

## Empfehlungen für das Arbeiten mit Hochdruckanlagen

### Inhaltsverzeichnis Seite

<b>1 ALLGEMEINES</b>	<b>2</b>	<b>4.5 Hochdruckrohre</b>	<b>5</b>
1.1 Gefahrenpotential	2	<b>4.6 Hochdruckschläuche</b>	<b>5</b>
1.2 Beratung	2	<b>4.7 Überdrucksicherungen</b>	<b>6</b>
1.3 Herstellung von Anlagen	2	4.7.1 Berstscheibensicherungen	6
1.4 Energien unter Druck	2	4.7.2 Überdruckventile	6
1.5 Lebensdauer	3	<b>4.8 Druckbehälter</b>	<b>6</b>
<b>2 PROTOKOLL</b>	<b>3</b>	<b>4.9 Maschinenbauteile</b>	<b>7</b>
2.1 Protokollinhalt	3	<b>5 DRUCKSYSTEME</b>	<b>7</b>
<b>3 RÄUMLICHKEITEN</b>	<b>3</b>	<b>5.1 Gefährliche Hochdrucksysteme</b>	<b>7</b>
3.1 Allgemein	3	5.1.1 Sauerstoff	7
3.2 Gassysteme	4	5.1.2 Wasserstoff	8
3.3 Schutzwände	4	5.1.3 Acetylen	8
3.4 Berstschutzbehälter	4	5.1.4 Stickstoff	8
3.5 Wände und Decken	4	5.1.4 Stickstoff	8
3.6 Fenster	4	5.1.4 Flüssigkeiten	8
3.7 Bedienungselemente	4	<b>5.2 Aufstellungsprüfung</b>	<b>8</b>
3.7 Kennzeichnung	4	<b>5.3 Temperaturüberwachung</b>	<b>9</b>
<b>4 KOMPONENTEN</b>	<b>4</b>	<b>6 SERVICEARBEITEN</b>	<b>9</b>
4.1 Gasflaschen	4	<b>6.1 Vorgehensweise</b>	<b>9</b>
4.2 Druckmessgeräte	4	<b>6.2 Hochdruckverschraubungen</b>	<b>9</b>
4.3 Ventile	5	<b>6.3 Leckagen</b>	<b>9</b>
4.4 Entlastungsbohrungen	5	<b>6.4 Allgemeine Sicherheitshinweise</b>	<b>9</b>

# dunze

## Superpressure Technologies

### 1.1 Gefahrenpotential

#### **Das Arbeiten mit hohen Drücken muss nicht gefährlich sein.**

Entscheidend für das Gefahrenpotential eines drucktragenden Systems ist u.a. das **Druck/Liter Produkt**, d. h. das Produkt aus dem Volumen und des Druckes, also nicht nur der hohe Druck.

Hinzu kommt allerdings die Kompressibilität, die Dehnung des Druckkörpers und eventuell die chemische Reaktion des Fluids. (siehe 1.4).

Häufig treten die Probleme, besonders bei Gassystemen, eher im Niederdruckbereich auf, da diesem oft eine zu geringe Aufmerksamkeit gewidmet wird. Gasflaschen z.B. stellen eine größere Gefahrenquelle dar.

Eine nicht ausreichend angezogene Schneidring- oder Klemmringverschraubung eines 400 bar Systems kann genauso gefährlich werden, wie ein versagendes Hochdruckbauteil. Eine versagende Gasflasche kann ein ganzes Haus zerstören.

Auf Grund der schwierigeren Abdichtung von Schneidringverschraubungen bei kritischen Gasen und Flüssigkeiten, sind in diesen Fällen Hochdruckverschraubungen auch bei niedrigeren Drücken zu empfehlen, da sie leckagefrei und sicher sind.

Die Gefahren einer Hochdruckanlage werden gelegentlich falsch eingeschätzt. Sicherheitseinrichtungen werden deplaziert angebracht. Sie sind zu schwach oder umgekehrt, werden mit einem übertriebenen Aufwand erstellt.

