

3. Gerätekunde

3.0. Übersicht: Systeme bei autonomen Tauchgeräten

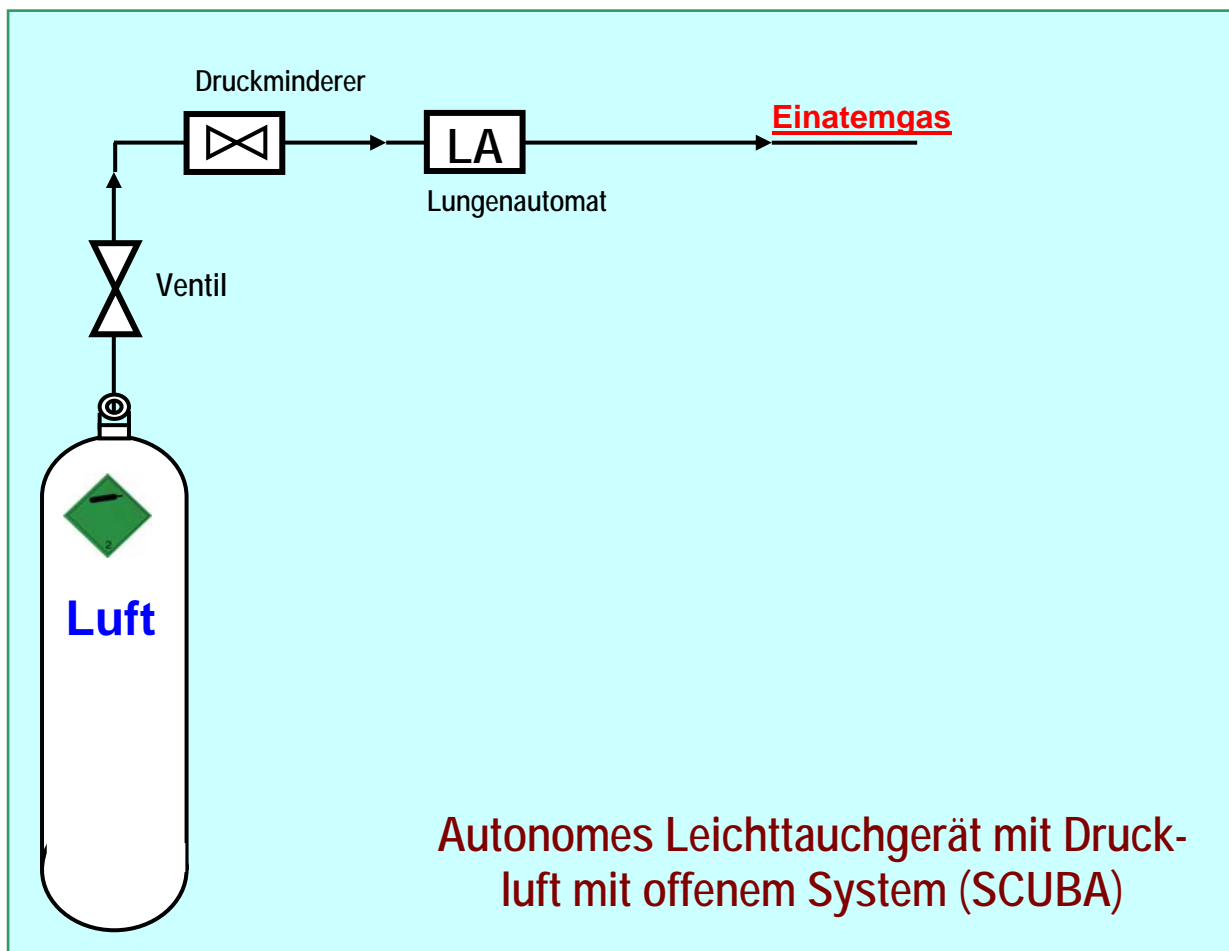
Drei Systeme werden unterschieden:

- offenes System
- geschlossenes System
- halboffenes (halbgeschlossenes) System

Offenes System:

Das kompr. Atemgasgemisch wird in Metallflaschen mitgeführt und beim Ausatmen in das umgebende Wasser abgegeben (minimaler Nutzungsgrad).

Beispiel: Autonomes Leichttauchgerät mit Druckluft (**DIN EN 250**).

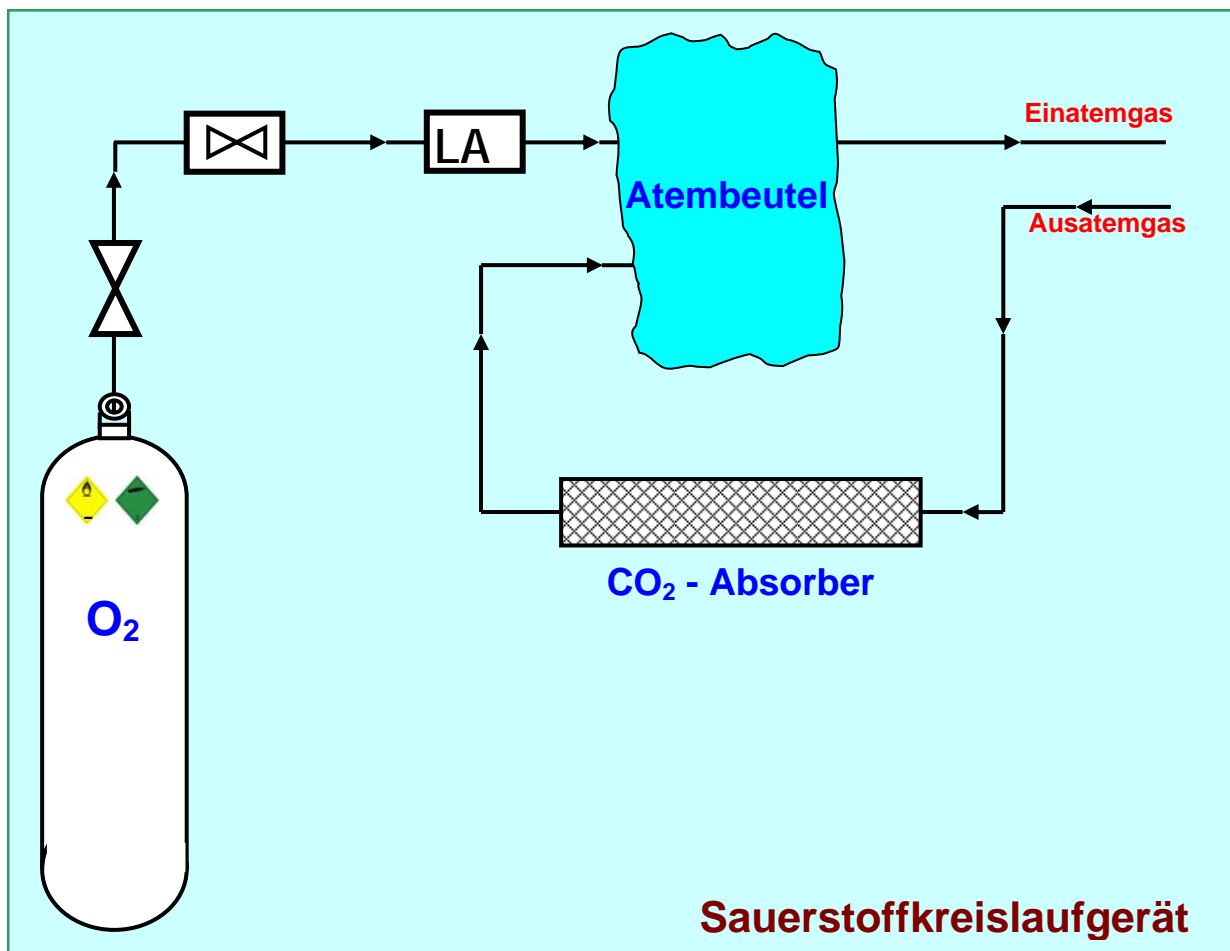


(SCUBA = *Self-Contained Underwater Breathing Apparatus*)

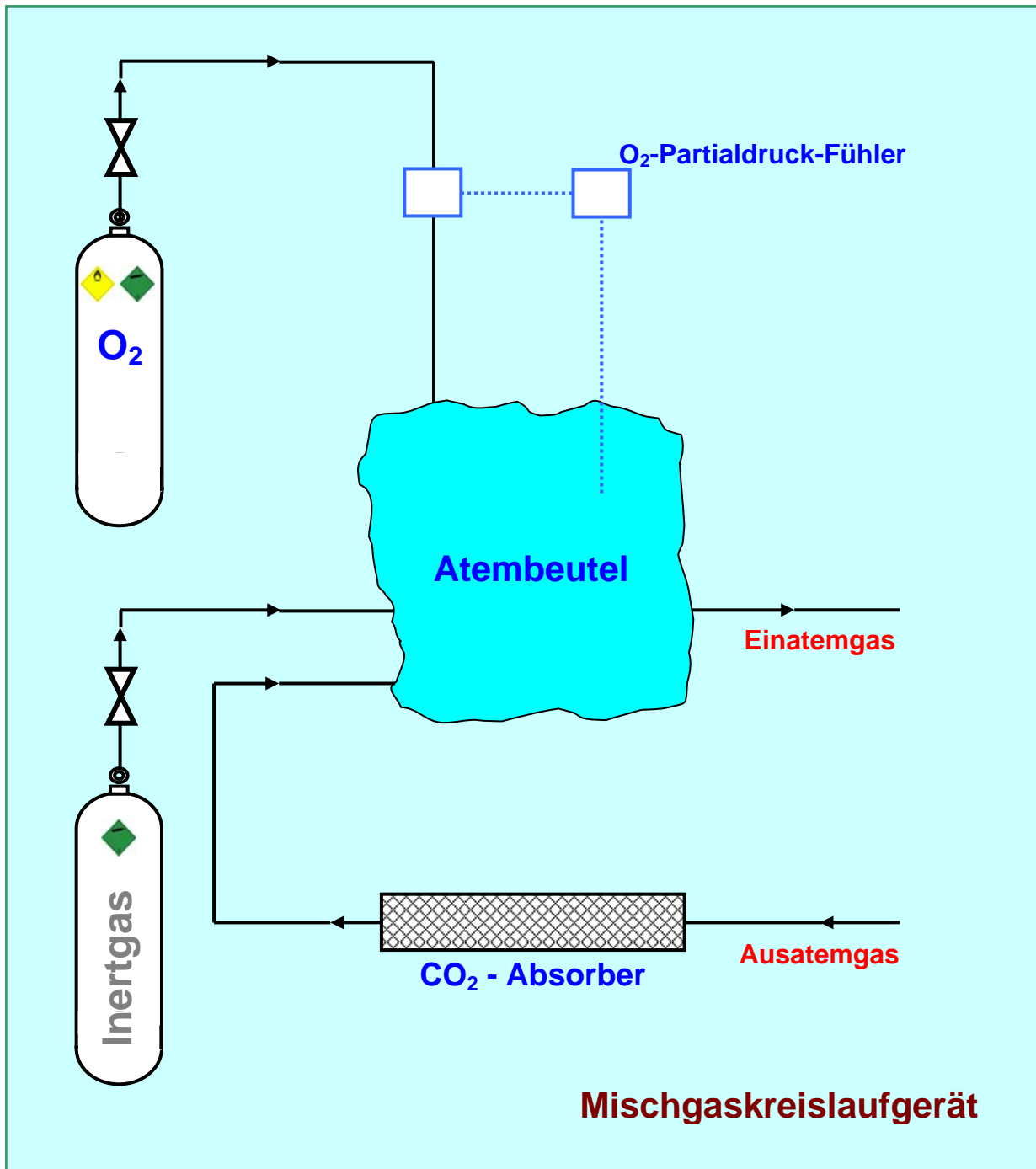
Geschlossene Systeme:

- a. **Sauerstoffkreislaufgerät:** nur der tatsächlich verbrauchte O_2 -Anteil wird neu hinzugefügt, das erzeugte CO_2 wird mit Kalkfilter absorbiert.

Nachteil: maximale Tauchtiefe: 7 m; da sonst eine O_2 -Vergiftung droht.
Vorteil: lange Tauchzeit, keine Blasen und keine Atemgeräusche (Militär!)



- b. **Mischgas-Kreislaufgeräte** für das Tieftauchen: Regelsystem mischt O_2 entsprechend der Tauchtiefe dem Inertgas (z.B. **He**) bei.

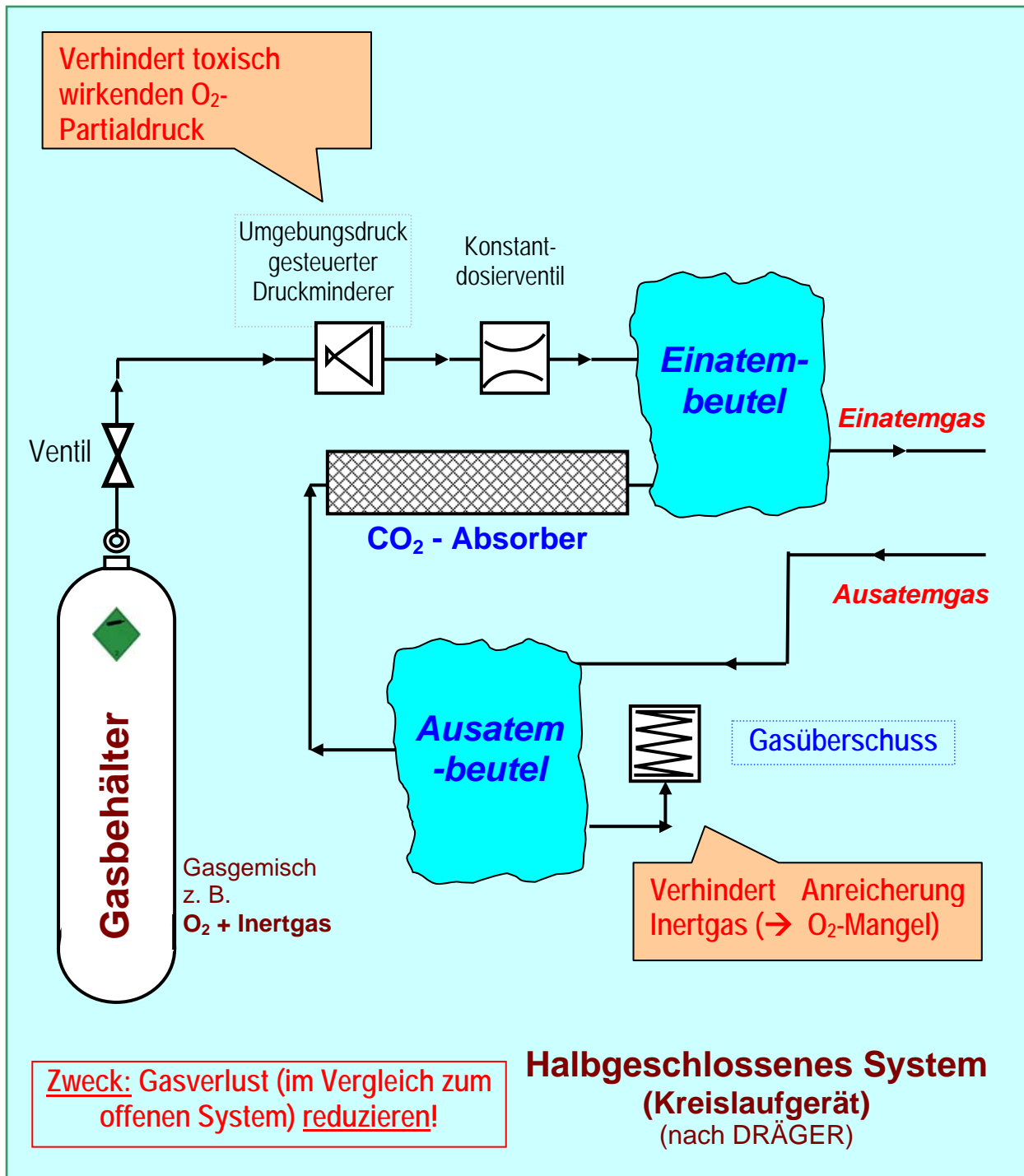


Halbgeschlossenes System:

ähnlich wie geschlossenes System: Mischgaskreislaufgerät,

aber ständiger (Konstantdosierventil), tiefenabhängiger Gaszustrom aus einem Gasbehälter, der ein Gasgemisch ($O_2 + \text{Inertgas}$) enthält. Da der Gaszustrom tiefenabhängig erfolgt wird das Erreichen eines toxisch wirkenden O_2 -Partialdrucks vermieden.

