

## 5. Pumpen - Expansionsgefäss

Zur Vermeidung von Kavitationsgeräuschen bei Pumpen ist der minimale statische Druck am Ansaugstutzen - NPSH-Wert - siehe technische Daten - unter allen Betriebsbedingungen einzuhalten. Dies ist speziell bei Dachzentralen genau zu prüfen.

Druckexpansionsgefässe sind immer an den Rücklauf des Kessels oder des Verteilers anzuschliessen. Die Temperatur des Expansionsgefässes soll 40°C nicht überschreiten. In der Regel werden unisolierte Vorschaltgefässe - Anschluss der Anlage oben am Gefäss - eingesetzt. In die Leitung zur Anlage kann ein Absperrorgan - plumbierbar oder mit abnehmbarem Handrad - eingebaut werden. Servicearbeiten am Expansionsgefäss erfordern so kein teilweises Entleeren der Anlage.

Der minimale Vordruck im leeren Expansionsgefäss muss auf die Anlagehöhe abgestimmt sein. Bei Dachheizzentralen muss der Vordruck höher sein als der minimal vorgeschriebene statische Druck am Saugstutzen der Pumpen.

## 6. Abschlammung - Entlüftung

Die Bildung von Schlamm in Heizungsanlagen ist ein bekanntes Phänomen. Insbesondere nach einer Heizungsanierung führen Schlammablagerungen in Heizkörpern, Ventilen, Leitungen und im Kessel zu Betriebsstörungen. Schlamm besteht zu einem grossen Teil aus Eisenoxyd und ist meistens das Resultat von Korrosionen in der Anlage. Der Einbau eines Schlammabscheiders - regelmässiges Abschlammern vorausgesetzt - ist empfehlenswert (siehe auch Punkt 4).

Luft oder Gase stören ebenfalls oft den Betrieb einer Heizungsanlage. Diese entstehen durch Entgasung des aufgeheizten Wassers und/oder durch Korrosion. Auch die Fussbodenheizung aus nicht sauerstoffdichten Rohren ermöglicht den kontinuierlichen Eintrag von Sauerstoff in das Heizungswasser. Ein zentraler Anlage-Entlüfter - am Kesselvorlauf - kann die Betriebsstörungen durch Luft und Gase beheben, verhindert jedoch im Falle von Sauerstoff-Eintrag die Korrosion nicht.

Druckexpansionsgefässe können bei zu kleinem Vordruck - kleiner als statische Höhe der Anlage + 3 m - zu Problemen führen. Wichtig ist, dass am höchsten Punkt der Anlage dauernd ein Ueberdruck vorhanden ist. Bei Unterdruck tritt an diesem Punkt über Dichtungen und Rohrverbindungen Luft in die Anlage ein.

Um Probleme mit Schlamm- und Gas-Bildung in der Heizungsanlage zu beheben ist eine entsprechende Wasseraufbereitung und Kontrolle wichtig.

Die Kontrolle des PH-Wertes des Heizungswasser (8,3 - 9,5) ist einfach und gibt einen ersten Hinweis.

## 7. Wasserbeschaffenheit für Heizkessel mit Vorlauftemperaturen bis 110 °C

Reines Wasser als Medium zur Uebertragung der Wärme gibt es kaum mehr. Man muss daher der Wasserbeschaffenheit, der Wasseraufbereitung und vor allem der Ueberwachung besondere Aufmerksamkeit widmen, um einen störungsfreien Betrieb der Anlage sicherzustellen. Die Wasseraufbereitung für Heizkessel ist nicht nur im Hinblick auf einen störungsfreien Betrieb, sondern auch im Hinblick auf die Werterhaltung der gesamten Anlage zu sehen. Entsprechende Massnahmen müssen daher schon in die Anlageplanung miteinbezogen werden.

Die mit unaufbereitetem Füll- und Ergänzungswasser in die Anlage gebrachten Härtebildner scheiden sich hauptsächlich an den Heizflächen ab. Dabei sind Heizflächen mit hoher Wärmestromdichte am meisten gefährdet durch die Tatsache, dass schon dünne Ablagerungen den Wärmeübergang stark bremsen. Dadurch kann eine unzulässige Temperaturerhöhung an diesen Stellen eintreten, welche zu einer erhöhten Materialbeanspruchung führt.

