

LEITFADEN FÜR FACHLEUTE



Druckhaltung und Wasserbeschaffenheit von Heizungsanlagen

Druckhaltung und Wasserbeschaffenheit von Heizungsanlagen

Erhöhung von Funktionalität, Effizienz und Lebensdauer

Viele Störungen in Heizungsanlagen haben ihre Ursache in der Beschaffenheit des Heizwassers!

Die Beschaffenheit des Heizwassers ist – neben den Komponenten der Heizungsanlage – der wichtigste Faktor für einen sicheren, zuverlässigen und langlebigen Betrieb von Warmwasserheizungen.

Der vorliegende Leitfaden greift die wichtigsten Aspekte der Wasserbeschaffenheit auf, beschreibt die häufigsten Störungen und gibt Hinweise und Tipps zu deren Vermeidung und Beseitigung.

Themenübersicht



Vorwort	4
1. Korrosion	
Sauerstoffkorrosion	5
Kontaktkorrosion	6
Spannungsrissskorrosion	6
Mikrobiell beeinflusste Korrosion	7
2. Kennwerte der Heizwasserbeschaffenheit	
Wasserhärte	8
Elektrischer Leitwert/Salzgehalt	9
pH-Wert des Heizwassers	10
Füll- und Ergänzungswasser	13
3. Filter/Schmutzfänger/Abscheider	
Filter-Schmutzfänger	14
Schwerkraftfilter	14
Schlammabscheider	15
Magnetitabscheider	15
4. Dichtheit der Anlage	16
5. Magnetit	17
6. Druckhaltung	
Aufretende Störung	18
Anordnung der Druckhaltung in der Heizungsanlage	18
Entgasung	19
Automatische Entlüfter/Schnellentlüfter	19
Abscheider für Mikroblasen	20
Druckstufenentgaser	20
7. Spülen der Heizungsanlage	21
A - Hinweise zu Neuanlagen	22
B - Hinweise zu Bestandsanlagen	23
Berücksichtigung der Wasserbeschaffenheit im Lebenszyklus der Heizungsanlage	24
Zusätzliche Informationen	25
Normen und Richtlinien	



Vorwort

Für die Errichtung, die Inbetriebnahme und den Betrieb von Heizungsanlagen gibt es eine Reihe von Normen und Richtlinien, die als **allgemein anerkannte Regeln der Technik (a.a.R.d.T.)** zu beachten sind. Deren Berücksichtigung ist die Grundvoraussetzung für einen sicheren, zuverlässigen und langlebigen Betrieb der Heizungsanlage. Eine regelmäßige Kontrolle bzw. Wartung der Heizungsanlage bietet zusätzliche Sicherheit und ist von daher unbedingt zu empfehlen.

Wie bei jedem technischen Gerät oder System können Störungen oder Defekte allerdings nicht vollständig verhindert werden. So können auch bei Heizungsanlagen in Einzelfällen Funktionsstörungen auftreten, obwohl bei Planung, Bau und Inbetriebnahme die a. a. R. d. T. beachtet wurden. Die meisten Störungen haben ihren Ursprung in der Alterung, einer unzureichenden Wartung oder auch in der Komplexität (große Anlagen) – oder in einer Kombination dieser Punkte.

Aufgrund des weiten Umfangs des Themenkomplexes „Heizungsanlage“ können in dem hier vorliegenden **Leitfaden für Fachleute** nicht alle Bereiche im Detail erläutert und behandelt werden. Da aber viele Störungen in Heizungsanlagen direkt oder indirekt mit dem Heizwasser zu tun haben, widmet sich dieser Leitfaden vorrangig der Beschaffenheit des Wassers bzw. den damit in Zusammenhang stehenden Störungen der Anlage.

Durch eine ungünstige Beschaffenheit des Heizwassers können die Bauteile der Heizungsanlage soweit geschädigt werden (meistens durch Korrosion), dass es zu einer Störung bzw. zum Ausfall einzelner Komponenten oder sogar der gesamten Anlage kommen kann. In diesem Leitfaden werden die in der Praxis am häufigsten auftretenden Störungen aufgeführt und Hinweise und Tipps zu deren Vermeidung bzw. Beseitigung gegeben.

Der Leitfaden gilt für die in Deutschland üblichen „geschlossenen“ Heizungsanlagen. Hierzu ist anzumerken, dass es eine absolute Dichtheit nicht gibt. D. h. geringe Mengen Luft (bzw. Sauerstoff) können durchaus – z. B. durch Diffusionsvorgänge – in die Anlage gelangen, ohne dass dies jedoch zu Störungen oder Schäden führt. Der Entwurf VDI 2035 Bl. 1 (2019-03) spricht daher auch vom „**korrosionstechnisch geschlossenen System**“.



1. Korrosion

„Korrosion ist der Feind der Heizungsanlage!“

Das kann ohne Übertreibung so gesagt werden. Die Vermeidung von Korrosion ist jedoch keine einfache Aufgabe, da die Ursache in verschiedenen und teilweise sich gegenseitig beeinflussenden Faktoren begründet ist. Hier ist neben der Beschaffenheit des Heizwassers auch die Werkstoffvielfalt der Komponenten zu nennen. Insbesondere bei größeren Anlagen ist aus Korrosionssicht neben einer sorgfältigen Planung, Installation und Inbetriebnahme eine regelmäßige und präventive Wartung für einen störungsfreien Betrieb und eine lange Lebensdauer erforderlich.



Rostablagerung im Ventil

Korrosionsarten: Sauerstoffkorrosion

Die am häufigsten auftretende Korrosionsart ist die Reaktion von im Wasser vorhandenem Sauerstoff mit Bauteilen aus Stahl, wie z. B. Rohren, Wärmeerzeugern oder auch Heizkörpern. Daher ist es wichtig, dass während des Betriebs keine Luft (und damit auch kein Sauerstoff) in die Heizungsanlage gelangen kann. Siehe hierzu auch die Erläuterungen im Kapitel „Dichtheit der Anlage“.

Problem	Sauerstoff reagiert mit den verbauten Eisenwerkstoffen; die Bauteile „rosten“.
Bestimmung	Sauerstoff ist im Heizwasser praktisch nie nachweisbar, da er „schnellstmöglich“ mit Eisenwerkstoffen reagiert. Ein Nachweis gelingt nur über die Korrosionsprodukte, aber dann ist es meist zu spät.
Lösung	Die in eine Heizungsanlage eingebrachte Sauerstoffmenge ist möglichst gering zu halten. Die VDI verlangt korrosionstechnisch geschlossene Systeme. Dies wird erreicht durch eine funktionsfähige und ausreichend bemessene Druckhaltung, die Verwendung diffusionsdichter Materialien sowie eine regelmäßige Wartung. .



Kontaktkorrosion

Diese eher seltener auftretende Korrosionsart hat ihre Ursache im Kontakt von Metallen, die verschiedene elektrochemische Potenziale aufweisen. Wird über das elektrisch leitende Heizwasser der Kontakt zwischen den beiden Metallen hergestellt, löst sich der unedlere Werkstoff auf. Das Auftreten dieser Korrosionsart ist somit, neben dem Werkstoffkontakt, auch von der Leitfähigkeit des Heizwassers abhängig. Bei den heute in Heizanlagen üblichen Eisen- und Kupferlegierungen liegen allerdings ähnliche elektrochemische Potenziale vor, so dass diese Korrosionsart kein Problem darstellt. Bei der Modernisierung von Altanlagen, deren „Materialmix“ nicht mehr ermittelbar ist, kann diese Korrosionsart jedoch wieder mehr Bedeutung bekommen. Hier kann die Befüllung über eine Entsalzungseinrichtung hilfreich sein, da dies die Leitfähigkeit des Heizwassers deutlich herabsetzt.

Achtung bei Materialmix!

Bei Verwendung unterschiedlicher Materialien und deren abweichenden elektrochemischen Potenzialen kann es zu Kontaktkorrosion kommen.



Kontaktkorrosion im Rohr

Problem	„Kritischer Materialmix“ kann in Altanlagen häufig nicht erkannt werden.
Bestimmung	Ein Nachweis gelingt leider nur über die Begutachtung von Schadensfällen, typisch sind z. B. Durchrostungen an Gewinden zweier verschiedener Metalle.
Lösung	Bei der Modernisierung von Altanlagen möglichst auf weitere neue Werkstoffe verzichten. Ggf. das Füllwasser über eine Entsalzungseinrichtung führen, um so die Leitfähigkeit des Heizwassers gering zu halten.

Spannungsrissskorrosion

Diese Korrosionsart tritt eher selten auf. Dem Fachmann wird sie aus früherer Sanitärtechnik als „Abrisse an Messing-Hahnverlängerungen“ bekannt sein. Ausgelöst wird diese Korrosionsart durch eine Kombination der nachstehend genannten Bedingungen:

- Der Werkstoff muss anfällig gegen Spannungsrissskorrosion sein.
- Das Bauteil muss unter höheren (inneren und/oder äußeren) Zugspannungen stehen.
- Der Werkstoff muss in Kontakt mit einem korrosionsfördernden Medium stehen.

Beim Einbau von Komponenten sollte an den Verbindungsstellen nicht zu viel Dichtungsmaterial eingesetzt werden (Überhanfung).



Aluminium ist bei für Eisen- und Kupferwerkstoffen zulässigen pH-Werten unbeständiger und ist daher anfälliger bezüglich Korrosion.

Eine Ausnahme bilden Aluminium-Silizium-Magnesium Legierungen, für deren Eignung bereits Erfahrungswerte und Freigaben vorliegen.

Bei Messing wird diese Korrosionsart ausschließlich durch Ammoniakverbindungen im Heizwasser ausgelöst. Ursache hierfür können Reaktionsprodukte aus Biofilmen sein.

Problem	Gefahr durch Spannungsrisskorrosion z. B. bei Bauteilen aus Messing, Aluminium.
Bestimmung	Ein Nachweis gelingt nur über die Untersuchung der geschädigten Bauteile.
Lösung	Neben der Bauteilgestaltung und Werkstoffwahl (beides geschieht durch den Hersteller) müssen unnötige zusätzliche Spannungen beim Einbau, z. B. durch Überhanfung, überhöhte Anzugsdrehmomente usw. vermieden werden.

