

## Energie, Ruhe, Komfort, Langlebigkeit...

### ■ Energiespeicher

Hydropneumatische Druckspeicher können in Hydrauliksystemen große Energiemengen bei kleinen Eigenvolumen speichern.

### ■ Einfaches Prinzip

Auf Grund ihrer sehr geringen Komprimierbarkeit können Hydraulikflüssigkeiten ihre Energie schlecht in begrenzten Volumen speichern. Hingegen erlaubt ihnen diese Eigenschaft die Übertragung bedeutender Kräfte. Im Gegensatz hierzu ermöglichen die wesentlich stärker komprimierbaren Gase eine Speicherung beträchtlicher Energiemengen in geringen Volumen. Ein hydropneumatischer Druckspeicher kombiniert die Eigenschaften dieser beiden Medientypen.

Wie funktioniert ein hydropneumatischer Druckspeicher?

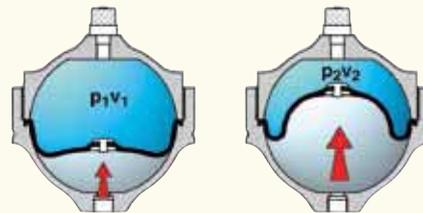
Ein hydropneumatischer Druckspeicher ist ein von einer flexiblen Trennwand in zwei Kammern unterteilter Behälter. In einer Kammer befindet sich die unter Druck stehende Hydraulikflüssigkeit und in der anderen Kammer Stickstoff.



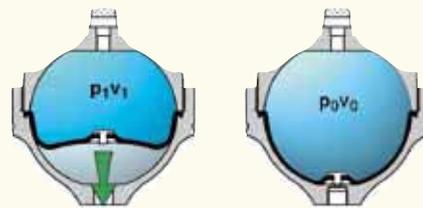
Der Druckspeicher wird mit Stickstoff auf einem Druck von  $p_0$  vorgespannt.



Wird der Druckspeicher von einer Flüssigkeit durchströmter, deren Druck  $p_1$  den Fülldruck  $p_0$  des Druckspeichers übertrifft, so wird das Gas auf einen Druck  $p_2$  komprimiert und schafft Raum zur Speicherung der entsprechenden Flüssigkeitsmenge.



Bei jeglichem Druckabfall im Hydraulikkreis gibt der Druckspeicher solange Flüssigkeit ab, bis der Druck wieder zum Ausgangsdruck  $p_0$  zurückkehrt.

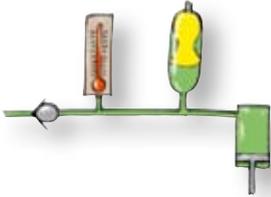


## ■ Verhinderung von Druckstößen



Der Druckspeicher übernimmt die kinetische Energie einer zum Beispiel durch plötzliches Schließen einer Leitung (Ventil, usw.) in Bewegung gesetzten Flüssigkeitssäule oder allgemein jeder schlagartigen Druckänderung im Hydraulikkreis.

## ■ Thermische Ausdehnung



Die durch eine Temperaturerhöhung verursachte Volumenzunahme wird von einem eingebauten Druckspeicher absorbiert.

## ■ Stossdämpfer - Federung



Auf Grund der dämpfenden Wirkung des Druckspeichers wird die Ermüdung hydraulischer und mechanischer Bauteile reduziert.

Beispiele:

- Hubvorrichtungen,
- Stapler und andere Hubwagen,
- Landwirtschaftsmaschinen,
- Baumaschinen, usw .

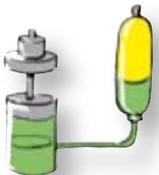
## ■ Speicherung und Wiederabgabe von Energie



Die beim Absenken einer Last gelieferte Energie kann vom Druckspeicher aufgenommen und auf ein hydraulisches Stellelement übertragen werden, um dann eine mechanische Bewegung auszuführen.

Beispiel: Schließen der Ladeklappen von Waggons.

## ■ Ausgleich von Leckagen



Eine Leckage kann in einem Hydraulikkreis zum Druckabfall führen. In diesem Fall gleicht der Druckspeicher den Volumenverlust aus und hält im Hydraulikkreis einen im wesentlichen gleichbleibenden Druck aufrecht.

