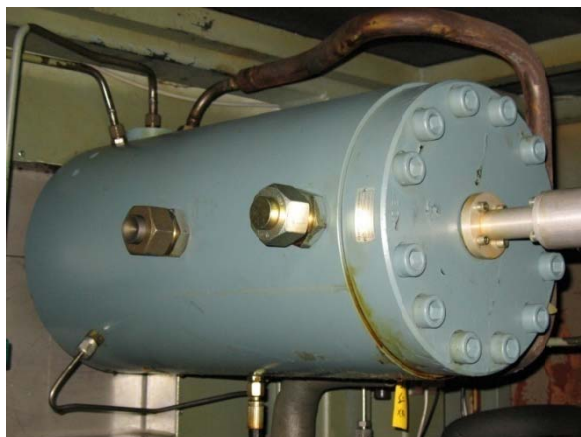


# Hydraulische Druckübersetzer

Hydraulische Druckübersetzer werden eingesetzt, um die hohen Drücke, die bei einigen Hydraulikanwendungen erforderlich sind, zu erzeugen. Wegen der Gefahren durch Bersten und Austreten von Flüssigkeiten unter hohem Druck unterliegen die Druckübersetzer diversen gesetzlichen und normativen Bestimmungen. Die hydraulischen Druckübersetzer werden aufgrund ihrer Bauweise, bestehend aus zylindrischem Gehäuse und Kolben, oft wie Hydraulikzylinder behandelt. Da es sich bei hydraulischen Druckübersetzern jedoch um Bauteile handelt, welche der Erzeugung und Bereithaltung hoher Drücke dienen, müssen je nach Einsatzgebiet ggf. die Anforderungen der europäischen Druckgeräterichtlinie 97/23/EG [1] beachtet werden. Dieses Fachausschuss-Informationsblatt gibt einen Überblick über wichtige Regelungen im Zusammenhang mit hydraulischen Druckübersetzern.



**Bild 1:** Hydraulischer Druckübersetzer

## 1 Aufbau und Funktionsweise

Hydraulische Druckübersetzer sind Geräte, die einen Arbeitsdruck  $p_1$  (Primärdruck) auf einen erforderlichen Arbeitsdruck  $p_2$  (Sekundärdruck) verändern bzw. erhöhen.

Diese Geräte werden insbesondere dort eingesetzt, wo besonders hohe Drücke erzeugt werden sollen. Solche Anwendungen sind meist dadurch gekennzeichnet, dass nur geringe Volumenströme fließen und ein diskontinuierlicher Betrieb vorliegt. Die Sekundärdrücke können Werte bis zu 10.000 bar, in Ausnahmefällen auch höher, erreichen.

Zu diesen Anwendungen zählen Prüfeinrichtungen mit hohen Prüfdrücken, z.B. für Berst- oder

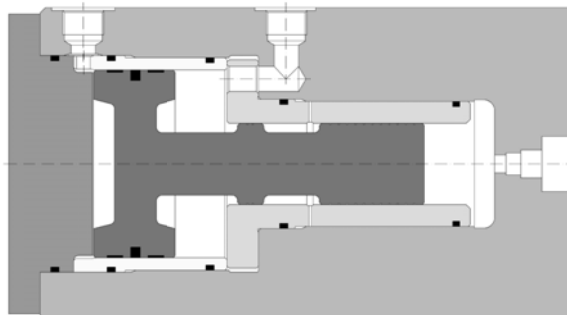
- 1 Aufbau und Funktionsweise
- 2 Rechtsgrundlagen
- 3 Normungssituation
- 4 Dimensionierung
- 5 Verwendung in Maschinen
- 6 Betrieb
- 7 Hochdruckleitungen
- 8 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Impulsprüfungen, ferner die Autofrettage von Stahl, das als Hydroforming bezeichnete Innenhochdruckumformen sowie das Wasserstrahl-schneiden.

Druckübersetzer stellen auch sog. Druckmedienwandler dar, da das Primärmedium vom Sekundärmedium getrennt bleibt. In hydraulisch betriebenen Maschinen und Anlagen wird sowohl auf der Primär- als auch auf der Sekundärseite ein Hydraulikfluid eingesetzt.

Das Druckübersetzungsverhältnis ergibt sich aus dem Flächenverhältnis von Primär- zu Sekundärseite:

$$p_2 = \frac{A_1}{A_2} \cdot p_1$$



**Bild 2:** Prinzipskizze eines Druckübersetzers

Hydraulische Druckübersetzer können in verschiedenen Bauweisen ausgeführt sein, die sich neben Bauart, Anordnung und Befestigung der Komponenten auch durch die Materialauswahl unterscheiden.

## 2 Rechtsgrundlagen

Für hydraulische Druckübersetzer gibt es keine konkretisierende Produktnorm. Jedoch sind in der Druckgeräte-Richtlinie (DGRL) die Sicherheitsanforderungen für Druckgeräte sowie die Kriterien für Ausschlüsse von der DGRL verbindlich festgelegt.

### 2.1 Ausschlüsse von der DGRL

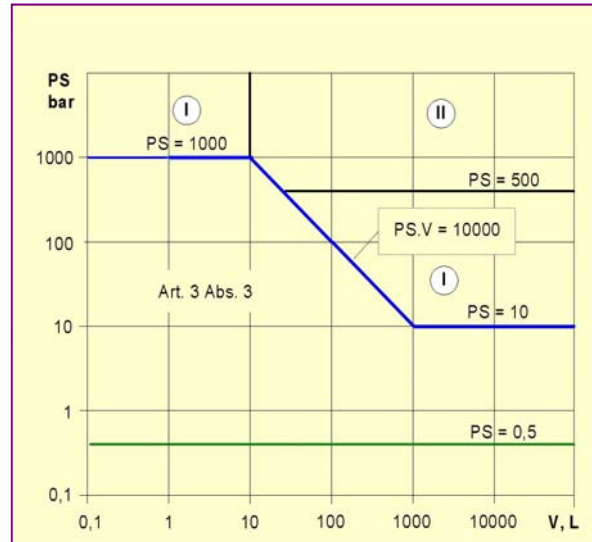
Da ein hydraulischer Druckübersetzer im Wesentlichen aus einem zylindrischen Gehäuse und einem Kolben besteht, wurden diese Geräte oftmals wie Hydraulikzylinder behandelt.

Für Stelleinrichtungen, zu denen auch Hydraulikzylinder gezählt werden können, gibt es aufgrund ihrer Bauweise nach Artikel 1 Absatz 3.10 der europäischen Druckgeräte-Richtlinie unter bestimmten Voraussetzungen eine Ausnahme vom Anwendungsbereich der DGRL. Diese Ausnahme ist dann zulässig, wenn Abmessungen, Wahl der Werkstoffe und Bauvorschriften in erster Linie auf Anforderungen an ausreichende Festigkeit, Formsteifigkeit und Stabilität gegen statische und dynamische Betriebsbeanspruchungen oder auf anderen funktionsbezogenen Kriterien beruhen und wenn der Druck keinen wesentlichen Faktor für die Konstruktion darstellt. *Hydraulikzylinder* werden in der Regel aufgrund der hohen Knickbelastung auf Formsteifigkeit ausgelegt. Bei *Druckübersetzern* ist in jedem Einzelfall zu prüfen, ob der vg. Ausschluss nach Artikel 1 Absatz 3.10 der DGRL anzuwenden ist. Falls dieser Ausschluss in Anspruch genommen wird, sollte dies in den Auslegungsunterlagen (Technische Dokumentation) beim Hersteller vermerkt sein.