Mikrobiell beeinflusste Korrosion (MIC)

MIC, umgangssprachlich auch als Biokorrosion bekannt, tritt überall dort auf, wo sich auf Oberflächen ein sogenannter Biofilm gebildet hat. Voraussetzung für dessen Entstehung sind neben der Anwesenheit von Mikroorganismen ein Angebot an Nährstoffen und für das Wachstum der Organismen förderliche Temperaturen. Diese Bedingungen sind in einer Heizanlage oder auch einem Kühlkreislauf mehr oder weniger gegeben. Betroffen sind metallische und nichtmetallische Oberflächen gleichermaßen, wobei manche Werkstoffe weniger anfällig sind und andere mehr.

Problem	Schleimiger, weicher Belag auf den wasserführenden Oberflächen fördert mikrobiell beeinflusste Korrosion.
Bestimmung	Sichtkontrolle an geeigneten Kontrollstücken, ständiges Erfordernis zur Nachspeisung von Korrosionsschutzmitteln weist auf Biofilme hin. Dauerhaft niedriger pH-Wert (< 8.2).
Lösung	Der beste Schutz vor dieser Korrosionsart ist der Verzicht auf einen unkontrollierten Einsatz von Wasserzusätzen, die als Nährstoffe dienen können.

→ **Zusätzliche Informationen** zum Thema Korrosion finden Sie ab Seite 25.



2. Kennwerte der Heizwasserbeschaffenheit

Wasserinhaltsstoffe des in Deutschland zur Verteilung kommenden Trinkwassers sind so vielfältig, wie das Land selber. Unbehandeltes Trinkwasser ist demnach für den Einsatz als Heizungsfüll- und Ergänzungswasser nicht immer ohne weiteres einsetzbar. Eine Planung von Warmwasserheizungsanlagen nach DIN EN 12828 setzt immer eine Wasseranalyse des zur Verwendung als Heizwasser geplanten Trinkwassers voraus. Die wichtigsten Kennwerte, im Sinne dieses Leitfadens, sind im Folgenden kurz erläutert und die wesentlichen Wasserbehandlungsschritte beschrieben.

Wasserhärte

Die üblichste Konzentrationsangabe der im Wasser enthaltenen Härtebildner ist die Angabe der Wasserhärte. Trotz der jahrzehntealten, normgerechten Festlegung als „Summe Erdalkalien in mol/m³“ wird sie immer noch häufig als „Gesamthärte in °dH“ angegeben. Sie setzt sich zusammen aus der weniger schädlichen Nichtkarbonathärte und der den Kalkgehalt des Wassers definierenden Karbonathärte. Dieser Kalkgehalt, den die Normen als „Säurekapazität bis pH 4,3 in mol/m³“ beschreiben, stellt das Bildungspotenzial für den in der Heizungstechnik so schädlichen Kesselstein dar.



Messkit zur Bestimmung der Gesamthärte

Enthärtung

Bei der Wasserenthärtung wird ein Verfahren angewendet, das die Härtebildner Calcium und Magnesium gegen nicht Härte bildendes Natrium tauscht. Der Prozess wird auf [Seite 28](#) detailliert beschrieben.

Analytik der Gesamthärte

Für die Bestimmung der Gesamthärte gibt es einfache Messverfahren, die durch das Abzählen der zugegebenen Indikatortropfen, bis zum Farbumschlag der Messlösung, direkt den gemessenen Wert in °dH angeben. Andere Verfahren bedienen sich hier einer kleinen Spritze, auf der das Volumen der eingesetzten Messflüssigkeit anhand einer Skala direkt in °dH ausgegeben wird. Auf die Messung der Gesamthärte kann verzichtet werden, wenn nicht aufbereitetes Trinkwasser verwendet werden darf.



Problem	Natürliche Wasserinhaltsstoffe, wie Kalzium und Magnesium können bei Temperaturerhöhung den schädlichen Kesselstein bilden und den Wärmeübergang behindern.
Bestimmung	Einfache Messmethoden ermöglichen die Feststellung der Wasserhärte (in °dH) im Heizwasser. Entweder über die Tropfenzählmethode oder über Spritzen auf denen der Skalenwert ablesbar ist.
Lösung	Über Ionenaustauscher werden dem Heizwasser die Härtebildner entzogen. Einfaches Verfahren, jedoch nicht geeignet, wenn Aluminiumlegierungen in der Anlage verbaut sind.

Für die Festlegung der geeigneten Betriebsweise sind sämtliche Komponenten des Heizsystems zu berücksichtigen.

Elektrischer Leitwert / Salzgehalt

Als Maß für die elektrische Leitfähigkeit des Wassers, dient die Angabe des elektrischen Leitwertes in $\mu\text{S}/\text{cm}$. Je mehr gelöste Inhaltstoffe (z. B. Salze) im Heizwasser enthalten sind, desto größer ist die elektrische Leitfähigkeit. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf die Korrosivität ziehen. Mit sinkender Leitfähigkeit des Heizwassers nimmt die Korrosionswahrscheinlichkeit ab.

Über den Leitwert wird in der Richtlinie der sogenannte „salzarme Betrieb“ mit Werten bis zu $100 \mu\text{S}/\text{cm}$ im Heizwasser definiert und darüber hinaus bis $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$ der „salzhaltige Betrieb“. Komponentenhersteller nehmen in ihren Gewährleistungsbedingungen sehr häufig hierauf Bezug.

Die elektrische Leitfähigkeit muss immer im Zusammenhang mit dem pH-Wert und den in der Anlage verbauten Materialien bewertet werden. Eine sinnvolle Vorgehensweise ist im Ablaufdiagramm auf Seite 12 beschrieben.



Leitwertmessgerät



Entsalzung

Im Gegensatz zur Enthärtung, bei der die Härtebildner im Wasser getauscht werden, entfernen Entsalzungspatronen weitgehend alle Salze aus dem Heizwasser. Der Unterschied zur Enthärtung liegt in der Leitfähigkeit des Wassers. Der geringe Restsalzgehalt drückt sich in sehr kleinen Werten, meistens $< 10\mu\text{S}/\text{cm}$ aus. Diese steigen im laufenden Betrieb typischerweise an, bleiben aber erfahrungsgemäß im salzarmen Bereich.



Vorrichtung zur Füllwasserentsalzung

Messung der Leitfähigkeit

Der sehr einfach mit Hilfe von elektronischen Messgeräten im Taschenformat zu bestimmende Leitwert ist somit eine schnelle und effiziente Möglichkeit, den Salzgehalt eines Heizwassers zu ermitteln. Dabei werden die Elektroden der Messgerätespitze in eine Probe des Heizwassers eingetaucht und der Leitwert an einem Display abgelesen. Wichtig ist hierbei, dass das Messgerät über eine Temperaturkompensation verfügt und regelmäßig mit Eichflüssigkeiten nachjustiert wird.

Problem	Korrosion aufgrund zu hoher elektrischer Leitfähigkeit.
Bestimmung	Elektronische Messgeräte ermöglichen die Bestimmung des Leitwertes (in $\mu\text{S}/\text{cm}$). Wichtig: die Geräte müssen über eine Temperaturkompensation verfügen und regelmäßig kalibriert werden.
Lösung	Über Mischbettionenaustauscher oder Membrantechniken werden dem Heizwasser die Salze entzogen. Einfaches Verfahren, jedoch nicht von jedem Hersteller freigegeben.

Der geeignete pH-Bereich hängt von den verwendeten Werkstoffen ab und muss individuell ermittelt werden (s. Tabelle S. 27).

pH-Wert des Heizwassers

Die tatsächliche Korrosionsaktivität hängt zu einem großen Teil vom pH-Wert ab und ist besonders wichtig für alle Wasser berührten Teile, insbesondere Wärmeerzeuger, Armaturen, Verteilsystem und Heizflächen. Im Heizwasser typische pH-Werte liegen zwischen 8,2 und 9 bzw. 10 (s. Seite 27).

Heizanlagen sollten generell in einem leicht alkalischen Bereich betrieben werden. Dies hat den Hintergrund, dass sich vor allem Eisenverbindungen in



pH-Messgerät

einem pH-Wertbereich bis 10,0 weniger schnell durch Korrosionsvorgänge auflösen können. Was bei Eisenverbindungen hier von Vorteil ist, kann bei Aluminiumverbindungen genau das Gegenteil bewirken. Deren Oxid-Schutzschichten weichen auf und können mechanisch abgetragen werden.

Beim Einsatz von Aluminiumwerkstoffen haben sich daher Legierungen bewährt, für deren Eignung im pH-Wertbereich von 8,2 – 9,0 bereits Erfahrungswerte und Freigaben vorliegen.

Kupferverbindungen sind bei Abwesenheit von Stickstoff- bzw. Ammoniumverbindungen innerhalb des genannten pH-Wertbereichs gut beständig.

Wichtig: Der pH-Wert stellt sich durch Eigenalkalisierung des Heizwassers erst nach mindestens 10 Wochen regulärem Heizbetrieb ein.

pH-Wert – Bestimmung

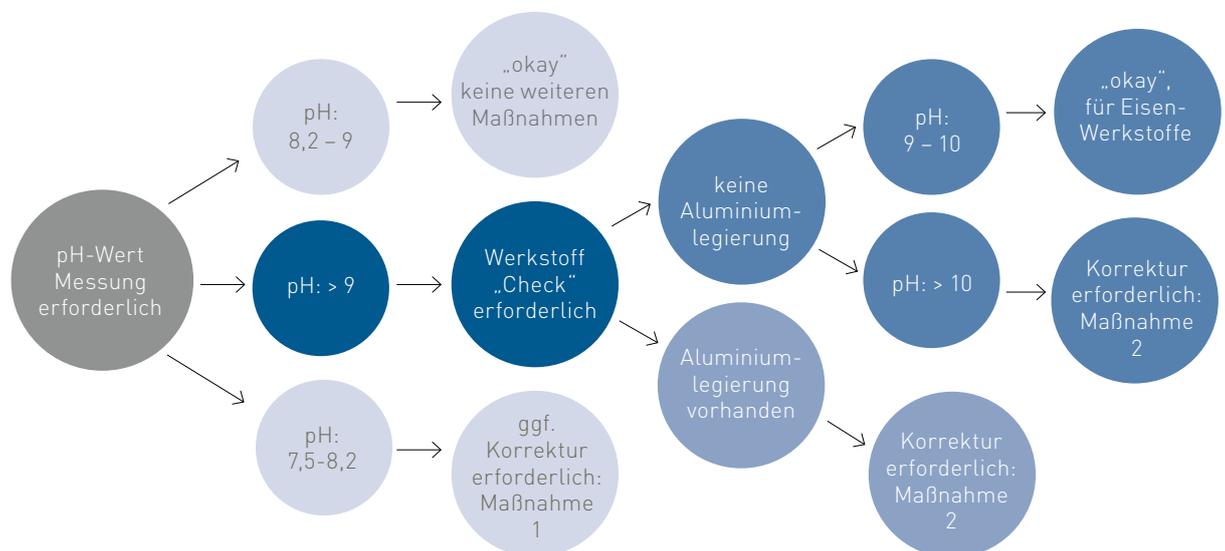
Auch der pH-Wert kann über elektronische Messgeräte ausreichend genau bestimmt werden. Er ist ebenfalls von der Probestemperatur abhängig. Das pH-Wert-Messgerät ist häufiger zu justieren und nach Herstellerangaben mit einer Kalibrierflüssigkeit mindestens auf pH=7 abzustimmen.

