

+ Werkstatt Montagepraxis

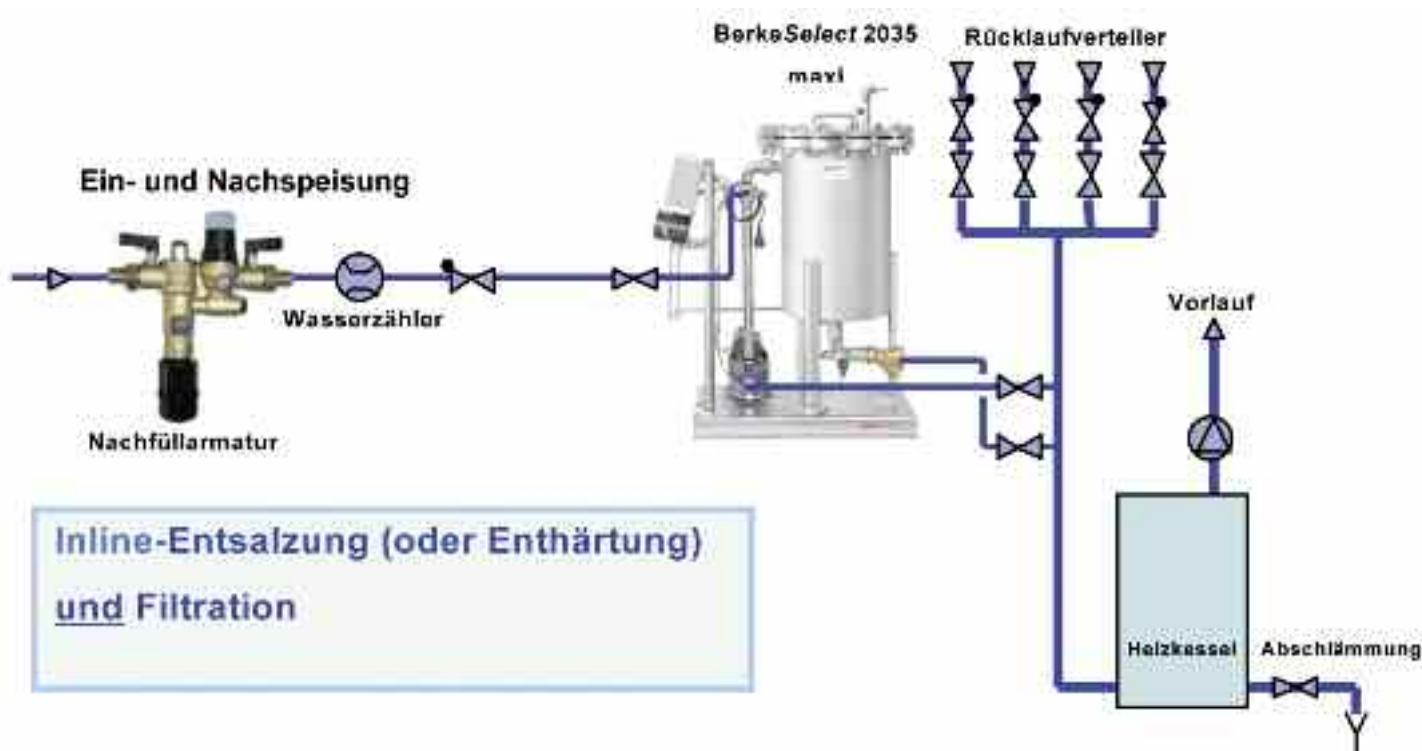
Geänderter Sonderdruck
Heft 4 · August 2010

DESIGN | TRENDS | PRODUKTE | SYSTEME

Das Kompetenz-Magazin für Sanitär- und Heizungsinstallation

Thomas Behling *)

Aktuelle Anforderungen an das Füll- und Ergänzungswasser für Warmwasser-Heizungsanlagen



Thomas Behling *)

Aktuelle Anforderungen an das Füll- und Ergänzungswasser für Warmwasser-Heizungsanlagen

Der Klimaschutz ist in aller Munde, und hier allen voran der Ausstoß an Kohlendioxid, der bei jeder Verbrennung von fossilen Brennstoffen entsteht. Um die Entstehung von Klimagasen und damit den so genannten „Carbon Footprint“ zu mindern, werden bereits viele Anstrengungen unternommen, besonders auch im Bereich der Heiztechnik.