Sofern der Druckübersetzer als Teil einer verwendungsfertigen Maschine im Sinne der Maschinen-Richtlinie (MRL) [2] in Verkehr gebracht wird, kann der Ausschluss nach Artikel 1 Absatz 3.6 der DGRL in Anspruch genommen werden, wonach „Druckgeräte, die nach Artikel 9 der DGRL höchstens unter die Kategorie I fallen, vom Anwendungsbereich der DGRL ausgenommen sind, sofern diese in eine Maschine eingebaut werden.“ Die Definition der Grenzen der vg. Kategorie I ergibt sich aus Diagramm 4 nach Anhang II der DGRL (s. auch Bild 3). Für diese vg. Druckgeräte sind die Sicherheitsanforderungen der MRL anzuwenden, insbesondere bzgl. des Bruchrisikos bei Betrieb (siehe Anh. I, Nr. 1.3.2 der MRL sowie neuer Leitfaden [3] der EU zur MRL). Die grundlegenden Sicherheitsanforderungen der DGRL können für die vg. Druckgeräte zur Hilfe genommen werden, um ein angemessenes Sicherheitsniveau im Hinblick auf die druckbedingte Gefährdung zu erreichen. Das vorliegende Informationsblatt gibt entsprechende Erläuterungen dazu. In Abschnitt 5 dieses Fachausschuss-Informationsblattes wird insbesondere auf die Verwendung in Maschinen eingegangen.

#### Hinweis:

In der Betriebsanleitung der Maschine sollten Sicherheitsinformationen und Hinweise für die Gefährdungsbeurteilung des Betreibers einschl. weiterer Schutzmaßnahmen im Zusammenhang mit dem eingebauten Druckübersetzer vorhanden sein. Der Maschinenhersteller, der einen zugekauften Druckübersetzer in seine Maschine einbaut, hat die Betriebsanleitung des Druckübersetzers in die Betriebsanleitung der Maschine zu integrieren.



**Bild 3:** Diagramm 4 nach Anhang II der DGRL für Behälter zur Aufnahme von (nicht überhitzten) Flüssigkeiten der Fluidgruppe 2

### 2.2 Druckübersetzer nach DGRL

Falls die vg. Ausschlüsse nicht in Anspruch genommen werden, sind die nachfolgenden Informationen zu beachten.

Bei Druckübersetzern ist anzunehmen, dass diese der Erzeugung hoher Drücke dienen, und dadurch der Druck einen wesentlichen Faktor für die Konstruktion des Druckübersetzers darstellt. Ferner unterliegen die meisten Druckübersetzer einer wechselnden Belastung. Auch sog. isostatische Druckübersetzer, welche das hohe Druckniveau für mehrere Stunden halten, sind wechselnd beansprucht.

Die Druckübersetzer für intermittierende Hochdruckversorgung z.B. in Bauteilprüfständen oder getakteten Umformmaschinen sind immer wechselnd, d.h. dynamisch beansprucht. Bereits die Technische Regel TRB 002 [4] (Nr. 2.1.1 letzter Absatz) zur Druckbehälterverordnung gab für diese wechselnd beanspruchten Druckbehälter vor, dass ein Ausschluss von der Anwendung der Druckbehälterverordnung nicht angenommen werden könnte.

Vielmehr stellt gerade diese wechselnde Beanspruchung von Druckübersetzern in intermittierenden Anwendungen das ausschlaggebende Kriterium dafür dar, dass der Druckübersetzer dauerhaft der Wechselbelastung durch Druck

standhalten muss und daher der Druck der maßgebliche Parameter für die Auslegung ist.

Dadurch entfällt die Möglichkeit eines Ausschlusses nach Artikel 3.10 der DGRL. Alle Anforderungen der DGRL müssen bei Druckübersetzern beachtet werden.

**Merke:**

**Der maßgebliche Parameter für die Auslegung von hydraulischen Druckübersetzern ist der Druck. Somit unterliegen diese der Druckgeräte-Richtlinie.**

Im Anhang I der DGRL sind die grundlegenden Sicherheitsanforderungen aufgeführt, welche als verbindliche Schutzziele für das Inverkehrbringen von Druckgeräten eingehalten werden müssen.

Bei den in hydraulischen Druckübersetzern eingesetzten Hydraulikfluiden handelt es sich zum überwiegenden Teil um Fluide der Gruppe 2, die in Artikel 9 Absatz 2 Abschnitt 2.2 definiert sind. Die Zugehörigkeit der vorgesehenen Hydraulikflüssigkeit zur Fluidgruppe gemäß DGRL muss jeweils unter Zuhilfenahme des Sicherheitsdatenblattes oder nach Rücksprache mit dem Hersteller festgestellt werden.

Die DGRL ist auch für Druckübersetzer mit einem Volumen von kleiner gleich 0,1 Liter anzuwenden. Sofern die Grenze für den Druck PS von 1000 bar (s. Diagramm 4, in Verbindung mit Leitlinie 1/5 [5]) überschritten ist, gelten auch für diese Druckübersetzer die grundlegenden Sicherheitsanforderungen nach Anhang I DGRL.

Gemäß Artikel 3 Absatz 1.1 b der DGRL werden Behälter mit Fluiden der Gruppe 2 anhand des Konformitätsbewertungsdiagramm 4 im Anhang II der DGRL eingestuft. Anhand dieses Diagramms können die Kategorien nach DGRL bestimmt werden, in die hydraulische Druckübersetzer eingestuft werden.

Entsprechend Anhang II der DGRL sind bei der Konformitätsbewertung des Druckübersetzers nach Kategorie I das Modul A (d.h. interne Fertigungskontrolle) bzw. bei Druckübersetzern der Kategorie II die Module A1 (interne Fertigungskontrolle mit Überwachung der Abnahme), D1 (Qualitätssicherung Produktion) und E1 (Qualitätssicherung Produkt) gemäß Anhang III der DGRL bzw. Beschluss 93/465/EWG [6] des Rates vom 22.07.1993 zu berücksichtigen. Druckübersetzer, die unter Art. 3 Abs. 3 der DGRL fallen, sind nach guter Ingenieurpraxis (GIP) auszulegen und herzustellen, wobei der Stand der Technik zu berücksichtigen ist.

**Beispiel:** Ein Druckübersetzer für Sekundärdrücke über 1000 bar und mit einem sekundärseitigen Volumen (Rauminhalt der Hochdruckseite des Druckübersetzers) von bis zu 10 Litern ist der Kategorie I nach DGRL zugeordnet.

Hierfür muss der Hersteller gemäß Modul A zumindest eine interne Fertigungskontrolle bei seiner Konformitätsbewertung durchführen.

Bei Druckübersetzern, die gemäß Diagramm 4 nach Anhang II der DGRL unter die Kategorie II fallen, muss der Hersteller eine „benannte Stelle“ für die Konformitätsbewertung hinzuziehen. Dies sind die akkreditierten und notifizierten Prüf- und Zertifizierungsstellen für Druckgeräte.

Die jeweiligen Anforderungen zu den o.g. Modulen sind im Anhang III der DGRL aufgeführt.

Bei Verwendung von Druckflüssigkeiten der Fluidgruppe 1 nach Art. 9 der DGRL sind die Druckübersetzer nach Diagramm 3 aus Anhang II der DGRL einzustufen.

Beim Inverkehrbringen von Druckübersetzern der Kategorie I oder II nach DGRL sind gemäß der 14. Geräte- und Produktsicherheitsverordnung (14. GPSGV) [7]:

- die EG-Konformitätserklärung (s. Anhang VII der DGRL) mit auszuliefern,
- eine CE-Kennzeichnung (s. Artikel 15 der DGRL) sowie weitere Angaben nach DGRL Anhang I Abschnitt 3.3 anzubringen,
- eine Betriebsanleitung (s. DGRL Anhang I Abschnitt 3.4) in deutscher Sprache mit auszuhändigen.

Die 14. GPSGV (auch Druckgeräteverordnung genannt) regelt und erläutert die Umsetzung der europäischen Druckgeräte-Richtlinie in deutsches Recht und präzisiert die Anforderungen der DGRL beim Inverkehrbringen von Druckgeräten in Deutschland.

Die Druckübersetzer nach Art. 3 Abs. 3 der DGRL sind mit einer ausreichenden Benutzungsanweisung auszuliefern, müssen eine Kennzeichnung tragen, anhand derer der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter ermittelt werden kann, und dürfen nicht die in Art. 15 der DGRL genannte CE-Kennzeichnung tragen.

Die Betriebsanleitung des Druckübersetzers sollte Hinweise zur Wartung und Prüfung (einschl. Prüfmethode, Umfang, Intervall) enthalten, die der Maschinenhersteller bzw. Integrator in die Betriebsanleitung der Maschine für den späteren Betreiber aufnehmen muss.