Der
pH-Wert
wird frühestens
nach 10 Wochen
Heizbetrieb
gemessen.

Problem	Korrosion aufgrund eines ungünstigen pH-Wertes.
Bestimmung	Elektronische Messgeräte ermöglichen die einfache Bestimmung des pH-Wertes. Wichtig: die 14-tägige Kalibrierung des Messgerätes, sowie ein vorangegangener, ausreichend langer, regulärer Heizbetrieb (s. oben).
Lösung	<u>Zu hoher pH-Wert:</u> Entsalzung (im Teilstromverfahren), notfalls Austausch des Heizwassers; <u>Zu niedriger pH-Wert:</u> Sauerstoffzutritt begrenzen (Druckhaltung), Leckagen beseitigen, bei Trübung spülen, Alkalisierung durch fachkundige Personen. Wichtig: die regelmäßige Messung des pH-Wertes (Heizwasseranalyse).



Maßnahmen nach der pH-Wert-Messung



Wichtig:

alle Erkenntnisse müssen in einem Anlagenbuch vor Ort erfasst und dokumentiert werden. Dies erfordert nicht nur die ordnungsgemäße Inbetriebnahme und Übergabe an den Betreiber, sondern auch die spätere Anerkennung von Gewährleistungsansprüchen gegenüber Herstellern der verbauten Heizanlagenkomponenten.

Maßnahme 1:

Prüfung von Farbe, Trübung, Geruch; ggf. Prüfung auf gelöste Metalle,

- wenn unauffällig, zunächst beobachten und jährliche Überprüfung mit Dokumentation
- bei Auffälligkeit Ursache feststellen (Druckhaltung, defektes MAG, Systemdruck, ...), ggf. Hinzuziehung eines Fachkundigen für Wasserchemie

Maßnahme 2:

Korrektur bevorzugt durch Teilstromentsalzung, ggf. Hinzuziehung eines Fachkundigen für Wasserchemie.



Füll- und Ergänzungswasser

Heizwasser

Eine graue Verfärbung des Heizwassers deutet auf Sauerstoffeintrag hin.

Eine bräunlich rote Färbung deutet auf einen massiven Sauerstoffeintrag durch eine Undichtigkeit oder fehlerhafte Druckhaltung hin.

Nach der Druckprüfung und dem Spülen zur Inbetriebnahme wird die Anlage erstmalig mit dem Betriebsmedium – dem sog. Füllwasser – gefüllt. Zur Sicherstellung der Qualität des Heizwassers wird empfohlen, den Entwurf VDI 2035 Bl. 1 (2019-03) zu beachten. Hier werden Grenzwerte für die wichtigsten Parameter des Wassers, z. B. für den pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit oder auch Härte angegeben. Darüber hinaus sind die Herstellerangaben (Wärmeerzeuger bzw. Komponenten) zu beachten. Produkte mit gegenüber der VDI 2035 verschärften Anforderungen können einen höheren Planungs- und Betriebsaufwand erfordern. Der Hersteller muss laut VDI 2035 diese erhöhten Anforderungen deutlich dokumentieren.

Ergänzungswasser

Für das Ergänzungswasser, d.h. für das Nachfüllen, gilt im Grunde dasselbe wie für das Heizwasser. Dabei muss allerdings die Häufigkeit des Nachfüllens beachtet werden. Zu häufiges Nachfüllen ist ein sicherer Hinweis, dass die Anlage nicht dicht ist oder die Druckhaltung nicht funktioniert. Die VDI 2035 sieht eine Nachspeisung von 10% der Füllmenge pro Jahr als Indikator für eine erhöhte Nachfüllmenge. Hier wird dringend empfohlen, die Ursache für den Wasserverlust aufzuspüren. Mögliche Ursachen für Wasserverlust sind z. B.

- Leckage aufgrund beschädigter Bauteile oder Dichtungen (seltener)
- mangelhafte Druckhaltung (häufigste Ursache)

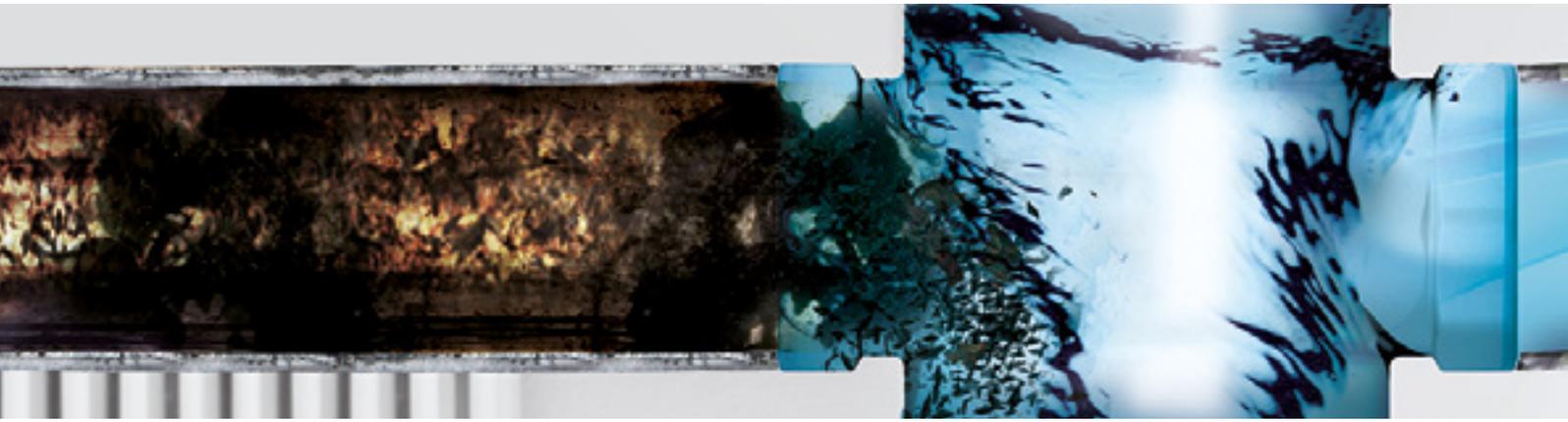
Auch wenn das Nachfüllen gerne als Lösung angesehen wird, so handelt es sich dabei doch lediglich um eine kurzfristige Beseitigung eines Symptoms – die eigentliche Ursache bleibt dabei außen vor. Das kann sich jedoch später rächen, weil über kurz oder lang weitere Störungen (z. B. vermehrte Magnetit- und Schlamm Bildung) bzw. Schäden (z. B. Korrosion) auftreten werden.

Einen Hinweis auf zu hohen Wasserverlust und damit einhergehend einen zu hohen Sauerstoffeintrag liefert direkt auch die Farbe des Wassers. Bei bräunlich roter Färbung – sprich Rostwasser – kann davon ausgegangen werden, dass Korrosion stattfindet.

In der Regel sind die aus einer Undichtigkeit der Anlage oder fehlerhafter Druckhaltung resultierenden Folgeschäden deutlich aufwändiger zu beseitigen als eine rechtzeitige Behebung der eigentlichen Ursache. Die häufigsten Ursachen von Undichtigkeiten liegen im Bereich der Druckhaltung und werden im Kapitel 6 Druckhaltung eingehend behandelt.

Tipp:

Bei undichten Anlagen zur Vermeidung teurer Folgeschäden, besser frühzeitig die Ursache der Undichtigkeit ermitteln und beseitigen.



3. Filter / Schmutzfänger / Abscheider



- Multifunktionsgerät:
- Entlüftung freier Gasblasen
 - Mikroblasenabscheidung
 - Abschlammung
 - Magnetitabscheidung
 - Sauerstoffbindung

Filter und Abscheider müssen regelmäßig gewartet, d. h. gereinigt bzw. entleert werden. Die Häufigkeit hängt vom Zustand der Anlage ab. Ob ein- oder zweimal jährlich gewartet werden sollte, kann aus dem Verschmutzungsgrad der Filter bzw. der abgeschiedenen Schlammmenge abgeleitet werden. Bei nachträglich installierten Filtern/Abscheidern kann zunächst eine häufigere Kontrolle - z. B. alle 1-2 Wochen - sinnvoll sein. Und zwar solange, bis sich eine deutliche Aufklärung des Heizwassers eingestellt hat.

Es werden verschiedenste Ausführungen von Filtern und Abscheidern angeboten und auch solche mit zusätzlichen Funktionen, wie z. B. Luftabscheidung, Magnetitabscheidung oder Sauerstoffbindung (Opferanode). Die Vielzahl der angebotenen Filter/Abscheider kann grob in vier Bauarten unterteilt werden, die nachfolgend kurz erläutert werden.