Wenn der Druck im Atemanbeutel einen bestimmten Grenzwert überschreitet, öffnet ein Überdruckventil und überschüssiges Gas wird in das umgebende Wasser abgegeben.



3.1. Rechtsvorschriften

3.1.1. Allgemein gültige Rechtsvorschriften (Gesetze)

Bürgerliches Gesetzbuch (BGB)

Beispiel

BGB § 823 Schadensersatzpflicht

(1) Wer vorsätzlich oder fahrlässig das Leben, den Körper, die Gesundheit, die Freiheit, das Eigentum oder ein sonstiges Recht eines anderen widerrechtlich verletzt, ist dem anderen zum Ersatz des daraus entstehenden Schadens verpflichtet.

(2) Die gleiche Verpflichtung trifft denjenigen, welcher gegen ein den Schutz eines anderen bezweckendes Gesetz verstößt. Ist nach dem Inhalt des Gesetzes ein Verstoß gegen dieses auch ohne Verschulden möglich, so tritt die Ersatzpflicht nur im Falle des Verschuldens ein.

Strafgesetzbuch (StGB)

Beispiele

StGB § 222 Fahrlässige Tötung

Wer durch Fahrlässigkeit den Tod eines Menschen verursacht, wird mit Freiheitsstrafe bis zu fünf Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

StGB § 229 Fahrlässige Körperverletzung

Wer durch Fahrlässigkeit die Körperverletzung einer anderen Person verursacht, wird mit Freiheitsstrafe bis zu drei Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

StGB § 323c Unterlassene Hilfeleistung

Wer bei Unglücksfällen oder gemeiner Gefahr oder Not nicht Hilfe leistet, obwohl dies erforderlich und ihm den Umständen nach zuzumuten, insbesondere ohne erhebliche eigene Gefahr und ohne Verletzung anderer wichtiger Pflichten möglich ist, wird mit Freiheitsstrafe bis zu einem Jahr oder mit Geldstrafe bestraft.

StGB § 34 Rechtfertigender Notstand

Wer in einer gegenwärtigen, nicht anders abwendbaren Gefahr für Leben, Leib, Freiheit, Ehre, Eigentum oder ein anderes Rechtsgut eine Tat begeht, um die Gefahr von sich oder einem anderen abzuwenden, handelt nicht rechtswidrig, wenn bei Abwägung der widerstreitenden Interessen, namentlich der betroffenen Rechtsgüter und des Grades der ihnen drohenden Gefahren, das geschützte Interesse das beeinträchtigte wesentlich überwiegt. Dies gilt jedoch nur, soweit die Tat ein angemessenes Mittel ist, die Gefahr abzuwenden.

StGB § 223 Körperverletzung

(1) Wer eine andere Person körperlich mißhandelt oder an der Gesundheit schädigt, wird mit Freiheitsstrafe bis zu fünf Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

(2) Der Versuch ist strafbar.

3.1.2. Überblick „Technischer Arbeitsschutz“

Technischer Arbeitsschutz

Inverkehrbringen

(inkl. Verkauf, Vertrieb)

Benutzung von Arbeitsmitteln

(inkl. Bereitstellung von Arbeitsmitteln, Betreiben von Anlagen)

EG-Richtlinien

EG-Richtlinien

GPSG

Geräte- und Produktsicherheitsgesetz

ArbSchG

Arbeitsschutzgesetz

6. GSGV

Inverkehrbringen von einfachen Druckbehältern (CE-Kennzeichnung)

8. GSGV

Inverkehrbringen von persönlichen Schutzausrüstungen

14. GSGV

Druckgeräteverordnung (DGRL / PED)

BetrSichV

Gefährdungsbeurteilung

Prüfung

Aufzeichnungen

Wiederkehrende Prüfungen

Unfall- und Schadensanzeige

Berufsgenossenschaftliche Vorschriften (UVV)

und Regeln, Grundsätze, Informationen, Merkblätter

3.1.3. Arbeitsschutzrecht (Gesetze und Verordnungen)

Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) [am 1. Mai 2004 in Kraft getreten]

Umfassendes Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte.

*Dieses Gesetz setzt u. a. die EG-Richtlinie über die **allgemeine Produktsicherheit** um.*

Mit dem GPSG wurden das Gerätesicherheitsgesetz (GSG) und das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) abgelöst.

GPSG § 2 Begriffsbestimmungen

(1) Produkte sind

1. technische Arbeitsmittel und
2. Verbraucherprodukte.

(2) Technische Arbeitsmittel sind verwendungsfertige Arbeitseinrichtungen, die bestimmungsgemäß ausschließlich bei der Arbeit verwendet werden, deren Zubehörteile sowie Schutzausrüstungen, die nicht Teil einer Arbeitseinrichtung sind, und Teile von technischen Arbeitsmitteln, wenn sie in einer Rechtsverordnung nach § 3 Abs. 1 oder 2 erfasst sind.

(3) Verbraucherprodukte sind Gebrauchsgegenstände und sonstige Produkte, die für Verbraucher bestimmt sind oder unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen von Verbrauchern benutzt werden können, selbst wenn sie nicht für diese bestimmt sind. Als Verbraucherprodukte gelten auch Gebrauchsgegenstände und sonstige Produkte, die dem Verbraucher im Rahmen der Erbringung einer Dienstleistung zur Verfügung gestellt werden.

(4)....

Tauchgeräte, Tauchanzüge und Tauchzubehör sind entsprechend GPSG § 2 als **Verbraucherprodukte** einzuordnen.

GSGV := Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz

6.GSGV

Inverkehrbringen von einfachen Druckbehältern

GSGV 6 § 1 Anwendungsbereich

(1) Diese Verordnung gilt für das Inverkehrbringen von neuen einfachen Druckbehältern.

(2) Einfache Druckbehälter im Sinne dieser Verordnung sind serienmäßig hergestellte geschweißte Behälter,

1. die einem inneren Überdruck von mehr als 0,5 bar ausgesetzt sind,
2. die zur Aufnahme von Luft oder Stickstoff bestimmt sind,
3. ...

GSGV 6 § 4 CE-Kennzeichnung

(1) Die Angaben nach Anhang II Nr. 1 der Richtlinie 87/404/EWG sowie im Falle des § 3 Abs. 1 auch die CE-Kennzeichnung müssen sichtbar, lesbar und dauerhaft auf dem Behälter oder einem Kennzeichnungsschild angebracht sein, das nicht vom Behälter abgenommen werden kann.

(2) Die CE-Kennzeichnung besteht aus den Buchstaben "CE" nach Anhang II der Richtlinie 87/404/EWG. Hinter der CE-Kennzeichnung steht die in Artikel 9 Abs. 1 der Richtlinie 87/404/EWG genannte Kennnummer der mit der EG-Prüfung oder der EG-Überwachung beauftragten zugelassenen Stelle.

(3) ...



8.GSGV **Inverkehrbringen von persönlichen Schutzausrüstungen**

Persönliche Schutzausrüstung (PSA) für Taucher

entsprechend der "Richtlinie des Rates vom 21. Dezember 1989 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für persönliche Schutzausrüstungen (89/686/EWG)"

- Kat. I: Geringes Risiko, einfacher Schutz, CE-Kennzeichnung durch den Hersteller (Beispiele: Schwimm- und/oder Tauchbrillen und -Masken, Sonnenbrillen, Gartenhandschuhe)
- Kat. II: Mittleres Risiko, verstärkter Schutz, z. B. Jackets (Zulassung nur mit Baumusterprüfung, Zertifizierung, Konformitätserklärung, CE-Kennzeichnung ohne Kennnummer, *Normentwurf prEN 1809*)
- Kat. III: Hohes Risiko, gegen tödliche Gefahren und ernste Schädigungen, z. B. Atemschutzgeräte, einschl. Tauchgeräte (Zulassung nur mit komplexer Baumusterprüfung mit EU-Qualitätssicherung, Konformitätserklärung, **CE-Kennzeichen mit Nummer des Prüfinstitutes**, Norm: z.B. DIN EN 250)

14.GSGV**Druckgeräteverordnung**

Die Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen [Druckbehälterverordnung - DruckbehV] wurde am 1. Januar 2003 durch die BetrSichV und die Druckgeräteverordnung (14.GSGV) ersetzt.

Die europäische Richtlinie über Druckgeräte "[Richtlinie 97/23/EG](#) des Europäischen Parlamentes vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Druckgeräte" ist von allen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union seit dem 29. November 1999 anzuwenden. Ins deutsche Recht wurde diese Richtlinie als "Vierzehnte Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (Druckgeräteverordnung – 14. GSGV)" umgesetzt.

In Anhang I der europäischen Richtlinie sind die "Grundlegenden Sicherheitsanforderungen" festgelegt. Unter anderem muss der Hersteller eine Gefahrenanalyse vornehmen und die Geräte dann unter Berücksichtigung seiner Analyse auslegen und entsprechend zu bauen. Dieser flexible Ansatz erlaubt es den Herstellern selber zu bestimmen, wie er die Anforderungen erfüllt. Dabei hat er aber auf jeden Fall den Stand der Technik und der Praxis zum Zeitpunkt der Konzeption und der Fertigung sowie den technischen und wirtschaftlichen Erwägungen Rechnung zu tragen, die mit einem hohen Maß des Schutzes von Gesundheit und Sicherheit zu vereinbaren sind.

Die Druckgeräteverordnung gilt für das Inverkehrbringen von Druckgeräten und Baugruppen mit einem maximal zulässigen Druck von über 0,5 bar.

Benannte Stellen

Durch die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union werden "Benannte Stellen" anerkannt, deren Hauptaufgabe die notwendigen Dienstleistungen für die Konformitätsbewertung zu erbringen. Vor einer Benennung erfolgt die Bewertung durch eine Akkreditierungsstelle (in Deutschland: ZLS – Zentralstelle der Länder für Sicherheitstechnik, München). Dabei wird deren fachliche Kompetenz und ihre notwendige Unparteilichkeit, Unabhängigkeit und Integrität geprüft. Die endgültige Benennung erfolgt in Deutschland durch die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund. Jede "Benannte Stelle" erhält eine eindeutige Kennnummer. Diese Kennnummer wird vom Hersteller hinter dem "CE-Zeichen" auf dem Druckgerät bzw. der Baugruppe unauslöschlich angebracht. In Deutschland gibt es 16 benannte Stellen, dazu gehören in Hamburg der TÜV Nord e.V., das Amt für Arbeitsschutz und der Germanische Lloyd.

Die **europäische Druckgeräterichtlinie (DGRL) 97/23/EG [PED** - Pressure Equipment Directive] regelt das **Inverkehrbringen von Druckgeräten** aller Art. Alle Druckgasflaschen, die **ab dem 29.05.2002** verkauft wurden, müssen mit einem **CE-Kennzeichen** und dem Code der notifizierten Stelle, die die Konformitätswertung vornimmt, versehen sein. Für ältere Geräte gilt Bestandsschutz, d.h. sie müssen nicht nachträglich mit einem CE-Kennzeichen versehen werden.

Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit

Dieses Gesetz dient der Umsetzung folgender EG-Richtlinien:

- Richtlinie 89/391/EWG des Rates vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit (ABl. EG Nr. L 183 S. 1) und
- Richtlinie 91/383/EWG des Rates vom 25. Juni 1991 zur Ergänzung der Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes von Arbeitnehmern mit befristetem Arbeitsverhältnis oder Leiharbeitsverhältnis (ABl. EG Nr. L 206 S. 19)

Das Benutzen bzw. Betreiben von Anlagen, d. h. die Anwendung durch Beschäftigte, wird durch das Arbeitsschutzgesetz, die Betriebssicherheitsverordnung und zukünftig auch durch die "Regeln zur BetrSichV" geregelt.

Die Betriebssicherheitsverordnung löst die bisherige Druckbehälterverordnung ab.

Die **BetrSichV** regelt die **Sicherheit** und den **Gesundheitsschutz** bei der Bereitstellung von **Arbeitsmitteln** (*Werkzeuge, Geräte, Maschinen, Anlagen*) und deren Benutzung bei der Arbeit werden durch die geregelt.

Diese Verordnung ordnet außerdem die Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen (z. B. *Druckgeräte*) und die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes.

BetrSichV

Betriebssicherheitsverordnung

Die Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes [Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV] ist am 3. Oktober 2002 in Kraft getreten.

§ 3 Gefährdungsbeurteilung

(1) **Der Arbeitgeber** hat bei der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes unter Berücksichtigung der Anhänge 1 bis 5, des § 16 der Gefahrstoffverordnung und der allgemeinen Grundsätze des § 4 des Arbeitsschutzgesetzes **die notwendigen Maßnahmen für die sichere Bereitstellung und Benutzung der Arbeitsmittel zu ermitteln**. Dabei hat er insbesondere die Gefährdungen zu berücksichtigen, die mit der Benutzung des Arbeitsmittels selbst verbunden sind und die am Arbeitsplatz durch Wechselwirkungen der Arbeitsmittel untereinander oder mit Arbeitsstoffen oder der Arbeitsumgebung hervorgerufen werden.

(2)....

BetrSichV**BetrSichV § 10 Prüfung der Arbeitsmittel**

(1) Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass die **Arbeitsmittel**, deren Sicherheit von den Montagebedingungen abhängt, nach der Montage und **vor der ersten Inbetriebnahme** sowie nach jeder Montage auf einer neuen Baustelle oder an einem neuen Standort **geprüft werden**. Die Prüfung hat den Zweck, sich von der ordnungsgemäßen Montage und der **sicheren Funktion dieser Arbeitsmittel** zu überzeugen. **Die Prüfung darf nur von hierzu befähigten Personen durchgeführt werden.**

(2) ...

(4) Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass die **Prüfungen auch den Ergebnissen der Gefährdungsbeurteilung nach § 3 genügen**

BetrSichV § 11 Aufzeichnungen

Der Arbeitgeber hat die Ergebnisse der Prüfungen nach § 10 aufzuzeichnen. Die zuständige Behörde kann verlangen, dass ihr diese Aufzeichnungen auch am Betriebsort zur Verfügung gestellt werden. Die Aufzeichnungen **sind über einen angemessenen Zeitraum aufzubewahren, mindestens bis zur nächsten Prüfung.** Werden Arbeitsmittel, die § 10 Abs. 1 und 2 unterliegen, außerhalb des Unternehmens verwendet, ist ihnen ein Nachweis über die Durchführung der letzten Prüfung beizufügen.

BetrSichV § 14 Prüfung vor Inbetriebnahme

(1) Eine **überwachungsbedürftige Anlage darf erstmalig** und nach einer wesentlichen Veränderung nur in Betrieb genommen werden, wenn die Anlage unter Berücksichtigung der vorgesehenen Betriebsweise **durch eine zugelassene Überwachungsstelle auf ihren ordnungsgemäßen Zustand** hinsichtlich der Montage, der Installation, den Aufstellungsbedingungen und der sicheren Funktion geprüft worden ist.

(2) ...

BetrSichV § 15 Wiederkehrende Prüfungen

(1) Eine **überwachungsbedürftige Anlage und ihre Anlagenteile sind in bestimmten Fristen wiederkehrend auf ihren ordnungsgemäßen Zustand hinsichtlich des Betriebs durch eine zugelassene Überwachungsstelle** zu prüfen. Der Betreiber hat die Prüffristen der Gesamtanlage und der **Anlagenteile auf der Grundlage einer sicherheitstechnischen Bewertung** zu ermitteln.