Nicht zuletzt durch gesetzliche Regelungen, wie zum Beispiel die Energiesparverordnung, ist die Technologie in diesem Bereich weit fortgeschritten, so dass auch die zugehörigen Technischen Regeln überarbeitet und angepasst wurden. Für Warmwasser-Heizungsanlagen ist hier besonders die VDI-Norm 2035 zu nennen. Das Blatt 1, das sich mit der Steinbildung befasst, ist 2005 neu erschienen, und 2009 folgte das Blatt 2, in dem es um die heizwasserseitige Korrosion geht.

Die Neufassung wurde nötig, weil heute oftmals höhere Anlagenvolumina im Verhältnis zur installierten Heizleistung zur Ausführung kommen, kompaktere Wärmeübertragungsflächen eingesetzt werden, ein Trend zu Mehrkesselanlagen, den so genannten „Kaskaden“, besteht, und immer neue Werkstoffe eingesetzt werden. Zwischenzeitlich hat die Druckhaltung in diesen Systemen eine zentrale Bedeutung erlangt, und der Kenntnisstand über Schadensursachen und deren Vermeidung ist ständig gewachsen.

Ein weiterer Grund für die Neufassung war, die Praxistauglichkeit der VDI 2035 zu erhöhen. Trotzdem sind viele Details dieser Richtlinie für die meisten Fachplaner und Heizungsbauer nur schwer zu verstehen und zu interpretieren. Oft geht es um komplexe Wasserchemie, die einen hohen Wissensstand und Erfahrungsschatz aller Beteiligten voraussetzt. Eine andere

Herausforderung: Mitunter bestehen Widersprüche zwischen den Aussagen der beiden Blätter der VDI 2035. Denn Steinbildung und Korrosion sind zwei verschiedene Bereiche, die unterschiedliche, zu vereinende Anforderungen an die Qualität des Heizungswassers stellen.

So ist die Steinbildung abhängig von der Härte im Wasser, genauer gesagt von der Karbonathärte. Wenn man von Wasserhärte spricht, ist dabei stets die Gesamthärte gemeint. Die Gesamthärte ist ein Maß für die Menge an Calcium und Magnesium. Für die Steinbildung, sprich Kalkablagerung, ist jedoch auch Hydrogencarbonat erforderlich, die so genannte Karbonathärte. Hat ein Wasser zum Beispiel viel Calcium, aber wenig Hydrogencarbonat, hat es also eine hohe Gesamthärte, aber nur eine geringe Karbonathärte. Dieses Wasser würde somit auch nur zu geringer Steinbildung neigen. Da dieser Fall aber eher die Ausnahme ist und meist die Karbonathärte nur wenig geringer ist als die Gesamthärte, bezieht man sich im Blatt 1 der VDI 2035 nur noch auf die Gesamthärte zur Beurteilung, ob eine Wasserbehandlung erforderlich ist oder nicht.

Abhängig ist die Steinbildung allerdings nicht nur von der Wasserhärte. Es spielen auch die Menge an Füll- und Ergänzungs-



Steinbildung und Korrosion führen zu kostspieligen Störungen im Heizungssystem. Laut VDI werden daher hohe Anforderungen an das Heizungswasser gestellt.

wasser während der Lebensdauer der Anlage, das Anlagenvolumen, die Gesamtheizleistung und die Art des Wärmeerzeugers eine Rolle. Die Steinbildung behindert den Wärmeübergang, was auf der einen

Seite zu höheren Heizkosten führt, andererseits entstehen dadurch im Kessel überhöhte Temperaturen und somit Spannungen. Diese führen dann zu Schäden und Ausfall der Anlage mit erheblichen Reparatur- und In-

Tabelle 1 · Richtwerte für das Füll- und Ergänzungswasser nach VDI 2035 Blatt 1.