Filter / Schmutzfänger

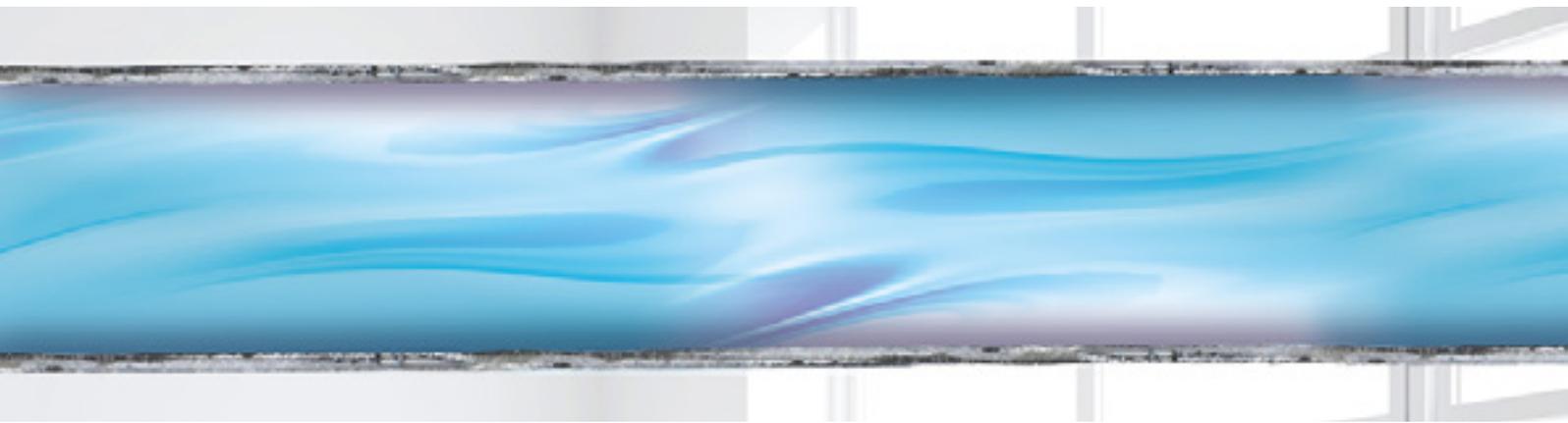
Filter/Schmutzfänger können, je nach Maschenweite, Partikel bestimmter Größe aus dem Heizwasser herausfiltern. Bei diesem Vorgang setzen sich die Filter aber immer weiter zu und erhöhen dadurch stetig den Strömungswiderstand. Da so auch der Energiebedarf der Umwälzpumpen zunimmt und die Effizienz der Anlage leidet, empfiehlt sich die Verwendung von Filtern nur in Anlagen mit bekanntermaßen geringem Partikelanfall. Ansonsten müssen die Filter auch regelmäßig kontrolliert und ggfs. gereinigt werden.



Heizungfilter im Querschnitt

Schwerkraftfilter

Bei den Schwerkraftfiltern wird das Heizwasser in einen strömungsberuhigten Bereich geführt, in dem sich - der Schwerkraft folgend - die Partikel im unteren Bereich des Gehäuses absetzen können. Durch Öffnen des Unterteils ist es möglich den abgeschiedenen Schlamm zu entfernen oder auszuspülen. Schwerkraftfilter zeichnen sich durch einen geringen Druckverlust aus, der sich darüber hinaus auch durch die Partikel-Abscheidung im Betrieb nicht nennenswert verschlechtert. Prinzipbedingt kann der Schwerkraftfilter jedoch nur schwerere Partikel abscheiden.



Schlammabscheider



Schlammabscheider

Beim Schlammabscheider werden auch die kleineren, im zirkulierenden Heizwasser enthaltenen Partikel durch gezielte konstruktive Maßnahmen, z. B. unter Nutzung der Zentrifugalkräfte, mechanisch vom Wasserstrom abgetrennt und im unteren Gehäuseteil angesammelt. Dort können sie durch Öffnen des Gehäuses oder durch entsprechende Ablassmöglichkeiten beseitigt werden.

Magnetitabscheider

Wenn im Heizsystem Eisenwerkstoffe verbaut sind, kann grundsätzlich Magnetit entstehen (siehe Abschnitt „Magnetit“, Seite 17). Da dieses magnetisch ist, kann es mittels Magnetitabscheider besonders effektiv aus dem Heizwasser entfernt werden. Das Magnetit kann dann in regelmäßigen Abständen entfernt werden. Magnetitabscheider sind heute oftmals bereits in einem der vorgenannten Filter bzw. Abscheider integriert oder können von außen an diesen angebracht werden.

Tipp:

Bei der Reinigung der Magnetitabscheider muss darauf geachtet werden, dass nach dem Entfernen der Magneten, die zurückgehaltenen und damit angereicherte Fracht an Magnetit-Partikeln nicht unkontrolliert in das Heizsystem zurückgespült wird. Um dies zu verhindern, kann der Heizungskreislauf für die Zeit der Reinigung unterbrochen werden (z. B. durch entsprechende Absperrarmaturen oder Abschalten der Heizungsumwälzpumpe).

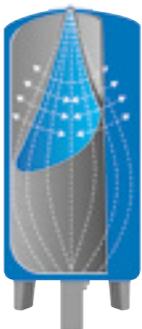
	Eignung für neue Anlagen	Eignung für Bestandsanlagen	Wartungsintervall	Bemerkung
Filter/Schmutzfänger	+	●	1-2* mal jährlich	Im Betrieb ansteigender Strömungswiderstand. Dadurch höherer Pumpenstrom und schlechte energetische Effizienz der Anlage.
Schwerkraftfilter	+	●	1-2* mal jährlich	Kaum Veränderung des Strömungswiderstandes. Einfache und robuste Konstruktion. Filtert keine kleinen bzw. leichteren Partikel heraus.
Schlammabscheider	+	+	1-2* mal jährlich	Kaum Veränderung des Strömungswiderstandes. Universell einsetzbar. Bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten Zentrifugalprinzip vorteilhafter.
Magnetitabscheider	●	+	1-2* mal jährlich	Insbesondere geeignet für Anlagen mit hohem Eisenanteil und nach Sanierungen von Bestandsanlagen.

+ gut geeignet ● geeignet mit Einschränkungen ● bedingt geeignet

* Nach der Sanierung von Bestandsanlagen kann zunächst auch eine häufigere Kontrolle – etwa alle 1-2 Wochen – erforderlich sein. Bei Neuanlagen frühestens nach 10 Wochen Heizbetrieb zu prüfen und ggf. zu reinigen.



4. Dichtheit der Anlage



Funktion Membran-
ausdehnungsgefäß (MAG)



Aufbau Membran-
ausdehnungsgefäß

Eine „geschlossene“ Anlage muss auch im Betrieb soweit dicht sein, dass keine Luft (bzw. kein Sauerstoff) in das Heizungswasser gelangen kann. Voraussetzung für eine dichte Heizungsanlage ist zunächst eine fachgerechte Planung, Installation und Inbetriebnahme inklusive einer Druckprüfung.

Weiterhin erforderlich ist eine regelmäßige Wartung der Anlage, wobei der Überprüfung der Druckhaltung – meistens ausgeführt in Form eines Membranausdehnungsgefäßes (MAG) – eine besondere Bedeutung zukommt.

Eine geringe Menge Sauerstoff – eingebracht durch die Erstbefüllung der Anlage sowie auch durch unvermeidbare Diffusionsvorgänge – wird innerhalb kurzer Zeit aufgebraucht und der Sauerstoffgehalt reduziert sich auf Werte unterhalb 0,05 mg/l. Die dabei auftretenden Mengen an Korrosionsprodukten – z. B. Magnetit – sind jedoch für die Funktion der Heizungsanlage völlig unschädlich.

Undichte Anlagen hingegen führen durch die permanente Zuführung von Sauerstoff zu Korrosion an den verschiedenen Werkstoffen der Anlage. Die dabei anfallenden Korrosionsprodukte setzen sich zum Teil als Schlamm in der Anlage ab und können die Funktion der Heizungsanlage oder der installierten Komponenten (z. B. Pumpen, Ventile, Wärmeübertrager) beeinträchtigen – bis hin zum Totalausfall.

Bei Flächenheizsystemen – und insbesondere bei **Fußbodenheizungen mit Kunststoffrohren** älterer Bauart – kann es durch Diffusionsvorgänge zu einem stetigen Sauerstoffeintrag ins System kommen, obwohl die Anlage im technischen Sinne eigentlich dicht ist. Um hier sauerstoffbedingte Schädigungen in der gesamten Anlage zu vermeiden, bietet sich eine sogenannte Systemtrennung an. Hierbei erfolgt eine hydraulische Trennung des Fußbodenheizkreises von der Anlage mittels Wärmeübertrager. Diese Lösung ist zwar kostenaufwändig, stellt aber die technisch Nachhaltigste dar, weil sie das Problem ursachengerecht behebt und auch die störungsunempfindlichste und langlebigste Lösung darstellt.

Tipp:

Bei erhöhtem Lufteintritt in die Anlage hat die technische Fehlerbeseitigung Vorrang vor dem Einsatz von chemischen Mitteln zur Sauerstoffbindung.



5. Magnetit

Bei Magnetit handelt es sich um Eisenoxid, welches an den wasserberührenden Oberflächen von Eisenwerkstoffen entsteht. Ein Teil des Magnetits kann sich aber auch innerhalb der Anlage verteilen. Da das relativ feinkörnige Magnetit magnetisch ist, setzt es sich bevorzugt an magnetischen Werkstoffen ab oder in Bereichen geringerer Strömungsgeschwindigkeit auch als Magnetitschlamm. Bis zu einem gewissen Grad ist Magnetit für die Funktion der Heizungsanlage unkritisch.

Die Menge Magnetit, die in einer Heizungsanlage entstehen kann, hängt von den folgenden Faktoren ab:

- Menge der in der Anlage verbauten Komponenten aus Eisen-(Stahl-) Werkstoffen
- Anlagenwasservolumen
- Beschaffenheit des Heizwassers
- Dichtheit der Anlage bzw. Druckhaltung

Bei sorgfältiger Planung, Installation und Betrieb der Anlage bleibt die Magnetit-Menge üblicherweise in einem unkritischen Bereich. Mit der Erstbefüllung gelangt fast unvermeidbar auch eine gewisse Menge Sauerstoff in die Anlage. Dadurch wird während der ersten Betriebsphase ein Korrosionsprozess in Gang gesetzt, der schließlich erst nach „Verbrauch“ des vorhandenen Sauerstoffs und der Bildung von Magnetit abgeschlossen ist. Dabei kann sich das Wasser zunächst - als Zeichen des aktiven Korrosionsprozesses - rötlich färben. Später, wenn sich das Magnetit in der Anlage als schwarzer Belag abgesetzt hat, ist das Wasser wieder klar (bis auf eine eventuell erkennbare leichte Graufärbung). Eine besondere Bedeutung kommt hierbei allerdings der Dichtheit der Anlage und der Druckhaltung zu. Wenn diese nicht ordentlich funktioniert, kommt es zu einem regelmäßigen und kontinuierlichen Sauerstoffeintrag und damit einhergehend oftmals auch zu einer fortschreitenden „Magnetit-Produktion“. In Folge dessen können dann Funktionsstörungen der Heizungsanlage bzw. der Komponenten (z. B. Pumpen, Thermostatventile) auftreten – sei es durch Effizienzverlust, fortschreitende Korrosion, oder andere unerwünschte Begleiterscheinungen.