(2) Prüfungen nach Absatz 1 Satz 1 bestehen aus einer technischen Prüfung, die an der Anlage selbst unter Anwendung der Prüfregeln vorgenommen wird und einer Ordnungsprüfung. Bei Anlagenteilen von Dampfkesselanlagen, **Druckbehälteranlagen** außer Dampfkesseln, Anlagen zur Abfüllung von verdichteten, verflüssigten oder unter Druck gelösten Gasen, Leitungen unter innerem Überdruck für entzündliche, leichtentzündliche, hochentzündliche, ätzende oder giftige Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten sind Prüfungen, die **aus äußeren Prüfungen, inneren Prüfungen und Festigkeitsprüfungen** bestehen, durchzuführen.

(3)

Begriffsbestimmungen

Stand der Wissenschaft und Technik

Neuester Stand theoretischer Erkenntnisse, die noch nicht in der Praxis Eingang gefunden haben.

Stand der Technik

Entwicklungsstandard fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, deren praktische Eignung als gesichert angesehen werden kann.

Allgemein anerkannte Regeln der Technik

Verfahrensweisen, die theoretisch richtig und wissenschaftlich überprüft sind und sich in der Praxis als bewährt durchgesetzt haben.

Durch die BetrSichV werden u. a. geregelt:

Bereitstellung und Benutzung von Arbeitsmitteln

Allgemeine Schutzziele (Grundvorschriften) bei Bereitstellung und Benutzung

- Gefährdungsbeurteilung (Arbeitsmittel, -stoff, -platz, -umgebung)
- Stand der Technik (Beurteilungsmaßstab)
- Technische Regeln (Konkretisierung/Vermutungswirkung)
- Dokumentationspflicht

Überwachungsbedürftige Anlagen

- Prüfung vor Inbetriebnahme § 14
- Wiederkehrende Prüfungen § 15
- Angeordnete außerordentliche Prüfung § 16
- Prüfung besonderer Druckgeräte § 17
- Unfall- und Schadensanzeige § 18

Zugelassene Überwachungsstellen § 21

Druckgerätezuoordnung

Organisation der Prüfpflichten von Anlagen und technischer Arbeitsmittel im Unternehmen

- einfache Druckbehälter, Druckgeräte

Implementierung eines Arbeitsschutzmanagements

Produkthaftungsgesetz (ProdHaftG)

Gesetz über die Haftung für fehlerhafte Produkte

Das Gesetz über die Haftung für fehlerhafte Produkte (Produkthaftungsgesetz [ProdHaftG]) wurde 1989 entsprechend einer EG-Richtlinie erstellt und veröffentlicht. Zuletzt geändert durch Gesetz wurde am 19. Juli 2002. Dieses Gesetz regelt den Schadensersatzanspruch gegenüber dem Hersteller eines Gerätes für die Fälle, in denen jemand durch das Produkt getötet, sein Körper oder seine Gesundheit verletzt oder eine Sache beschädigt wird. Paragraph 1 Abs (2) 5 verlangt, dass das Produkt in dem Zeitpunkt, in dem der Hersteller es in den Verkehr bringt, dem "**Stand der Wissenschaft und Technik**" entspricht. Da Normen in der Regel nicht den aktuellen technischen Möglichkeiten entsprechen, ist durch ihre Einhaltung alleine der Stand von Wissenschaft und Technik für ein Produkt nicht gewährleistet.

Medizinproduktegesetz (MPG)

*z. B. Betrieb und Verwendung von Sauerstoffatemgeräten
(Wenoll-System, DAN-Koffer, etc.),
Taucherdruckkammern, Verbandstoffe*

<i>Medizinprodukte-Betreiberordnung</i>

Medizingeräteverordnung (MedGV)

Arzneimittelgesetz (AMG)

Gesetz über den Verkehr mit Arzneimitteln

z. B. Sauerstoff und Medikamente in Taucher-Notfallkoffern

Gefahrgutbeförderungsgesetz (GGBefG)

Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter

Gefahrgutverordnung Straße (GGVS)

Gefahrgutverordnung Eisenbahn (GGVE)

Gefahrgutverordnung See (GGVSee)

Internationales Übereinkommen für den Transport gefährlicher Güter auf der Straße (ADR I)

Internationales Übereinkommen für den Transport gefährlicher Güter auf der Schiene (RID)

Internationales Übereinkommen für den Transport gefährlicher Güter auf Wasserwegen (IMDG-CODE)

3.1.4. Normen (allgemein anerkannte Regeln der Technik)

Der Deutsche Normen Ausschuss ist ein privatrechtlicher, eingetragener Verein (DIN = Deutsches Institut für Normung). Ordentliche Mitglieder sind Firmen, Verbände, Körperschaften, Behörden und Organisationen. Die Erstellung bzw. Änderung der Normen erfolgt in unabhängigen Fachnormen- und Arbeitsausschüssen ohne gesetzliche Eingriffe. Die Hersteller von Produkten sind dabei stark engagiert jeweils ihre eigenen Produkte zur Norm zu machen. Die Beratungen in den Ausschüssen erfolgen solange bis ein einstimmiger Beschluss erfolgen kann. Normen können aber Gesetzeskraft erhalten, wenn sie in Gesetzen (z. B. Gerätesicherheitsgesetz) direkt genannt werden. Normen werden ca. alle fünf Jahre überarbeitet.

Normen stellen im Tauchbereich häufig nur den kleinsten gemeinsamen Nenner dar, auf den sich Hersteller, Importeure und Verbraucher verständigen konnten. Teilweise kommt es dabei zu praxisfernen und gefährlichen Vorgaben.

Wichtige internationale Normen sind insbesondere:

ISO (International Organisation for Standardization)

EN (Comité Européen de Normalisation (CEN))

Veröffentlichte harmonisierte (europäische) Normen werden im Amtsblatt der Europäischen Kommission veröffentlicht. Es handelt sich dabei um ausgewählte europäische Normen mit besonderer Beachtung der grundlegenden Sicherheitsanforderungen. Die Anwendung einer veröffentlichten harmonisierten Norm bei Entwurf und Herstellung eines **Druckgerätes** führt zur **Konformitätsvermutung** hinsichtlich der im Anhang ZA der jeweiligen harmonisierten Norm aufgeführten grundlegenden Sicherheitsanforderungen. Mit der **CE-Kennzeichnung** (Artikel 15) wird die Durchführung der Konformitätsbewertung bescheinigt, sowie die Tatsache, dass das Gerät oder die Baugruppe den Vorschriften der Richtlinie entspricht und die grundlegenden Sicherheitsanforderungen erfüllt.

Wichtige harmonisierte Normen (im Amtsblatt der EG bzw. de EU veröffentlicht)

Bezeichnung		Fassung
DIN EN 132	Atemschutzgeräte; Definitionen von Begriffen und Piktogramme	Februar 1999
DIN EN 144-1	Atemschutzgeräte; Gasflaschenventile; Teil 1: Gewindeverbindung am Einschraubstutzen (enthält Änderung A1:2003); Deutsche Fassung EN 144-1:2000+A1:2003	September 2003
DIN EN 144-3	Atemschutzgeräte; Gasflaschenventile; Teil 3: Gewindeverbindungen am Ausgangsstutzen für die Tauchgase Nitrox und Sauerstoff; Deutsche Fassung EN 144-3:2003	Juni 2003
DIN EN 148-1	Atemschutzgeräte; Gewinde für Atemanschlüsse; Teil 1: Rundgewindeanschlüsse	April 1999
DIN EN 148-2	Atemschutzgeräte; Gewinde für Atemanschlüsse; Teil 2: Zentralgewindeanschlüsse	März 1999
DIN EN 148-3	Atemschutzgeräte; Gewinde für Atemanschlüsse; Teil 3: Ge-	April 1999

Bezeichnung		Fassung
	windeanschluss M 45 × 3	
DIN EN 250 : 2000	Atemgeräte - Autonome Leichttauchgeräte mit Druckluft - Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung	März 2000
DIN EN 1809	Tauchzubehör; Tariemittel; Funktionelle und sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfverfahren	Januar 1998
DIN EN 12628	Tauchzubehör; Kombinierte Tariem- und Rettungsmittel; Funktionelle und sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfverfahren	Oktober 1999
DIN EN 13949	Atemgeräte; Autonome Leichttauchgeräte mit Nitrox-Gasgemisch und Sauerstoff; Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung; Deutsche Fassung EN 13949:2003	Juni 2003

Wichtige harmonisierte Normen (noch nicht im Amtsblatt der EG veröffentlicht)

Stand: November 2003

Bezeichnung		Fassung
DIN EN 12021	Atemschutzgeräte; Druckluft für Atemschutzgeräte	Januar 1999

Einige nationale technische Spezifikationen

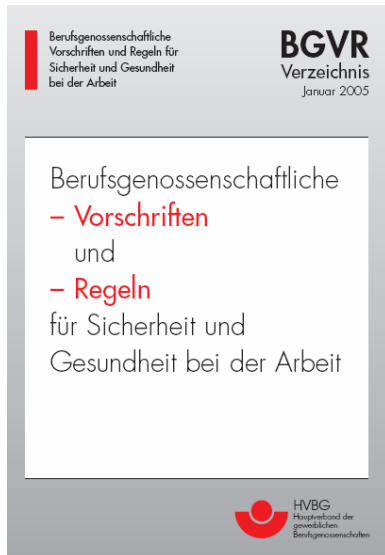
Bezeichnung		Fassung
DIN 3171-1	Atemgeräte; Druckgasbehälter für Druckluft und verdichteten Sauerstoff; Teil 1: Nahtlose Stahlflaschen, Prüfdruck 300 bar und 450 bar	Februar 2000
DIN 3171-1	Atemgeräte; Druckgasbehälter für Druckluft und verdichteten Sauerstoff; Teil 2: Flaschen in Verbundbauweise, Druck 300 bar und 450 bar	Februar 2000
DIN 3172	Atemgeräte; Nahtlose Druckgasbehälter aus Aluminiumlegierungen für Druckluft und verdichteten Sauerstoff; Teil 2: Flaschen in Verbundbauweise, Druck 300 bar und 450 bar	Mai 1986

Verzeichnis A der allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Gerätesicherheitsgesetz - Stand: Februar 2002-

Hier aufgeführte Normen haben "gesetzlichen Charakter".

Alle DIN-Normen können bezogen werden beim
 Beuth Verlag GmbH Burggrafenstraße 6 10787 Berlin
 Telefon 030 / 26 01 - 22 60 Telefax 030 / 26 01 - 12 60
<http://www.beuth.de>

3.1.5. Berufsgenossenschaftliche (BG) Vorschriften (u. a. Unfallverhütungsvorschriften), Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, Grundsätze und Informationen



Das BG-Vorschriften- und -Regelwerk (BGVR) wurde durch den Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften neu geordnet. Das aktuelle **BGVR-Verzeichnis** (inkl. Preisangaben) ist im Oktober 2006 erschienen.

Es findet sich im Internet als PDF-Datei unter der Adresse:

http://www.hvbg.de/d/pages/praev/pdf/bgvr_verzeichnis.pdf

Das Berufsgenossenschaftliche Vorschriften- und Regelwerk (BGVR) ist erhältlich bei:

Carl Heymanns Verlag, Luxemburger Str. 449, 50939 Köln

Telefon: (0221) 94 37 30

Telefax: (0221) 94 373 – 603

E-Mail: verkauf@heymanns.com

Internet: www.heymanns.com

Das bisherige ZH 1-Verzeichnis und das VBG-Verzeichnis wurden in das neue gemeinsame BGVR übergeführt.

In der Vergangenheit waren Richtlinien in der Regel Vorläufer von Unfallverhütungsvorschriften (UVV). Aufgrund der Einführung des Begriffes "Richtlinien der EG" kann der Begriff „Richtlinien“ in seiner alten Bedeutung zukünftig nicht mehr verwendet sein!

BG-Vorschriften (BGV)

Berufsgenossenschaftliche Vorschriften für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

BG-Vorschriften sind **Unfallverhütungsvorschriften** entsprechend § 15 Siebtes Buch Sozialgesetzbuch (SGB VII).

Diese Unfallverhütungsvorschriften benennen Schutzziele sowie branchen- oder verfahrensspezifische Forderungen an die Sicherheit und den Gesundheitsschutz. Sie haben wie bisher rechtsverbindlichen Charakter und werden von den Vertreterversammlungen der einzelnen Berufsgenossenschaften beschlossen.

Kategorien (fachliche Gliederung der Vorschriften)

BGV A 1 ff.	Allgemeine Vorschriften/Betriebliche Arbeitsschutzorganisation
BGV B 1 ff.	Einwirkungen
BGV C 1 ff.	Betriebsart/Tätigkeiten
BGV D 1 ff.	Arbeitsplatz/Arbeitsverfahren

Wichtige Vorschriften

BGV A1	Grundsätze der Prävention (Neue Vorschrift in Kraft seit dem 1.01.2004)
BGV A2	Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit
BGV A3	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
BGV A4	Arbeitsmedizinische Vorsorge
BGV A8	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz
BGV C23	Taucherarbeiten
BGV D21	Schwimmende Geräte

BG-Regeln (BGR)

Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Hier handelt es sich um allgemein anerkannte Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz. Sie beschreiben den Stand des Arbeitsschutzes und dienen der praktischen Umsetzung von Forderungen aus den Unfallverhütungsvorschriften.

BGR 235 (ZH 1/539) Taucherdruckkammern (Ausgabe: 10.88, aktualisierte Fassung 1.04)

Sicherheitsregeln

ZH 1/237	Sicherheitsregeln für Druckluft-Leichttauchgeräte
ZH 1/541	Sicherheitsregeln für Taucher-Auftriebsrettungsmittel (wurde zurückgezogen)

Regeln sind grundsätzlich anzuwenden. Notwendige Abweichungen in Einzelfällen müssen vom Anwender begründet werden. Regeln sind Zusammenstellungen einschlägiger Bestimmungen aus Vorschriften, techn. Regelwerken, Regeln der Technik usw. .

Seit dem 1. Januar 2006 gilt die Regel des Bundesverbandes der Unfallkassen (BUK):

GUV-Regel 2112 Einsatz von Forschungstauchern

Siehe Kapitel 5

Berufsgenossenschaftliche Grundsätze

Maßstäbe in bestimmten Verfahrensregeln.

BGG 904 Berufsgenossenschaftliche arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen
Enthält u.a. auch den Einzelgrundsatz:

G31 Überdruck

Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung für Personen, die Arbeiten im Überdruck ausführen.

BG-Information (BGI)

Berufsgenossenschaftliche Informationen

Zusammenfassungen spezieller Veröffentlichungen, z.B. für bestimmte Branchen, Tätigkeiten, Arbeitsmittel, Zielgruppen etc.. Zuständig sind Einzel-Berufsgenossenschaften.

BGI 897	BG-Information: Tauchereinsätze mit Mischgas
BGI 898	BG-Information: Tauchereinsätze in kontaminiertem Wasser
BGI 817	Taucher-Dienstbuch (kartoniert)
BGI 690	Merkblatt für die Behandlung von Erkrankungen durch Arbeiten in Überdruck (Arbeiten in Druckluft, Taucherarbeiten)
BGI 506	Merkblatt über die gesetzliche Unfallversicherung
BGI 509	Erste Hilfe im Betrieb (<i>Stand: Oktober 2004</i>)
BGI 503	Anleitung zur Ersten Hilfe (<i>Stand: August 2006</i>)

Merkblätter (noch in alter Bezeichnung)

Merkblätter enthalten Festlegungen und Informationen. Sie erleichtern die praktische Arbeit.

ZH 1/532	Merkblatt "Einsatz und Bezeichnung von Taucherfahrzeugen oder sonstigen Geräten bei Unterwasserarbeiten"
----------	--

3.1.6 **DIN EN 250** **Autonome Leichttauchgeräte mit Druckluft (Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung)**

Die europäische DIN EN 250 wurde vom CEN (Europäisches Komitee für Normung) erstmalig am 16.3.1993 angenommen. Die aktuellste Version wurde am 7.11.1999 angenommen und im März 2000 als deutsche Norm (*Ref. Nr. DIN EN 250: 2000-03*) veröffentlicht. *Sie ist im Beuth Verlag zum Preis von 61,20 € zu erwerben (Preisstand: Mai 2003).*

Alle in den EU-Ländern verkauften Leichttauchgeräte müssen die **DIN EN 250 erfüllen**. Nach einer entsprechenden erfolgreichen Prüfung (PSA Kategorie 3, s. a. 3.1.2 – 8.GSGV) erhalten sie ein EU-Konformitätszeichen ("CE") mit Nummer der Prüfstelle.

