

Schnitt durch einen Hochleistungswärmeübertrager eines ecoCraft-Gas-Brennwertkessels von Vaillant. Die Effizienz und die Langlebigkeit von Wärmeerzeugern wird auch von der Heizungswasserqualität beeinflusst.

Was die neue VDI 2035 bringt

Es ist wieder die Härte

Die Qualität von Wasser als Lebensmittel und als Wärmeträger wird maßgeblich von der Sanitär- und Heizungsbranche beeinflusst. Seit 2003 behandelt die Trinkwasserverordnung die Wasserqualität bis zur Zapfstelle. Hygienebewusstsein bei Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen ist Thema der VDI-Richtlinie 6023¹⁾. Mit der gerade neu erschienenen VDI-Richtlinie 2035²⁾ bekommt die Wasserzusammensetzung und Wasseraufbereitung eine neue Bedeutung. Insbesondere im Heizungsbereich machte die Häufung von Störungen und Schäden eine Überarbeitung dringend erforderlich.

In der mittlerweile 6. Überarbeitung behandelt die aktuell erschienene VDI-Richtlinie 2035 Vermeidung von Schäden in Warmwasserheizungsanlagen in Blatt 1 die Steinbildung in Trinkwassererwärmungs- und Warmwasserheizungsanlagen. Zwar enthält die Neufassung bezüglich der Wasserchemie erwartungsgemäß keine Neuerungen, hat sich aber von der theorie- und textlastigen Darstellung zu einem praxistauglichen Regelwerk gewandelt. Weniger Parameter, eine Zuordnung der bisherigen Richtwerte auf niedrigere Heizleistungen und klarere Handlungsempfehlungen enthält die im letzten Dezember erschienene Richtlinie.

Wichtig für Planer und Anlagenbauer: Die Richtwerte für das Füll- und Ergänzungswasser gelten jetzt bereits ab 50 kW (bisher 100 kW) und bei den weit verbreiteten Umlaufwasserheizern auch unter 50 kW wenn die Gesamthärte des Füllwassers 16,8 °dH überschreitet.

Technische Entwicklung erforderte Überarbeitung der VDI 2035

Nach knapp zehn Jahren Branchen-Weiterentwicklung hat sich der Trend zu kleineren, aber leistungsfähigeren Heizkesselsystemen mit höheren Oberflächentemperaturen an den Wärmeübertra-

gungsflächen konsequent fortgesetzt. Daneben haben durch die Einflüsse der Energieeinsparverordnung und durch Nieder temperatur-Wärmeabgabesysteme Heizungsanlagen heute ungefähr doppelt so große Anlagenvolumen pro kW Heizleistung als vor zehn Jahren. Gegenläufig zum Trend niedrigerer Heizkreistemperaturen haben sich die Temperaturanforderungen im Wärmeerzeuger durch die gestiegene Sensibilität einer Legionellenprophylaxe und durch die vermehrte Verwendung fester Brennstoffe erhöht.

Neben der technischen Entwicklung mussten die an der Überarbeitung der VDI-Richtlinie 2035 beteiligten Fachleute auch berücksichtigen, dass die VDI 2035 in der bisherigen Fassung vielfach nicht oder nicht ausreichend umgesetzt wurde. Beide Faktoren haben in den letzten Jahren die Zahl der Störungen und Schadensfälle durch mangelhafte Wasserqualität im Heizungskreislauf signifikant erhöht. Sie treten insbesondere sekundär an Pumpen und Thermostatventilen aufgrund von ausgetragenen Härte-Abplatzungen aus dem Wärmeerzeuger auf (Bild 1).