### 3 Normungssituation

Derzeit gibt es keine Produktnorm für Druckübersetzer. Es kann nur auf die allgemeinen Normen DIN 2413 „Nahtlose Stahlrohre für schwelende Beanspruchung“ [8], EN 13445 „Unbefeuerte Druckbehälter“ [9], EN 13480 „Metallische industrielle Rohrleitungen“ [10] verwiesen werden.



## 4 Dimensionierung

Aufgrund des mit hohen Drücken einhergehenden Gefahrenpotenzials beim Versagen eines Druckübersetzers sind die Wandstärken derart zu dimensionieren und die Werkstoffe derart zu wählen, dass ausreichende Festigkeit, Formsteifigkeit und Stabilität unter allen statischen und dynamischen Betriebsbedingungen sicher gegeben sind.

Es sollten nahtlos gezogene bzw. geschmiedete, druckdichte Rohre verwendet werden, welche zumindest einer Ultraschall- und einer Wirbelstromprüfung unterzogen wurden, und für die bei Verwendung für Druckübersetzer der Kat. II nach DGRL ein 3.1-Abnahmeprüfzeugnis (nach DIN EN 10204 [11]) vom Lieferanten ausgehändigt werden kann. Auch im Fall von Druckübersetzern der Kategorie I nach DGRL wird empfohlen, sich zur Qualitätssicherung des Materialeingangs und der Werkstoffe ein 3.1-Abnahmeprüfzeugnis vom Lieferanten aushändigen zu lassen. Es wird empfohlen diese Prüfzeugnisse aufzubewahren.

Eine wechselnde Beanspruchung liegt vor, sobald der Druck vom maximalen Wert zyklisch auf kleinere Drücke abgesenkt wird. Die Dauer des Druckzyklus spielt dabei keine Rolle.

**Merke:**  
**Alle hydraulischen Druckübersetzer sind dynamisch beanspruchte Druckgeräte.**

Je nach Auslegung durch den Konstrukteur wird unterschieden zwischen Auslegung mit festgelegter Lastwechselzahl (zeitfest) und dauerfester Auslegung. Wenn die wechselnd belasteten Bauteile nach deutschen AD-Regelwerk [12] ausgelegt werden, sind insbesondere die Merkblätter S1 und S2 sowie Merkblatt W für die Werkstoffauswahl anzuwenden. Die Anwendung des AD-Regelwerkes ist nicht vorgeschrieben, bietet jedoch eine erste Hilfestellung bei der Auslegung von Druckübersetzern.

Aufgrund der zum Teil komplexen Innengeometrie der Druckübersetzer, dem großem Verhältnis von Außen- zu Innendurchmesser, der Querbohrungen, den Anschlüssen und sonstigen Kerbfaktoren sind die Druckgehäuse von hydraulischen Druckübersetzern mit dem o.g. AD-Regelwerk für zylindrische Druckschalen meist nicht hinreichend genau zu berechnen.

Deshalb wird empfohlen, zunächst eine Spannungsanalyse mit Hilfe einer Finite-Elemente-Methode (FEM) durchzuführen. Auf der Basis der damit ermittelten Spannungswerte und Spannungsschwankungen und unter Berücksichtigung der maximal zulässigen Spannung des gewählten Werkstoffes ist dann mit Hilfe der AD-Merkblätter eine zweite, genauere Dimensionierung des Druckübersetzergehäuses vorzunehmen.

Für die Berechnung sind zusätzlich die auftretenden Druckspitzen zu bestimmen und in der Berechnung zu berücksichtigen.

Die Erfahrungswerte aufgrund der bisher gebauten Druckübersetzer sowie evtl. ermittelter Versuchsergebnisse sollten ebenfalls in die Auslegung einfließen.

Im Anschluss an die druckfeste Auslegung sind ggf. weitere Kriterien zu überprüfen, wie z.B. Formsteifigkeit und Stabilität.

Während das AD-Merkblatt S1 ein vereinfachter Ermüdungsfestigkeitsnachweis auf Grundlage des AD-Merkblattes S2 ist, kommen bei der iterativen Berechnung nach S2 zusätzlich zum Innendruck auch die Einflussfaktoren Temperaturdifferenzen und/oder zusätzliche Kräfte und Momente an den höchstbeanspruchten Stellen zum tragen.

**Merke:**  
**Die Erfahrungswerte aufgrund der bisher gebauten Druckübersetzer sowie evtl. ermittelter Versuchsergebnisse sollten in die Auslegung einfließen.**

Da Druckübersetzer wie bereits oben erwähnt grundsätzlich einer Wechselbeanspruchung ausgesetzt sind, können diese nach Artikel 1 Absatz 3.10 der DGRL nicht mehr von der Druckgeräte-Richtlinie ausgenommen werden. Die Druckübersetzer fallen in den Anwendungsbereich, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Druck größer 10 bar und das Produkt aus Druck und innerem Volumen größer 10.000 bar Liter oder
- der Druck größer 1.000 bar.

Bei vielen Anwendungen von Druckübersetzern in Maschinen, Prüfanlagen, Umformanlagen wird die o.g. Einstufungsgrenze für die zweite Bedingung überschritten.

Es gibt verschiedenste Möglichkeiten, Druckübersetzer zu bauen. Die Belastungen und die Auslegung (einschl. Werkstoffauswahl) der einzelnen Komponenten von Druckübersetzern ähnlicher Größe und Druckstufen können sehr unterschiedlich sein und sind nur dem Hersteller im Detail bekannt.

Der Hersteller hat die Dokumente der während des Fertigungsprozesses durchgeführten Prüfungen (z.B. zerstörungsfreie Materialprüfung) aufzubewahren.

In der Betriebsanleitung des Druckübersetzers muss der Hersteller Hinweise zur Art der Festigkeit (Zeitfestigkeit oder Dauerfestigkeit) geben, da diese bei der Festlegung von wiederkehrenden Prüfungen durch den Betreiber entscheidend sind.

Bei zeitfester Auslegung mit festgelegter Lastwechselzahl ist diese anzugeben und es sind Empfehlungen für Prüfverfahren und Prüfintervalle der wiederkehrenden Prüfungen zu geben.

## 5 Verwendung in Maschinen

Wird ein hydraulischer Druckübersetzer in eine Maschine, Prüfeinrichtung, Umformanlage o.ä. eingebaut, so muss der Konstrukteur gemäß Maschinen-Richtlinie eine Gefahrenanalyse und eine Risikobewertung nach DIN EN ISO 12100-1 [13] sowie DIN EN ISO 14121 [14] durchführen. Die Maschine selbst fällt bei eingebautem Druckübersetzer nicht unter die DGRL.

Bei der Verwendung des Druckübersetzers in hydraulischen Anlagen sind mögliche Fehler zu betrachten. Hierzu sind in der BIA-Fehlerliste 340225 im BIA-Report 6/97 [15] folgende drei Fehlerarten bei Druckübersetzern näher betrachtet worden:

- a) Das Undichtwerden von Druckräumen bzw. eine Veränderung der Dichtwirkung kann nicht generell ausgeschlossen werden, da der Verschleiß von Dichtungen und Führungen keinen Fehlerausschluss für längere Zeitspannen zulässt.
- b) Ein plötzliches weitgehendes Versagen von Dichtungen wird nicht angenommen, da es kein typisches Ausfallverhalten darstellt.
- c) Ein Bersten der Druckräume und ein Bruch von Befestigungs- und Deckelschrauben kann dann ausgeschlossen werden, wenn Dimensionierung, Materialauswahl, Anordnung und Befestigung nach dem Stand der Technik erfolgt sind.

Der Druckübersetzer sollte räumlich getrennt von Bedienständen und Verkehrswegen aufgestellt sein. Druckübersetzer können z.B. auf den Maschinen auf entsprechend dimensionierten Podesten, in einem separaten Maschinenraum oder einem Maschinenkeller aufgestellt werden. Sofern dazu keine Möglichkeit gegeben ist und ein Druckübersetzer ebenerdig neben der Maschine aufgestellt wird, ist der Druckübersetzer vom Maschinenhersteller zumindest mit entsprechend dimensionierten Verdeckungen zu den Verkehrswegen und Bedienständen hin zu umgeben.

