

Vermeidung von Betriebsstörungen und Schäden durch Steinbildung in Warmwasser-Heizungsanlagen

1. Hintergrund

Ein Befüllen von Heizungsanlagen mit kalkhaltigem Trinkwasser, was üblicherweise als Füllwasser verwendet wird, kann Betriebsstörungen und in seltenen Fällen Schäden an der Heizungsanlage verursachen. Das Gefährdungspotenzial durch Steinbildung steigt mit zunehmender Calciumkarbonatkonzentration (Wasserhärte) im Füllwasser, abhängig vom Füllvolumen sowie von den Betriebstemperaturen.

Unter Steinbildung versteht man heizwasserseitige Beläge am Wärmetauscher des Wärmeerzeugers, die hauptsächlich aus Calciumkarbonat (Kalk) und weiteren Inhaltsstoffen des Heizwassers bestehen.

Das vorliegende Informationsblatt behandelt ausschließlich die Steinbildung sowie Empfehlungen zu deren Vermeidung in Warmwasser-Heizungsanlagen mit bestimmungsgemäßen Betriebstemperaturen bis 100 °C. Der Inhalt orientiert sich an der Richtlinie VDI 2035 Blatt 1 „Steinbildung in Trinkwassererwärmungs- und Warmwasser-Heizungsanlagen“ vom Dezember 2005.

Die nachfolgend genannten Marktentwicklungen führten zur technischen Novelisierung der VDI 2035 Blatt 1:

- der verbesserte Wärmeschutz der Gebäude (Energieeinsparverordnung) führt zu niedrigeren installierten Heizleistungen bei annähernd gleich gebliebenen Wasserinhalten der Heizungsanlagen;
- der Trend zur Einbindung von Pufferspeichern (z. B. Einkopplung von regenerativen Energien) vergrößert den Wasserinhalt der Heizungsanlage;
- das abnehmende Platzangebot für Wärmeerzeuger führt zum Einsatz kompakterer Geräte mit höheren Wärmeübertragungsleistungen;
- Trend zu Mehrkesselanlagen;
- Verschärfung der Vorschriften zur Vermeidung des Legionelleninfektionsrisikos in Richtung höherer Trinkwarmwassertemperaturen.

Die durch Steinbildung verursachten Beläge im Wärmeerzeuger können zu örtlicher Überhitzung mit folgenden Auswirkungen führen.

- Siedegeräusche,
- Störungen durch abgelöste Ablagerungen (z. B. an Ventilen, Pumpen),
- Leckagen an Wärmetauschern durch Rissbildung.

2. Entscheidungskriterien für die Heizwasseraufbereitung

Langjährige praktische Erfahrungen zeigen, dass unter Einhaltung der nachfolgenden Bedingungen Schäden durch Steinbildung nicht zu erwarten sind. Daher kann eine unschädliche Menge der belagbildenden Wasserinhaltsstoffe Calcium und Hydrogenkarbonat im Füll- und Ergänzungswasser einer Heizungsanlage in Abhängigkeit der Leistung unter Berücksichtigung des Füllvolumens toleriert werden.

Eine Wasseraufbereitung ist durchzuführen, wenn:

- die gesamte Füll- und Ergänzungswassermenge während der Nutzungsdauer der Anlage das Dreifache des Nennvolumens der Heizungsanlage überschreitet,

oder

- das spezifische Heizwasservolumen mehr als 20 l/kW Nennwärmeleistung beträgt. Bei Mehrkesselanlagen ist für diese Anforderungen die jeweils kleinste Einzel-Nennwärmeleistung einzusetzen

oder

- wenn die in der nachfolgenden Tabelle genannten Richtwerte nicht eingehalten werden.

Nennwärmeleistung in kW	Summe Erdalkalien mol/m ³	Gesamthärte °d
≤ 50 bei spezifischem Wasserinhalt des Wärmeerzeugers ¹⁾ ≥ 0,3l/kW	Keine Anforderungen	
≤ 50 bei spezifischem Wasserinhalt des Wärmeerzeugers ¹⁾ < 0,3 l/kW (Umlaufwasserheizer)	≤ 3,0	≤ 16,8
> 50 bis ≤ 200	≤ 2,0	≤ 11,2
> 200 bis ≤ 600	≤ 1,5	≤ 8,4
> 600	< 0,02	< 0,11

¹⁾ Wasserinhalt des Wärmeerzeugers je kW Heizleistung

Die Entscheidungskriterien in der Tabelle sind nur eine Option zur Einhaltung des Schutzzieles der Richtlinie VDI 2035 Blatt 1. Herstellervorgaben können von der Tabelle abweichen, sodass die konkret durchzuführenden Maßnahmen und Anforderungen zur Wasseraufbereitung den jeweiligen Herstellerunterlagen zu entnehmen sind.