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

Dabei wird davon ausgegangen, dass:

- das 3-fache des Nennvolumens als Füll- und Ergänzungswasser nicht überschritten wird.
- das spezifische Anlagenvolumen ≤ 20 l/kW Heizleistung beträgt. Ist das spezifische Anlagenvolumen > 20 l/kW Heizleistung, sind die Anforderungen der nächst höheren Gruppe anzusetzen.
- > 50 l/kW, wird die Anlage als > 600 kW betrieben (bei Mehrkesselanlagen ist immer die kleinste Einzel-Heizleistung einzusetzen).



*) Thomas Behling, Spezialgebiet Heizungswasser-aufbereitung, Berkefeld/VWS Deutschland GmbH Fax (09 11) 4 39 59 02 E-Mail thomas.behling@veoliawater.com

standsetzungskosten. Um diese Gefahren zu minimieren, wurden Richtwerte für die Härte von Füll- und Ergänzungswasser in Abhängigkeit der Heizleistung im Blatt 1 vorgegeben. Es sind dabei aber auch die geplanten Füll- und Ergänzungswassermengen während der Lebensdauer der Anlage und das Anlagenvolumen im Verhältnis zur Heizleistung zu beachten. Das gilt insbesondere bei Mehrkesselanlagen, da hier die kleinste Einzelheizleistung ausschlaggebend ist. Ausnahmen von diesen Richtwerten bestehen bei einem hohen spezifischen Anlagenvolumen. Hier ist bereits bei geringeren Heizleistungen eine nur geringe oder gar keine Härte im Heizungswasser zulässig.

Die Steinbildung entsteht, wenn das Gleichgewicht zwischen den im Wasser gelösten, kalkbildenden Ionen (Calcium, Magnesium und Hydrogencarbonat) und der in jedem Wasser beispielsweise aufgrund von Wärme vorkommenden Kohlensäure gestört wird. Es bildet sich Calciumhydrogencarbonat, also Kalk, der sich praktisch nicht wieder auflöst. Um die Anforderungen der VDI 2035 Blatt 1 zur Verminderung der Steinbildung zu erfüllen, ist es deshalb in vielen Fällen nötig, die Härte ganz oder teilweise zu entfernen. Das geschieht in der Regel am besten durch eine Enthärtungsanlage. Hier werden die Calcium- und Magnesiumionen des Wassers gegen Natriumionen ausgetauscht. Das nun vorhandene Natriumhydrogencarbonat bleibt hingegen sehr gut in Lösung und bildet deshalb keine Ablagerungen. Andererseits würde auch eine Entsalzung des Wassers die Härte entfernen. Diese ist allerdings aufwendiger.

Störungen durch Korrosion

Aber nicht nur Steinbildung führt in Heizungsanlagen zu Schäden. Nicht selten ist Korrosion Schuld an Störungen an diesen Systemen. Auch hier liegt die Ursache an der Beschaffenheit des Umlaufwassers. Blatt 2 der VDI 2035 gibt hierzu Hinweise. Entscheidend für die Korrosion sind der Sauerstoffgehalt, der pH-

Wert, die elektrische Leitfähigkeit und wiederum die Härte des Umlaufwassers.

Die Korrosionsreaktionen werden im Wesentlichen durch den Sauerstoff im Heizungswasser bestimmt. Deshalb sollte die Sauerstoffkonzentration so gering wie möglich sein. Im Blatt 2 werden daher auch Grenzwerte für Sauerstoff im Heizungswasser festgelegt. Bei einer fachgerechten Planung und Installation sowie regelmäßiger Wartung und Instandhaltung der Heizungsanlage kann man davon ausgehen, dass sich der Sauerstoffgehalt im regulären Betrieb bei geschlossenen Anlagen auf unkritische Werte einstellt. Es ist jedoch wichtig, den Sauerstoffeintrag zu minimieren.

