

# Hydrodämpfer

## 1. BESCHREIBUNG

### 1.1. ALLGEMEINES

Die in Hydrauliksystemen auftretenden Druckschwankungen können periodische oder einmalige Vorgänge folgender Ursachen sein:

- Förderstromschwankungen von Verdrängerpumpen
- Betätigen von Absperr- und Regelarmaturen mit kurzen Öffnungs- und Schließzeiten
- An- und Abschalten von Pumpen
- Schlagartiges Verbinden von Räumen mit unterschiedlichem Druckniveau.

Zur Dämpfung der erzeugten Druckschwankungen sind HYDAC-Hydrodämpfer besonders geeignet.

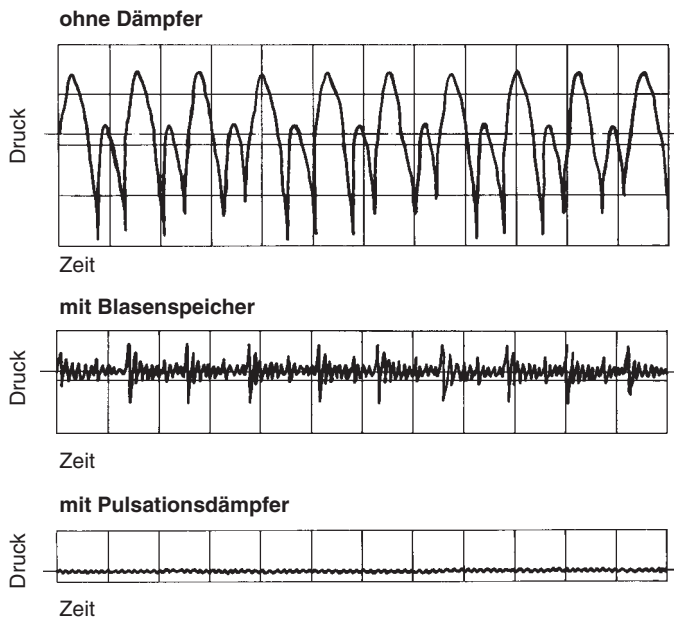
Durch die optimale Anpassung der Hydrodämpfer an das jeweilige System werden

- Schwingungen von Leitungen, Ventilen, Kupplungen u.s.w. minimiert und daraus folgende Leitungs- und Armaturenbrüche verhindert
- Meßgeräte geschützt und in ihrer Funktion nicht mehr beeinträchtigt
- die Geräuschpegel in Hydrauliksystemen herabgesetzt
- die Arbeitsgüten von Werkzeugmaschinen verbessert
- das Zusammenschalten mehrerer Pumpen auf eine Leitung ermöglicht
- Pumpendrehzahl- und Förderdruckerhöhung möglich
- die Wartungs- und Instandhaltungskosten gesenkt
- die Lebensdauer der Anlage erhöht.



## 2. BAUARTEN

### 2.1. PULSATIONS DÄMPFER TYP SB ... P



#### 2.1.1 Allgemeines

Der HYDAC-Pulsationsdämpfer

- verhindert Rohrbrüche infolge Materialermüdung, Schwingungen der Leitungen sowie ungleichmäßige Förderströme;
- schützt Armaturen, Regeleinrichtungen und andere Geräte;
- verbessert die Geräuschdämpfung.

#### 2.1.2 Einsatzfälle

Der Pulsationsdämpfer findet besonders seinen Einsatz bei: Hydraulikanlagen, Verdrängerpumpen, empfindlichen Meß- und Regeleinrichtungen und weitverzweigten Leitungssystemen, z. B. in Prozeßkreisläufen der chemischen Industrie.

#### 2.1.3 Wirkungsweise

Der Pulsationsdämpfer hat zwei Flüssigkeitsanschlüsse und kann so direkt in die Rohrleitung eingebaut werden. Durch Umlenkung im Flüssigkeitsventil ist der Volumenstrom unmittelbar auf die Blase bzw. Membrane gerichtet. Dadurch wird eine direkte Berührung des Volumenstromes mit der Blase bzw. Membrane bewirkt, die bei nahezu trägheitsfreier Arbeitsweise die Volumenstromschwankungen über das Gasvolumen ausgleicht. Insbesondere werden hiermit auch die höherfrequenten Druckschwingungen erfaßt. Der Fülldruck wird auf die jeweiligen Betriebsverhältnisse abgestimmt.

#### 2.1.4 Aufbau

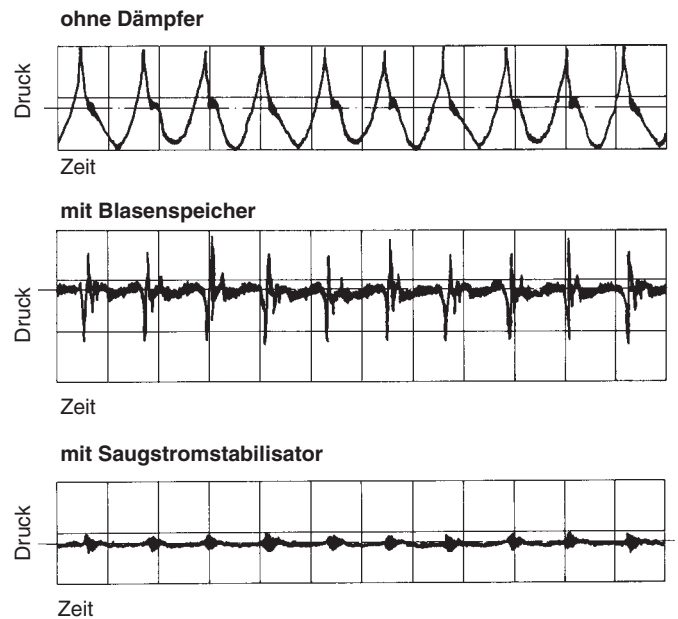
Die HYDAC-Pulsationsdämpfer bestehen aus:

- dem geschweißten oder geschmiedeten Druckbehälter aus C-Stahl; für chemisch aggressiv wirkende Flüssigkeiten innenbeschichtet oder in nichtrostendem Stahl ausgeführt.
- dem speziell ausgebildeten Flüssigkeitsventil mit Inline-Anschluß, der die Umlenkung des Förderstromes in den Behälter bewirkt. (Gewinde- oder Flanschausführung).
- der Blase bzw. Membrane aus den unter Punkt 5.1. aufgeführten Elastomeren.

#### 2.1.5 Einbau

Möglichst nahe am Pulsationserzeuger. Einbaulage ist vorzugsweise senkrecht zu wählen (Gasventil nach oben).

### 2.2. SAUGSTROMSTABILISATOR TYP SB ... S



#### 2.2.1 Allgemeines

Der HYDAC-Saugstromstabilisator

- verbessert den NPSH-Wert der Anlage
- vermeidet Kavitation der Pumpe
- verhindert Rohrleitungsschwingungen.

#### 2.2.2 Einsatzfälle

Hauptanwendungsgebiete sind Kolben- und Membranpumpen in Versorgungsanlagen, Reaktorbau und chemischer Industrie.

#### 2.2.3 Wirkungsweise

Ein störungsfreier Pumpenbetrieb ist nur möglich, wenn innerhalb der Pumpe keine Kavitation auftritt und Rohrleitungsschwingungen vermieden werden.

Ein relativ großes Flüssigkeitsvolumen im Saugstromstabilisator in Bezug auf das Verdrängungsvolumen der Pumpe vermindert die Beschleunigungseffekte der Flüssigkeitssäule in der Saugleitung. Auch wird durch die extrem geringe Fließgeschwindigkeit im Saugstromstabilisator und die Umlenkung an einem Leitblech eine Gasabscheidung erreicht. Durch die Abstimmung des Füllüberdruckes der Blase auf die Betriebsverhältnisse wird eine optimale Pulsationsdämpfung erreicht.

#### 2.2.4 Aufbau

Der HYDAC-Saugstromstabilisator besteht aus einem geschweißten Behälter aus Stahl oder Edelstahl. Zu- und Abfluß sind gegenüberliegend angeordnet und durch ein Leitblech getrennt. Im oberen Teil ist die gekammerte Blase angeordnet. Zusätzlich ist noch eine Entlüftungsschraube im Deckel, sowie eine Entleerungsmöglichkeit am Boden angebracht.

#### 2.2.5 Einbau

Einbau möglichst nahe an dem Ansaugstutzen der Pumpe. Einbaulage senkrecht (Gasventil nach oben).

## 2.3. DRUCKSTOSSDÄMPFER TYP SB ... A

ohne Dämpfer



Zeit

mit Schockabsorber



Zeit

### 2.3.1 Allgemeines

Der HYDAC-Druckstoßdämpfer

- mindert Druckschläge
- schützt Rohrleitungen und Armaturen vor Zerstörung

### 2.3.2 Einsatzfälle

Die Speicher finden ihren Einsatz in Rohrleitungen mit schnellschließenden Ventilen oder Klappen und bei An- und Abschalten von Pumpen.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ist die Energiespeicherung im Niederdruckbereich.

### 2.3.3 Wirkungsweise

Plötzliche Änderungen der stationären Zustände in flüssigkeitsdurchströmten Rohrleitungen, wie sie beispielsweise durch Pumpenausfall oder das Schließen oder Öffnen einer Armatur entstehen, können zu Drücken führen, welche die stationären Betriebswerte um ein Vielfaches übertreffen.

Der Druckstoßdämpfer verhindert diese Erscheinungen indem er potentielle in kinetische Energie bzw. kinetische in potentielle Energie umwandelt. Dadurch werden Druckschläge verhindert und Rohrleitungen, Regelarmaturen, Überwachungsinstrumente und sonstige Armaturen vor Zerstörung geschützt.

### 2.3.4 Aufbau

Der HYDAC-Druckstoßdämpfer besteht aus:

- dem geschweißten Druckbehälter aus C-Stahl mit oder ohne Korrosionsschutz oder aus Edelstahl.
- dem Anschluß mit Lochscheibe, wodurch das Austreten der elastischen Blase aus dem Behälter verhindert wird, und Flansch.
- der Blase nach den in Punkt 5.1. aufgeführten Elastomerqualitäten mit eingebautem Gasventil, über das der Fülldruck  $p_0$  eingebracht werden kann und eventuelle Überwachungstätigkeiten ausgeübt werden können.

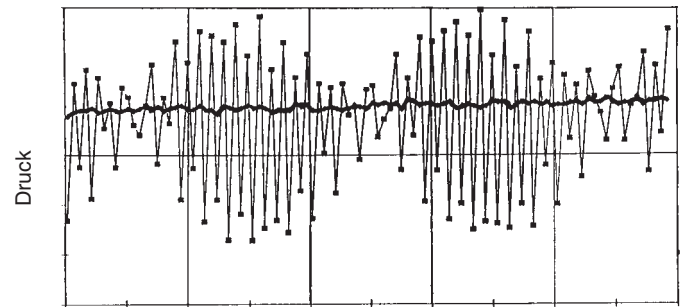
### 2.3.5 Einbau

Möglichst nahe am Entstehungsort des instationären Zustandes. Einbaulage senkrecht (Gasventil nach oben).