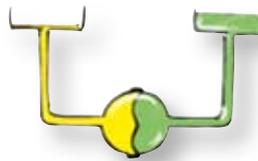
## ■ Dämpfen von Pulsierungen



Durch den Einbau eines Druckspeichers in einem Hydraulikkreis können von Pumpen verursachte Druckschwankungen begrenzt werden. In der Folge werden Betrieb und Schutz der Anlage verbessert, die Lebensdauer der einzelnen Elemente verlängert und der Schallpegel merklich reduziert.

Beispiel: Dosierpumpen.

## ■ Übertragung



Der Druckspeicher ermöglicht Druckübertragungen zwischen zwei nicht untereinander verträglichen Medien. Für die gegenseitige Trennung dieser Medien sorgt die Membrane.

Beispiele:

- Übertragung zwischen Mineralöl und Meerwasser,
- Überdruck-Füllvorrichtung,
- Prüfbank, usw .

## ■ Energiespeicher



In einem unter Druck stehenden Hydraulikkreis ermöglicht der Druckspeicher die sofortige Bereitstellung einer Mediumreserve.

Man kann somit während eines Zyklus kurzfristig eine bedeutende Energiemenge nutzen, die von einer Anlage schwacher Leistung während der verbrauchsfreien Zeiten angesammelt worden war.

Beispiele- automatisierte Geräte,

- Bremsen oder Auskuppeln von Baumaschinen und -Fahrzeugen,
- Beenden eines Arbeitszyklus beim Ausfall des Hauptgenerators,
- Steuerung einer Wegeventil-Bedienung, usw .

## ■ Montage und Anschluss eines Druckspeichers

Der Druckspeicher muß an einer leicht zugänglichen Stelle eingebaut und mit Bügeln (siehe Seite 14) befestigt werden. Es muß darauf geachtet werden, dass die auf dem Druckspeicher eingravierten Kennzeichnungen sichtbar bleiben.

Hydraulikanschlüsse: In den technischen Unterlagen sind die Abmessungen der Anschlussöffnungen festgelegt.

Die Rohrleitungen dürfen den Druckspeicher nicht belasten.

Der Druckspeicher muß an einem Hydraulikkreis angeschlossen werden, der mit einem auf Mineralöl oder einem gleichwertigen Produkt basierenden Hydrauliköl gefüllt ist. Bei Einsatz anderer Betriebsmedien bitten wir Kontakt mit unserer technischen Abteilung aufzunehmen.

Jegliche das äußere Erscheinungsbild des Druckspeichers ändernde Arbeiten sind streng untersagt (wie Schleifen, Schweißen, Bearbeiten, usw.). Der Druckspeicher muß gegen externe Korrosion wirksam geschützt sein (Lackierung, usw.). Der Hydraulikkreis muß ein Absperrventil zum Druckspeicher aufweisen, sowie eine Vorrichtung, mit deren Hilfe überprüft werden kann, dass der Hydraulikdruck nie den auf dem Druckspeicher eingravierten zulässigen Höchstdruck (siehe Seiten 12 und 13 für Sicherheitsmodule) überschreitet.

Der Druckspeicher muß an einem Druckbegrenzungsventil angeschlossen sein, das höchstens auf den maximal zulässigen Betriebsdruck des Druckspeichers eingestellt ist.

## ■ Füllen

Der Fülldruck muß geringer sein als der auf dem Körper des Druckspeichers eingravierte Betriebsdruck.

Es ist wichtig, dass die Zugänglichkeit der Prüf- und Füllausstattungen gesichert ist (siehe Seite 14 zu den Füllvorrichtungen).

Der Fülldruck muß vor der Inbetriebnahme geprüft werden. (siehe nachstehendes Kapitel "Empfehlungen für Druckspeicher").

Ausschließlich Stickstoff verwenden (N<sub>2</sub>, Mindestqualität I).