Eine geringe Menge Magnetit in Heizungsanlagen ist unkritisch. Zur Vermeidung größerer Mengen Magnetit muss die Anlage über eine intakte Druckhaltung verfügen.

Wenn sich bei einer Anlage **trotz sorgfältiger Wartung und intakter Druckhaltung** der Sauerstoffeintrag nicht begrenzen lässt, so können weitere Maßnahmen zum Schutz der Anlage ergriffen werden. Hier sind zu nennen:

- Systemtrennung
- Entgasung
- Einbau von Filtern bzw. Abscheidern (s. Abschnitt „Magnetitabscheider“, Seite 15)
- Salzarme Fahrweise nach Entwurf VDI 2035 Bl. 1 (2019-03)
- Wasserbehandlung – Zusatz von Korrosionsschutzmitteln



6. Druckhaltung

Die Druckhaltung hat eine zentrale Bedeutung für die Funktionalität, Effizienz und Lebensdauer einer Anlage. Für die Bemessung der Druckhaltung wird auf VDI 4708 verwiesen.

Die wesentliche Komponente des Druckhaltesystems ist das Membranausdehnungsgefäß (MAG).

Es sorgt dafür, dass Volumenschwankungen (z. B. durch Temperaturänderung) kompensiert werden, so dass der zulässige Druckbereich weder über- noch unterschritten wird.

Die häufigste Art der Druckhaltung ist die mittels Membranausdehnungsgefäß (MAG) mit fester Gasfüllung. Bei größeren Anlagen kommen aber auch Druckhalteanlagen mittels Kompressor oder Pumpe zum Einsatz.

Auftretende Störungen

Das MAG kann seine Aufgabe innerhalb der Heizungsanlage nur dann zuverlässig erfüllen, wenn neben der richtig gewählten Größe des Gefäßes auch dessen Vordruck korrekt eingestellt ist. Ebenso wie ein zu geringer Inhalt des MAG behindern ein zu niedriger als auch ein zu hoher Vordruck die anlagengerechte Funktion des MAG und sind die Hauptursache für eine Vielzahl von Betriebsstörungen bzw. Schadensfällen in der Heizungsanlage.

Das Problem eines zu kleinen MAG findet man häufig bei Anlagen mit Heiz- oder Kombithermen (Umlaufwasserheizer) und großem Wasserinhalt, bei denen bauseits kein zusätzliches MAG eingebaut wurde.

In Folge der mangelhaften Druckhaltung kommt es häufig zu einem regelmäßigen Lufteintrag ins System. Durch die ständige Zufuhr frischen Sauerstoffs werden die Komponenten einem stetigen Korrosionsprozess ausgesetzt, der – je nach Material und Angriffsfläche – früher oder später zu Funktionsstörungen führt. Um dies zu vermeiden, sollte die eigentliche Fehlerursache – also die Fehlfunktion des MAG – möglichst frühzeitig erkannt werden. Es wird daher empfohlen, die Druckhaltung regelmäßig (mindestens einmal pro Jahr) zu überprüfen.



Pumpendruckhalteanlage mit Vakuumentgasung

Anordnung der Druckhaltung in der Heizungsanlage

Die Anbindung der Druckhaltung kann entweder vor oder hinter der Pumpe erfolgen (in Fließrichtung gesehen), also auf der Saugseite oder Druckseite. Am weitaus üblichsten ist die Anbindung auf der Saugseite.



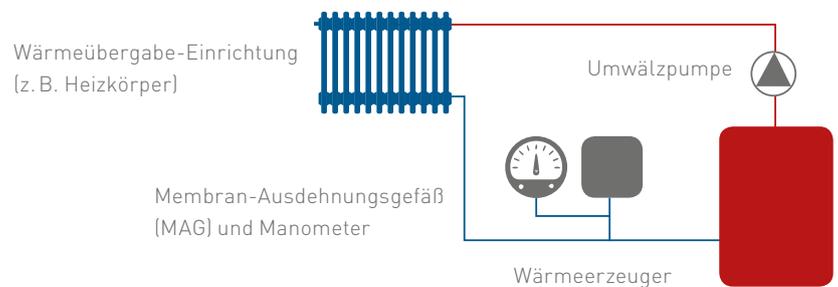
Tipp 1:

Den Vordruck des MAG mindestens einmal pro Jahr überprüfen!

Tipp 2:

Schon bei der Anlagenplanung prüfen, ob das Ausdehnungsvolumen ausreicht, ggf. größeres MAG auswählen oder nachrüsten

Bei der Enddruckhaltung erfolgt die Einbindung auf der Druckseite. Diese Lösung ist i. d. R. Sonderfällen vorbehalten. Z.B. ist bei thermischen Solaranlagen die Druckhaltung hydraulisch immer unmittelbar mit den Kollektoren verbunden.



Entgasung

Luft (bzw. deren Bestandteile) sowie durch chemische Vorgänge in der Anlage freigesetzter Wasserstoff, können in Heizungsanlagen zu Betriebsstörungen oder anderen Problemen führen.

- Geräusche
- Korrosion
- Ablagerungen
- Zirkulationsstörungen
- Reduzierung der Heizleistung
- Verschlechterung der Effizienz

Je nach Betriebszustand (Druck, Temperatur) der Anlage treten Gase in Form von Blasen- bzw. Mikroblasen oder in gelöster Form auf. Zur Entgasung der Anlage dienen:



Freie Luft

Mikro- bzw. Gasblasen

gelöste Luft

Wie treten Gase auf?



Schnellentlüfter

Automatische Entlüfter/Schnellentlüfter

Diese Entlüfter sind in erster Linie dazu gedacht, die Entlüftung von Anlagenabschnitten während der Befüllung zu gewährleisten. Für eine Entlüftung während des laufenden Betriebs sind sie aufgrund ihrer Konstruktion und ihrer üblichen Einbaulage ungeeignet. Keinesfalls dürfen während des normalen Anlagenbetriebs die Ventilkappen der Entlüfter geöffnet bleiben, da sie ansonsten bei Druckschwankungen öffnen und die betreffenden Anlagenteile "belüften" können.



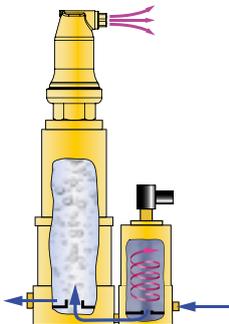
Abscheider für Mikroblasen

Abscheider für Mikroblasen

Abscheider für Mikroblasen sind für die Betriebsentgasung geeignet. Der Einbau erfolgt idealerweise nach dem Wärmeerzeuger zur zentralen Betriebsentlüftung. Die an den Wärmeübertragungsflächen des Wärmeerzeugers freigesetzten Mikroblasen werden in den Mikroblasenabscheider transportiert und abgeschieden. Nach einer bestimmten Betriebszeit ist das Wasser weitestgehend entgast und blasenfrei.

Druckstufenentgaser

Gelöste Gase, die ein Mikroblasenabscheider nicht mehr entfernen kann, können durch den sog. Druckstufenentgaser beseitigt werden. Speziell in Anlagen unter 100°C ist dies eine sehr effektive und kostengünstige Möglichkeit, um eine zentrale Entlüftung und Entgasung durchzuführen.



Prinzip der Druckstufenentgasung

Prinzip der Druckstufenentgasung: Besonders effektive Entgasungsgeräte nutzen gleich zwei physikalische Wirkprinzipien: Zum einen das Prinzip des Druckreduzierens, mit dem zunächst gelöste Gase in kleine Bläschen überführt werden (ähnlich dem Effekt beim Öffnen des Verschlusses einer Flasche mit kohlenensäurehaltigem Getränkeinhalt) und zum anderen durch das Prinzip der Zentrifugalkraft, wodurch sich Stoffe unterschiedlicher Dichte voneinander abscheiden lassen – in diesem Fall also konzentrieren sich die kleinen Bläschen in der Mitte und bilden größere Blasen die sich leichter abscheiden lassen.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht, für welche Anwendungen die verschiedenen Entgasungstechniken jeweils geeignet sind.

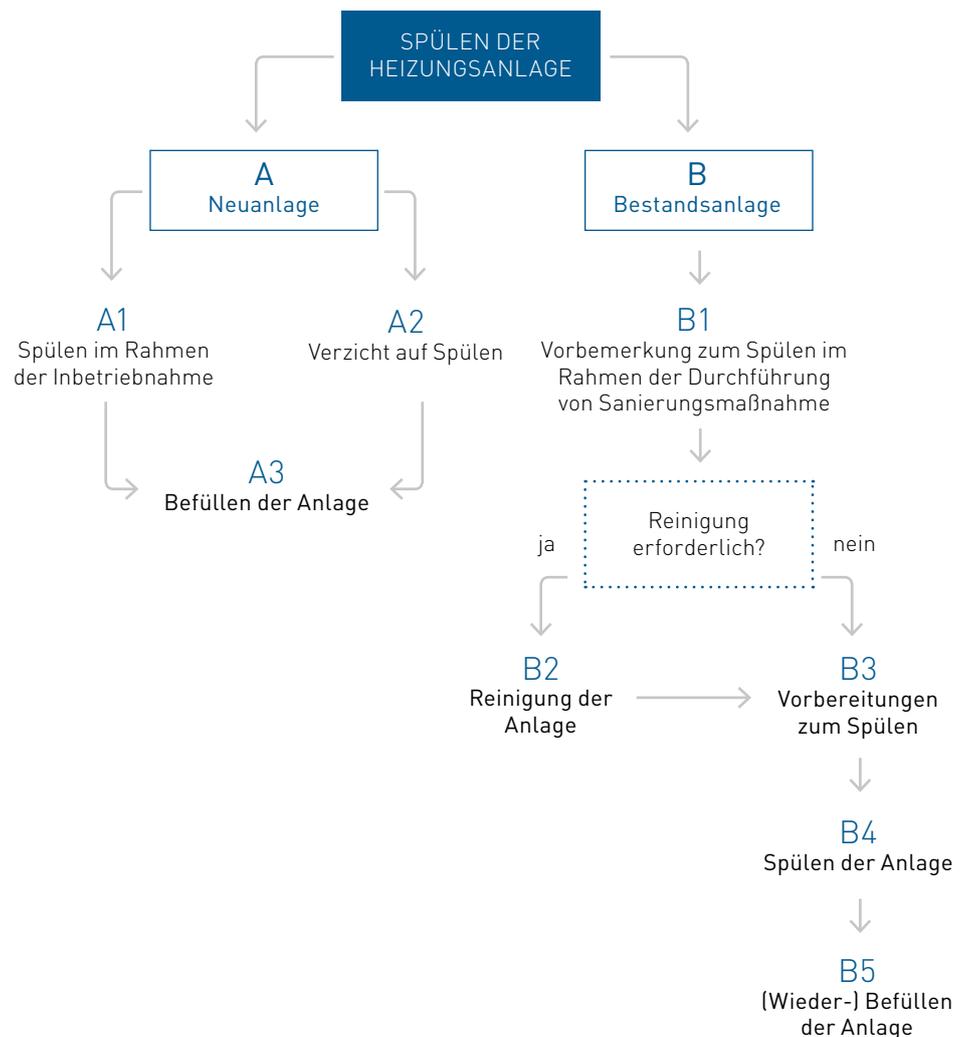
	Entlüftung beim Befüllen	Entgasung während des Betriebs	Korrosionsminderung	Minderung von Erosion	Zirkulationsstörungen verhindern	Geräuschreduzierung	Volle Heizleistung sichern
Entlüfter	+	-	-	-	●	●	●
Abscheider für Mikroblasen	+ *	●	-	●	●	●	●
Druckstufenentgaser Vakuum	-	+	●	+	+	+	+
Druckstufenentgaser atmosphärisch	-	+	●	+	+	+	+

