



# **Structural Composites Industries**

A Worthington Cylinders Company



**LEITFADEN FÜR EINSATZ, INSPEKTION,  
PFLEGE UND WIEDERKEHRENDE  
PRÜFUNG VON  
SCI VERBUNDFLASCHEN**

## HINWEIS:

Die in diesen Richtlinien enthaltenen Informationen stammen aus Quellen, die als zuverlässig angesehen werden, und basieren auf technischen Informationen, Erfahrungswerten und Richtlinien, die gegenwärtig von Structural Composites Industries [SCI], EFI Corporation (nun Tochterfirma von SCI), EFIC Ltd. (nun Tochterfirma von SCI), „British Health und Safety Executive“ (Britische Gesundheitsbehörde), dem „British Standard Institute (BSI)“ (Britisches Institut für Normung) und anderen Quellen erhältlich sind.

Für die hier aufgeführten Richtlinien wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Sie dienen der Unterstützung von in geeigneter Weise geschultem Personal im Umgang mit Verbundflaschen von SCI und EFIC, und zwar insbesondere für sicheren Betrieb, Inspektion, regelmäßige Überprüfung und Einsetzen von Ventilen. SCI, EFI Corporation oder EfiC Ltd übernehmen keine Haftung für die Anwendung dieser Richtlinien.

Bestimmte Situationen könnten außerhalb des aktuellen Erfahrungsbereichs der Firma liegen und sind daher nicht in diesem Dokument aufgeführt. Bitte setzen Sie sich für weitere Informationen, und wenn Zweifel über den Zustand einer Flasche bestehen, mit SCI, der staatlichen Zulassungsbehörde oder einer staatlich zugelassenen Prüfagentur in Verbindung. Sollte dies nicht möglich sein, ist die Flasche außer Dienst zu stellen.

Diese Richtlinien sollten **nicht** für die Inspektion von Verbundflaschen anderer Hersteller verwendet werden.

SCI ist unter der folgenden Adresse zu erreichen:

### **Nordamerica:**

Structural Composites Industries  
325 Enterprise Place  
California 91768-3268  
USA

Tel: +1-909-594-7777  
Fax: +1-909-584-3939  
Email: [sciEUsals@worthingtonindustries.com](mailto:sciEUsals@worthingtonindustries.com)  
<http://www.scicomposites.com>



# Leitfaden für Einsatz, Inspektion, Pflege und wiederkehrende Prüfung von SCI/EFIC Verbundflaschen

## Inhalt

<b>1</b>	Anwendungsbereich .....	4
<b>2</b>	Einführung .....	4
<b>3</b>	Flascheninspektion .....	5
<b>4</b>	Flaschenbeschreibung .....	5
<b>5</b>	Herstelleretikett .....	6
<b>6</b>	Kontrolle vor dem Füllen .....	7
	6.1 Vorbereitung zur Kontrolle vor dem Füllen .....	7
	6.2 Kontrolle der Flaschenaußenseite .....	7
<b>7</b>	Gebrauch der Flasche .....	7
	7.1 Füllen der Flasche .....	7
	7.2 Schnellfüllung .....	8
	7.3 Zugelassene Gase .....	9
	7.4 Entfernen und Wiedereinsetzen des Ventils .....	10
<b>8</b>	Äußere Beschädigungen .....	11
	8.1 Schadenskategorien .....	11
	8.2 Arten der Beschädigung und Akzeptanzkriterien .....	12
	8.2.1 Abrieb .....	12
	8.2.2 Beschädigungen durch Einschnitte .....	15
	8.2.3 Schlagschäden .....	15
	8.2.4 Schichtspaltung .....	15
	8.2.5 Beschädigungen durch Hitze oder Feuer .....	18
	8.2.6 Beschädigungen der Struktur .....	18
	8.2.7 Beschädigungen durch chemische Einflüsse .....	20
	8.2.8 Unlesbares Etikett .....	20
	8.2.9 Andere Beschädigungen .....	20
<b>9</b>	Die wiederkehrenden Prüfung .....	21
	9.1 Vorbereitung zur wiederkehrenden Prüfung .....	21
	9.2 Kontrolle der Flaschenaußenseite .....	22
<b>10</b>	Kontrolle des Flascheninnenseite .....	22



11	Reparaturen .....	23
12	Außerbetriebnahme .....	26
13	Wasserdruckprüfung .....	26
	13.1 Volumenausdehnungstestverfahren – Wasserbadmantel	27
	13.2 Volumenausdehnungstestverfahren - kein Wasserbadmantel	29
	13.3 Druckprüfungsverfahren .....	30
14	Lebensdauer der Flaschen .....	31
15	Kennzeichnung der Flaschen .....	31
16	Abschlußarbeiten .....	31
	16.1 Trocknen und Reinigen .....	31
	16.2 Nachlackierung .....	32
17	Dokumentationen .....	32

## Abbildungen

1	Typische Kohle/Glasfaser-Flasche .....	5
2	Beschädigung durch Abrieb .....	14
3	Beschädigung durch Einschnitte .....	16
4	Schlagschäden .....	17
5	Schichtspaltung .....	17
6	Beschädigung durch Hitze und Feuer .....	19
7	Beschädigung des Flaschenhalses .....	19
8	Schaden an der Unterseite der Flasche .....	19
9	Beschädigungen durch chemische Einflüsse .....	19
10	Typische Reparaturfolge .....	25
11	Volumenausdehnungstest im Wasserbad (Feste Bürette) .....	27

## Tabelle

1	Maximale zugelassene reparable Beschädigung .....	13
---	---	----

## Änderungsblatt

Ausgabe	Seite	Datum
1	Komplettes Dokument EFIC	Juli 1996
2	Komplettes Dokument SCI	August 1999
3	Neue Umschlag	May 2010

# Leitfaden für Einsatz, Inspektion, Pflege und wiederkehrende Prüfung von SCI/EFIC Verbundflaschen

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Leitfaden soll entsprechend geschultem Personal als Unterstützung beim sicheren Einsatz, Abblasen, Ventilwechsel und Wartung der SCI und EFIC Verbundflaschen dienen, die gemäß zugelassenen Spezifikationen, Normen und nationalen Zulassungen gefertigt werden.

Diese Spezifikationen gelten für das Design und die Produktion der Verbundflaschen, die in Form eines nahtlosen Aluminium-Legierungs-Innenteils konstruiert sind und komplett mit Hochleistungsfasern in einer Grundmaße aus Epoxidharz ummantelt sind. Diese Fasern sind aus Glas, Kevlar<sup>®</sup>, Kohlefaser und auch aus einer Hybridmischung aus Kevlar<sup>®</sup>/Glas und Kohlefaser/Glas.

## 2 Einführung

Die Technologie für Verbundflaschen stammt aus der Raumfahrtindustrie, und zwar aus der Entwicklung der Raketenmotoren und anderer ähnlicher Druckbehälter in den 60er Jahren. Die Gasflaschen selbst wurden Mitte der 70er Jahre erstmals in den USA für kommerzielle Zwecke eingesetzt.

SCI und EFIC fertigen Verbundflaschen seit den frühen siebziger Jahren. Heute sind mehr als 1 million SCI und 750.000 EFIC Verbundflaschen mit einer beispielhaften Sicherheitsbilanz im Einsatz.

SCI/EFIC's Verbundflaschen sind zum Gebrauch zugelassen in: USA, Kanada, Japan, Großbritannien, Deutschland, Schweiz, Dänemark, Niederlande, Belgien, Finnland, Norwegen, Österreich, Polen, Australien, Neuseeland, in den Tschechischen und Slowakischen Republiken und in anderen Ländern. Jedes Land hat seine eigenen Anforderungen und Spezifikationen für Flaschen und deren Prüfung. Wegen Fragen bezüglich der speziellen Anforderungen in einem bestimmten Land sollte SCI direkt oder eine offizielle Stelle angesprochen werden.

SCI/EFIC's strenge Qualitätssicherungsverfahren und ihre Erfahrung in der Verbundflaschen-Technologie sorgen dafür, daß SCI/EFIC-Flaschen dem höchsten Qualitätsstandard entsprechen, wenn Sie die Produktion verlassen. Jedoch fällt danach die Erhaltung der Flaschenqualität und Funktionsfähigkeit in die Verantwortung des Anwenders sowie der Füll- und Wartungsstellen.

Dieser Leitfaden soll genügend Daten über die SCI/EFIC Verbundflaschen bereitstellen, so daß sie durch entsprechend geschultes Personal in geeigneter Weise geprüft, wenn nötig repariert und hydrostatisch getestet werden können.



### 3 Flascheninspektion

Die Inspektion der Flaschen sollte nur von geschultem Personal durchgeführt werden, die mit der Pflege, Instandhaltung und der sicheren Handhabung von Gasflaschen vertraut sind.