Darum wurde für die Neuausgabe die „maximal abscheidbare Menge an Kalk (Calciumcarbonat)“ wesentlich vereinfacht. Denn in der 5. Ausgabe hatten die Richtlinienersteller die mathematischen und wasserchemischen Kenntnisse mancher Planer und Anlagebauer offensichtlich überstrapaziert. Die technisch immer noch sinnvollen Betrachtungs- und Berechnungsweisen stehen jetzt im Anhang C „Berechnung von Sonderfällen“. Bemerkenswert ist ebenfalls, dass neben der Summe der Erdalkalien in mol/m³ parallel die Gesamthärte

Tabelle 1

Neigung zur Steinbildung in Trinkwassererwärmungsanlagen nach VDI 2035

Summe Erdalkalien in mol/m ³ bzw. Gesamthärte in °dH	< 1,5 < 8,4	1,5 bis 2,5 8,4 bis 14	> 2,5 > 14
t _{TWW} < 60 °C	gering	gering	gering
t _{TWW} 60 – 70 °C	gering	gering	mittel
t _{TWW} > 70 °C	gering	mittel	hoch

in °dH angegeben wird. Obwohl der Härtegrad nicht zum SI-Einheitensystem gehört, hat sich im Richtlinienausschuss doch eine Mehrheit zugunsten der von den Anwendern bevorzugten Einheit gefunden.

Anforderungen für Trinkwasseranlagen

Ausgangsbasis aller neuen Richtwerte und Empfehlungen ist, dass die Abscheidung von Kalk als Kesselstein an den Wärmeübertragungsflächen als gegeben und nicht umkehrbar anerkannt werden muss. Die Neigung zur Steinbildung kann, abgesehen von wenigen Sonderfällen, vereinfacht über den maximal möglichen Wert – die Gesamthärte als Summe der Erdalkalien bzw. die Gesamthärte in °dH – bestimmt und eingestuft werden (Tabelle 1).

Unter Berücksichtigung des DVGW-Arbeitsblatts W 551 müssen zur Vermeidung von Legionellen im Trinkwarmwasser (TWW) am Ausgang



Bild: Danfoss

Bild 1 Nachrüstbarer voreinstellbarer Ventileinsatz von Danfoss. Für eine störungsfreie hohe Regelgenauigkeit ist bei den kleinen erforderlichen Querschnitten eine einwandfreie Wasserqualität erforderlich.

des Trinkwassererwärmers mindestens 60 °C eingehalten werden. Für Einfamilienhäuser empfiehlt W 551 eine Einstellung der Regler Temperatur am Trinkwassererwärmer auf 60 °C und weist darauf hin, dass Betriebstemperaturen unter 50 °C zu vermeiden sind. Daraus ist für die Planung abzuleiten, dass auch im Einfamilienhaus ohne andere vertragliche Vereinbarungen grundsätzlich eine Trinkwassertemperatur von 60 °C als Planungsgrundlage für die Vermeidung von Schäden durch Steinbildung anzusetzen ist.

Spezielle Wasserzusammensetzungen mit hohem Karbonathärteanteil, wie sie in wenigen Regionen in Deutschland vorkommen, können allerdings den tolerierbaren Härtebereich gegenüber Tabelle 1 einschränken. Auch DIN 1988-7³⁾ empfiehlt bereits ab 2 mol/m³ (11 °dH) eine Härtestabilisierung im TWW oder die Enthärtung.

In Trinkwassererwärmungsanlagen darf die Trinkwasserqualität durch eine Wasseraufbereitung nicht eingeschränkt werden. Gemäß Trinkwasserverordnung (TrinkwV), VDI-Richtlinie 6023 und DVGW-Arbeitsblatt W 551 dürfen bei der Behandlung nur Stoffe verwendet werden, die in der „Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 der TrinkwV 2001“ aufgeführt sind.

Anforderungen für Heizungsanlagen

In geschlossenen Heizungssystemen ist eine andere Betrachtung erforderlich. Hier werden nur bestimmte Mengen an härtehaltigem Wasser ein- bzw. nachgefüllt, das dann im System verbleibt. Daraus ergeben sich wesentlich geringere Mengen an abscheidbarer Härte als im Trinkwarmwasser.