### 1.2 Beratung

Den mit einem Hochdrucksystem arbeitenden Personen muss bewusst sein, welche Gefahren auftreten können. Im Zweifelsfall ziehen Sie einen Fachmann hinzu. Lassen Sie sich schriftlich mitteilen, welche Sicherheitsmaßnahmen er für angebracht hält. Sie können auch jederzeit einen kompetenten Sachverständigen, auch wenn keine Abnahmepflicht des Systems besteht, hinzuziehen.

Sachverständige sind z.B. bei dem Germanischen Lloyd, bei der Dekra oder beim TÜV anzutreffen. Seit einigen Jahren gibt es auch unabhängige Sachverständige für die Abnahme von Druckbehältern.

Die mit einer Hochdruckanlage beschäftigten Mitarbeiter sollten in regelmäßigen Abständen, z.B. alle 12 Monate, über die geltenden Unfallverhütungsvorschriften und erforderlichen Sicherheits- evtl. auch Erste-Hilfe Maßnahmen unterrichtet werden. Außerdem sollte man eventuelle „Beinahe-Unfälle“ diskutieren.

### 1.3 Herstellung von Anlagen

#### **Hochdruckanlagen dürfen nur von kompetentem Fachpersonal hergestellt werden.**

Falls Sie nicht zu diesem Personenkreis gehören, beschaffen Sie ein komplettes, vorschriftsmäßig hergestelltes System, mit den dazugehörigen Abnahmepapieren und Sicherheitseinrichtungen.

Bedauerlicherweise wird gerade an Hochschulen häufig unerfahrenes Personal veranlasst, Hochdruckanlagen herzustellen, die keinerlei Vorschriften entsprechen. Die Ergebnisse sind nicht selten erschreckend!

Jede Hochdruckanlage muss der Druckgeräterichtlinie, und dem Maschinenschutzgesetz entsprechen. Sie muss in den meisten Fällen ein CE Zeichen tragen.

#### **Genauso, wie es nicht gestattet ist mit einem nicht zugelassenen Kraftfahrzeug zu fahren, ist es nicht gestattet, mit einer nicht zugelassenen Hochdruckanlage zu arbeiten.**

Siehe Maschinenrichtlinie

<http://www.ce-zeichen.de/klassifizierung/maschinenrichtlinie.html>

Die Einhaltung der Maschinenrichtlinie ist gesetzlich vorgeschrieben. Die Maschinenrichtlinie beinhaltet die Beachtung der Druckgeräterichtlinie, welche für dieses Thema wesentlich ist.

# dunze

## Superpressure Technologies

<http://www.ce-zeichen.de/klassifizierung/druckgeraeterichtlinie.html>

### 1.4 Energien unter Druck

Unterschätzen Sie nie die Energien eines Fluids unter Druck. Die Kompressibilität von Wasser unter 1000 bar Druck beträgt ca. 5%, die von Öl ca. 10%. Hinzu kommt die elastische Spannungsenergie Ihres Bauteils und eventuell die chemische Energie des Inhalts. Diese Kräfte werden schlagartig frei. Sie können ein Bauteil stark beschleunigen und mit einer erheblichen Durchschlagkraft versehen.

Ein eventuell austretender Flüssigkeitsstrahl kann zu erheblichen Verletzungen, bis zum Abschneiden von Körperteilen, führen. Ein in das Körpergewebe eindringender Flüssigkeitsstrahl führt meist zu Vergiftungen und muss sofort behandelt werden.

Gassysteme sind gefährlicher als Flüssigkeitssysteme, da sie im Bereich unter 1000 bar eventuell freiwerdende Komponenten stärker beschleunigen. Wenn das Gas beim Verdichten sein Eigenvolumen erreicht hat, etwa ab 1000 bar, vermindert sich der Unterschied in der Kompressibilität zwischen Gasen und Flüssigkeiten, bis sie nahezu gleich sind.

### 1.5 Lebensdauer

Maschinenbauteile können auf Grund unvorhergesehener chemischer und mechanischer Einflüsse im Laufe der Zeit versagen. Leider werden die Mitarbeiter erfahrungsgemäß bei unfallfreiem Betrieb im Laufe der Zeit sorgloser.