+ gut geeignet ● geeignet mit Einschränkungen ● bedingt geeignet - ungeeignet

* gilt nur bei Installation am Anlagenhochpunkt

7. Spülen der Heizungsanlage

Beim Spülen einer Warmwasser-Heizungsanlage wird unterschieden zwischen dem Spülvorgang
A) im Rahmen der Inbetriebnahme einer Neuanlage und
B) in einer Bestandsanlage.



Nachfolgend werden die beim Spülvorgang durchzuführenden Schritte genauer beschrieben. Weitergehende Hinweise sind z. B. in der DIN EN 14336 und der BTGA Regel 3.002 beschrieben.



A – Hinweise zu Neuanlagen

A1 – Spülen im Rahmen der Inbetriebnahme

Ziel dieser Maßnahme ist es, dass Verarbeitungsrückstände aus der Anlage entfernt werden, die den störungsfreien Betrieb gefährden können. Verarbeitungsrückstände können sein:

- Verunreinigungen vom Lagern der Rohrleitungen
- Öle, Fette vom Fertigungsprozess der Rohrleitungen und Anlagenkomponenten
- Rückstände von Dichtpasten
- Metallspäne u.a. vom Sägen und Trennen
- Schweißperlen und Zunder

Während der Lager- und Montagephase ist darauf zu achten, dass neben den unvermeidbaren Verarbeitungsrückständen keine sonstigen Verunreinigungen, wie zum Beispiel Bauschutt, in die Anlage gelangen. Zur Durchführung des Spülvorganges kann Wasser aus der Trinkwasserinstallation verwendet werden.

Um eine möglichst hohe Strömungsgeschwindigkeit zu gewährleisten, reicht der Anschluss an die Hausinstallation in der Regel nicht aus. In diesem Fall ist dem Wasserkreislauf eine Pumpe/Spülkompressor vorzuschalten. Je nach Anlagengröße und Art des Verteilsystems ist der Spülvorgang abschnittsweise durchzuführen. Hierzu sind an entsprechenden Stellen Füll- und Entleerungshähne in ausreichender Nennweite erforderlich.

A2 - Verzicht auf Spülen

Wenn durch entsprechende Maßnahmen sichergestellt ist, dass zur Inbetriebnahme nicht mit Verunreinigungen im Rohrnetz zu rechnen ist, kann auf das Spülen der Heizungsanlage verzichtet werden. Dies kann zum Beispiel durch eine saubere, staubarme Lagerung und rückstandsfreie Verarbeitung der Materialien sowie ein temporäres Verschließen von offenen Rohrenden (mit Kappen oder Klebeband) erreicht werden. Die Verwendung eines Abscheider oder Filters ist in diesem Fall besonders sinnvoll.

A3 – Befüllen der Anlage

Es ist darauf zu achten, dass die Anlage nach dem Spülvorgang möglichst vollständig entleert wird und unmittelbar mit Füll- bzw. Ergänzungswasser nach den anerkannten Regeln der Technik (z.B. Entwurf VDI 2035 Bl. 1 (2019-03)) befüllt wird.

Tipp:

Das Befüllen sollte unmittelbar nach dem Spülen im Rahmen der Inbetriebnahme erfolgen.



B – Hinweise zu Bestandsanlagen

B1 – Vorbemerkung zum Spülen im Rahmen der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen.

Bei stark verschmutzten Anlagen ist vor dem Spülvorgang zu prüfen, ob ggfs. zusätzlich eine Reinigung durchgeführt werden soll.

B2 – Reinigen der Anlage

Zur sachgerechten Reinigung sind einschlägige Fachkenntnisse zur Verwendbarkeit und Wirkung der Reinigungssubstanzen im Hinblick auf die Beständigkeit der in der Heizungsanlage eingesetzten Werkstoffe erforderlich. Die Vorgaben der Komponentenhersteller sind zu beachten.

Da sich beim Reinigungsvorgang vermehrt Schmutzpartikel im Wasser ansammeln, sollte während der Gesamtreinigungszeit von etwa 3–4 Wochen auch zwischendurch die Funktion der Anlage – insbesondere der Schmutzfänger und Filter – überprüft werden. Außerdem ist grundsätzlich darauf zu achten, dass durch Öffnen der Ventile auch alle Anlagenabschnitte durchströmt werden. Zum Abschluss der Reinigung ist die Anlage möglichst vollständig zu entleeren.

B3 – Vorbereitungen zum Spülen der Anlage

Zur Vorbereitung des Spülvorgangs muss geprüft werden, welche Anlagenkomponenten sinnvollerweise auszubauen und durch Passtücke zu ersetzen sind:

- Filter, Schmutzfänger und Abscheider: diese Bauteile können den Spülvorgang erschweren; Filtereinbauteile sind ggf. vorab zu entfernen.
- Pumpen, Regelarmaturen, Wärmeerzeuger und Wärmemengenzähler: Diese Komponenten könnten durch den Spülvorgang Schaden nehmen. Sie sind daher vom Spülvorgang auszuschließen, beispielsweise durch den Einsatz von Passtücken, durch Umgehungsleitungen (Bypass) oder durch abschnittsweises Spülen.

B4 – Spülen der Anlage

Der eigentliche Spülvorgang in einer Bestandsanlage unterscheidet sich nicht von dem einer Neuanlage. Es wird daher auf Schritt A1 verwiesen.

B5 – Befüllen der Anlage

Wie auch beim Spülen der Anlage unterscheidet sich das (Wieder-) Befüllen von Bestands- und Neuanlagen nicht. Es wird daher auf Schritt A3 verwiesen.

Umfasst die Sanierungsmaßnahme die Neuinstallation von Thermostatventilen (z. B. hydraulischer Abgleich) so sind diese erst nach dem Reinigen und/oder Spülen einzubauen.



Berücksichtigung der Wasserbeschaffenheit im Lebenszyklus der Heizungsanlage

Planung vor Ausführung



Ausführung (Neuinstallation oder wesentliche Änderung)



erstmalige Kontrolle bzw. Wiederholungsprüfung

im Rahmen der jährlichen Inspektion/Wartung, mindestens 10 Wochen Heizbetrieb nach Inbetriebnahme



Lebensende der Anlage

Ausgangszustand des Füllwassers bzw. Bestandwassers. Über Aufbereitung und deren Art wird entschieden nach:

Anlagenvolumen, kleinste Einzelheizleistung, spezifischer Wasserinhalt des Wärmeerzeugers und ggf. der kleinste spez. Wasserinhalt, Gesamthärte, Leitfähigkeit, pH-Wert, optische Prüfung Heizungsmedium, verwendete Materialien. Dies gilt für Neuinstallation bzw. Austausch von relevanten Bauteilen. Die chemische Wasserbehandlung ist nur in speziellen Fällen notwendig.

Ergebnisse Planungsprozess (Sollwerte):

Art der Wasseraufbereitung, Füllmenge, Druckhaltung, Bereich Gesamthärte, pH-Wert-Bereich, Bereich Leitfähigkeit, Festlegung maximal zulässige Menge Füll- und Ergänzungswasser

Weiterer Planungswert:

Absperrbarkeit

Dokumentation im Anlagenbuch (jeweils Soll-Wert Planung und gemessener Ist-Werte nach Konditionierung):

Art der Wasseraufbereitung, tatsächliche Werte: Füllmenge, Druckhaltung, Gesamthärte/Leitfähigkeit (außer bei Verwendung nicht aufbereiteten Trinkwassers), letzter Stand Wasserzähler, optische Prüfung

Dokumentation im Anlagenbuch (jeweils Soll-Wert Planung und gemessener Ist-Werte nach Konditionierung):

Art der Wasseraufbereitung, tatsächliche Werte: Nachspeisemenge, Druckhaltung, Gesamthärte (außer bei Nachspeisung < 1% Anlagenvolumen, außer bei salzarmer Fahrweise und spezifisches Anlagevolumen < 40 l/kW Heizleistung und Anlagenleistung < 200 kW), pH-Wert, Leitfähigkeit, letzter Stand Wasserzähler, optische Prüfung

1. Korrosion

Zusätzliche Informationen

Schutzschichten an Werkstoffen

Die Lebensdauer von Heizungsanlagen wird wesentlich durch die verwendeten metallischen und nichtmetallischen Werkstoffe beeinflusst. Bei Metallen hängt diese vom Aufbau und Erhalt von dünnen Oberflächen-Schutzschichten aus Metalloxiden ab.

Die Schutzschichtbildung ist am Anfang ein Korrosionsvorgang, der bei guter Ausbildung der Schutzschicht nahezu zum Stillstand kommt. Die Schutzschichten der diversen Werkstoffe weisen ihre optimale Beständigkeit bei unterschiedlichen chemischen Bedingungen auf.