Bild: Judo Wasseraufbereitung

Bild 2 Mobile Heizungswasserenthärtung mit Füllarmatur und Wasserzähler für Einfamilienhäuser im Koffer. Die Regeneration erfolgt in der Werkstatt. Die Enthärterflasche kann aber auch mit Regenerierstation in der Anlage fest installiert werden. [Heifi-Soft]

Die VDI-Richtlinie sieht Grenzwerte entsprechend Tabelle 2 vor. Unbedingt zu beachten ist die Fußnote zur Tabelle 2. Für die mit Abstand am häufigsten eingesetzten Umlaufwasserheizer gilt ein Richtwert von ≤ 3 mol/m³ (entspricht 16,8 °dH) auch bei Heizleistungen unter 50 kW. Darüber hinaus sind bei Anlagen mit einem spezifischen Anlagenvolumen von mehr als 20 l/kW (z.B. Anlagen mit Heizwasserpufferspeicher) weitere Maßnahmen erforderlich.

Entscheidend für die Steinbildung ist neben der lokalen Wasserbeschaffenheit und der Wandungstemperatur auch das Füllvolumen der Heizungsanlage inklusive dem im Laufe der Nutzungsdauer eingebrachten Ergänzungswasser. Man geht üblicherweise von einem Anlagenvolumen von bis zu 20 l/kW Heizleistung aus. Wenn die lokale Wasserbeschaffenheit die in Tabelle 2 genannten Richtwerte überschreitet oder von wesentlich mehr als den üblichen Füll- und Ergänzungswassermengen (bis zum dreifachen des Anlagenvolumens) auszugehen ist, sind weitere Maßnahmen notwendig.

Werden mehrere Wärmeerzeuger in einem gemeinsamen Heizsystem kombiniert, ist die kleinste Einzel-Heizleistung für die Berechnung des spezifischen Anlagenvolumens heranzuziehen. Hintergrund ist, dass die Inbetriebnahme oder beispielsweise das Belegreifeheizen von Heizestrichen meistens mit nur einem der Wärmeerzeuger vorgenommen wird und in ihm dann nahezu die gesamte Härte abgeschieden wird.

Um die gesamte Füllmenge über die Nutzungsdauer realistisch zu erfassen, kommt dem Einbau eines Wasserzählers eine ebenso große Bedeutung wie einem selbstverständlichen Thermometer und Druckanzeiger zu. Das gilt ebenfalls aus Gründen der Planungstransparenz und zur Erhaltung von

¹⁾ VDI 6023-1 (Entwurf) Hygienebewusstsein für Trinkwasseranlagen – Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung, Juni 2005. Teil 2: Anforderungen an die Hygieneschulung, März 2005. VDI 6023 Hygienebewußte Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen, Dezember 1999

²⁾ VDI 2035-1 Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen – Steinbildung in Trinkwassererwärmungs- und Warmwasser-Heizungsanlagen, Dezember 2005

³⁾ DIN 1988 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI) – Teil 7: Vermeidung von Korrosionsschäden und Steinbildung; Technische Regel des DVGW, Dezember 2004

Tabelle 2

Richtwerte für das Füll- und Ergänzungswasser nach VDI 2035

Gesamtheizleistung*) in kW	Summe Erdalkalien in mol/m ³	Gesamthärte in °dH
≤ 50	keine Anforderungen**)	keine Anforderungen**)
> 50 bis ≤ 200	≤ 2,0	≤ 11,2
> 200 bis ≤ 600	≤ 1,5	≤ 8,4
> 600	< 0,02	< 0,11

*) Nennheizleistung

**) Bei Anlagen mit Umlaufwasserheizern, also die meisten wandhängenden Thermen, und für Systeme mit elektrischen Heizelementen beträgt der Richtwert für die Summe der Erdalkalien ≤ 3,0 mol/m³, bzw. 16,8 °dH.

Gewährleistungsansprüchen für das Betriebsstagebuch nach Anlage D der VDI-Richtlinie. Das Betriebstagebuch wird in der überarbeiteten Auflage von VDI 2035 Blatt 2 „Korrosionsschutz“ noch einmal ergänzt und dann „zur Anwendung empfohlen“.

Maßnahmen zur Verringerung der Steinbildung im Heizungsbereich

Die in VDI 2035 vorgeschlagenen konstruktiven Maßnahmen zur Verringerung der Steinbildung sind durch die Kesselhersteller weitgehend berücksichtigt. Es verbleiben daher neben Planungs- und Installationsvorgaben nur noch die individuellen „wasserseitigen Maßnahmen“.



