

Empfehlungen für das Arbeiten mit Hochdruckanlagen

Inhalt:

1 Allgemeines.....	2	4.7 Überdrucksicherungen	6
1.1 Gefahrenpotential	2	4.7.1 Berstscheibensicherungen	6
1.2 Beratung	2	4.7.2 Überdruckventile.....	6
1.3 Herstellung von Anlagen.....	2	4.8 Druckbehälter	6
1.4 Energien unter Druck	2	4.9 Maschinenbauteile.....	6
1.5 Lebensdauer	3	4.10 Drücke	6
2 Protokoll	3	4.10.1 Statische Drücke.....	6
2.1 Protokollinhalt.....	3	4.10.2 Dynamische Drücke	6
3 Räumlichkeiten.....	3	5 Drucksysteme	6
3.1 Allgemein	3	5.1 Gefährliche Hochdrucksysteme	7
3.2 Gassysteme.....	4	5.1.1 Sauerstoff	7
3.3 Schutzwände	4	5.1.2 Wasserstoff.....	7
3.4 Berstschutzbehälter	4	5.1.3 Acetylen	7
3.5 Wände und Decken	4	5.1.4 Stickstoff	7
3.6 Fenster	4	5.1.5 Flüssigkeiten	7
3.7 Bedienungselemente	4	5.2 Aufstellungsprüfung.....	7
3.8 Kennzeichnung.....	4	5.3 Temperaturüberwachung.....	7
4 Komponenten	4	6 Servicearbeiten	8
4.1 Material	4	6.1 Vorgehensweise	8
4.2 Gasflaschen	4	6.2 Hochdruckverschraubungen.....	8
4.3 Druckmessgeräte	5	6.3 Leckagen	8
4.4 Hochdruckanschlüsse	5	6.4 Allgemeine Sicherheitshinweise	8
4.5 Hochdruckrohre.....	5		
4.6 Hochdruckschläuche	5		

1 Allgemeines

1.1 Gefahrenpotential

Das Arbeiten mit hohen Drücken muss nicht gefährlich sein.

Maßgeblich entscheidend für das Gefahrenpotential eines drucktragenden Systems ist u.a. das **Druck/Liter-Produkt**, d.h. das Produkt aus Volumen und Druck. Hinzu kommt allerdings die Kompressibilität des Fluids und die Dehnung des Druckkörpers und die Gefährlichkeit des Fluids - (brennbar, ätzend, giftig). Alle Gase und Flüssigkeiten sind Fluide.

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

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

Achten Sie zur Gewährleistung der Betriebssicherheit immer darauf, dass die Anlage in einem guten Zustand ist und regelmäßige Tests durchgeführt werden.

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. Bei der Auswahl der Komponenten sollte beachtet werden, dass diese die nötige Kapazität, Druckzulassung, Korrosionsfestigkeit und weitere benötigte Funktionen erfüllen, damit sie für den vorgesehenen Einsatzzweck verwendet werden können. Wir beraten Sie gerne bei der Auswahl der Komponenten, die endgültige Entscheidung und die Verantwortung die Aufgabenstellung zur Zufriedenheit zu erfüllen obliegt jedoch dem Nutzer.

Sie können auch jederzeit einen kompetenten Sachverständigen hinzuziehen, auch wenn keine Abnahmepflicht des Systems besteht. Sachverständige für Druckbehälter sind in Deutschland die Dekra, der TÜV oder der DNV-Gl.

Für jede größere Hochdruckanlage oder mehrere gemeinsam, sollte es einen Sicherheitsbeauftragten geben, der sich in die Materie einarbeitet und der durch entsprechende Kurse und Lehrgänge angemessen ausgebildet wird. Die mit einer Hochdruckanlage beschäftigten Mitarbeiter sollten in regelmäßigen Abständen, z.B. alle drei Monate, über die geltenden Unfallverhütungsvorschriften und erforderlichen

Sicherheits- und evtl. auch Erste-Hilfe Maßnahmen unterrichtet werden. Außerdem sollten eventuelle „Beinahe-Unfälle“ diskutiert werden. Der Sicherheitsbeauftragte sollte regelmäßig überprüfen, ob die Mitarbeiter alle Sicherheitsanweisungen befolgen und die notwendigen Sicherheitsprüfungen gemäß Vorschrift durchgeführt werden.

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.