Ist der Stickstoff-Ausgangsdruck der Füllvorrichtung höher als der auf dem Druckspeicher eingravierte zulässige Höchstdruck, so muß zwischen Füllvorrichtung und Druckspeicher unbedingt ein Druckminderer montiert werden.

Der Einfluss der Temperatur auf den Fülldruck muß berücksichtigt werden (eine Bezugstabelle steht auf Anfrage zur Verfügung).

Inbetriebnahme

Es ist sicherzustellen, dass die Hydraulikanlage dem auf dem Druckspeicher eingravierten Höchstdruck widerstehen kann. Nach Herstellung der Verbindung zum Hydraulikkreis muß die Rohrleitung sorgsam entlüftet werden. Die auf den Seiten 12 und 13 beschriebenen Sicherheitsblöcke verwenden.

## ■ Inbetriebnahme

Es ist sicherzustellen, dass die Hydraulikanlage dem auf dem Druckspeicher eingravierten Höchstdruck widerstehen kann.

Nach Herstellung der Verbindung zum Hydraulikkreis muß die Rohrleitung sorgsam entlüftet werden. Die beschriebenen Sicherheitsblöcke verwenden.

## ■ Betrieb

Der maximale Hydraulikdruck darf den auf dem Druckspeicher eingravierten Betriebsdruck nie überschreiten. Dies ist mit geeigneten Vorrichtungen zu überprüfen (siehe Seite 15, Überprüfung der Füllvorrichtung).

Das Volumenverhältnis  $(V_0 - V_2)/V_0$  darf nicht überschritten werden, wozu auf die technischen Unterlagen der Druckspeicher zurückzugreifen ist.

Eventuell in den Leitungen enthaltene Luft ist zu entfernen.

Die Grenzwerte für die Betriebstemperatur des Druckspeichers dürfen nicht überschritten werden.

## ■ Wartung und Kontrolle

Aus einem mit einem Druckspeicher ausgestatteten Hydraulikkreis muß vor jeglichen Arbeiten der Druck vollständig abgelassen werden.

Der Stickstoffdruck ist regelmäßig zu überprüfen. Siehe nachstehenden

Abschnitt "Empfehlungen für Druckspeicher" und Seite 15 "Füllvorrichtungen". Es ist regelmäßig sicherzustellen, dass keine externen Korrosionen vorliegen.

## ■ Empfehlungen für Druckspeicher

Erinnerung an die jedem gelieferten Druckspeicher beigelegten Anweisungen:

- Die Druckspeicher werden in folgender Form geliefert:
- entweder vorgefüllt mit einem Speicherdruck von 5 bar, in welchem Falle der Druckspeicher vor dem Einsatz unter Verwendung der Füll- und Prüfvorrichtung VGL 4 auf den durch die Rechnung bestimmten Stickstoffdruck gefüllt und die Schraube auf P 1620 wieder eingesetzt werden muß.
- oder mit Stickstoff auf einen den Anwendungsbedingungen entsprechend berechneten Druck vorgespannt. In letzterem Fall ist sicherzustellen, dass der auf dem Etikett des Druckspeichers vermerkte Fülldruck dem in Abhängigkeit von den Anwendungsbedingungen berechneten Wert entspricht.
- Häufigkeit der Kontrollen
- Der auf dem Druckspeicher vermerkte Fülldruck  $p_0$  muß nach jeder Montage und jeder Reparatur neu eingestellt werden. Während der ersten Einsatzwoche ist mindestens eine Überprüfung erforderlich. Wird keinerlei Stickstoffleckage nachgewiesen, so ist die nächste Kontrolle ungefähr 4 Monate später fällig. Bleibt auch bei dieser Kontrolle der Druck unverändert, so kann eine jährliche Kontrolle als ausreichend angesehen werden.

## ■ Häufigkeit der Kontrollen

Der auf dem Druckspeicher vermerkte Fülldruck  $p_0$  muß nach jeder Montage und jeder Reparatur neu eingestellt werden. Während der ersten Einsatzwoche ist mindestens eine Überprüfung erforderlich. Wird keinerlei Stickstoffleckage nachgewiesen, so ist die nächste Kontrolle ungefähr 4 Monate später fällig. Bleibt auch bei dieser Kontrolle der Druck unverändert, so kann eine jährliche Kontrolle als ausreichend angesehen werden.