Flascheninspektionen sollten durchgeführt werden

- Vor dem Füllen
- Bei bekanntem Mißbrauch während des Einsatzes
- Als Teil der periodisch durchzuführenden Wartungsverfahren

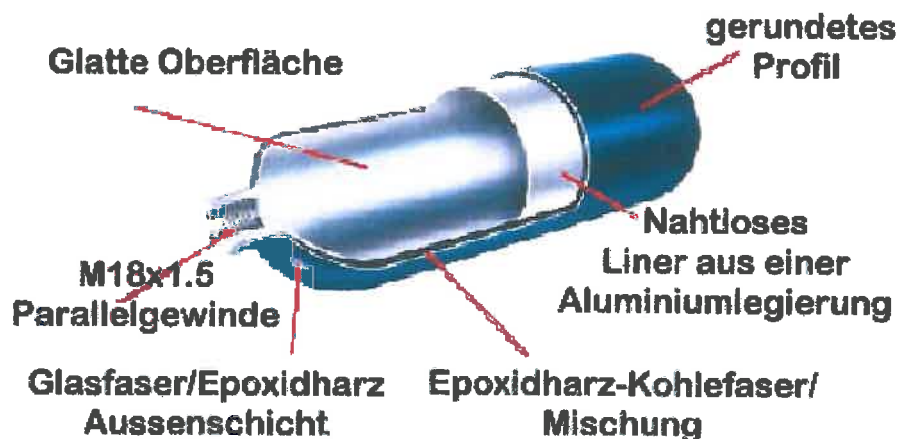
Der Anwender und/oder die Wartungsfirma sollte bezüglich besonderer Erfordernisse hinsichtlich der Anwendung der Flaschen auf die jeweils anwendbaren staatlich festgelegten Spezifikationen zurückgreifen (wie auf den Flaschen angegeben).

ES KÖNNEN NICHT IMMER ALLE ASPEKTE DER WARTUNG VON VERBUNDFLASCHEN ABGEDECKT WERDEN. DAHER IST ES WICHTIG, SCI ÜBER ALLE UNVORHERGESEHENEN FOLGEN UNGEWÖHNLICHER UMSTÄNDE ZU INFORMIEREN, UM VON DORT WEITERE HINWEISE ZU ERHALTEN. DIE VORLIEGENDE RICHTLINIE KANN NUR DIE ALLGEMEINEN ROUTINEPUNKTE FÜR DIE INSPEKTION UND WARTUNG VON VERBUNDFLASCHEN AUFZEIGEN.

### 4 Flaschenbeschreibung

SCI/EFIC Verbundflaschen werden mit extrastarken Endlosfasern und Epoxidharz über einem nahtlosen Innenteil aus einer Aluminiumlegierung hergestellt. Verwendet werden derzeit Glas, Aramid oder Kohlefasern als Verstärkungsmaterial. Diese Fasern werden in einer endlosen Drehbewegung um das Innenteil gewickelt, bis es bis auf den Flaschenhals völlig bedeckt ist. Die entstandenen Flaschen – auch bekannt als voll gewickelte Verbundflaschen – sind die leichtesten, die zur Zeit erhältlich sind. Eine typische Kohle/Glasfaser-Flasche ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt.

Abb. 1: Typische Kohlefaser-Verbundflasche



Jedes Element der Flasche hat eine besondere Funktion und seine Funktionsfähigkeit muß überprüft und erhalten werden. Das Innenteil dient als dichte Membran und ist ein unabhängiges Druckgefäß. Aber erst mit den Fasern erhält die Flasche ihre endgültige Strukturstärke.

Das Harz schützt die Fasern vor Umwelteinflüssen und stellt die Grundlage für den Lastausgleich zwischen den Fasern dar.

Während der Herstellung werden SCI Flaschen einem Selbstschumpfungsverfahren unterzogen, und zwar noch vor dem standardmäßigen Wasserdrucktest. Während der Selbstschumpfung wird die Flasche unter Druck gesetzt, so daß das Innenteil über seine Fließgrenze hinaus belastet wird; die Folge ist eine dauerhafte plastische Verformung. Die daraus resultierenden im Innenteil verbleibenden Kompressionsbelastungen und die Zugspannung in den Fasern bei Nulldruck erlauben eine bestmögliche Ausnutzung der dynamisch-mechanischen Eigenschaften des Innenteils und der Fasergrundlage.

ES WIRD DARAUFGINGEWIESEN, DAß DAS VERBUNDMATERIAL EIN INTEGRALER BESTANDTEIL DER FLASCHE IST UND NICHT ENTFERNT WERDEN DARF.

## 5 Herstelleretikett

Ein Etikett mit wichtigen Informationen ist im Verbundmaterial jeder SCI/EFIC-Flasche eingelassen. Die dort enthaltenen Informationen sind durch die staatlich festgelegten Spezifikationen geregelt, die für die Herstellung der jeweiligen Flasche Gültigkeit haben.

Normalerweise enthalten die SCI/EFIC Flaschenetiketten folgende Informationen:

- Die staatliche festgelegte Spezifikation, die für die Herstellung, die Testverfahren und den Gebrauch der Flasche Gültigkeit haben. Bauartzulassung: 08 USA 206B
- Die Herstellermarkierung: SCI oder EFIC
- Den Fülldruck
- Die Seriennummer der Flasche
- Das Zeichen der Zulassungsstelle, z.B. der deutsche RWTÜV
- Das Datum (Monat/Jahr) des ersten Wasserdrucktests bei der Herstellung
- Das Datum (Jahr+3) der ersten wiederkehrenden Prüfung
- Den Prüfdruck
- Die Wasserkapazität
- Gasinhalt
- Das Gewinde

Die Flaschennummer, die Bürettengröße für den Drucktest, Warnhinweise, die Seriennummer in Bar-Code-Format, die empfohlene Lebensdauer, das Gewicht und das Aluminium-Material des Innenteils können ebenfalls auf dem Etikett vermerkt sein.





SOLLTE DAS ETIKETT FEHLEN, MUß DIE FLASCHE AUSGEMUSTERT WERDEN. SOLLTE EINE INFORMATION UNLESERLICH SEIN, SOLLTE DER HERSTELLER KONTAKTIERT WERDEN.

## 6 Kontrolle vor dem Füllen

SCI/EFIC-Flaschen sollten vor dem Füllen einer Sichtprüfung unterzogen werden um sicher-zustellen, daß sie sich innerhalb des Wartungszyklus befinden, und sich keine größeren Schäden sichtbar sind.

### 6.1 Vorbereitung zur Kontrolle vor dem Füllen

Alles, was eine Sichtkontrolle behindern könnte, wie z.B. Fremdkörper, Schmutz, lose Farbe usw. sollte entfernt werden.

**Hinweis:** Das Etikett der Zulassungsstelle im Verbundmaterial soll nicht entfernt werden.

Normalerweise können integrierte Schutzhüllen oder –abdeckungen auf der Flasche verbleiben; sie sollten jedoch vor dem Füllen einer Sichtkontrolle unterzogen werden. Sind sie beschädigt, sollten sie entfernt werden, um eine Kontrolle der Flasche zu ermöglichen.

### 6.2 Kontrolle der Flaschenaußenseite

Jedes Flaschenetikett sollte dahingehend überprüft werden, ob die Flasche sich noch in der Wartungsfrist befindet, keine Wartung ansteht und die empfohlene Lebensdauer der Flasche nicht überschritten ist. Es sollten keine Flaschen gefüllt werden, deren Wartung überfällig ist.

Jede Flasche sollte auf äußerliche Beschädigungen hin kontrolliert werden, wie unter Punkt 8 beschrieben: Es sollten nur solche Flaschen gefüllt werden, deren Beschädigungen noch den Akzeptanzkriterien entsprechen. Flaschen, die inakzeptable Beschädigungen aufweisen, soll nicht gefüllt werden.

## 7 Gebrauch der Flasche

SCI/EFIC-Flaschen können genauso eingesetzt werden wie andere Hochdruck-Gasflaschen. Es gibt jedoch gewisse Unterschiede, die in den folgenden Kapiteln beschrieben werden.

### 7.1 Füllen der Flasche

Die Flaschen sollen bis zu dem für diese Flasche gültigen Fülldruck gefüllt werden; dieser ist auf dem Flaschenetikett angegeben.

Das Verbundmaterial der Flaschen ist ein guter Isolator, d.h. es dauert länger als bei traditionellen Metallflaschen, bis die Hitze, die durch das Füllen entsteht, abgeleitet wird. Das bedeutet, daß eine Flasche, die bis zum normalen Fülldruck gefüllt wird, insbesondere wenn das Füllen sehr schnell durchgeführt wird, während dem Füllen bis



auf Temperaturen über 30°C erwärmt wird. Beim Abkühlen auf die Umgebungstemperatur reduziert sich der Druck in der Flasche, so daß die Flasche nicht mehr voll gefüllt ist. Dadurch wird ein nochmaliges Nachfüllen erforderlich.