## 2.4. SILENCER FLÜSSIGKEITSSCHALLDÄMPFER TYP SD ...

■ Ohne Silencer

— mit Silencer



Zeit

### 2.4.1 Allgemeines

Alle Verdränger-Pumpen wie z. B. Axial- und Radialkolben-, Flügelzellen-, Zahnrad- oder Schraubenspindelpumpen erzeugen Volumen- und Druckschwankungen, die sich durch Auftreten von Vibrationen und Geräuschen bemerkbar machen. Geräusche werden nicht nur durch die Pumpe erzeugt und angestrahlt. Vielmehr sind sie auch das Ergebnis mechanischer und durch die Flüssigkeitspulsation verursachter Schwingungen, die übertragen auf größere Flächen einen Verstärkereffekt erfahren. Isolation, Einsatz flexibler Schläuche und Schalldämmhauben können nur teilweise befriedigende Lösungen darstellen, da sie die Übertragung in andere Bereiche nicht verhindern.

### 2.4.2 Einsatzfälle

In Fahrzeugen, Werkzeugmaschinen, Kunststoffmaschinen, Flugzeugen, Schiffen, hydraulischen Antriebsstationen und anderen Systemen mit großer "Oberfläche" sind Einsatzgebiete zur Minderung des Geräuschpegels.

### 2.4.3 Wirkungsweise

Der HYDAC-SILENCER-Flüssigkeitsschalldämpfer basiert auf dem Prinzip einer Ausdehnungskammer mit Interferenzleitung.

Durch Reflexion der Schwingungen innerhalb des SILENCER wird der Großteil der Schwingungen über ein breites Frequenzspektrum gedämpft.

### 2.4.4 Aufbau

Der HYDAC-SILENCER-Flüssigkeitsschalldämpfer besteht aus einem geschweißten oder geschmiedeten äußeren Gehäuse, einem Innenrohr und zwei gegenüberliegend angeordneten Rohrleitungsanschlüssen.

Der SILENCER hat keine bewegten Teile und auch keine Gasfüllung, sodaß er keinerlei Wartung bedarf.

Der HYDAC-SILENCER-Flüssigkeitsschalldämpfer kann für Mineralöle, Phosphorsäure-Ester und Wasserglykol eingesetzt werden. Für andere Flüssigkeiten ist die Ausführung in nichtrostendem Stahl möglich.

### 2.4.5 Einbau

Zur Minderung der Übertragung mechanischer Schwingungen ist es zu empfehlen, eine Anschlußseite mit einem flexiblen Schlauch zu verbinden.

Die Einbaulage des Dämpfers ist beliebig, wobei die Strömungsrichtung zu beachten ist.

### 3. ABNAHME-VORSCHRIFTEN

#### 3.1. EUROPÄISCHE DRUCKGERÄTE-RICHTLINIE DGRL

Seit 29. November 1999 ist die Richtlinie 97/23/EG (Druckgeräterichtlinie) in Kraft und in Europa seit 29. Mai 2002 ausschließlich verbindlich. Diese Richtlinie gilt für die Auslegung, Fertigung, Konformitätsbewertung und das Inverkehrbringen von Druckgeräten und Baugruppen mit einem maximal zulässigen Druck von über 0,5 bar. Sie garantiert den freien Warenverkehr innerhalb der Europäischen Gemeinschaft. Die EU-Mitgliedsstaaten dürfen das Inverkehrbringen und die Inbetriebnahme von Druckgeräten nicht wegen druckbedingter Risiken verbieten, beschränken oder behindern, wenn diese den Anforderungen der Druckgeräterichtlinie entsprechen und mit CE-Kennzeichnung versehen sind und einer Konformitätsbewertung unterzogen sind.

Nach Artikel 3 Absatz 3 erhalten Hydrospeicher mit einem Volumen  $V \leq 1 \text{ l}$  und maximal zulässigen Druck  $PS \leq 1000 \text{ bar}$  sowie mit einem Druckinhaltsprodukt  $PS \cdot V \leq 50 \text{ bar} \cdot \text{l}$  für Gase der Fluidgruppe 2 (ungefährliche Fluide) keine CE-Kennzeichnung. Die Prüfung der Ausrüstung und Aufstellung sowie die Sicherheit im Betrieb und die Wiederholungsprüfungen werden wie bisher durch nationales Recht geregelt. Die sicherheitstechnischen Ausrüstungsteile sind in AD2000, ISO 4126 und EN 14359 beschrieben. Die Wiederholungsprüfintervalle werden in der neuen Betriebssicherheitsverordnung festgelegt.

#### 3.2. AUSLAND

Druckspeicher, die im Ausland (außerhalb der EG) aufgestellt werden, liefern wir mit den für das Aufstellerland gültigen Abnahmepapieren.

Das Aufstellerland ist bei der Bestellung zu benennen.

HYDAC-Druckbehälter können mit fast allen Abnahme-Klassifikationen geliefert werden. Dabei kann der zulässige Betriebsüberdruck vom Nenndruck abweichen.

Je nach Regelwerk müssen die unterschiedlichen Werkstoffanforderungen beachtet werden.

Die nachfolgende Tabelle enthält für verschiedene Aufstellungsländer die Kennzeichnung im Typenschlüssel:

Land	AKZ (Abnahmekennziffer)
Ägypten	U
Algerien	U <sup>3)</sup>
Argentinien	U <sup>3)</sup>
Australien	F <sup>1)</sup>
Bahamas	E
Barbados	U <sup>3)</sup>
Bermudas	U <sup>3)</sup>
Bolivien	U <sup>3)</sup>
Brasilien	U <sup>3)</sup>
Chile	U <sup>3)</sup>
China	A9
Costa Rica	E <sup>3)</sup>
Ecuador	U <sup>3)</sup>
Hong Kong	A9
Indien	U <sup>3)</sup>
Indonesien	U <sup>3)</sup>
Irak	U <sup>3)</sup>
Iran	U
Island	U <sup>3)</sup>
Israel	U <sup>3)</sup>
Japan	P
Jordanien	U <sup>3)</sup>
Jugoslawien	U
Kanada	S1 <sup>2)</sup>
Korea	U
Kuwait	U <sup>3)</sup>
Libanon	U <sup>3)</sup>
Libyen	U <sup>3)</sup>
Malaysia	U <sup>3)</sup>
Mexiko	U <sup>3)</sup>
Neuseeland	T
Nigeria	U <sup>3)</sup>
Norwegen	U <sup>3)</sup>
Pakistan	U <sup>3)</sup>
Peru	U <sup>3)</sup>
Philippinen	U <sup>3)</sup>
Polen	A4
Puerto Rico	E <sup>3)</sup>
Rumänien	U
Rußland (GUS)	A6
Saudi Arabien	U <sup>3)</sup>
Schweiz	U
Singapur	U
Slowakei	A8
Südafrika	U <sup>3)</sup>
Sudan	U <sup>3)</sup>
Syrien	U
Taiwan	U <sup>3)</sup>
Thailand	U <sup>3)</sup>
Tschech. Rep.	U
Tunesien	U <sup>3)</sup>
Türkei	U
Ungarn	U <sup>3)</sup>
USA	S

1) = Zulassung in den einzelnen Territorien erforderlich

2) = Zulassung in den einzelnen Provinzen erforderlich

3) = Alternative Abnahmen möglich

#### 3.3. AKZ = S (U-STAMP)

HYDAC, Technology GmbH in D-66280 Sulzbach/Saar ist (seit 21. August 1985) durch "The National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors" bevollmächtigt, in Übereinstimmung mit den geltenden Vorschriften der American Society of Mechanical Engineers (ASME) das Codesymbol



als Stempel zur Registrierung zu verwenden.

#### 3.4. AKZ = P (KHK-ABNAHME)

Die HYDAC, Technology GmbH hat für den japanischen Markt das Zertifikat als "self inspecting manufacturer". Somit ist sie bevollmächtigt außerhalb Japans Speicher herzustellen, zu prüfen und einzuführen.

#### 3.5. AKZ = A9 (SELF QUALITY LICENSE FOR CHINA)

Die HYDAC, Technology GmbH ist als Importeur von Blasen-, Membran- und Kolbenspeichern seit dem 30.03.1998 anerkannt.

## 4. AUSLEGUNG

### 4.1. DEFINITION DER ZUSTANDSGRÖSSEN

Die Kompressions- und Expansionsvorgänge unterliegen den Gesetzen der polytropischen Zustandsänderung idealer Gase

$$p \cdot V^n = \text{konstant},$$

wobei der zeitliche Verlauf durch den Polytropenexponent "n" (Verhältnis der spezifischen Wärmekapazität  $c_p/c_v$ ) berücksichtigt wird.

$$p_0 \cdot V_0^n = p_1 \cdot V_1^n = p_2 \cdot V_2^n$$

**Langsame** Expansions- bzw. Kompressionsvorgänge verlaufen annähernd **isotherm**, der Polytropenexponent kann mit  $n = 1$  angesetzt werden.

Für **schnelle** Vorgänge gilt die **isentrop**e (adiabate) Zustandsänderung mit einem von Druck und Temperatur abhängigen Isentropenexponenten  $\kappa$  (Diagramm siehe Kapitel 4.3.).

Mit Hilfe der folgenden Formeln kann das erforderliche Gasvolumen  $V_0$  für verschiedene Anwendungsfälle berechnet werden.

In den Formeln sind Drücke stets als Absolutdrücke einzusetzen.

$p_0$  = Gasfülldruck

$p_1$  = minimaler Betriebsdruck

$p_2$  = maximaler Betriebsdruck

$p_m$  = Pumpenförderdruck

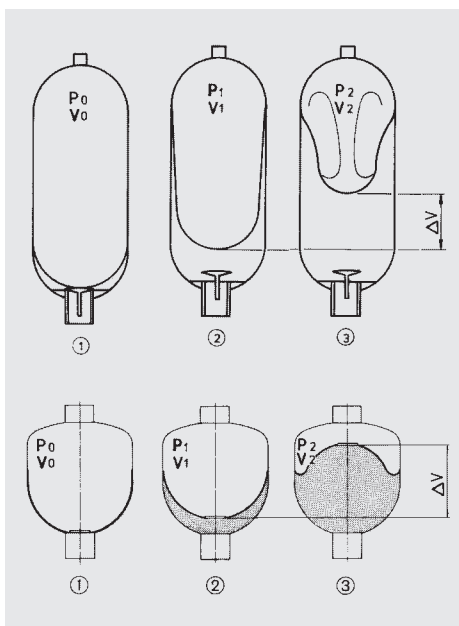
$V_0$  = effektives Gasvolumen

$V_1$  = Gasvolumen bei  $p_1$

$V_2$  = Gasvolumen bei  $p_2$

$t_0$  = Gasfülltemperatur

$t_{\text{max}}$  = max. Betriebstemperatur



- ① Die Blase (Membrane) ist mit Stickstoff vorgefüllt. Das Flüssigkeitsventil ist geschlossen und verhindert den Austritt der Blase (Membrane).
- ② Bei Erreichen des minimalen Betriebsdruckes soll zwischen Blase (Membrane) und Rückschlagventil eine kleine Flüssigkeitsmenge (ca. 10 % des Nennvolumens des Speichers) bleiben, damit die Blase (Membrane) nicht bei jedem Expansionsvorgang auf das Ventil aufschlägt.
- ③ Speicher bei maximalem Betriebsdruck.  
Die Volumenänderung zwischen der Stellung bei minimalem und maximalem Betriebsdruck entspricht der nutzbaren Flüssigkeitsmenge:

$$\Delta V = V_1 - V_2$$

### 4.2. WAHL DER GASFÜLLDRÜCKE

Die Wahl und Einhaltung des Gasfülldruckes ist ein wesentliches Kriterium für die optimale Wirkung des Dämpfers und die Lebensdauer des Trennelementes (Blase, Membrane).