Jede Druckanlage muss der Druckgeräte-richtlinie, und bzw. oder dem Maschinenschutzgesetz entsprechen. Genauso, wie es nicht gestattet ist mit einem nicht zugelassenen Kraftfahrzeug zu fahren, ist es nicht gestattet, mit einer nicht zugelassenen Hochdruckanlage zu arbeiten.

Die Maschinenrichtlinie lässt sich unter folgendem Link nachlesen:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32006L0042>

Die Einhaltung der Maschinenrichtlinie ist gesetzlich vorgeschrieben. Die Maschinenrichtlinie ist recht umfangreich, wesentliche Teile sind für einen Maschinenbauer selbstverständlich. Sinnvoller ist das Beachten der Druckgeräte-richtlinie, die Bestandteil der Maschinenrichtlinie ist.

Die Druckgeräte-richtlinie lässt sich unter folgendem Link finden:
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2014.189.01.0164.01.DEU

1.4 Energien unter Druck

Unterschätzen Sie nie die Energien eines Fluids unter Druck. Die Kompressibilität von Wasser bei 1.000bar Druck beträgt ca. 5%, die von Öl ca. 10%. Hinzu kommen die elastische Spannungsenergie des Bauteils und eventuell die chemische Energie des Inhalts. Diese Kräfte werden schlagartig frei. Sie können ein Bauteil stark beschleunigen und mit einer erheblichen Durchschlagskraft versehen.

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

Gassysteme sind gefährlicher als Flüssigkeitssysteme, da

sie im Bereich unter 1000 bar eventuell frei werdende 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 ist.

Bei Arbeiten mit Hochdrucksysteme empfiehlt sich das Tragen von Gehörschutz, da bei plötzlichen Druckänderungen, beispielsweise durch Auslösen einer Berstscheibensicherung, plötzlicher Lärm auftreten kann und sonst zu Hörschäden führen kann. Das Arbeiten hinter einer Schutzwand ist generell empfehlenswert, da auch eine Druckwelle bei Versagen eines Bauteils zu Verletzungen führen kann.

1.5 Lebensdauer

Maschinenbauteile können auf Grund unvorhergesehener chemischer und mechanischer Einflüsse nach einiger Zeit versagen. Andererseits werden 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 falsch eingeschätzt.

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 Abnahme durch einen Sachverständigen, ist keine Gewähr dafür, dass ein drucktragendes Bauteil über eine permanente Lebensdauer verfügt.

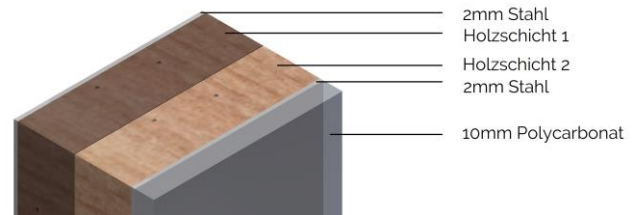
Arbeiten Sie daher mit Ihrem Drucksystem stets in einer Weise, bei der ein Versagen eines Bauteils niemanden verletzen kann!

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

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 der AD 2000 Richtlinie das Führen eines Protokolls vorgeschrieben. Das AD 2000 Regelwerk dominiert in Deutschland, wird aber



zunehmend durch die DIN EN 13445 ersetzt.

2.1 Protokollinhalt

Die Arbeiten an 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 festgehalten werden. Müssen Anlagen unbeaufsichtigt arbeiten, ist im Protokoll festzuhalten, wer für das laufende 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.

Generell sollte der Aufstellungsort gut belüftet sein, besonders wenn mit entflammaren oder giftigen Substanzen gearbeitet wird. Ein geeignetes System zur sicheren Abfuhr der eventuell durch Sicherheitseinrichtungen austretenden Substanzen muss gewährleistet sein.

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.

Beim Arbeiten mit brennbaren Gasen ist eine geeignete, vorschriftsmäßige Abzugsanlage vorzusehen. Beim Arbeiten mit Flüssigkeiten, deren Temperatur über der Selbstentzündungstemperatur der Flüssigkeit liegt, ist die Apparatur in einen mit Stickstoff befüllten Behälter zu setzen.

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 10mm Polycarbonat Platte, einem 2mm Stahlblech und eine dem Einsatzfall angepasste scharfkantige Holzschicht. Außen sollte noch ein 2mm Stahlblech angebracht werden.