## ■ Überprüfungen

Vor jeglicher Überprüfung ist sicherzustellen, dass der Druckspeicher vom Hydraulikkreis getrennt wurde und dass der Druck auf der Flüssigkeitsseite ausgeglichen ist.

Das Prüfgerät VGL 4 verwenden.

**ACHTUNG:** Das zur Messung verwendete Manometer muß mit dem zu prüfenden Stickstoff-Betriebsdruck verträglich sein.



**330 bar**

- Höchstdruck ..... 330 bar  
 Extremtemperaturen für den Einsatz:  
 - Standardversion ..... - 20°C bis + 120°C  
 - Tiefkühlversion ..... - 40°C bis + 120°C

**210 bar**

- Höchstdruck ..... 210 bar  
 Extremtemperaturen für den Einsatz:  
 - Standardversion ..... - 20°C bis + 100°C  
 - Tiefkühlversion ..... - 40°C bis + 100°C

## ■ Technische Beschreibung

Die geschweißten zylindrischen Druckspeicher bestehen aus einem Körper aus hochfestem Stahl, in dem die Flüssigkeit vom Gas durch eine Blase getrennt wird. Letztere besteht bei den Standardversionen aus Nitril. Bei Anwendungen im Tieftemperaturbereich werden Blasen aus "hydrierten Nitril" eingesetzt. Das Anpressen der mit Stickstoff gefüllten Blase an den Stahlkörper ermöglicht ein schnelles und vollständiges Entleeren des Druckspeichers. Eine geeignete Öffnung ermöglicht das Füllen des Druckspeichers.

## ■ Vorteile

- Tiefkühlversion für Betriebstemperaturen von bis zu -40°C.
- Austauschbarkeit mit den meisten im Handel verfügbaren Druckspeichern (infolge entsprechender Abmessungen).
- Das Modulkonzept ermöglicht im Bereich 0,7 bis 4 Liter eine Anpassung an alle Fassungsvermögen.
- Außerordentliche Festigkeit der Blase gegen Ermüdung.
- Schnelles und vollständiges Entleeren, da die Blase sich am Körper anlegt.

## ■ Füllen

Die Speicher-Reihe besteht in 2 Ausführungen:

- entweder mit Füllschraube,
- oder mit Füllventil.

## ■ Anwendungsbeispiele

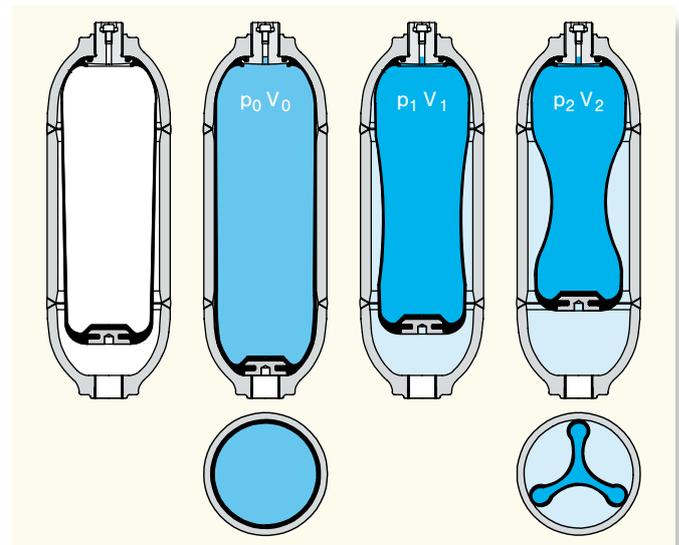


Energiespeicher



Federung

## ■ Verformung der Blase



## ■ Füllgas

Ausschließlich Stickstoff.

## ■ Betriebsmedien

- Hydrauliköle auf Mineralölbasis.
- Für andere Medien bitte Rücksprache.

## ■ Volumenverhältnis $(V_0 - V_2)/V_0$

Für diese Art Druckspeicher wird ein Volumenverhältnis von 0,75 empfohlen.

