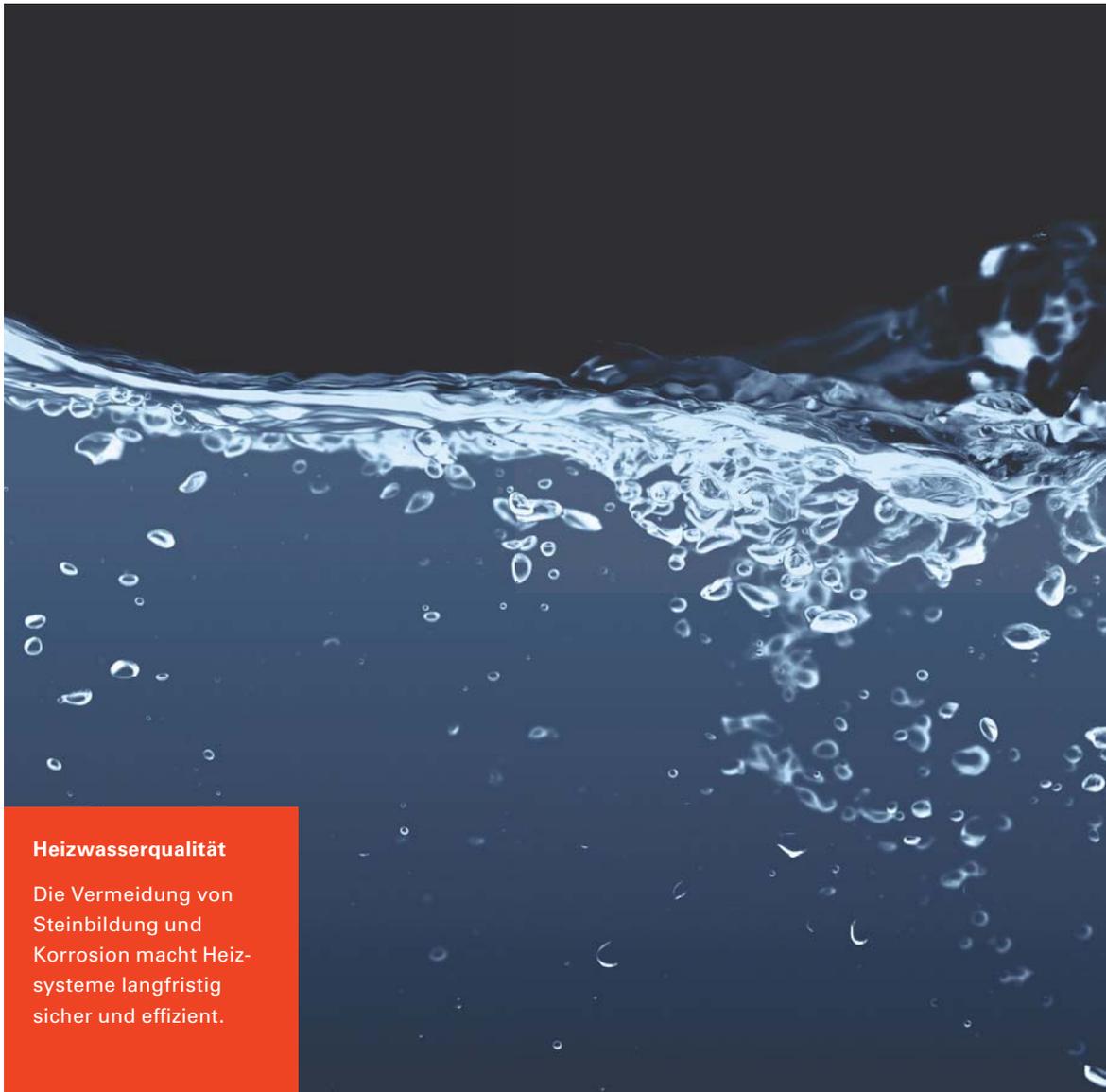




FACHREIHE

## Heizwasserqualität sicherstellen



### Heizwasserqualität

Die Vermeidung von Steinbildung und Korrosion macht Heizsysteme langfristig sicher und effizient.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>4</b>
	Heizsysteme – langfristig sicher und effizient	
<b>2</b>	<b>GRUNDLAGEN</b>	<b>6</b>
2.1	Trinkwasser und Heizwasser	6
2.2	Steinbildung	7
2.3	Arten der Korrosion	11
2.4	Elektrische Leitfähigkeit	16
2.5	pH-Wert	17
<b>3</b>	<b>TECHNIK</b>	<b>18</b>
3.1	Planung	18
3.2	Installation	25
3.3	Wartung	27
3.4	Entscheidungsmatrix	28
<b>4</b>	<b>ANWENDUNGEN</b>	<b>30</b>
4.1	Vitaset Protect	30
4.2	Marktpartner	34
4.3	Fazit	35

# Heizsysteme

## Langfristig sicher und effizient



Heizgeräte sind in den vergangenen Jahren immer effizienter und kompakter geworden. Damit gehen auch deutlich höhere Anforderungen an das Heizwasser einher, denn die effizienteren Konstruktionen reagieren deutlich sensibler auf Härtebildner oder Sauerstoff im Füll- und Ergänzungswasser.

### **Lebenszeit Heizsysteme**

Sowohl für Neugeräte als auch für Bestandsanlagen gilt der Kundenwunsch nach Langlebigkeit. Langlebigkeit allein jedoch reicht nicht aus, denn es gilt Störungen zuverlässig zu vermeiden und die Energieeffizienz der Geräte zu erhalten.

Der Betreiber erwartet also, dass die Anlage über die gesamte Nutzungsdauer betriebssicher, energieeffizient und wirtschaftlich betrieben werden kann. Erst das macht Kunden langfristig zufrieden – und das ist die beste Werbung!

### **Heizungswasser**

Wasser ist das „Blut“ der Heizung, es entscheidet maßgeblich über die Lebensdauer der Heizungsanlage. Das Wasser nimmt im Heizgerät die Wärme auf und verteilt sie im Heizungskreis. Dabei trifft das Heizwasser auf unterschiedliche Materialien, es kommt zu Reaktionen.

Korrosion wird dann zum Feind der Heizungsanlage, wenn sie nicht dauerhaft auf ein Minimum reduziert wird. Die schleichenden Prozesse aufgrund unterschiedlichster Korrosionsarten können je nach Materialmix über kurz oder lang zum vorzeitigen Aus für das Heizgerät führen.

### **Steinbildung**

In Abhängigkeit vom Härtegrad des Befüll- und Ergänzungswassers werden Stoffe zugeführt, die zur Steinbildung am Wärmetauscher führen können. Mit zunehmender Verkalkung wird der Wirkungsgrad der Wärmeübertragung verringert, die Energieeffizienz sinkt kontinuierlich. Zudem steigt die Temperaturspreizung am Wärmetauscher und es kommt zu Siedegeräuschen. Die Steinbildung kann hier sogar bis zur Rissbildung am Material führen.

### **Veränderung von Wasser**

Füllwasser und Heizwasser sind nicht identisch, denn das Wasser reagiert permanent mit den unterschiedlichen Materialien im Heizkreis. Es verändert mit der Zeit seine chemischen Eigenschaften und das kann Folgen haben: Durch zerstörte Schutzschichten kann Material abgetragen werden. Dadurch werden Komponenten geschwächt oder durch den Abtrag verunreinigt.

### **Viessmann Forschung**

Viessmann stellt sich als Hersteller gemeinsam mit seinen Partnern der Verantwortung für das fertige Heizsystem. Dazu zählt u.a. die Qualität des Betriebsmittels Heizwasser bezogen auf die jeweiligen Wärmeerzeuger.

Viessmann betreibt auch zu diesem Thema seit Jahren intensive Grundlagenforschung, um trotz der hoch variablen Bedingungen vor Ort (Wasserqualität) zusammen mit seinen Marktpartnern und guten Produkten ein gutes Heizsystem – also eine dauerhaft gute Anlage – liefern zu können.

In den folgenden Kapiteln werden die Zusammenhänge erläutert und Wege aufgezeigt, die einen sicheren und langfristig effizienten Betrieb von Heizungsanlagen gewährleisten.

# Grundlagen

## Gute Heizwasserqualität erkennen

### Hinweis

Alle Inhalte beziehen sich auf wassergeführte Heizsysteme mit Betriebstemperaturen unter 100°C und Anlagenleistungen < 50kW. Dabei wird Bezug genommen auf die deutsche VDI-Richtlinie 2035 Blatt 1, 2020. Diese Richtlinie gibt den Stand der Technik zum Bau richtig guter Heizungsanlagen wieder und ist Basis für die praxisbezogenen Teile dieser Broschüre.



[www.vdi.de](http://www.vdi.de)

In wassergeführten Heizsystemen spielt Wasser die zentrale Rolle – als Wärmeträger oder zu erwärmendes Trinkwasser.

Da Wasser stets frisch aus dem Trinkwassernetz kommt, stellt sich mancher die Frage, warum denn überhaupt ein so großer Aufwand hinsichtlich Heizungswasser betrieben werden muss. „Wenn ich es trinken kann, dann wird es ja wohl auch für die Heizung taugen!“



Viessmann Systemtrenner STBA 200

### 2.1 TRINKWASSER UND HEIZWASSER

Als alltägliches Lebensmittel muss Trinkwasser immer hygienisch einwandfrei sein. Für das Betriebsmittel Heizwasser gilt das nicht. Daher gelten für Trinkwasser und Heizwasser sehr unterschiedliche Grenzwerte. Sauerstoff beispielsweise ist im Trinkwasser völlig problemlos, Menschen rosten ja nicht. Im Heizwasser wiederum stören bestimmte Stoffe nicht und werden aus diesem Grund in den entsprechenden Richtlinien auch nicht behandelt. Dennoch käme niemand auf die Idee, davon zu trinken.

Die Vorschrift einer Systemtrennung (Befüllarmatur) wird daher auch von technisch weniger versierten Nutzern eingesehen, denn es handelt sich um zwei Wasser, die man wirklich auseinanderhalten sollte.

#### Gefährdende Inhaltsstoffe

Bei Trinkwasser geht es in Bezug auf das Gefährdungspotenzial primär um Hygiene, aber auch um Korrosion. Trinkwasser ist besonders korrosiv, denn enthaltene Chloride und Sulfate greifen die Werkstoffe in der Trink-

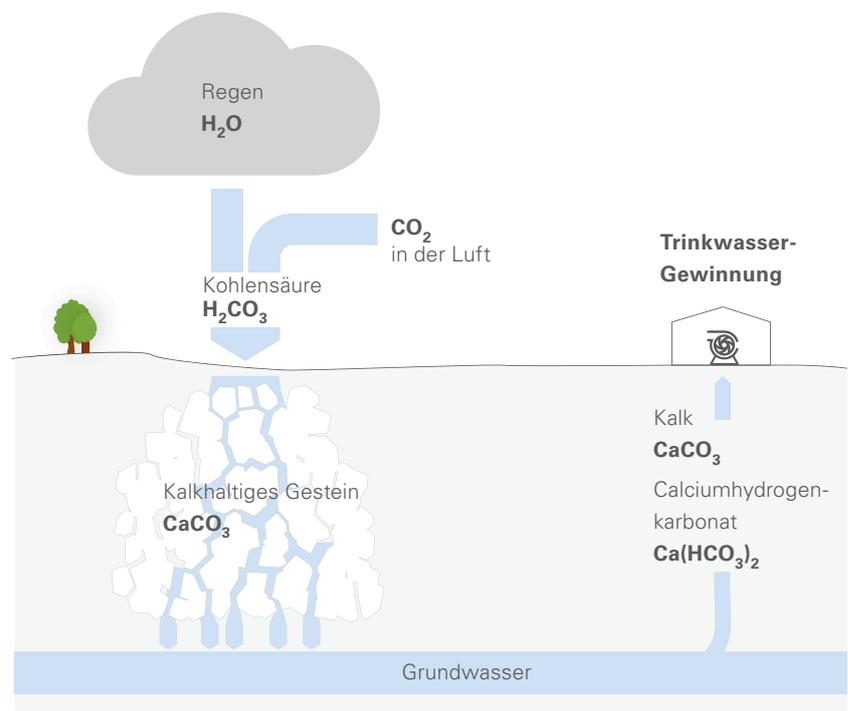
wasserinstallation an. Für diese Stoffe gelten in der Trinkwasserverordnung entsprechende Grenzwerte. Zudem sind Warmwasserspeicher entweder aus Edelstahl oder emailliertem Stahl mit Schutzanode, um den Anforderungen zu entsprechen.

Bei Heizwasser geht es bezüglich des Gefährdungspotenzials sowohl um Korrosion als auch um Verkalkung.

## 2.2 STEINBILDUNG

Im Unterschied zum Heizwasser stellt Kalk im Trinkwasser ein untergeordnetes Problem dar. Kalk, oder genauer gesagt der Kalkbestandteil Calcium, ist bekanntlich ein notwendiges Mineral für unsere körperliche Entwicklung und Gesundheit.

Kalkhaltiges, sogenanntes hartes Wasser führt jedoch zur Bildung von Kesselstein in Heizungen. Aus diesem Grund werden leistungsbezogene Obergrenzen für den Härtegrad von Füll-, Ergänzungs- und Heizwasser angegeben. Diese Werte haben sich in der Praxis bewährt, um Schädigungen durch Steinbildung zu vermeiden und sind daher auch in die einschlägigen Regelungen aufgenommen worden.



### Entstehung von Wasserhärte

Regen sowie Oberflächen- und Grundwasser enthält u. a. Kohlendioxid ( $CO_2$ ) als Kohlensäure ( $H_2CO_3$ ) gebunden, wodurch der pH-Wert niedrig (sauer) ist. Aufgrund dieser Versauerung werden beim Versickern durch kalkhaltige Gesteinsschichten u. a. Kalziumverbindungen gelöst und vom Wasser als Calciumcarbonat ( $CaCO_3$ ) und Calciumhydrogencarbonat ( $Ca(HCO_3)_2$ ) aufgenommen.