#### 4.2.1 Empfohlene Werte

Auf den Einsatzfall abgestimmt wird folgender Gasfülldruck bei maximaler Betriebstemperatur eingestellt:

- **Pulsationsdämpfung:**

$$p_{0, t_{\text{max}}} = 0,6 \div 0,8 \cdot p_m$$

bei 1-Kolbenpumpe:

$$p_{0, t_{\text{max}}} = 0,6 \cdot p_m$$

bei 3- und mehr Kolbenpumpe:

$$p_{0, t_{\text{max}}} = 0,7 \cdot p_m$$

bei Betriebsdruckbereich:

$$p_{0, t_{\text{max}}} = 0,8 \cdot p_1$$

- **Saugstromstabilisierung:**

$$p_{0, t_{\text{max}}} = 0,6 \div 0,7 \cdot p_m$$

- **Druckstoßdämpfung:**

$$p_{0, t_{\text{max}}} = 0,9 \cdot p_m$$

#### 4.2.2 Grenzwerte des Fülldruckes

- **Hydrodämpfer mit Blase:**

$$p_{0, t_{\text{max}}} = 0,9 \cdot p_1$$

bei einem zulässigen

Druckverhältnis  $p_2/p_0 \leq 4 : 1$

- **Schockabsorber:**

$$p_{0, \text{max}} = 10 \text{ bar}$$

- **Hydrodämpfer mit Membrane**

$$p_{0, t_{\text{max}}} \leq 0,9 \cdot p_1$$

bei einem zulässigen

Druckverhältnis

$$p_2/p_0 \leq 8 : 1$$

(geschweißte Bauform bis 2 L Nennvolumen)

$$p_2/p_0 \leq 4 : 1$$

(geschweißte Bauform über 2 L Nennvolumen)

$$p_2/p_0 \leq 10 : 1$$

(geschraubte Bauform)

#### 4.2.3 Berücksichtigung des Temperatureinflusses

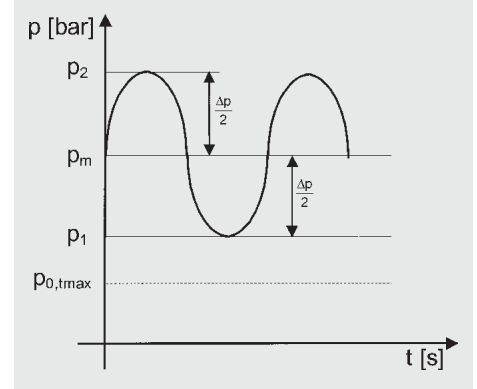
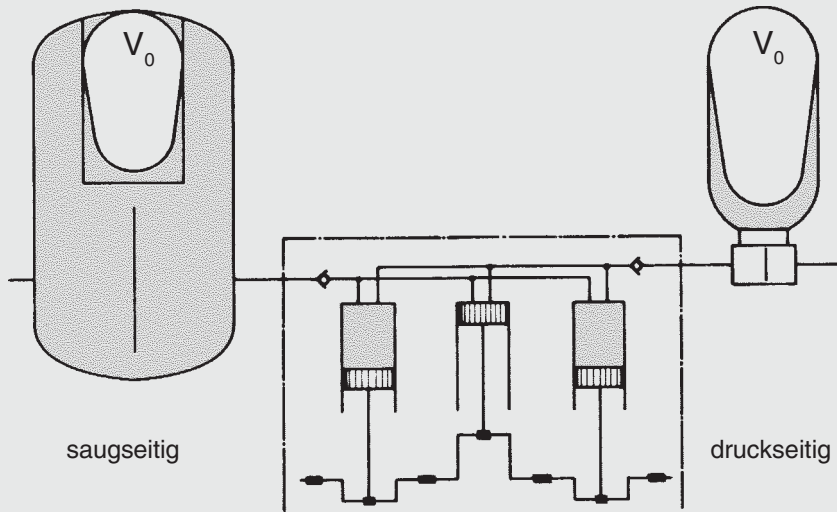
Damit die hier empfohlenen Gasfülldrücke auch bei relativ hohen Betriebstemperaturen eingehalten werden, ist  $p_{0, t_0}$  für das Füllen und Prüfen bei kaltem Speicher wie folgt zu wählen:

$$p_{0, t_0} = p_{0, t_{\text{max}}} \cdot \frac{t_0 + 273}{t_{\text{max}} + 273}$$

Um den Temperatureinfluß während der Dämpferauslegung zu berücksichtigen, ist  $p_0$  bei  $t_{\text{min}}$  wie folgt zu wählen:

$$p_{0, t_{\text{min}}} = p_{0, t_{\text{max}}} \cdot \frac{t_{\text{min}} + 273}{t_{\text{max}} + 273}$$

#### 4.3. PULSATIONSSDÄMPFER UND SAUGSTROMSTABILISATOR



Formeln:

$$V_0 = \frac{\Delta V}{\left( \frac{\Phi}{1 - \frac{x}{100}} \right)^{\frac{1}{\kappa}} - \left( \frac{\Phi}{1 + \frac{x}{100}} \right)^{\frac{1}{\kappa}}}$$

$$\Delta V = \delta \cdot q$$

$$x[\pm \%] = \left| \frac{p_1 - p_m}{p_m} \cdot 100 \right|$$

$$= \left| \frac{p_2 - p_m}{p_m} \cdot 100 \right|$$

##### 4.3.1 Auslegung

Auf der Saug- und Druckseite von Kolbenpumpen stellen sich nahezu identische Verhältnisse bezüglich der Ungleichförmigkeit des Förderstromes ein. Daher werden zur Auslegung der Dämpfergröße die gleichen Formeln zur Ermittlung des effektiven Gasvolumens benutzt. Daß letztlich zwei grundverschiedene Dämpfertypen zur Anwendung kommen, hängt mit den unterschiedlichen Druckverhältnissen und Beschleunigungen auf beiden Seiten zusammen.

Für die Bestimmung des Pulsationsdämpfers ist nicht nur das Gasvolumen  $V_0$  entscheidend, sondern auch die Anschlußnennweite zur Pumpe zu berücksichtigen.

Um zusätzliche Querschnittsänderungen, die Reflektionsstellen für Schwingungen darstellen, zu vermeiden und auch den Druckverlust in Grenzen zu halten, ist der Anschlußquerschnitt des Dämpfers gleich dem der Rohrleitung zu wählen.

Das Gasvolumen  $V_0$  des Dämpfers wird nach der Formel für adiabate Gaszustandsänderungen ermittelt.

Die Auslegung des Hydrodämpfers kann durch Angabe der Restpulsation bzw. des Gasvolumens mit Hilfe der HYDAC Software **ASP** (Accumulator Simulation Program) durchgeführt werden. Anschließend können die Ergebnisse ausgedruckt oder die Datenfiles im ASP-Format gespeichert werden.

Das ASP-Program ist kostenlos erhältlich im Internet unter [www.hydac.com](http://www.hydac.com) oder per E-Mail an [speichertechnik@hydac.com](mailto:speichertechnik@hydac.com).

##### Bezeichnungen:

$\Delta V$  = fluktuierendes Flüssigkeitsvolumen [L]

$q$  = Kolbenhubvolumen [L]

$$q = \frac{\pi \cdot d_k^2}{4} \cdot h_k$$

$d_k$  = Kolbendurchmesser [dm]

$h_k$  = Kolbenhub [dm]

$\delta$  = Ungleichförmigkeitsgrad der Pumpe

$z$  = Anzahl der Kompressionsvorgänge bzw. der wirksamen Zylinder pro Umdrehung

$x$  = Restpulsation [ $\pm$  %]

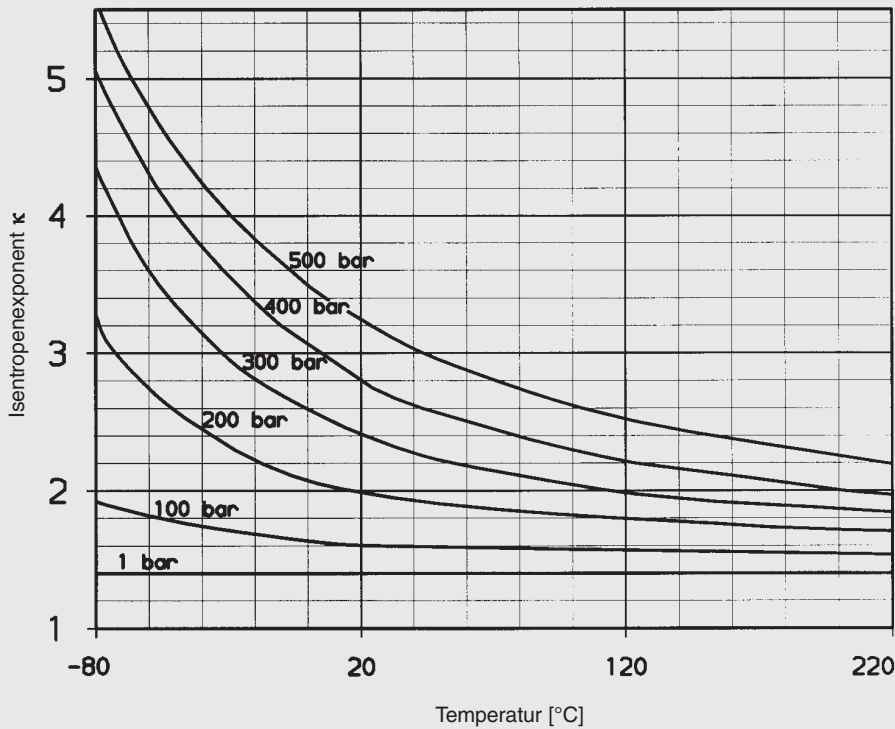
$\kappa$  = Isentropenexponent

$\Phi$  = Druckverhältnis von Vorfülldruck zu Betriebsdruck [0,6...0,9]

$$\Phi = \frac{p_0}{p_m}$$

$\Delta p$  = Druckschwankungsbreite  
 $\Delta p = p_2 - p_1$  [bar]

**Isentropenexponent  $\kappa$  in Abhängigkeit von Druck und Temperatur:**



**$\delta$ -Werte für Kolbenpumpe**  
(Andere auf Anfrage):

z	$\delta$ - Wert	
	einfach wirkend	doppelt wirkend
1	0,60	0,25
2	0,25	0,20
3	0,13	0,07
4	0,12	0,05
5	0,05	0,02
6	0,13	0,07
7	0,02	0,01
8	0,08	0,08
9	0,01	0,01

**4.3.2 Berechnungsbeispiel**

**Gegeben:**

- einfachwirkende 3-Kolbenpumpe
- Kolbendurchmesser 70 mm
- Kolbenhub 100 mm
- Drehzahl 370 min<sup>-1</sup>
- Fördermenge 244 l/min
- Betriebstemperatur 20 °C
- Betriebsüberdruck
- Druckseite 200 bar
- Saugseite 4 bar

**Gesucht:**

- a) Saugstromstabilisator für eine Restpulsation von  $\pm 2,5\%$
- b) Pulsationsdämpfer für eine Restpulsation von  $\pm 0,5\%$

**Lösung:**

- a) Bestimmung des Saugstromstabilisators

$$V_0 = \frac{\Delta V}{\left(\frac{\Phi}{1-\frac{x}{100}}\right)^{\frac{1}{\kappa}} - \left(\frac{\Phi}{1+\frac{x}{100}}\right)^{\frac{1}{\kappa}}}$$

$$V_0 = \frac{0,13 \cdot \frac{\pi \cdot 0,7^2}{4} \cdot 1,0}{\left(\frac{0,6}{1-\frac{2,5}{100}}\right)^{\frac{1}{1,4}} - \left(\frac{0,6}{1+\frac{2,5}{100}}\right)^{\frac{1}{1,4}}}$$