**Hochdruckkomponenten sind häufig so ausgelegt, dass sie keine unendliche Lebensdauer haben.**

Die Lastwechselbeständigkeit, und damit die Lebensdauer vieler Bauteile, besonders wenn sie unter hohem Druck stehen, ist begrenzt. Zudem ist sie sehr schlecht zu berechnen und wird häufig, genau wie der Einfluss der Kerbwirkung, falsch eingeschätzt.

Rechenergebnisse nach der S1 oder S2 des AD Merkblatts ergeben bei Hochdruckbauteilen Ergebnisse, die einer Überprüfung nicht standhalten.

Ein Fehler bei der Auswahl des Werkstoffs, im Werkstoff, bei der Konstruktion oder durch die Fertigung kann ebenfalls Auswirkungen haben, die ein Bauteil nur über einen begrenzten Zeitraum seine Belastung tragen lassen.

Eine kurze Druckprobe, oder auch eine Sachverständigen-Abnahme, ist keine Gewähr dafür, dass ein drucktragendes Bauteil über eine permanente Lebensdauer verfügt.

**Arbeiten Sie daher mit Ihrem Drucksystem stets in einer Weise, bei der ein Versagen eines Bauteils niemanden verletzen kann!**

Falls es sich nicht vermeiden lässt, direkt an druckbelasteten Teilen zu arbeiten, tragen Sie immer eine Schutzbrille, ggf. einen Schutzhelm, Sicherheitsschuhe und Schutzkleidung. Bei Erwartung knallartiger Geräusche tragen Sie Ohrenschützer.

**Wer an unter Druck stehenden Anlagen ungeschützt arbeitet, handelt nicht mutig, sondern unverantwortlich!**

## 2 Protokoll

Falls Sie nach der Druckgeräterichtlinie abnahmepflichtige Komponenten betreiben, ist gemäß AD Merkblatt S1, bzw. S2 das Führen eines Protokolls vorgeschrieben.

### 2.1 Protokollinhalt

Die Arbeiten mit einer Hochdruckanlage sollten generell protokolliert werden.

In dem Protokoll sollten normale Vorkommnisse wie Druck- und Temperaturbelastungen, deren Zeiträume, Arbeitsbeschreibungen, Erweiterungen, Reparaturen und Unregelmäßigkeiten festgehalten werden.

Es sollte niemals eine Person allein mit einer Hochdruckanlage arbeiten. Die Personen, die mit der Hochdruckanlage arbeiten, müssen im Protokoll fest gehalten werden.

Müssen Anlagen unbeaufsichtigt arbeiten, ist im Protokoll festzuhalten, wer für das laufende

# dunze

## Superpressure Technologies

System verantwortlich ist, wo die zuständige Person angetroffen werden kann, und wie die Anlage im Störfall zu handhaben ist.

### 3 Räumlichkeiten

#### 3.1 Allgemein

Um einer vorzeitigen Ermüdung und Unaufmerksamkeit des Personals vorzubeugen, muss der Arbeitsplatz hinsichtlich Beleuchtung, Temperierung, Belüftung und Geräuschbelastung einem normalen Arbeitsplatz entsprechen.

Der Arbeitsplatz muss mindestens mit einem Feuerlöscher, Erste-Hilfe Ausrüstung und Telefon ausgestattet sein.

Für Service- oder Reparaturarbeiten muss geeignetes Werkzeug vorhanden sein.

#### 3.2 Gassysteme

Beim Arbeiten mit Gassystemen ist, je nach Größe des unter Druck stehenden Volumens, eventuell für eine ausblasbare Wand, sich selbsttätig öffnende Klappen oder ähnliche Entlastungsmöglichkeiten zu sorgen.

#### 3.3 Schutzwände

Obwohl es möglich ist, die benötigte Stärke von Schutzwänden zu errechnen, dürfte dies für die Praxis wenig sinnvoll sein, sie sollte von erfahrenen Fachleuten bestimmt werden.

Die Wände sollten mehrlagig sein. Gut bewährt hat sich bei größeren Systemen eine Zusammenstellung, von der Druckseite aus betrachtet, aus einer 10 mm PVC Platte, einem 3 mm Stahlblech, 100 mm starken, scharfkantigen Holzbohlen und außen einem 3 mm Stahlblech.

Die Schutzwände müssen gut befestigt werden, damit Personen nicht durch Umstürzen nach einem Aufprall gefährdet werden.