"Autonomes Leichttauchgerät mit Druckluft mit offenem System (SCUBA)"

Gerät, bei dem der Taucher seinem Atemluftvorrat mit sich führt, was ihm ermöglicht, unter Wasser einzuatmen und in das umgebende Wasser auszuatmen.

Das gebrauchsfertige Leichttauchgerät besteht aus einer Vielzahl kompatibler Baugruppen, von denen jede die entsprechenden Anforderungen dieser Europäischen Norm erfüllt.

Nach dem Zusammenbau ermöglicht das vollständige Leichttauchgerät dem Taucher, die Luft entsprechend dem jeweiligen Bedarf aus einer oder mehreren Hochdruckflaschen über einen Atemregler zu entnehmen, der mit einem Atemanschluss verbunden ist.

Die Ausatemluft entweicht ohne Rückführung vom Atemregler über das Ausatemventil in das umgebende Wasser.

Definitionen (Auswahl):

Hochdruck

Druck in der (den) Druckluftflasche(n).

Mitteldruck

Druck zwischen dem Druckminderer und dem Lungenautomaten.

Niederdruck

Druck innerhalb des Atemanschlusses, ungefähr Umgebungsdruck.

Nennbetriebsdruck

Maximaler Betriebsdruck der entsprechenden Bauteile.

Atem-Minuten-Volumen (AMV)

Produkt aus verdrängtem Volumen und Atemfrequenz, gemessen in Litern je Minute.

Atemregler

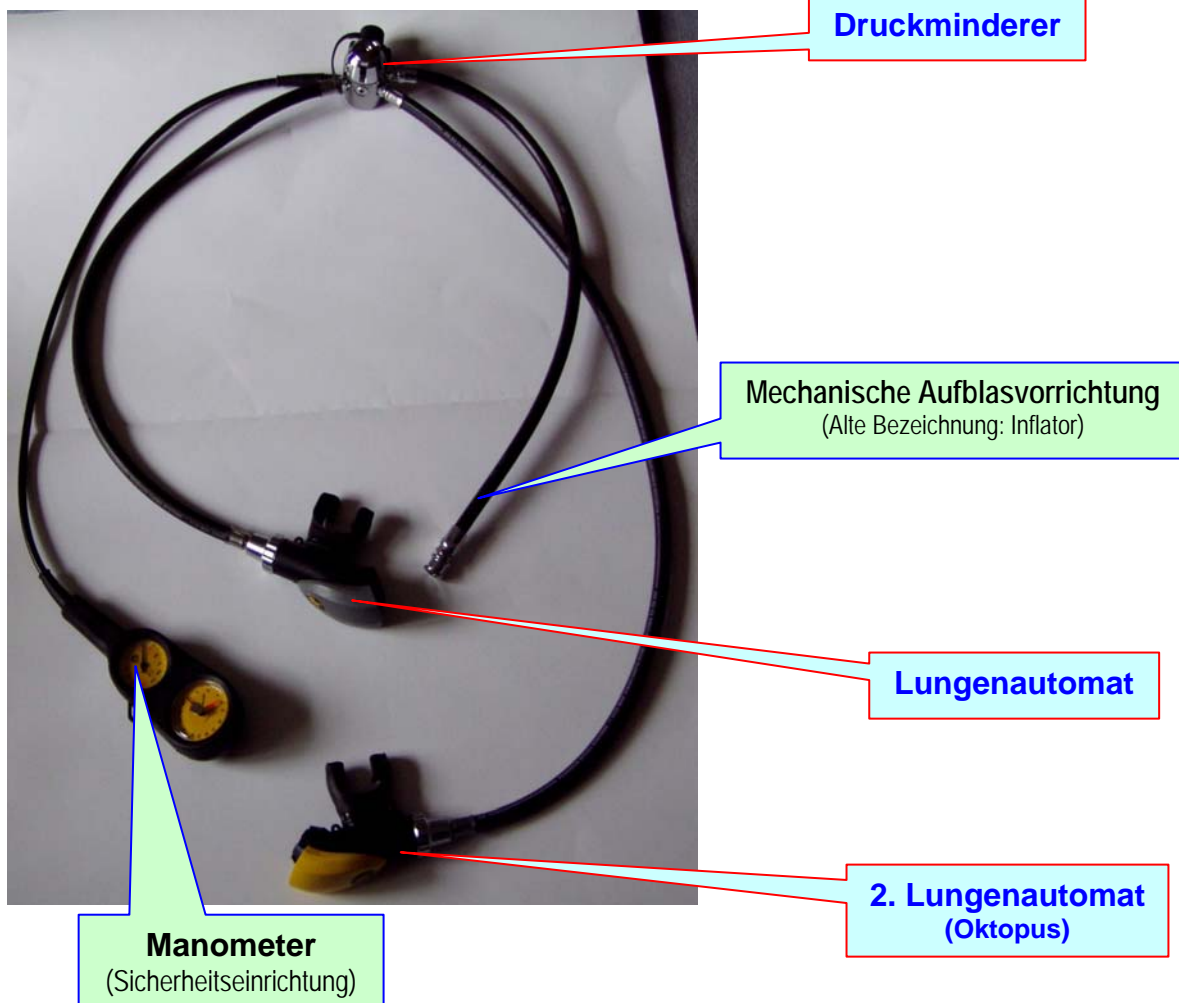
Enthält einen Druckminderer und einen mit dem Atemanschluß verbundenem Lungenautomaten.

Druckminderer

Gerät, das Teil eines Atemreglers ist und das den Hochdruck auf Mitteldruck reduziert.

Lungenautomat

Gerät, das Teil eines Atemreglers ist und das den Mitteldruck auf Umgebungsdruck reduziert.



Weitere Definitionen, die der Norm entnommen werden können:

Referenzdruck, Atemdruck, Öffnungsunterdruck, Verdrängtes Volumen (Tidalvolumen), Atemfrequenz, Druck-Volumen-Kurve, Atemarbeit, Atemanschluß, Mundstückgarnitur, Vollmaske, Taucherhalbmaske, Totraum, Flaschenpaket, Tragesystem

Beschreibung

Das Leichttauchgerät darf aus Baugruppen bestehen und muß während des Gebrauchs mindestens die folgenden **Bauelemente** ausweisen:

- | | |
|----|--|
| 1. | Druckluftflasche(n) mit Flaschenventil(en) |
| 2. | Atemregler |
| 3. | Sicherheitseinrichtung |
| 4. | Atemanschluß:
Mundstückgarnitur oder eine Taucherhalbmaske oder Vollmaske |
| 5. | Tragesystem |

Jede Baugruppe muß von einer **Informationsbroschüre des Herstellers** in der (den) offiziellen Sprache(n) des Bestimmungslandes begleitet sein.

Anforderungen:

Alle Teile, die vom Taucher während des Einsatzes zu betätigen sind, müssen auch beim Tragen von Schutzhandschuhen (3 Finger, 6 mm - 7 mm, beidseitig kaschiert) zugänglich und regelbar sein. Sie müssen so gebaut sein, dass ihre Einstellung während des Einsatzes nicht unabsichtlich verändert werden kann.

- **Druckluftflasche(n)**

Die Druckluftflasche muß mit der entsprechenden Bezeichnung des Flaschenhalsgewindes nach **EN 411-1** gekennzeichnet sein. Die bevorzugten Ausführungen sind M 18 × 1,5 und M 25 × 2.

→ siehe auch Kapitel 3.2

- **Flaschenventile**

Die Gewinde müssen **EN 411-1** entsprechen. Die bevorzugten Ausführungen sind M 18 × 1,5 und M 25 × 2.

→ siehe auch Kapitel 3.2

- **Hochdruckabgänge**

Hochdruckabgänge, falls in Gewindeausführung, müssen Hochdruckausgänge **7/16-20 UNF** nach ISO 263 haben. Es darf nicht möglich sein, die Mitteldruckschläuche an die Hochdruckausgänge anzuschließen.

- **Atemregler**
Der Atemregler muß bei Prüfung bei einem Absolutdruck von 6 bar (50 Meter Wassertiefe) u.a. die folgenden Anforderungen erfüllen:
 1. die Atemarbeit darf 3,0 J/l nicht überschreiten;
 2. der Spitzenwert des Atemdruckes während der Einatmung und Ausatmung muß im Bereich von ± 25 mbar sein;
 3. die positive Atemarbeit während der Einatmung darf 0,3 J/l nicht überschreiten.

- **Druckminderer**
Am Druckminderer des Atemreglers muß jede einstellbare Mitteldruckstufe zuverlässig gegen zufälliges Verstellen geschützt und angemessen gesichert sein, so daß jedes unbefugte Verstellen erkannt werden kann.

- **Druckentlastungssystem**
Atemregler mit Lungenautomaten, die gegen den Druck öffnen, müssen ein Überdruckventil haben.

- **Lungenautomat**
Der Lungenautomat muß eine Vorrichtung zum Ausblasen von Wasser haben.

- **Sicherheitseinrichtung:**
Das Leichttauchgerät muß wenigstens mit einer der folgenden Sicherheitseinrichtungen haben:
 - Manometer
 - Reserveventil
 - andere aktive Warneinrichtung
 -

Wenn die vorhersehbaren **Einsatzbedingungen es erfordern**, muß das Leichttauchgerät entsprechend den Gefahren **zusätzlich mit einer oder mehreren** der oben aufgeführten **Sicherheitseinrichtungen** ausgestattet sein.

Die Sicherheitseinrichtung muß deutlich anzeigen, daß der Restdruck in der Flasche nach dem Ansprechen wenigstens 50 bar beträgt.
Bei Ausrüstung mit mehreren Flaschen muß dieser Druck **in allen Flaschen** vorhanden sein.
(→ s.a. Kapitel 3.2.12)

- **Manometer**
Der Anzeigebereich des Manometers muß von der Nullmarke bis zu einem Wert reichen, der 20% über dem Nennbetriebsdruck der Druckluftflasche(n) liegt.
Die Skaleneinteilung oder die Skalierung darf 10 bar nicht überschreiten. Der Bereich unter 50 bar muß deutlich hervorgehoben sein.
Die Sichtscheibe muß aus einem Werkstoff sein, der bei Bruch nicht splittert.

Prüfung

Baugruppen müssen entweder einzeln oder als Teil eines vollständigen gebrauchsfertigen Leichttauchgerätes geprüft beurteilt werden.

In der Norm EN 250 werden sehr ausführlich die Prüfmittel und Prüfverfahren vorgegeben. Dazu gehören sowohl Laborprüfungen als auch praktische Leistungsprüfungen durch Versuchspersonen (Tauchgänge).

Kennzeichnung

Jede Baugruppe muß entsprechend den folgenden relevanten Einzelheiten gekennzeichnet sein:

- Bezeichnung des Herstellers durch Name, Firmenzeichen oder auf andere Art.
- Typ-identische Kennzeichnung.
- Nummer dieser Europäischen Norm.
- Druckminderer und Manometer müssen mit dem Nennbetriebsdruck gekennzeichnet sein.
- Bei Teilen, deren zuverlässige Leistung durch Alterung beeinträchtigt werden kann, muß das Fabrikationsjahr gekennzeichnet sein.
- Druckminderer und Lungenautomat müssen dauerhaft mit einer Fabrikationsnummer gekennzeichnet sein, aus welcher der Monat und das Jahr der Fertigung erkennbar sind.
- Atemregler, die nicht zum Einsatz in kaltem Wasser vorgesehen sind, müssen deutlich und dauerhaft mit " > 10°C " gekennzeichnet sein.

3.2. Druckluftflaschen [Pressluftflaschen] und Ventile

Die Druckluftflasche muß den zutreffenden nationalen oder europäischen Vorschriften entsprechen und für den Nennbetriebsdruck geprüft und zugelassen sein. Dies wird durch die CE-Kennzeichnung dokumentiert.

3.2.1. Flaschenmaterial: Stahl oder Aluminium-Legierung

Stahlflaschen, DIN 3171

[hochfeste zähe Stahllegierung]

Herstellung A: Tiefziehen aus der Blechrunde (seit > 50 Jahren)

In mehreren Arbeitsgängen aus runden Blechplatten (Ronden) auf 400 - t - Pressen zu einer oben offenen Hülse kalt tiefgezogen, Hülsenoberseite wird erwärmt und das glühende Material eingerollt.

Herstellung B: Fließpressen aus dem Vollprofil (seit Anfang 70er Jahre)

Aluminiumflaschen, DIN 3172

[seewasserfeste Aluminiumlegierung] (Aluminium-Mangan-Silizium-Magnesium-Legierung)

Herstellung im Kaltfließpressverfahren aus gegossenen und auf Länge geschnittenen Alustücken mit hydraulischen 3500 - t - Pressen. Oberer Raum der Aluhülsen wird induktiv erwärmt (zum Glühen gebracht) und in eine erwärmte Form gepreßt.

Flaschen aus glasfaserverstärktem Verbundwerkstoff

GFK-Verbundflaschen sind zugelassen. Sie bestehen aus einem dünnwandigen Innenbehälter aus Aluminium, der mit epoxydharzgetränktem Glasseidenfäden umwickelt ist. Ihr Mindestberstdruck beträgt 1350 bar.

Problem: Der Taucher benötigt mehr Bleigewicht.

**Druckluftflaschen müssen der BetrSichV
und der Druckgeräteverordnung (14. GSGV) entsprechen und
für einen Nennfülldruck von mindestens 200 bar zugelassen sein.**

Typische Werte:

Fülldruck	200 bar	Neue 200 bar Flaschen	232 bar	300 bar
Prüfdruck	300 bar	3 00 bar	3 48 bar	450 bar
Mindest-Berstdruck	450 bar	480 bar		675 bar

(von Stufe zu Stufe jeweils Faktor 1.5 bzw. 1.6)

Der tatsächliche Berstdruck neuer 200 bar - Flaschen ist > 500 bar!

Druckangaben in USA in psi (pound force square inch): $1 \text{ bar} = 14.504 \text{ psi}$

3.2.2. Gasflaschen und deren Kennzeichnung

Die europäische Norm **DIN EN 1089** "Ortsbewegliche Gasflaschen; Gasflaschen-Kennzeichnung" regelt die Kennzeichnung von Gasflaschen. Sie wurde im Juli 1997 veröffentlicht und am 1.9.97 angenommen. In Deutschland wird seit dem 1.1.1998 nach dieser Norm verfahren. Für die alte Kennzeichnungsvorschriften gilt bis zum 1. Juli 2006 eine Übergangsfrist.

Damit es in der Übergangszeit zu keinen Verwechslungen kommt, werden alle Gasflaschen mit Farbcodierung nach neuer Norm mit dem Buchstaben "N" zweimal auf der Schulter kenntlich gemacht (diametral versetzt).