Bauteile aus Aluminiumlegierungen erfordern besondere Berücksichtigung. Die Korrosion selbst ist ein elektrochemischer Vorgang in sog. Korrosionselementen, der von lokalen Unterschieden im Werkstoff, den Schutzschichten und den wasserchemischen Verhältnissen beeinflusst wird.

Je stärker die Unterschiede, desto kräftiger ist das Korrosionselement (Korrosionspotential) und desto größer ist die Gefahr für örtliche Korrosion. Die Korrosionsgeschwindigkeit wird auch durch die elektrische Leitfähigkeit (LF) des Heizmediums beeinflusst. Eine niedrige LF behindert den Fluss des Korrosionsstromes, eine hohe LF (geringer elektrischer Widerstand) erleichtert Korrosionsvorgänge.

Schutzschichten können durch chemische und physikalische Vorgänge geschädigt werden, indem z. B. durch einen zu niedrigen pH-Wert die Schutzschichten aufgelöst oder durch zu viel Sauerstoff die übliche Schutzschichtbildung „gestört“ wird.

Werden Schutzschichten durch mechanische (z. B. zu hohe Strömungsgeschwindigkeit) oder wechselnde thermische Beanspruchungen abgetragen, ist dort der Korrosionsschutz nicht mehr gegeben und die Korrosion schreitet fort. Fehlstellen in Schutzschichten können sehr rasch korrodieren, wenn in der Umgebung große Flächen geschützt und nur kleine aktive Korrosionsstellen vorhanden sind. Der Korrosionsvorgang konzentriert sich dabei auf die Fehlstellen und führt zu Lochkorrosion.

MIC - Mikrobiell beeinflusste Korrosion

MIC (microbially influenced corrosion) kann überall dort auftreten, wo sich auf Oberflächen ein sogenannter Biofilm gebildet hat. Erkennbar sind Biofilme meist als schleimförmiger, weicher Belag auf den wasserberührten Oberflächen. Voraussetzungen für die Entstehung von Biofilmen im Heizwasser sind die Anwesenheit von Mikroorganismen, ein Angebot an Nährstoffen sowie „geeignete“ Temperaturen. Diese sind in einer Heizungsanlage oder auch einem Kühlkreislauf mehr oder weniger gegeben.

Betroffen sind metallische und nichtmetallische (Kunststoff-) Oberflächen gleichermaßen, allerdings sind manche Werkstoffe weniger anfällig für den Bewuchs mit Biofilmen, andere mehr.

Dem Heizwasser zugesetzte Korrosionsinhibitoren können zudem mikrobiell abgebaut werden. Damit wird der vorgesehene Schutz vor Korrosion eingeschränkt oder geht ganz verloren.

Mikroorganismen beeinflussen den chemischen bzw. elektrochemischen Korrosionsprozess durch ihre Anwesenheit oder durch ihre Stoffwechselprodukte. Auch können Schutzschichten (z. B. Kalk-Rost-Schutzschichten) aufgelöst werden, wodurch der Korrosionsprozess beschleunigt wird.

Als „Nährstoffe“ für Biofilm bildende Mikroorganismen gelten unter anderem Bestandteile von Korrosionsschutzinhibitoren und bestimmte Sauerstoffbindemittel. Besonders tückisch in diesem Zusammenhang ist der Umstand, dass durch die Mikroorganismen die zum Korrosionsschutz eingesetzten Dosiermittel verbraucht werden, was meist Anlass zu einer erneuten Dosierung ist. Damit wiederum wird das Nährstoffangebot erhöht bzw. ergänzt und der Kreislauf beginnt von neuem.

Kontaktkorrosion/Korrosion durch Materialmix

In der Regel sind metallische Werkstoffe in Heizungsanlagen mit Oxid-Schichten überzogen. Oxide sind Schutzschichten, welche „edler“ sind als ihre Metalle. Unzureichende Schutzschichten können, je nach Beschaffenheit des Heizwassers, Korrosion hervorrufen.

Ein geringer Sauerstoffanteil und ein niedriger Leitwert (siehe Kap. 3.3) verringern das Risiko dieser Korrosionsart. Je edler ein Metall ist, desto weniger leicht reagiert es bzw. desto weniger leicht korrodiert es.

Vorsicht ist geboten bei wasserseitig verzinkten Bauteilen. Zinküberzüge z. B. auf den Innenoberflächen von Fittings sind bis zu Temperaturen von ca. 50°C unedler als das Grundmaterial Eisen und schützen dieses somit. Bei Temperaturen oberhalb ca. 56°C kehren sich diese Verhältnisse jedoch um. Bestehen in einem solchen Falle erhebliche Korrosionspotenziale durch hohen Sauerstoffgehalt und/oder hohen Leitwert, wird der Rohrwerkstoff angegriffen.

Die nach Trinkwasserverordnung zulässigen Wässer können in der Härte deutlich von den Anforderungen an das Heizwasser abweichen. Der Entwurf VDI 2035 Bl. 1 (2019-03) stellt jedoch den nach ihrer Leistung in kW gestaffelten fünf Kesselgruppen jeweils Richtwerte für die Karbonathärte gegenüber. Nur der Einfachheit halber, werden die Richtwerte dabei auf die Angabe der Gesamthärte in mol/m³ bezogen.

Füll- und Ergänzungswasser sowie Heizwasser

Gesamtheizleistung in kW	Summe Erdalkalien in mol/m ³ (Gesamthärte)		
	Spezifisches Anlagenvolumen in l/kW Heizleistung		
	≤ 20	> 20 bis ≤ 40	> 40
≤ 50 kW ¹⁾	keine	≤ 3,0 (16,8)	< 0,05 (0,3)
≤ 50 kW ²⁾	≤ 3,0 (16,8)	≤ 1,5 (8,4)	
> 50 bis ≤ 200 kW	≤ 2,0 (11,2)	≤ 1,0 (5,6)	
> 200 bis ≤ 600 kW	≤ 1,5 (8,4)	< 0,05 (0,3)	
> 600 kW	< 0,05 (0,3)	< 0,05 (0,3)	

1) spezifischer Wasserinhalt Wärmeerzeuger ≥ 0,3 l je kW

2) spezifischer Wasserinhalt Wärmeerzeuger < 0,3 l je kW
(z. B. Umlaufwasserheizer) und Anlagen mit elektrischen Heizelementen

Zusätzliche Anforderungen an das Heizwasser

Hersteller mit
eventuell gegenüber
der Tabelle verschärften
Anforderungen müssen
entsprechende Angaben
machen und dies deutlich
dokumentieren.

Heizwasser heizleistungsunabhängig

Betriebsweise	Elektrische Leitfähigkeit bei 25 °C
salzarm	> 10 bis ≤ 100 µS/cm
salzhaltig	> 100 bis ≤ 1500 µS/cm
	Aussehen
	klar, frei von sedimentierenden Stoffen
	Werkstoffe in der Anlage
	pH-Wert
ohne Aluminiumlegierungen	8,2 - 10,0
mit Aluminiumlegierungen	8,2 - 9,0

Quelle: Entwurf VDI 2035 Bl. 1 (2019-03)

2. Kennwerte der Heizwasserbeschaffenheit

„Vertrauen ist gut – Kontrolle ist besser“

Wie bei jedem Bauteil einer Heizungsanlage, haben spätestens zu Beginn des bestimmungsgemäßen Betriebes alle zugeordneten Eigenschaften erfüllt und dem Betreiber der Anlage übergeben zu sein. Hauptkomponenten, wie Heizkessel, Umwälzpumpe und Regelung werden im Laufe der jeweiligen Lebensdauer über Wartungsverträge idealerweise regelmäßig kontrolliert. Der Zustand des alle Komponenten gleichermaßen verbindenden Heizwassers wird jedoch viel zu oft auf die Kontrolle des Füllstandes reduziert. Viele Schäden an Heizanlagen lassen sich gerade hier mit einfachen Messmethoden gänzlich vermeiden, mindestens aber schon frühzeitig erkennen. Die VDI 2035 gibt hierzu Prüfintervalle vor (vgl. Abb. S. 24)

Wichtig:

alle Erkenntnisse müssen in einem Anlagenbuch vor Ort erfasst und dokumentiert werden. Dies erfordert nicht nur die ordnungsgemäße Inbetriebnahme und Übergabe an den Betreiber, sondern auch die spätere Anerkennung von Gewährleistungsansprüchen gegenüber Herstellern der verbauten Heizanlagenkomponenten.

Enthärtung

Für den Prozess der Wasserenthärtung werden dem Wasser die Härtebildner Calcium und Magnesium entzogen und in Form eines Ionenaustauschprozesses durch Natrium ersetzt. Dabei wird die Summe der Wasserinhaltsstoffe nicht, das Verhalten in Bezug auf die Kesselsteinbildung jedoch grundlegend verändert. Die Löslichkeit der Natriumverbindungen ist so hoch, dass unter den üblichen, heiztechnischen Bedingungen kein Kesselstein gebildet werden kann. Allerdings tragen die Natriumkarbonatanteile (Soda) zur pH-Wert Erhöhung des Heizwassers bei. Diese „Eigenalkalisierung“ kann bei entsprechenden Anteilen an Karbonathärte im zuvor behandelten Trinkwasser auch den Richtwertebereich von 8,2 bis 9,0 überschreiten.

Eisenwerkstoffen kommt diese pH-Wert Erhöhung gerade recht. Die Korrosionsrate bleibt gering. Jedoch wird beim Werkstoff Aluminium durch den hohen pH-Wert die zur Passivierung notwendige Oxidschicht aufgeweicht und geht damit dem Korrosionsschutz verloren. Diese Werkstoffe erfordern demnach eine andere Art der Wasserbehandlung, die im nächsten Punkt beschrieben wird.

Entsalzung

Im Gegensatz zu der reinen Wasserenthärtung werden bei der Entsalzung alle Inhaltsstoffe aus dem Wasser entfernt. Der verbleibende, geringe Restsalzgehalt drückt sich in sehr kleinen Leitwerten, typischerweise $<10 \mu\text{S}/\text{cm}$ aus. Alkalisierende und pH-Wert antreibende Bestandteile der Karbonathärte sind nicht mehr, die schwach ionisierte Kohlensäure dagegen noch teilweise vorhanden, was sich in einem niedrigen pH-Wert des entsalzten Wasser bemerkbar macht. Bei der Aufheizphase des Heizkreislaufes werden diese Bestandteile aufgrund der hohen Flüchtigkeit schnell ausgetrieben.