$V_0 = 2,0 \text{ L}$

**Gewählt:** SB16S-25

- a) Bestimmung des Pulsationsdämpfers

$$V_0 = \frac{\Delta V}{\left(\frac{\Phi}{1-\frac{x}{100}}\right)^{\frac{1}{\kappa}} - \left(\frac{\Phi}{1+\frac{x}{100}}\right)^{\frac{1}{\kappa}}}$$

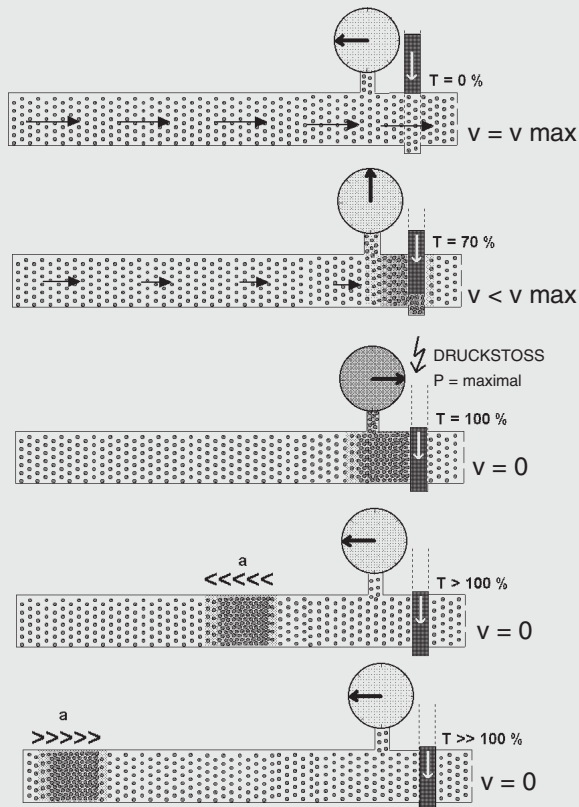
$$V_0 = \frac{0,13 \cdot \frac{\pi \cdot 0,7^2}{4} \cdot 1,0}{\left(\frac{0,7}{1-\frac{0,5}{100}}\right)^{\frac{1}{2,0}} - \left(\frac{0,7}{1+\frac{0,5}{100}}\right)^{\frac{1}{2,0}}}$$

$V_0 = 11,9 \text{ L}$

**Gewählt:** SB330P-13

## 4.4. DRUCKSTOSSDÄMPFER

Druckstoss beim Schliessen eines Ventils ohne Hydrospeicher



## Bestimmung der erforderlichen Dampfergröße

Der Speicher soll die kinetische Energie der Flüssigkeit durch Umwandlung in potentielle Energie im vorausbestimmten Druckbereich aufnehmen. Die Gaszustandsänderung erfolgt in diesem Fall adiabatisch.

$$V_0 = \frac{m \cdot v^2 \cdot 0,4}{2 \cdot p_1 \cdot \left[ \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{\kappa}} - 1 \right] \cdot 10^2} \cdot \left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{1}{\kappa}}$$

$m$  (kg) = Masse der Flüssigkeit in der Rohrleitung

$v$  (m/s) = Geschwindigkeit der Flüssigkeit

$p_1$  (bar) = Nullförderhöhe der Pumpe

$p_2$  (bar) = zul. Betriebsdruck

$p_0$  (bar) = Vorspanndruck

Für die Auslegung bei Pumpenausfall oder -anfahen und bei verzweigten Rohrleitungssystemen steht ein spezielles Rechenprogramm zur Analyse des Druckverlaufs zur Verfügung.

### 4.4.1 Auslegung

Vereinfachte Druckstoßberechnung für das Schließen einer Armatur.

#### Abschätzung des nach Joukowsky maximal auftretenden Druckstoßes

$$\Delta p (\text{N/m}^2) = \rho \cdot a \cdot \Delta v$$

$\rho$  (kg/m<sup>3</sup>) = Dichte der Flüssigkeit

$$\Delta v = v - v_1$$

$\Delta v$  = Geschwindigkeitsänderung der Flüssigkeit

$v$  (m/s) = Geschwindigkeit der Flüssigkeit vor Änderung des stationären Zustandes

$v_1$  (m/s) = Geschwindigkeit der Flüssigkeit nach Änderung des stationären Zustandes

$a$  (m/s) = Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Druckwelle

$$a (\text{m/s}) = \frac{1}{\sqrt{\rho \cdot \left( \frac{1}{K} + \frac{D}{E \cdot e} \right)}}$$

$K$  (N/m<sup>2</sup>) = Kompressionsmodul der Flüssigkeit

$E$  (N/m<sup>2</sup>) = Elastizitätsmodul der Rohrleitung

$D$  (mm) = Innendurchmesser der Rohrleitung

$e$  (mm) = Wandstärke der Rohrleitung

Die Druckwelle läuft bis zum anderen Ende der Rohrleitung und wird nach der Zeit  $t$  (Reflexionszeit) die Armatur wieder erreichen, wobei:

$$t (\text{s}) = \frac{2 \cdot L}{a}$$

$L$  (m) = Länge der Rohrleitung

$T$  (s) = eff. Funktionszeit (Schließen) der Armatur

Bei  $T < t$  gilt:

$$p_{\text{max}} = p_1 + \Delta p$$

Bei  $T > t$  gilt:

$$p_{\text{max}} = p_1 + \rho \cdot a \cdot \Delta v \cdot \frac{t}{T}$$

#### 4.4.2 Berechnungsbeispiel

Schnellschluß des Absperrventils einer Kraftstoffverladeleitung

##### Gegeben:

Länge der Rohrleitung L:  
2000 m

NW der Rohrleitung D:  
250 mm

Wandstärke der Rohrleitung e:  
6,3 mm

Werkstoff der Rohrleitung:  
Stahl

Durchflußmenge Q:  
432 m<sup>3</sup>/h = 0,12 m<sup>3</sup>/s

Dichte des Mediums ρ:  
980 kg/m<sup>3</sup>

Nullförderhöhe der Pumpe p<sub>1</sub>:  
6 bar

Min. Betriebsüberdruck p<sub>min</sub>:  
4 bar

Eff. Schließzeit des Ventils T:  
1,5 sec.

(ca. 20% der ges. Schließzeit)

Betriebstemperatur:  
20 °C

Kompressionsmodul der Flüssigkeit K:  
1,62 × 10<sup>9</sup> N/m<sup>2</sup>

Elastizitätsmodul (Stahl) E:  
2,04 × 10<sup>11</sup> N/m<sup>2</sup>

##### Gesucht:

Größe des erforderlichen Druckstoßdämpfers (Schockabsorbers), wenn der maximale Überdruck (p<sub>2</sub>) nicht höher als 10 bar sein darf.

##### Lösung:

Bestimmung der Reflexionszeit:

$$a = \frac{1}{\sqrt{\rho \cdot \left( \frac{1}{K} + \frac{D}{E \cdot e} \right)}}$$

$$a = \frac{1}{\sqrt{980 \cdot \left( \frac{1}{1,62 \cdot 10^9} + \frac{250}{2,04 \cdot 10^{11} \cdot 6,3} \right)}}$$

$$a = 1120 \text{ m/s}$$

$$t = \frac{2 \cdot L}{a} = \frac{2 \cdot 2000}{1120} = 3,575 \text{ s} *$$

\* da T < t tritt der maximale Druckstoß auf und es muß mit der unter 4.2. beschriebenen Formel gerechnet werden.

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{0,12}{0,25^2 \cdot \frac{\pi}{4}} = 2,45 \text{ m/s}$$

$$\Delta p = \rho \cdot a \cdot \Delta v$$

$$\Delta p = 980 \cdot 1120 \cdot (2,45 - 0) \cdot 10^{-5} = 26,89 \text{ bar}$$

$$p_{\max} = p_1 + \Delta p$$

$$p_{\max} = 6 + 26,89 = 32,89 \text{ bar}$$

Bestimmung des erforderlichen Gasvolumens:

$$p_0 \leq 0,9 \cdot p_{\min}$$

$$p_0 \leq 0,9 \cdot 5 = 4,5 \text{ bar}$$

$$V_0 = \frac{m \cdot v^2 \cdot 0,4}{2 \cdot p_1 \cdot \left[ \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{\kappa}} - 1 \right] \cdot 10^2} \cdot \left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{1}{\kappa}}$$

$$\text{mit } m = V \cdot \rho = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L \cdot \rho$$

$$V_0 = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot 0,25^2 \cdot 2000 \cdot 980 \cdot 2,45^2 \cdot 0,4}{2 \cdot 7 \cdot \left[ \left( \frac{11}{7} \right)^{\frac{1}{1,4}} - 1 \right] \cdot 10^2} \cdot \left( \frac{7}{4,5} \right)^{\frac{1}{1,4}}$$

$$V_0 = 1641 \text{ l}$$

##### Gewählt:

4 Stück Schockabsorber  
SB35AH-450.

## 4.5. SILENCER

### 4.5.1 Auslegung

Die Auslegung des HYDAC-SILENCER-Flüssigkeitsschalldämpfers ist derart durchgeführt, daß sich kleine Bauvolumen bei möglichst großer Dämpfung ergeben. Ausgangsbasis für die Auswahl ist die Festlegung des Durchgangsdämmmaßes  $D$  ab 20 dB.

$$D = 20 \cdot \log \frac{\Delta p_o}{\Delta p_m}$$

$\Delta p_o$  = Druckschwankungsbreite ohne Silencer

$\Delta p_m$  = Druckschwankungsbreite mit Silencer

Für die Auswahl des Dämpfers sind zu berücksichtigen:

- 1) die Größe des Silencerkörpers
- 2) die Grundfrequenz  $f$  der Pumpe.

$$f = i \cdot n / 60 \text{ in Hz}$$

$i$  = Anzahl der Verdrängerelemente

$n$  = Drehzahl in  $\text{min}^{-1}$

### 4.5.2 Berechnungsbeispiel

#### Gegeben:

Axialkolbenpumpe mit 9 Kolben

Drehzahl  $1500 \text{ min}^{-1}$

Anschluß G1

entspricht  $D_i = 19 \text{ mm}$

Durchflußmenge  $300 \text{ l/min}$

Betriebsmedium Mineralöl  
max. Betriebsdruck  $210 \text{ bar}$

#### Lösung:

- 1) Grundfrequenz  $f$

$$f = i \cdot n / 60 \text{ in Hz}$$

$$= 9 \cdot 1500 / 60$$

$$= 225 \text{ Hz}$$

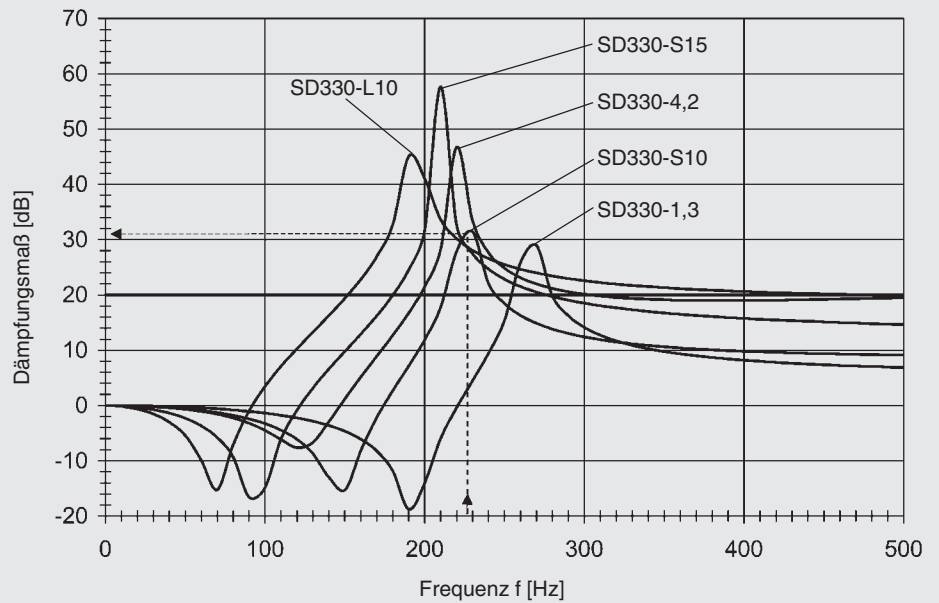
- 2) Anhand des Diagramms "Dämpfungsverlauf" kann folgender SILENCER-Typ gewählt werden:

SD330-S10/012U-330AE/AE

Durchgangsdämmmaß  $\approx 31 \text{ dB}$

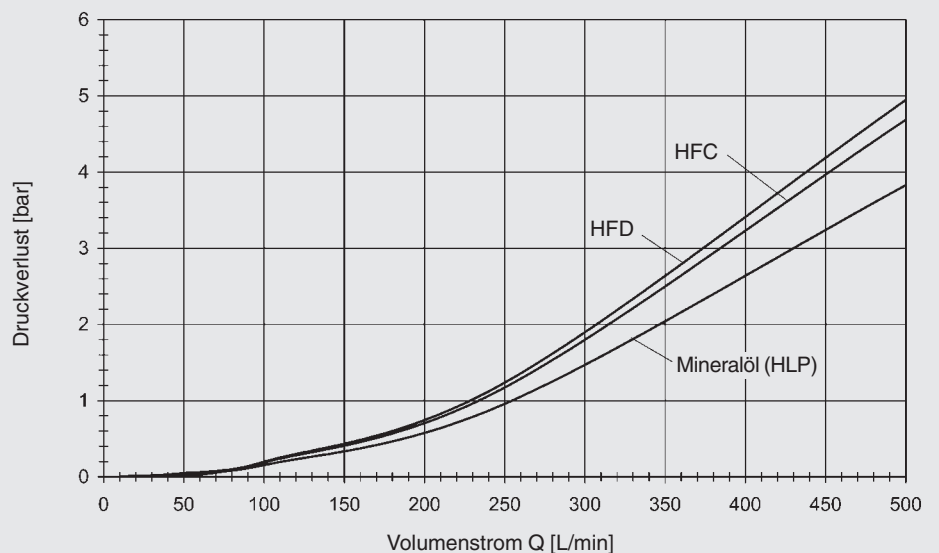
Druckverlust  $\approx 2 \text{ bar}$ .

### 4.5.3 Dämpfungsverlauf



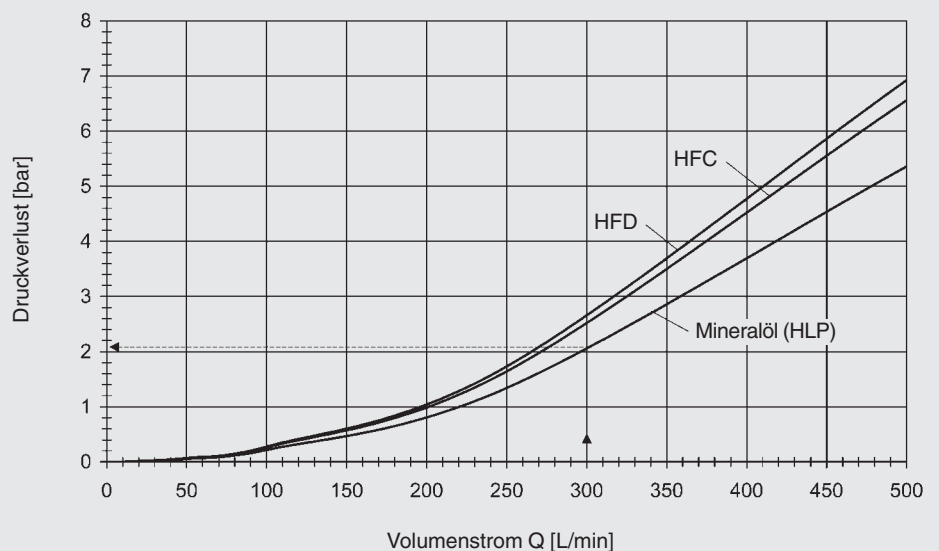
### 4.5.4 Druckverlust

SD330-1,3 ...

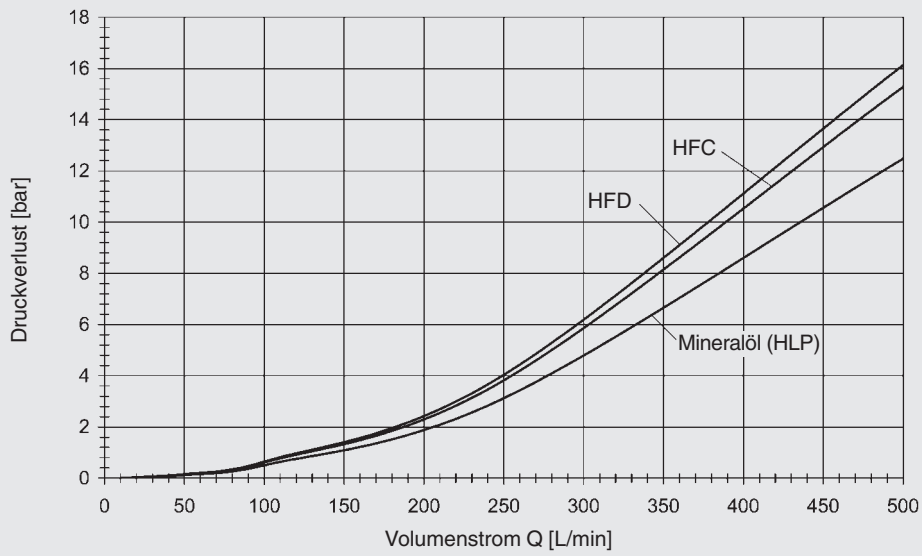


SD330-S10 ...

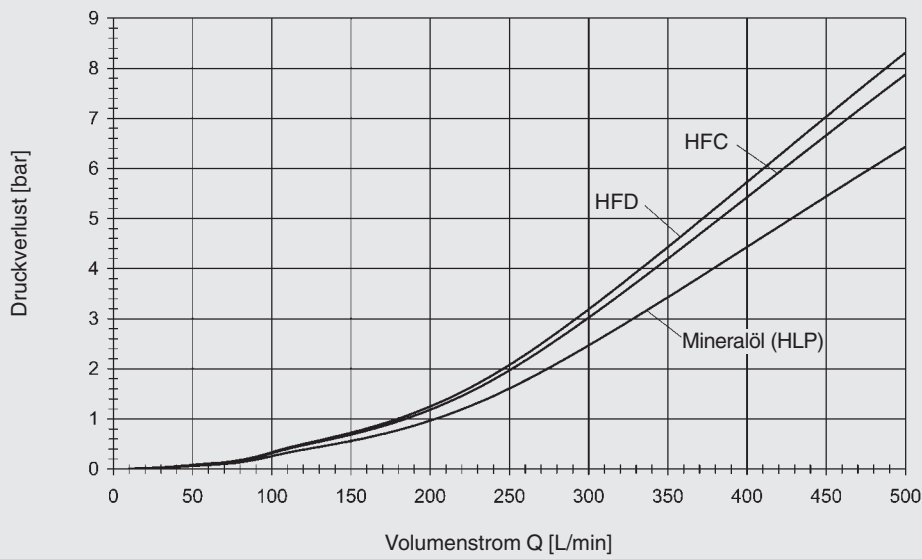
SD330-4,2 ...



### SD330-L10 ...



### SD330-S15 ...



## 5. TECHNISCHE DATEN

### 5.1. TYPENBEZEICHNUNG (Bestellbeispiel)

PULSATIONS DÄMPFER, SAUGSTROMSTABILISATOR, DRUCKSTOSSDÄMPFER

SB 330 P - 10 A 1 / 112 U - 330 AI

#### Baureihe

SB = mit Blase  
SBO = mit Membrane

#### Typenkennbuchstabe

A = Druckstoßdämpfer  
AH = High Flow Druckstoßdämpfer  
P = Pulsationsdämpfer  
PH = High Flow Pulsationsdämpfer  
S = Saugstromstabilisator

#### Nennvolumen in l

#### Flüssigkeitsanschluß

A = Gewindeanschluß  
E = Gewindeanschluß bei Schweißkonstruktion (nur bei Membranspeicher)  
F = Flansch <sup>4)</sup>

#### Typenkennzahl

1 = Standardausführung (nicht bei Schraubkonstruktion)  
2 = Nachschaltausführung <sup>1)</sup>  
6 = Standardausführung bei geschraubten Membranspeichern vom Typ SBO...P-.A6

#### Materialkennziffer <sup>2)</sup>

Standardausführung = 112 für Mineralöle abhängig vom Betriebsmedium

#### Flüssigkeitsanschluß

1 = C-Stahl  
2 = Edelstahl (1.4021)  
3 = Edelstahl (Niro)  
4 = chemisch vernickelt (Innenbeschichtung) <sup>1)</sup>  
6 = TT-Stahl

#### Speicherkörper

0 = Kunststoff (Innenbeschichtung) <sup>1)</sup>  
1 = C-Stahl  
2 = chemisch vernickelt (Innenbeschichtung) <sup>1)</sup>  
4 = Edelstahl 1.4571 <sup>1)</sup>  
6 = TT-Stahl

#### Speicherblase/-Membran <sup>3)</sup>

2 = NBR (Acrylnitril-Butadien)  
3 = ECO (Athylenoxid-Epichlorhydrin)  
4 = IIR (Butyl)  
5 = TT-NBR (Tieftemperatur - NBR)  
6 = FKM (Fluorkautschuk)  
7 = Sonstige (z.B. PTFE, EPDM)

#### Abnahmekennziffer <sup>2)</sup>

U = DGRL 97/23/EG  
andere Länder siehe Tabelle Seite 4

#### Zulässiger Betriebsüberdruck (bar)

#### Anschluß

AI = ISO 228 (BSP), Standardanschluß  
BI = DIN 13 nach ISO 965/1 (metrisch) <sup>4)</sup>  
CI = ANSI B1.1 (UNF-Gewinde, Abdichtung nach SAE-Norm) <sup>4)</sup>  
DI = ANSI B1.20 (NPT-Gewinde) <sup>4)</sup>

SBO 250 P - 0,075 E1 und für SBO 210 P - 0,16 E1:

AK = ISO 228 (BSP), Standardanschluß

1) nicht bei allen Ausführungen lieferbar  
2) nicht alle Kombinationen sind möglich  
3) bei Bestellung einer Ersatzblase kleinste Behälterbohrung angeben  
4) Ausführung im Klartext angeben

## 5.2. ALLGEMEINES

### 5.2.1 Betriebsüberdruck

siehe Tabellen (kann bei ausländischen Abnahmen vom Nenndruck abweichen).

### 5.2.2 Nennvolumen

siehe Tabellen

### 5.2.3 Effektives Gasvolumen

siehe Tabellen, basierend auf Nennmaßen. Dieses weicht geringfügig vom Nennvolumen ab und ist bei der Berechnung des Nutzvolumens einzusetzen.