## RICHTWERTE FÜR DAS FÜLL- UND ERGÄNZUNGSWASSER

Gesamtheizleistung in kW

Summe Erdalkalien in mol/m<sup>3</sup> (Gesamthärte in °dH)

	Spezifisches Anlagenvolumen in l/kW Heizleistung		
	≤ 20	> 20 bis ≤ 40	> 40
<b>≤ 50 kW</b> Kleinster spezifischer Wasserinhalt Wärmeerzeuger ≥ 0,3 l/kW	keine	≤ 3,0 (16,8)	< 0,05 (0,3)
<b>≤ 50 kW</b> Kleinster spezifischer Wasserinhalt Wärmeerzeuger < 0,3 l/kW	≤ 3,0 (16,8)	≤ 1,5 (8,4)	< 0,05 (0,3)
<b>&gt; 50 kW bis ≤ 200 kW</b>	≤ 2,0 (11,2)	≤ 1,0 (5,6)	< 0,05 (0,3)
<b>&gt; 200 kW bis ≤ 600 kW</b>	≤ 1,5 (8,4)	< 0,05 (0,3)	< 0,05 (0,3)
<b>&gt; 600 kW</b>	< 0,05 (0,3)	< 0,05 (0,3)	< 0,05 (0,3)

Quelle: VDI-Richtlinie 2035

## HÄRTEGRAD VON WASSER

- Offiziell angegeben wird der Härtegrad des Wassers als Summe Erdalkalien in der Stoffmengenkonzentration Mol pro Kubikmeter (mol/m<sup>3</sup>). Die alte Maßeinheit „Grad deutscher Härte, °dH“ wird jedoch noch genutzt.
- Umrechnung:
 

1 mol/m <sup>3</sup>	=	1 mmol/l
1 mmol/l	△	5,6 °dH
1 °dH	△	0,178 mmol/l

## Summe Erdalkalien und Härtegrad

Als die sogenannten Härtebildner treten in erster Linie Calcium und Magnesium auf, die im Trinkwasser gelöst sind. Je mehr von diesen Mineralien im Wasser enthalten sind, desto härter ist das Wasser, man spricht auch von der Summe der Erdalkalien oder der Gesamthärte.

Die Karbonathärte basiert auf der Konzentration des im Wasser gelösten Hydrogencarbonats und wird auch temporäre Härte genannt, da sie durch Erhitzen des Wassers stark fallen kann.

Verdunstet Wasser, z. B. in der Dusche, verbleiben Rückstände, die als Kalkflecken bekannt, aber nicht beliebt sind. Das Calciumcarbonat bildet dabei als Kalk eine sehr feste Kristallstruktur an den Oberflächen.

Bei der Erhitzung von Trink- bzw. Heizwasser fällt das Calciumcarbonat in ebenso fester Kristallstruktur wie

Kalk aus. Je höher die Temperatur des Wassers ist, desto weniger Kalk kann in Lösung gehalten werden und es kommt zu Ausfällungen. Der ausgefällte Kalk setzt sich zum einen an Engstellen im System ab (z. B. Ventile), zum anderen dort, wo es besonders warm ist (z. B. Wärmetauscher). An diesen erhitzenden Oberflächen bildet sich dann eine hartnäckige Kalkschicht – der Kesselstein.

## Bildung von Kesselstein

Der Prozess der wachsenden Kalkschichten an warmen Oberflächen wird Steinbildung (Bildung von Kesselstein) genannt und hat Folgen. Die Leistung von Wärmetauschern sinkt mit zunehmender Kalkschicht erheblich, die Effizienz des Heizsystems nimmt entsprechend ab. Den Einfluss unterschiedlich dicker Kalkschichten auf die Übertragungsleistung von Wärmetauschern machen die abgebildeten Messwerte deutlich.

## EXEMPLARISCHE WERTE FÜR KALKMENGEN IM TRINKWASSER

Trinkwasser	Kalk (Calciumcarbonat CaCO <sub>3</sub> )		
	Weich <sup>1</sup>	Mittel <sup>2</sup>	Hart <sup>3</sup>
1 l	0,1 g	0,25 g	0,36 g
100 l	10 g	25 g	36 g
500 l	50 g	125 g	180 g
1000 l	100 g	250 g	360 g

- <sup>1</sup> 1 mmol/l (5,6 °dH)  
<sup>2</sup> 2,5 mmol/l (14 °dH)  
<sup>3</sup> 3,56 mmol/l (20 °dH)

### Deutsches Recht

Nach dem seit 2007 geltenden Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG) sind die Wasserversorgungsunternehmen verpflichtet, die Härtebereiche des Trinkwassers anzugeben. Die Angaben müssen in Millimol Calciumcarbonat pro Liter erfolgen.

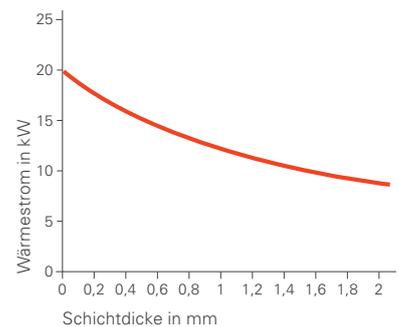
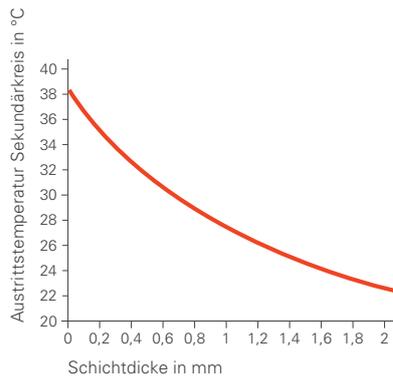
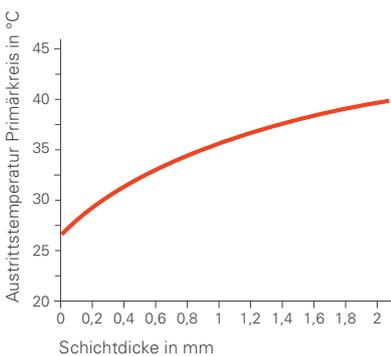
Härtebereich	Calciumcarbonat in mmol/l	Gesamthärte in °dH
weich	< 1,5	< 8,4
mittel	1,5 bis 2,5	8,4 bis 14
hart	> 2,5	> 14

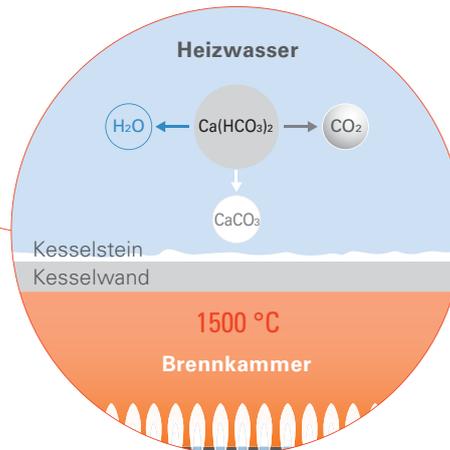
Zudem können die Steinbeläge am Wärmetauscher bei ungleicher Verteilung der Kalkablagerungen zu Temperaturunterschieden im Material des Wärmetauschers führen. Aufgrund der unterschiedlichen Wärmedehnung kommt es dann bevorzugt an Schweißnähten zu Rissbildungen mit Leckagen.

Auch das Phänomen der Siedegeräusche ist auf den Kesselstein zurückzuführen. Abplatzende Steinbeläge können außerdem punktuell zu Querschnittsverengungen mit Erhöhung des Strömungswiderstands bzw. zu Störungen in Pumpen und Ventilen führen.

Zur Einschätzung des Verkalkungsrisikos muss nicht nur das Wasservolumen der Erstbefüllung des Heizsystems (Füllwasser) betrachtet werden, sondern es müssen auch die Nachfüllmengen (Ergänzungswasser) Berücksichtigung finden.

### Einfluss einer Kalkschicht auf die Übertragungsleistung eines Wärmetauschers





### Entstehung von Kesselstein

Durch Erhitzen trennen sich sowohl Wasser ( $\text{H}_2\text{O}$ ) als auch das Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) vom im Wasser gelösten Calciumhydrogencarbonat ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ), und es wird zu Calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3$  = Kalk). Ein Teil davon bildet auf der Oberfläche des Wärmetauschers an Kristallisationskeimen feste Kalkablagerungen, der andere Teil wird als Schwebstoff im Heizwasser fortgeführt und setzt sich an anderer Stelle ab.

### HEIZWASSER

Gesamtes zu Heizzwecken dienendes Wasser einer Heizanlage

### FÜLLWASSER

Wasser der Erstbefüllung der gesamten Heizanlage

### ERGÄNZUNGSWASSER

Wasser jeder einzelnen Nachfüllung der Heizanlage

Das zweifache Anlagenvolumen gilt über die gesamte Nutzungsdauer der Heizanlage als maximale Menge des Ergänzungswassers. In der Praxis ist jedoch eine sechs- bis siebenfache Menge keine Seltenheit. Auf diese Weise können durchaus erhebliche Mengen Calciumcarbonat in das System gelangen – mit entsprechenden Folgen für die Effizienz, die Betriebssicherheit und die Nutzungsdauer der Anlage. Und Vorsicht: Ein verkalkter Wärmetauscher kann nicht mehr die Wärmeleistung übertragen, für die er eigentlich geplant war.

Ein besonderes Augenmerk benötigen hocheffiziente Heizsysteme mit einem geringen Wasservolumen pro Kilowatt Nennwärmeleistung im Wärmeerzeuger ( $< 0,3 \text{ l/kW}$ ). Diese kompakten Heizgeräte haben eine hohe spezifische Heizflächenbelastung und reagieren entsprechend auf Härtebildner.

Auch Anlagen mit großem Wasservolumen pro Kilowatt Nennwärmeleistung im Heizsystem ( $> 40 \text{ l/kW}$ ) sind besonders gefährdet, da aufgrund des großen Wasservolumens eine entsprechend große Menge Calciumcarbonat in die Anlage gelangen kann.

Noch wesentlich größer wird das Kalkproblem im Anlagenteil zur Trinkwassererwärmung (Speicher, Frischwasser-Station), da hier ständig frisches, kalkhaltiges Wasser nachfließt. Das kann in Abhängigkeit von der Wasserhärte sehr schnell zu Verkalkungen von Speichern, Rohrleitungen und Wärmetauschern führen.

Auch hier hilft die Vorstellung der angelieferten Menge, denn jährlich verbraucht eine vierköpfige Familie durchschnittlich 60 Kubikmeter Trinkwarmwasser. Je nach Härtegrad des Trinkwassers gelangen so mehrere Kilogramm Kalk zum Trinkwassererwärmer und ins Warmwassernetz – pro Jahr!

## 2.3 ARTEN DER KORROSION

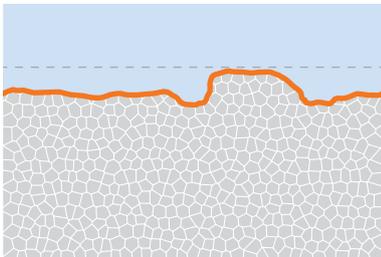
Im Gegensatz zur Steinbildung spielt bei der Korrosion die Werkstoffbeschaffenheit eine entscheidende Rolle.

Viele Komponenten im Heizkreis sind aus Guss bzw. unlegiertem Stahl (z. B. Heizkörper, hydraulische Weiche etc.). Eine vollständige Vermeidung von Korrosion im Heizsystem ist nicht möglich, aber auch gar nicht nötig. Es kommt darauf an, die Prozesse zu kennen, zu mindern und zu kontrollieren.

Die genauen Ursachen aller Korrosionserscheinungen in Heizungsanlagen sind nur sehr schwer oder gar nicht

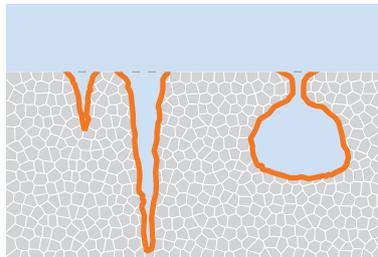
zu ermitteln. Einschlägige Richtlinien zählen allein elf unterschiedliche Arten von Korrosion auf. Da es nicht möglich ist, solche chemischen Veränderungen im Heizungssystem vollständig zu vermeiden, geht es darum, die Veränderungen zu verlangsamen und während der Lebensdauer der Anlage betriebsrelevante Korrosionen unwahrscheinlich zu machen.

Für alle Arten der Korrosion in Heizungsanlagen spielt die Zusammensetzung des Heizwassers die entscheidende Rolle. Bei den kritischen Faktoren dreht es sich im Wesentlichen um Sauerstoff, pH-Wert und Leitfähigkeit.



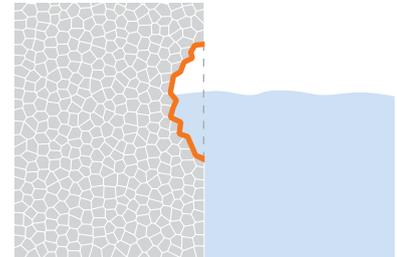
### Flächenkorrosion

Flächenkorrosion betrifft die Oberfläche eines Werkstücks oder Bauteils relativ gleichmäßig.



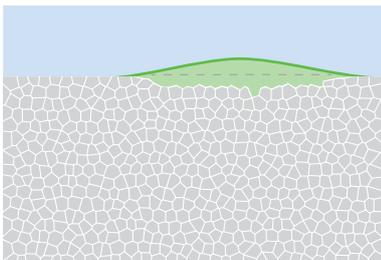
### Lochkorrosion

Bei der Lochkorrosion erfolgt die Abtragung örtlich begrenzt und führt zu entsprechenden Vertiefungen. Dabei treten enge und tiefe lochförmige Korrosionsnarben auf.



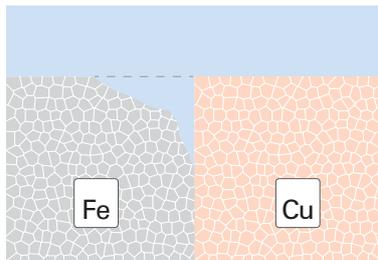
### Wasserlinienkorrosion

An der Phasengrenze zwischen Luft und Flüssigkeit findet am Werkstoff die Wasserlinienkorrosion statt, z. B. in einem Heizkörper mit Luftpolster bzw. mit Wasserresten.