**Merke:**  
**Druckübersetzer sind zu Bedienplätzen und zu Verkehrswegen hin abzuschirmen.**

Eine vollständige Einhausung des Maschinenteils, in den der Druckübersetzer eingebaut ist, stellt den besten Schutz für Bediener und andere sich in der Nähe aufhaltende oder vorbeigehende Personen dar. Durch Einhausung des primärseitigen Hydraulikaggregates des Druckübersetzers wird zugleich die Lärmemission der Maschine reduziert.

Für die übrige Ausrüstung der Druckübersetzeranlage sind auch die Vorgaben der DIN EN 982 [16] zu beachten.

Bei genau bekanntem Druckübersetzungsverhältnis ist als Absicherung gegen eine Überschreitung des zulässigen Sekundärdruckes die Verwendung verplombter Druckbegrenzungsventile auf der Primärseite möglich.

Die Betriebsanleitung muss Wartungshinweise enthalten, die den sicheren Betrieb und die sichere Instandhaltung betreffen. Dies betrifft u.a. den Austausch von Verschleißteilen wie z.B. Dichtungen, Führungselementen oder Hochdruck-Schlauchleitungen.

Ist eine Instandhaltung eines Druckübersetzers, aufgrund kompakter Abmessungen, komplexen inneren Aufbaus oder spezieller Befestigungssysteme durch Dritte nicht zu empfehlen oder möglich, so sollte der Hersteller dies in seiner Betriebsanleitung vermerken. In diesem Fall sollte der Hersteller einen Service für die Instandhaltung und/oder die Reparatur anbieten.

In der Betriebsanleitung sollte auch auf die Prüfmethoden und die Qualifikation der Prüfer eingegangen werden.

Ferner sollten Hinweise gegeben werden, wie der Betreiber die Lastzyklen zählen bzw. dokumentieren soll. Dies könnte z.B. anhand des Arbeitszyklus der Maschine oder durch technische Zusatzeinrichtungen erfolgen.

## 6 Betrieb

Beim Betrieb von Druckübersetzern sind grundsätzlich alle Herstellerinformationen zu beachten.

Darüber hinaus unterliegt der Betrieb von Prüfständen, Umformanlagen oder anderen Maschinen mit eingebauten Druckübersetzern - wie auch der Betrieb aller anderen Maschinen - stets der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) [17]. Darin sind verschiedene Betreiberpflichten vorgeschrieben. Neben allgemeiner Gefährdungsbeurteilung und dem Prüfen von Betriebs-einrichtungen sind darin insbesondere auch die Prüfpflichten für überwachungsbedürftige Anlagen (ÜA) geregelt.

Druckübersetzer unterliegen sowohl Prüfungen vor Inbetriebnahme als auch wiederkehrenden Prüfungen.

Wird z.B. ein Druckübersetzer nach dem AD-Regelwerk zeitfest ausgelegt, so muss er nach 50 % der Lastzyklen, die bei der Konstruktion zugrunde gelegt wurden, einer Oberflächenrissprüfung unterzogen werden, um etwaige Anrisse (Haarris) in den Ansätzen zu erkennen. Näheres zum Umfang dieser Prüfungen ist in den AD-Merkblättern S1 und S2 geregelt.

Nach einer Oberflächenrissprüfung eines zerlegten Druckübersetzers muss außerdem ein

neues Prüfintervall (z.B. als Anzahl von Belastungszyklen) festgelegt werden.

Werden bei der Prüfung Risse o.a. Anzeichen von Schäden festgestellt, darf das Gerät nicht weiter betrieben werden.

**Merke:**

**Aufgrund der unterschiedlichen Bauarten von hydraulischen Druckübersetzern sollten Wartung und Prüfungen nur gemäß der Betriebsanleitung oder nach einer Rücksprache mit dem Hersteller oder durch dessen Kundendienst erfolgen!**

Die betrieblichen Festlegungen zur Qualifikation der Instandhalter, der Prüfer, zu Vorgehensweisen beim Austausch von Druckübersetzern oder deren Komponenten, zu Prüfungen usw. sollten schriftlich in Verfahrensanweisungen und Arbeitsanweisungen aufgenommen und regelmäßig überprüft werden.

**6.1 Prüfung vor Inbetriebnahme**

Bei der „Prüfung vor Inbetriebnahme“ sind die Bedienungsanleitung bzw. die Unterlagen des Herstellers der Maschine bzw. des Druckübersetzers bereitzuhalten. Die Angaben des Herstellers für die Inbetriebnahme des Druckübersetzers sind zu beachten.

Alle Druckübersetzer der Kategorien I und II nach DRGL sind sog. überwachungsbedürftige Anlagen und unterliegen bei der Inbetriebnahme besonderen Prüfpflichten nach der BetrSichV.

Bei der Inbetriebnahmeprüfung von Druckübersetzern der Kategorien I und II nach DRGL muss überprüft werden, ob der Druckübersetzer eine CE-Kennzeichnung besitzt, eine Betriebsanleitung vorliegt und eine Sicherheitseinrichtung vorhanden ist.

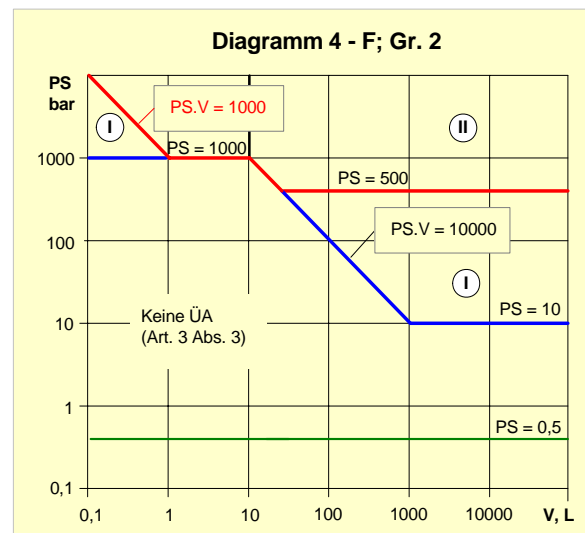
**6.1.1 Druckübersetzer „ZÜS“**

Für Druckübersetzer der Kategorie II nach DGRL sowie für jene Druckübersetzer der Kategorie I nach DGRL mit einer Druck-Volumen-Einteilung oberhalb der roten Linie (siehe Bild 4), ist die Prüfung vor Inbetriebnahme durch eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) zu veranlassen.

Für die Überprüfung der vom Betreiber ermittelten wiederkehrenden Prüfriten für den Druckübersetzer der Kategorie II nach DGRL ist gemäß BetrSichV § 15 Absatz 4 ebenfalls eine ZÜS einzuschalten.

**6.1.2 Druckübersetzer „Befähigte Person“**

Für Druckübersetzer der Kategorie I nach DGRL, mit einer Druck-Volumen-Einteilung zwischen blauer und roter Linie (siehe Bild 4), ist die Prüfung vor Inbetriebnahme durch eine befähigte



**Bild 4:** Diagramm 4 nach Anhang II der DGRL für Behälter zur Aufnahme von (nicht überhitzten) Flüssigkeiten der Fluidgruppe 2 mit Prüfstufen für die Prüfung vor Inbetriebnahme (§14 BetrSichV)

Person (s. TRBS 1203-2 [18]) zu veranlassen.

Dies kann ein zur „befähigten Person“ bestellter Mitarbeiter des Kundendienstes des Herstellers oder ein ausgebildeter und zur „befähigten Person“ bestellter Mitarbeiter des Betreibers sein. Sofern beim Betreiber keine Fachkenntnisse im Umgang mit Druckgeräten vorhanden sind, wird empfohlen, dass dessen befähigte Person einen Lehrgang, z.B. bei einer technischen Überwachungsorganisation, absolviert.

Der Betreiber sollte den Druckübersetzer intern, d.h. in seinen Betriebsunterlagen als prüfpflichtiges Gerät vermerken.