Eine Ursache des Sauerstoffeintrags ist die Unterdruckbildung. Deshalb hat die Druckhaltung im Heizungssystem eine zentrale Bedeutung. Falsche Dimensionierung, fehlerhafte Installation sowie mangelhafte Wartung und Kontrolle der Druckhaltung führen zu Sauerstoffeintrag und somit zu Korrosion. Weitere Ursachen sind Lufteinschlüsse bei Füll- und Nachfüllvorgängen sowie der Sauerstoffgehalt des Füll- und Ergänzungswassers. Hier ist eine Füllstation mit automatischer Entgasung hilfreich. Auch führt die Diffusion über permeable Bauteile – wie zum Beispiel Dichtungen, Membranen, Schläuche und Kunststoffrohre, wie sie für Fußbodenheizungen eingesetzt werden – zu unerwünschtem Sauerstoffeintrag.

Der pH-Wert des Füll- und Ergänzungswassers liegt üblicherweise, unabhängig von Trinkwasser, enthärtetem oder ent-

Tabelle 2 · Richtwerte für das Umlaufwasser nach VDI 2035 Blatt 2.

		salzarm	salzhaltig
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	< 100	100-1500
Aussehen		frei von sedimentierenden Stoffen	
pH-Wert bei 25°C		8,2-10,0*	
Sauerstoff	Mg/l	< 0,1	< 0,02

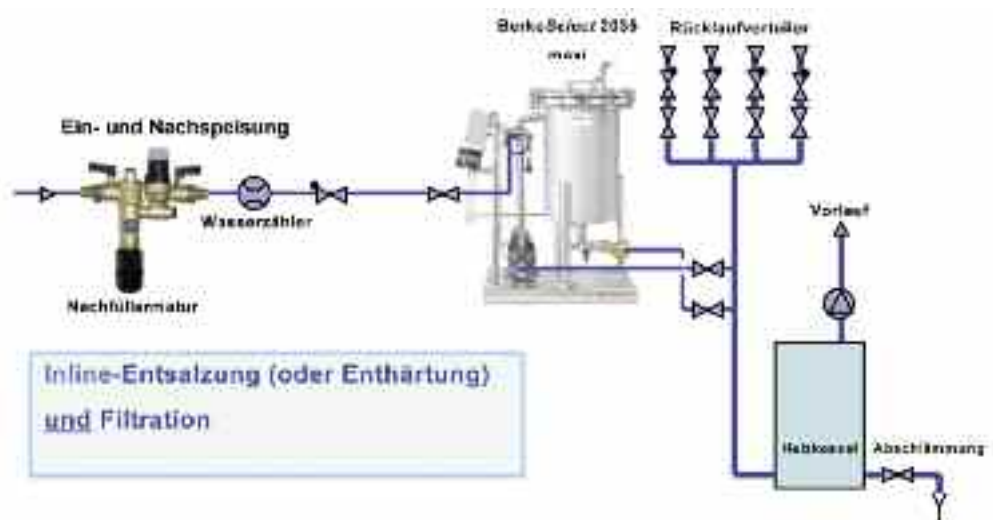
* pH < 8,5, bei Anwesenheit von Aluminium im System Tabelle 2.

salztem Wasser, unter dem Richtwert für das Umlaufwasser in Heizungsanlagen. Im Heizungswasser sollte der pH-Wert zwischen 8,2 und 10 liegen. Normalerweise ist eine pH-Wert-Anhebung durch Zugabe von Chemikalien nicht erforderlich, da sich der geforderte pH-Wert im Betrieb durch Eigenalkalisierung des Wassers von selbst einstellt. Durch die Erwärmung wird die im Wasser gelöste Kohlensäure ausgetrieben und durch die Entgasung abgeführt. Dadurch steigt der pH-Wert auch bei entsalztem Wasser. In diesem pH-Bereich ist das Wasser für die üblicherweise in Heizungsanlagen eingesetzten Werkstoffe korrosionstechnisch unschädlich. Eine Ausnahme ist Aluminium, das bei pH-Werten über 8,5 zu Korrosion neigt. Hier muss ein sehr enger Bereich von pH 8,2 bis 8,5 eingehalten werden, was in der Praxis einigen Aufwand erfordert. Da sich durch die Eigenalkalisierung meist ein höherer pH-Wert einstellt, ist ein vorsichtiges Ansäuern und häufiges Kontrollieren des Umlaufwassers nötig.