Beispiel: ein Druckspeicher 4 kann folgendes Volumen absorbieren:

$$0,75 V_0 = 0,75 \times 4 = 3 \text{ Liter.}$$



## ■ BESCHREIBUNG

### FUNKTIONSWEISE

Flüssigkeiten sind praktisch inkompressibel und können deshalb keine Druckenergie speichern.

In hydropneumatischen Speichern wird die Kompressibilität eines Gases zur Flüssigkeitsspeicherung genutzt. Membranspeicher basieren auf diesem Prinzip, mit Stickstoff als kompressiblem Medium.

Sie bestehen aus einem Flüssigkeits- und einem Gasteil mit einer Membrane als gasdichtes Trennelement.

Der Flüssigkeitsteil steht mit dem hydraulischen Kreislauf in Verbindung, so dass beim Anstieg des Druckes der Membranspeicher gefüllt und das Gasvolumen komprimiert wird. Beim Absinken des Druckes expandiert das verdichtete Gasvolumen und verdrängt die gespeicherte Druckflüssigkeit in den Kreislauf.

Im Membranboden ist ein Ventilteller eingesetzt. Dieser verschließt bei völliger Entleerung den hydraulischen Ausgang und verhindert so eine Beschädigung der Membrane.

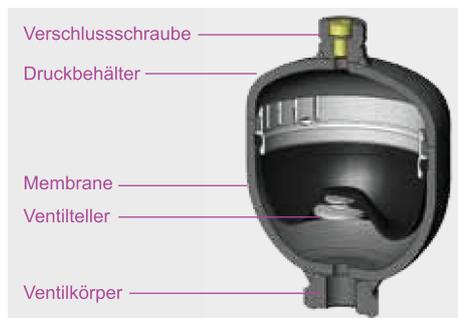
### HINWEIS:

Membranspeicher, ausgerüstet mit einem Sicherheits- und Absperrblock, erfüllen die Vorschriften der Druckgeräterichtlinie DGRL 97/23/EG und der Betriebs sicherheitsverordnung Betr.Sich.V.

## AUFBAU

Die Membranspeicher sind in 2 Ausführungen lieferbar.

### Schweißkonstruktion



Diese bestehen aus:

- dem geschweißten Druckbehälter, gaseitig nachfüllbar oder unlösbar verschlossen; mit Ventilkörper in verschiedenen Ausführungen.
- der zur Trennung zwischen Gasteil und Druckflüssigkeit erforderlichen Membrane.
- dem im Membranboden eingesetzten Ventilteller.

### Schraubkonstruktion



Diese bestehen aus:

- dem geschmiedeten Speicheroberteil mit Gasfüllanschluss.
- dem geschmiedeten Speicherunterteil mit Ventilkörper.
- der auswechselbaren elastischen Membrane zur Trennung von Gas und Druckflüssigkeit.
- dem am Membranboden anvulkanisierten Ventilteller.
- der Überwurfmutter zur Verbindung des Ober- und Unterteils.

## Membranwerkstoff

Die Membranen sind in folgenden Elastomeren lieferbar:

- NBR (Acrylnitril-Butadien-Kautschuk, PERBUNAN)
- IIR (Butyl-Kautschuk)
- FKM (Fluor-Kautschuk VITON®)
- ECO (Äthylenoxyd-Epichlorhydrin-Kautschuk)

Dieser ist auf das jeweilige Betriebsmedium bzw. die Betriebstemperatur abzustimmen.

Bei der Wahl des Elastomers ist zu berücksichtigen, dass unter ungünstigen Entnahmeverhältnissen (hohes Druckverhältnis  $p_2/p_0$ , schnelle Entnahmegeschwindigkeit) das Gas unter die zulässige Elastomertemperatur abkühlen kann. Dadurch können Kältebrüche entstehen.

## Korrosionsschutz

Für den Betrieb mit chemisch aggressiven Flüssigkeiten kann der Speicher mit Korrosionsschutz wie Kunststoffbeschichtung oder galvanischem bzw. chemischem Oberflächenschutz geliefert werden. Sollte diese Schutzart nicht ausreichend sein, können fast alle Typen in Edelstahl gefertigt werden.