Bild 3 Mobile Heizungsschutzanlage mit Rohwasserfilter, Rohrtrenner, Enthärtungsanlage, wasserzählergesteuerter Dosieranlage, Füllgruppe und Regenerierstation auf einer Transportkarre. [JMHB]

In Heizungsanlagen ist bereits bei der Planung zu berücksichtigen, dass für eventuelle Reparaturarbeiten wegen des Härteeintrags bei der Wiederbefüllung nicht zu viel Wasser aus dem System abgelassen werden muss. Eine ausreichende Anzahl Absperrorgane zur bereichsweisen Entleerung ist deswegen vorzusehen. Aufgrund anderer Regelwerke sollten die Absperrungen im voll geöffneten Zustand einen minimalen Druckverlust aufweisen und einfach gegen Wärmeverlust zu dämmen sein. Werden die Absperrungen auch zum Hydraulischen Abgleich genutzt, sind solche mit unverlierbarer oder gut reproduzierbarer Voreinstellung dringend zu empfehlen.

Die Investitionen für zusätzliche Bereichsabsperungen und die daraus resultierenden höheren Wärmeverluste lassen sich vermeiden: VDI 2035 sieht die Wasserenthärtung, als „bevorzugtes Verfahren zur Vermeidung von Steinbildung“ bei der Anlagenbefüllung vor, wodurch die Menge der Wasserergänzung nur noch eine untergeordnete Rolle spielt. Das entspricht auch einem deutlichen Trend unter den Anlagenbauern, die bewusst auf die Vermeidung von Kesselstein setzen, indem sie bei der Befüllung und Ergänzung enthärtetes Wasser verwenden. Besonders zu beachten ist, dass heute nicht mehr nur Anlagen mit größeren Kesseln, sondern wegen des minimalen Wasserinhalts im Wärmeerzeuger auch Anlagen mit Umlaufwasserheizern unter 50 kW Heizleistung härtearm be- und nachgefüllt werden sollten.

Alle Anforderungen zur Vermeidung von Schäden durch Steinbildung bieten jedoch keine Gewähr, wenn sie zu spät, nur sporadisch oder sogar nachträglich angewendet werden. Die notwendigen Maßnahmen müssen deswegen bei jeder Heizungsplanung ermittelt, in den Ausschreibungen und Bauaufträgen berücksichtigt und vor der Inbe-

triebnahme kontrolliert werden. VDI 2035 weist unter „Betriebliche Maßnahmen und Instandhaltung“ ausdrücklich darauf hin, dass erforderliche Wasserbehandlungsmaßnahmen zu Beginn der Befüllung einzusetzen und später für jede Ergänzung bzw. Neubefüllung anzuwenden sind. Wer das nicht penibel beachtet, setzt sich durch die Erwähnung der VDI 2035 in der VOB/C, DIN 18380, auch ohne Schadensvorfall unter Umständen durch die Nichtbeachtung anerkannter Regeln der Technik Mängelansprüchen aus.

Produkte und Komponenten und Hinweise zur Enthärtung

Enthärtung nennt die Neufassung der VDI 2035-1 auf der Heizungsseite als zu bevorzugende Maßnahme. Bei kleinen Anlagen und überall dort, wo keine Enthärtungsanlage vorhanden ist, können mobile Wasserenthärtungsanlagen (Bilder 2 und 3) eingesetzt werden. Einige dieser Anlagen sind so konzipiert, dass sie auch in der Füll- und Ergänzungswasserleitung belassen werden können. Als Komplettanlagen mit Druckhaltung als

Bild 5 Rückspülfilter mit Entlüftungssystem für den Heizungskreislauf. [Heifi-Top]



Bild 4 Flüssiger Heizungsschutz aus der Dose: Das nicht alkalisierende, Schutzfilm bildende Dosiermittel gegen Ablagerungen und Korrosion für alle im Heizungsbau üblichen metallischen Werkstoffe wird schlauchlos über einen KFE-Hahn-Adapter ohne sonstige Einfüllwerkzeuge eingeschleust. [QuickDos]



automatisches Nachspeisesystem, normgerechter Netztrennung nach EN 1717 und Wassermengenmessung gewährleisten sie die richtige Füllwasserqualität.