Sofern die wiederkehrenden Prüfungen durch befähigte Personen durchgeführt werden, sind keine Höchstfristen gemäß BetrSichV §15 Absatz 5 vorgesehen. Der Betreiber legt die Prüfriten aufgrund der Herstellerinformation sowie der Erfahrung mit der Betriebsweise und Beschickungsgut fest. Eine Überprüfung dieser vom Betreiber festgelegten Prüfriten durch eine ZÜS oder eine befähigte Person ist nicht vorgesehen. Sollte der Betreiber über keine Fachkenntnisse oder Erfahrung verfügen, wird empfohlen bei der Festlegung der Prüfriten die Höchstfristen nach §15 Absatz 5 der BetrSichV zu berücksichtigen.

**6.1.3 Druckübersetzer „nach Art. 3 Abs. 3“**

Bei Druckgeräten nach Art. 3 Abs.3 der DGRL, d.h. mit einer Druck-Volumen-Einteilung zwischen grüner und blauer Linie (siehe Bild 4), handelt es sich um nicht überwachungsbedürftige Druckanlagen, die als Arbeitsmittel im Sinne der BetrSichV gelten. Dennoch muss der Betreiber aufgrund einer Gefährdungsbeurteilung entsprechende Schutzmaßnahmen festlegen und

ggf. eine Prüfung nach §10 der BetrSichV durch eine befähigte Person (TRBS 1203 [19]) durchführen lassen.

### 6.1.4 Weitere wichtige Hinweise

Mit der Prüfung vor Inbetriebnahme sind die weiteren Intervalle für die wiederkehrenden Prüfungen festzulegen. Bei der Festlegung dieser wiederkehrenden Prüfungen sind die Informationen des Herstellers des Druckübersetzers zu beachten.

Insbesondere sind Angaben bzgl. einer Zeitfestigkeit und der bei der Auslegung auf Zeitfestigkeit gemäß dem AD-Regelwerk durchzuführenden Oberflächenrisssprüfungen zu beachten.

Für die zeitfest ausgelegten Druckübersetzer muss der Betreiber den Zeitpunkt bzw. die Frist bis zur nächsten Prüfung selber festlegen. Hierbei muss sowohl die Angabe des Herstellers zur Zeitfestigkeit (d. h. die Zahl der zulässigen Lastwechsel ist festgelegt) als auch die Lastfrequenz bei der jeweiligen Betriebsweise beim Betreiber berücksichtigt werden.

Dies kann u.U. dazu führen, dass die Prüfintervalle deutlich kleiner ausfallen als die in den Tabellen zu § 15 der BetrSichV genannten Werte. Es kann also sein, dass ein Druckübersetzer unter einem bestimmten zeitlichen Belastungskollektiv z.B. bereits nach vier Jahren einer inneren Prüfung zu unterziehen ist. Ändert sich nichts an dieser Lastfrequenz, so sind die weiteren wiederkehrenden Prüfungen (Festigkeitsprüfung, innere Prüfung, usw.) in diesem Fall entsprechend alle vier Jahre durchzuführen.

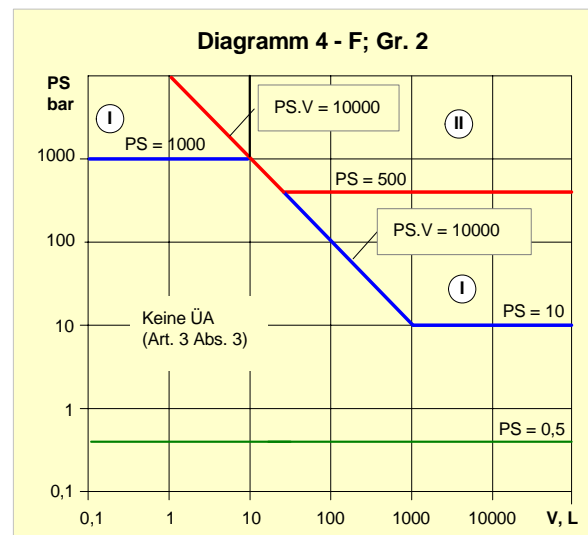
Es wird empfohlen, die wiederkehrenden Prüfungen (z.B. auch Druckprüfungen) vom Kundendienst des Herstellers oder nach dessen Vorgaben durchführen zu lassen. Die betriebsinterne Abwicklung dieser späteren wiederkehrenden Prüfungen und der Wartung sollte mit der Prüfung vor Inbetriebnahme festgelegt werden.

## 6.2 Wiederkehrende Prüfungen

Bei den wiederkehrenden Prüfungen sind die Bedienungsanleitung, die Unterlagen des Herstellers der Maschine bzw. des Druckübersetzers sowie die betrieblichen Unterlagen der Prüfung vor Inbetriebnahme und der allg. Gefährdungsbeurteilung bereitzuhalten. Die Angaben des Herstellers zu den wiederkehrenden Prüfungen sind zu beachten.

Alle Druckübersetzer der Kategorie I und II nach DRGL sind sog. überwachungsbedürftige Anlagen und unterliegen vorgeschriebenen, wiederkehrenden Prüfpflichten nach der BetrSichV.

Bei der wiederkehrenden Prüfung von Druckübersetzern der Kategorien I und II nach DRGL muss u.a. überprüft werden, ob der Druckübersetzer noch die CE-Kennzeichnung besitzt, die



**Bild 5:** Diagramm 4 nach Anhang II der DGRL für Behälter zur Aufnahme von (nicht überhitzten) Flüssigkeiten der Fluidgruppe 2 mit Prüfständigkeiten für die wiederkehrende Prüfung (§15 BetrSichV)

Betriebsanleitung vorliegt und die Sicherheits-einrichtung noch vorhanden und richtig eingestellt ist.

Mit der wiederkehrenden Prüfung ist auch zu prüfen, ob die Voraussetzungen für das nächste Prüfintervall noch stimmen. Das nächste Prüfintervall kann z.B. bei zeitfester Auslegung des Druckübersetzers und je nach Lastfrequenz u.U. kürzer ausfallen als die maximale Intervalllänge nach §15 der BetrSichV.

Das nächste Prüfintervall kann z.B. bei noch weiter erhöhter Lastfrequenz nochmals kürzer ausfallen als das vorhergehende Intervall.

#### Hinweis:

Beim Kürzen der Taktzeiten von Maschinen erhöht sich stets die Lastfrequenz. Bei zeitfester Auslegung nach AD-Regelwerk werden Prüfungen (innere Prüfung wie Oberflächenrisssprüfung oder auch Festigkeitsprüfung) u.U. eher fällig.

### 6.2.1 Druckübersetzer „ZÜS“

Für Druckübersetzer der Kategorie II nach DGRL sowie für jene Druckübersetzer der Kategorie I nach DGRL mit einer Druck-Volumen-Einteilung oberhalb der roten Linie (siehe Bild 5), ist die wiederkehrende Prüfung durch eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) zu veranlassen und durchzuführen.

Für vorgenannte Druckgeräte sind die inneren Prüfungen nach §15 der BetrSichV spätestens alle 5 Jahre und die Festigkeitsprüfungen spätestens alle 10 Jahre vorgeschrieben.

Die wiederkehrende Festigkeitsprüfung erfolgt üblicherweise als Flüssigkeitsdruckprobe mit mindestens dem 1,3-fachen des zulässigen Betriebsdruckes geprüft (s. TRBS 1201-2 [20]). Bei neuen Druckübersetzern nach der DGRL kann



der Prüfdruck das 1,43-fache des zulässigen Betriebsdruckes betragen, sofern der Hersteller des Druckübersetzers die erstmalige Druckprüfung mit diesem Prüfdruckfaktor durchgeführt hat. Als Regel gilt: Bei der wiederkehrenden Flüssigkeitsdruckprobe darf der Prüfdruck nicht höher sein als der vom Hersteller bei der erstmaligen Prüfung aufgebrauchte Prüfdruck.

#### Hinweis:

Nähere Information zur Durchführung der wiederkehrenden Prüfung siehe TRBS 1201-2.