3. Maßnahmen zur Vermeidung der Steinbildung

Folgende Verfahren zur Vermeidung von Steinbildung werden eingesetzt.

Enthärtung

Mittels einer Patrone, die ein Austauschharz enthält, wird Calcium gegen Natrium im Wasser ausgetauscht. Eine Kalkabscheidung kann nicht mehr stattfinden. In der Praxis unterscheidet man zwei Varianten.

Vollenthärtung

Calcium wird vollständig gegen Natrium ausgetauscht. Die Kalkabscheidung unterbleibt vollständig.

Teilenthärtung

Eine Teilenthärtung wird üblicherweise durch das Verschneiden von voll enthärtem mit unbehandeltem Wasser erreicht. Das Wasser enthält noch Calciumreste.

Entsalzung

Bei diesem Verfahren werden abweichend zur Enthärtung, alle härtebildenden Inhaltsstoffe aus dem Wasser entfernt. Man verwendet hierzu ebenfalls Patronen. Diese enthalten jedoch ein anderes Austauschharz als bei der Enthärtung. Es wird üblicherweise ein Füllwasser mit einer Leitfähigkeit von ca. 1 µS/cm (micro Siemens/cm) erreicht. Durch die sehr geringe Leitfähigkeit bietet entsalztes Wasser einen hohen Korrosionsschutz.

Das Verfahren der Umkehrosmose führt ebenfalls zu einem voll entsalztem Wasser. Hier wird anstelle eines Austauschharzes eine Membran verwendet.

Heizungswasserzusätze

Aus der Vielzahl von Heizungswasserzusätzen sind zur Vermeidung von Steinbildung Härtestabilisatoren anwendbar. Sie unterscheiden sich zu den beiden zuvor genannten Verfahren dadurch, dass hier nicht Wasserbestandteile entfernt, sondern gezielt Stoffe zugesetzt werden. Die Aufgabe der Zusätze besteht in der chemischen Stabilisierung des Kalks, um dadurch die Bildung von Kalkschichten im

Wärmeerzeuger zu vermeiden. Inhibitoren als Korrosionsschutzmaßnahme sind in der Regel nur bei korrosionstechnisch offenen Warmwasserheizungsanlagen erforderlich. Bei Verwendung von Heizungswasserzusätzen sind regelmäßige Kontrollen des Heizungswassers gemäß Angaben der Inhibitorenhersteller erforderlich.

4. Tipps für die Praxis – Hinweise zu Planung, Installation, Betrieb und Wartung

Wenn keine Informationen über die Füllwassermenge der Heizungsanlage vorhanden sind, kann das Anlagenvolumen über die nachfolgenden Werte überschlägig abgeschätzt werden. Im Einzelfall können jedoch erhebliche Abweichungen auftreten. Weiterhin sind die Inhalte von eventuell installierten Pufferspeichern zu berücksichtigen.

Art der Anlage	Spezifisches Anlagenvolumen in Liter/kW ²)
alte Anlage mit Radiatoren für Schwerkraftbetrieb	25
Plattenheizkörper	10
Fußbodenheizung 60 W/m ²	20
zuzüglich Volumen Pufferspeicher	

Als Füll- und Ergänzungswasser steht normalerweise Trinkwasser zur Verfügung. In diesem Fall kann man die erforderlichen Härteangaben beim örtlichen Wasserversorgungsunternehmen erfragen. Die Angaben des Härtebereichs gemäß Waschmittelgesetz (z. B. Härtebereich 3) sind zu ungenau. Wird ein Härtebereich, z. B. Gesamthärte 15,5–18,2°d, angegeben, weil aus unterschiedlichen Quellen versorgt wird, ist die maximale Härteangabe zu benutzen.

Viele Wasserversorgungsunternehmen haben ihre Wasseranalysen auf ihren Internetseiten veröffentlicht.