Die Norm besteht aus den drei Teilen:

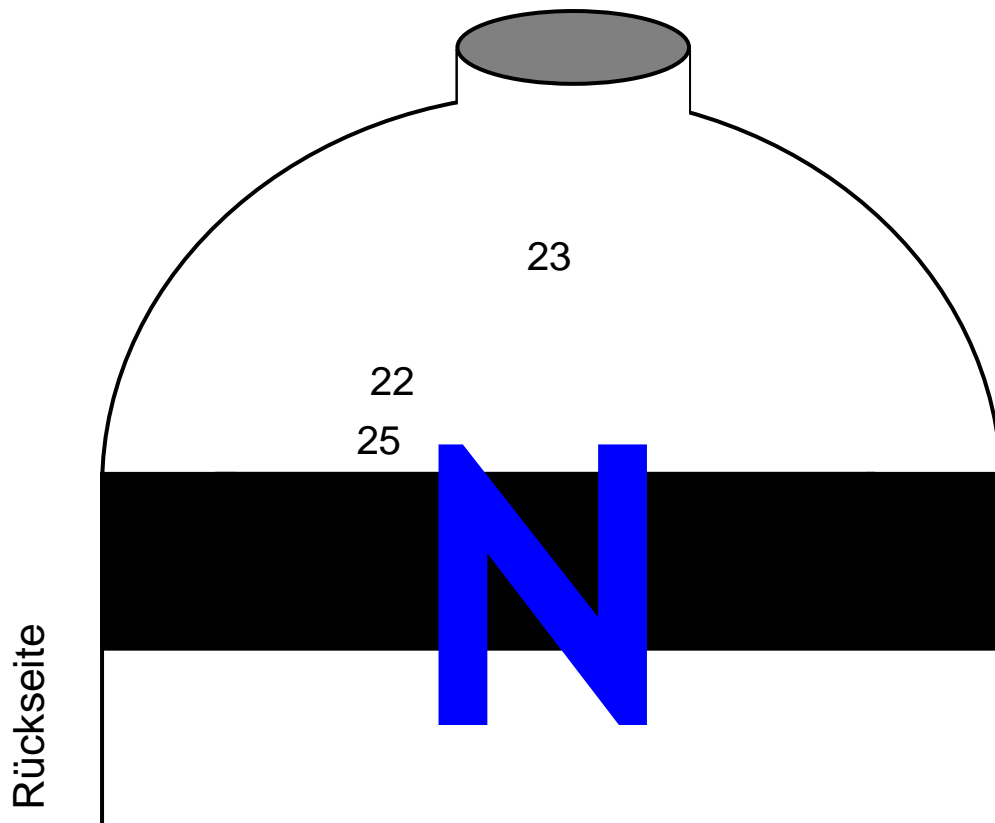
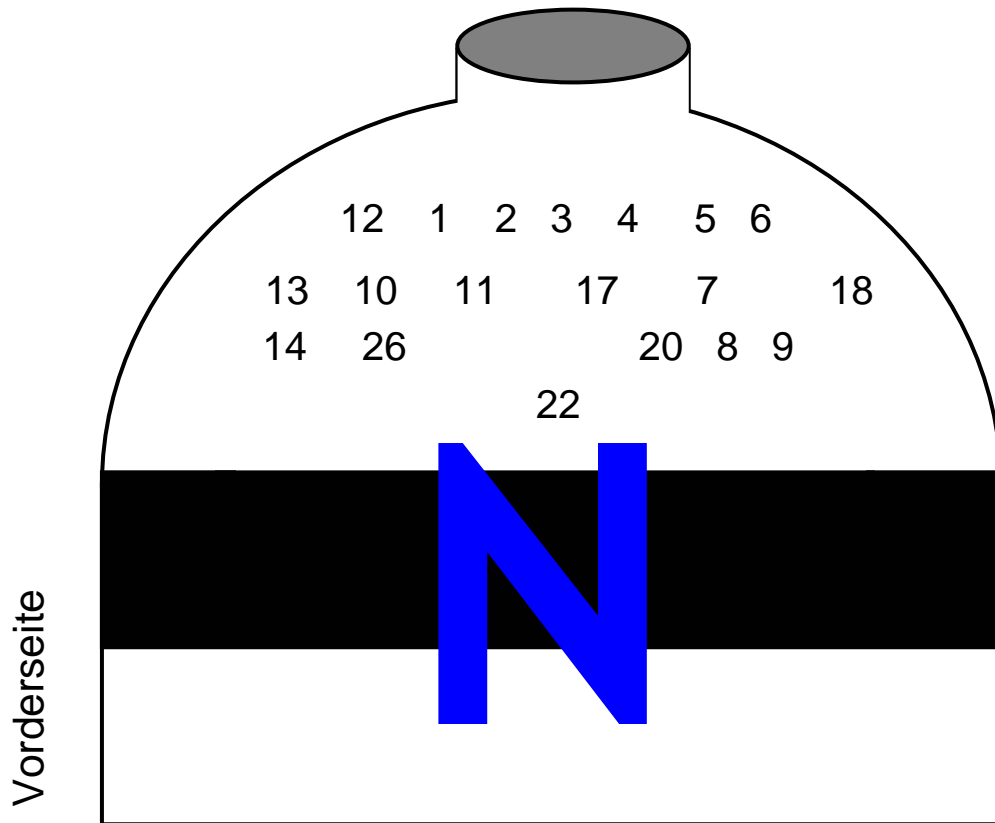
- DIN EN 1089-1: **Stempelung**
- DIN EN 1089-2: **Gefahrzettel**
- DIN EN 1089-3: **Farbkodierung**

Mit der Umstellung wurde aber bereits am 1. Januar 1998 begonnen.

Stempelung

Die verbindliche dauerhafte Stempelung erfolgt an der Flaschenschulter. Es wird dabei zwischen der Herstellerstempelung (1-14) und der Betriebsstempelung (15-26) unterschieden.

Lage der Stempelung an der Faschenschulter nach DIN EN 1089-1



Herstellerstempelung:

- 1 Norm (z. B. EN 144)
- 2 Herkunftsland (z. B. **D** = Deutschland)
- 3 Herstellerkennzeichen (Name und/oder Warenzeichen, z. B. **Draeger**)
- 4 Herstellungsnummer
- 5 Stempel für die zerstörungsfreie Prüfung der Flasche (z. B. **UT** = Ultraschall)
- 6 Kennzeichnung der Kompatibilität mit Stahl
- 7 Prüfdruck (z. B. **PT332 bar** oder **PH 332 bar**)
- 8 **CE – Kennzeichnung** (Überprüfungsstempel)
- 9 Prüfdatum Jahr (JJ) und Monat (MM) der Herstellungsprüfung
- 10 **Leergewicht** (z. B. **11 kg**), ohne Ventil, Ventilschutzkappe und ohne Anstrich)
- 11 **Fassungsraum** (= Volumen, z. B. **10l**)
- 12 Kennzeichnung des Flaschengewindes
- 13 Garantierte Mindestwanddicke in mm (z. B. **5,8**)
- 14 Kennzeichnung der Aluminiumlegierung, falls erforderlich, davor das Präfix **AA**

Betriebsstempelung:

- 15 *Identität der porösen Massen*
- 16 *Erkennung des Inhalts*
- 17 Arbeitsdruck (= **Höchster Flaschendruck in bar bei 15° C**)
- 18 Maximal zulässiges Füllgewicht
- 19 *Gesamtgewicht*
- 20 *Tara-Gewicht*
- 21 *Kennzeichnung von Lösungsmitteln für Acetylenflaschen*
- 22 **Prüfstempel und Prüfdatum der wiederkehrenden Prüfung**
- 23 Raum für zusätzliche Stempel oder Aufkleber
- 24 *Prüfstempel der die korrekte Massenbestimmung bestätigt*
- 25 Lebensdauer für Flaschen aus Verbundwerkstoff; NLL = unbegrenzte Lebensdauer, FIN = begrenzte Lebensdauer mit Angabe von Jahr und Monat
- 26 Unterwassergebrauch von Flaschen aus Verbundwerkstoff = **UW**

Veraltete Kennzeichnung auf Druckluftflaschen

Vor Inkrafttreten der DIN EN 1089 wurde die Kennzeichnung von Druckluftbehältern (Druckluftflaschen) durch die „Technischen Regeln Druckgase (TRG)“ festgelegt:

Dauerhafte Kennzeichnung an geschützter Stelle (zwingend vorgeschrieben, soweit hier nicht anders angegeben):

- Behälterdaten (Hersteller):
 - o Festigkeitskennwert K
 - o Kennbuchstabe der Wärmebehandlung (*V= vergütet*)
 - o Fassungsraum (= *Inhalt*, z. B. *12 Liter*)
 - o Prüfüberdruck (z. B. *300 bar*)
 - o Leergewicht (z. B. *10,40 kg*)
 - o Bauartzulassungszeichen (z. B. *01D49*)
 - o Herstellungsnummer (*Fabrikations-Nummer*)
 - o Prüfzeichen des Sachverständigen
 - o Name oder Firmenzeichen des Herstellerwerkes (Angabe freigestellt)
 - o Kennbuchstabe für das Land des Herstellerwerkes (Angabe freigestellt)

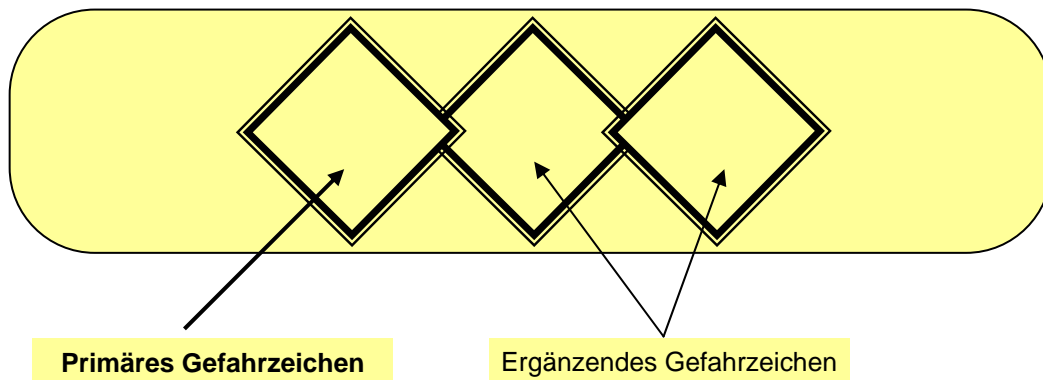
- Betriebsfertiges Herrichten:
 - o Bezeichnung des Druckgases, eine der folgenden Angaben: :
 - o DRUCKLUFT-TG
 - o PRESSLUFT-TG
 - o DRUCKLUFT FÜR TAUCHGERÄTE
 - o PRESSLUFT FÜR TAUCHGERÄTE
 - o Höchstzulässiger Überdruck der Füllung (bei 15°C) (= *Fülldruck*) in bar
 - o Erstes Prüfdatum (z. B. *3.94*)
 - o Prüfzeichen des Sachverständigen
 - o Datum (Monat/Jahr) oder Jahr des 1.wiederkehrenden Prüfens
 - o Name oder Firmenzeichen des Eigentümers (Angabe freigestellt)
 - o Eigentumsnummer (Angabe freigestellt)

- Wiederkehrendes Prüfen:
 - o Prüfzeichen des Sachverständigen
 - o Datum (Monat/Jahr) oder Jahr des nächsten Prüfens

Gefahrzettel

Der Gefahrzettel (Aufkleber) besteht aus zwei Teilen:

- Gefahrgutzeichen (bis zu drei auf die Spitze gestellte Quadrate) entsprechend dem Klassifizierungssystem für gefährliche Güter (festgelegt durch die Vereinten Nationen [UN])
- Feld mit Kennzeichnung des Gases (z. B. Name des Gases chemisches Zeichen, Anweisungen für den Transport, die Lagerung, den Gebrauch, usw.)



Beispiel:



Kennzeichnung

Die Farbcodierung hat in erster Linie den Sinn, die Gefahr, die in Verbindung mit dem Inhalt einer Gasflasche steht, so kenntlich zu machen, daß diese schon von Weitem erkennbar ist. Die Kennzeichnungen müssen auf den Flaschenschultern angebracht werden.

Die Farblackierung stellt nur eine zusätzliche Markierung des Flascheninhaltes dar um in Notsituation die Hilfskräfte auf Gefahren hinzuweisen. Maßgebend für die Füllung ist aber stets die verbindliche Beschriftung nach dem Gefahrgutrecht (ADR und GGVSE), d.h. die entsprechende UN-Nummer mit Kennzeichnung (siehe hierzu Kapitel 3.2.3).

Farbkennzeichnung nach DIN EN 1089-3

Alle Flaschen mit **Atemgasen** (Luft (Atemluft), Sauerstoff) erhalten im zylindrischen Teil einen weißen Anstrich.

Luft (Atemluft) wird zusätzlich mit einem schwarzen Ring gekennzeichnet, während eine Flasche mit 100% Sauerstoff komplett weiß bleibt.

Alternativ (aber in Deutschland nur bei der Feuerwehr üblich)

Flaschenschulter: Weiß/Schwarz als **Segmentkennzeichnung** (4 Segmente: je 2 gleiche gegenüberlegend); vorzugsweise: reinweiß RAL9010 tiefschwarz RAL 9005

In der Übergangszeit bis 1.7.2006 erfolgt eine zusätzliche Kennzeichnung mit dem Buchstaben "N".



Druckluft (Atemluft)

Im zylindrischen Teil ein weißer Anstrich.

Zusätzlich ein schwarzer Farbring in Schulternähe

Farbkennzeichnung nach alter Festlegung

(Deutscher Druckgasausschuss zur Gefahrenkennzeichnung von Druckgasbehältern, Beschluß 13-78):

Flaschenschulter oder ein mindestens 5 cm breiter Farbring in der vorgeschriebenen Farbe

Druckluft: grau

Sauerstoff: blau

Farbe der übrigen Wandung

Druckluft: gelb (signalgelb)

Sauerstoff: blau (signalblau)

Alle Flasche für Gase zur Inhalation (Atemgase) und für medizinische Anwendungen haben im zylindrischen Teil einen weißen Anstrich. Im Unterschied dazu erhalten Gasflaschen für den industriellen Einsatz einen farbigen Anstrich.











3.2.3. Transport von Gasflaschen: GGVS (Gefahrgutverordnung Straße) und ADR

Die GGVS (Gefahrgutverordnung Straße) regelt den Transport gefährlicher Güter innerhalb der Bundesrepublik Deutschland. Zu diesen **gefährlichen Gütern** gehören (Gefahrenklasse 2) verdichtete, verflüssigte oder unter Druck stehende Gase. Geregelt ist u.a. die Kennzeichnung der Gasflaschen, ihr Transport und die Sicherheitsanforderungen. Seit 1.1.1997 gilt in allen Staaten der EU das "**Europäische Übereinkommen über die Internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR)**". Es muss daher von allen Tauchern im grenzüberschreitenden Verkehr beachtet werden. Betroffen sind Druckgasbehälter (Druckluft-, Sauerstoff- und Nitroxflaschen, Rettungswesten und Signalpatronen). Verstöße gegen die GGVS bzw. die ADR werden mit Bußgeld geahndet (bei Druckluftflaschen: 100 bis 200 €).

Beim Transport von Gasflaschen (unter normalen Beförderungsbedingungen) ist grundsätzlich ein Freiwerden des Inhaltes zu verhindern. Dies kann bei Druckluftflaschen (Tauchflaschen) dadurch erreicht werden, dass eine **Verschlusschraube am Seitenstutzen** des Flaschenventils so fest eingeschraubt wird, dass bei einem ungewollten Öffnen des Flaschenventils (z. B. durch Transporterschütterungen) kein Gas abströmen kann. Alternativ kann auch ein Atemregler montiert werden.



Die **verbindliche Beschriftung nach dem Gefahrgutrecht** (ADR und GGVSE), d.h. die entsprechende **UN-Nummer** mit Kennzeichnung, sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

	Behördliche Bezeichnung	UN-Nummer	Gefahrklasse	Gefahrzettel / -Nr. (Gefahrzeichen)
Atemluft (enthält max. 23,5 % O ₂)	Luft, verdichtet (Druckluft)	1002	2	2.2 
Sauerstoff	Sauerstoff, verdichtet	1072	2	2.2 und 5.1  
Nitrox	Verdichtetes Gas, oxidierend N.A.G.* (Nitrox)	3156	2	2.2 und 5.1  
Rettungswesten	Rettungsmittel, selbstaufblasend	2990	9	9 
Rettungswesten	Rettungsmittel, nicht selbstaufblasend	3072	9	9 
Signalpatronen	Patronen, Signal	0054	1	1.3G über der Ziffer 1 

* N.A.G. = nicht anderweitig genannt

Gefahrgutklasse	Unterklasse	
1		Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff
	1.3 G	Nicht massenexplosionsfähige Stoffe, die jedoch eine Feuergefahr und geringe Gefahr durch Luftdruck oder durch Splitter-, Spreng- und Wurfstücke aufweisen
2		Gase
	2.2	Nicht entzündbare, nicht giftige Gase
5.1		Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe und organische Peroxide
	5.1	Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe
9		Sonstige gefährliche Stoffe und Gegenstände

Signalpatronen

Wenn Aufschrift und Gefahrzeichen nicht am Gerät angebracht werden können, gehören beide Kennzeichnungen auf ein Täfelchen, das am Signalmittel befestigt wird.