Bei den Membranspeichern entspricht das effektive Gasvolumen dem Nennvolumen.

### 5.2.4 Nutzvolumen

Flüssigkeitsvolumen, das zwischen den Betriebsdrücken  $p_2$  und  $p_1$  zur Verfügung steht.

### 5.2.5 Flüssigkeiten

Mineralöle, Hydrauliköle, schwerentflammbare Flüssigkeiten, Wasser, Emulsionen, Kraftstoffe. Andere Medien auf Anfrage.

### 5.2.6 Gasfüllung

Zur Füllung nur Stickstoff, keinen Sauerstoff verwenden (Explosionsgefahr). Anlieferungszustand mit Konservierungsdruck. Höhere Vorfülldrücke sind nach Absprache möglich.

### 5.2.7 Zulässige Betriebstemperatur

263 bis 353 K (-10 °C bis +80 °C) bei Materialkennziffer 112. Andere auf Anfrage.

### 5.2.9 Zulässiges Druckverhältnis

Verhältnis von maximalem Betriebsdruck  $p_2$  zu Gasfülldruck  $p_0$  (siehe 4.2.2).

### 5.2.10 Allgemeine

#### Sicherheitshinweise

Am Speicherbehälter dürfen weder Schweiß- noch Lötarbeiten und keinerlei mechanische Arbeiten vorgenommen werden.

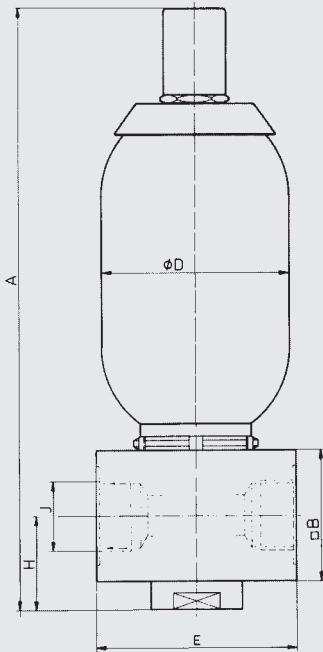
Nach dem Anschließen der Hydraulikleitung ist diese vollständig zu entlüften.

Arbeiten an Anlagen mit Hydrodämpfern (Reparaturen, Anschließen von Manometern, u.ä.) dürfen erst nach Ablassen des Flüssigkeitsdruckes ausgeführt werden.

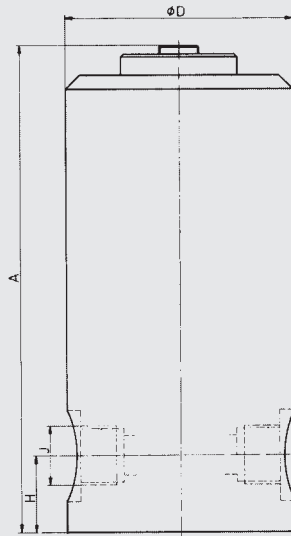
**Bedienungsanleitung beachten.**

## 5.3. PULSATIONS DÄMPFER

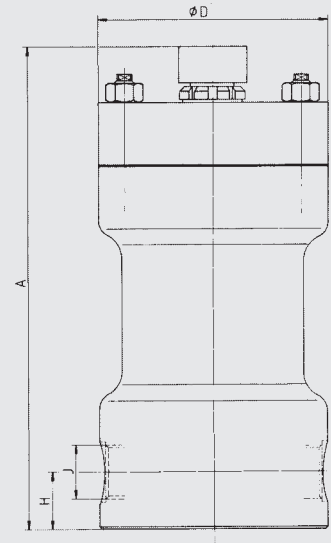
SB 330/550 P (PH)-...



SB 800 P-...



SB 1000 P-...



### 5.3.1 Abmessungen SB

Nennvolumen Liter	max. Betriebsdruck* bar	eff. Gasvolumen Liter	Gewicht kg	A mm	B mm	Ø D mm	E mm	H mm	J <sup>2)</sup> Gewinde ISO 228	Baureihe
1	330	1,0	11	365	80	118	120	57	G 1¼	SB330P
	550		13	384	70	121		53		SB550P
1,5	800	1,3	36	346	–	160	–	55	1)	SB800P
	1000		94	414	–	215	–	49		SB1000P
2,5	330	2,4	16	570	80	118	120	57	G 1¼	SB330P
	550	2,5	20	589	70	121		53		SB550P
4	330	3,7	18	455	80	171	150	57	G 1½	SB330P
			26	491	100			85		SB330PH
5	550	4,9	26	917	70	121	120	53	G 1¼	SB550P
6	330	5,7	20	559	80	171		57		G 1½
			28	593	100		85	SB330PH		
10	330	9,3	40	620	130x140	229	150	100	SAE2"-6000 PSI	SB330PH
50			652	100				85		SB330P
13	330	12,0	48	712	100	229	150	85	G 1½	SB330P
20		18,4	70	920	100			85		SB330P
24	330	23,6	82	986	100	229	150	100	SAE2"-6000 PSI	SB330PH
32		33,9	100	1445	100			85		G 1½
			110	1475	130x140			100	SAE2"-6000 PSI	SB330PH

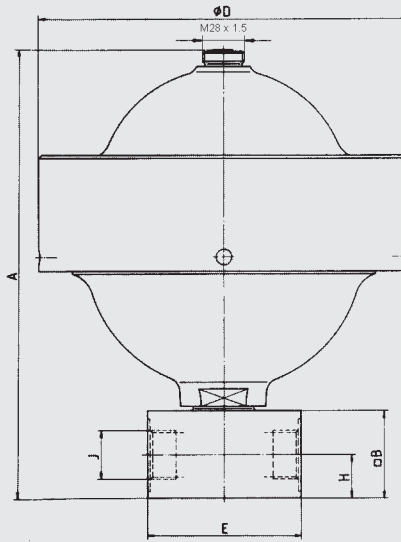
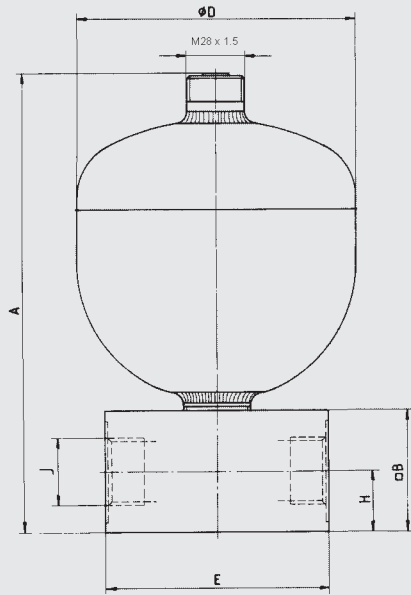
<sup>1)</sup> M56 x 4, Hochdruckanschluß DN 16, andere auf Anfrage

<sup>2)</sup> Standardanschlußbezeichnung = AI, andere auf Anfrage

\* Abnahme nach DGRL 97/23/EG

SBO...P...E

SBO...P...A6



5.3.2 Abmessungen SBO

Nenn- volumen  Liter	max. Betriebsdruck*		Gewicht  kg	A  mm	□ B  mm	Ø D  mm	E  mm	H  mm	J <sup>2)</sup> Gewinde  ISO 228	Baureihe		
	C-Stahl bar	NIRO bar										
0,075	250	–	0,9	131	–	64	6 kt. 41	13	G ¼	SBO250P-...E1	geschweißt	
0,16	210	180	1,0	143	–	74						
0,32		160	2,6	175	50	93	80	25	G ½	SBO210P-...E1		
0,5		–	2,9	188		104						
0,6	330	–	5,9	222	60	115	105	30	G 1	SBO330P-...E1		
0,75	210	140	4,8	217		121				SBO210P-...E1		
1,0	200	–	6,2	231		136				SBO200P-...E1		
1,4	140	–	6,5	244		145				SBO140P-...E1		
	210	–	8,0	250		150				SBO210P-...E1		
	250	–	8,5	255		255				SBO250P-...E1		
2,0	100	100	6,6	261		160				SBO100P-...E1		
	210	–	9,2	267		167				SBO210P-...E1		
3,5	50	–	13,8	377						SBO50P-...E1		
	210	–								SBO210P-...E1		
4,0	–	50	6,0	368	158	SBO50P-...E1						
0,25	500	350	4,5 (5,2)	162 (180)	50	115	80	25	G ½	SBO500P-...A6	geschraubt	
0,6	330	250	8,9 (8,4)	202 (215)	60	140 (142)	95	105	30	G 1		SBO450P-...A6
1,3	400	–	13,8	267		199	SBO400P-...A6					
2,0	250	180	15,6 (15)	285 (274)		201 (199)	SBO250P-...A6					
2,8	400	–	24,6	308		252	SBO400P-...A6					
4,0		–	36,6	325		287						

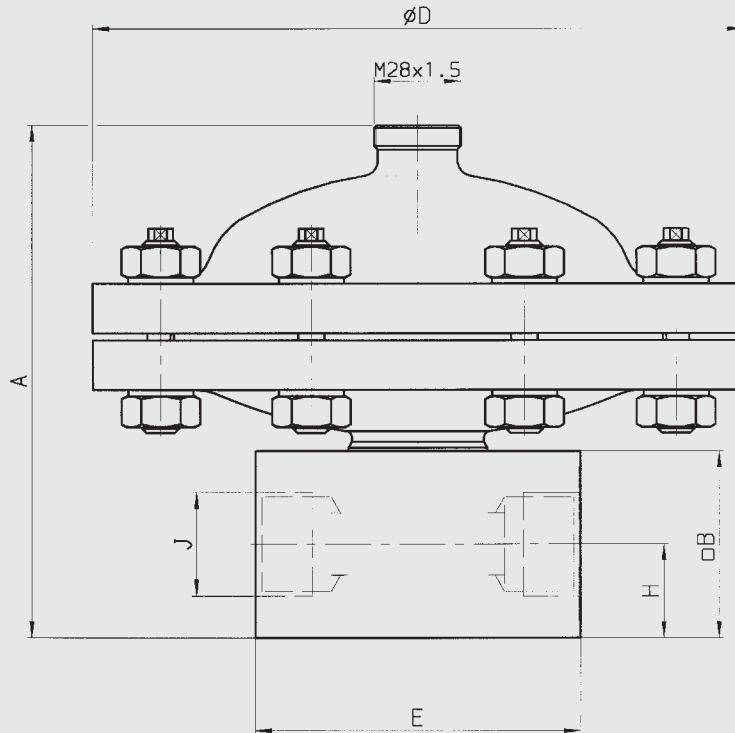
( ) Klammerwerte sind abweichende Maße bei NIRO-Ausführung

<sup>2)</sup> Standardanschlußbezeichnung = AI, andere auf Anfrage

\* Abnahme nach DGRL 97/23/EG

### 5.3.3 Pulsationsdämpfer für aggressive Medien

#### SBO...P-...A6/347...(PTFE)



Pulsationsdämpfer aus Niro-Edelstahl mit PTFE-beschichteter Membrane und PTFE- bzw. FFKM-Dichtungen. Kunststoffausführung auf Anfrage möglich. Auch ohne Anschlussblock lieferbar.