Wird die Flasche beim Füllen in Wasser gehalten, kann sich die Hitze schneller abbauen. Dies gilt jedoch nur für Kohle-Verbundflaschen.

**Hinweis:** Im Wasser können sich kleine Luftblasen aus der Verbundoberfläche lösen. Dies ist normal für diese Flaschenart.

Es gibt aber auch eine Möglichkeit, den Füllvorgang so zu optimieren, daß der volle Druck erreicht wird:

a) Langsames Füllen

Beim langsamen Füllen der Flaschen entsteht deutlich weniger Hitze. Empfohlen wird eine Füllrate von 30 bar/min oder weniger.

b) Höherer Fülldruck

Die höheren Temperaturen, die während des Füllvorgangs auftreten, können durch ein leichtes Überfüllen der Flaschen kompensiert werden.

Wird eine Flasche bei 15°C auf 300 bar gefüllt, entsteht bei 30°C ein Druck von 324 bar oder anders ausgedrückt, wenn eine Flasche bei einer Umgebungstemperatur von 30°C gefüllt würde, wäre es notwendig, die Flasche auf 324 bar zu füllen, um den vollen Fülldruck zu erhalten.

SCI/EFIC-Flaschen können bis zu einem Druck von maximal 10% über dem normalen Fülldruck gefüllt werden.

Sollten die Flaschen nach dem Abkühlen nicht bis zum Fülldruck gefüllt sein, können sie nachgefüllt werden.

**Hinweis:** Während dem Füllen und Ausströmen kann sich das Verbundmaterial so bewegen, daß gewisse Geräusche, wie Kackern o.ä. hörbar werden. Dies ist normal.

## 7.2 Schnellfüllung

SCI hat keine Einwände gegenüber der Schnellfüllung von Kohlenstoffverbundflaschen, da die Flaschen für Schnellfüllung, Exposition gegenüber mäßigen veränderlichen Temperaturen und Überfüllung ausgelegt sind, wobei der stabilisierte Druck bei 15°C den Nennfülldruck nicht übersteigen darf.

**Hinweis:** Während der hydrostatischen Prüfung werden Flaschen mit Prüfdruck beaufschlagt und innerhalb von 2-4 Sekunden drucklos gemacht. Schnellfüllversuche mit Glasverbundflaschen haben gezeigt, daß der Aluminiumliner Temperaturen von etwa 50°C erreicht, wenn die Flasche innerhalb von 30-60 Sekunden mit Luft gefüllt



wird. Diese Temperatur liegt weit unterhalb des Temperaturbereichs, der zu Qualitätsminderung des Aluminiums oder der Matrix führen würde.

### 7.3 Zugelassene Gase

SCI/EFIC-Flaschen sollten nur mit solchen Gasen gefüllt werden, die mit dem Aluminium-Innenteil kompatibel sind und die durch Normen oder durch Vorschriften zum Gebrauch zugelassen sind.

Der Name des Gases soll auf den Flaschen vermerkt werden, entweder auf dem Flaschenetikett oder auf einem anderen Etikett auf der Flasche. Die Flasche darf nur mit dem angegebenen Gas gefüllt werden.

#### 7.3.1 Druckluft

Werden SCI/EFIC-Flaschen mit Druckluft gefüllt, sollte auf eine sorgfältige Instandhaltung des Kompressors geachtet werden, so daß die Luftqualität der entsprechenden Norm entspricht.

Für den Feuchtigkeitsgehalt werden in der folgenden Tabelle die maximalen Werte empfohlen:

Maximaler Feuchtigkeitsgehalt		
Fülldruck bar	Feuchtigkeitsgehalt	
	mg/m <sup>3</sup>	Taupunkt
200	35	-51°C
300	25	-53°C

**Hinweis:** Wurde die Luftqualität nicht überprüft und es wird angenommen, daß Feuchtigkeit in die Flasche gelangt ist, wird empfohlen, die Flasche alle 6 Monate einer Innenkontrolle zu unterziehen. Nach dieser Kontrolle sollte die Flasche mit einem milden Reinigungsmittel gewaschen werden, sorgfältig mit klarem Wasser gespült und anschliessend getrocknet werden, bevor das Ventil wieder angebracht wird. Werden in der Flasche Verunreinigungen vorgefunden, muß das Flascheninnere gemäß dem in Abschnitt 15.1 beschriebenen Verfahren gereinigt und getrocknet werden.

#### 7.3.2 Sauerstoff

Soll die Flasche mit Sauerstoff gefüllt werden, muß das Flascheninnere, die Ventile und die O-Ringe der Flaschen sauber und frei von Verunreinigungen sein, die mit dem Sauerstoff reagieren könnten.



## 7.4 Entfernen und Wiedereinsetzen des Ventils

### 7.4.1 Entfernen des Ventils

Die Flasche sollte gut fixiert werden. Die Haltevorrichtung soll so konstruiert sein, daß sie an der Verbundflasche keine Beschädigungen verursacht.

**ES MUß SICHERGESTELLT SEIN, DAß DIE FLASCHE VÖLLIG LEER IST, INDEM DAS VENTIL VORSICHTIG GEÖFFNET WIRD, BEVOR ES ENTFERNT WIRD. DABEI MUß DAS GAS NICHT IN DIE RICHTUNG DES BENUTZERS AUSSTRÖMEN.**

Sollte das Ventil nicht einfach zu entfernen sein, sollte eine eindringende Flüssigkeit auf die Verbindungsstelle und auf das Ventil aufgetragen werden. Dann sollte das Ventil vorsichtig vorwärts und rückwärts gedreht werden. Die Menge der Flüssigkeit kann reichlich bemessen werden und es sollte lange genug abgewartet werden, damit die Flüssigkeit in die Gewinde eindringen kann, bevor das Ventil gelockert wird. Anschliessend sollte die Flasche, die Ventiligewinde und das Flascheninnere sorgfältig gereinigt werden, um alle Spuren der Flüssigkeit, Verunreinigungen, Schmutz, usw. zu beseitigen (siehe auch Kapitel 10a).

### 7.4.2 Wiedereinsetzen des Ventils

Vor Wiedereinsetzen des Ventils soll es sorgfältig kontrolliert und falls nötig nach den Empfehlungen des Ventil- oder Atemschutzgeräteherstellers repariert werden, um eine zufriedenstellende Leistung im Einsatz sicherzustellen.

Die Ventiligewinde müssen unbeschädigt sein und auch mit geeigneten Meßlehren auf ihre Übereinstimmung mit den Gewindespezifikationen überprüft werden. Die Oberfläche des Gegenstücks am Ventil sollte auch glatt und sauber sein.

**Hinweis:** Beschädigte oder verbogene Ventiligewinde können die Flaschengewinde beschädigen. Beschädigungen am Ventil-Gegenstück können Leckagen verursachen und die obere Dichtfläche der Flasche beschädigen.

Es muß sichergestellt sein, daß die O-Ring-Vertiefungen und die Gewinde in der Flasche sauber und unbeschädigt sind.

Gemäß den Empfehlungen des Ventil- oder des Atemschutzgeräteherstellers soll ein neuer O-Ring auf das Ventil gelegt werden.

Ein dünner Film Silikonöl kann zur Schmierung auf die unteren drei oder vier Gewindgänge aufgetragen werden; hierbei muß darauf geachtet werden, daß kein Schmiermittel auf die untere Fläche des Ventilschafts gerät. Eine kleine Menge Schmiermittel ist ausreichend. Zu viel Schmiermittel kann zu Problemen mit der Dichtheit führen.

**Vorsicht:** Silikonöl darf nicht angewendet werden bei Flaschen, die mit Sauerstoff gefüllt werden.



Das Ventil wird wieder in den Flaschenhals eingesetzt und zunächst per Hand festgedreht, um sicherzustellen, daß die Gewinde ordnungsgemäß ausgerichtet sind.

Die Ventile sollten gemäß den folgenden empfohlenen Drehmomentwerten angezogen werden:

Gewinde	Drehmomentbereich
M18x1.5	80 – 100 Nm
M25 x 2	120 – 240 Nm
0.750 x 16 UNF	80 – 100 Nm
0.875 x 14 UNF	120 – 140 Nm

Vorsicht: der Ventilhersteller soll kontaktiert werden, um sicherzustellen, daß diese Drehmomentwerte korrekt sind.

## 8 Äußere Beschädigungen

### 8.1 Schadenskategorien

SCI/EFIC Verbundflaschen sehen ähnlich aus wie traditionelle Metallflaschen, da die Faserbündel mit einem Haut von epoxydharz geschützt sind. Sie haben eine glatte Oberfläche, aber nicht unbedingt so glatt wie Metallflaschen.

Es gibt drei Schadenskategorien:

#### a) Zulässig

Die Beschädigung ist nicht tiefer als 0,20 mm und hat keinen Einfluß auf die Sicherheit oder die Leistungsfähigkeit der Flasche. Beispiele für eine zulässige Beschädigung ist die Beschädigung des Farbüberzugs; Kratzer, Abrieb oder Einschnitte die nicht tiefer als 0,20 mm sind; oder örtlich begrenzt leicht ausgefranzte Fasern.

