

**Merkblatt**

# Korrekte Auslegung der Druckhaltung für Solarthermie-Anlagen

**Hintergrund**

Im Gegensatz zu anderen Heizungsanlagen müssen Expansionsgefässe bei Solarthermie-Anlagen auch das Verdampfungsvolumen aufnehmen können. Mit diesem Merkblatt wird ein Hilfsmittel für die Planung von Solarthermie-Anlagen zur Verfügung gestellt, mit dem die Druckhaltung korrekt ausgelegt werden kann. Bei Solaranlagen kommen meist unregelmässige Druckhaltungen zum Einsatz. Es wird in diesem Merkblatt darauf verzichtet auf Kompressoren- oder Pumpendruckhaltungen einzugehen. Am weitesten verbreitet sind Druckhaltungen mit Membranexpansionsgefässen. Bei Drainback-Systemen wird die Druckhaltung allerdings mit membranlosen Expansionsgefässen (Drainback-Gefässen) realisiert. Dieses Merkblatt behandelt schwerpunktmässig Druckhaltungen mit Membranexpansionsgefässen, die entleerenden Anlagen (Drainback-Systeme) funktionieren ohne Druckhaltung, darauf wird in diesem Merkblatt nicht eingegangen.

**1 Aufgaben Druckhaltung**

Die Druckhaltung erfüllt im Solarkreis verschiedene Aufgaben:

- Haltung des Drucks innerhalb der zulässigen Grenzen der Solaranlage (Maximal- und Minimaldruck)
- Ausgleich der Volumenänderung des Wärmeträgers (Wasser-Glykol-Gemisch)
- Aufnahme des zusätzlichen Volumens bei Dampfbildung im Stagnationsfall
- Reserve Wärmeträgerflüssigkeit für Verluste bei kleinen Leckagen und Wartungsarbeiten
- Schutz vor Überdruck bei Stagnation und im Betrieb, so dass Sicherheitsventil nicht anspricht

**2 Bauformen Expansionsgefässe**

**2.1 Bauformen**

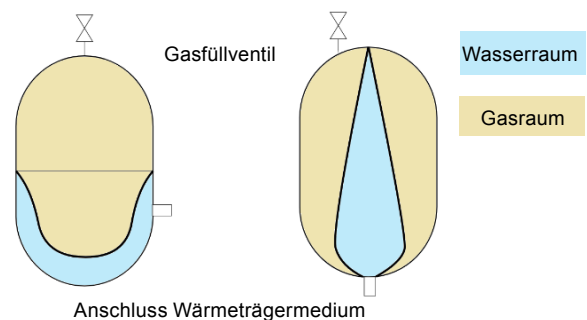


Abbildung 1: Bauformen

Die Membran trennt das Gas und die Wärmeträgerflüssigkeit. Keine Membran ist vollständig dicht, es kommt also in jedem Fall zur Diffusion des Gases durch die Membran und Lösung in das Wärmeträgermedium. Dieser Effekt nimmt mit steigender Temperatur zu. Auch aus diesem Grund empfiehlt sich Montage gemäss Abbildung 2, sodass eine maximale mittlere Temperatur im Wasserraum des MAG 50°C nicht überschreitet.

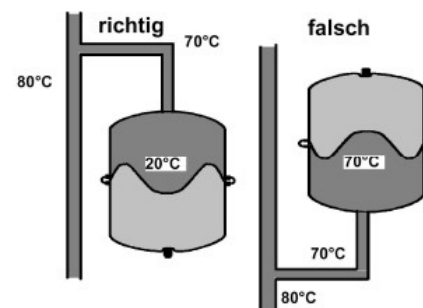


Abbildung 2: Anschluss Expansionsgefäss korrekt und thermisch ungünstige Montage

### 3 Einbindung in Solarkreis

---

*Die Verbindung zwischen dem Kollektorfeld und der Druckhaltung darf im regulären Betrieb nicht abgesperrt werden können*

Für Service und Unterhalt ist eine schraubbare Absperrung (z.B. Rücklaufverschraubung) sowie ein Füll- und Entleerhahn ein grosser Vorteil. Der Anschluss der Ausdehnungsleitung des Expansionsgefässes in Heizungsanlagen wird üblicherweise saugseitig der Umwälzpumpe montiert. Dies ist auch im Solarkreislauf vorteilhafter.