Eine einfache Betonwand ist bei größeren Systemen nicht gut geeignet. Obwohl der aufprallende Körper die Wand nicht durchschlägt, kann sich, das haben wir schon erlebt, auf der Rückseite ein Teil lösen und weiterfliegen.

#### 3.4 Berstschutzbehälter

Sicherer und preiswerter sind oft Berstschutzbehälter.

#### 3.5 Wände und Decken

Verlassen Sie sich nie auf die Schutzwirkung der angrenzenden Wände und Decken, sie ist meist geringer als es allgemein vermutet wird.

#### 3.6 Fenster

Falls Sie Ihre Anlage vor ein Glasfenster stellen, vergewissern Sie sich über die Folgen eventuell herausfliegender Glassplitter.

Die Sicht auf ein Hochdrucksystem kann durch schussfestes Glas, Polycarbonat, (kein Plexiglas!) einen Spiegel oder durch eine Kamera ermöglicht werden.

#### 3.7 Bedienungselemente

Selbstverständlich müssen sich sämtliche Bedienungselemente außerhalb des Druckbereichs befinden.

#### 3.8 Kennzeichnung

Die Notfallvorschriften und Maßnahmen zum Abschalten der Anlage im Notfall müssen außerhalb des Gefahrenbereichs deutlich angebracht werden.

Ein Hochdruckraum muss von außen entsprechend gekennzeichnet sein.

## 4 Komponenten

### 4.1 Gasflaschen

Den handelsüblichen Gasflaschen sollte man besondere Aufmerksamkeit widmen, da sie häufig das größte Energiepotential speichern.

Gasflaschen sind nicht immer in gutem Zustand. Die vorgeschriebenen Prüfünterwalle sind gegenwärtig viel zu lang.

Die Gasflaschen dürfen nicht so aufgestellt werden, dass sie beim Versagen eines Hochdruckteils beschädigt werden können.

Am günstigsten werden Gasflaschen im Freien, sonnengeschützt, abgesperrt und verschlossen untergebracht. **Siehe TRB 610, Druckbehälterverordnung.**

# dunze

## Superpressure Technologies

Es ist nicht gestattet Gasflaschen selbst aufzufüllen. Bei Zuwiderhandlungen sind schwerwiegende Unfälle nicht selten die Folge.

### 4.2 Druckmessgeräte

Manometer dürfen bei pulsierenden Drücken nur bis zu 2/3 ihres Anzeigebereichs benutzt werden. Sie sollten über eine interne Schutzwand (besondere Sicherheit/Solid Front) verfügen. Es darf nur Sicherheitsglas als Frontscheibe verwendet werden. Empfehlenswert ist meist eine Flüssigkeitsfüllung. Bei Drücken über 1000 bar sollten Druckmessgeräte mit Hochdruckanschluss (meist M 16x1,5) verwendet werden.

Druckaufnehmer verfügen in der Regel über eine höhere Belastbarkeit als Manometer. Auf eine sichere Konstruktion sollte im Hinblick auf ein Versagen der Membrane oder des Druckrohr geachtet werden. Hier werden die vorgeschriebenen Sicherheits-Kriterien häufig nicht eingehalten.

### 4.3 Ventile

Ein sehr kritisches Bauteil sind Handventile, da der Betreiber mit diesen direkt in Kontakt kommt.

Die Bauweise vieler Handventile ist unsicher. Die Stopfbuchsmutter kann abreißen oder sich herausschrauben. Viele Sicherungsbleche, die das Herausschrauben der Stopfbuchsmutter verhindern sollen, sind nicht ausreichend und erfüllen diesen Zweck nur mangelhaft. Besser sind Ventile mit einer zusätzlichen Schutzkappe oder einem Joch über der Stopfbuchsmutter.

Sicherer, da sie sich nicht in der Nähe des Betreibers befinden müssen, durch den geringeren Verrohrungsaufwand und die längere Lebensdauer auch häufig preisgünstiger, sind pneumatisch, elektrisch oder hydraulisch betätigte Ventile.