#### b) Reparabel – Zusätzliche Kontrolle und Reparaturen notwendig

Zu diesen Beschädigungen können Einschnitte, Abrieb oder Rillen gehören, die tiefer oder länger sind als zulässig; auch gebrochene Fasern gehören in diese Kategorie. Diese Beschädigungen können repariert werden.

#### c) Unzulässig – Auszumustern – Dürfen nicht repariert werden

Die Flasche wurde so beschädigt, daß ein weiterer sicherer Einsatz nicht mehr gewährleistet ist; sie kann auch nicht mehr repariert werden. Flaschen mit unzulässigen Beschädigungen müssen vernichtet werden.

### 8.2 Arten der Beschädigung und Akzeptanzkriterien



### 8.2.1 Abrieb

Diese Art Beschädigung wird durch ein Reiben der Flasche gegen ein härteres Objekt oder eine härtere Oberfläche oder in extremen Fällen durch Abschleifen verursacht. Typisch ist hierbei, daß Oberflächenmaterial von der Flasche abgerieben ist.

Abgeschliffene Stellen oder fehlende Oberflächenfarbe an der Flasche werden als kleinere Beschädigungen durch Abrieb angesehen.

Abriebstellen führen zu einem beschleunigten Verschleiß der Flaschenoberfläche und typischerweise werden dort einige Fasern sichtbar. Eine flache Stelle auf der Flaschenoberfläche deutet auf einen deutlichen Verlust der Verbundschicht hin.

Die drei Kategorien sind bei Beschädigungen durch Abrieb wie folgt definiert:

- **Zulässig** Abgeriebene oder abgeschliffene Stellen nicht tiefer als 0,2 mm sind zulässig.
- **Reparabel** Abriebstellen mit einigen sichtbaren Fasern oder flachen Stellen tiefer als 0,2 mm aber weniger als 50% der zulässigen Schadensgröße (Tabelle 1). Der beschädigte Bereich sollte mit Epoxidharz repariert werden, um ihn gegen weitere Beschädigungen zu schützen.
- **Unzulässig** Flaschen mit Abriebstellen, die größer sind als bei den definierten reparierbaren Beschädigungen aufgeführt, müssen ausgemustert werden.

Äußerer Durchmesser mm	Fülldruck bar	Prüfdruck bar	Maximale Länge der Beschädigung mm	Zulässige Tiefe der Beschädigung mm
61 - 90	200	300	20	0,5
91 - 110	200	300	25	0,6
111 - 140	200	300	30	0,7
141 - 170	200	300	30	0,8
171 - 190	200	300	35	0,9
191 - 210	200	300	35	1,0
61 - 90	300	450	20	0,7
91 - 110	300	450	25	0,8
111 - 140	300	450	30	0,9
141 - 150	300	450	30	1,0
151 - 170	300	450	35	1,1
171 - 190	300	450	40	1,2
191 - 210	300	450	40	1,3

**Tabelle 1 Maximal zulässige reparierbare Beschädigungen**



**Hinweis:** die maximal zulässige Tiefe für Abriebstellen wird um 1/3 für die Übergangsgebiete zwischen Wand und Fuß und zwischen Wand und Schulter reduziert.



Zulässig - Normal



Zulässig - Normal



Reparabel/Grenzfall



Unzulässig

Abb. 2

Beschädigungen durch Abrieb



## 8.2.2 Beschädigungen durch Einschnitte

Einschnitte oder Rillen werden durch den Kontakt mit scharfen Objekten, Ecken oder Kanten verursacht, so daß das Verbundmaterial eingeschnitten ist und an dieser Stelle effektiv nicht mehr so dick ist.

Die drei Schadenskategorien sind bei Einschnitten wie folgt definiert:

- **Zulässig** Alle oberflächlichen Einschnitte nicht tiefer als 0,20 mm sind zulässig.
- **Reparierbar** Einschnitte tiefer als 0,20 mm bis zur maximal zulässigen Schadensgröße (siehe Tabelle), nicht länger als 25 mm und quer zur Faserrichtung sind reparierbar.
- **Unzulässig** Flaschen mit Einschnitten oder Rillen, die größer sind als bei den definierten reparierbaren Beschädigungen ausgeführt, müssen ausgemustert werden.

## 8.2.3 Schlagschäden

Schlagschäden an der Flasche werden durch den Kontakt mit Ecken oder Kanten von Objekten verursacht. Dies kann durch ein Fallenlassen der Flasche oder durch jegliche Art von Zusammenstoß geschehen. Schlagschäden erkennt man als Dellen, als kleine Haarriße im Epoxidharz oder an der Schichtspaltung des äußeren Verbundmaterials.

Die drei Schadenskategorien sind bei Schlagschäden wie folgt definiert:

- **Zulässig** Relativ kleine Beschädigungen, wie Abschürfungen oder ein angeschlagener Bereich, der aussieht, als wäre die Oberfläche mit kleinen Rißen überzogen, sind zulässig
- **Reparabel** Durch einen Schlag verursachte Einschnitte oder Rillen, die tiefer als 0,20 mm und maximal 25 mm lang sind und diagonal zu den Fasern liegen.
- **Unzulässig** Flaschen mit Einschnitten oder Rillen, die größer sind als bei den definierten reparierbaren Beschädigungen aufgeführt, oder Flaschen mit Beulen, Schichtspaltung oder anderen strukturellen Beschädigungen müssen ausgemustert werden.

## 8.2.4 Schichtspaltung

Schichtspaltung ist eine Trennung der Faserbündel vom Verbundkörper; hierbei lösen sich die oben liegenden Fasern von der darunter liegenden Faserschicht. Eine Schichtspaltung kann als weißlicher Fleck unter der oder den ersten Schicht(en) sichtbar werden. Schichtspaltungen können auch dazu führen, daß sich Fasern von einem Einschnitt oder einer Rille ablösen.





Reparabel



Reparabel



Grenzfall/Unzulässig



Reparabel / Grenzfall

### Ab. 3 Beschädigung durch Einschnitte



Zulässig

Unzulässig

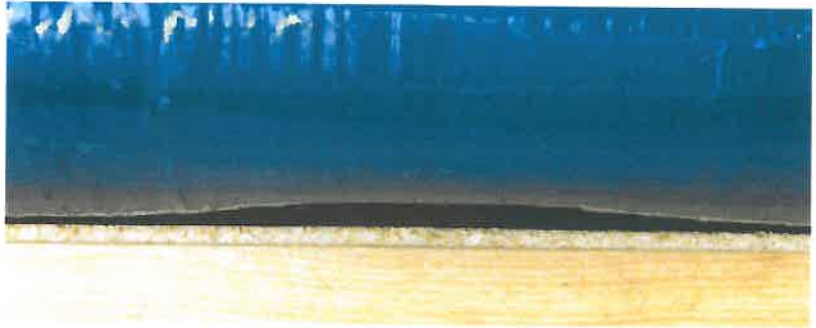
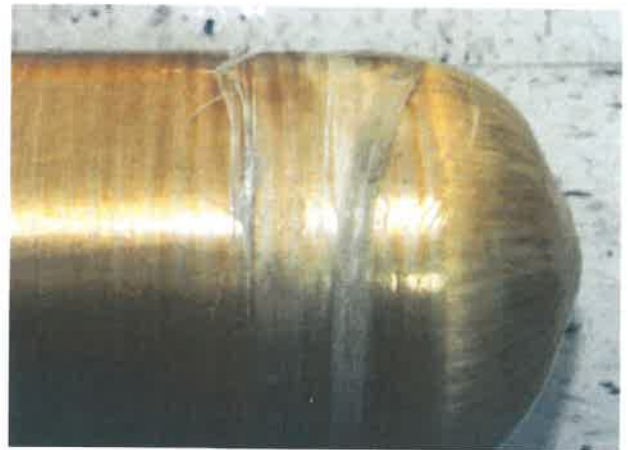


Abb. 4 Schlagschaden



Reparabel



Unzulässig

Unzulässig



Abb. 5 Schichtspaltung

Die drei Schadenskategorien bei Schichtspaltung sind wie folgt definiert:

- **Zulässig** Keine definierbaren Grenzen.
- **Reparabel** Einschnitte oder Rillen kleiner als 25 mm und nur so tief, daß sich die Fasern nur an der äußeren Faserschicht ablösen.
- **Unzulässig** Flaschen mit Einschnitten oder Rillen oder Faserablösungen, die größer sind als bei den definierten reparierbaren Beschädigungen ausgeführt, müssen ausgemustert werden.

### 8.2.5 Beschädigungen durch Hitze oder Feuer

Beschädigungen durch Hitze oder Feuer zeigen sich durch Entfärbung, verkohlte, verbrannte oder geschmolzene Stellen an der Flasche, den Farbetiketten oder den Ventilmaterialien.