Der Anschlusspunkt des Expansionsgefäss definiert den Referenzpunkt der Anlage, was bedeutet, dass an diesem Punkt der Druck bei Stillstand und im Betrieb gleich ist. An allen anderen Punkten variieren die Druckverhältnisse bei Betrieb und Stillstand. In Solaranlagen wird das Expansionsgefäss häufig druckseitig der Pumpe im Kollektorrücklauf montiert. Dies hat den Vorteil, dass bei Stagnation das zurückströmende Medium nicht durch die Pumpe gedrückt werden muss. Die Pumpe könnte durch das heisse Medium Schaden nehmen. Durch diese Anordnung ergibt sich allerdings der Nachteil, dass beim Betrieb der Pumpe der Druck im Kollektor abnimmt. Ist das Expansionsgefäss auf der Saugseite der Pumpe, so nimmt der Druck beim Kollektor im Betrieb zu. Das ergibt den erwünschten Effekt, dass im Betrieb die Verdampfungstemperatur des Fluids später erreicht wird.

Heute werden die meisten Solaranlagen mit einem 6bar Sicherheitsventil betrieben. Das bedeutet, dass auch das Expansionsgefäss und sämtliche Anlagenteile für diesen Betriebsdruck zugelassen sein müssen.

#### 3.1 Korrekte Auslegung

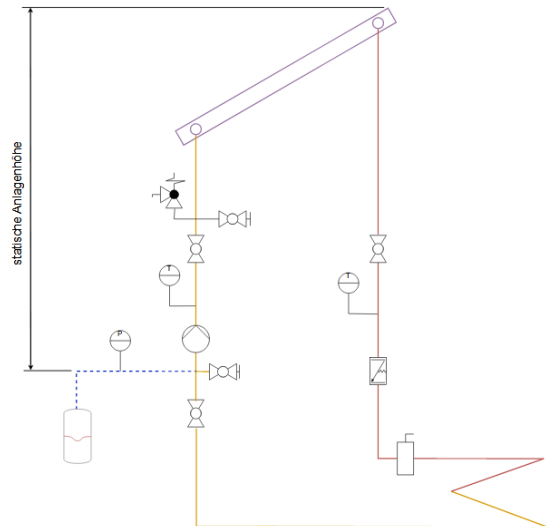


Abbildung 3: Saugseitige Einbindung des Expansionsgefäss

#### 3.2 Druckseitige Einbindung

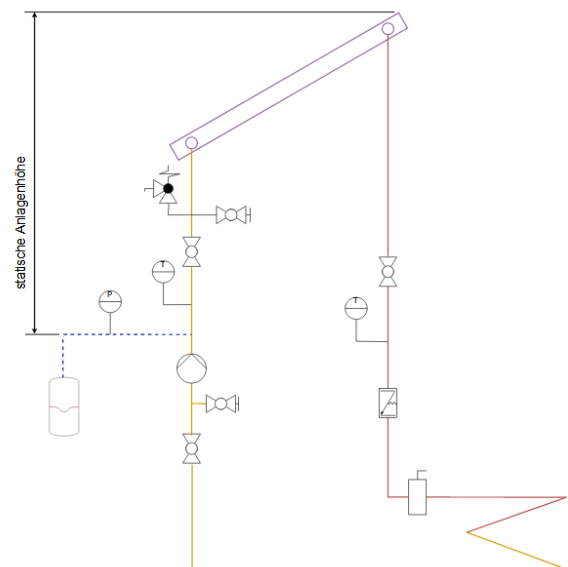


Abbildung 4: Druckseitige Einbindung des Expansionsgefäss

Gefässe mit unterem Anschluss mit entsprechender Auskühlstrecke versehen.

*Je nach Gefässbauart, Anlagevolumen und/oder Stillstandstemperatur und -häufigkeit ist eine zusätzliche Auskühlstrecke oder ein Zwischengefäss nötig.*

## 4 Auslegung Expansionsgefäss

---

Die hier beschriebene vereinfachte Auslegung des Expansionsgefäss gilt für Expansionsgefässe mit Sicherheitsventilen auf gleicher statischer Höhe.

### Bestimmung des Vordrucks

Anhand der statischen Anlagenhöhe kann der Vordruck mit folgender Faustregel bestimmt werden:

$$p_{\text{vor}} = \text{statische Anlagenhöhe} + 0,2 \dots 0,3 \text{ bar}$$

Bei Montage des Expansionsgefäss auf der Druckseite der Pumpe, muss der Vordruck mit höherem Zuschlag bemessen werden (0,5 bar)

Beispiel:

Anlagenhöhe: 8m

=> statische Anlagenhöhe = 0,8 bar

=> Vordruck:  $p_{\text{vor}} = 0,8 \text{ bar} + 0,2 \text{ bar} = 1,0 \text{ bar}$

