

Auf der Suche nach Ursachen

Ausfälle bei Armaturen in Warmwasser-Verteilungsleitungen

Jiří Matějček*, Vladimír Jirout**

Der Autor befasst sich bereits seit Jahren mit der Problematik der Wasserzusammensetzung in Heizsystemen. Diesmal konzentriert er sich in seinem Beitrag auf die Verteilungsleitungen im Rahmen der Warmwasseraufbereitung. Diese beiden Probleme unterscheiden sich. Das Wasser in einem Heizsystem wird nämlich nach der ersten Befüllung im Idealfall nicht ausgetauscht und die Bemühungen, die unausweichlichen Verluste zu kompensieren, haben nicht eine Verringerung des Verkrustungsrisikos zur Folge. Bei der Warmwasseraufbereitung handelt es sich dagegen um ein System, dem das Wasser ständig entnommen wird, sodass die „unerwünschten Stoffe“ stets in das System nachgefüllt werden.

„In den 80er und 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts beschäftigte sich das tschechische Forschungsinstitut für Wasseraufbereitungsanlagen beim tschechischen Staatsbetrieb ČKD Dukla intensiv mit der Warmwasseraufbereitung und entwickelte eine spezielle Wasseraufbereitungsanlage, die gerade für solche Systeme mit Wassererwärmung bestimmt war. Nach 2000 stellte man die Installation dieser Anlagen leider beinahe vollständig ein, was an der letzten Konferenz „Vytápění“ (Tschechisch für „Beheizung“) im südböhmischen Třeboň auch weitere Experten kritisierten. Aus den Forschungsarbeiten des Forschungsinstituts für Wasseraufbereitungsanlagen ergab sich unter anderem die Feststellung, dass die magnetische Wasseraufbereitung von zeitlich begrenzter Wirksamkeit sei und das aufbereitete Wasser diese Pro-

zedur, falls sie ihre vollständige Wirksamkeit entfalten soll, in bestimmten zeitlichen Intervallen wiederholt durchlaufen müsse. Das lässt sich in offenen Systemen allerdings nicht bewerkstelligen, sodass folglich das Phänomen auftritt, das in diesem Artikel exakt beschrieben ist. Ich erwarte daher, dass sich der Autor mit diesem Problem in nächster Zeit weiter beschäftigt und Vorschläge erarbeitet, wie dieses zu lösen oder zumindest zu lindern ist.“ (Rezensent).

Situation

Die Kugelabsperrentile in der Warmwasser-Verteilungsleitung verklemmen sich nach kurzer Zeit dermaßen, dass sie sich nicht betätigen lassen.

Beschreibung der Ventile

Die Ventile sind aus einer speziellen Legierung hergestellt. Auf beiden Sei-



Bild 1 • Der innere Teil eines Kugelventils, die Verkrustung verhindert die Bewegung des inneren Teiles.



Bild 2 • Die Menge der von einem Ventil entfernten Verkrustungen.

Autor: *Ing. Jiří Matějček, CSc., zugelassener Ingenieur für Umwelttechnik, zertifizierter Gerichtssachverständiger für Energiewirtschaft, Energetická zařízení s.r.o., Prag; Mitglied des Redaktionsrates der Zeitschrift Topenářství instalace

Rezensent: **Ing. Vladimír Jirout, Mitglied der tschechischen Kommission für technische Standardisierung Nr. 93 (TNK 93), Fachgebiet: Zentralheizung und Warmwasseraufbereitung, Prag; Mitglied des Redaktionsrates der Zeitschrift Topenářství instalace
*Der Text wurde in der Zeitschrift Topenářství instalace (Heizung Installation) Nr. 2/2018 veröffentlicht.

ten sind diese mit einer Messingverschraubung versehen. Die im Ventilinneren befindliche Kugel ist vollständig unbeweglich. Auf der inneren Oberfläche des Ventils sowie der Verschraubung lassen sich mit bloßem Auge durch das Warmwasser verursachte Verkrustungen und Ablagerungen entdecken.