**Hinweis:** Die Flasche soll vor der Sichtkontrolle gründlich gereinigt werden, d.h. Rauch- und Schmutzspuren sollen von der Oberfläche beseitigt werden. Wurde die Flasche zusammen mit anderen Schutzausrüstungen eingesetzt, die einen Feuerschaden aufweisen, sollte die Flasche auf jeden Fall auch kontrolliert werden.

Die beiden Schadenskategorien sind wie folgt definiert:

- **Zulässig** Die Flaschenoberfläche ist durch Schmutz und Rauch verunreinigt, aber sieht nach der Reinigung intakt aus.  
  
Es wird jedoch empfohlen, bei Zweifeln bezüglich des Schadensausmaßes nach einem Brandeinsatz einen Drucktest an der Flasche durchzuführen.
- **Unzulässig** Ist das Verbundmaterial, die Etiketten oder die Farbe verbrannt oder verkohlt, oder ist das Harz geschmolzen, muß die Flasche ausgemustert werden.

**Hinweis:** Sollten Zweifel bezüglich des Sicherheitszustands der Flasche bestehen, sollte SCI um Rat gefragt oder die Flasche ausgemustert werden.

### 8.2.6 Beschädigungen der Struktur

Beschädigungen der Struktur zeigen sich in der Veränderung der äußeren Form der Flasche. Beulen, d.h. sichtbare Verdickungen der Flasche oder Dellen, d.h. sichtbare Vertiefungen sowie verbogene Flaschenhälse sind Anzeichen für einen Strukturschaden.

Diese Art von Beschädigung ist unzulässig.



Unzulässig

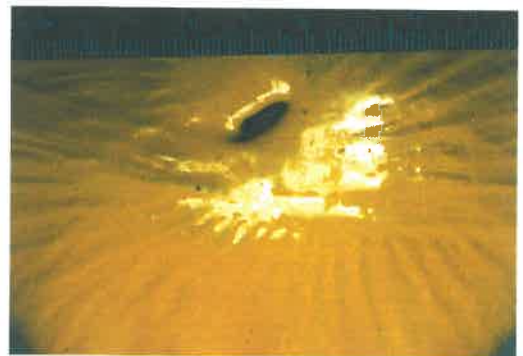


**Abb. 6 Beschädigung durch Hitze und Feuer**



Zulässig

**Abb.7 Beschädigung des Flaschenhalses**



Reparabel

**Abb. 8 Schaden an der Unterseite der Flasche**



**Abb. 9 Beschädigungen durch chemische Einflüsse**

Unzulässig

## **8.2.7 Beschädigungen durch chemische Einflüsse**

Beschädigungen durch chemische Einflüsse zeigen sich als Verfall des Farbüberzugs oder Auflösung des Epoxidharzes, das die Fasern umgibt. Im Fall von Lösungsmitteln kann die Flaschenoberfläche klebrig werden.

Einige Säuren, z.B. Schwefel- oder Flußsäure, greifen Glasfasern an; sollten die Flaschen also mit Säuren in Kontakt gekommen sein, sollte der Druck abgelassen werden und SCI wegen der weiteren Vorgehensweise kontaktiert werden.

## **8.2.8 Unlesbares Etikett**

Auch die Unlesbarkeit des Etiketts kann zur Ausmusterung der Flasche führen. In diesem Fall sollte SCI kontaktiert werden, denn wenn die Flasche zweifelsfrei identifiziert werden kann, kann der Hersteller ein neues Etikett auf der Flasche anbringen.

## **8.2.9 Andere Beschädigungen**

### **8.2.9.1 Beschädigungen des Flaschenhalses**

Ein kleiner Riß kann sich im Verbundmaterial zwischen dem Flaschenkörper und dem Flaschenhals bilden, der sich unter Umständen während dem Füllvorgang erweitern kann. Dieser Riß ist der Übergang zwischen der Flaschenhalsumhüllung und dem Flaschenüberzug; hierbei handelt es sich nicht um einen strukturellen Schaden.

Eine Reparatur ist nicht nötig; aber wenn dies gewünscht wird, kann dieser Riß durch Füllen mit einem bei Raumtemperatur aushärtenden Zwei-Komponenten-Epoxidharz repariert werden.

### **8.2.9.2 Schaden an der Unterseite der Flasche**

In der Mitte der Unterseite der Flasche kann ein kleines Loch sichtbar sein. Während des Umhüllungsprozesses wird die Mitte der Unterseite nicht umwickelt, und die entstandene Öffnung muß mit Harz gefüllt werden. In diesem Harz kann sich unter Umständen eine Luftblase befinden, die später als Loch sichtbar wird.

Dies ist für die Struktur der Flasche kein kritischer Bereich und die Leistungsfähigkeit der Flasche wird dadurch nicht beeinträchtigt. Das Loch kann aber auch leicht repariert werden, indem es mit einem bei Raumtemperatur aushärtenden Zwei-Komponenten-Epoxidharz gefüllt wird.

Nach der Reparatur dieses Lochs muß kein Drucktest durchgeführt werden.



### 8.2.9.3 Haarriß am Etikett

Am Etikett kann um die Flasche herum ein Haarriß sichtbar sein.

Das Etikett befindet sich unter der obersten Schicht Glasfasern, d.h. dort ist ein begrenzter Bereich, der leicht hervorsteht. Manchmal kann ein Haarriß an einer Ecke des Etiketts erkannt werden, der typischerweise 5 bis 10 mm in den gefärbten Bereich über oder unter das Flaschenetikett reicht.

Dies hat keinen Einfluß auf die Funktionsfähigkeit der Flasche; eine Reparatur ist nicht nötig.

## 9 Die wiederkehrenden Prüfung

Jede SCI Verbundflasche muß in bestimmten Zeitabständen ab dem ersten Wasserdrucktest gewartet werden. Der Zeitraum wird durch nationale Behörden festgelegt (siehe Anhang A), z.B.:

- USA 3 Jahre
- Großbritannien zuerst 3 Jahre, dann 5 Jahre
- Deutschland zuerst 3 Jahre und dann 5 Jahre
- Tschechien 5 Jahre

Der europäische Normenausschuß schlägt in CEN (Comité Européen de Normalisation) einen Zeitraum von 5 Jahren vor.

Zur Wartung gehört die Kontrolle des Flascheninneren und ihrer Außenseite auf Beschädigungen; dann wird ein Wasserdrucktest bis zum Prüfdruck dieser Flaschenausführung durchgeführt. Nur nach zufriedenstellendem Verlauf dieser Tests kann die Flasche wieder für den Einsatz bereitgestellt werden.

Nur SCI, von SCI empfohlene oder staatlich zugelassene Wartungsorganisationen können die Wartung an SCI/EFIC Verbundflaschen durchführen.

In einigen Ländern müssen alle Unterlagen über Wartung und Serviceleistungen an den Flaschen vom Hersteller als Nachweis über die Einsatzleistung der Flaschen aufbewahrt werden.

### 9.1 Vorbereitung zur wiederkehrenden Prüfung

Die Flaschenoberfläche sollte in geeigneter Weise von allen Fremdkörpern, losen Überzügen und Etiketten befreit werden (z.B. durch Waschen, Abbürsten, geregelte Wasserstrahlreinigung, Abstrahlen mit Plastikperlen oder auf eine andere geeignete Methode).

**Hinweis:** Sandstrahlen und die Reinigung mit einem Granulatgebläse ist nicht geeignet.

Alle Abdeckungen und Schutzüberzüge sollten entfernt werden.



Ein Entfernen der Farbe ist nicht notwendig und auch nicht empfohlen. Falls erforderlich siehe Kapitel 13.2 über das Nachlackieren.

**Hinweis:** Chemische Reinigungsmittel, Farblöser und Lösungsmittel, die das Verbundmaterial schädigen können, dürfen nicht verwendet werden.

## 9.2 Kontrolle der Flaschenaußenseite

Jede Flasche sollte äußerlich auf Beschädigungen kontrolliert werden (siehe Kapitel 8); der Wasserdrucktest sollte nur an solchen Flaschen durchgeführt werden, die zulässige Beschädigungen aufweisen oder repariert wurden.

## 10 Kontrolle der Flascheninnenseite

Eine Kontrolle der Flascheninnenseite erfolgt normalerweise während der Wartung. Diese Kontrolle erfolgt in Übereinstimmung mit nationalen Normen oder, sollte es hierfür keine Normen geben, wird eine Verfahrensweise gemäß der britischen Norm BS5430, Punkt 3: "Periodic Inspection, Testing and Maintenance of Transportable Gas Cylinders – Seamless Aluminium Alloy Cylinders" empfohlen.

Eine häufigere Kontrolle der Flascheninnenseite ist erforderlich, wenn die Flaschen mit ungetrockneter und ungereinigter Atemluft gefüllt wurden. Kapitel 7.2 enthält weitere Informationen zu diesem Thema.