Rettungswesten und Jackets

Im verpackten Zustand, wenn die Geräte nicht schnell identifiziert werden können, ist die Verpackung entsprechend zu beschriften.

Ladungssicherung

Entsprechend der Straßenverkehrsordnung müssen alle Verkehrsteilnehmer **ihre Ladung verkehrssicher** verstauen. **Druckluftflaschen sind gegen Fortrollen bzw. Umfallen zuverlässig zu sichern.** Sie sind quer zur Fahrtrichtung zu laden.

Flaschenventile sind beim Transport wirksam gegen Beschädigungen (z. B. aufgrund eines Sturzes) zu schützen. Zum Erreichen dieses Zieles sind verschiedene Massnahmen möglich. Dazu gehören u. a. Schutzkappen, Schutzkragen und/oder Schutzkisten (mit entsprechenden Aufklebern). Schutzkappen/-kragen sind mit Löchern zu versehen, um ein Entweichen des Gases bei Undichtigkeit zu ermöglichen.



Ausnahmen

Für Forschungstaucher, Rettungstaucher, „Privattaucher“, Berufstaucher, Sporttaucher, Tauchvereine und gewerbliche Tauchschulen gelten teilweise Ausnahmeregelungen bzw. die Vorschriften des ADR sind nach derzeitiger Rechtsprechung nicht anzuwenden. Beispielsweise ist die Verwendung von Ventilschutzkappen und das Anbringen von Gefahretiketten und entsprechenden Kennzeichnungen bzw. Lackierungen für „Privattaucher“ nicht mehr notwendig.

3.2.4. Wiederkehrende Prüfung: Betriebssicherheitsverordnung [BetrSichV]

Alle Druckbehälter über 0,22 l sind regelmäßig (wiederkehrende Prüfung) durch einen Sachverständigen zu überprüfen.

Durch die Betriebssicherheitsverordnung wurden neue Regeln für Arbeitsmittel und überwachungsbedürftige Anlagen festgelegt. Zukünftig hat der Betreiber die Prüffristen aufgrund einer sicherheitstechnischen Bewertung selbst zu ermitteln. Hersteller und zugelassene Überwachungsstellen können kürzere Fristen festlegen. Die neuen Höchstfristen dürfen dabei aber nicht überschritten werden (siehe Weiteres im Folgenden).

Wiederkehrende Prüfungen nach § 15 BetrSichV

von Atemschutzgeräten, die als Tauchgeräte für Arbeits- und Rettungszwecke verwendet werden, durch eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) (z. B. "TÜV")

Höchstfristen:

- Festigkeitsprüfung (F) **spätestens alle 5 Jahre**
- äußere Prüfung, innere Prüfung und Gewichtsprüfung (i) **alle 2,5 Jahre**

Unter einer Festigkeitsprüfung ist eine Wasser-Druckprüfung zu verstehen.

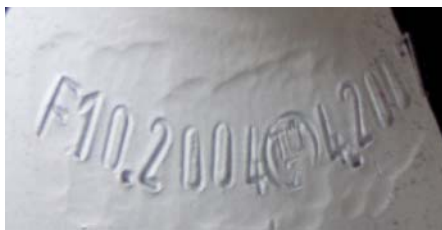


Abb.: **F**- Festigkeitsprüfung
Geprüft 10.2004
Nächste Prüfung: 4.2007

Für alle **derzeit** im Markt befindlichen Tauchgeräte (Inbetriebnahme vor dem 01.01.2003) (Stahl-, Alu-, CFK-TG) gibt es derzeit unterschiedliche Interpretationen. Teilweise wird weiterhin von einer **2 Jahres-Prüffrist** ausgegangen.

(Speicherflasche (Druckbehälter),
kein "TG": 10 Jahre)

Bauartzulassung

Flaschen, Ventile, Tauchgeräte, Jackets werden innerhalb der EG nach bestehenden EG-Normen geprüft und erhalten nach Zulassung das CE-Zeichen.

Für neue Flaschen gilt jetzt:

Druckgasflaschen mit Ventil erhalten eine Bauartzulassung mit CE-Zeichen. Sie sind eine Baugruppe entsprechend der DIN EN 250. Tauchflasche und Ventil bekommen somit eine gemeinsame Zulassung und sind auch so gekennzeichnet. Darauf ist beim Kauf zukünftig deutlich zu achten. Die Bauartzulassung erlischt beim Einschrauben eines anderen Ventils!

Bei Reparaturen dürfen nur noch **Originalersatzteile** (mit Herstellerkennzeichnung) verwendet werden.

Beim Kauf von Druckluftflaschen im Ausland und beim Kauf älterer, gebrauchter Geräte ist auf die Bauartzulassung zu achten.

In älteren deutschen Tauchgeräten ist die Bauartzulassung eingestempelt, z. B.:

11D25 82D27 85D23

(Dabei bedeuten die ersten beiden Ziffern :

11: Schleswig-Holstein, 82: RegBez. Arnsberg 85: RegBez Köln,

und der Buchstabe **D**: gefertigt in Deutschland (Autokennzeichen)

und die letzten beiden Ziffern eine lfd. Nr.).

Die Bauartprüfung erfolgte für Ventile durch die Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) in Berlin und für Druckgasbehälter durch den TÜV.

Durch die neuen EG-Richtlinien sind bezüglich der Bauartzulassung Änderungen eingetreten!

Hinweis:

💧* Explosionsgefahr!

Werden Tauchflaschen auf **> 177 °C** erwärmt, z. B. bei neuer Lackierung, ermüdet das Material und die Flasche kann beim nächsten Füllen **explodieren!**

3.2.5. Arbeitsschritte bei der „Wiederkehrenden Prüfung“

Folgende Arbeitsschritte werden bei der Prüfung von Druckluftflaschen (*Kosten: etwa 25 € (ggf. zzgl. Innenreinigung (Sandstrahlen))*) durchgeführt:

1. Demontage (Tragschale, Standfuß, Ventil)
(Tragschale und Standfuß am besten selber abbauen)
2. Kontrolle: Prüfnummer, Kennzeichnungen
3. Innenkontrolle: Rost, Lochfraß, evtl. Wanddickenmessung
4. Wiegen *(max. 3% Abweichung vom eingeschlagenen Nettogewicht zulässig)*
5. Druckprobe mit Wasserfüllung: 1,5 × Fülldruck
6. Klangprobe
7. Flasche leeren und trocknen
8. neuer TÜV-Stempel
9. Montage (Tragschale, Standfuß, Ventil)

3.2.6 Korrosion an Druckluftflaschen

Stahlflaschen und Aluminiumflaschen sind **durch Rost und Korrosion gefährdet!**

Schutzmaßnahmen bei Aluminium:

Reines Aluminium überzieht sich mit einer harten und elektrisch isolierenden Schutzschicht.

Schutzmaßnahmen bei Stahl:

außen: flamspritzverzinkt und nachfolgend einfache Lackschicht

innen: Innenauskleidung ist in Deutschland nicht zulässig

- wg.
- a. *Unterrostung bei Lack und Kunststoffen*
 - b. *echte Überzüge (z. B. Zink) können mit O₂ unter erhöhtem Druck reagieren und dann giftige Stoffe freisetzen!*

Flamspritz-Verzinkung:

Zink wird in einem speziellen Brenner verflüssigt und unter Druck auf das vorher durch Sandstrahlen gereinigte Eisen aufgespritzt.

Elektrochemische Spannungsreihe

Gold	1.50
Platin	0.86
Silber	0.80
Kupfer	0.34
Wasserstoff	0.
Blei	-0.13
Zinn	-0.14
Nickel	-0.23
Stahl V4A	-0.23
Eisen	-0.44
Zink	-0.76
Aluminium	-1.67
Magnesium	-2.40



Wird Grundmaterial (z.B. Eisen) mit unedlerem Material (z.B. Zink) überzogen, entsteht bei Anwesenheit eines Elektrolyten (z.B. Seewasser) ein Element, das das unedlere Material zerstört. (Beispiel: Eisen wird geschützt, Zink zerfällt in weißes Pulver.) Die Zerstörung ist um so größer, je entfernter die Materialien in der elektrochemischen Spannungsreihe voneinander entfernt sind.

Bei **Aluminium-Tauchflaschen** besteht eine erhöhte Korrosionsgefahr an der Kontaktstelle zwischen der Flaschenwandung (wenig edles Aluminium) und den Edelstahlschellen (z.B. Nickel) der Flaschenhalterung sowie zwischen dem Flaschenventil und der Flasche. Die Spannungsdifferenz zwischen Aluminium und Nickel in Seewasser beträgt deutlich mehr als 1 Volt. Durch eine geeignete Isolierung (z. B. Gummi, Teflonband o.ä.) wird der Stromfluss verhindert.

3.2.7. Vergleich: Aluminiumflaschen ↔ Stahlflaschen

Beispiel

	Stahl	Aluminium	Vergleich
Höhe	540 mm	670 mm	+24 %
Durchmesser	175 mm	175 mm	
Gewicht	10,25 kg	12,5 kg	+22 %
Volumen	ca. 11,7 l	ca. 15,1 l	+28 %
Auftrieb ohne Ventil	1,45 kg	2,6 kg	+1,15 kg (80 %)

Nachteile: Aluminium-Flaschen sind größer als Stahlflaschen (gleichen Innenvolumens)
→ man braucht mehr Blei.

Über Wasser schwerer → man braucht mehr Kraft.

Stärkere Korrosionsgefahr am Ventilgewinde,
Gegenmaßnahme: Isolierung mit Teflonband.

Lacknachbesserung durch Einbrennlackierung nicht möglich.

💣* **Explosionsgefahr!**

Aluminium ist weicher als Stahl und verschrammt daher leichter.

Vorteile: In Verbindung mit Salzwasser weniger rostanfällig (= höhere Korrosionsbeständigkeit, selbsthemmend) als Stahlflaschen.

Weniger anfällig durch mechanische Beschädigungen.

Kein extra Standfuß notwendig, da der Flaschenboden flach ist.

Tauchbasen in Urlaubsgebieten benutzen bevorzugt Aluminiumflaschen, da sie im Hinblick auf die Korrosionsanfälligkeit etwas sicherer sind. In Deutschland haben sie nur einen geringen Marktanteil.

Bei vollständiger Entleerung einer Westennotflasche ist die Gefahr des Eindringens von Wasser sehr groß. Deshalb sollten Westennotflaschen generell aus Aluminium sein, da bei diesem Material die Korrosionsgefahr geringer ist.

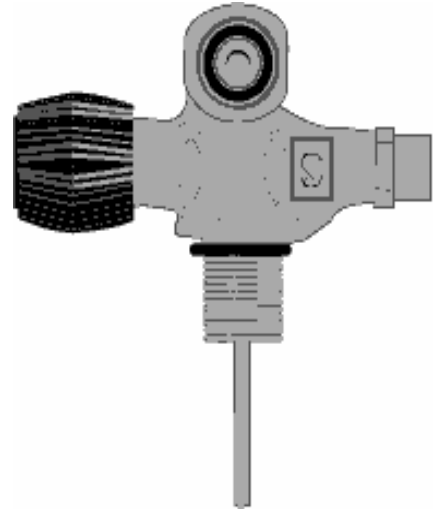
3.2.8. Flaschenventil(e)

Flaschenventile sind die **Absperreinrichtung** der Druckluftflaschen (**Druckgasbehälter**). Die Flaschenventile müssen den zutreffenden nationalen oder europäischen Vorschriften entsprechen und für den Nennbetriebsdruck geprüft und zugelassen sein. Die Ventiltgewinde müssen der EN 144-1 entsprechen. Die bevorzugten Ausführungen sind M 18 × 1,5 und M 25 × 2.



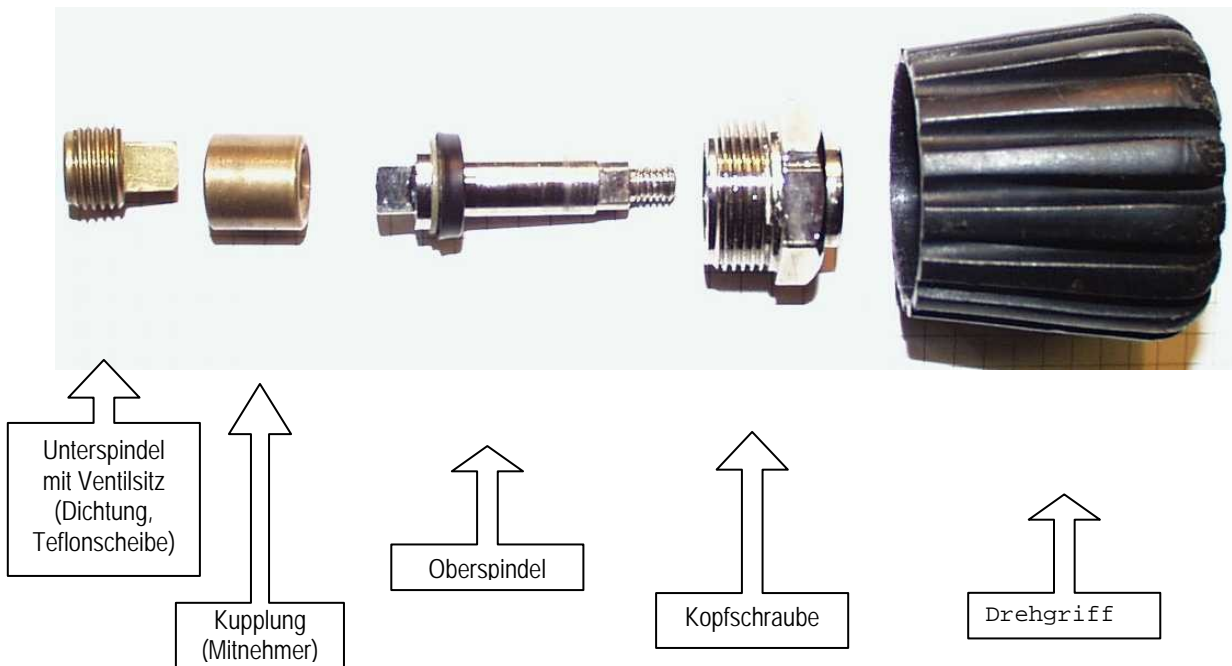
Der Ventilkörper wird aus Messinglegierungen hergestellt, deren Härte je nach Hersteller unterschiedlich sein kann.

Dräger Doppelventil
(Zwei Abgänge)



3.2.8.1. Funktion

Bei der Mehrzahl der Flaschenventile wird durch Drehen eines Handrades eine Dichtung (Teflonscheibe) auf den Ventilsitz des Flaschenventilkörpers aufgedrückt. Die DIN EN 250 verlangt dazu, daß mindestens zwei Umdrehungen zwischen der vollen Offen-Stellung bis zur



vollen Geschlossen-Stellung notwendig sind. Die Drehbewegung des Handrades wird über eine Oberspindel durch eine Kupplung (Mitnehmer) in eine auf- bzw. abwärts gerichtete Bewegung der Unterspindel übertragen.

Rechtsdrehung schließt das Ventil. Wird das Flaschenventil unnötig kräftig zuge dreht, kommt es zu einem schnellen Verschleiß der Dichtung. Dies ist deshalb zu vermeiden.

Linksdrehung öffnet das Ventil. Die Drehung erfolgt ohne großen Kraftaufwand bis sich ein Widerstand (Anschlag) fühlen läßt. Anschließend erfolgt eine viertel bis halbe Umdrehung zurück (Rechtsdrehung). Durch die halbe Rückdrehung wird vermieden, daß sich das Ventil am Anschlag befindet und dort durch Stöße oder thermische Spannungen beschädigt wird.