Abnahme:  
DGRL 97/23/EG

zulässige Betriebstemperatur:  
-15 / +80 °C

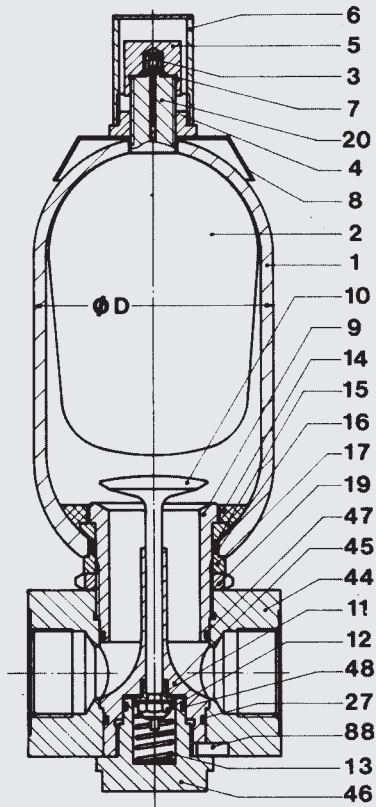
zulässiges Druckverhältnis  $p_2/p_0$ :  
4 : 1

Nenn- volumen Liter	max. Betriebsdruck bar	Gewicht kg	A mm	□ B mm	Ø D mm	E mm	H mm	J <sup>2)</sup> Gewinde ISO 228
0,2	40	11	140	60	210	105	30	G 1
	250	27	197		230			
0,5	40	12	165		210			
	250	26	200		230			

<sup>2)</sup> Standardanschlußbezeichnung = A1, andere auf Anfrage

### 5.3.4 Ersatzteile

SB...P



Benennung	Pos.
Gasventileinsatz *	3
Blase komplett *	
bestehend aus:	
Blase	2
Gasventileinsatz	3
Haltemutter	4
Hutmutter	5
Abschlußkappe	6
O-Ring	7
Geteilter Ring *	14
Dichtungssatz *	
bestehend aus:	
O-Ring	7
Kammerungsring	15
O-Ring	16
Stützring	23
O-Ring	27
O-Ring	47
O-Ring	48

\* empfohlene Ersatzteile

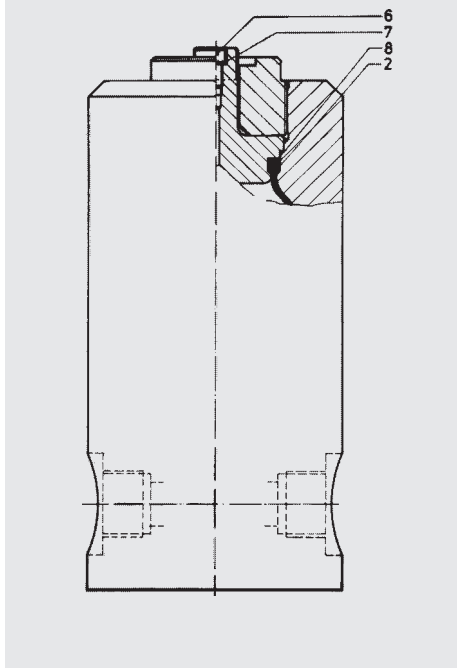
Benennung	Pos.
Anschluß komplett	
bestehend aus:	
Ölventilkörper	9
Ventilteller	10
Dämpfungsbuchse	11
Sicherungsmutter	12
Ventilfeder	13
Geteilter Ring	14
Kammerungsring	15
O-Ring	16
Distanzring	17
Nutmutter	19
Stützring (nur bei 330 bar)	23
O-Ring	27
Anschlußstück	44
Umlenkstück	45
Kappe	46
O-Ring	47
O-Ring	48
Paßfeder	88

#### O-Ring-Abmessungen (mm)

Baureihe	Nennvolumen	Pos. 7	Pos. 16	Pos. 27	Pos. 47	Pos. 48
SB330P	1 - 6 L	7,5x2	55 x 3,5 <sup>1)</sup>	42,2 x 3 <sup>1)</sup>	46 x 3 <sup>1)</sup>	24,2 x 3 <sup>1)</sup>
SB550P	1 - 5 L	7,5x2	50,17 x 5,33 <sup>1)</sup>	37,82 x 1,78 <sup>1)</sup>	40,94 x 2,62 <sup>1)</sup>	23,52 x 1,78 <sup>1)</sup>
SB330P/PH	10-32 L/4+6 L	7,5x2	80 x 5 <sup>1)</sup>	57,2 x 3 <sup>1)</sup>	67,2 x 3 <sup>1)</sup>	37,2 x 3 <sup>1)</sup>
SB330PH	10 - 32	7,5x2	100 x 5 <sup>1)</sup>	64,5 x 3 <sup>1)</sup>	84,5 x 3 <sup>1)</sup>	44,2 x 3 <sup>1)</sup>

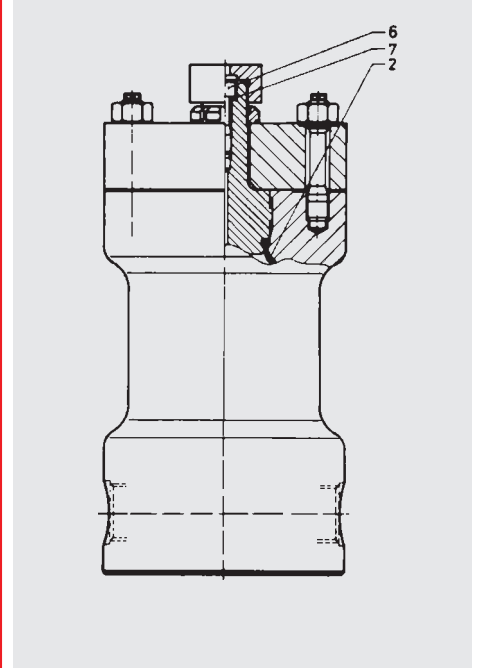
<sup>1)</sup> Bei Kennziffer 663 bzw. 665 geänderte Abmessungen

#### SB 800 P



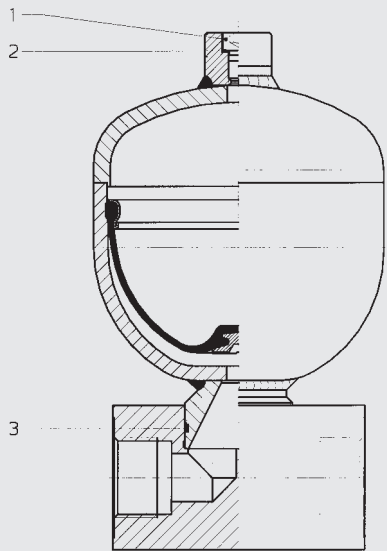
Benennung	Pos.
Blase	2
Füllschraube	6
Dichtring U 9,3 x 13,3 x 1	7
Stützring	8

#### SB 1000 P



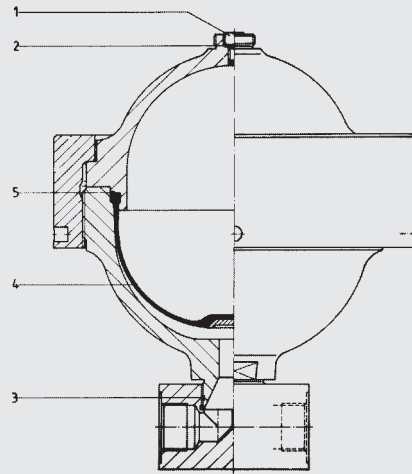
Benennung	Pos.
Blase	2
Füllschraube	6
Dichtring	7

**SBO...P...E**



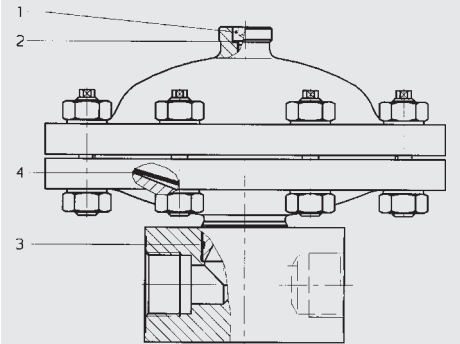
Benennung	Pos.
Füllschraube	1
Dichtring	2
Dichtring	3

**SBO...P...A6**



Benennung	Pos.
Füllschraube	1
Dichtring	2
Dichtring	3
Membrane	4
Stützring	5

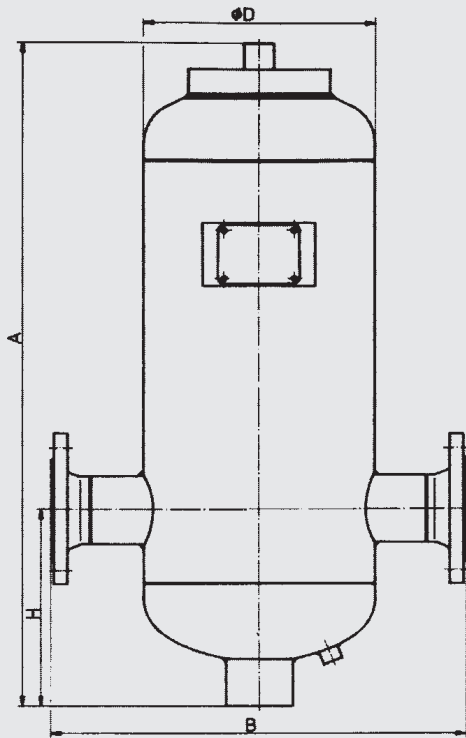
**SBO...P...A6/347...(PTFE)**



Benennung	Pos.
Füllschraube	1
Dichtring	2
Dichtring	3
Membrane	4

## 5.4. SAUGSTROMSTABILISATOR

### SB16S



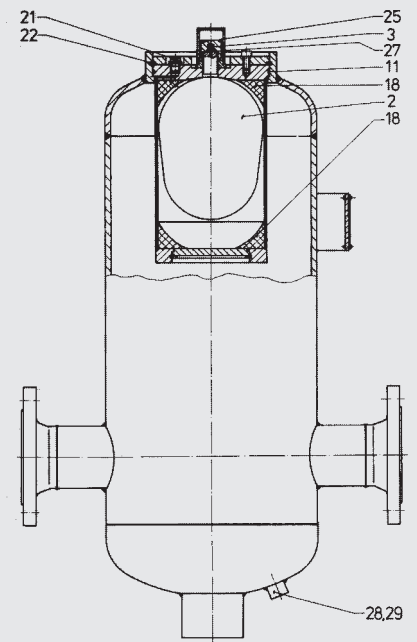
#### 5.4.1 Abmessungen

##### SB 16 S - zul. Betriebsüberdruck 16 bar; Abnahme nach DGRL 97/23/EG

Nennvolumen	Flüssigkeitsvolumen	eff. Gasvolumen	Gewicht	A	B	Ø D	H	DN
Liter	Liter	Liter	kg	mm	mm	mm	mm	DIN 2633
12	12	1	40	580	425	219	220	65
25	25	2.5	60	1025				
40	40	4	85	890	540	300	250	80
100	100	10	140	1150	650	406	350	100
400	400	35	380	2050	870	559	400	125

Weitere Druckstufen 25 bar, 40 bar; sonstige auf Anfrage.  
Andere Flüssigkeitsvolumen auf Anfrage.