### Mikrobielle Korrosion

Mikrobielle Korrosion umfasst alle Arten von Korrosion, die von Mikroorganismen ausgelöst werden. Dabei führen meist die Stoffwechselprodukte der sogenannten Biofilme zu Korrosionsprozessen.



### Bimetallkorrosion/Kontaktkorrosion

Bei der Bimetallkorrosion kommt es aufgrund unterschiedlich edler Metalle unter Einfluss von Feuchtigkeit zu einer Kontaktkorrosion, bei der das unedlere Metall abgetragen wird.

### Weitere Korrosionsarten

**Spannungsrissskorrosion** tritt auf, wenn Werkstoffe gleichzeitig der Einwirkung von Korrosion und Zugspannung ausgesetzt sind.

**Spaltkorrosion** tritt in engen Spalten oder Überlappungen im Werkstoff bzw. von zwei Bauteilen gleichen Werkstoffs auf.

**Erosionskorrosion** ist eine kleinflächige mechanische Abtragung aufgrund von Flüssigkeiten, die mit höherer Geschwindigkeit und ggf. auch mit kleinen Partikeln einen Werkstoff an- bzw. durchströmen.

## KORROSION VON STAHL

Magnetit und Hämatit sind verschiedene Oxidationsstufen von Eisen, also Eisenoxide. Aber nur Hämatit wird als Rost bezeichnet. Während Magnetit eine Schutzschicht bildet, der Korrosionsprozess also verlangsamt wird, ist die Hämatitbildung („verrosten“) ein kontinuierlicher Prozess.



### Rost/Hämatit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )

2 Teile Eisen gehen mit 3 Teilen Sauerstoff in Verbindung. Es entstehen ro(s)tbraune, eher grobkörnige Partikel, die sich überwiegend als Rostschlamm absetzen.

### Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )

3 Teile Eisen gehen mit 4 Teilen Sauerstoff in Verbindung. Es entstehen schwarze, sehr feinkörnige Partikel, die magnetisch sind, sich jedoch kaum als Schlamm absetzen.

### Sauerstoffkorrosion

Die häufigste Art von Korrosion bei Metallen ist die Oxidation von Eisen – das Rosten. Bei diesem als Sauerstoffkorrosion bezeichneten Vorgang wird das Metall im Kontakt mit Heizwasser durch darin enthaltenen Sauerstoff oxidiert. Sauerstoff tritt einerseits als gelöstes Gas im Füllwasser in das System ein, kann andererseits aber auch als Bestandteil der Umgebungsluft über Diffusion oder falsche Druckhaltung eindringen.

In Heizungsanlagen finden wir Sauerstoffkorrosion unter anderem als Flächen- und Lochkorrosion an Komponenten aus Guss und unlegiertem Stahl. Bei vollständiger Oxidation (hoher Sauerstoffgehalt) entsteht rotbrauner Rost, der in der Heizung als brauner Schlamm bekannt ist. Chemisch gesehen handelt es sich bei diesem Material um Hämatit.

Da diese Verbindung von Eisen und Sauerstoff ein größeres Volumen einnimmt als das ursprüngliche Eisen,

platzt der Rost von der Metallstruktur ab und bewegt sich als Partikel im Heizwasser. Wenn ausreichend Sauerstoff im Wasser enthalten ist, geht der Prozess so lange weiter, bis das Eisen vollständig zu Rost umgewandelt ist.

Bei einer anderen Art der Sauerstoffkorrosion – der unvollständigen Oxidation (geringer Sauerstoffgehalt) – entsteht Magnetit. Die Volumenzunahme bei diesem Korrosionsprozess ist viel geringer als bei Rost. Magnetit hat jedoch eine andere Längenausdehnung als Eisen. Erwärmt sich beispielsweise ein Heizkörper, führt diese unterschiedliche Längenausdehnung zum Abplatzen von Magnetitpartikeln. Magnetit ist schwarz, sehr kleinteilig und wird aufgrund seiner magnetischen Eigenschaft auch als Magnet-eisenstein bezeichnet.

Sind große Flächen von Sauerstoffkorrosion betroffen (z. B. Heizkörper, Heizwasser-Pufferspeicher), spricht man von Flächenkorrosion. Sind die angegriffenen Flächen jedoch sehr

klein, z. B. aufgrund von Fehlstellen in Schutzschichten, konzentriert sich der Korrosionsvorgang auf die Fehlstellen und führt dort in der Regel sehr schnell zu Lochkorrosion.

Sauerstoffkorrosion führt zu zwei problematischen Effekten: Materialabtrag an Oberflächen und Materialeintrag ins Heizwasser. Die Korrosionsprodukte werden vom Heizwasser aufgenommen, setzen sich an sensiblen Bereichen ab (z. B. Pumpen, Ventile) und sind Ursache für vielfältige Störungen.

Der Sauerstoffgehalt des Heizwassers sollte daher in allen Teilen der Anlage immer so gering wie möglich sein. Bei einer sauerstoffarmen Anlage ist die Wahrscheinlichkeit für Korrosionsschäden gering.

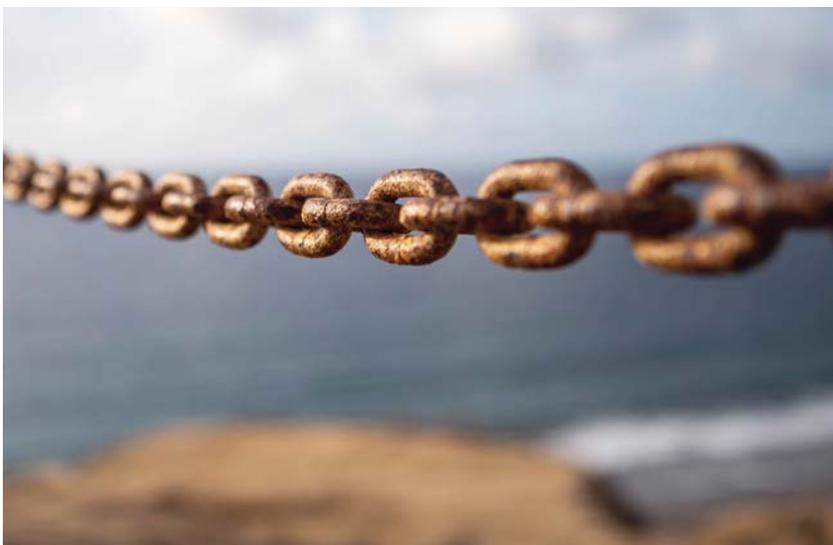
Der Sauerstoffgehalt des Füllwassers (Erstbefüllung) ist gegeben, also nicht vermeidbar. Dieser Sauerstoff wird durch Korrosionsprozesse rasch aufgebraucht – ohne schädigende Wirkung.

Erst wenn wiederholt Sauerstoff in das Heizsystem eindringen kann (z. B. häufiges Nachfüllen, Diffusion durch Dichtungen, mangelhafte Druckhaltung), können Korrosionsfolgen zu Schäden bzw. Störungen führen.

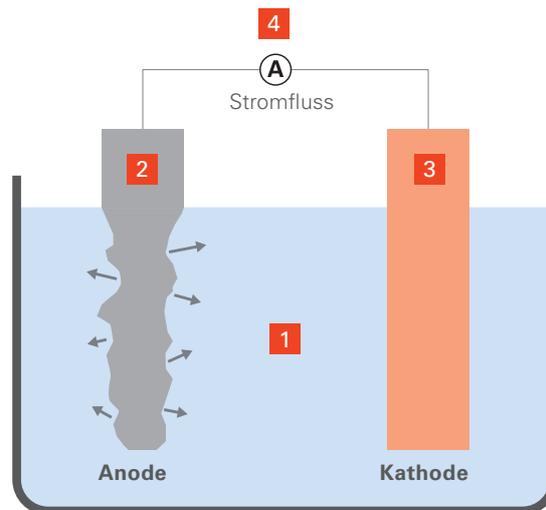
#### **Entlüften reicht nicht**

Da der Sauerstoff so problematisch ist, könnte optimale Entlüftung ja eigentlich die Lösung sein – ist es aber nicht. Luft ist ein Gasgemisch und besteht zu knapp 20 Prozent aus Sauerstoff und zu 80 Prozent aus Stickstoff. Der Sauerstoff reagiert sehr schnell mit metallischen Werkstoffen. Daher tritt an den Entlüftungseinrichtungen nahezu nur Stickstoff aus.

Eine gute Entlüftung sorgt für einen effizienten und geräuschfreien Betrieb der Anlage, kann aber Korrosionsprobleme nicht verhindern. Es gilt also, das Eindringen von Luft weitestgehend auszuschließen.



Eisen rostet stark in feuchter, salzhaltiger Luft.



### Galvanisches Element

Die Stärke des Stromflusses zwischen Anode und Kathode wird von der Potentialdifferenz der beiden Metalle und von der elektrischen Leitfähigkeit des Elektrolyts bestimmt.

- 1 Elektrolyt
- 2 Anode: Unedles Metall
- 3 Kathode: Edles Metall
- 4 Strom-Messgerät

### Bimetallkorrosion (Kontaktkorrosion)

Stehen zwei Metalle mit unterschiedlicher Korrosionsbeständigkeit (Potentialdifferenz) in unmittelbarem Kontakt (elektrisch leitend verbunden) und sind gleichzeitig elektrisch leitendem Heizwasser ausgesetzt, entsteht ein galvanisches Element, bei dem Strom fließt und am unedleren Metall Material abgetragen wird: Kontaktkorrosion.

Korrosionsvorgänge sind in der Regel elektrochemische Reaktionen, die nach den Prinzipien des galvanischen Elements (siehe Grafik) ablaufen.

Das in der Grafik dargestellte beispielhafte galvanische Element besteht aus zwei Stäben unterschiedlich edler Metalle, die von einer elektrisch leitenden Flüssigkeit umgeben sind. Die beiden Metallstäbe sind an der Oberseite elektrisch leitend verbunden (z. B. durch einen Draht mit Strom-Messgerät). Es entsteht ein Ladungsunterschied (Spannung) in Abhängigkeit von der Potentialdifferenz der beiden Metalle (unedel zu edel), der zu einem Stromfluss über den elektrischen Leiter und zur Auflösung des unedleren Metalls führt.

Befinden sich Bauteile aus Aluminiumlegierungen (unedel) in einem Heizsystem, verstärkt sich die Gefahr der Ent-

stehung eines galvanischen Elements. Zwar bildet sich rasch eine korrosionstechnisch passive Schutzschicht auf der Aluminiumlegierung, die aber nur in einem engen pH-Wert-Bereich stabil ist und jenseits davon aufgelöst wird. Dann bildet sich beispielsweise gegenüber Kupferbauteilen (edel) bei entsprechender Leitfähigkeit des Wassers ein galvanisches Element. Aufgrund der Potentialdifferenz und der elektrisch leitenden Verbindung (Kesselwandung) kommt es folglich am Aluminiumbauteil zum Materialabtrag (Korrosion).

Die Stärke dieser Reaktion wird neben der Potentialdifferenz vom Flächenverhältnis der beiden Metalle sowie der Leitfähigkeit des Heizwassers bestimmt. Eine große Potentialdifferenz (z. B. Aluminium zu Kupfer), ein ungleiches Flächenverhältnis (kleine Al-Fläche zu großer Cu-Fläche) und eine hohe Leitfähigkeit des Heizwassers sind also sehr ungünstige Bedingungen.

In Heizgeräten mit Aluminiumbauteilen muss also erstens der pH-Wert permanent im schwach basischen Bereich liegen (8,2 bis 9) und zweitens die Leitfähigkeit des Heizwassers sehr gering sein, um über die gesamte Betriebsdauer Korrosionsschäden zu vermeiden.

#### Hinweis

Das Prinzip des galvanischen Elements wird auch zum Korrosionsschutz genutzt: Die Magnesiumanode wird als Opferanode zum Schutz z. B. von Trinkwasserspeichern eingesetzt.

### **Biofilme und mikrobiell beeinflusste Korrosion (MIC)**

Mikroorganismen (z. B. Bakterien, Algen, Hefen oder Pilze) sind grundsätzlich immer im Heizwasser, aber solange sie sich nicht stark vermehren, ist das kein Problem. Einzelne Zellen sind harmlos, sie können sich aber unter guten Wachstumsbedingungen sehr schnell (exponentiell) vermehren. Bei bestimmten Arten verdoppelt sich ihre Anzahl unter optimalen Bedingungen alle 20 Minuten.

Mikroorganismen bilden komplexe, in gallertartige Schichten eingebettete Lebensgemeinschaften. Diese Schichten halten die Organismen zusammen und binden sie an Oberflächen. Sie enthalten große Mengen an Biomasse und werden als Biofilme bezeichnet, die durchaus Schichtdicken von mehr als 50 Mikrometer erreichen können. Diese Biofilme haben eine extrem niedrige Wärmeleitfähigkeit und behindern damit die Wärmeübertragung erheblich.

Außerdem führt die mikrobiologische Aktivität zu Veränderungen der Wasserbeschaffenheit, z. B. einer starken Absenkung des pH-Werts. Einen gewissen Schutz dagegen stellt die basische Pufferwirkung von unbehandeltem oder enthärtetem Füllwasser dar, bei vollentsalztem Wasser fehlt diese jedoch.

Zudem können sich unter dem Biofilm auf den Oberflächen betroffener Werkstoffe unter anderem aus den Stoffwechselprodukten korrosionsfördernde Bedingungen ausbilden. Dieser Effekt nennt sich „mikrobiell beeinflusste Korrosion“ (MIC, vom englischen microbiologically influenced corrosion).

Aufgrund der Vielfalt vorkommender Mikroorganismen im Heizwasser lassen sich Biofilmbildung und MIC nicht gänzlich verhindern. Viele Mikroorganismen brauchen z. B. keinen Sauerstoff zur Vermehrung und sind beispielsweise spezialisiert auf Schwefel als Nahrung. Deren Stoffwechselprodukte können besonders korrosiv sein und sind deutlich am Geruch

(„faule Eier“) des Heizwassers erkennbar. Grundsätzlich gilt: Mikroben und Biofilme lassen sich praktisch nur durch Verringerung des Nährstoffangebots in ihrem Ausmaß begrenzen.