Neben den Kalkablagerungen müssen aber auch die Korrosionen (Metallzerstörungen), verursacht durch die im Umlaufwasser gelösten Sauerstoff- und Kohlensäuregase, vermieden werden. Die Sauerstoffkorrosionen in Heizungsanlagen treten meistens als Lochfrass auf. Kohlensäurekorrosionen sind seltener und meistens als flächenartige Abtragungen zu erkennen.

Zur Verhinderung von wasserseitigen Schäden an Heizkesseln und Heizungsanlagen müssen daher geeignete Massnahmen ergriffen werden. Insbesondere gehören dazu eine dem Rohwasser und der Grösse der Heizungsanlage entsprechende Wasseraufbereitung sowie geeignete Massnahmen zur Verhinderung von Lufteinbruch.

## Füll- und Eränzungswasser für Wärmeerzeuger aus Eisenwerkstoffen

Abhängig von der Gesamtkesselleistung und dem daraus resultierenden Wasservolumen einer Heizungsanlage werden Anforderungen an das Füll- und Ergänzungswasser gestellt. Liegt das zur Verfügung stehende Wasser nicht im Anforderungsbereich der folgenden Tabelle, so ist entweder eine Wasseraufbereitung oder die Berechnung der max. Wassermenge  $V_{max}$  erforderlich.

Gesamte Installierte Leistung kW	Füll- und Ergänzungswasser		Heizwasser pH-Wert
	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ** mol/m <sup>3</sup>	$V_{max}$ . m <sup>3</sup>	
≤ 100	keine Anforderung*	keine Anforderung	8,2 ... 9,5
100 ... 350	≤ 2,0	3 x Anlagevolumen	
350 ... 1000	≤ 1,5	3 x Anlagevolumen	
100 ... 350	> 2,0	$0,0313 \times \frac{\text{kW}}{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ (mol/m}^3\text{)}}$	
350 ... 1000	> 1,5		
> 1000	--		

## Füll- und Eränzungswasser für Wärmeerzeuger aus Aluminiumwerkstoffen

Bei Wärmeerzeugern aus Aluminiumwerkstoffen ist grundsätzlich unbehandeltes Leitungswasser (keine Enthärtung, keine Chemikalien) einzusetzen.

Gesamte Installierte Leistung kW	Füll- und Ergänzungswasser		Heizwasser pH-Wert
	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ** mol/m <sup>3</sup>	$V_{max}$ . m <sup>3</sup>	
≤ 80	keine Anforderung*	keine Anforderung	7,0 ... 8,5
≥ 80		siehe bei den Kesseldaten	

\* Für den Kesselaustausch in bestehenden Anlagen mit ursprünglich über 100 kW Kesselleistung und Anlagewasser > 20 l/kW, gelten die Anforderungen für Anlagen > 100 kW

\*\* Auskunft über die Konzentration an Calciumhydrogencarbonat des Leitungswassers geben die Wasserversorgungsunternehmen.

Ist die Angabe an Calciumhydrogencarbonat ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ) in der Wasseranalyse nicht enthalten kann die Konzentration an Calciumhydrogencarbonat aus Karbonathärte und Calciumhärte oder aus der Säurekapazität  $K_{S4,3}$  und Calcium-Ionen wie folgt errechnet werden:

- Karbonhärte °fH x 0,1 = mol/m<sup>3</sup>
- Calciumhärte °fH x 0,1 = mol/m<sup>3</sup>
- Säurekapazität  $K_{S4,3}$  = mol/m<sup>3</sup> x 0,5
- Calcium-Ionen = mg/l x 0,025

Für die Bestimmung der maximalen Wassermenge wird immer der niedrigere Wert genommen

**Ergänzung der Mengen an Füll- und Ergänzungswasser**

Bei Heizanlagen mit Gesamtkesselleistung > 100 kW muss neben der eingefüllten Menge an Füll- und Ergänzungswasser auch dessen Konzentration an Calciumhydrogencarbonat in einem Betriebsbuch festgehalten werden. Weicht die Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> -Konzentration des Füll- oder Ergänzungswassers von der Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ab die zur Berechnung von V<sub>max</sub>. eingesetzt wurde, so wird die im Betriebsbuch eingetragene Gesamtwassermenge mit Hilfe des Korrekturfaktors bereinigt.