Von der italienischen Firma Scubapro wird ein bauartzugelassenes Flaschenventil mit **Kugelventil** (Kugelhahn) angeboten. Die Dichtung erfolgt durch eine in einer Teflonschale eingelagerte durchbohrte Edelstahlkugel. Das Ventil ist geschlossen, wenn die Kugelöffnung quer zur Gasströmungsrichtung liegt. Durch eine **¼ Drehung des Handgriffs** (Kugel wird dadurch um 90° gedreht) erfolgt der **Wechsel zwischen den Stellungen OFF / ON**. Der Vorteil dieses Ventils liegt im geringeren Verschleiß der Dichtung und in der Anzeige des Schließzustandes. Nachteilig ist der beim Öffnen schlagartig einsetzende Gasstrom.



Grundsätzlich empfehlenswert sind Flaschenventile mit zwei separaten, einzeln absperrbaren Abgängen. Damit wird der gleichzeitige Betrieb von zwei von einander unabhängigen Atemreglern ermöglicht. Bei Ausfall eines Atemreglers durch Vereisung und resultierendem unkontrollierten Abströmen des Luftvorrates kann durch Schließen des jeweiligen Ventils der unnötige Luftverbrauch unterbunden werden.

Flaschenventile können mit einer **Reserveschaltung (Reserveventil)** ausgerüstet sein, die den Taucher beim Erreichen eines Flaschendruckes ≥ 50 bar durch einen deutlichen Einatemwiderstand auf das zu Ende gehen des Atemluftvorrates hinweist.

Das Reserveventil muß vor dem Tauchgang entweder manuell oder automatisch funktionsbereit gemacht werden. Hierauf hat der Signalmann bzw. der Tauchpartner außerordentlich zu achten und direkt vor dem Abstieg noch einmal zu kontrollieren. Die Schalteinrichtung darf keine unbeabsichtigte oder zufällige Betätigung erlauben (z. B. bei Berührung/Kontakt mit Unterwasserhindernissen).

Ein automatisches Reserveventil muß während des Füllens automatisch bei einem Flaschendruck von nicht mehr als 150 bar auf Funktionsbereitschaft geschaltet werden und geöffnet bleiben, wenn es bei einem Flaschendruck unter 80 bar betätigt wurde.

3.2.9 Einschraubgewinde

Bezeichnung	Dichtungsart	Anzugsmoment
Zylindrisches Gewinde (groß) M 25 × 2 DIN EN 144-1 Druckluftflaschen für Leichttauchgeräte	O-Ring 25 × 3,55 (25 × 2,55)	100 Nm (Alu, Stahl)
Zylindrisches Gewinde (klein) M 18 × 1,5 DIN EN 144-1 Druckluftflaschen für Rettungs- und Tarierwesten	O-Ring 18 × 2,65	100 Nm (Stahl) 70 Nm (Alu) A.P.Valves: 40 Nm
Kleinkonisch Kegel 3:25 DIN 477 W 19,8 * 1/4 keg Tiefe 21 mm	Nicht mehr normgerecht! Teflonband	100 Nm (Stahl) 95 Nm (Alu)
Großkonisch Kegel 3:25 DIN 477 W 28,8 * 1/14 keg Tiefe 26 mm	Nicht mehr normgerecht! Teflonband	200 Nm (Stahl) 110 Nm (Alu)
Grundsätzlich gelten die Bedienungs-/Wartungsangaben der Hersteller!		

Teflondichtung mehrmals um das Gewinde wickeln.

Wickelrichtung so, daß sich die Dichtung zusätzlich beim Einschrauben festzieht.

Dichtung als Kontaktkorrosionsschutz oben überstehen lassen.

Wichtige Hinweise:

- ① Nach DIN EN 144-1:1991 sind die Schraubverbindungen zwischen Ventil und Druckgasflasche genormt. Dadurch wurde die Norm DIN 477-6:1983 teilweise ersetzt. In beiden Normen ist das in obiger Tabelle genannte zylindrisches Gewinde (groß) M 25 × 2 enthalten. Zwischen beiden Normen gibt es gravierende Unterschiede in der Kontur des Dichtungsbereiches zwischen Flaschenhals und Ventileinschraubstutzengewinde. Derzeit befinden sich Druckgasflaschen beider Normen auf dem Markt. Ventile dürfen deshalb nur durch Fachleute montiert werden! Es besteht die Gefahr von Undichtigkeiten. Durch eine Querbohrung (Entlastungsbohrung) im Gewindeteil neuerer Ventile wird das Herausschleudern des Ventils verhindert.
- ② In England wurden bisher ähnliche Gewinde (R 3/4 ") verwendet. Beim Einbau von Ventilen nach DIN EN in diese Gewinde besteht die Gefahr, daß das Ventil ab etwa 150 bar herausgeschleudert wird!

Die DIN EN 250 läßt für die Verbindung Flaschenventil ↔ Atemregler folgende Anschlüsse zu:

- ISO 5145 " Cylinder valve outlets for gas mixtures – Selection and dimensioning": Der neue Vorschlag über "Allocation of cylinder valve outlets for gases for medical use" soll als separate Norm erscheinen.
- ISO 12209-1 Yoke type connections
(Bügelanschluß (INT), bis 232 bar)
- ISO 12209-2 Threaded connections
(Gewindeanschluss, etwa DIN 477-1)
[5/8“ Zoll Innengewinde am Flaschenventilabgang]
Anschluss 13 (Fülldruck bis 200 bar) (Einschraubtiefe 15 mm),
Anschluss 50 (Fülldruck bis 300 bar) (Einschraubtiefe 22 mm)
- ISO 12209-3 Adapter DIN → INT bis max. 230 bar



(Dem Autor liegen die genauen Bestimmungen zu den Anschlüssen leider noch nicht vor; deshalb vorerst als vorläufige Angaben einstufen!)

Anschlüsse nach ISO 12209-2 sind Stutzen mit Schraubgewinde (früher DIN 477). Diese sind die in Deutschland verwendeten Standardanschlüsse.

Die Anschlüsse nach ISO 12209-1 sind dagegen Bügelanschlüsse, auch als INT bezeichnet. Trotz der Abkürzungsbezeichnung INT handelt es sich dabei nicht um eine internationale Norm, sondern um eine Bezeichnung aus Gründen des Marketings. Weltweit gibt es derzeit etwa sieben unterschiedliche Bügelanschlüsse, man muß daher ggf. den jeweils richtigen Anschluß mitführen!

Zur Anpassung unterschiedlicher Gewinde gibt es passende Adapter (Zwischenstücke). Außerdem gibt es sogenannte Kombiventile die sowohl für DIN - als auch für INT-Anschlüsse ausgerüstet werden können.

3.2.11 Wasserschutzrohr und Sinterfilter

Die DIN EN 250 verlangt im Flascheninneren einen Schutz für das Ventil gegen das Mitreißen von Schmutz, festen Teilchen und Wasser aus dem Flascheninneren. Dies kann z. B. durch ein Schutzrohr mit mindestens 30 mm Länge und einem Innendurchmesser von mindestens 2,5 mm erreicht werden. Falls ein zusätzlicher Filter vorhanden ist, dann muß dieser eine Oberfläche von mindestens 900 mm² haben und zuverlässig mit dem Rohr verbunden sein. Dieser Filter ist nicht zwingend vorgeschrieben.

3.2.12 Sicherheitseinrichtungen

Die DIN EN 250 verlangt mindestens eine der folgenden Sicherheitseinrichtungen:

- **Manometer**
- **Reserveventil**
- **Aktive Warneinrichtung**

Wenn die vorhersehbaren **Einsatzbedingungen es erfordern** (z. B. schlechte Sicht, Strömung, Eis), muß das Leichttauchgerät entsprechend den Gefahren mit **einer oder mehreren** der oben aufgeführten **Sicherheitseinrichtungen zusätzlich** ausgestattet sein.

Die bisher übliche Bezeichnung "Finimeter" für Manometer sollte nicht mehr verwendet werden.

Die Sicherheitseinrichtung muß dem Taucher deutlich anzeigen, daß der verfügbare Luftvorrat zu Ende geht. Sie muß den Taucher spätestens dann informieren, wenn der Flaschendruck auf 50 bar gesunken ist. Bei Ausrüstung mit mehreren Flaschen muß dieser Druck **in allen Flaschen** vorhanden sein. Bei einem "**Doppelpaket**" (z. B. 2 x 7 l DTG) muß die Sicherheitseinrichtung, falls sie nur auf eine Flasche wirkt, deshalb bereits **bei 100 bar** ansprechen!

**Sicherheitseinrichtung muß wirksam werden,
wenn der Flaschendruck auf 50 bar gesunken ist!**

Bei mehreren Flaschen muss dieser Druck in allen Flaschen vorhanden sein!

Bei manuellen/automatischen Reserveschaltungen wird der Einatemwiderstand durch ein Absperrventil erhöht, wenn der Flaschendruck den Grenzwert erreicht.

Aktive Warneinrichtungen sind beispielsweise:

- Pneumatische Auftriebswarnung (Luft strömt in einen Auftriebskörper, z.B. in eine Rettungsweste).
- Pneumatische Akustikwarnung (Luftstrom erzeugt einen Warnton).
- Elektronische Warnung (z. B. via Tauchcomputer, opt. (+ akust.) Warnung).

Der Anzeigebereich des Manometers muß von der Nullmarke bis zu einem Wert reichen, der 20 % über dem Nennbetriebsdruck der Druckluftflasche(n) liegt. Die Skaleneinteilung oder die Skalierung darf 10 bar nicht überschreiten. Der Bereich unter 50 bar muß deutlich hervorgehoben sein.



Die Verbindung des Manometerschlauches am Druckminderer muß so gebaut sein, da sie bei einem anstehenden Druck von 100 bar nicht mehr als 100 l/min Luft durchläßt (Drosselboh-

rung). Die Sichtscheibe des Manometers muß aus einem Werkstoff sein, der bei Bruch nicht splittert.

Erst nach dem vollständigen Öffnen des Flaschenventils sollte der Taucher direkt auf die Anzeige des Manometers schauen. Andernfalls könnte es durch die erste Druckwelle bei einem defekten Manometer zu Verletzungen kommen, wenn beispielsweise die Sichtscheibe trotz der Normvorgaben zersplittert. Diese Gefahr besteht natürlich besonders bei älteren Modellen.

3.3. Atemregler

Ein Atemregler besteht aus:

- **Druckminderer**

Der Druckminderer reduziert den Hochdruck (*Druck in der (den) Druckluftflasche(n)*) unter Berücksichtigung des aktuellen Umgebungsdruckes (*Tauchtiefendruck*) auf den Mitteldruck (*Versorgungsdruck des Lungenautomaten*).

Der Mitteldruck (*Versorgungsdruck*) liegt geräteabhängig 4 bis 15 bar **über dem Umgebungsdruck** (*Tauchtiefendruck*), d.h. mit zunehmender Tauchtiefe nimmt auch der Mitteldruck zu. Im englischen Sprachgebrauch bezeichnet als "depth compensation".

- **Lungenautomat**

Die atemgesteuerte Dosiereinrichtung

- versorgt den Taucher mit einer ausreichenden Luftmenge.
- passt den Druck der Atemluft dem Umgebungsdruck an.
- führt die ausgeatmete Luft in das umgebende Wasser ab (*offenes System*).

**Der Atemregler
reduziert die hochkomprimierte Atemluft
auf den jeweiligen Umgebungsdruck.**

Der Atemregler ist der empfindlichste und für die Sicherheit wichtigster Teil der Taucherausrüstung! Seine Funktion ist gefährdet, wenn er nicht gut vor Verschmutzungen geschützt wird. Insbesondere ist darauf zu achten, dass er nicht auf dem Boden liegt oder über den Boden geschliffen wird. Dies gilt insbesondere bei Tauchereinsätzen in Freigewässern. Sandkörner und kleine Steine streben danach in die 2. Stufe zu gelangen, um dort ein ständiges Abblasen der Atemluft und/oder ein Eindringen von Wasser zu ermöglichen.

Bei niedrigen Wassertemperaturen (etwa unterhalb 6 °C) besteht bei vielen Atemreglern die **Gefahr des Einfrierens**. Durch geeignete Maßnahmen (z. B. mit Glycerin gefüllte Frostschutzkappen) und trockene Luft (entspr. DIN EN 12021) kann diese Gefährdung reduziert werden. Die entsprechenden Hinweise in den Gebrauchsanleitungen zu den Atemreglern sind zu beachten.

Atemregler sind nach jedem Einsatz mit Süßwasser zu spülen. Mindestens einmal jährlich soll der Atemregler zu einer autorisierten Servicestelle zur Wartung gegeben werden.

Bei den Atemreglern wird zwischen folgenden Merkmalen/Konstruktionen unterschieden:

- Einstufiger oder zweistufiger Atemregler
- Ein- oder Zweischlauchatemregler
- Ventile öffnen mit/gegen den Druck

- Kompensierter/nicht kompensierter Druckminderer
- Reduktion des Einatemwiderstandes durch Injektordüsen o. ä.

Konstruktionsmerkmale:

Die Ventile in dem Atemregler öffnen entweder

mit dem Druck

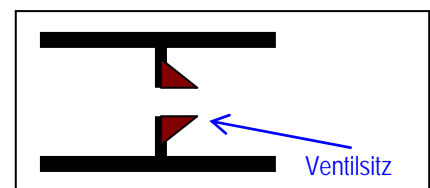
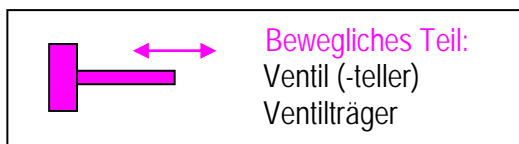
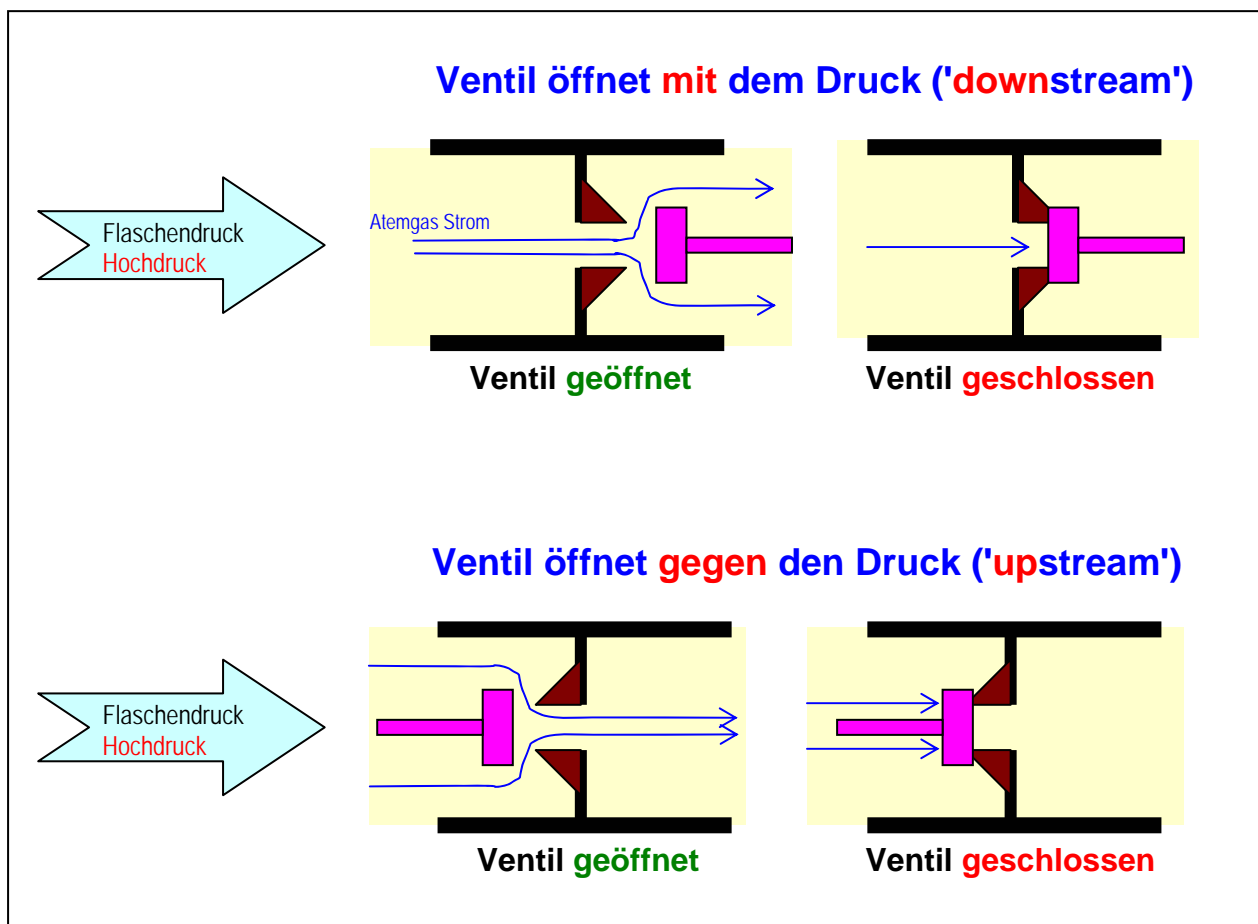
[Fachbegriff: "**downstream**" (stromabwärts)]

oder

gegen den Druck

[Fachbegriff: "**upstream**" (stromaufwärts)].