Richtlinien für eine Kontrolle der Flascheninnenseite:

- a) Jede Flasche soll mit einer starken Kontrolllampe ausgeleuchtet werden, um Schäden, wie Korrosion, Dellen oder Sprünge zu erkennen. Flaschen mit Dellen oder Sprüngen an der Innenseite sollen ausgemustert werden.

Flaschen, die auf der Innenseite Anzeichen für eine Verschmutzung oder Korrosion aufweisen, sollten innen mit Wasserhochdruck, Bänderreinigung, Dampf, Heißwasserdruck, durch Trommelreinigung mit Keramikchips oder auf eine andere, von SCI empfohlene, geeignete Methode gereinigt werden. Hierbei soll darauf geachtet werden, daß die Flasche nicht beschädigt wird.

**Hinweis:** Alkalische Lösungen, wie Natriumhydroxid, greifen Aluminium an und dürfen deshalb nicht zur Reinigung verwendet werden.

Nach dem Reinigen und Trocknen sollte die Flasche nochmals inspiziert werden. Flaschen, die eine starke Korrosion aufweisen, sollen ausgemustert werden.

- b) Die inneren Gewinde am Flaschenhals sollten kontrolliert und vermessen werden um sicherzustellen, daß sie unbeschädigt, sauber und frei von Grat und anderen Mängeln sind.





- c) Die Auflagefläche unter dem O-Ring im Flaschenhals soll sauber und unbeschädigt sein.

**Hinweis:** die interne Fläche von Flaschen, die mit *AlumaShield®* vergütet sind, hat ein dunkles, bräunliches Aussehen. Das ist normal und diese Vergütung soll nicht entfernt werden.

## 11 Reparaturen

Reparaturen am Verbundmaterial sollten nur von einer von SCI empfohlenen Organisation oder von einer entsprechend geschulten Person durchgeführt werden. Es sollte ein im Handel erhältliches bei Raumtemperatur aushärtendes Zwei-Komponenten-Epoxidharz verwendet werden. Eine typische Reparaturfolge ist in Abb. 8 dargestellt. Alle losen Fasern sollten entfernt werden, bevor der Harzüberzug aufgetragen wird.

**Alle reparierten Flaschen müssen einem Wasserdrucktest unterzogen werden, bevor sie wieder für den Einsatz bereitgestellt werden. Nach dem Drucktest müssen die reparierten Stellen kontrolliert werden, ob sich ein Anheben, Ablösen oder eine Schichtspaltung des Verbundmaterials zeigt.**

Alle Flaschen, die Anzeichen für ein Anheben, Ablösen oder eine Schichtspaltung des Verbundmaterials aufweisen, müssen ausgemustert werden.

### 11.1 Reparatur

Die Flasche so auf einen Tisch oder eine Werkbank legen, daß die beschädigte Fläche nach oben weist und gut zu erreichen ist. Die beschädigte Stelle sorgfältig untersuchen, um festzustellen, ob die Beschädigung im zulässigen Rahmen liegt.

Sicherstellen, daß die Oberfläche sauber und trocken ist. Lose Fasern können vor dem Auftragen von Kunstharz weggeschnitten werden. Die beschädigte Fläche entweder mit feinem Sandpapier oder mit „3M Scotchbrite“ leicht aufrauhen, damit das Kunstharz besser haftet.

Eine zur Reparatur des Schadens geeignete Menge des Zweikomponenten-Epoxidharzes gemäß Herstellerangaben mischen. Das Epoxidharz trocknet schnell. Daher dürfen nach dem Mischen keine Verzögerungen auftreten, und gute Vorbereitung ist entscheidend. Die Vorbereitung einer größeren Menge des schnell härtenden Kunstharzes bietet keine Vorteile, da die Aushärtung schneller erfolgt als bei kleineren Mengen.

Eine ausreichende Menge Kunstharz auf die beschädigte Fläche auftragen. Dabei beschädigte Fasern nach Bedarf austauschen. Nach dem Füllen der beschädigten Stelle mit Kunstharz mit dem Applikator andrücken.

Wenn zusätzlicher Schutz erforderlich ist, ein Stück Glasfaservlies auf die beschädigte Fläche aufbringen. Das Vlies sollte etwas größer als die beschädigte Stelle sein.



Falls Sie ein Vlies verwenden, ist es mit einer dünnen Schicht Kunstharz abzudecken, wobei darauf zu achten ist, daß es vollständig bedeckt ist.

Verwenden Sie Schrumpfband, falls besonders hochwertige Oberflächenqualität erforderlich ist. Befestigen Sie hierzu Schrumpfbandstücke, die etwa 150mm länger als die beschädigte Fläche sind, mit gewöhnlichem Klebeband auf der beschädigten Stelle, und zwar mit der Außenfläche nach unten. Um das Band zu schrumpfen ist es mit einem Heißlufttrockner zu erhitzen. Ziehen Sie das Band ab, nachdem das Kunstharz vollständig ausgetrocknet ist.

Lassen Sie die Flasche ruhen, während das Kunstharz abbindet, was normalerweise 5-10 Minuten dauert. Die Flasche kann nun transportiert, ist aber vor dem Drucktest und der abschließenden Obeflächenbehandlung etwa eine Stunde ruhen zu lassen, um sicherzustellen, daß das Kunstharz vollständig ausgehärtet ist.

### **Hinweis**

Oberflächenvlies (Optional) Glasfasermaterial, 0,25mm stark, Roving in Zufallsmuster.

Schrumpfband (Optional) 32mm Polyesterband, schrumpft bei Erwärmung

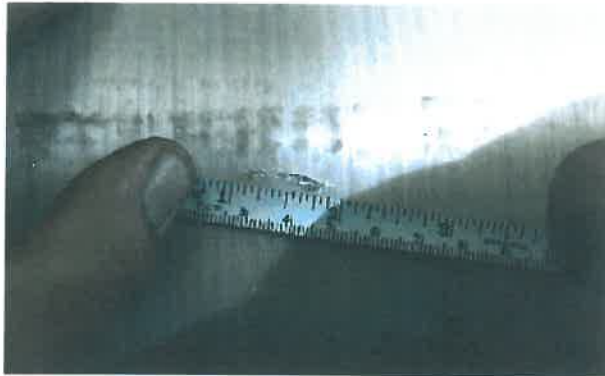


Abb. 10 Typische Reparaturfolge

## 12 Außerbetriebnahme

Alle Flaschen, die für den praktischen Einsatz nicht mehr sicher genug sind, müssen vernichtet werden, entweder

- durch Absägen des Flaschenhalses

oder

- durch Durchschneiden der Flasche

**Hinweis:** Sollte sich dies aufgrund der extremen Festigkeit des Verbundmaterials als zu schwierig erweisen, können die Flaschen kostenfrei an SCI zur Entsorgung zurückgeschickt werden.

## 13 Wasserdruckprüfung

Jede Flasche muß einem Wasserdrucktest unterzogen werden, wobei eine geeignete Flüssigkeit, normalerweise Wasser, als Testmedium verwendet wird.

Die erste Wartung sollte nach den Bestimmungen der nationalen Behörde durchgeführt werden (siehe Kapitel 9).

SCI/EFIC empfiehlt, daß der Drucktest an den Flaschen als Volumenausdehnungstest– Büretteausgleichsmethode durchgeführt wird, wie beschrieben in BS5430: Punkt 3. Mit dieser Methode werden Parallaxenfehler oder Fehler aufgrund des Wasserkopfeffekts vermieden.

Beim Wassermantel-Volumenausdehnungstest muß die mit Wasser gefüllte Flasche in einen Wassermantel, der ebenfalls mit Wasser gefüllt ist, eingeschlossen werden. Die gesamte und jede dauernde Volumenausdehnung der Flasche wird in Relation zur Menge Wasser gemessen, die durch die Ausdehnung der Flasche unter Druck und nach Ablassen des Drucks verdrängt wird.

Das Druckprüfungsverfahren kann auch angewendet werden.

### **Achtung:**

- Es sollten nur Adapter mit korrektem Gewinde verwendet werden.
- Die Adapter sollen sauber und frei von Schmutzpartikeln oder Sand sein, die Gewinde sollen unbeschädigt sein.
- Es muß darauf geachtet werden, daß die Flasche und das Drucktestsystem langsam gefüllt werden, um Luftblasen auszuschließen.
- Vor den Tests sollte sichergestellt sein, daß die Testausrüstung einwandfrei und ohne Leckagen funktioniert; die Überprüfung kann entweder mit einer kalibrierte Flasche oder auf eine andere geeignete Weise erfolgen.