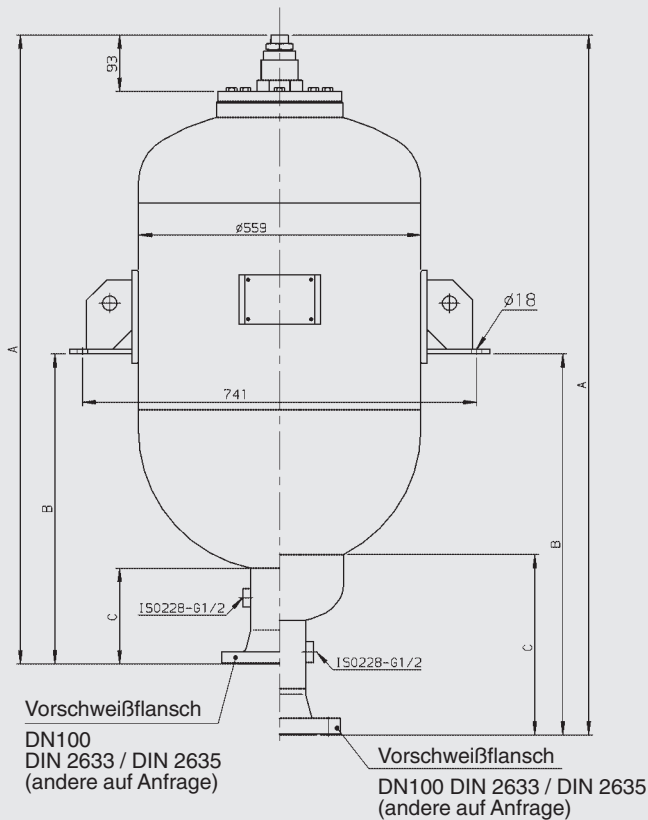
#### 5.4.2 Ersatzteile



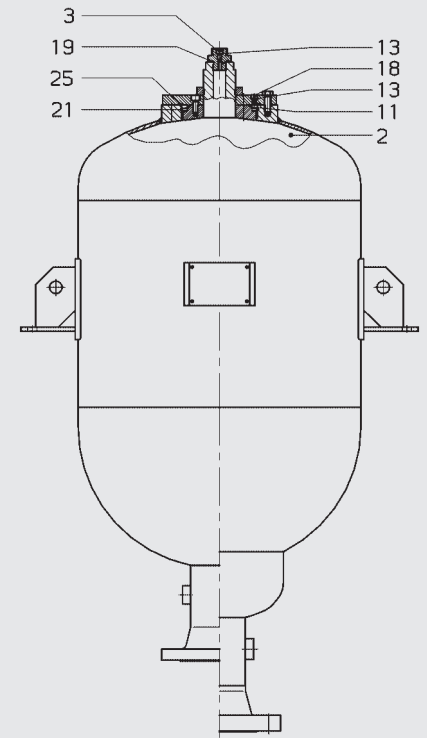
Benennung	Pos.
Speicherblase	2
Gasventileinsatz	3
O-Ring	11
Einlegering, 2x	18
Verschlußschraube	21
Haltering	22
Hutmutter	25
O-Ring	27
Dichtring	28
Verschlußschraube	29

## 5.5. DRUCKSTOSSDÄMPFER

### SB16/35A(H)



## 5.5.2 Ersatzteile



### 5.5.1 Abmessungen

#### SB16/35 A - zul. Betriebsüberdruck 16/35 bar (DGRL 97/23/EG)

Nennvolumen Liter	eff. Gasvolumen Liter	Gewicht kg		A (ca.) mm		B (ca.) mm		C (ca.) mm		DN <sup>1)</sup> DIN 2633
		SB16A	SB35A	SB16A	SB35A	SB16A	SB35A	SB16A	SB35A	
100	99	84	144	870	880	390	403	185	198	100
150	143	101	161	1070	1080	490	503			
200	187	122	223	1310	1320	685	698			
300	278	155	288	1710	1720	975	988			
375	392	191	326	2230	2240	1250	1263			
450	480	237	386	2625	2635	1465	1478			

#### SB16/35 AH - zul. Betriebsüberdruck 16/35 bar (DGRL 97/23/EG)

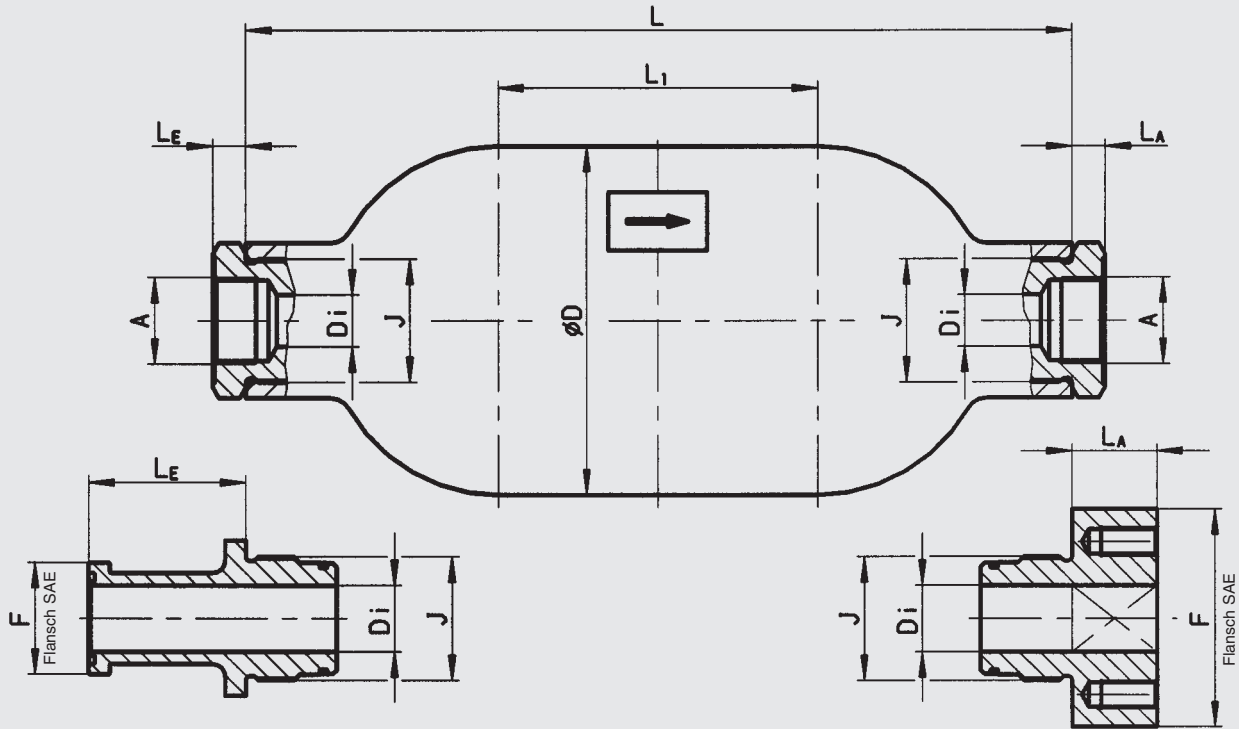
Nennvolumen Liter	eff. Gasvolumen Liter	Gewicht kg		A (ca.) mm		B (ca.) mm		C (ca.) mm		DN <sup>1)</sup> DIN 2635 DIN 2633
		SB16AH	SB35AH	SB16AH	SB35AH	SB16AH	SB35AH	SB16AH	SB35AH	
100	99	93	153	957	965	457	465	245	254	80
150	143	110	170	1157	1165	557	565			
200	187	131	230	1417	1425	842	850			
300	278	164	297	1865	1873	1092	1100			
375	392	200	335	2307	2315	1342	1350			
450	480	246	395	2702	2710	1542	1550			

<sup>1)</sup> andere Nennweiten auf Anfrage

Benennung	Pos.
Speicherblase	2
Verschlußschraube	3
O-Ring	11
Dichtring	13
Entlüftungsschraube	18
O-Ring	19
Sicherungsring	21
O-Ring	25

## 5.6. SILENCER

SD330



### 5.6.1 Typenbezeichnung Silencer

SD 330 - S15 / 012 U - 330 AE/AE

<b>Baureihe</b> _____	SD
<b>Baugröße</b> _____	330
<b>Materialkennziffer</b> _____	AE/AE
<b>Ventilkörper</b> (nicht belegt) _____	
<b>Behälterkörper</b> _____	U
1 = C-Stahl	
2 = C-Stahl mit Oberflächenschutz *	
<b>Dichtungswerkstoff</b> _____	012
2 = NBR (Acrylnitril-Butadien)	
6 = FPM (Fluorkautschuk)	
<b>Abnahme­kenn­ziffer</b> _____	S15
U = DGRL 97/23/EG	
andere siehe Tabelle Seite 4	
<b>Zulässiger Betriebsdruck in bar</b> _____	330
<b>Anschluß Einlaß / Auslaß</b> _____	
siehe Tabelle 5.6.3	

\* nur auf Anfrage

### 5.6.2 Abmessungen

Baugröße	Nennvolumen [L]	L [mm]	L <sub>1</sub> [mm]	Ø D [mm]	J (ISO 228)	Gewicht [kg]
1,3	1,3	250	–	114	G 1	6,5
S 10	1,8	355	155		G 1 ¼	5,5
L 10 *	5,5	815	615			14,0
4,2	4,2	346	–	168	G 1 ½	12,5
S 15	4,7	420	155		G 2	11,4

### 5.6.3 Silencer-Anschüsse

#### a) Gewindeanschluß nach ISO 228

Baugröße	Flüssigkeitsanschluß A									
	AC		AD		AE		AF		AG	
	G ½ - ISO 228 D <sub>i</sub> = 13 mm		G ¾ - ISO 228 D <sub>i</sub> = 16 mm		G 1 - ISO 228 D <sub>i</sub> = 19 mm		G 1¼ - ISO 228 D <sub>i</sub> = 25 mm		G 1½ - ISO 228 D <sub>i</sub> = 32 mm	
	L <sub>E</sub> [mm]	L <sub>A</sub> [mm]	L <sub>E</sub> [mm]	L <sub>A</sub> [mm]	L <sub>E</sub> [mm]	L <sub>A</sub> [mm]	L <sub>E</sub> [mm]	L <sub>A</sub> [mm]	L <sub>E</sub> [mm]	L <sub>A</sub> [mm]
S 10	13	13	13	13	30	30	38	38	-	
L 10										
S 15	-		16	16	16	16	16	16	36	36

#### b) Flanschanschluß SAE J518 (Code 62 - 6000 psi)

Baugröße	Flüssigkeitsanschluß F											
	FG		FH		FI		FK		FL		FM	
	SAE ½" D <sub>i</sub> = 13 mm		SAE ¾" D <sub>i</sub> = 19 mm		SAE 1" D <sub>i</sub> = 25 mm		SAE 1¼" D <sub>i</sub> = 32 mm		SAE 1½" D <sub>i</sub> = 38 mm		SAE 2" D <sub>i</sub> = 50 mm	
	L <sub>E</sub> [mm]	L <sub>A</sub> [mm]	L <sub>E</sub> [mm]	L <sub>A</sub> [mm]	L <sub>E</sub> [mm]	L <sub>A</sub> [mm]	L <sub>E</sub> [mm]	L <sub>A</sub> [mm]	L <sub>E</sub> [mm]	L <sub>A</sub> [mm]	L <sub>E</sub> [mm]	L <sub>A</sub> [mm]
S 10	53	31	59	36	65	36	-		-		-	
L 10												
S 15	-		105	36	120	36	76	28	76	28	*	

\* auf Anfrage  
- nicht lieferbar

#### 6. HINWEIS

Die Angaben in diesem Prospekt beziehen sich auf die beschriebenen Betriebsbedingungen und Einsatzfälle. Bei abweichenden Einsatzfällen und/oder Betriebsbedingungen wenden Sie sich bitte an die entsprechende Fachabteilung. Technische Änderungen sind vorbehalten.