Eine pH-Wert-Kontrolle des Heizwassers sollte daher erst im Rahmen der nächsten jährlichen Wartung, frühestens jedoch nach 10 Wochen Heizbetrieb, erfolgen. Im Gegensatz zu den vor Ort mit Kochsalz (NaCl) regenerierbaren Enthärtungsanlagen, sind die Ionenaustauschverfahren der Entsalzung immer als Tausch- oder Wegwerfeinheit ausgeführt. Die Regeneration der Mischbettharze erfordert nach aufwändiger Trennung Regeneriermittel wie Salzsäure und Natronlauge, die beide nicht baustellentauglich sind. Das Produktwasser der Umkehrosmose ist durch den höheren Kohlensäureanteil meist saurer als alle anderen Füll- und Ergänzungswässer. Hier ist es besonders wichtig erst die Aufheizphase abzuwarten, bevor eine endgültige pH-Wertbestimmung erfolgt.

Messung Leitfähigkeit, pH-Wert, Gesamthärte

Vorbereitung der Messungen

- Ermittlung der für diese Anlage zulässigen Arbeitsbereiche für Leitfähigkeit, pH-Wert und Gesamthärte aus dem Anlagenbuch
- sauberes und ölfreies Probenahmegefäß
- Stagnationswasser verwerfen - direkt hinter Dosierstationen keine Messung vornehmen - keine Entnahme an relativen Tiefpunkten - Messung im laufenden Betrieb bei laufender Pumpe
- Messung erfolgt unmittelbar nach Probenahme ohne Abkühlung der Probe
- Probenahmegefäß und Sonde mit Heizmedium spülen
- Probenahme ohne Lufteintrag (zum Beispiel mit eingetauchtem Schlauch)

Messung und Auswertung Leitfähigkeit

- Messgerät nach Herstellerangaben kalibrieren
- Messung mit Sollvorgaben vergleichen.

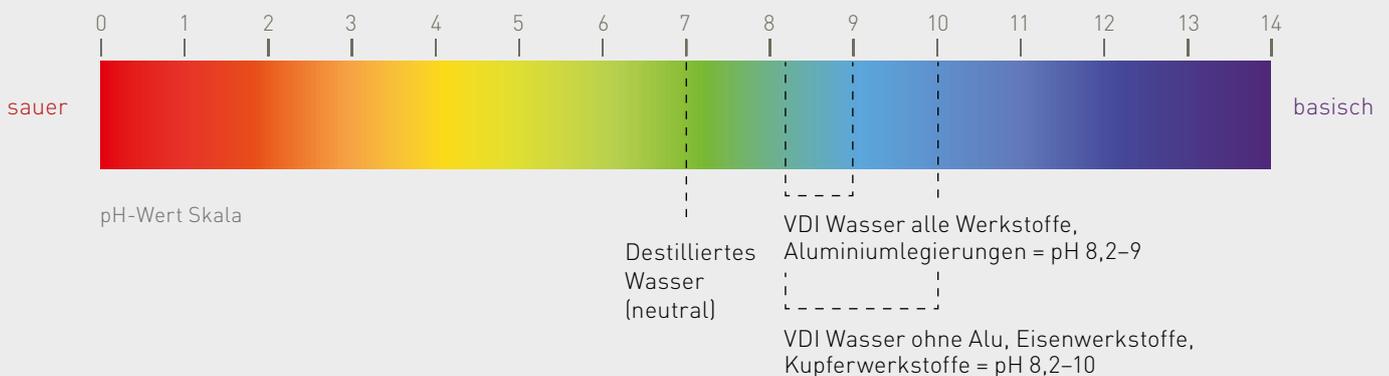
Messung und Auswertung pH-Wert

- Messgerät nach Temperaturniveau auswählen, Kalibrierung mit 2-Punkt-Messung nicht länger als 14 Tage zurückliegend
- Achtung: Lagerung der Messelektrode ausschließlich in Lagerlösung, Lebensdauer Elektrode ca. 12 Monate
- Bei pH-Wert 7,5-8,2: Probe muss nach 5 min Wartezeit farblos bleiben.

Messung und Auswertung Erdalkalien (Härtebildner)

- Beachtung der Anweisungen im Testkit.
- Heizungswasserprobe sollte farblos sein.
- Auf Haltbarkeitsdatum der Titrierlösung achten
- Bei einer titrimetischen Bestimmung von $\leq 0,5^\circ \text{dH}$ gilt die Anforderung von $0,3^\circ \text{dH}$ als erfüllt

Dokumentation der geforderten Werte im Anlagenbuch



Eine Über-/
Unterschreitung der
Anforderungen um 10 %
(Leitfähigkeit) bzw. 0,2 pH
wird als Messtoleranz
bei o. g. Verfahren
akzeptiert.

Ein gemessener
pH-Wert von 7,3
erfüllt damit die
Tabellenvorgabe
pH 7,5.

pH-Wert des Heizwassers

Der dimensionslose pH-Wert definiert den Gehalt an sauren oder basischen Anteilen eines Wassers, der als Grundlage für wasser- oder werkstoffchemische Reaktionen verstärkend oder schwächend einwirken kann. Der pH-Wert alleine sagt jedoch wenig über die Kraft der Einflussnahme aus. In salzarmen Heizwässern genügt eine geringe Konzentration um den pH-Wert in die jeweilige Richtung zu bewegen. Bei salzhaltigen Heizwässern kann die gleiche pH-Wertänderung nur mit dem Einsatz an bedeutenderen Mengen der Säuren- oder Basenbestandteilen bewirkt werden. Man spricht hierbei von einem „erhöhten Pufferungsvermögen“ des Wassers.

Mit unserem Trinkwasser kommen in der Regel die Kohlensäure als pH-Wert Senker und die Karbonate der gleichnamigen Härte als pH-Wert Erhöher in Frage. Das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht des Trinkwassers ermöglicht pH-Werte zwischen 6,5 und 9,5. Im Heizwasser typische Werte liegen zwischen 8,2 und 9,5. Die hohen Werte resultieren aus der über die Temperaturerhöhung ausgetriebenen Kohlensäure und die „Eigenalkalisierung“ durch die im Wasser enthaltenen und alkalisch reagierenden Karbonate. Bei ggf. angedachten Wasserbehandlungsverfahren muss dieser Umstand mit berücksichtigt werden.

pH-Wert-Regulierung

Bei zu niedrigen pH-Werten sollte zuerst die Druckhaltung geprüft werden (Sauerstoffeintrag). Bei zu hohen Werten empfiehlt sich eine Entsalzung als erste Maßnahme.

Mit dem Einsatz von Additiven kann der pH-Wert des Heizwassers angehoben werden. Für die Einstellung des pH-Bereiches ist die Pufferkapazität über den Salzgehalt des jeweiligen Heizwassers entscheidend. Hierbei liefert die Bestimmung der Alkalität des Heizwassers entsprechende Hinweise für die optimalen Einsatzmengen.

3. Filter Schmutzfänger Abscheider

Bei Vorhandensein von Pufferspeicher oder Hydraulischer Weiche erfolgt dort ein Absetzen von Partikeln. Dies ist bei der Dimensionierung und Anordnung von Filtern und Abscheidern zu berücksichtigen

Filter/Schmutzfänger/Abscheider

Gemäß Entwurf VDI 2035 Bl. 1 (2019-03) ist das Heizwasser idealerweise „farblos, klar und frei von sedimentierbaren Stoffen“. Wenn außerdem die Wasserparameter „Härte“, „elektrische Leitfähigkeit“ und „pH-Wert“ die in dieser Richtlinie definierten Werte einhalten, sind damit die besten Voraussetzungen für einen bestimmungsgemäßen, effizienten und langlebigen Betrieb der Anlage gegeben.

Da sich das Heizwasser meist über Jahre hinweg in dem System befindet, kann sich die Beschaffenheit aber durchaus verändern. Dadurch können z. B. Anhaftungen an Wärmeübertragungsflächen entstehen oder es können Funktionsbeeinträchtigungen an Armaturen, Wärmemengenzählern, Thermostatventilen oder Umwälzpumpen auftreten. Zur Vorbeugung gegen diese etwaigen Funktionsstörungen sollten im Heizungsvorlauf Filter oder Abscheider eingebaut werden. Dies wird insbesondere bei der Sanierung von Bestandsanlagen empfohlen.

Normen und Richtlinien

Weiterführende Informationen zu den Themen Druckhaltung und Wasserbeschaffenheit können den folgenden Normen und Richtlinien entnommen werden:



- **Entwurf VDI 2035 Bl. 1 (2019-03)** Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen-Steinbildung und wasserseitige Korrosion
- **VDI 4708 Blatt 1: 2012 - 07** Druckhaltung, Entlüftung, Entgasung - Druckhaltung
- **VDI 4708 Blatt 12: Entwurf (2019)** Druckhaltung, Entlüftung, Entgasung - Entlüftung, Entgasung
- **BTGA-Regel 3.002 (2019)** Geschlossene wassergeführte Heiz- und/oder Kalt-/Kühlwasserkreisläufe in Gebäuden –Druckprüfung, Spülen und Befüllen von Neuanlagen
- **DIN EN 14336: 2005 - 01** Heizungsanlagen in Gebäuden - Installation und Abnahme der Warmwasser-Heizungsanlagen; Deutsche Fassung EN 14336:2004
- **DIN EN 1717: 2011 - 08** Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen; Deutsche Fassung EN 1717:2000; Technische Regel des DVGW
- **DIN EN 12828: 2014 - 07** Heizungsanlagen in Gebäuden - Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen; Deutsche Fassung EN 12828:2012+A1:2014
- **DIN 1988-100: 2011 - 08** Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen Teil 100: Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte; Technische Regel des DVGW

Weitere Broschüren der VdZ:



Ausgabe März 2019
Herausgeber: VdZ e. V. / FÖGES GmbH
Oranienburger Straße 3 · 10178 Berlin
info@vdzev.de | www.vdzev.de

Fotos: © VdZ, © Judo Wasseraufbereitung, © Kermi
© WIL0, © Oventrop, © imi hydronic, © Thilo Ross
S. 12 © wunschmedien.de (shutterstock.com)
S. 19 © HS_PHOTOGRAPHY (shutterstock.com)
S. 23 © 1000 Words (shutterstock.com)
S. 24 © Chepko Danil (fotolia.com)
Gestaltung: Anna Boddin

Überreicht durch:



Spitzenverband der
GEBÄUDETECHNIK