### 4.4 Entlastungsbohrungen Hochdruckverschraubungen

Die druckaufnehmenden Gewinde einer Verschraubung sind im Falle einer Leckage nicht immer in der Lage, die dann auf die wesentlich größere Fläche der Druckschraube auftretenden Kräfte aufzunehmen. Bei einer 10000 bar Verschraubung hat die Stirnfläche des Rohres einen Durchmesser von 2,6 mm. Die Stirnfläche der M16x1,5 mm Druckschraube ist folglich etwa 38 mal größer. Wenn es keine Entlastungsbohrung gäbe, wäre sie nicht in der Lage den austretenden Druck aufzunehmen. Die Druckschraube würde abreißen.

Hochdruckanschlüsse müssen über mindestens eine Entlastungsbohrung verfügen. Sinnvoll sind zwei gegenüberliegende Entlastungsbohrungen. Genaugenommen könnte die Nennweite unter Berücksichtigung der maximalen Austrittsmenge mit der Düsenformel errechnet werden. Praktisch sollten die Entlastungsbohrungen bei Ventilen und Verschraubungen nicht kleiner als 1,6 mm sein und nicht weniger als 1/3 des Durchmessers der Nennweite betragen.

Bei anderen Komponenten, wie z.B. Druckbehältern oder Druckerzeugern ist die Größe der Entlastungsbohrungen nach der maximal möglichen Austrittsmenge zu bestimmen. Die Austrittsgeschwindigkeit von Flüssigkeiten sollte 30m/sek nicht überschreiten.

### 4.5 Hochdruckrohre

Hochdruckrohre sollten gemäß der Druckbehälterverordnung ausgelegt sein.

Wenn sie giftige, brennbare oder ätzende Fluide transportieren, oder wenn ihr Volumen ein bestimmtes Druck-Literprodukt überschreitet, sind sie abnahmepflichtig (siehe Druckgeräterichtlinie).

**<http://www.ce-zeichen.de/klassifizierung/druckgeraeterichtlinie.html>**

Rohre sollten in Abständen von 500 bis 1000 mm befestigt werden. Bei einem Versagen könnten die eventuell herumschleudernden Rohrenden ansonsten schwere Verletzungen verursachen.

Der Biegeradius darf den fünffachen Rohrdurchmesser nicht unterschreiten.

# dunze

## Superpressure Technologies

Kaltverfestigte Rohre, das sind augenblicklich die meisten rostfreien Hochdruckrohre, dürfen nicht warm gebogen, geschweißt oder gelötet, bzw. auf über 700°C erwärmt werden.

### 4.6 Hochdruckschläuche

Das arbeiten mit Hochdruckschläuchen, die mit Drücken bis 4000 bar betrieben werden ist ohne zusätzlichen Schutz sehr gefährlich. Besonders beim Betrieb von Hydroforming-Anlagen wird gelegentlich in unverantwortlicher Weise mit Hochdruckschläuchen gearbeitet.

Für Hochdruckschläuche können zusätzliche Schutzeinrichtungen, wie Schutzschläuche, mitgeliefert werden. Es sind zwei Arten von Schutzschläuchen lieferbar: Ein klarer PVC Schutzschlauch, der primär als Abriebschutz dient, oder ein Berstschutzschlauch, der wesentlich stabiler ist, als Berstschutz. Als Berstschutzschlauch kann ein einfacher flexibler ein- oder zweilagiger Hydraulikschlauch benutzt werden. Die Schutzschlauchenden können offen oder geschlossen ausgeführt werden. Bei geschlossenen Enden besteht die Möglichkeit einer kontrollierten Abfuhr des Fluids.

Die Schläuche müssen mit einem Ausreisschutz versehen sein. Dieser verhindert ein Wegfliegen des Anschlusses oder des Schlauches bei einem Versagen der Verpressung.

Anstelle von Schläuchen können häufig spiralförmig gebogene Rohre, die von uns entwickelte Lineardurchführungen oder Rohre mit Drehdurchführungen eingesetzt werden. Diese verfügen über eine wesentlich höhere Sicherheit, längere Lebensdauer und größere Nennweite.

### 4.7 Überdrucksicherungen

#### 4.7.1 Berstscheibensicherungen

Der Querschnitt von Berstscheibensicherungen ist in dem AD Merkblatt A1 vorgeschrieben.