Beschreibung der Warmwasseraufbereitungsanlage

Das Warmwasser wird in einem Plattenwärmetauscher aufbereitet. Zum Zwecke eines Ausgleiches zur Zeit des Warmwasser-Spitzenbedarfes sowie in dem Zeitraum, bevor die Regler zu funktionieren beginnen, wurden zwei Speicherbehälter mit einem Volumen von je 6.000 l installiert. Der Warmwasser-Nenndurchfluss beträgt 10,7 l/s. Der durchschnittliche Warmwasserverbrauch beträgt 20 m³/Tag. Die Wasseranschlussleitungen vom Hauptabsperrventil sind aus rostfreiem Stahl, die restlichen Leitungen aus PVC-C. Zur Verbindung der rostfreien Leitungen wurden Fittings aus verzinktem Stahl verwendet. Auf einigen Verbindungsteilen finden sich Spuren von Versickerung und Verkrustung. Zum Schutz vor der übermäßigen Vermehrung der Bakterie Legionella pneumophila wurde eine automatische Dosieranlage installiert, die dem Wasser kontinuierlich ein spezielles chemisches Mittel hinzufügt. Das zur Wasserdesinfektion dienende chemische Mittel wirkt korrosionsfördernd. Entnommen wurden Kaltwasser- und Warmwasserproben sowie Schlammproben aus dem unteren Teil des Speicherbehälters. Aus den Analyseergebnissen geht offensichtlich hervor, dass es sich um aggressives Wasser handelt, das Feststoffe auflöst. Das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht ist beeinträchtigt. Die Korrosion greift insbesondere Eisen, Kupfer und Zink an. Das Wasser ist mittelhart, mit einem niedrigen Eisengehalt. Korrosionsprodukte sowie Kalksedimente lagern sich auf der inneren Oberfläche von Leitungen und Armaturen ab. Diese verursachen die Verklebung sämtlicher beweglichen Teile und bilden unlösliche Ablagerungsschichten im Rohrrinneren.

Maßnahmen zur Beseitigung von Mängeln

Die Korrosion der metallenen Systemkomponenten ist zu vermeiden,

Eisen- und Manganverbindungen sowie Verbindungen sämtlicher im Wasser enthaltenen, unlöslichen Bestandteile sind kontinuierlich zu entfernen. Es ist notwendig, den überschüssigen Kalk zu entfernen und das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht zu erreichen. Zur Beseitigung der Mängel am Warmwasser-Rohrsystem wurde die elektromagnetische Wasseraufbereitung mit einer kontinuierlichen Schlammferrnennung empfohlen. Die Wasseraufbereitungsanlage entfernt aus dem Warmwasserkreislauf den überschüssigen Kalk, der sich in dem System sonst ablagern würde, wodurch sie die Lebensdauer der Warmwasser-Verteilungsleitungen beträchtlich erhöht und die Kosten für die Instandhaltung des gesamten Systems senkt. Aus dem Warmwasser wird lediglich der überschüssige Kalk entfernt, der bei der Erwärmung ausfällt. Dies bedeutet, dass das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht des Wassers nach der Erwärmung wieder erreicht wird. Die Wasseraufbereitungsanlage entfernt aus dem Warmwasser kontinuierlich Eisen sowie unlösliche Stoffe, die anschließend aus dem System ausgesondert werden und das Warmwasser schützt auf diese Art und Weise ununterbrochen die Verteilungsleitungen, den Wärmetauscher und sämtliche weiteren Technologieanlagen vor Ablagerungen. Der ganze Prozess ist vollkommen umweltfreundlich und kommt ohne Zusätzen von Chemikalien sowie Eingriffe der Bedienung aus. Die Wasseraufbereitungsanlage sichert eine ausreichende Desinfektion des Warmwassers und trägt so zur Reduzierung der Anzahl von Mikroorganismen in den Verteilungsleitungen bei. An der Oberfläche der Kathode sowie der Anode erfolgen Redoxreaktionen und es bildet sich eine kleine Menge des Chlorradikals.