## EINBAULAGE

Beliebig, bei Gefahr von Schmutzansammlung senkrecht (Druckflüssigkeitsanschluss nach unten).

## BEFESTIGUNGSART

Bis zu 2 l Nennvolumen können die Speicher direkt auf die Rohrleitung aufgeschraubt werden.

Bei starken Vibrationen muss der Speicher gegen Losdrehen gesichert werden. Für geschweißte Speicher empfehlen wir Befestigungsschellen zu verwenden. Für Membranspeicher in Schraubkonstruktion mit Überwurfmutter kann eine passende Konsole bestellt werden.

Zusätzliches Außengewinde am hydraulischen Anschluss zum Festschrauben in Befestigungslöcher.

## ALLGEMEINES

**Zulässiger Betriebsüberdruck**  
siehe Tabellen

Bei ausländischen Abnahmen kann der zulässige Betriebsüberdruck vom Nenndruck abweichen.

**Nennvolumen** siehe Tabellen

**Effektives Gasvolumen**  
entspricht dem Nennvolumen der Membranspeicher.

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

**Flüssigkeiten**  
Mineralöle, Hydrauliköle.  
Andere Medien auf Anfrage.

**Gasfüllung**  
Anlieferungszustand mit Konservierungsfüllung.  
Höhere Gasfülldrücke nach Angabe sind möglich (Füllschraube bzw. unlösbarer Gasverschluss).

Hydro-Speicher dürfen nur mit Stickstoff gefüllt werden.  
Keine anderen Gase verwenden.

**Explosionsgefahr!**

## Zulässige Betriebstemperatur

-10 °C ... +80 °C  
263 K ... 353 K  
Andere auf Anfrage.

**Zulässiges Druckverhältnis**  
Verhältnis von max. Betriebsdruck  $p_2$  zum Gasfülldruck  $p_0$ .

**Max. Druckflüssigkeitsstrom**  
Zur Erreichung des in den Tabellen angegebenen max. Druckflüssigkeitsstromes ist zu beachten, dass ein Restvolumen an Flüssigkeit von ca. 10 % des effektiven Gasvolumens im Speicher zurückbleibt.

## Abnahmevorschriften

Hydro-Speicher die im Ausland 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.

Die nachfolgende Tabelle enthält einige Beispiele für die Kennzeichnung im Typenschlüssel:

Australien	F <sup>1)</sup>
Brasilien	U <sup>3)</sup>
China	A9
EU-Mitgliedsstaaten	U
GUS	A6
Indien	U <sup>3)</sup>
Japan	P
Kanada	S1 <sup>2)</sup>
Neuseeland	T
Schweiz	U <sup>3)</sup>
Südafrika	U <sup>3)</sup>
Ukraine	A10
USA	S

andere auf Anfrage

<sup>1)</sup> Zulassung in den einzelnen Territorien erforderlich.

<sup>2)</sup> Zulassung in den einzelnen Provinzen erforderlich.

<sup>3)</sup> Alternative Abnahme möglich.

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 Speichern (Reparaturen, Anschließen von Manometern u. ä.) dürfen erst nach Ablassen des Flüssigkeitsdruckes ausgeführt werden.

**Die Betriebsanleitung ist zu beachten!  
Nr. 3.100.CE**

## HINWEIS:

Anwendungsbeispiele, Speicherauslegung sowie Auszüge aus den Abnahmevorschriften zu Hydro-Speichern sind nachzulesen im Prospektteil:

# ÜBERSCHLÄGIGE HYDROSPEICHER - BERECHNUNG

## Kenngrossen und Abkürzungen

$p_0$	= Gasvorfülldruck (bar)	üblicherweise bei 20° C
$p_1$	= minimaler Arbeitsdruck (bar)	minimal zulässiger Betriebsüberdruck
$p_2$	= maximaler Arbeitsdruck (bar)	maximal zulässiger Betriebsüberdruck
$\Delta V$	= Nutzvolumen (l) ( $V_1 - V_2$ )	abzugebendes oder aufzunehmendes Flüssigkeitsvolumen
$T_1$	= minimale Arbeitstemperatur (° C)	minimale Aussen- bzw. Flüssigkeitstemperatur
$T_2$	= maximale Arbeitstemperatur (° C)	maximale Aussen- bzw. Flüssigkeitstemperatur
$t$	= Entlade- oder Aufladezeit (sek)	Zeit, während der der Speicher ein Nutzvolumen aufnehmen oder abgeben muss
$V_0$	= effektives Gasvolumen des Speichers (l)	entspricht dem Gasvolumen in der Dokumentation
$V_1$	= Gasvolumen bei $p_1$ (l)	Speichergasvolumen bei Druck $p_1$
$V_2$	= Gasvolumen bei $p_2$ (l)	Speichergasvolumen bei Druck $p_2$
$n$	= Polytropenexponent 1.6 (@45 °C)	Koeffizient, der den Wärmeaustausch berücksichtigt
$p_m$	= mittlerer Arbeitsdruck (bar)	für die Berechnung des Speichers als Pulsationsdämpfer

$$\frac{p_2 + p_1}{2} = p_m$$

Für alle Speicherberechnungen sind die Absolutdrücke einzusetzen (relativ + 1 bar).  
Die Temperaturen  $T_1$  und  $T_2$  in °C

## Für Energiespeicher:

Die Formel zur Berechnung des Gasvolumens  $V_0$  lautet:

$$V_0 = \frac{\Delta V \cdot \left(\frac{p_1}{p_0}\right)}{1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}}}$$

Die Formel zur Berechnung des Nutzvolumens  $\Delta V$  lautet:

$$\Delta V = V_0 \cdot p_0 \frac{1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}}}{p_1}$$

## Einfluss der Temperatur

Oben aufgeführte Formeln gelten bei annähernd stabilen Temperaturen. Wenn das System grösseren Temperaturschwankungen unterworfen ist, muss dies auch bei der überschlägigen Speicherberechnung berücksichtigt werden.

Generell gilt:

Bei Energiespeicherung / Sicherheitsreserve

$$p_0 = 0,9 \cdot p_1 \quad \text{bei } T_2$$

Bei Gewichtsausgleich

$$p_0 = 0,9 \cdot p_1 \quad \text{bei } T_2$$

Bei Pulsationsdämpfung:

$$P_0 = 0,6 \cdot p_m \quad \text{bei } T_2$$

Grenzen :  $p_0 \text{ min. } > \sigma_r \cdot p_2$   
 $p_0 \text{ max. } = p_1$

## Berechnungsbeispiel:

Gegeben:

max. Arbeitsdruck $p_2$	180 bar
min. Arbeitsdruck $p_1$	80 bar
abzugebendes Nutzvolumen $\Delta V$	0.5 l
Entladezeit	1 sek
min. Arbeitstemperatur $T_1$	25 °C
max. Arbeitstemperatur $T_2$	60 °C
Polytrophenexponent $n$	1.6 (@45 °C)

Gesucht:

Hydrospeicher-Grösse, das heisst, notwendiges Gasvolumen  $V_0$

Lösung:

a) Bestimmung des Gasfülldruckes  $p_0$

$$p_0 = 0,9 \cdot p_1 \quad \text{bei } T_2 \quad = 0,9 \times 81 = 72,9 \text{ bar} = \mathbf{71,9 \text{ bar relativ}}$$

b) Bestimmung des Gasvolumens  $V_0$

$$V_0 = \frac{\Delta V \cdot \left(\frac{p_1}{p_0}\right)}{1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}}} = \frac{0,8 \cdot \left(\frac{81}{72,9}\right)}{1 - \left(\frac{81}{181}\right)^{0,625}} = 1,41$$

Anhand der Datenblätter ist nun ein Speicher in der gewünschten Serie und dem notwendigen Druckbereich mit einem  $V_0 > 1,4\text{l}$  zu wählen.

### Achtung!

Die Temperatur hat einen grossen Einfluss auf die Speicherauslegung. Bei z.B. -10°C kann wesentlich weniger Öl entnommen werden.