**Der Berstdruck der Berstscheiben muss mindestens 30% über dem Betriebsdruck**

liegen.

**Das gesamte System muss mindestens auf den Berstdruck der Berstscheiben bzw. auf den Öffnungsdruck eines Überdruck- bzw. Sicherheitsventils ausgelegt sein.**

Eine geeignete Abführung des austretenden Fluids muss vorhanden sein.

Berstscheiben unterliegen bei einem höheren Auslastungsgrad und Pulsationen einer Ermüdung. In solchen Fällen ist mit einem vorzeitigen Bersten zu rechnen.

Berstscheiben sollten primär in Systemen eingesetzt werden, in denen mit einer schlagartigen Druckerhöhung zu rechnen ist, oder die schwierig abzudichten sind, sonst sind Überdruckventile zu empfehlen.

#### 4.7.2 Überdruckventile

Überdruckventile, auch Druckbegrenzungsventile genannt, die durch eine Baumusterprüfung oder durch Einzelabnahme durch einen Sachverständigen, abgenommen worden sind, nennt man *Sicherheitsventile*.

Abnahmepflichtige Druckbehälter oder Systeme müssen über ein Sicherheitsventil oder über eine abgenommene Berstscheibensicherung verfügen. Zwischen Druckbehälter und dem Sicherheitsorgan darf sich keine Absperrmöglichkeit befinden.

**Der Öffnungsdruck der Überdruckventile darf maximal 10% über dem Betriebsdruck liegen.**

**Ein System muss auf den Öffnungsdruck des Überdruckventils ausgelegt sein.**

### 4.8 Druckbehälter

Druckbehälter mit einem Betriebsdruck von über 0,5 bar sind gemäß **Druckgeräterichtlinie** durch den Hersteller oder zusätzlich durch einen Sachverständigen abnahmepflichtig. Das entsprechende Regelwerk ist zu umfangreich, als dass sein Inhalt sich in wenigen Absätzen wiedergeben lässt.

Für jeden abnahmepflichtigen Druckbehälter muss ein Prüfbuch vorhanden sein.

# dunze

## Superpressure Technologies

In diesem Buch sind in der Bescheinigung zur Vorprüfung und in der Abnahmeprüfbescheinigung die zulässigen Lastwechsel, zugelassener Betriebsdruck, zugelassene Betriebstemperatur und zugelassenes Fluid, sowie Intervalle für die Wiederholungsprüfung und die sonstigen Zulassungskriterien festgehalten.

Ausnahmen sind Versuchsbehälter nach Anhang II zu § 12 der Druckbehälterverordnung. Außenbeheizte Druckbehälter, die unter Druck beheizt werden, unterliegen besonderen Vorschriften. Autoklaven sind normalerweise derartig ausgelegt, dass sie erst beheizt, dann unter Druck gesetzt werden. Im umgekehrten Fall entsteht ein negativer Spannungszustand, d.h. die warme Außenwand dehnt sich stärker aus, als die kalte Innenwand. Dies kann zu einem Versagen des Behälters führen.

In vielen Fällen sind innenliegende Heizungen günstiger (und reagieren wesentlich schneller).

### 4.9 Maschinenbauteile

Maschinenbauteile, die über drucktragende Komponenten verfügen, z. B. Pumpen, Kompressoren, fallen gemäß § 2, Abs. 9, nicht unter die Druckbehälterverordnung, müssen aber mit einer besonderen Sicherheit ausgelegt werden..

Diese besondere Sicherheit besteht darin, dass bei der Auslastung der Streckgrenze mit einem Sicherheitsfaktor von 3 statt von 1,5 gerechnet werden soll. Da dies bei vielen Hochdruckgeräten unmöglich ist, sind diese, nach Auffassung der meisten Sachverständigen, dann wie ein Druckbehälter auszulegen. Druckübersetzer fallen neuerdings unter die Druckgeräterichtlinie.

### 4.10 Drücke statische

Bauteile, die statisch, und deren Werkstoffe unterhalb ihrer Streckgrenze belastet werden, haben bei fachgerechter Konstruktion eine unendliche Lebensdauer.