Die Korrosionswahrscheinlichkeit nimmt mit sinkender elektrischer Leitfähigkeit des Heizungswassers ab. Deshalb wurde nun auch in der VDI 2035 ein Maxi-

malwert für die elektrische Leitfähigkeit festgelegt. Sie ist ein Maß für den Salzgehalt des Wassers. Um ein Wasser mit einer geringen elektrischen Leitfähigkeit, also geringer Korrosionswahrscheinlichkeit zu erhalten, ist demnach eine Entsalzung erforderlich. Da dem Füll- und Ergänzungswasser bzw. auch dem Umlaufwasser durch die Entsalzung auch die Härtebildner entzogen werden, werden dadurch die Anforderungen zum Steinschutz nach Blatt 1 ebenso erfüllt wie die zum Korrosionsschutz nach Blatt 2. Da es sich bei einer Heizungsanlage um ein geschlossenes Wasserzirkulationssystem handelt, findet hierfür außerdem die DIN EN 14868 Anwendung. Hierauf verweist auch die VDI 2035 Blatt 2. Danach ist die Verwendung von vollentsalztem Wasser für solche Systeme vorzuziehen.

Die Zugabe von Chemikalien sollte auf Ausnahmen beschränkt werden. Wie bereits erwähnt, ist wegen der Eigenalkalisierung des Heizungswassers eine zusätzliche Zugabe nur in Sonderfällen erforderlich. Ebenso verhält es sich mit Sauerstoffbindemitteln, wenn alle Maßnahmen zur Vermeidung von Sauerstoffeintrag durchgeführt werden.



Die klassischen Dosiermittel Trinatriumphosphat und Natriumsulfid bergen außerdem die Gefahr der Aufsalzung, was zu einer Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit führt. Dadurch wird dann wiederum die Korrosion begünstigt. Wenn eine Dosierung unabdingbar ist, wie etwa bei Altanlagen, sollten nur noch Korrosionsinhibitoren zum Einsatz kommen. Diese Inhibitoren bilden eine Schutzschicht, die zumeist auf Molybdat basiert. Eine Über- bzw. Underdosierung ist zu vermeiden, weil dabei die Schutzschicht gestört wird, was zu Korrosion führen kann. Eine kurzzeitige Zugabe ist ebenfalls zu unterlassen, denn während des anschließenden langsamen Abbaus des Dosiermittels findet ebenso eine Underdosierung mit den oben genannten Folgen statt.

Ein Muss: das Anlagenbuch

Die VDI 2035 Blatt 2 fordert nun unabhängig von der Leistung und Größe der Heizungsanlage, dass in allen Fällen ein Anlagenbuch zu führen ist. Das Anlagenbuch eröffnet der Planer der Anlage mit allen relevanten Planungsdaten und Betriebsparametern. Dabei sind die Gesamtheizleistung (bzw. Einzelheizleistungen), Anlagenvolumen, zu Grunde gelegte Füll- und Ergänzungswassermenge während der Lebensdauer der Anlage, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert und Wasserhärte des Trinkwassers gemäß einer Wasseranalyse, Art und Menge der Zusätze für die Wasserbehandlung sowie die Art der Wasserbehandlung anzugeben. Fortgeführt wird das Anlagenbuch durch den Installateur der Anlage, der alle Inbetriebnahmedaten dokumentie-



Um die Anforderungen der VDI 2035 zur Verminderung der Steinbildung zu erfüllen, ist es oft nötig, die Härte ganz oder teilweise zu entfernen. Möglich wird dies durch einen Heizungswasserfilter mit gleichzeitiger Enthärtung, etwa durch den „BerkeSelect 2035“. (Werkfotos)

ren muss. Anschließend hat der Betreiber der Anlage die Pflicht, alle Wartungs-, Instandhaltungs- und Korrekturmaßnahmen zu dokumentieren. Ebenso sind die Kontrollergebnisse für die Füll- und Ergänzungswassermengen, die Gesamthärte des Nachspeise- und Umlaufwassers, der pH-Wert und die Leitfähigkeit des Umlaufwassers und die Konzentration der Konditionierungsmittel zu erfassen.