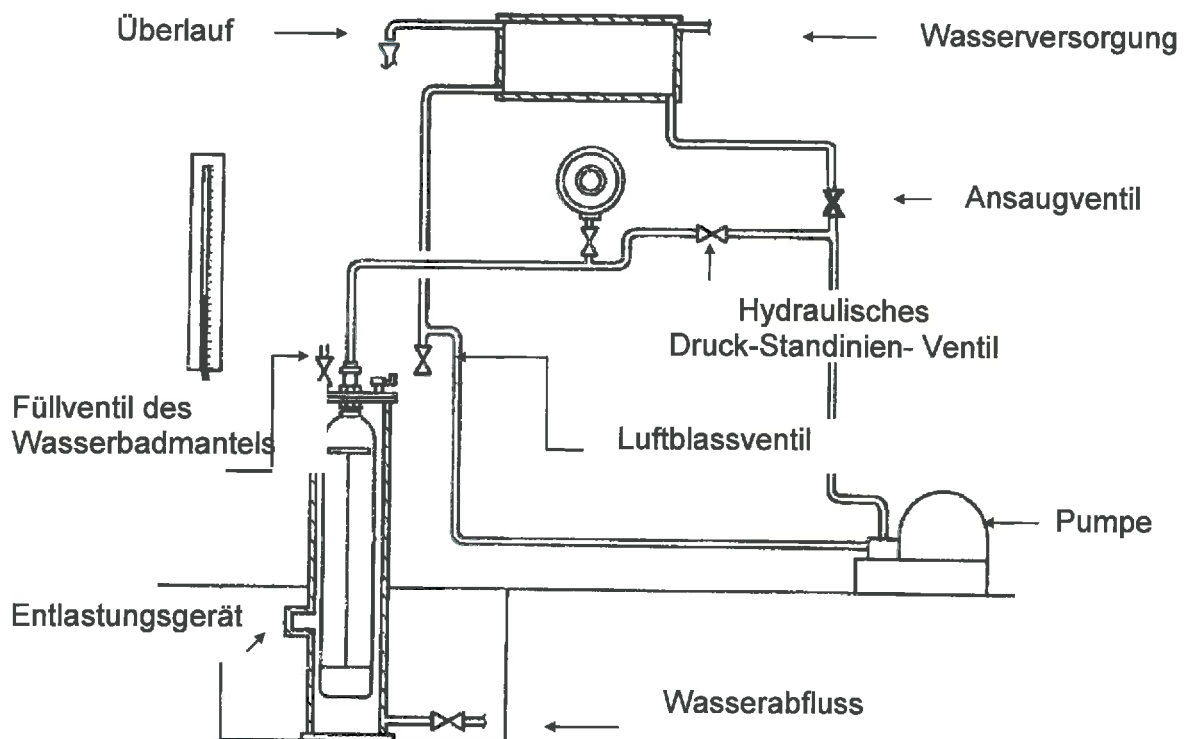
### 13.1 Testverfahren beim Volumenausdehnungstest



Das nachfolgend aufgeführte Verfahren zum Testen der Flaschen bezieht sich auf die Testausrüstung, die in Abb. 9 dargestellt ist.

Die Flasche wird mit Wasser gefüllt und an den Deckel des Wasserbadmantels angeschlossen.

**Hinweis:** EFIC Kevlar®/Glasflaschen erfordern bei der Wartung besondere Sorgfalt, um fehlerhafte Anzeigen zu vermeiden. Temperaturunterschiede zwischen Flasche und Wasser haben bereits zu Probleme geführt. Daher ist es wichtig, daß die Flasche, das Wasser darin und das Wasser im Wasserbadmantel weitgehend die gleiche Temperatur haben, soweit dies in der Praxis möglich ist. SCI/EFIC empfiehlt, daß alle Kevlar®-Flaschen, die getestet werden sollen, schon am Vortag mit Wasser gefüllt werden und daß sie auch schon einige Zeit vor dem Test in Wasser getaucht werden. Der Unterschied zwischen der Wassertemperatur im Wasserbadmantel und in der Flasche sollte weniger als 2°C betragen.



**Abb. 9 Volumenausdehnungstest mit Wasserbadmantel (Feste Bürette)**

Die Flasche wird im Wasserbadmantel abgedichtet und der Wasserbadmantel mit Wasser gefüllt; dabei sollte die verbleibende Luft über das Luftablassventil abgelassen werden.

Die Flasche wird an die Druckluftleitung angeschlossen. Die Bürette wird so justiert, daß ihre Nullmarkierung mit der Nullmarkierung auf dem Bürettehalter übereinstimmt. Das Wasserniveau sollte mit Hilfe des Füll- und Ablassventils des Wasserbadmantels auf die Nullmarkierung gebracht werden. Der Flaschendruck wird auf Arbeitsdruck gebracht (85% des Prüfdrucks); dann wird das hydraulische Druck-Standlinienventil geschlossen und das Füllen eingestellt; nun muß abgewartet werden, bis sich die Anzeige an der Bürette stabilisiert hat und konstant bleibt.

**Hinweis:** Ein kontinuierliches Ansteigen des Wasserniveaus deutet entweder auf ein undichtes Verbindungsstück zwischen der Flasche und dem Wasserbadmantel hin oder auf eine fehlerhafte Flaschenverbindung. Bei einigen Verbundflaschenarten und besonders bei EFIC's Kevlar®/Glasflaschen kann während der Anfangsphase des unter Druck setzens auch Luft ausströmen.

Mit dem Druckablassventil wird der Druck aus der Flasche entlastet. Dann wird gewartet, bis sich die Anzeige der Bürette stabilisiert hat. Danach wird das Wasserniveau mit Hilfe des Füll- und Ablassventils des Wasserbadmantels wieder auf die Nullmarkierung gebracht; hierbei sollte darauf geachtet werden, daß die gesamte Luft ausgeströmt ist.

Nun wird die Füllung wieder aktiviert, das Druckventil geöffnet und der Druck in der Flasche bis auf den Arbeitsdruck gebracht; wenn sich das Wasserniveau stabilisiert hat, wird der Druck bis auf den Prüfdruck erhöht. Danach wird das Druckventil geschlossen und das Pumpen eingestellt. An der Bürette-Anzeige wird überprüft, ob sie sich stabilisiert hat und konstant bleibt.

Nun wird die Bürette soweit heruntergelassen, bis das Wasserniveau die Nullmarkierung auf dem Bürettehalter erreicht hat. Die Wasserniveauanzeige auf der Büretteskala sollte notiert werden. Sie ist ein Maß für die gesamte Ausdehnung.

Nun wird das Druckablassventil geöffnet, um den Druck von der Flasche zu nehmen. Dann wird gewartet, bis sich die Anzeige der Bürette stabilisiert hat und konstant bleibt. Die Bürette wird angehoben, bis das Wasserniveau mit der Nullmarkierung auf dem Bürettehalter übereinstimmt. Es sollte darauf geachtet werden, daß der Druck Null ist und das Wasserniveau konstant bleibt.

**Hinweis:** Es kann unter Umständen einige Minuten dauern, bis sich das Wasserniveau in der Bürette stabilisiert hat, insbesondere bei Kevlar/Glasflaschen.

Die Wasserniveauanzeige auf der Büretteskala sollte notiert werden. Sie ist ein Maß für die permanente Ausdehnung, falls vorhanden.

Die permanente Ausdehnung sollte 5% der gesamten Ausdehnung nicht überschreiten, wie in folgender Gleichung beschrieben:

$$\frac{\text{permanente Ausdehnung} \times 100}{\text{gesamte Ausdehnung}} < 5\%$$



Flaschen, bei denen die permanente Ausdehnung mehr als 5% beträgt, sollen ausgemustert werden.

### **13.2 Verfahren zur Prüfung der volumetrischen Ausdehnung - kein Wasserbadmantel**

Die Flasche mit Wasser füllen und an den Druckprüfstand anschließen. Dabei die Temperatur notieren.

Die Flasche an die Druckleitung anschließen und das System mit Wasser füllen, wobei darauf zu achten ist, daß keine Luft im System eingeschlossen wird. Die Bürette so einstellen, daß der Wasserstand mit der Nullmarke übereinstimmt. Dies kann durch Manipulation der Füll- und Ablassventile erreicht werden.

Den Druck in der Flasche auf den maximalen Betriebsdruck erhöhen (85% des Prüfdrucks). Das Ventil der hydraulischen Druckleitung schließen und die Pumpe abschalten. Diesen Druck aufrechterhalten, bis sich der Bürettenstand stabilisiert und konstant bleibt.

Hinweis: Ein weiter steigender Wasserpegel deutet auf eine undichte Stelle im System hin.

Öffnen Sie das Ablassventil der Hydraulikleitung, um den Druck aus der Flasche abzulassen. Warten Sie, bis sich die Bürettenanzeige stabilisiert. Stellen Sie die Wasserstandsanzeige durch Manipulation der Füll- und Ablassventile auf Null. Stellen Sie sicher, daß sich keine Luft mehr im System befindet.