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, und das haben wir schon erlebt, auf der Rückseite ein Teil lösen und weiterfliegen.

3.4 Berstschutzbehälter

Sicherer und preiswerter als Schutzwände sind oft Berstschutzbehälter (siehe Sektion 8 unseres Katalogs).

3.5 Wände und Decken

Verlassen Sie sich nie auf die Schutzwirkung der angrenzenden Wände und Decken, sie ist meist geringer als 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 ermöglichen: Polycarbonat bietet einen begrenzten Schutz, der meist überschätzt wird. Einwandiges Polycarbonat, z.B. 10mm stark, bietet keinen nennenswerten Schutz. Zweilagiges Polycarbonat bietet einen besseren Schutz bis ca. 3 kbar. Sehr wichtig sind stabile Rahmen.

Wir haben mehrere Schussversuche mit Polycarbonatfenstern durchgeführt. Die Ergebnisse waren

ernüchternd. Lassen Sie sich persönlich beraten.

„Plexiglas“ sollte man auf keinen Fall verwenden. Den besten Schutz für Hochdruckanlagen bietet „Panzerglas“ (siehe auch <https://de.wikipedia.org/wiki/Panzerglas>).

Fernsehkameras sind gelegentlich auch eine Alternative.

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 sichtbar angebracht werden.

Ein Hochdruckraum muss von außen entsprechend gekennzeichnet sein.

4 Komponenten

4.1 Material

Bei der Auswahl der Komponenten sollte besondere Aufmerksamkeit auf die Auswahl der Materialien gelegt werden. Jedes Material hat andere physikalische und chemische Eigenschaften. Ebenso sollte sich der Nutzer fragen, welche Nebenprodukte eventuell bei einer Reaktion entstehen, unter welchen Randbedingungen (Temperatur, Druck, Katalysatoren) und wie sich dies verhindern lässt. Nichtsdestotrotz muss das Material geeignet sein um auch diese Fluide sicher zu führen.

4.2 Gasflaschen

Den handelsüblichen Gasflaschen sollte man besondere Aufmerksamkeit widmen, da sie häufig ein sehr großes Energiepotential speichern.

Gasflaschen sind nicht immer in gutem Zustand und die vorgeschriebenen Prüfterminalen 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.**

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

4.3 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 verwendet werden.

Druckaufnehmer verfügen in der Regel über eine höhere Belastbarkeit als Manometer. Auf eine sichere Konstruktion sollte in Hinblick auf ein Versagen der Membrane oder des Druckrohres geachtet werden.

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 herauschrauben. Viele Sicherungsbleche, die das Heraus-schrauben 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 als Handventile sind pneumatisch, elektrisch oder hydraulisch betätigte Ventile, da sie sich nicht in der Nähe des Betreibers befinden müssen. Sie sind zudem häufig auch preisgünstiger, da weniger Verrohrungsaufwand betrieben werden muss und sie auch häufig eine längere Lebensdauer aufweisen.

4.4 Hochdruckanschlüsse

Hochdruckanschlüsse müssen über mindestens eine Entlastungsbohrung verfügen.

Bei einer Leckage belastet der Druck die gesamte Fläche des Gewindes der Druckschraube. Im Falle einer 10000 bar M16x1,5 Verschraubung ergibt sich somit die 100-fache Belastung ($\frac{(16\text{mm})^2}{(1,6\text{mm})^2} = 100$). Ohne Entlastungsbohrung würde die Druckschraube abreißen und könnte sich in ein Geschoss verwandeln.

Die Fläche der Entlastungsbohrungen sollte mindestens 1/4 der Fläche der Nennweite, mindestens jedoch einen Durchmesser von 2,5mm haben.

Beispiel: Nennweite 8mm, zwei Entlastungsbohrungen
Durchmesser der Entlastungsbohrung: $\sqrt{\frac{(8\text{mm})^2}{4/2}} = 2,8 \text{ mm}$.

Die richtige Nennweite der Entlastungsbohrung lässt sich unter Berücksichtigung der maximalen Austrittsmenge mit der Düsenformel leicht errechnen.

4.5 Hochdruckrohre

Hochdruckrohre sollten gemäß DIN EN 13445 ausgelegt sein.

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

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. Kaltverfestigte Rohre, das sind augenblicklich die meisten rostfreien Hochdruckrohre, dürfen nicht warm gebogen, geschweißt oder gelötet, bzw. auf über 750°C erwärmt werden, da sie sonst ihre Kaltverfestigung verlieren.