### Bestimmung des Enddrucks des Expansionsgefäss

Der Enddruck  $p_{\text{end}}$  des Expansionsgefässes wird anhand des Ansprechdrucks  $p_{\text{Ansp}}$  des Sicherheitsventils bestimmt. Dies ist derjenige Druck bei dem das Sicherheitsventil zu öffnen beginnt. Der Enddruck muss entsprechend darunter liegen, in der Praxis hat sich bewährt, den Enddruck 0,5 bar unter dem Ansprechdruck zu legen:

$$p_{\text{end}} = p_{\text{Ansp}} - 0,5 \text{ bar}$$

Beispiel:

Ansprechdruck Sicherheitsventil:  $p_{\text{Ansp}} = 6 \text{ bar}$

=> Enddruck Expansionsgefäss  $p_{\text{end}} = 5,5 \text{ bar}$

### Bestimmung des Gesamtvolumens des Expansionsgefäss:

Aus dem Vordruck, dem Enddruck, dem Gesamtvolumen des Solarkreises und dem Gesamtvolumen der Kollektoren lässt sich das Volumen des Expansionsgefäss berechnen:

$$V_{\text{Exp}} = \left( \frac{V_{\text{Anl}}}{10} + 2 * V_{\text{Kol}} \right) * \left( \frac{p_{\text{end}} + 1}{p_{\text{end}} - p_{\text{vor}}} \right)$$

Beispiel:

Vordruck:  $p_{\text{vor}} = 1,1 \text{ bar}$

Enddruck:  $p_{\text{end}} = 5,5 \text{ bar}$

Gesamtvolumen Solarkreis:  $V_{\text{Anl}} = 60 \text{ l}$

Gesamtvolumen Kollektoren:  $V_{\text{Kol}} = 20 \text{ l}$

=> Gesamtvolumen Expansionsgefäss

$$V_{\text{Exp}} = \left( \frac{60 \text{ l}}{10} + 2 * 20 \text{ l} \right) * \left( \frac{5,5 \text{ bar} + 1 \text{ bar}}{5,5 \text{ bar} - 1,1 \text{ bar}} \right) = 68 \text{ l}$$

Es sollte das nächstgrössere Expansionsgefäss gewählt werden.

## 5 Einfülldruck der Anlage

---

Der Einfülldruck der Anlage im kalten Zustand muss über der statischen Anlagenhöhe liegen, um Kavitationsprobleme (Dampfblasenbildung) zu verhindern.

$$p_{\text{füll}} = \text{statische Anlagenhöhe} + 0,5 \dots 0,8 \text{ bar}$$

## 6 Inbetriebnahme

---

Einstellung Druck: mindestens mit Genauigkeit von 0.1 bar. Auffüllen mit Luft (einfach mit Luftpumpe) oder mit Stickstoff aus der Gasflasche.

## 7 Betrieb und Wartung

---

Die Wartung des MAG des Solarkreises sollte alle 2-4 Jahre erfolgen. Sinkt der Systemdruck soll vor dem Nachfüllen mit Wärmeträger immer zuerst der Membrandruck kontrolliert und ggf. erhöht werden. Für die Druckkontrolle wird das Gefäss mediumseitig drucklos gemacht. Mit einem Reifendruckprüfer kann dann der aktuelle Vordruck des Gefässes geprüft und bei Bedarf ergänzt werden. Das Ventil sollte auf Undichtheit überprüft werden (z.B. mit Seifenwasser) und ggf. nachgezogen oder ersetzt werden. Beim Expansionsgefäss sollte nicht gespart werden.

## 8 Symbole und Abkürzungen

---

Als Einheit für alle volumetrischen Grössen wird in diesem Merkblatt Liter verwendet, für alle Druck-Grössen die Einheit bar.

$V_{Exp}$ : Gesamtvolumen des Expansionsgefäss

$V_{Anl}$ : Gesamtvolumen Solarkreis inkl. Kollektoren

$V_{Kol}$ : Gesamtvolumen Kollektoren

$p_{end}$ : Enddruck Expansionsgefäss

$p_{Ansp}$ : Ansprechdruck des Sicherheitsventils

$p_{vor}$ : Vordruck Expansionsgefäss

$p_{füll}$ : Einfülldruck im kalten Zustand

### Hinweis

Das vorliegende Merkblatt wurde mit grösstmöglicher Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte wird keine Gewähr geleistet. Insbesondere entbindet es nicht davon, die einschlägigen und aktuellen Empfehlungen, Normen und Vorschriften zu konsultieren und zu befolgen. Das vorliegende Merkblatt dient ausschliesslich zu Informationszwecken. Eine Haftung für Schäden, die aus dem Konsultieren bzw. Befolgen dieses Merkblatts entstehen, wird ausdrücklich abgelehnt.

Die Urheberrechte liegen bei Swissolar.

**06/2024/Merkblatt Auslegung Expansionsgefässe**

Mit Unterstützung von