Bei der Wartung, die mindestens einmal im Jahr durchzuführen ist, ist die wichtigste Maßnahme die Kontrolle des Anlagendrucks. Wie bereits beschrieben, sind Unterdruckzustände der häufigste Grund für Sauerstoffeintrag und somit für Korrosion. Bei Anlagen mit mehr als 600 kW Leistung und allen Anlagen mit behandeltem Füll- und

Ergänzungswasser sind die elektrische Leitfähigkeit und der pH-Wert mindestens einmal im Jahr zu messen und zu dokumentieren. Wird der Richtwert für die elektrische Leitfähigkeit im Umlaufwasser überschritten, muss diese zum Beispiel durch Absalzen gesenkt werden, da sonst die Korrosionswahrscheinlichkeit steigt.

Eine Druckhaltung und Entgasung findet sich praktisch schon heute in jeder Heizungsanlage. Es sollte allerdings verstärkt auf die richtige Auslegung geachtet werden. Eine den aktuellen Regeln entsprechende Wasseraufbereitung wird jedoch in vielen Fällen noch nicht eingesetzt. Doch gerade hier liegt oft die Ursache für Störungen durch Steinbildung oder Korrosion, die durch die Wasserinhaltsstoffe verursacht werden. Wie beschrieben sollten Heizungsanlagen zur Abwehr von Regressansprüchen mit entsalztem Wasser befüllt und nachgespeist werden, wobei Vorgaben von Kesselherstellern stets vorrangig beachtet werden sollten. In den meisten Fällen kommen hierfür mobile oder stationäre Entsalzungspatronen zum Einsatz. Selten ist eine Umkehrosmoseanlage vorhanden. Der Nachteil mobiler Entsalzungspatronen ist, dass sie nur bei der Befüllung zur Verfügung stehen, und dann mit unbehandeltem Trinkwasser nachgespeist wird. Das gleiche passiert, wenn die stationäre Patrone erschöpft ist und nicht rechtzeitig gewechselt wird. Auch hier gelangt unbehandeltes Wasser in den Kreislauf, das dann nicht mehr aufbereitet werden kann.

Im Bypass integriert

Berkefeld empfiehlt daher das Aufbereitungssystem „Berke Select 2035“, das in einem By-

pass in das Heizungssystem integriert ist. Die Anlage enthält einfach auswechselbares Ionenaustauscherharz zur Entsalzung oder alternativ zur Enthärtung. Es kann damit nicht nur das Füll- und Nachspeisewasser aufbereitet werden, sondern auch das Umlaufwasser im System. Eine weitere externe Wasseraufbereitung ist nicht erforderlich. Zusätzlich findet eine Filtration des Heizungswassers statt. Mit dieser Anlage kann auch bei Sanierungen das Umlaufwasser in Altanlagen aufbereitet werden, ohne das System komplett zu entleeren, was dort im Allgemeinen ohnehin nicht möglich ist. Durch die integrierte, zeitgesteuerte Umwälzpumpe fließt das Heizwasser über die Anlage, ohne den Heizungskreislauf zu stören. Die Mikroprozessorsteuerung überwacht neben der Pumpe und dem Differenzdruck des Filters auch die Leitfähigkeit des Heizungswassers und gibt die Meldungen an die Gebäudeleittechnik.

Zusammenfassend lässt sich über die Neufassung VDI 2035 sagen, dass eine sorgfältige Planung und Ausführung jeder Heizungsanlage unabdingbar ist. Dabei spielt die Druckhaltung und Entgasung eine genauso wichtige Rolle wie die richtige Wasseraufbereitung. Zur richtigen Auslegung empfiehlt es sich, fachlichen Rat von erfahrenen Spezialisten einzuholen. Auch der Betreiber der Anlage steht in der Pflicht, das durch den Planer initiierte Anlagenbuch mit allen Betriebs- und Kontrolldaten sorgfältig fortzuführen. Dabei sollten die vorgeschriebenen jährlichen Wartungen nicht vernachlässigt werden. Sollte es dennoch zu Schäden kommen, kann man so Regressansprüchen gelassen entgegensehen. ■