Fazit

Aus den Ergebnissen der Wasserproben- und Schlammprobenanalyse geht offensichtlich hervor, dass das Warmwasser mittelhart und aggressiv ist und Feststoffe auflöst. Das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht ist beeinträchtigt. Die Korrosion greift insbesondere Eisen, Kupfer und Zink an. Korrosionsprodukte sowie Kalksedimente lagern sich auf der inne-

Tabelle • Das Trinkwasser ist aggressiv, Feststoffe werden aufgelöst, der Schlamm beinhaltet erhebliche Mengen an Eisen, Kupfer und Zink.

Empfänger: Ing. Jiří Matějček, CSc.			
Datum der Probenentnahme: 02. bis 05.02.2016			
Datum der Protokollerstellung: 07.02.2016			
Indikator	WASSERLEITUN G	WARMWASSE R	SCHLAMM M
Konduktivität (µS/cm)	570	585	672
pH bei 25 °C	7,4	7,5	6,7
pH _s bei 25 °C	7,7	7,7	7,8
Ryznar-Stabilitätsindex	8,02	7,97	8,94
Langelier-Sättigungsindex	- 0,3	- 0,2	
Σ Ca+Mg (mmol/l) / als CaCO ₃	1,75	1,72	1,95
Gesamthärte m (KMK _{Ca}) (mmol/l)	3,3	3,3	1,5
Eisen insgesamt (mg/l)	0,04 l	0,048	6,04
Mangan (mg/l)	< 0,01	< 0,01	0,203
Calcium (mg/l) / (mmol/l)	60,1 / 1,5	60,1 / 1,5	64,1 / 1,6
Magnesium (mg/l) / (mmol/l)	6,08 / 0,25	5,35 / 0,22	8,51 / 0,35
Karbonathärte (*N, bzw *dH)	9,2	9,2	4,2
Karbonathärte			
Ca(HCO ₃) ₂ (mol/m ³), berechnet auf der Grundlage der Calciumhärte	1,5	1,5	1,6
DOC (mg/l)	1,23	5,92	1,75
Natrium (mg/l)	51,5	51,1	51,9
Kalium (mg/l)	2,77	2,82	2,90
Kupfer (mg/l)	< 0,001	0,106	0,839
Aluminium (mg/l)	< 0,01	< 0,01	0,02
Zink (mg/l)	0,023	0,099	3,09
Ammonium (mg/l)	0,132	0,229	0,364
Chloride (mg/l)	25,4	26,3	29,7
Sulfate (mg/l)	62,2	60,7	173
Nitrite (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitrate (mg/l)	17,4	16,8	16,7
Phosphate (mg/l)	0,109	0,159	< 0,01
Siliciumdioxid (mg/l)	8,62	9,16	7,76
Hydrogencarbonate (mg/l)	201	201	91,5
freies CO ₂ (mg/l)	30,8	26,4	49,2
aggressives CO ₂ (mg/l)	3,3	1,5	23,8

* Aluminiumkonzentration insgesamt (Schlamm beinhaltende Wasserprobe) 0,474 mg/l.

ren Oberfläche von Leitungen und Armaturen ab. Diese verursachen die Verklebung sämtlicher beweglichen Teile und bilden im Rohrrinneren unlösliche Ablagerungsschichten. Zur Beseitigung der Mängel an dem Warmwasser-Rohrsystem wurde die elektromagnetische Wasseraufbereitung empfohlen. Die Wasseraufbereitungsanlage entfernt kontinuierlich ungelöste Stoffe, die sie anschließend aus dem Warmwassersystem aussondert. Sie schützt sämtliche zur Warmwasseraufbereitung dienenden Technologieanlagen vor Ablagerungen. Die Warmwasseraufbereitung sichert eine ausreichende Desinfektion des Warmwassers.