Bei der sog. inneren Prüfung handelt es sich um eine Sichtprüfung der inneren Wandung des Druckübersetzers und der sicherheitsrelevanten Ausrüstung. Hierbei sollte der Hersteller des Druckübersetzers, wenn möglich, Empfehlungen geben, die vom Prüfer zu berücksichtigen sind. Eine Oberflächenrissprüfung mit Hilfe von Farbeindring- bzw. Magnetpulververfahren ist hier nicht empfehlenswert, da die Laufflächen des Druckübersetzers nach der Prüfung wieder frei von Rückständen zusammengebaut werden müssen. Daher kommt nur eine Ultraschallprüfung in Frage. Ist eine innere Prüfung des Druckübersetzers aufgrund der Abmessungen nicht möglich, so bietet sich als Alternative eine Druckprüfung an. Je nach Größe des Druckübersetzers kann u.U. auch der Austausch gegen einen neuen Druckübersetzer vorgezogen werden. Weitere Information siehe auch Abschnitt 6.2.4.

Eine sog. „äußere Prüfung“ ist nur bei überhitzungsgefährdeten Druckgeräten erforderlich. Dies ist für hydraulische Druckübersetzer nicht zutreffend.

### **6.2.2 Druckübersetzer „befähigte Person“**

Für Druckübersetzer der Kategorie I nach DGRL mit einer Druck-Volumen-Einteilung zwischen blauer und roter Linie (siehe Bild 5), ist die wiederkehrende Prüfung durch eine befähigte Person (s. TRBS 1203-2) zu veranlassen.

Wiederkehrende innere Prüfungen und wiederkehrende Festigkeitsprüfungen sind bei Druckübersetzern der Kategorie I nach DGRL erforderlich. Es wird empfohlen, dass der Betreiber die Fristen für die vg. Prüfungen vor der Inbetriebnahme festlegt.

Der Betreiber legt diese Prüffristen aufgrund der Herstellerinformation sowie seiner Erfahrungswerte mit der Betriebsweise fest. Die wiederkehrende Prüfung muss dann gemäß Herstellerinformation oder nach Rücksprache mit dem Kundendienst des Herstellers durch eine befähigte Person erfolgen. Weitere Hinweise zu den Festigkeitsprüfungen und zum Prüfdruck sind in der TRBS 1201-2 erläutert (siehe auch Abschnitt 6.2.1 dieses Informationsblattes).

Gemäß BetrSichV muss der Betreiber eine sicherheitstechnische Bewertung seiner Druckgeräte vornehmen. Die BetrSichV unterscheidet nicht zwischen zeitfester und dauerfester Auslegung, daher sind auch bei dauerfester Auslegung wiederkehrende Prüfungen erforderlich.

#### **Merke:**

**Die Betriebsicherheitsverordnung unterscheidet grundsätzlich nicht zwischen dauerfester und zeitfester Auslegung von Druckgeräten.**

### **6.2.3 Druckübersetzer „nach Art. 3 Abs. 3“**

Bei Druckgeräten mit einer Druck-Volumen-Einteilung zwischen grüner und blauer Linie handelt es sich um nicht überwachungsbedürftige Druckanlagen, die als Arbeitsmittel im Sinne der BetrSichV gelten. Der Betreiber muss aufgrund seiner Gefährdungsbeurteilung entsprechende Schutzmaßnahmen festlegen und ggf. Prüfungen nach § 3 Absatz 3 der BetrSichV durch eine unterwiesene Person (z.B. eine arbeitstäbliche Sichtprüfung durch den Bediener) und ggf. Prüfungen nach §10 der BetrSichV durch eine befähigte Person (TRBS 1203) durchführen lassen.

### **6.2.4 Weitere wichtige Hinweise**

Es sollte nicht unerwähnt bleiben, dass eine innere Prüfung wie z.B. eine Oberflächenrissprüfung nie 100 % Sicherheit bietet. Selbst Prüfungen durch Röntgenverfahren bieten noch keine Garantie für eine Rissfreiheit.

Eine innere Prüfung (Sichtprüfung, Inspektion) kann durch eine Festigkeitsprüfung (Druckprüfung) ersetzt werden, sofern eine innere Besichtigung nicht möglich ist oder nicht in ausreichendem Umfang durchgeführt werden kann.

Eine Druckprüfung nach einem Dichtungswechsel kann also u.U. anstelle der inneren Prüfung direkt als Festigkeitsprüfung durchgeführt werden (siehe dazu auch Abschnitt 6.2.1) und stellt somit die wiederkehrende Prüfung nach der BetrSichV dar.

#### **Merke:**

**Eine innere Prüfung des Druckübersetzers kann ggf. durch eine Festigkeitsprüfung (Druckprüfung) ersetzt werden.**

Es wird empfohlen, Dichtungen bei jeder Zerlegung des Druckübersetzers zu erneuern.

Wird ein Druckübersetzer z. B. nach erfolgter Instandsetzung wiederkehrend geprüft, muss eine Prüfbescheinigung über die erfolgreich durchgeführte Prüfung mit dem Gerät an den Betreiber ausgehändigt werden.

Bzgl. der Prüfung ist ferner sicherzustellen, dass bei deren Durchführung eine Gefährdung von



Personen vermieden wird. Näheres dazu siehe auch BGI 619 [21], welches die erforderlichen Schutzmaßnahmen beschreibt. Nicht jeder Betrieb verfügt über die erforderliche Infrastruktur sowie die erforderlichen Druckerzeuger für die hohen Prüfdrücke. Wegen der speziellen Anforderungen bei diesen Prüfungen wird empfohlen, dass die Prüfung durch den Hersteller unter Einbindung der erforderlichen Prüfkompetenz (ZÜS, befähigte Person) durchgeführt wird.

**Merke:**

**Prüfungen von Druckübersetzern sollten durch den Hersteller unter Einbindung der erforderlichen Prüfkompetenz (ZÜS, befähigte Person) durchgeführt werden.**

### 6.3 Ausfallverhalten

Hydraulische Druckübersetzer unterliegen dem Verschleiß. Das Ausfallverhalten kann sich z.B. derart zeigen, dass der Druckübersetzer in Folge von Verschleiß bzw. innerer Leckage den erforderlichen Sekundärdruck nicht mehr aufbauen kann. Irgendwann ist die Leckage so groß, dass auch eine Erhöhung des Primärdruckes nicht mehr zum gewünschten Sekundärdruck führt. Dann sind meist die Dichtungen sowie ggf. auch Führungselemente auszutauschen.

Die in Druckübersetzern eingesetzten Dichtungen sind nicht dauerfest. Die Standzeit hängt ab vom Druckniveau sowie von der Art und Pflege des eingesetzten Druckmediums.

Beginnende innere Leckage zeigt sich an einem zunehmenden Leckagevolumenstrom. Weiterhin kann die zunehmende innere Leckage über den internen Weggeber an der Niederdruckseite indirekt ermittelt werden.

Dem Fachausschuss wurde seitens zahlreicher Betreiber berichtet, dass die Druckübersetzer je nach Druckniveau z.B. bereits nach 6 bis 12 Monaten erste Anzeichen von Leckage erkennen lassen und dann schnellstmöglich gewartet bzw. ausgewechselt werden sollten. Der Hochdruck-Leckagestrom erodiert feinste Kanäle in die Dichtungslaufläche der gegenüberliegenden Wandung, die dann auch durch eine neue Hochdruckdichtung nicht mehr abgedichtet werden können.

**Merke:**

**Druckübersetzer sollten bereits bei den ersten Anzeichen von Leckage schnellstmöglich gewartet bzw. ausgewechselt werden.**

Bei einigen Bauarten kann z.B. ein Austausch von Laufbuchse und Kolben erforderlich sein. Festklemmende Laufbuchsen sind ein Hinweis für plastische Verformung und damit für eine Überbeanspruchung der Konstruktion. Bei anderen Bauweisen, insbesondere bei Mini-Druckübersetzern, machen sich z.B. Undichtig-

keiten an inneren Steuerventilen oder ein Verklemmen von Innenkolben bemerkbar. Ob eine Reparatur von Mini-Druckübersetzern möglich ist, sollte mit dem Hersteller geklärt werden.