Ventilkonstruktionsmerkmale



Ventile, die **mit dem Druck** öffnen, dienen gleichzeitig als **Sicherheitsventil**.

Die Steuerung des Ventils, d.h. das Öffnen bzw. Schließen, erfolgt entweder über einen **Kolben** oder über eine **Membran**.

Bei einem **kompensierten** ("balancierten") **Druckminderer** ist die Funktion vom aktuellen Flaschendruck unabhängig. Bei nicht kompensierten ("nicht balancierten") Druckminderern, die gegen den Druck öffnen, steigt dagegen der Mitteldruck des Atemreglers bei fallendem Flaschendruck.

Bauartunterschiede bei zweistufigen Einschlauchatemreglern	
Druckminderer (1. Stufe)	
a)	membrangesteuert, öffnet gegen den Druck ('upstream'): Mitteldruck steigt, wenn Flaschendruck sinkt. (Ausnahme: POSEIDON Xstream)
b)	kolbengesteuert, öffnet (meist) mit dem Druck ('downstream'): Mitteldruck sinkt, wenn Flaschendruck sinkt.
c)	membrangesteuert, kompensiert: Mitteldruck konstant über Tauchtiefendruck
d)	kolbengesteuert, kompensiert: Mitteldruck konstant über Tauchtiefendruck
Lungenautomat (2. Stufe)	
a)	öffnet mit dem Druck (downstream)
b)	öffnet gegen den Druck (upstream) → 1. Stufe benötigt Sicherheitsventil!
a) b)	mit/ohne Injektorwirkung

Bei Lungenautomaten mit **Injektordüse** (z. B. Poseidon Cyklon 300/5000) tritt die Luft **nach Öffnen** des Ventils (Erreichen des Ansprechdrucks) mit hoher Geschwindigkeit aus der Düse und verursacht (bei entsprechender Einstellung) in der Luftkammer des Lungenautomaten einen relativ großen Unterdruck. Dieser Unterdruck bewirkt eine verstärkte Wölbung der Einatemmembran nach innen und dadurch eine vermehrte Luftzufuhr. Nach Einsetzen der Injektorwirkung sinkt der Atemwiderstand auf negative Werte, d.h. der Automat bläst ab.

In der DIN EN 250 wird der Begriff "**Kaltwassertauglichkeit**" für Atemregler definiert. Verlangt wird darin eine Prüfung in Frischwasser bei einer Wassertemperatur von (4-2) °C und 6 bar Druck (50 m Tiefe) für die Dauer von 5 Minuten. **In der Praxis muss aber grundsätzlich bei allen Automaten mit einer Vereisung in kaltem Wasser gerechnet werden.** Bei starker Luftlieferleistung (z. B. bei starker Arbeitsleistung) und/oder unzureichend getrockneter Druckluft erhöht sich die Vereisungswahrscheinlichkeit.

3.3.1 Atemregler der Firma POSEIDON (Schweden)



Bei wissenschaftlichen Taucherarbeiten und bei militärischen Einsätzen wird weltweit seit Jahrzehnten sehr häufig der Atemregler "Cyklon" der schwedischen Firma 'POSEIDON Industri AB' eingesetzt. Die Geräte haben sich jahrelang bewährt, ihre wesentlichen Konstruktionsmerkmale wurden nicht geändert. Im Jahre 1998 feierte diese Firma ihr 40-jähriges Bestehen. Die deutsche Vertretung (in Klausdorf bei Kiel) besteht seit 33 Jahren (1973). Im Internet zu finden unter: <http://www.poseidon-kiel.com/>.



Atemregler POSEIDON Cyklon 5000

Drei ähnliche Typen sind beim Druckminderer zu unterscheiden:

- Cyklon Super 300
- Cyklon 5000 alt (Druckminderer 2950)
- Cyklon 5000 (Druckminderer 3720)

Der Lungenautomat (2.Stufe) ist bei allen drei Typen gleich.

Vor einigen Jahren wurde ein völlig neues Modell mit der Bezeichnung XSTREAM von POSEIDON auf den Markt gebracht worden.



Atemregler POSEIDON Xstream Dive

3.3.1.1 Atemregler Cyklon 300 und Cyklon 5000

Der Druckminderer des Cyklon ist ein membrangesteuertes Reduzierungsventil, das den Flaschendruck (Primärdruck) auf einen Mitteldruck (Versorgungsdruck für den Lungenautomaten) von 10 bis 13 bar über dem Umgebungsdruck reduziert. Beim Cyklon 300 erhöht sich der Mitteldruck geringfügig mit abnehmendem Primärdruck (Druckabnahme durch den Luftverbrauch), während beim Cyklon 5000 diese Mitteldruckänderung durch eine Kompensation (Balancierung) des Ventils verhindert wird. Beim Tauchen in kaltem Wasser ($< 6\text{ °C}$) kann es im wassergefüllten äußeren Federgehäuse (Wasserkammer) durch die sich ausdehnende Primärluft und der resultierenden starken Abkühlung zu einer Eisbildung kommen, die die Funktion des Druckminderers behindert bzw. verhindert. In solchen Fällen muss eine POSEIDON Frostschutzkappe verwendet werden. Diese muss vollständig mit Alkohol oder einer Mischung aus Glycerin und Wasser zu gleichen Teilen gefüllt sein.

Je nach Baujahr verfügt der Cyklon in seinem Druckminderer über mehrere Mitteldruckabgänge und über bis zu zwei Hochdruckabgänge (Hochdruck = Primärdruck). Dabei ist besonders zu beachten, dass die älteren Typen Abgänge mit gleichem Gewinde G 1/8" sowohl für Hoch-



Druckminderer POSEIDON Cyklon 5000

druck (HP) als auch für Mitteldruck (LP) ausgerüstet sind. Beim Umsetzen von Schläuchen ist hier deshalb besondere Vorsicht geboten.

Bei neueren Geräten (insbesondere bei allen Cyklon 5000) gibt es folgende Gewinde:

Mitteldruck (LP): UNF 3/8"

Hochdruck (HP): UNF 7/16"

Das Gewinde UNF 3/8" ist ähnlich dem alten Gewinde G 1/8", so dass ein Einbau von Schläuchen mit dem jeweils anderem Gewinde mit geringen Kraftaufwand einmalig möglich ist. Dabei wird das Gewinde aber derart geschädigt, dass der Druckminderer beim nächsten Versuch des Schlauchumsetzens in der Regel als defekt aus dem Verkehr gezogen werden muss.

Der **Lungenautomat** (alte Bezeichnung: 2. Stufe), die sogenannte "atemgesteuerte Dosiereinrichtung", reduziert den vom Druckminderer geregelten Versorgungsdruck weiter auf den jeweiligen Umgebungsdruck (Wassertiefendruck). Um den Einatemwiderstand zu minimieren, ist der Cyklon mit einem Injektorsystem (Venturi-Effekt) ausgestattet. Nach Überwindung des Anfangseinatemwiderstandes wird durch die Injektorwirkung ein Unterdruck vor der Steuermembran erzeugt und das Ventil damit offen gehalten. Beim Ausatmen wird die Luft über eine separate Ausatemmembran seitlich abgeleitet, ohne die Sicht zu behindern. Durch die seitliche Anbringung von Ein- und Ausatemmembranen ist beim Cyklon die Wechselatmung gegenüber Atemreglern mit Luftableitung nach unten deutlich einfacher.



Lungenautomat POSEIDON Cyklon

Technische Daten:

Cyklon 5000

Primärdruck: maximal 300 bar

Sekundärdruck: 12.0 bar

Luftdurchfluss: ca. 1000 l/min

Einatemwiderstand bei 115 l/min: maximal 40 mm Wassersäule

Ausatemwiderstand: maximal 20 mm Wassersäule

Druckminderer: membrangesteuert, balanciert

Lungenautomat: membrangesteuert, Typ: "downstream",

Integriertes Sicherheitsventil öffnet bei 14 bar

Dieses Ventil ist für die Kombination Druckminderer Cyklon 5000 mit Lungenautomat "TRITON" notwendig.

"Luftduschenknopf", drehbare Injektorhülse



Abb.: Funktionsposter POSEIDON CYKLON (© Poseidon)

3.3.1.2 Atemregler POSEIDON XSTREAM

Je nach Einsatzzweck bzw. nach verwendetem Atemgasgemisch werden unterschiedliche Typen des Atemreglers POSEIDON Xstream angeboten. Für normale Atemluft, insbesondere im Bereich des Sporttauchens, wird der Typ ‚Dive 90‘ verwendet. Gegenüber den anderen Typen zeichnet er sich auch durch zusätzliche Abgänge (insgesamt: 2 x für Hochdruck und 5 x für Mitteldruck) aus. Für normale Atemluft und für TRIMIX mit bis zu 21% Sauerstoffanteil sind die Typen ‚Deep‘ und ‚Deep 90‘ ausgelegt, für Nitrox (EAN) mit bis zu 50 % Sauerstoffanteil die Typen ‚Duration‘ und ‚Duration 90‘ und für reinen Sauerstoff (99,95 %) der Typ ‚Deco‘. Die Zahl „90“ in der Typenkennzeichnung weist auf ein seitlich montiertes Handrad hin, ansonsten ist das Handrad am Boden montiert.



POSEIDON Xstream Dive

Typ	Farbe der Abdeckung der Federkammer (1.Stufe):	Farbcode (Kunststoffabdeckung der 2.Stufe)	Atemgas(-gemisch)	Abgänge
Deep	Schwarz	Schwarz	Normale Atemluft, TRIMIX (mit bis zu 21% Sauerstoff)	1 HP, 2 MD
Deep 90	Schwarz	Schwarz	Normale Atemluft, TRIMIX (mit bis zu 21% Sauerstoff)	1 HP, 3 MD
Duration	Schwarz	Grün	NITROX (EAN) (mit bis zu 50 % Sauerstoff)	1 HP, 2 MD
Duration 90	Schwarz	Grün	NITROX (EAN) (mit bis zu 50 % Sauerstoff)	1 HP, 3 MD
Deco	Schwarz	Weiß	SAUERSTOFF (99,95%)	1 HP, 2 MD
Dive 90	Chrom glänzend	Grau Oktopus: Gelb	Normale Atemluft	2 HP, 5 MD

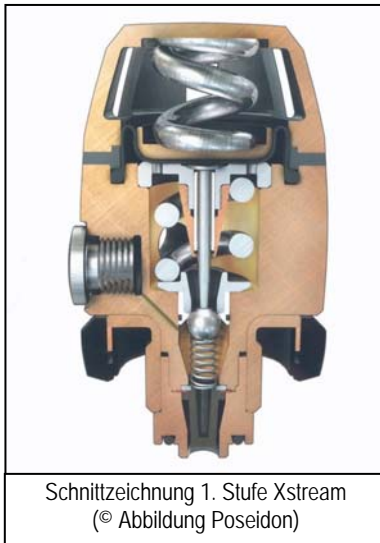
HP – Hochdruck, MD – Mitteldruck
 „90“ in der Typenkennzeichnung weist auf ein seitlich montiertes Handrad hin, ansonsten ist das Handrad am Boden montiert.

Den Typ „Deco“ gibt es aus Sicherheitsgründen (Sauerstoff) nur mit Handrand am Boden.

Der POSEIDON Xstream übertrifft die europäische Norm EN250:2000 für Kaltwasser und ist derzeit der einzige Atemregler mit einer Zertifizierung (CE) bis zu 200 m Tiefe. Außerdem ist der Xstream Deco der einzige Atemregler, der mit einer 300 bar Sauerstoffversorgung eingesetzt werden kann. Die Atemarbeit (Ein- und Ausatemwiderstand) ist sehr gering. Sie wird mit 1,5 J/l (in 50 m Tiefe mit Luft, 62,5 l/min) angegeben.

Ein zusätzlicher Vereisungsschutz ist im Kaltwasserbetrieb nicht notwendig, da die Wasserkammer der 1.Stufe aufgrund „riesiger“ Schlitze und Durchlässe in der Abdeckung vom „wärmenden“ Wasser gut durchströmt wird. Das kalte Innere der 1. Stufe ist durch eine isolierende Kunststoffsperrung und eine isolierende Membran von der Feder getrennt.

Xstream Druckminderer (1. Stufe)



Das Ventil beinhaltet beim Xstream erstmalig eine selbst balancierende Stahlkugel (Kugelventil). Auch bei einem Testdruck von 450 bar arbeitet dieses Ventil noch absolut einwandfrei.

Die maximale Luftlieferleistung des Druckminderers liegt bei 5500 l/min.



Druckminderer POSEIDON Xstream

Xstream Lungenautomat (2. Stufe)

Der normale Mitteldruck (Versorgungsdruck) liegt bei 8,5 bar. Im Gegensatz zu den anderen POSEIDON Atemreglern wird der höchste Mitteldruck bei hohem Flaschendruck (volle Flasche) erreicht. Der Lungenautomat arbeitet mit einem Upstream Servo-Ventil, das Sicherheitsventil öffnet bei einem Druck von 18 ± 1 bar. Die maximale Luftlieferleistung liegt bei 2150 l/min.

Bei Verschmutzung (z. B. durch Sandpartikel) kann der Lungenautomat ohne Werkzeug demontiert und gesäubert werden.

Das Innenvolumen („Toter Raum“) des Xstream ist mit 49 ml (im Vergleich: *Cyklon 60 ml, Jetstream 80 ml*) sehr gering und damit ist die Anreicherung von CO₂ (Hyperkapnie) minimiert.



Lungenautomat POSEIDON Xstream

Schmiermittel

Es darf nur das von POSEIDON vorgeschriebene und vom Gerätetyp (Deep, Deco, Duration, Dive) /Atemgas abhängige Schmiermittel (Fett) bei der Gerätewartung und -pflege verwendet werden:

Spezialfett für Atemluft ("Regulator Grease") (10g Tube) [Preis (Dez. 2004): 23,00 Euro]
 Spezialfett Oxygen #2 für Sauerstoff bis 110 bar (10g Tube) [Preis (Dez. 2004): 93,80 Euro]
 Spezialfett Oxygen #1 für Sauerstoff bis 300 bar (10g Tube) [Preis (Dez. 2004): 167,00 Euro]



Abb.: Funktionsposter POSEIDON XSTREAM (© Poseidon)

3.3.2. Atemregler des Leichttauchgerätes PA 38

In der Berufstaucherei, dort insbesondere beim schlauchversorgten Tauchen, und beim Atemschutz (Feuerwehr o.ä.) war der Pressluftatmer PA 38 der Lübecker Firma DRÄGER über vielen Jahrzehnten das bewährte Standardmodell (PA = Pressluftatmer; 38 = Modell). Die Ersatzteilproduktion wurde 1999 eingestellt.

Technische Daten:

Atemregler des Leichttauchgerätes PA 38

Primärdruck: 300 bar

Sekundärdruck: 6,5 bar

Druckminderer: membrangesteuert, automatisches Sicherheitsventil öffnet bei unzulässigen Druckanstieg (9-14 bar),
Widerstandswarnung, Reserveschaltung

Lungenautomat: membrangesteuert, Typ: "upstream", "Luftduschenknopf"