Größere Heizungssysteme werden in der Regel mit stationären Wasseraufbereitungsanlagen betrieben. Sie haben dann ihre Berechtigung, wenn die Füllmenge groß und der Systeminhalt regelmäßig korrigiert werden muss. EN 1717 unterscheidet jedoch nicht nach den Anschlussmöglichkeiten „dauerhaft“ oder „zeitweise“ und fordert für die jeweilige Anschlussart eine Sicherungseinrichtung, bei Inhibitoreinsatz mindestens der Baureihe „BA“. Diese, aus drei Druckzonen aufgebauten Sicherungsarmaturen können zwar das Zurückfließen des Heizungswassers verhindern, nicht aber die Beeinträchtigung des Trinkwasser durch Stagnation in der Anschlussleitung ausschließen. Hygienisch einwandfrei wäre demnach ohne weitere Maßnahmen nur der Anschluss einer permanent undichten Heizungsanlage (!). In allen anderen Fällen ist – wie in der gesamten Sanitärtechnik – auf die regelmäßige Entnahme von Wasser zu achten, um hygienisch einwandfreie Bedingungen zu gewährleisten.

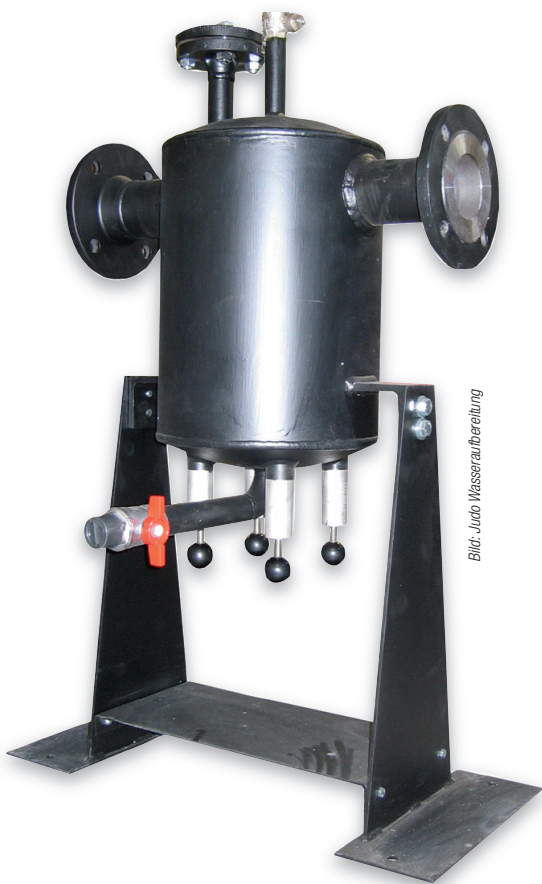


Bild 6 Eisenschlammabscheider für Heizungs- und Kühlsysteme. Die Reinigung kann nach der Deaktivierung der Magnete sowohl mit Eigenmedium als auch mit Fremdmedium über den integrierten Rohwasseranschluss erfolgen. [Ferroclean]

Enthärtungsanlagen machen es unter Umständen erforderlich, dass vor der Zuführung von Ergänzungswasser in das Heizungssystem ein bis zwei „Bettvolumen“ (Harzbehälterinhalte) an Wasser verworfen werden. Durch das große Konzentrationsgefälle zwischen teilbeladenem Harz und dem Ergänzungswasser kann es im stagnierenden Zustand zu so genannten „Gegenioneneffekten“ kommen. Dabei kann Härte zurückgelöst und später in das System eingespült werden. VDI 2035 empfiehlt deswegen, auf eine ausreichende Kapazität der Enthärtungsanlage bei der Befüllung zu achten.

Zusätzliche Konditionierung des Heizungswassers

Im Kreislauf selber, werden zur Konditionierung des Heizungswassers im Hinblick auf eine Härtestabilisierung und Korrosionsschutz einfache Dosiersysteme angewendet (Bild 4). Damit wird die im Kreislaufsystem verbliebene Wasserhärte soweit stabilisiert, dass die Wärmeübertragungsflächen weitgehend frei von Härteablagerungen bleiben.