Um die Ergänzungswassermengen, zum Beispiel nach Reparaturarbeiten oder Anlagenerweiterungen, so gering wie möglich zu halten, sind Abschnittsweise Strangabsperrventile einzuplanen und zu installieren.

Bei Anlagen mit mehreren Wärmeerzeugern (Mehrkesselanlagen) empfiehlt es sich alle Wärmeerzeuger gleichzeitig in Betrieb zu nehmen, damit sich nicht die gesamte Kalkmenge in einem Wärmeerzeuger ablagert.

Die Inbetriebnahme einer Anlage soll stufenweise beginnend mit der geringsten Leistung des Wärmeerzeugers bei hohem Wasserdurchfluss erfolgen (alle Heizkreis- und Thermostatventile geöffnet).

Häufiger Nachfüllbedarf ist ein Zeichen für eine fehlerhafte Druckhaltung oder Leckagen. Durch fachgerechte Auslegung und regelmäßige Wartung, insbesondere der Ausdehnungsgefäße, kann die Ergänzungswassermenge gering gehalten werden.

Um der Dokumentationspflicht zu genügen, wird empfohlen, in einem Betriebsbuch neben dem Inbetriebnahmeprotokoll mit Angaben über Wasserhärte, Nennvolumen, sowie Füll- und Ergänzungswassermengen alle Wartungs- und Kontrollmaßnahmen und ggf. Korrektur- und Instandsetzungsmaßnahmen zu notieren.

Zur Erfassung der Füll- und Ergänzungswassermengen ist bei Anlagen > 50 kW der Einbau eines Wasserzählers erforderlich.

Treten im Wärmeerzeuger Siedegeräusche auf, können unter Berücksichtigung der Herstellerangaben Entkalkungen durchgeführt werden. Wichtig ist, dass vor dem Spülen die Anlage hinter dem Wärmeerzeuger abzusperrt ist, damit das Reinigungsmittel nur im Wärmeerzeuger wirkt. Das Reinigungsmittel ist nach Beendigung des Reinigungsvorganges durch mehrfaches sorgfältiges Spülen aus dem Wärmeerzeuger vollständig zu entfernen. Das vorhandene Wasser aus dem abgesperrten Bereich der Anlage sollte unbedingt weiter verwendet werden, da aus diesem Wasser keine Kalksteinbildung mehr zu erwarten ist.

Bei Wärmeerzeugern, die aufgrund von Kalkablagerungen (Nichtbeachtung der Richtlinie VDI 2035 Blatt 1) undicht geworden sind, eignet sich eine ggf. mögliche teilweise Instandsetzung des Wärmeerzeugers (Reparatur der Leckstellen und ggf. Entkalkung) in der Regel nur als Zwischenlösung zur vorübergehenden Wiederherstellung der Betriebstauglichkeit, da normalerweise dann bereits an weiteren Stellen Vorschädigungen vorhanden sind.

Treten Betriebsstörungen durch Verstopfung von Anlagenkomponenten auf, ist im Einzelfall immer zu prüfen, ob es sich nicht um Korrosionspartikel, Installationsrückstände, Schmutzpartikel oder sonstige Störungseinflüsse handelt. Nach Beseitigung der Betriebsstörung, z. B. durch gründliches Spülen der gesamten Anlage oder des betroffenen Anlagenteils, hilft als Vorsorgemaßnahme die Installation eines Filters bzw. einer Abscheidevorrichtung. Ist eine komplette Neubefüllung erforderlich, sind die Entscheidungskriterien der Heizwasseraufbereitung gemäß Kapitel 2. zu beachten.

5. Hinweise

Bei Beachtung der Richtwerte und Empfehlungen der VDI-Richtlinie 2035 Blatt 1 kann eine Verringerung der energetischen Effizienz des Wärmeerzeugers durch heizwasserseitige Steinbildung vernachlässigt werden.

Bei der Installation von Heizanlagen wird zusätzlich auf die VDI-Richtlinie 2035 Blatt 2 zur Vermeidung wasserseitiger Korrosion verwiesen.

BDH-Informationen dienen der unverbindlichen technischen Unterrichtung. Eine Fehlerfreiheit der enthaltenen Informationen kann trotz sorgfältiger Prüfung nicht garantiert werden.

Weitere Informationen unter:
www.BDH-Koeln.de