Um den inneren Verschleiß so gering wie möglich zu halten, ist stets für eine sehr gute Reinheit der Hydraulikflüssigkeit zu sorgen. Insbesondere sind die Einbauteile auf der Hochdruckseite vor dem Einbau zu reinigen (dies gilt auch insbesondere für Prüflinge in Impulsprüfständen). Ferner sind Zinkabtragungen an den Leitungsarmaturen zu beobachten, welche dann in die Hydraulikflüssigkeit der Sekundärseite eingetragen werden.

Die hochdruckseitigen Anschlussbohrungen sind oft Ausgangspunkt für Überbeanspruchung des Druckgehäuses und für Rissbildung. Hat eine Rissbildung des Druckgehäuses erst einmal begonnen, beschleunigt sich meist die Rissausbreitung mit zunehmender Anzahl der Belastungszyklen. Das Versagen zeigt sich dann z.B. als Schwitzen bzw. durch Tropfenbildung auf dem Gehäuse. Bei einem Riss weitet sich das Gehäuse geringfügig auf und lässt eine kleine Menge der Hydraulikflüssigkeit hindurch, sodass sich der Hochdruck im Inneren dadurch bereits wieder abbaut und sich der Riss wieder etwas schließt. Dennoch kann eine Strahlbildung sowie ein Bersten als Folge von Materialermüdung nicht generell ausgeschlossen werden.

Hinweise des Herstellers bzgl. typischer Verschleißanzeichen des Druckübersetzers sind zu beachten.

### 6.4 Auswechseln baugleicher Druckübersetzer

Im Falle von Leckagen sind Instandsetzungsarbeiten an Druckübersetzern erforderlich. Zur Vermeidung allzu langer Unterbrechungen der Produktion halten sich einige Betreiber einen baugleichen Druckübersetzer als Ersatz auf Lager.

Beim Auswechseln des Druckübersetzers einer Maschine gegen einen baugleichen Druckübersetzer ist keine Neuabnahme (vgl. Abschnitt 6.1) erforderlich. Dies geht aus dem Anhang 5, Nr. 2 der BetrSichV hervor. Gemäß § 14 Absatz 2 der BetrSichV ist nur bei einer Änderung an der überwachungsbedürftigen Anlage oder an dem Druckübersetzer vor der Wiederinbetriebnahme eine neue Erstprüfung erforderlich. Die BetrSichV erläutert das Wort „Änderung“ nicht näher. Ein Auswechseln gegen einen identischen Druckübersetzer ist keine Änderung im Sinne des § 14 Absatz 2 der BetrSichV. Das Auswechseln muss jedoch in den Betriebsunterlagen des Betreibers festgehalten werden.

Anmerkung:

Ein fachgerechter Dichtungswechsel ist ebenfalls keine sicherheitsrelevante Änderung des Druckübersetzers.

Es wurde berichtet, dass Druckübersetzer nach Instandsetzungsarbeiten beim Hersteller zu einem anderen Betreiber weitergereicht werden. Die Druckübersetzer wandern dann z.B. von Betreiber 1 über den Hersteller zu Betreiber 2 usw. (oder die Druckübersetzer wandern von Maschine 1 von Betreiber 1 über den Hersteller zu Maschine 2 von Betreiber 1 usw. oä.).

Für diese sog. „Druckgeräte an wechselnden Orten“ gilt der § 14 Absatz 5 der BetrSichV. Eine erneute Prüfung vor Inbetriebnahme nach dem Wechsel des Aufstellungsortes, d.h. beim Einbau in eine andere Maschine, ist dann nicht erforderlich, wenn bereits eine Bescheinigung über eine anderenorts durchgeführten Prüfung vor Inbetriebnahme vorliegt, sich beim Ortswechsel keine neue Betriebsweise ergeben hat und die Anschlussverhältnisse sowie die Ausrüstung unverändert bleiben und wenn an die Aufstellung keine besonderen Anforderungen zu stellen sind.

Es wird daher empfohlen, dass der Betreiber darauf achtet, dass

- a) grundsätzlich der eigene Druckübersetzer nach der Instandhaltung beim Hersteller zurückgeliefert wird,
- b) beim Auswechseln des Druckübersetzers die Vorgaben nach § 14 Absatz 5 der BetrSichV beachtet werden *und*
- c) nach einer Instandsetzung (wie z.B. Dichtungswechsel) eine wiederkehrende Prüfung (z.B. innere Prüfung oder Druckprüfung) veranlasst wird.

Letztere könnte z.B. beim Hersteller des Druckübersetzers in dessen Prüfraum durchgeführt werden.

Wird ein Druckübersetzer nach einer wiederkehrenden Prüfung an einen anderen Betreiber ausgeliefert, so muss eine Prüfbescheinigung über die erfolgreich durchgeführte Prüfung mit dem Druckgerät an den neuen Betreiber ausgehändigt werden.

Die gefahrenen Lastwechsel sind fortlaufend zu zählen. Beim Erreichen der zulässigen Lastwechselzahl – d.h. bei der zweiten inneren Prüfung – ist eine zerstörungsfreie Prüfung in erweitertem Umfang durchzuführen.

Gemäß Regelwerk AD 2000 kann ein Druckübersetzer u.U. bis zum Erreichen des 10-fachen Wertes der zulässigen Lastspielzahl (nach AD-Merkblatt S2) betrieben werden. Voraussetzung hierfür ist, dass bei den wiederkehrenden zerstörungsfreien Prüfungen nach jeweils 50 % der Lastspiele keine Ermüdungserscheinungen festgestellt werden (näheres siehe Abs. 14.1 AD-Merkblatt S2). Dazu muss die Rissfreiheit durch eine entsprechende zerstörungsfreie Prüfung nachgewiesen werden.

Entsprechend gilt bei der Auslegung nach AD-Merkblatt S1, dass die zulässige Lastspielzahl

unbegrenzt überschritten werden darf (näheres siehe Abs. 9.2 AD-Merkblatt S1).

## 7 Hochdruckleitungen

Bei den Anschlussleitungen auf der Sekundärseite von Druckübersetzern handelt es sich um Hochdruckleitungen. Diese können als Rohr- oder Schlauchleitung ausgeführt sein.

Bei den Leitungen ist die Art des Fluides zu berücksichtigen. Handelt es sich um Fluide der Gruppe 2 (siehe auch Abschnitt 2), so ist die Hochdruckleitung keine überwachungsbedürftige Anlage. Es handelt sich im Sinne der BetrSichV dann um ein *Arbeitsmittel*.

Eine Prüfung der Hochdruck-Schlauchleitung erfolgt dann auf Basis des § 10 der BetrSichV. Die wiederkehrende Prüfung (Intervall, Umfang) von Hochdruck-Schlauchleitungen ist durch den Betreiber festzulegen und zu veranlassen. Der Prüfer muss die Spezifikation der TRBS 1203 erfüllen. Eine bei der Prüfung als fehlerhaft erkannte Hochdruck-Schlauchleitung ist auszutauschen. Des Weiteren gelten die Bestimmungen der BGR 237 [22].

### **Merke:**

**Fehlerhafte Hochdruck-Schlauchleitungen sind sofort auszutauschen.**

Die Länge der Hochdruck-Schlauchleitungen sollte so kurz wie möglich sein. Der Einsatz von Rohrleitungen ist stets zu bevorzugen.

Lässt es sich nicht vermeiden, dass Hochdruck-Schlauchleitungen *im Verkehrsbereich des Bedieners bzw. anderer Personen* verlegt sind, so sind Schutzmaßnahmen gegen Gefährdungen bei Versagen der Hochdruck-Schlauchleitung zu treffen. Dies kann eine zusätzliche Hülle für Hochdruck-Schlauchleitungen bzw. eine ausreichend große Verdeckung zum Verkehrsweg hin sein. Als zusätzliche Hülle um die Hochdruck-Schlauchleitung wird ein „normaler“ Hydraulikschlauch mit zweilagiger Drahtgeflecht-einlage empfohlen.