Eine wesentliche Einflussgröße ist die Abgabe von Nährstoffen aus Rohrleitungen (Kunststoffleitungen) und sonstigen Bauteilen der Heizungsanlagen. Auch Frostschutzmittel wie Glykole – selbst Reste davon – sind ideale Nahrungsgrundlage. Es gilt also, bei Planung, Bau, Inbetriebnahme und Betrieb darauf zu achten, das Nährstoffangebot zu minimieren, um das Gefährdungspotenzial zu begrenzen. Und Achtung: Tote Mikroben sind beste Nahrung für lebende Mikroben, d. h., abgestorbene Zellen müssen entfernt werden (Filter).

Mikroorganismen sind zudem wahre Überlebenskünstler und können extremen Bedingungen standhalten, z. B. Temperaturen von  $-20$  bis  $+110^{\circ}\text{C}$  oder pH-Werten von 0 bis 14. Aber besonders in Anlagen bzw. Anlagenbereichen mit dauerhaften Temperaturen unter  $40^{\circ}\text{C}$  finden sie ideale Bedingungen zur raschen Vermehrung.

In hartnäckigen Fällen von Mikrobenbefall empfiehlt es sich, einen Wasser spezialisten zu Rate zu ziehen, anstatt „irgendetwas“ in die Anlage zu füllen. Dafür sind die Wirkzusammenhänge im Heizwasser viel zu komplex.

### **Vielfalt der Korrosion**

Es gibt noch weitere Arten der Korrosion und es sind auch Nichteisenmetalle betroffen. Zudem ist für Korrosionsprozesse Sauerstoff nicht immer erforderlich. Die Vielfalt möglicher Korrosionsursachen und -schäden macht die richtige Beurteilung der Wasserbehandlung so notwendig. Neben Sauerstoff spielen der pH-Wert und die elektrische Leitfähigkeit entscheidende Rollen für die Korrosionsprozesse in Heizsystemen.

### **Hinweis**

**Nicht jeder Biofilm beschleunigt die Korrosion, einige wirken sogar als Korrosionshemmer.**

### **Grundregel**

**Regenwasser ist als weiches Wasser zwar arm an Härtebildnern, enthält aber unkalkulierbare, undefinierte Mengen an Staub und Mikroben. Es ist somit als Füllwasser nicht geeignet.**

## ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT

Betriebsweise	Elektrische Leitfähigkeit
salzarm	> 10 bis ≤ 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$
salzhaltig	> 100 bis ≤ 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Quelle: VDI-Richtlinie 2035

### LEITFÄHIGKEIT

Leitfähigkeit ist ein Maß für die Summe aller im Wasser enthaltenen Ionen.

Hohe Leitfähigkeit  
= geringer elektrischer  
Widerstand  
= hohes Korrosionsrisiko

### 2.4 ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT

Die Leitfähigkeit von reinem (z. B. destilliertem) Wasser ist äußerst gering. Es sind die gelösten Mineralien, die es leitfähig machen. Die Menge dieser gelösten Salze bestimmt die Höhe der Leitfähigkeit und damit auch die Geschwindigkeit von Korrosionsprozessen. Der Effekt ist im Meeresklima gut zu erkennen: Im Meerwasser, aber auch in der salzigen Seeluft verrostet Eisen sehr schnell. Die hohen Anteile an Salzbestandteilen verursachen diese hohe Leitfähigkeit (bis zu 5 S/m) und damit das rasche Rosten.

Die elektrische Leitfähigkeit wird in Siemens pro Meter (S/m) bzw. Mikrosiemens pro Zentimeter ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) angegeben. Destilliertes, also nahezu salzfreies Wasser hat eine Leitfähigkeit zwischen 0,5 und 5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , bei Trinkwasser hingegen können die Werte weit über 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  liegen. Aufgrund der hohen Schwankungsbreite wird für Trinkwasserspeicher häufig ein Grenzwert für die Empfehlung zum Einbau einer Fremdstromanode angegeben, da eine Opferanode keinen langfristigen Schutz bieten würde.

Im Heizwasser unterliegen Anteile und Zusammensetzung der gelösten Salze immer Veränderungen beispielsweise aufgrund von Korrosionsprozessen. Daher verändert sich auch die Leitfähigkeit im Betriebsverlauf der Heizungs-

anlage, sodass der Wert regelmäßig überprüft werden muss.

Auch wenn das Füllwasser vollentsalzt wurde, kann nur von salzarmem Wasser gesprochen werden, denn eine gewisse Restmenge an Mineralien – und damit Leitfähigkeit – verbleibt im Füllwasser. Zudem wird aufgrund verschiedener Prozesse das Heizwasser „nachgesalzen“, d. h., die Leitfähigkeit steigt im Betrieb wieder an.

Aber Achtung: Die elektrische Leitfähigkeit ist abhängig von der Temperatur. Messungen sollten bei einer Wassertemperatur von 25 °C durchgeführt werden.

#### Aluminiumlegierungen

Eine hohe Leitfähigkeit des Heizwassers ist besonders in Zusammenhang mit Bimetallkorrosion problematisch. Bei Heizanlagen mit Komponenten aus Aluminiumlegierungen beschleunigt eine gute Leitfähigkeit die Kontaktkorrosion. Solche Anlagen werden daher in der salzarmen Betriebsweise gefahren mit entsprechend geringen Grenzwerten für die Leitfähigkeit.

## 2.5 PH-WERT

Auch der pH-Wert des Heizwassers beeinflusst das Korrosionsgeschehen im Heizsystem. Es gibt sowohl im sauren Bereich als auch im alkalischen Bereich aggressive Reaktionen an metallenen Werkstoffen. Grundsätzlich ist daher ein schwach basischer pH-Wert des Heizwassers geboten. Je nach verwendetem Material bzw. Materialmix eingesetzter Komponenten gelten auch hier in der Praxis bewährte Grenzwerte.

Der pH-Wert von Trinkwasser liegt in der Regel im neutralen Bereich um 7, es ist also als Füllwasser grundsätzlich geeignet. Aber im Heizwasser ist der pH-Wert keine Konstante. Korrosionsprozesse, Mikroorganismen und andere Reaktionen im Heizwasser verändern auch diesen Wert im Betriebsverlauf – besonders stark zu Beginn, d. h. nach Erstbefüllung der Heizanlage. Man spricht hier von der Eigenalkalisierung des Heizwassers, d. h., der pH-Wert steigt in den ersten Wochen in der Regel noch an. Eine Messung bei Inbetriebnahme ist daher nicht sinnvoll, sondern erst nach zwei bis drei Monaten, spätestens jedoch nach einem Jahr. Und auch danach sind regelmäßige Kontrollen (jährliche Inspektion) notwendig, um mögliche Veränderungen im Blick zu behalten.

Der pH-Wert steigt im Betrieb des Heizsystems beispielsweise aufgrund von Korrosion von Eisenwerkstoffen (Eigenalkalisierung) an. Zudem kann es bei Verwendung von enthärtetem Wasser zur Bildung von stark alkalischem Natriumcarbonat (Soda) kommen, wodurch sich die Pufferkapazität weiter erhöht. Vorsicht ist jedoch bei Anlagen mit Aluminiumlegierungen geboten, da hier der Grenzwert überschritten werden kann.

Der pH-Wert kann aber auch sinken, z. B. durch Stoffwechselprodukte vorhandener Mikroorganismen und aufgrund des CO<sub>2</sub>-Gehaltes von eindringender Luft. Eine regelmäßige Kontrolle ist daher unabdinglich.

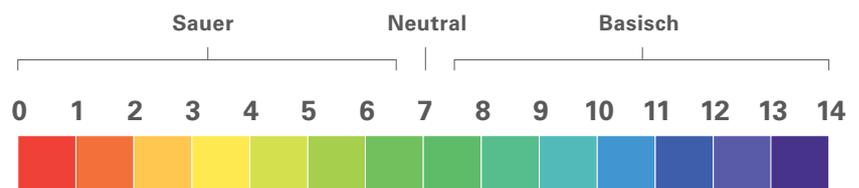
Der Einsatz von Zusatzstoffen im Heizwasser zur Stabilisierung der sensiblen Werte (auch Leitfähigkeit) hat sich in der Praxis als nicht dauerhaft sicher erwiesen und stellt daher keine verlässliche Lösung dar.

### Hinweis

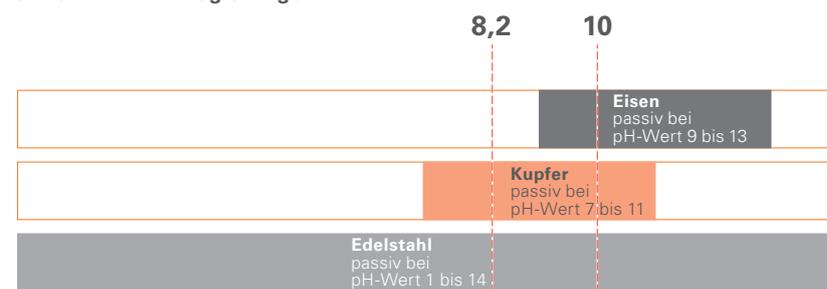
Der Neutralpunkt beim pH-Wert ist temperaturabhängig.

Wasser ist neutral mit  
10°C bei pH 7,5  
25°C bei pH 7  
60°C bei pH 6,5

## RICHTWERTE FÜR DEN PH-WERT DES HEIZWASSERS



### Ohne Aluminiumlegierungen



### Mit Aluminiumlegierungen



Der pH-Wert ist ein dimensionsloses Maß für den sauren, neutralen oder basischen Charakter von Flüssigkeiten. Für Heizwasser gelten enge Grenzen, um Korrosionsprozesse zu vermeiden. Während für Eisen und Kupfer ein oberer Grenzwert von 10 zulässig ist, darf der pH-Wert bei Aluminiumlegierungen nicht über 9 liegen. Edelstahl ist dagegen in allen Bereichen passiv.

## Die Technik Gute Heizwasserqualität sicherstellen



Die Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden durch Korrosion und Verkalkung ziehen sich durch alle Phasen der Errichtung und des Betriebs einer Heizungsanlage. Von der Planung über die Installation und Inbetriebnahme bis zur Wartung gilt es, die potenziellen Gefahren zu erkennen und damit Schäden an der Anlage zu verhindern.

### 3.1 PLANUNG

Wasserqualität, Dichtheit des Systems, Betriebsdruck und Pflege des Heizwassers sind Themen, die elementar über die Langlebigkeit und vor allen Dingen über die Effizienz einer Heizungsanlage entscheiden. Ziel ist es, bei der Planung bzw. der Angebotsgestaltung alle Aspekte zu berücksichtigen, die für ein wirklich gutes Heizsystem erforderlich sind.

#### **Füllwasserqualität**

Als Füllwasser wird in der Regel Trinkwasser verwendet. Alle Daten hinsichtlich der Trinkwasserqualität im Objekt sind der Wasseranalyse des lokalen Wasserversorgers zu entnehmen,

die stets aktuell anzufordern sind (Änderungen, Schwankungen). Mit den angegebenen Werten zur Gesamthärte und Karbonathärte kann die Gefahr der Steinbildung quantifiziert werden. Die Kenntnis des Härtebereiches nach dem Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG) ist nicht ausreichend, um die Eignung als Füllwasser für Heizsysteme zu beurteilen.

Als zweite Größe geht in die Beurteilung von Maßnahmen die Heizwassermenge ein. Erfordern die Menge und die Wasserqualität vor Ort zwingend eine Wasseraufbereitung? Und wenn ja, welche Behandlung ist sinnvoll? Und wie viel Zeit muss für die Befüllung eingeplant werden?

## MUSTERSTADT WASSERVERSORGER

Stoffe/Kennwerte	Maßeinheit	Grenzwert*	Mittelwert 2018	Min.	Max.	Analytische Bestimmungsgrenze
<b>Allgemeine Parameter</b>						
Temperatur	°C	-	11,0	10,4	11,9	-
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	2790	395	360	415	5
pH-Wert		6,5 - 9,5	7,5	7,5	7,6	-
Färbung (SAK 436 nm)	1/m	0,5	0,1	0,1	0,2	0,1
Trübung	NTU	1,0	0,21	0,07	0,37	0,02
TOC	mg/l	-	0,8	0,7	1,0	0,1
Sauerstoff	mg/l	-	9,4	9,1	9,9	0,1
<b>1</b> Gesamthärte	mmol/l	-	1,7	1,6	1,8	-
<b>2</b> Karbonathärte	°dH	-	9,7	9,0	10,2	0,14
Basenkapazität (KB 8,2)	mmol/l	-	0,16	0,14	0,17	0,01
<b>3</b> Säurekapazität (KS 4,3)	mmol/l	-	2,5	2,4	2,8	0,04
Härtebereich**			mittel			
<b>Kationen</b>						
Calcium	mg/l	-	61	55	64	2
Magnesium	mg/l	-	5	5	6	1
Natrium	mg/l	200	12	11	13	0,5
Kalium	mg/l	-	1,7	1,6	1,9	0,5
Eisen	mg/l	0,200	0,01	n.n	0,02	0,01
Mangan	mg/l	0,050	n.n	n.n	0,01	0,01
Ammonium	mg/l	0,50	n.n	n.n	n.n	0,05
<b>Anionen</b>						
<b>4</b> Chlorid	mg/l	250	20	15	23	1
Cyanid	mg/l	0,050	n.n	n.n	n.n	0,01
Sulfat	mg/l	250	50	22	61	1
Nitrat	mg/l	50	0,6	0,5	0,8	0,2
Nitrit	mg/l	0,50	n.n	n.n	0,01	0,01
Fluorid	mg/l	1,5	0,13	0,12	0,15	0,01
Bromat	mg/l	0,010	n.n	n.n	n.n	0,01
<b>Anorganische Spurenelemente</b>						
Aluminium	mg/l	0,200	n.n	n.n	0,01	0,01
Antimon	mg/l	0,0050	n.n	n.n	n.n	0,0001
Arsen	mg/l	0,010	n.n	n.n	n.n	0,0005
Blei	mg/l	0,010	n.n	n.n	n.n	0,001
Bor	mg/l	1,0	n.n	n.n	n.n	0,05
Cadmium	mg/l	0,0030	n.n	n.n	n.n	0,0001
Chrom	mg/l	0,050	n.n	n.n	n.n	0,0005
Kupfer	mg/l	2,0	n.n	n.n	n.n	0,005
Nickel	mg/l	0,020	n.n	n.n	n.n	0,001
Quecksilber	mg/l	0,0010	n.n	n.n	n.n	0,0001
Selen	mg/l	0,010	n.n	n.n	n.n	0,001
Uran	mg/l	0,010	n.n	n.n	n.n	0,0001
Zink	mg/l	-	n.n	n.n	n.n	0,02
<b>Organische Spurenstoffe</b>						
Benzo(a)pyren	mg/l	0,000010	n.n	n.n	n.n	0,000003
Benzol	mg/l	0,0010	n.n	n.n	n.n	0,0003
1,2-Dichlorethan	mg/l	0,0030	n.n	n.n	n.n	0,0005
Summe Tri-/Tetrachlorethen	mg/l	0,010	n.n	n.n	n.n	0,0002
Summe Trihalogenmethane	mg/l	0,010	n.n	n.n	n.n	0,0001
Summe PAK	mg/l	0,00010	n.n	n.n	n.n	0,00001
Summe Pflanzenbehandlungsmittel	mg/l	0,00050	n.n	n.n	n.n	0,00003
<b>Mikrobiologische Parameter</b>						
Clostridium perfringens	/100 ml	0	0	0	0	0
Coliforme Bakterien	/100 ml	0	0	0	0	0
Enterokokken	/100 ml	0	0	0	0	0
Escherichia coli (E. coli)	/100 ml	0	0	0	0	0
Koloniezahl 20 °C	/ml	100	0	0	1	0
Koloniezahl 36 °C	/ml	100	0	0	1	0

### Trinkwasser-Analyse

In diesem Beispiel wird deutlich, dass sich die Wasserhärte im Laufe der Zeit ändert und kein fixer Wert ist. Durch Nachfüllen summiert sich die Kalkmenge, eine Enthärtung ist daher grundsätzlich empfehlenswert.