**Achtung!**

Wenn die Gesamtwassermenge die berechnete Wassermenge V<sub>max</sub> überschreitet, können Schäden am Wärmeerzeuger auftreten. Nach Erreichen der max. Wassermenge V<sub>max</sub> darf entweder nur noch vollenthärtetes bzw. vollentsalztes Wasser nachgespeist werden, oder es ist eine Entkalkung des Wärmeerzeugers durchzuführen.

**Eingefüllte Wassermenge x Korrekturfaktor = Bereinigte Wassermenge**  
**Gesamt-Wassermenge + bereinigte Wassermenge = neue Gesamt-Wassermenge**

Angaben zur Heizanlage (Typ/Leistung)						
Datum der Inbetriebnahme						
Max. Wassermenge V <sub>max</sub> . ..... m <sup>3</sup> bei Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -Konzentration .....mol/m <sup>3</sup>						
	Datum	Wassermenge gemessen m <sup>3</sup>	Konzentration Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> mol/m <sup>3</sup>	Bereinigte Wassermenge m <sup>3</sup>	Gesamt Wassermenge m <sup>3</sup>	Unterschrift
Füllwasser	13.03.03	12,0	2,0	-	12,0	
Ergänzungswasser	10.02.04	3,0	0,5	0,9	12,9	

**Beispiel:**

Gesamtkesselleistung    1200 kW  
 Karbonathärte            22,9 °fH                    22,9 x 0,1 = 2,29 mol/m<sup>3</sup>  
 Calciumhärte            20,0 °fH                    20,0 x 0,1 = 2,00 mol/m<sup>3</sup>  
 Füll- und Ergänzungswasser                    V<sub>max</sub>. = 0,0313 x 1200/2,0 = 18,8 m<sup>3</sup>

Korrekturfaktor Füll- und Ergänzungswasser												
		Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> - Wert des Füll- und Ergänzungswassers										
	mol/m <sup>3</sup>	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Wert zur Berechnung von V <sub>max</sub> .	0,3	1,0	1,7	3,3	5,0	6,7	8,3	10,0	11,7	13,3	15,0	16,7
	0,5	0,6	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
	1,0	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
	1,5	0,2	0,3	0,7	1,0	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3
	2,0	0,1	0,3	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,5
	2,5	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
	3,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7
	3,5	0,1	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4
	4,0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3
	4,5	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1
5,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	

## Füllwasser

Zur einmaligen Füllung kann ein Wasser mit einer Härte max. de 5°f verwendet werden.  
(evtl. Enthärtung)

Zugabe:  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  von 25 g/m<sup>3</sup>/°f Härte

Wird mehrmals gefüllt oder sind grössere Mengen Wasser zur Nachfüllung notwendig, so muss enthärtetes Wasser von max. 1°f Härte verwendet werden.

Zugabe:  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  von 25 g/m<sup>3</sup>/°f Härte (auf das Rohwasser bezogen)

## Umwälzwasser

Dieses Wasser soll folgende Werte aufweisen:

Resthärte	max. 1°fH
pH-Wert (25 °C)	8,2-9,5
Sauerstoffgehalt	0,10 mg/l
p-Wert	min. 1,5mval/l
Phosphatgehalt P2O5	max. 25 mg/l

### Vorsicht:

- Bei sehr weichem Wasser und pH >9,5 können eventuell Dichtungsprobleme auftreten.
- Bei Anlageteilen aus Aluminium (z.B. Gas-/Kondensations-Kessel) pH max. 8,5.

## Vorschriften / Richtlinien

In allen Fragen der Wasseraufbereitung stehen die entsprechenden Spezialfirmen für eine Beratung gerne zur Verfügung. Auf Anfrage sind wir gerne bereit, Ihnen entsprechende Firmen zu nennen.

### Wir verweisen auch auf folgende Richtlinien und Veröffentlichungen:

- SWKI 97-1 "Wasserbeschaffenheit für Heizungs-, Dampf- und Klima-Anlagen"
- KRW 1987 Merkblatt betreffend Korrosionsschäden in Heizungsanlagen
- KRW 1988 Merkblatt betreffend Korrosion durch Halogenverbindungen
- Buderus Arbeitsblatt K 8 "Wasseraufbereitung für Heizungsanlagen"