Erhöhen Sie den Druck in der Flasche auf den Betriebsdruck (2/3 des Prüfdrucks). Wenn der Wasserstand stabil ist, erhöhen Sie den Druck weiter bis auf den Prüfdruck. Schließen Sie das Ventil der Hydraulikdruckleitung und schalten Sie die Pumpe ab. Diesen Druck aufrechterhalten, bis sich der Bürettenstand stabilisiert und konstant bleibt. Notieren Sie den auf der Bürettenskala angezeigten Wasserstand. Dies ist das Ausgangsmaß für die Gesamtausdehnung und ist als solches aufzuzeichnen.

Öffnen Sie das Ablassventil der Hydraulikleitung, um den Druck aus der Flasche abzulassen. Warten Sie, bis sich die Bürettenanzeige stabilisiert. Dies kann mehrere Minuten dauern. Notieren Sie den auf der Bürettenskala angezeigten Wasserstand. Dies ist ein Maß für die Permanentausdehnung und ist als solches aufzuzeichnen.

Führen Sie die zur Berücksichtigung der Kompressibilität von Wasser bei der angezeigten Temperatur notwendigen Berechnungen durch.

Stellen Sie sicher, daß die Permanentausdehnung 5% der Gesamtausdehnung nicht übersteigt.

Flaschen mit Permanentausdehnung von mehr als 5% sind auszusondern.

### **13.3 Druckprüfungsverfahren**



SCI/EFIC Kohleverbundflaschen erfordern bei der Wartung besondere Sorgfalt, um fehlerhafte Anzeigen zu vermeiden. Das Verbundmaterial verhält sich anders als Metall; deshalb ist bei diesem Verfahren die Zeit zur Stabilisierung der Anzeigen sehr wichtig.

1. Die Flasche wird mit Wasser gefüllt und an die Prüfeinrichtung angeschlossen; die Temperatur wird notiert.
2. Die Flasche wird an die Druckluftleitung angeschlossen, und das System mit Wasser gefüllt; dabei sollte sichergestellt werden, daß keine Luft im System eingeschlossen ist. Die Bürette sollte so eingestellt werden, daß das Wasserniveau mit Hilfe des Füll- und Ablassventils auf die Nullmarkierung gebracht wird.
3. Der Druck in der Flasche wird auf 85% des Prüfdrucks erhöht. Das Druckventil wird geschlossen und das Pumpen eingestellt. Der Druck wird gehalten, bis sich die Büretteanzeige stabilisiert hat und konstant bleibt.

**Hinweis:** Ein ständiger Anstieg des Wasserniveaus deutet auf ein Leck im System hin.

4. Nun wird das Druckablassventil geöffnet, um den Druck von der Flasche zu nehmen. Jetzt muß gewartet werden, bis sich die Büretteanzeige stabilisiert hat. Das Wasserniveau wird mit Hilfe des Füll- und Ablassventils auf die Nullmarkierung gebracht; hierbei muß darauf geachtet werden, daß keine Luft im System verbleibt.
5. Nun wird der Druck in der Flasche auf Arbeitsdruck gebracht ( $2/3$  des Prüfdrucks) und wenn sich das Wasserniveau stabilisiert hat wird der Druck auf Prüfdruck erhöht. Nun wird das Druckventil geschlossen und das Pumpen eingestellt. Dieser Druck wird gehalten, bis sich die Büretteanzeige stabilisiert hat und konstant bleibt. Die Wasserniveauanzeige an der Büretteskala wird notiert; sie stellt den Anfangswert der gesamten Ausdehnung dar.
6. Nun wird das hydraulische Druckablassventil geöffnet, um den Druck von der Flasche zu nehmen. Jetzt muß gewartet werden, bis sich die Büretteanzeige stabilisiert hat. Die Wasserniveauanzeige an der Büretteskala wird notiert; sie ist ein Maß für die permanente Ausdehnung.
7. Nun müssen die nötigen Berechnung zur Berücksichtigung der Kompressibilität von Wasser bei der angegebenen Temperatur durchgeführt werden.
8. Die permanente Ausdehnung darf 5% der gesamten Ausdehnung nicht übersteigen.
9. Flaschen, bei denen die permanente Ausdehnung mehr als 5% beträgt, sollen ausgemustert werden.





## **Achtung:**

- Es sollten nur Adapter mit korrektem Gewinde verwendet werden.
- Die Adapter sollen sauber und frei von Schmutzpartikeln oder Sand sein, die Gewinde sollen unbeschädigt sein.
- Es muß darauf geachtet werden, daß die Flasche und das Drucktestsystem langsam gefüllt werden, um Luftblasen auszuschließen.
- Vor den Tests sollte sichergestellt sein, daß die Testausrüstung einwandfrei und ohne Leckagen funktioniert; die Überprüfung kann entweder mit einer kalibrierte Flasche oder auf eine andere geeignete Weise erfolgen.

### **14 Lebensdauer der Flaschen**

SCI hat auch Verbundflaschen mit einer Lebensdauer von 15, 20 bzw. 30 Jahren sowie Flaschen mit unbegrenzter Lebensdauer im Programm. Diese sind je nach Ablauf der Lebensdauer aus dem Verkehr zu ziehen. Flaschen mit unbegrenzter Lebensdauer (NLL) können so lange im Verkehr bleiben, solange diese die Wiederkehrende Prüfung bestehen.

### **15 Kennzeichnung der Flaschen**

Nach zufriedenstellender Beendigung der Wartung und des Wasserdrucktests wird ein Etikett in der Nähe des ursprünglichen Herstellungsdatums angebracht; es sollte das Datum des Wasserdrucktests und den Namen der Wartungsorganisation enthalten. Dieses Etikett kann aus Papier, Plastik oder Metall bestehen und sollte fest an der Flasche angebracht werden; hierzu wird der Aufkleber auf beiden Seiten mit klarem Epoxidharz überzogen. Es kann auch ein Gummistempel mit nicht zu entfernender Tinte verwendet werden, der dann mit klarem Epoxidharz überzogen wird.

Siehe Reparaturverfahren für Anweisungen über die Verwendung von Epoxydharz.



## **16 Abschlußarbeiten**

### **16.1 Trocknen und Reinigen**

Die Innenseite der Flasche sollte nach dem Drucktest immer sorgfältig trocknen, so daß keine Wasserreste mehr zurückbleiben.

Weiterhin sollte die Flascheninnenseite nochmals kontrolliert werden, ob sie trocken und frei von Verunreinigungen ist.

Sollte zum Trocknen Hitze angewendet werden, sollte die Temperatur 100°C nicht überschreiten.

### **16.2 Nachlackierung**

#### **16.2.1 Vorbereitung der Oberfläche**

SCI empfiehlt, daß die vorhandene Farbe nicht von der Flasche entfernt wird, da dies nur mit einer Spezialausrüstung richtig durchgeführt werden kann.

Normalerweise sollte die Flasche etwas abgeschmirgelt werden, damit die neue Farbe besser haftet. Sind die Flaschen schmutzig, solle die Oberfläche mit einem Reinigungsmittel auf Wasserbasis gereinigt und sorgfältig getrocknet werden.

#### **16.2.2 Streichen**

Die Auswahl der Farbe ist nicht kritisch. SCI empfiehlt entweder nicht entflammbare Epoxid- oder Polyurethanfarbe. Polyurethanfarbe auf Wasserbasis hat gute flammhemmende Eigenschaften.

Die Farbe sollte aufgesprüht werden, da die Oberfläche dann besser aussieht.

#### **16.2.3 Trocknen der Farbe**

Die Farbe sollte an der Luft bei ca. 60°C bis 70°C 15 bis 20 Minuten trocknen. Damit die Farbe jedoch völlig aushärten kann, sollte die Flasche nochmals ca. 24 bis 48 Stunden ruhen.

#### **1.6.2.4 Sonstiges**

Sollte Farbe in der Nähe des Flaschenaufklebers aufgetragen werden, muß der Aufkleber abgedeckt werden, um die Sichtbarkeit des Aufklebers zu gewährleisten. Es sollte auch darauf geachtet werden, daß kein Farbe oben auf den Flaschenhals gesprüht wird, da dies dazu führen kann, daß das Ventil nicht mehr dicht auf der Flasche angebracht werden kann.

Für Fragen oder weitere Informationen sollte SCI kontaktiert werden.



## 17 Dokumentation

Alle Wartungen und Wasserdrucktests sollen dokumentiert werden; diese Unterlagen sollten beim Hersteller verbleiben, solange die Flasche im Einsatz ist.

1. Kapitel 13 und 14 dieser Richtlinien haben die BS5430: Teil 3: 1990 zur Grundlage und wurden mit Genehmigung des britischen Normeninstituts (BSI) wiedergegeben.
2. Die ISO-CEN-Norm EN ISO 11623 („Periodic inspection und testing of composite gas cylinders“ - „Regelmäßige Inspektion und Überprüfung von Verbundgasflaschen“) ist veröffentlicht worden.