### dynamische

Eine zuverlässige rechnerische Auslegung über die Lebensdauer von Maschinenbauteilen unter hohen Fluidrücken ist augenblicklich nicht möglich. Annäherungsweise kann nach der Richtlinie S1 bzw. S2 der Druckbehälterverordnung gerechnet werden. Bei hohen Drücken ergeben sich jedoch unrealistisch niedrige Lastwechselzahlen. Die von uns empfohlenen dynamischen Drücke sind Erfahrungswerte bei einer mittleren Belastung.

## 5 Drucksysteme

**Drucksysteme dürfen grundsätzlich nur betrieben werden, wenn sie den geltenden Vorschriften der Maschinenrichtlinie entsprechen.**

Dies beinhaltet u.a., dass alle geltenden Vorschriften beachtet wurden (Gummiparagraph), und dass sie von kompetentem Fachpersonal hergestellt wurden.

Eine vorschriftsmäßige Bedienungsanleitung muss vorhanden sein. Die Komponenten und das System müssen vorschriftsmäßig gekennzeichnet sein.

Ein Hochdrucksystem muss auf den Öffnungsdruck seiner Sicherheitsorgane ausgelegt sein.

### 5.1 Gefährliche Hochdrucksysteme

Für Systeme, die giftige, brennbare oder ätzende Fluide beinhalten, und eine Vielzahl von Sondersystemen gelten besondere Vorschriften (Siehe Druckbehälterverordnung).

#### 5.1.1 Sauerstoff

Sauerstoffsysteme unter hohem Druck sind gefährlich und unterliegen besonderen Vorschriften (Siehe „Umgang mit Sauerstoff“ Merkblatt M 034, Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie und die UVV Sauerstoff).

**Sauerstoffsysteme dürfen nicht mit normalen**

# dunze

## Superpressure Technologies

### **Ölen oder Fetten geschmiert werden! Wenn Sie dies nicht beachten, besteht Explosionsgefahr!**

Sauerstoff darf nicht an Stelle von Druckluft verwendet werden. Mit Öl oder Fett verschmutzte Kleidung darf beim Arbeiten mit Sauerstoff nicht getragen werden. Sauerstoff darf nicht in die Kleidung geblasen werden! Das Berühren mit fettigen Fingern von mit Sauerstoff in Kontakt kommenden Teilen ist zu vermeiden. Sauerstoff darf nur in Komponenten benutzt werden, die für den Betrieb mit Sauerstoff bestimmt sind.

Sauerstoffsysteme dürfen nur mit geeigneten Lösungsmitteln gereinigt werden.

Dichtheitsprüfungen dürfen nur von Sachkundigen durchgeführt werden, die Erfahrungen mit Dichtheitsprüfungen und im Umgang mit Sauerstoff haben.

Es dürfen nur geprüfte und für geeignet befundene Kunststoffe verwendet werden. Abnahmepflichtige Druckbehälter müssen für Sauerstoff zugelassen sein. Sie müssen absolut sauber sein. Es dürfen sich keine Späne oder Grat im System befinden. Kanten sollten abgerundet sein.

Für Sauerstoff dürfen nur Druckmessgeräte (Manometer) mit der Aufschrift „Sauerstoff! Öl- und fettfrei halten“ verwendet werden.

#### 5.1.2 Wasserstoff

Wasserstoff ist leicht brennbar und auf Grund seiner niedrigen Viskosität schwer abzudichten. Der Kontakt mit Wasserstoff führt bei vielen Stählen zur sofortigen Versprödung und Rissbildung. Dies hat meistens ein Bersten mit begleitender Entzündung des Gases zur Folge.

Verwenden Sie für den Betrieb mit Wasserstoff nur für Wasserstoff geeignete Stähle.

#### 5.1.3 Acetylen

Acetylen oder Ethylen Systeme müssen frei von Kupfer und Silber sein. Dies gilt auch für

sämtliche Einzelteile, wie z.B. Dichtungen oder Ventilstopfbuchsen.

Hinsichtlich der Aufstellung und des Betriebs bestehen genaue Vorschriften.

Für Betriebsvorschriften für Acetylenverdichter besteht die TRAC 203, für Acetylen führende Rohre, die TRAC 204.