#### 1 Gesamthärte:

In die Gesamthärte fließen Calcium- und Magnesium-Ionen ein.

#### 2 Karbonathärte:

Dieser Wert fällt, wenn das Wasser im Heizsystem erwärmt wird.

#### 3 Säurekapazität:

Dieser Wert gibt an, wie gut das Wasser gegenüber Veränderungen im pH-Wert gepuffert ist. Die Säurekapazität hat einen festen Zusammenhang zur Karbonathärte.

#### 4 Werte für Entsalzung:

Die Kapazität der Ionentauscher-Kartuschen ist begrenzt. Je höher also diese Werte liegen, desto eher werden die Kapazitätsgrenzen erreicht.

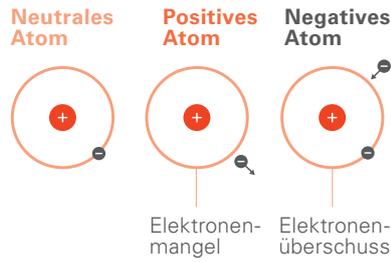
### Heizwasservolumen

Bei Neuinstallationen ergibt sich die Heizwassermenge aus den Inhalten der verbauten Komponenten. Die Menge des Füllwassers ist aber trotzdem notwendigerweise zu erfassen (Wassermesser) und zu dokumentieren.

In Bestandsanlagen kann auf Basis von Erfahrungswerten die Heizwassermenge grob geschätzt werden, bei Neubefüllung ist aber wiederum per Wassermesser das Füllwasservolumen zu messen und zu dokumentieren.

### Tipp

Schon im ersten Kundengespräch sollten die Qualität des Trinkwassers und die Möglichkeiten der Füllwasserbehandlung angesprochen werden.



**Ionen**

Ionen sind elektrisch geladene Atome oder Moleküle, d. h. die Anzahl der Elektronen (negativ geladen) in der Hülle stimmt nicht mit der Anzahl der Protonen im Kern (positiv geladen) überein.

Ein Anion hat mehr Elektronen (-) als Protonen (+), es besteht ein Elektronenüberschuss, es ist negativ geladen.

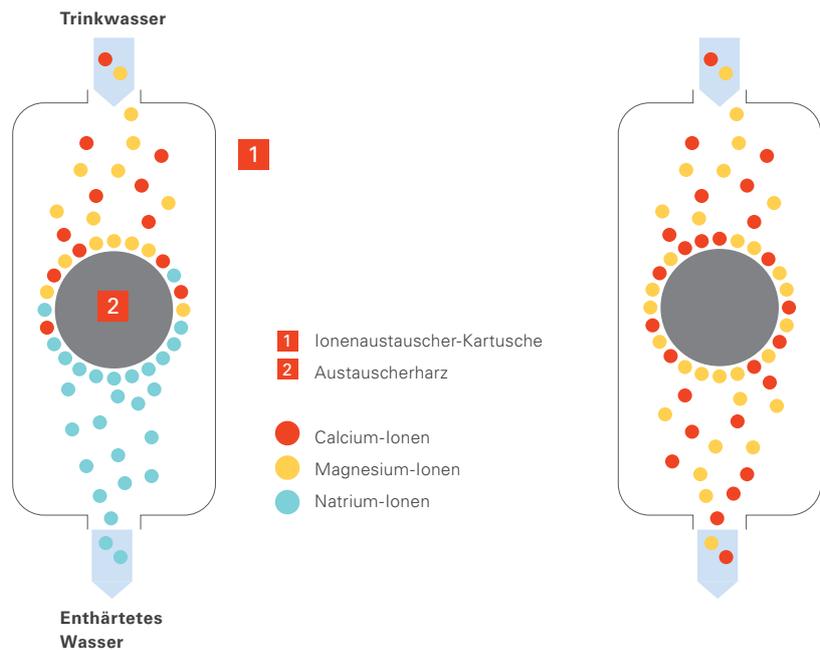
Ein Kation hat weniger Elektronen (-) als Protonen (+), es besteht ein Elektronenmangel, es ist positiv geladen.

**Wasseraufbereitung:  
Enthärten**

Enthärten bedeutet, dass dem Wasser, mit dem die Heizungsanlage befüllt wird, vorher Calcium und Magnesium entzogen werden. In einem Ionenaustauschprozess werden sie durch Natrium ersetzt, d. h., die elektrische Leitfähigkeit bleibt konstant.

Bei entsprechender Karbonathärte (siehe Abschnitt 2.2 Steinbildung) wird sich alkalisches Natriumcarbonat (Soda) bilden, was zu einer Erhöhung des pH-Wertes führt. Diese Eigenalkalisierung kann dann zu einem alkalischen pH-Wert > 9 führen. Für Eisenwerkstoffe ist ein pH-Wert im alkalischen Bereich eher vorteilhaft, die Korrosionsrate bleibt gering. Bei Aluminiumwerkstoffen jedoch kann aufgrund eines pH-Wertes > 9 die zunächst entstandene Schutzschicht – die Passivierung – verloren gehen.

**ENTHÄRTEN – IONENAUSTAUSCH**



**Enthärtung**

Enthärtung des Trinkwassers durch Austausch der Calcium- und Magnesium-Ionen durch Natrium-Ionen.

**Erschöpfung**

Die Kapazität der Kartusche ist erschöpft, es findet kein Ionenaustausch mehr statt.

## Wasseraufbereitung:

### Entsalzen

Bei der Entsalzung – man spricht auch von Vollentsalzung – werden dem Wasser nahezu alle gelösten Mineralien entzogen, was einen sehr niedrigen Wert für die elektrische Leitfähigkeit und einen Verlust der Pufferkapazität zur Folge hat. Die verbleibende Kohlensäure führt dann zwar zu einem niedrigen pH-Wert (leicht sauer), sie wird aber im Betrieb aufgrund von Erhitzung ausgetrieben, sodass sich im Laufe der Zeit (ab 10 Wochen) wieder ein höherer pH-Wert einstellt.

### Entsalzen oder Enthärten

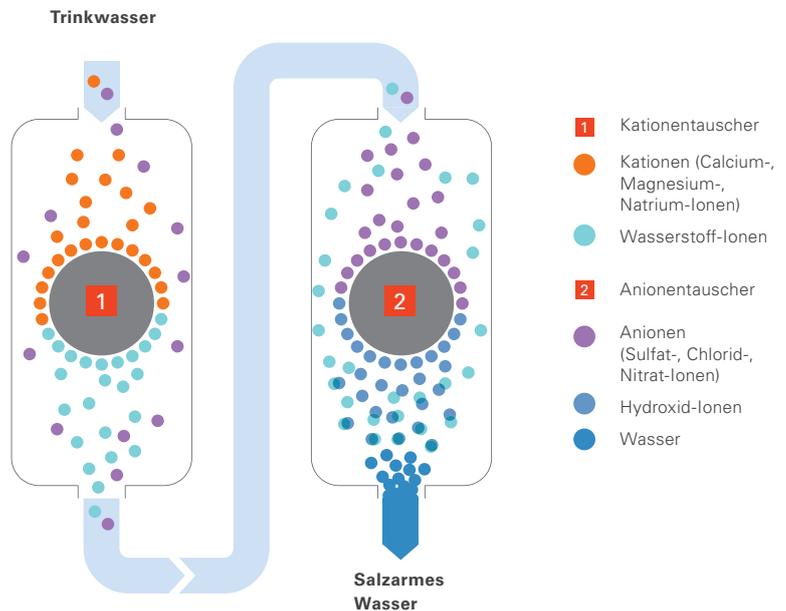
Werden im Heizkreis Materialien verwendet, die unempfindlich gegen alkalisches Wasser sind, reicht es aus, das Füllwasser einfach zu enthärten. Die Anlage ist damit gegenüber Steinbildung und Korrosionsprozessen hinlänglich geschützt.

Werden im Kessel jedoch Aluminiumlegierungen eingesetzt, wird es aufwändiger und teurer. Dann reicht enthärtetes Wasser nicht aus, denn es kann aufgrund der unveränderten Leitfähigkeit und eines hohen pH-Wertes zu Korrosion kommen. Aber auch bei Verwendung von entsalztem Wasser ist Vorsicht geboten, denn der pH-Wert darf ebenso nicht in den niedrigen Bereich (sauer) sinken und muss daher genau beobachtet werden. Die genaue Bestimmung des pH-Wertes erfordert jedoch eine große Sorgfalt und gute Messtechnik. Der Kontakt mit Luft (Sauerstoff) bei der Probenentnahme hat bei VE-Wasser sofort erheblichen Einfluss auf den Messwert (zu niedrige Werte). Und falschen Messwerten zu vertrauen, kann schwerwiegende Folgen haben.

### Inhibitoren

Die chemische Wasseraufbereitung mit Inhibitoren kann bei hartnäckigen Problemen Lösungen bieten. Aber aufgrund der Komplexität der Korrosionsabläufe braucht es für die richtige Lösung Fachkompetenz, die dafür unbedingt eingeholt werden sollte.

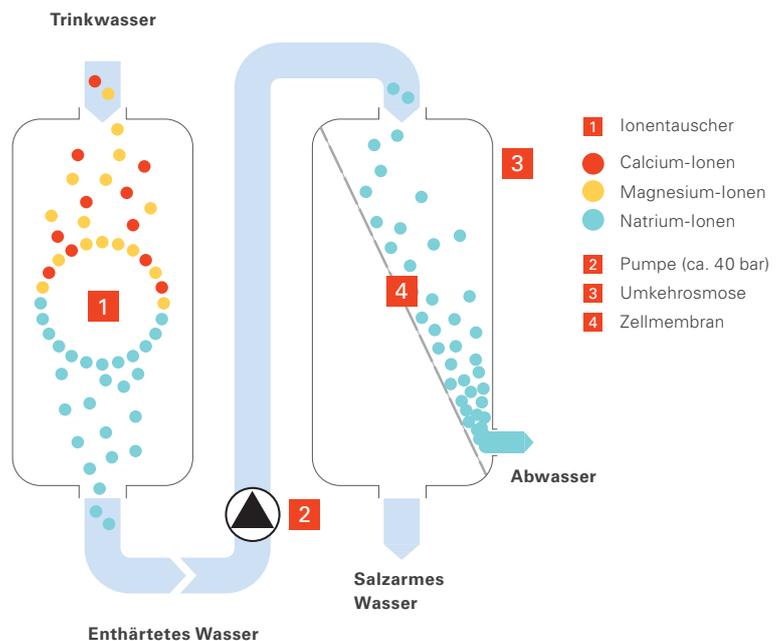
## ENTSALZEN – IONENAUSTAUSCH



### Ionenaustausch

Beim Entsalzen mittels Ionenaustausch werden positive Kationen (z. B. Calcium-, Natrium-, Magnesium-Ionen) gegen Wasserstoff-Ionen ( $H^+$ ) und negative Anionen (z. B. Chlorid-, Nitrat-, Sulfat-Ionen) gegen Hydroxid-Ionen ( $OH^-$ ) getauscht. Die Wasserstoff- und Hydroxid-Ionen reagieren zu Wasser.

## ENTSALZEN – UMKEHROSMOSE



### Umkehrosmose

Bei der Umkehrosmose wird enthärtetes Wasser unter sehr hohem Druck durch eine Membran gepresst, die auch für Natrium-Ionen zu engmaschig ist.

**Hinweis**

Die Herstellerangaben aller Komponenten der Anlage (Heizgerät, Warmwasserspeicher, Plattenwärmeübertrager etc.) sind zu beachten. Abweichungen (Verschärfungen) gegenüber den Anforderungen an das Heizwasser laut den aufgeführten Angaben sind vorrangig zu beachten.

**Komplexe Systeme**

Bei einem komplexeren Heizsystem stellen sich in Bezug auf die Heizwasserqualität einige zusätzliche Fragen:

- Welches ist das schwächste Glied in der Kette, d. h. die empfindlichste Komponente (z. B. BHKW)?
- Gibt es Plattenwärmeübertrager im System mit speziellen Anforderungen?
- Mehrkesselanlagen: Wie ist das Verhältnis vom kleinsten Wärmeerzeuger zur Gesamtwassermenge?

**Dichtheit des Systems**

Trinkwasser – und damit auch Füllwasser – enthält geringe Mengen Sauerstoff, die nach Erstbefüllung über unkritische Korrosion abgebaut werden. In korrosionstechnisch geschlossenen Anlagen kommt es auch mit dem gesamten Ergänzungswasser über die Lebensdauer der Anlage (maximal zweifaches Füllvolumen) zu keiner nennenswerten Schlamm- bildung. Zeigt diese sich jedoch deutlich, ist das ein klares Indiz für erhöhtes Sauerstoffaufkommen.