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.

Hinsichtlich der Abnahmevorschriften sind Schläuche wie Rohre zu behandeln.

Für Hochdruckschläuche können zusätzliche Schutzeinrichtungen, wie Schutzschläuche, mitgeliefert werden. Es sind verschiedene Arten von Schutzschläuchen lieferbar: Ein klarer PVC Schutzschlauch, der primär als Abriebschutz dient sowie ein Berstschutzschlauch, der wesentlich stabiler ist. Für höhere Temperaturen sind feuerfeste Schutzschläuche einsetzbar. 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 Ausreißschutz 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 Linear-durchführungen 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 im AD 2000 Regelwerk vorgeschrieben und **der notwendige 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- oder 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. Ansonsten sind Überdruckventile empfehlenswerter.

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.

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, kann aber auf der weiter oben im Text verlinkten Website nachgeschlagen werden.

Für jeden abnahmepflichtigen Druckbehälter muss ein Prüfbuch vorhanden sein.

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.

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. Innenliegende Heizungen liefern wir bis 10000 bar Druck.

Beim Öffnen von Druckbehältern, die erwärmte Flüssigkeiten, besonders Wasser, beinhalten, ist besondere Vorsicht angebracht. Befindet sich das Wasser kurz unter dem Siedepunkt erzeugt das Herausziehen des Verschlusses oft einen Unterdruck, der zu einer Dampfexplosion führen kann. Schwere Verbrühungen können die Folge sein.

4.9 Maschinenbauteile

Maschinenbauteile, die über drucktragende Komponenten verfügen, z. B. Pumpen und Kompressoren, fallen nicht unter die Druckgeräterichtlinie, 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 den meisten Hochdruckgeräten unmöglich ist, sind diese, nach Auffassung vieler Sachverständigen, jedoch nicht aller, alternativ als Druckbehälter abzunehmen.

Für Druckübersetzer gibt es besondere Abnahmevorschriften.

4.10 Drücke

4.10.1 Statische Drücke

Bauteile, die statisch und unterhalb der Dauerfestigkeitsgrenze belastet werden haben bei fachgerechter Konstruktion theoretisch eine unendlich lange Lebensdauer.

4.10.2 Dynamische Drücke

Eine absolut zuverlässige rechnerische Auslegung über die Lebensdauer von Maschinenbauteilen unter hohem Druck und starken Lastwechseln ist nicht möglich. Die von uns empfohlenen dynamischen Drücke sind Erfahrungswerte bei einer mittleren Belastung.

5 Drucksysteme

Drucksysteme dürfen grundsätzlich nur betrieben werden, wenn sie den geltenden CE Vorschriften entsprechen.

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

Eine vorschriftsmäßige Bedienungsanleitung muss vorhanden sein.

5.1 Gefährliche Hochdrucksysteme

Für Systeme, die giftige, brennbare oder ätzende Fluide beinhalten sowie für eine Vielzahl von Sondersystemen gelten besondere Vorschriften (siehe DIN EN 13445).

5.1.1 Sauerstoff

Sauerstoffsysteme unter hohem Druck sind gefährlich und unterliegen besonderen Vorschriften (siehe hierzu „Umgang mit Sauerstoff“, Merkblatt M034, Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie und die UVV Sauerstoff).

Sauerstoffsysteme dürfen nicht mit normalen Ölen oder Fetten geschmiert werden. Es 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 Werkstoffe!

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

Stickstoff ohne Sauerstoff eingeatmet, kann 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 Druckmessgerät keine Drucksteigerung anzeigt und die Belastung des Systems weiter bis zum Bersten erhöht wurde.

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

Für hohe Drücke geeignete Flüssigkeiten können Sie bei uns beziehen.

5.2 Aufstellungsprüfung

Wenn Sie abnahmepflichtige, durch einen Sachverständigen abgenommene Komponenten erhalten haben und diese aufgebaut sind, muss ein Sachverständiger die **Aufstellungsprüfung** gemäß DIN EN 13445 durchführen. Erst dann darf Ihre Anlage für den zugelassenen Zeitraum betrieben werden.

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 Ablassventil 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. Siehe dazu Sektion 7 Zubehör im Katalog.

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 den Herstellerangaben und der Druckgeräterichtlinie, müssen beachtet werden.

Rufen Sie uns in Zweifelsfällen an.