Einzelheiten siehe Bild 2.

5.6.1.2 Atmungsarbeit (A_{AT})

Die Atmungsarbeit darf einen Wert von

$$A_{AT} = 0,5 + 0,03 \cdot \text{AMV} \quad [\text{J} \cdot \text{l}^{-1}]$$

nicht überschreiten, bezogen auf ein Atemminutenvolumen (AMV) von $10 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ bis $75 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$.

ANMERKUNG Die spezifizierte Atmungsarbeit wird als physiologisches Maximum betrachtet und die Hersteller sollten danach streben, die Atmungsarbeit so niedrig wie möglich zu halten.

Die Prüfung muss nach 6.3.2 erfolgen.

5.6.1.3 Atemdrücke

Die Einatem- und Ausatemdrücke müssen von Spitze zu Spitze, wie in Bild 1 gezeigt, bestimmt werden. Der Atemdruck darf von Spitze zu Spitze 50 mbar nicht überschreiten. Die Einatem- und Ausatemdrücke dürfen jeder für sich 25 mbar nicht überschreiten.

Die Prüfung muss nach 6.3.2 erfolgen.

5.6.1.4 Hydrostatisches Ungleichgewicht

Das hydrostatische Ungleichgewicht darf unter den folgenden Bedingungen die Werte in Tabelle 1 nicht überschreiten:

- bei 0° -Drehung des Tauchers und Neigung des Tauchers von $+180^\circ$ bis -90° ;
- bei 0° -Neigung des Tauchers und Drehung des Tauchers von $+90^\circ$ bis -90° .

Die Drehungs- und Neigungswinkel des Tauchers sind in Bild 3 bzw. Bild 4 definiert.