Wie kommt der Schaden anrichtende Sauerstoff ins Heizwasser? Einerseits mit einer deutlich erhöhten Menge an

Ergänzungswasser. Dies muss also erfasst und dokumentiert werden! Bei einer Anlage mit 120 Litern Wasserinhalt beispielsweise dürfen während der gesamten Lebensdauer maximal 240 Liter Ergänzungswasser nachgefüllt werden.

Andererseits führen permanente Diffusionsprozesse an Dichtstellen und Verbindungen Sauerstoff zu. Diese Phänomene treten in drei Varianten auf:

- An nicht fachgerecht ausgeführten Dichtstellen treten geringe Mengen Wasser aus (Feuchtigkeit, Tropfen oder Ähnliches). Wo Wasser austritt, dringt Luft ein!
- Kleinere Leckagen sind zwar trocken, zeigen aber Wasserspuren (Korrosion, Ablagerungen).
- Es tritt kein Wasser aus, aber Luft dringt ein, beispielsweise an Hanfverbindungen, Pressverbindungen, Kunststoffleitungen (z. B. Flächenheizung).

**Bestandsanlage**

Bei Bestandsanlagen müssen daher vor jeglicher Maßnahme zunächst alle Verbindungsstellen zumindest optisch überprüft werden. Auch augenscheinlich trockene Dichtstellen können Hinweise auf Undichtigkeit geben, wenn Beläge (z. B. Kalk oder Rost) zu sehen sind.

Weitere Hinweise auf Undichtigkeiten gibt der Nachfüllbedarf der Heizanlage, d. h., der Betreiber weiß ggf., wie oft in der Vergangenheit Heizwasser nachgefüllt werden musste. Und ein tropfendes Sicherheitsventil sagt sowieso schon alles.

Erst auf Basis dieser Informationen ist einzuschätzen, welche Maßnahmen an Bestandskomponenten nötig sind, um ein neues Heizsystem vor künftigen Schäden zu schützen.

Das Ausdehnungsgefäß (MAG) ist in jedem Fall im Zuge der Kesselerneuerung auszutauschen. Bei der Planung von Größe, Vordruck und hydraulischer Einbindung sind die im Folgenden aufgeführten Regeln zu berücksichtigen.

**Diffusion**

Diffusion ist der Ausgleich von Konzentrationsunterschieden in Flüssigkeiten oder Gasen ohne äußere Einwirkung. Auch zwischen Gasen und Flüssigkeiten gibt es diesen Effekt. Da die Sauerstoffkonzentration zwischen Luft und Heizwasser ungleich ist und nach Ausgleich strebt, diffundiert Sauerstoff ins Heizwasser, wo immer sich eine Gelegenheit bietet (z. B. Kunststoffrohre, Dichtungen o. Ä.).

Bei der Einschätzung des Füllwasservolumens von Bestandsanlagen ist ein Sicherheitszuschlag sinnvoll, um die Installation eines zu kleinen MAG zu vermeiden.

Bei älteren Flächenheizsystemen kann es aufgrund diffusionsoffener Kunststoffrohre zu einem erhöhten Sauerstoffeintrag ins System kommen. Abhilfe schafft ein Wärmeübertrager zur hydraulischen Trennung des Flächenheizkreises von der Anlage.

### Betriebsdruck, Druckhaltung

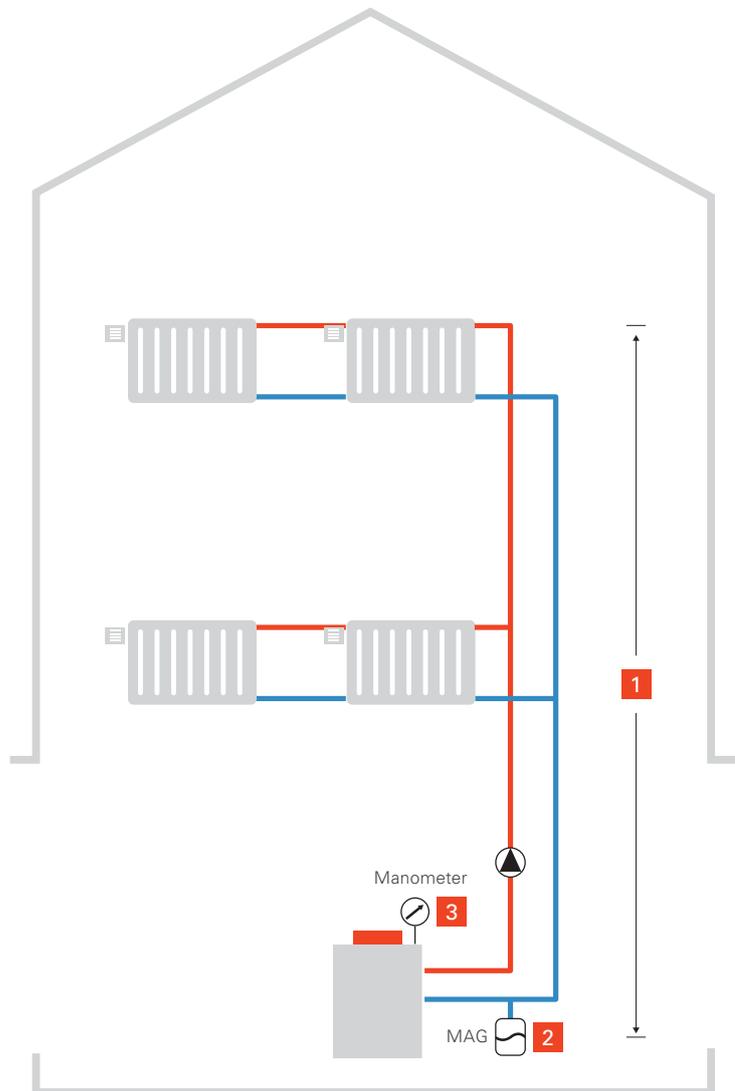
Eine weitere Ursache für Lufteinträge in das System ist eine schlecht geplante oder ausgeführte Druckhaltung. Ein zu geringer Betriebsdruck kann zu Unterdruck an Hochpunkten der Anlage mit der Folge von Ausgasung gelöster Luft (Mikroblasen) führen.

Ein zu kleines Ausdehnungsgefäß führt bei Erwärmung des Heizwassers zu Austritt von Heizwasser am Sicherheitsventil und anschließendem Unterdruck (bei Abkühlung) mit der Folge von Lufteintritt an Verbindungsstellen und ggf. über Entlüftungseinrichtungen. Gleiches gilt für falsche Einstellungen des Vordrucks am MAG, die das Nutzvolumen des eigentlich korrekt bemessenen Gefäßes verringern.

### Flexschläuche

Flexschläuche lösen manches Montageproblem, haben aber je nach Material mitunter die Eigenschaft, diffusionsoffen zu sein. Über diesen Weg kann also permanent Sauerstoff in das Heizwasser gelangen und Korrosionsprozesse antreiben. Wenn also flexible Anbindungen erforderlich sind, sollten sie mit Edelstahlwellrohr ausgeführt werden.

## BERECHNUNG VORDRUCK MAG



<b>1</b> Statischer Druck (Höhe)	_____ bar
	+ 0,2 bar
<b>2</b> Vordruck MAG (Mindestbetriebsdruck)	= _____ bar *
	+ 0,3 bar
<b>3</b> Anlagenbetriebsdruck	= _____ bar

\* Empfohlener Mindestvordruck MAG  $\geq$  1 bar

**Hinweis**

Eine Entfernung von Magnetit-schlamm durch Entleeren und Spülen der Anlage ist korrosionstechnisch kritisch. Es ist besser, die Anlage befüllt zu lassen und einen Magnetit-filter einzusetzen.

**Pflege des Heizwassers**

Konsequenterweise muss man sagen, dass ein Lufteintrag in das System in der Praxis nicht vollständig zu vermeiden ist. Vermieden werden können allerdings mögliche Schäden, die durch den Eintrag von Sauerstoff in das System entstehen können.

Da demnach nicht auszuschließen ist, dass stetig Partikel im Heizwasser mitgeführt werden (Korrosionsprodukte, aber auch Kalk), sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen. Abscheidenvorrichtungen bzw. Filter verhindern, dass die Partikel an kritische Stellen gelangen und zu Schäden führen. Sie bedürfen allerdings einer regelmäßigen Wartung.

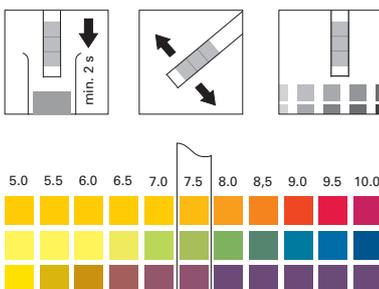
Das Betriebsmittel Heizwasser ist zudem aufgrund der vielfältigen Prozesse innerhalb des Heizkreislaufs ständigen Veränderungen ausgesetzt. Es reicht nicht, mit ausreichender Füllwasserqualität eine Heizanlage in Betrieb zu nehmen, sondern es sind regelmäßige Kontrollen notwendig, um einen guten Anlagenzustand langfristig aufrecht-

zuerhalten. Die Aufnahme dieser Arbeiten in den Wartungsvertrag sollte Bestandteil des Angebots sein.

Jährliche Messungen und Kontrollen können sicherstellen, dass das Heizwasser dauerhaft im ordnungsgemäßen Zustand bleibt. Die Dokumentation aller Tätigkeiten und Messwerte in einem Anlagenbuch ist Pflicht, um kritische Entwicklungen erkennen und frühzeitig darauf reagieren zu können.

Eine gute Planung berücksichtigt zudem abschnittsweise Absperrventile, die bei Reparaturen oder Anlagen-erweiterungen verhindern, dass das gesamte Heizwasser abgelassen und danach wieder mit kalk- und sauerstoffhaltigem Füllwasser befüllt werden muss.

Bei alledem mögen die Kosten zunächst dagegen sprechen, eine überzeugende Darstellung der Gründe wird dem Anlagenbetreiber aber deutlich machen, dass es letztlich die kostengünstigere Lösung ist.

**pH-Wert**

Teststreifen mit Messbereich pH 5,0–10,0  
Sie geben hinreichend genaue Anhaltspunkte über Veränderungen, sind jedoch für VE-Wasser absolut ungeeignet.

**Härtegrad**

Härtemessbesteck (Titrier-Set)  
Bei dem Titrier-Test werden die Tropfen bis zum Farbumschlag gezählt.

**Leitfähigkeit**

Messgerät für die elektrische Leitfähigkeit  
Es ist mit Sorgfalt anzuwenden, um belastbare Messwerte zu erhalten.

## 3.2 INSTALLATION

### Spülen und Befüllen

Im Zuge der Inbetriebnahme ist das Spülen der Anlage unumgänglich, es sei denn, alle Möglichkeiten der Verschmutzung durch Späne, Sand oder Ähnlichem sind in allen Anlagenteilen konsequent vermieden worden. Zum Spülen kann Trinkwasser verwendet werden. Die Verwendung von Glykollösungen bei Frostgefahr ist unbedingt zu vermeiden, denn verbleibende Reste sind perfekter Nährstoff für Mikroben.

Nach Abschluss des Spülens muss das Spülwasser möglichst vollständig abgelassen und die Menge sowie die Art der Aufbereitung des Füllwassers erfasst werden.

Grundsätzlich ist der Heizkreis spätestens drei Tage nach jeder Entleerung neu zu befüllen, da aufgrund des Luftsauerstoffs an verbliebenen Wasserresten Korrosionsreaktionen stattfinden, die im späteren Betrieb zu größeren Schäden führen können.

Wenn Trinkwasser als Füllwasser eingesetzt werden kann und wird, reicht als Dokumentation der entsprechenden Werte das aktuelle Datenblatt des Wasserversorgers. Werden Schwankungsbereiche angegeben, sind die höchsten Werte zu berücksichtigen.

Grundsätzlich ist jedoch die Enthärtung empfehlenswert, da der Härtegrad des Trinkwassers (Ergänzungswasser) über die Betriebsdauer der Anlage nicht sicher vorhersehbar ist.

Wird das Füllwasser aufbereitet (enthärten, entsalzen), ist aufgrund der begrenzten Durchflussmenge der Füllstationen ausreichend Zeit für den Befüllvorgang einzuplanen. Zur Zeitersparnis bei größeren Füllmengen ist auch eine Anlieferung von optimal geeignetem Füllwasser möglich.

Bei aufbereitetem Wasser sind nach dem ersten Aufheizen die Messwerte für die Summe der Erdalkalien und Leitfähigkeit (pH-Wert frühestens nach

zehn Wochen) zu erfassen und zu dokumentieren.

In jedem Fall gilt: Die Füllwassermenge muss per Wasserzähler erfasst und dokumentiert werden.

### Fülldruck und MAG

Es ist zu beachten, dass der Fülldruck nicht dem eigentlichen Betriebsdruck entspricht, da nach Inbetriebnahme der Anlagendruck noch über Entlüftung leicht sinken wird. In allen Anlagenbereichen und in allen Betriebszuständen muss dauerhaft ein Überdruck von mindestens 0,5 bar gewährleistet sein (siehe Abbildung Berechnung Vordruck MAG).

Und ob im Bestand oder bei Neubau: Die beste Planung wird hinfällig, wenn bei der Installation nicht der berechnete Vordruck am MAG eingestellt wird, sondern der Vordruck unverändert im Lieferzustand bleibt.

Das MAG muss zudem absperrbar sein, um es getrennt vom Heizkreis zu entleeren (Kappenventil) und so den Vordruck im Rahmen der Wartung kontrollieren zu können.

### Aufheizen

Die Gefahr von Schäden durch Verkalkung von Wärmetauschern ist beim ersten Aufheizen der Anlage besonders hoch. Daher ist mit der geringsten Leistungsstufe des Wärmeerzeugers bei gleichzeitig höchstem Heizwasserdurchfluss zu beginnen und stufenweise aufzuheizen. In vielen Heizungsreglern ist diese Aufheizfunktion bereits integriert. Bei Mehrkesselanlagen sind alle Kessel gleichzeitig in Betrieb zu nehmen, damit die Kalklast des gesamten Füllvolumens nicht in einem einzigen Wärmeerzeuger ausfällt. Eine vollständige Kontrolle der Anlage (Funktion, Leckagen, Geräusche etc.) ist dann bei Volllast durchzuführen.