Ein willkommener Nebeneffekt ist die bei den meisten Dosiermitteln bereits berücksichtigte Korrosionsinhibierung. Sie gewinnt vor allem wegen der stark zunehmenden Verbreitung von Aluminium-Legierungen an Bedeutung. In der Heiztechnik verwendete Aluminium-Werkstoffe haben zwar wegen ihrer sehr guten Wärmeleiteigenschaften Vorteile, reagieren aber als so genannte „amphotere Verbindungen“ sowohl mit saurem als auch mit alkalischem Wasser. Sie „vertragen“ in der Regel nur einen pH-Wert von maximal 8,5. pH-Pufferungskomponenten in den Konditionierungsmitteln sind daher ein wirksamer Schutz vor Überalkalisierung, denn unbehandelte Wässer können aufgrund des Karbonathärteanteils pH-Werte von deutlich über 9 annehmen.

Unter Umständen kann es erforderlich sein, das Füll- und Ergänzungswasser ganz oder teilweise zu entsalzen, um die alkalisierenden Bestandteile zu entfernen. Dies sollte in jedem Fall bereits bei der Anlagenplanung geprüft werden. Gegebenenfalls unter Einholung einer Wasseranalyse beim Wasserversorger oder durch Erstellung eigener Wasseranalysen an der Verwendungsstelle (siehe Anhang A zur VDI 2035).

In VDI 2035 wird auch der Einsatz von Filtern und Schlammabscheidern zur Reinigung von Warmwasser-Heizungsanlagen empfohlen. Auf dem Markt befindliche und rückspülbare Heizungsschutzfilter haben sich in der Praxis bestens bewährt (Bild 5). Eingebaut im Heizungsvorlauf übernehmen sie neben der Schmutzrückhaltung auch die Funktion von Entlüftern. Größere Systeme werden mit Hilfe von Schlammabscheidern nach dem Prinzip der Adhäsion von Korrosionspartikeln an Hochleistungsmagneten gereinigt. Durch die Entnahme der Magneteinsätze lassen sich die

Schlammabscheider mit wenig Volumenausstrag einfach ausspülen (Bild 6).

Schlussbemerkung

Betrachtet man den Aufwand, im Schadensfall eventuelle Gewährleistungsansprüche zu bewerten, nachzuweisen oder zu widerlegen, ist es sowohl für den Planer, den Anlagenbauer als auch den Betreiber immens wichtig, die erforderlichen Daten der Betriebsweise einer Heizungsanlage lückenlos darstellen zu können. Ein langfristig störungsfreier Betrieb ohne Probleme durch Steinbildung ist möglich, wenn nur ein Richtwert aus der VDI 2035 in Abhängigkeit

- des berechneten Anlagenvolumens,
- der Gesamtheizleistung bzw. der kleinsten Einzelheizleistungen bei Mehrkessel- oder Kaskadenanlagen,
- der Wasserhärte (ohne Aufbereitung),
- der berechneten Füll- und Ergänzungswassermengen ohne Aufbereitung sowie
- der tatsächlichen Füll- und Ergänzungswassermengen mit Angabe der jeweiligen Gesamthärte

ermittelt und bei Planung, Ausführung und Betrieb beachtet wird. Auch dort, wo eine Enthärtung aufgrund der Richtwerte nicht unbedingt erforderlich ist, beugen mobile Enthärtungsanlagen eventuellen Problemen oder einer unbezahlten Störungsbeseitigung ohne großen Aufwand zu geringen Kosten vor. Verweigert ein Auftraggeber bei erforderlichen Maßnahmen die vergleichsweise geringen Kosten zur Sicherung seiner Anlageninvestition, müssen sich die Planer und Anlagenbauer wirksam von Mängelansprüchen entbinden lassen. ■



Stefan Gözl

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Gözl ist Teamleiter Industriewassertechnik der Judo Wasseraufbereitung GmbH, Winnenden
Telefon (0 71 95) 69 21 42
E-Mail: stefan.goelz@judo-online.de
www.judo-online.de