#### 5.1.4 Stickstoff

Wird Stickstoff ohne Sauerstoff eingeatmet, kann dies zum schlagartigem Tod führen. Stickstoff kann Stähle bei höheren Temperaturen verspröden.

Bei höheren Temperaturen sollte vorzugsweise Argon verwendet werden.

#### 5.1.5 Flüssigkeiten

### **Bei Flüssigkeiten ist deren Verfestigungspunkt zu beachten.**

Nicht selten kommt es zu Zwischenfällen, weil die Flüssigkeit fest wurde, das Druckanzeigerät keine Drucksteigerung anzeigen konnte und die Belastung auf das System weiter erhöht wurde.

Öle werden bei 20°C bei ca. 3000 bar fest, Wasser bei ca. 7500 bar. Bei engen Querschnitten beginnt die Verfestigung früher als bei größeren Querschnitten.

Wir haben verschiedene Flüssigkeiten bis 20000 bar überprüft, wobei das Kriterium einer geringen oder keinen Entflammbarkeit im Vordergrund stand.

#### 5.2 Aufstellungsprüfung

Wenn Sie abnahmepflichtige, durch einen Sachverständigen abgenommene Komponenten erhalten haben, und diese aufgebaut sind, muss ein Sachverständiger oder ggf. ein Sachkundiger die **Aufstellungsprüfung** gemäß § 9 Druckbehälterverordnung durchführen. Erst dann darf Ihre Anlage für den zugelassenen Zeitraum betrieben werden.

Ausnahmen sind Versuchsbehälter nach Anhang II zu § 12 der Druckbehälterverordnung.

# dunze

## Superpressure Technologies

### 5.3 Temperaturüberwachung

Bei beheizbaren Systemen ist dem eventuell nachträglich entstehenden Druckanstieg, durch die stärkere Ausdehnung des temperierten Fluids Rechnung zu tragen. Durch ein abgenommenes Temperaturbegrenzungsgerät ist ein Einhalten der vorgesehenen Betriebstemperatur sicherzustellen.

## 6 Servicearbeiten

### 6.1 Vorgehensweise

Sobald Servicearbeiten an einem System oder Gerät ausgeführt werden, muss das System ausgeschaltet und der Druck abgelassen werden.

Prüfen Sie, dass alle Druckmessgeräte keinen Druck anzeigen.

Das Ablasventil muss geöffnet sein.

Falls das System mit einer erhöhten Temperatur arbeitet, ist abzuwarten, bis eine normale Temperatur erreicht ist.

Je nach Art der Tätigkeit sollte die Druckluft, die elektrische Spannung oder der Hochdruckanschluss abgekoppelt werden.

### 6.2 Hochdruckverschraubungen

Lösen Sie keine Hochdruckverschraubung, die unter Druck steht.

**Versuchen Sie nicht, eine leckende Hochdruckverschraubung, die unter Druck steht, festzuziehen!**

Sie können hierbei das Bauteil zerstören, da zu der Druckbelastung, die mechanische Belastung Ihres Anzugsmoments hinzukommt.

Verwenden Sie nur Komponenten, die für den Betriebsdruck ausgelegt sind.

**Verwenden Sie ein geeignetes Schmiermittel bei der Montage sämtlicher Hochdruckverschraubungen.**

### 6.3 Leckagen

Sämtliche Leckagen müssen unmittelbar behoben werden. Eine permanente Leckstelle kann sich als sehr gefährlich erweisen. Es ist daher unserem Personal verboten, ein System mit Druck zu beaufschlagen, wenn eine Leckage vorhanden ist.

Schalten Sie das System aus, lassen Sie den Druck ab und beheben Sie die Leckage.

### 6.4 Allgemeine Sicherheitshinweise

Reparieren Sie nur Komponenten, über die Sie eine brauchbare und vorschriftsmäßige Bedienungsanleitung besitzen.

Versuchen Sie nicht, Ersatzteile selbst herzustellen.

Prüfen Sie, ob Ihr System noch den geltenden Sicherheitsvorschriften entspricht.

Die wiederkehrenden Prüfungen, gemäß § 10 der Druckbehälterverordnung, müssen beachtet werden.

Rufen Sie in Zweifelsfällen uns oder den nächsten Sachverständigen an.