### Entlüftung

Mit dem Füllwasser gelangt auch Luft in Form von Blasen, Mikrobläschen und in gelöster Form in den Heizkreis, die dann bei Erwärmung bzw. geringem

Druck freigesetzt wird und sich an Hochpunkten sammelt. Zudem kann es aufgrund chemischer bzw. biologischer Vorgänge zur Freisetzung von Wasserstoff kommen, was ebenso zur Bildung von Gaspolstern führen könnte.

Um Störungen zu vermeiden, ist eine Entlüftung daher unabdingbar. Automatische Entlüfter sind in einfacher Ausführung nur als Befüllhilfe geeignet und müssen nach Inbetriebnahme geschlossen werden, da über sie im Falle einer Unterdruckbildung an Hochpunkten der Anlage Luft in die Anlage gezogen werden könnte.

Bei Entlüftungsproblemen an komplexen Anlagen oder aufgrund großer statischer Höhe können Entgasungseinrichtungen (Druckstufenentgaser, Vakuumentgaser) eingesetzt werden.

### Einweisung

Eine umfassende Einweisung des Betreibers in die Anlage ist grundsätzlich notwendig. Hinsichtlich der langfristigen Heizwasserqualität ist besonders das Thema Druckhaltung wichtig, d. h., der Betreiber muss wissen, wo er den Anlagendruck ablesen kann und wie oft er diese Kontrolle durchführen soll. Wird ein Druckabfall nicht bemerkt, kommt es durch eindringenden Luftsauerstoff unweigerlich zu Schäden (Korrosion).

Moderne Heizgeräte bieten die Möglichkeit über einen integrierten Drucksensor entsprechende Warnmeldungen zu generieren.

Auch das Thema Nachfüllen ist mit besonderer Sensibilität zu vermitteln, denn die Notwendigkeit zum Nachfüllen gibt deutliche Hinweise auf Wasserverluste in der Anlage, die über kurz oder lang zu größeren Schäden führen werden.

Ergänzend muss der Betreiber auf das Notieren aller von ihm durchgeführten Maßnahmen hingewiesen werden.

### Dokumentation

Ein Anlagenbuch mit allen Planungsdaten, technischen Angaben, Maßen und Messwerten ist Pflicht und Grundlage für einen dauerhaft sicheren Betrieb der Anlagen. In diesem Logbuch werden nicht nur die Daten der Inbetriebnahme eingetragen, sondern auch die Daten aller Kontrollen und Messungen, Störungen und Änderungen im Betriebsverlauf der Anlage.

Dieses Dokument ist ein entscheidendes Element des Anlagenmonitorings hinsichtlich wasserseitiger Korrosion und Steinbildung.

Die notwendigen Daten sind der nebenstehenden Auflistung zu entnehmen.

#### Hinweis

Detaillierte Informationen zur jährlichen Inspektion und Wartung von Heizungsanlagen sind dem BDH-Informationsblatt Nr. 14 zu entnehmen.



[www.bdh-koeln.de](http://www.bdh-koeln.de)

## Anlagenbuch

### PLANUNGSDATEN

- Planer, Installateur, Betreiber und Standort der Anlage
- Heizleistung (Gesamt- und kleinste Einzelheizleistung)
- Wasserinhalt Wärmeerzeuger (Gesamt- und kleinster Einzelinhalt)
- Spezifischer\* Wasserinhalt Wärmeerzeuger
- Anlagenvolumen, maximale Füll- und Ergänzungswassermenge (dreifaches Anlagenvolumen)
- Spezifisches\* Anlagenvolumen
- Heizwasserseitige Werkstoffe
- Trinkwasserqualität (gemäß Analyse des Wasserversorgers)
  - \_ Summe Erdalkalien (Gesamthärte)
  - \_ Elektrische Leitfähigkeit
  - \_ pH-Wert
- Vorgesehene Betriebsweise (salzarm, salzhaltig)
  - \_ Sollwerte Füll-, Ergänzungswasser (Summe Erdalkalien, Gesamthärte)
  - \_ Sollwert Heizwasser (Summe Erdalkalien, Gesamthärte, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit)
- Maßnahme Wasseraufbereitung (ggf.)
- Entnahmestelle Heizwasserprobe
- Anlagendruck, Vordruck MAG
- Datum, Name, Unterschrift

\*Quotient aus Inhalt bzw. Volumen und Heizleistung

### DATEN DER INBETRIEBNAHME

- Anlagenspülung (ja/nein)
- Füllwasservolumen, Stand Wasserzähler Ergänzungswasser
- Dokumentation und Ergebnisse der Wasseraufbereitung (ggf.)
  - \_ Summe Erdalkalien, elektrische Leitfähigkeit
- Anlagendruck, Vordruck MAG
- Datum, Name, Unterschrift

### BETRIEBSDATEN

#### Jährliche Inspektion

- Zählerstand Ergänzungswasser
- Heizwasserqualität
  - \_ Aussehen, Messwerte (pH-Wert, Leitfähigkeit, ggf. Summe Erdalkalien)
- Anlagendruck, Vordruck MAG (gemäß VDI 4708 Blatt 1)
- Ggf. Maßnahmen (z. B. Nachfüllen mit/ohne Aufbereitung)

#### Betriebsstörungen

- Kurzbeschreibung der Störung
- Durchgeführte Maßnahmen
- Kontrollmessungen

#### Anlagenänderungen

- Art und Umfang der Änderungen
- Ggf. Korrektur der Planungsdaten (siehe oben)
- Kontrollmessungen
- Jeweils mit Datum, Name, Unterschrift

### 3.3 WARTUNG

Die jährliche Wartung ist kein notwendiges Übel (Kosten) für den Betreiber, sondern eine sinnvolle Maßnahme, um den langfristig sicheren, effizienten und wirtschaftlichen Betrieb der Anlage zu gewährleisten. Auch für den Fachbetrieb ist es eine sinnvolle Maßnahme, um Störfälle (Notdienste) zu vermeiden. Zudem trägt die Beobachtung der Anlagen über viele Jahre zum Erkenntnisgewinn bei.

Im Zuge der jährlichen Inspektion bzw. Wartung ist neben den üblichen Arbeiten (vergleiche Herstellerhinweise und ggf. BDH Infoblatt Nr. 14) besonderes Augenmerk auf das Heizwasser zu legen. Neben den Messwerten zur Qualität ist auch die Menge des Ergänzungswassers zu erfassen. Wurden seit der letzten Wartung mehr als 10 Prozent des Heizwassers ergänzt, so sind die Ursachen für den Wasserverlust unverzüglich zu klären.

Gibt es Indizien für ein Ansprechen des Sicherheitsventils oder für Undichtigkeiten an Verbindungen? Hat der Betreiber Maßnahmen durchgeführt (Entlüften mit Wasseraustritt, Reinigung von Abscheidern)?

Auch für das Ergänzungswasser ist eine Nachfülleinrichtung mit Enthärtung (siehe Punkt 3.2) empfehlenswert. Da die Kapazität der Kartuschen begrenzt ist, sollte entsprechender Ersatz bei der Wartung griffbereit sein.

Die notwendigen Arbeiten für die Sicherung der Heizwasserqualität sind der nebenstehenden Auflistung zu entnehmen.

## Wartung/Inspektion

### SICHERHEITSVENTIL PRÜFEN

- Feuchtigkeit
- Ablagerungen

### HEIZWASSERQUALITÄT PRÜFEN

- Aussehen (Farbe, Trübung)
- Geruch (wg. Mikroben)
- Elektrische Leitfähigkeit
- pH-Wert
- Summe Erdalkalien\*

\*nicht nötig bei Verwendung von entsalztem oder enthärtetem Wasser

### ZÄHLERSTAND ERGÄNZUNGSWASSER

### REINIGUNG

- Filter, Schmutzfänger, Schlamm-, Magnetitabscheider o. Ä. reinigen

### ANLAGE ENTLÜFTEN

### DOKUMENTATION (ANLAGENBUCH)

### Beispiel

Bei den jährlichen Inspektions- und Wartungsarbeiten einer Anlage mit einem Füllvolumen von 100 Litern kommt es zu Verlusten von Heizwasser:

Vordruck MAG prüfen 10 Liter  
Abscheider reinigen 2 Liter

In 20 Jahren Betriebsdauer der Anlage sind das  $20 \times 12 \text{ Liter} = 240 \text{ Liter}$  Ergänzungswasser. Schon diese Menge macht deutlich, dass es immer sinnvoll ist, eine Befülleinrichtung mit integrierter Enthärtung zu verwenden.

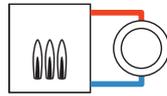
3.4 ENTSCHEIDUNGSMATRIX ZUR HEIZWASSERQUALITÄT

Ausgangslage

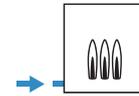


Leitungswasser (Härte)

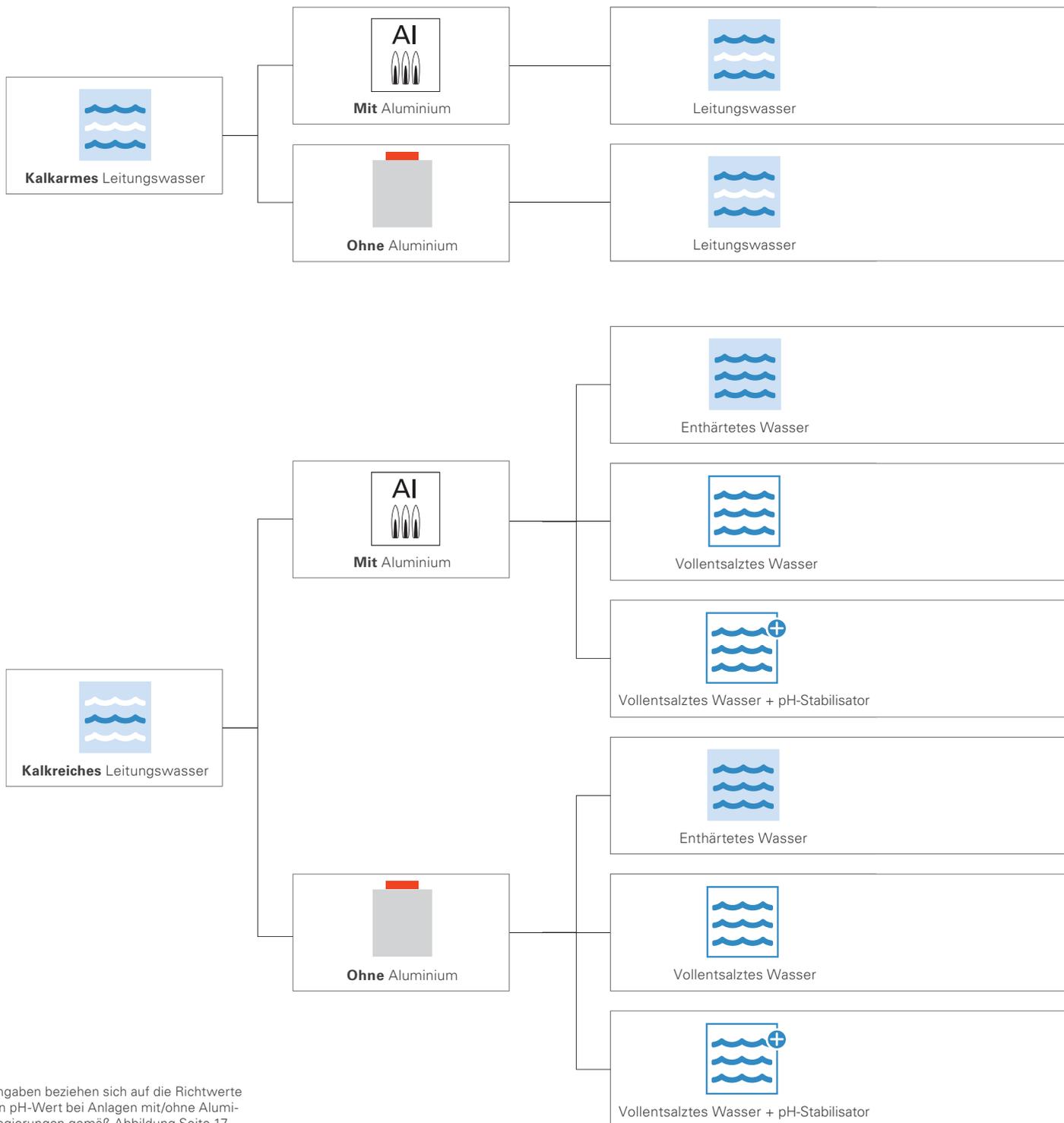
Befüllung



Bauteile der Anlage



Füllwasser



\*Die Angaben beziehen sich auf die Richtwerte für den pH-Wert bei Anlagen mit/ohne Aluminiumlegierungen gemäß Abbildung Seite 17.

> Zustand 10 Wochen nach Inbetriebnahme

>> Langfristiger Betrieb

**CaCO<sub>3</sub>**

Kalk

**pH**

pH-Wert \*



Gefahrenpotenzial \*



Mikrobiologie \*



Kalkbestandteile sind abgelagert



pH-Wert kann > 9,0 werden



pH-Wert könnte < 8,2 werden



Kalkbestandteile sind abgelagert



pH-Wert könnte < 8,2 werden

—



pH-Wert > 9 möglich



pH-Wert kann > 9,0 werden



pH-Wert könnte < 8,2 werden

—



pH-Wert noch > 8,2



pH-Wert kann < 8,2 oder > 9,0 werden



pH-Wert kann < 8,2 werden

—



pH-Wert Stabilität prüfen



pH-Wert könnte instabil werden

—



pH-Wert könnte < 8,2 werden

—



pH-Wert noch > 8,2



pH-Wert kann < 8,2 werden



pH-Wert kann < 8,2 werden

—



pH-Wert Stabilität prüfen < 8,2



pH-Wert könnte instabil werden

## Anwendungen

### Praktisch, sinnvoll, nützlich



Es ist das Ziel von Viessmann, dass Heizsysteme langfristig betriebssicher und effizient arbeiten. Für alle Produkte wird daher ein hoher Entwicklungsaufwand betrieben und aus Rückmeldungen der Marktpartner werden Verbesserungspotenziale identifiziert.