Es ist zu beachten, dass Hochdruck-Schlauchleitungen im Laufe der Zeit aus den Pressarmaturen herauswandern können. Die zusätzliche Hülle bzw. Ummantelung sowie eine Anbindung als Ausreißsicherung der Hochdruck-Schlauchleitung darf das Erkennen eines gefährlichen Herauswanderns nicht beeinträchtigen.

Die arbeitstägliche Inaugenscheinnahme der Einbindung von Hochdruck-Schlauchleitungen ist betrieblich zu regeln.

Es wird empfohlen, Hochdruck-Schlauchleitungen nur mit zusätzlicher Hülle aus Hydraulikschlauch sowie mit ausreißsicheren Hochdruckarmaturen fertig konfektioniert und geprüft von einem zertifizierten Schlauchleitungshersteller zu kaufen.

**Merke:**  
**Hochdruck-Schlauchleitungen sollten nur fertig konfektioniert von einem Schlauchleitungshersteller gekauft werden.**

Werden Hochdruck-Rohrleitungen eingesetzt, so sind diese ohne Dichtungselemente auszuführen. Die Verbindungen zwischen den Hochdruck-Rohren sollten mittels geprüfter sog. Hochdruck-Konusverschraubungen ausgeführt sein. Einschraubverbindungen müssen grundsätzlich mit Entlastungsbohrungen für Leckageöl versehen sein.

Bei Verwendung von autofrettierten Rohren ist darauf zu achten, die Autofrettage erst nach den erforderlichen Biegevorgängen durchzuführen.

Es wird empfohlen, Hochdruck-Rohrleitungen, die *im Verkehrsbereich des Bedieners bzw. anderer Personen* verlegt sind, nach Möglichkeit mit weiteren, einfachen Rohrabschnitten größeren Durchmessers aus Edelstahl zu ummanteln. Zwischenstücke, Eckstücke o.ä. zum Verbinden zweier Rohrleitungen sollten möglichst vermieden werden. Sofern dies nicht möglich ist, wird empfohlen, diese Stücke mit einer Schutzabdeckung zu versehen.

Die Vorgaben der DGRL für Leitungen sind zu beachten, sofern diese in den Geltungsbereich der DGRL fallen. Näheres dazu siehe auch Abschnitt 5 der BGR 237.

## 8 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Dieses Informationsblatt beruht auf dem durch den Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau (FA MFS) zusammengeführten Erfahrungswissen auf dem Gebiet der hydraulischen Ausrüstungen von Maschinen und Anlagen.

Das vorliegende Informationsblatt wurde unter Einbeziehung des Sachgebietes Druck beim Fachausschuss Chemie FA CH sowie des Instituts für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV erarbeitet. Es soll insbesondere der Orientierung von Konstrukteuren und Betreibern beim Umgang mit hydraulischen Druckübersetzern dienen, welche in den Maschinen und Anlagen eingesetzt werden, die zum Anwendungsbereich der europäischen Maschinenrichtlinie zählen.

Die besonderen Bestimmungen für andere Anwendungsfälle (im Bergbau o. ä.) sind zu beachten.

Der FA MFS setzt sich u. a. zusammen aus Vertretern von Berufsgenossenschaften, staatlichen Stellen, Sozialpartnern sowie Herstellern und Betreibern von Maschinen.

Die Bestimmungen nach einzelnen Gesetzen und Verordnungen bleiben durch dieses

Informationsblatt unberührt. Die Anforderungen der gesetzlichen Vorschriften gelten uneingeschränkt. Um vollständige Informationen zu erhalten, ist es erforderlich, die in Frage kommenden Vorschriftentexte einzusehen.

Weitere Informationsblätter des FA MFS stehen im Internet zum Herunterladen bereit [23].

**Literatur:**

- [1] Richtlinie 97/23/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Druckgeräte (Druckgeräte-Richtlinie, DGRL), Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 181 vom 09.07.1997, S. 0001 – 0055.
- [2] Richtlinie 2006/42/EG (Maschinenrichtlinie, MRL), Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 09.06.2006 Nr. L 157/24.
- [3] Guideline to Application of the Machinery Directive 2006/42 EC, 1<sup>st</sup> Edition, December 2009, Ian Fraser, European Commission, Enterprise and Industry
- [4] TRB Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung, TRB 002 „Erläuterungen zu Begriffen“, Fassung August 2001, Carl Heymanns Verlag, Köln
- [5] Leitlinie 1/5 zur Druckgeräte-Richtlinie, Kommissions-Arbeitsgruppe, Originalversion vom 08.11.1999, Bezugsquelle: [www.druckgeraete-online.de](http://www.druckgeraete-online.de)
- [6] Beschluss 93/465/EWG des Rates vom 22.07.1993.
- [7] 14. Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz, vom 27.09.2002, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004 Teil I Nr. 1. Bonn, 9.1.2004.
- [8] DIN 2413 – Norm-Entwurf, Nahtlose Stahlrohre für schwellende Beanspruchung- Berechnungsgrundlage für Rohre und Rohrbögen, 2005-04, Beuth-Verlag Berlin.
- [9] DIN EN 13445, Unbefeuerte Druckbehälter, 2007-09, Beuth-Verlag Berlin.
- [10] DIN EN 13480 Metallische industrielle Rohrleitungen, Normentwurf 2007-11, Beuth-Verlag Berlin.
- [11] DIN EN 10204 Metallische Erzeugnisse, Arten von Prüfbescheinigungen, 2005-01, Beuth-Verlag Berlin.
- [12] AD 2000-Regelwerk – Druckbehälter, Taschenbuchausgabe 2009, Beuth-Verlag Berlin.
- [13] DIN EN ISO 12100 Sicherheit von Maschinen - Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze - Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie, 2004-04, Beuth-Verlag Berlin.
- [14] DIN EN ISO 14121 Sicherheit von Maschinen - Risikobeurteilung - Teil 1: Leitsätze, 2005-12, Beuth-Verlag Berlin.
- [15] BIA-Report 6/97 „Kategorien für sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen“ des Berufsgenossenschaftlichen Institutes für Arbeitsschutz BGIA in Sankt Augustin, 1997
- [16] DIN EN 982, Sicherheit von Maschinen, – Sicherheitstechnische Anforderungen an fluidtechnische Anlagen und deren Bauteile – Hydraulik; 1996, Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [17] Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über die Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des Betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) vom 27. September 2002, zuletzt geändert durch Artikel 8 der „Verordnung zur Rechtsvereinfachung und Stärkung der arbeitsmedizinischen Vorsorge“ vom 18. Dezember 2008 (BGBl. 2008, Teil I, Nr. 6, S. 2778 vom 23. Dezember 2008)
- [18] Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 1203-2 „Befähigte Personen“ – Besondere Anforderungen – Druckgefährdung, vom 18.11.2004, (BANz. S. 23 797 f)
- [19] Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 1203 „Befähigte Personen“ – Allgemeine Anforderungen, vom 18.11.2004, (BANz. S. 23 797 f)
- [20] Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 1201-2 „Prüfungen bei Gefährdungen durch Dampf und Druck“ vom 18.09.2008
- [21] BGI 619 „Druckprüfung von Druckbehältern und Rohrleitungen - Flüssigkeitsdruckprüfungen, Gasdruckprüfungen“, Merkblatt T 039 der Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie, 10/2000
- [22] BGR 237, Berufsgenossenschaftliche Regel 237, „Hydraulik-Schlauchleitungen“, Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie, 2008
- [23] Internet: [www.bg-metall.de/praevention/fachausschuesse/infoblatt.html](http://www.bg-metall.de/praevention/fachausschuesse/infoblatt.html)

**Weitere empfehlenswerte Literatur:**

- Berufsgenossenschaftliche Information „Leitfaden Druckgeräte“ BGI 822 (Merkblatt T 024), Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie, Ausgabe 1/2007, Jedermann-Verlag, Heidelberg

**Bildnachweis:**

Die Bilder und Graphiken dieses Fachausschuss- Informationsblattes wurden uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

- Bilder 1, 2: Institut für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV, 53754 Sankt Augustin,
- Bilder 3 ,4, 5: Fachausschuss Chemie (FA CH) bei der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) Kurfürstenanlage 62, 69115 Heidelberg