Neben Informationen wie dieser Fachreihe, Mitarbeit in Fachgremien und Fortbildungsangeboten für Marktpartner hat Viessmann auch Produkte zur Pflege des Heizwassers im Programm.

#### 4.1 VITASET PROTECT

Aufgrund der hohen Anforderungen an Heizungswasser bietet Viessmann Produkte an, die zunächst das Befüllen mit guter Füllwasserqualität sicherstellen. Aber selbst das beste Füllwasser unterliegt aufgrund der Prozesse im Heizkreis ständigen Veränderungen. Korrosionsrückstände und Lufteinschlüsse verschlechtern die Heizungswasserqualität und müssen konsequent entfernt werden. Auch dafür hat Viessmann Produkte im Programm, die optimal geeignet sind, um das Heizungswasser langfristig in guter Qualität zu erhalten.

#### Vitoset Füllkombi

Die Vitoset Füllkombi dient zur Automatisierung des Füllvorgangs. Der eingebaute Systemtrenner BA verhindert ein Rückfließen des Heizungswassers in die Trinkwasserleitung. In dieser Kombination ist der direkte Festanschluss an die Heizungsanlage nach DIN EN 1717 zugelassen.

Der eingebaute Druckminderer gewährleistet einen konstanten Ausgangsdruck, damit die Heizungsanlage während des Füllvorganges vor Überdruck geschützt wird. Nach Beendigung des Füll- und Entlüftungsvorganges sollte die integrierte Absperrung

geschlossen werden, damit eine unkontrollierte Nachfüllung der Heizungsanlage verhindert wird.

Die Vitoset Füllkombi besteht aus einer integrierten ein- und ausgangsseitigen Absperrung, Systemtrenner BA, Ablauftrichter, Prüfvorrichtungen, Druckminderer, Schmutzfänger und Manometer.

### Vitoset Füllstation

Für die Befüllung von Heizungsanlagen mit aufbereitetem Wasser kann man zwischen der stationären und der mobilen Variante unterscheiden. Grundsätzlich ist die stationäre Lösung zu empfehlen, denn damit ist sichergestellt, dass die Anlage immer nur mit aufbereitetem Wasser befüllt wird.

Sowohl die Vitoset Füllstation basic als auch die Vitoset Füllstation medium können für die Enthärtung bzw. die Entsalzung von Füll- und Ergänzungswasser verwendet werden. Der jeweilige Einsatzzweck entscheidet über die zu verwendende Kartusche. Bei Erreichen der Kapazitätsgrenze wird die Kartusche mit Austausch-Granulat neu befüllt.

Zum einfachen Tausch der Kartusche hat die Füllstation basic eine ausgangsseitige Absperrung, die Füllstation medium ein- und ausgangsseitige Absperrungen. Beide Füllstationen beinhalten eine digitale Kapazitätskontrolle zur Restwertanzeige der Kartuschen. Die eingefüllte Wassermenge wird ebenfalls in beiden Füllstationen aufgezeichnet. Zusätzlich sind ein Leitfähigkeitssensor, eine Wandhalterung und ein Titrier-Set zur Bestimmung der Wasserhärte in weiteren Füllstation-Ausführungen enthalten.

Während die Vitoset Füllstation medium schon einen Systemtrenner BA integriert hat, muss dieser in der Ausführung basic vorgeschaltet werden. Ist bauseits ein Systemtrenner BA vorhanden, reicht die Ausführung basic.



### VITASET FÜLLKOMBI

- + Zur automatischen Befüllung von Heizungsanlagen (EN 1717)
- + Systemtrenner BA (EN 12729)
- + 2 Absperrungen
- + Dämmschale
- + Anschluss DN 15 mit Verschraubungen (zur direkten Verwendung mit Füllstation basic)
- + Integrierter Druckminderer



### VITASET FÜLLSTATION BASIC

- + Armatur zur Befüllung von geschlossenen Heizungsanlagen mit enthärtetem Wasser
- + Absperrung
- + Digitale Kapazitätskontrolle
- + Verschneideeinrichtung
- + Enthärtungskartusche 2,5 l
- + Einschließlich Wandhalterung und Titrier-Set



### VITASET FÜLLSTATION MEDIUM

- + Armatur zur Befüllung von geschlossenen Heizungsanlagen mit enthärtetem Wasser
- + Systemtrenner BA (EN 12729)
- + Druckminderer
- + Digitale Eingangs- und Ausgangsdruckanzeige
- + 2 Absperrungen
- + Digitale Kapazitätskontrolle
- + Verschneideeinrichtung
- + Enthärtungskartusche 2,5 l
- + Einschließlich Wandhalterung und Titrier-Set



### LUFTABSCHIEDER

- + Effektive Entfernung der zirkulierenden Luft und der Mikroblasen
- + Erhebliche Reduzierung des Bedarfs an manueller Entlüftung
- + Deutliche Energieeinsparung

#### Vitaset Luftabscheider

Der Eintrag von Luft ins Heizwasser lässt sich auch bei sorgfältigster Ausführung nie ganz verhindern. Eine wirkungsvolle Entlüftung des Heizsystems ist daher unabdingbar.

Der Viessmann Luftabscheider separiert permanent und wirkungsvoll Luft auch in Form von Mikroblasen aus dem Wasser im Heizkreis und sammelt sie in einer speziellen Luftkammer. Von dort wird die gesammelte Luft über das leckfreie Entlüftungsventil fortlaufend aus der Heizungsanlage entfernt. Dadurch reduziert sich nicht nur deutlich das im System zirkulierende Gas, auch der Bedarf an manueller Entlüftung sinkt erheblich. Die speziell entwickelte Luftkammer besitzt ein großes Volumen und schützt so das Ventil zuverlässig vor Verschmutzungen.

Der Luftabscheider wird an der heißesten Stelle im Verlauf des Rohrsystems installiert, also im Heizungsvorlauf, nahe am Wärmeerzeuger. Der Grund: Je heißer das Wasser, desto weniger Luft kann in Lösung gehalten werden.

Die um 360 Grad drehbaren Anschlüsse des Viessmann Luftabscheiders ermöglichen die Montage in horizontal, vertikal sowie diagonal verlaufenden Rohrleitungen.



#### Funktionsweise Luftabscheider

Der Luftabscheider wird an der heißesten Stelle im Vorlauf des Rohrsystems installiert. Er separiert im vollen Volumenstrom die Luft- und Mikroblasen in der speziell entwickelten Luftkammerkonstruktion. Über das leckfreie Entlüftungsventil werden die Luft- und Mikroblasen permanent entfernt.

- 1 Drehbarer Anschluss (360°)
- 2 Entlüftungsventil
- 3 Spezielle Luftkammerkonstruktion
- 4 Luft- und Mikroblasenabscheidung
- 5 Klemmringverschraubung

### Vitaset Schlammabscheider

Der Viessmann Schlammabscheider entfernt Magnetit-, Rost- und Kalkpartikel aus dem Heizungswasser, die kaum mehr als fünf Mikrometer groß sind. Für die besonders effektive Abscheidung von Magnetit verfügt er über eine patentierte Technologie zur Magnetfeldverstärkung, die sein Magnetfeld stark vergrößert und vor allem nach innen richtet. Nichtmagnetische Schmutzpartikel wie z. B. Kalk, setzen sich in einer großen, turbulenzfreien Zone am Gehäuseboden des Abscheiders ab.

Im Gegensatz zu üblichen Schmutzfängern und herkömmlichen Abscheidern hat dieser Schlammabscheider den Vorteil, dass er nicht verstopfen kann und immer einen konstant niedrigen Strömungswiderstand hat.

Zum Entleeren des Abscheiders wird die Magnetmanschette einfach nach unten abgezogen. Dabei werden die magnetischen Partikel mit nach unten zum Abflussventil geführt. Nach dem Öffnen des Hahns werden die angesammelten Schmutzpartikel durch den Anlagendruck ausgespült. Der Anlagenbetrieb muss dabei nicht unterbrochen werden.

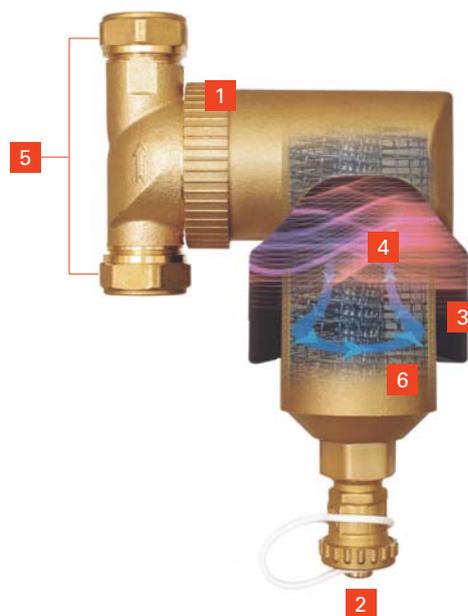


### SCHLAMMABSCHIEDER

- + Effiziente Beseitigung von Schmutzpartikeln (> 5 µm) Schlamm und Magnetit
- + Klassenbester durch patentierte Magnetfeldverstärkung
- + Schützt die Pumpe und andere empfindliche Anlagenteile
- + Deutliche Energieeinsparung

### Funktionsweise Schlammabscheider

Der im Hauptvolumenstrom (Rücklauf) installierte Schlammabscheider entfernt kleinste Schmutzpartikel wie z. B. Rost oder Kalk kontinuierlich aus dem Systemmedium. Die Schmutzpartikel werden in der Sammelkammer zurückgehalten und über das Abflussventil aus der Heizungsanlage entfernt. Magnetitpartikel werden an die Magneten gebunden und ebenso über das Abflussventil entfernt.



- 1 Drehbarer Anschluss (360°)
- 2 Abflussventil
- 3 Magnet (abnehmbar)
- 4 Magnetisierbares Element
- 5 Klemmringverschraubung
- 6 Sammelkammer

## 4.2 MARKTPARTNER

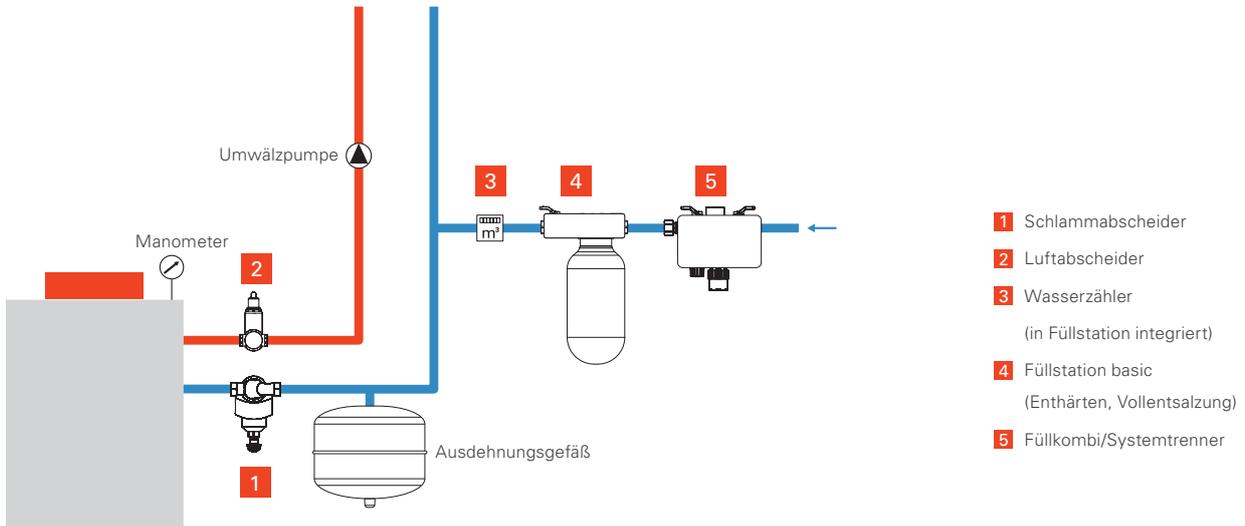
Viessmann versteht sich als Anbieter von kompletten Lösungen. Dazu gehören auch alle Komponenten und Dienstleistungen, die einen sicheren und langlebigen Betrieb der gesamten Anlage gewährleisten. Besonders bei Systemkomponenten wie Ausdehnungsgefäßen, Befüllleinrichtungen, Abscheidern oder Filtern nimmt Viessmann den Markt genau unter die Lupe. So steht den Marktpartnern eine Palette an Produkten zur Verfügung, die im Viessmann Design alle Anforderungen an ein Originalzubehör erfüllen. Viessmann stellt diese Komponenten nicht unbedingt selbst her, sondern arbeitet bei bestimmten Produkten mit ausgewählten Spezialisten zusammen.

Zudem steht Viessmann in engem Kontakt zu seinen Marktpartnern, um neue Produkte und Ideen zu entwickeln. Das betrifft zukünftig auch Zubehör, das direkt oder über das Internet mit der Anlage kommunizieren kann. Die Preisentwicklung bei Sensorik und bei elektronischen Komponenten allgemein ermöglicht es, auch Informationen außerhalb des Wärmeerzeugers speziell über die Plattform Vitoguide zur Verfügung zu stellen. Die Potenziale für Anlagenbetreiber und Marktpartner sind hinsichtlich Betriebssicherheit enorm, denn ein großer Teil möglicher Anlagenprobleme kommt aus der Peripherie und kann auch nur dort erkannt werden.

Zum Thema dieser Fachreihe, also dem richtigen Umgang mit Heizwasser, bietet Viessmann seinen Partnern eine Vielzahl an weiteren Informationen, Seminaren und Videos an. Das hilft, dem Anlagenbetreiber die Notwendigkeit systemrelevanter Komponenten zu erklären und sich so gegen Wettbewerber abzugrenzen, deren Angebote günstiger sind, weil wichtige Systemkomponenten für einen dauerhaften Betrieb nicht eingebaut werden.

Alle in dieser Fachreihe erklärten Komponenten lassen sich im Viessmann Angebotsassistenten passend zu allen Wärmeerzeugern automatisch zuordnen. Das erleichtert die schnelle und vor allen Dingen vollständige Erstellung von Angeboten.

## KOMPONENTEN IM ÜBERBLICK



Mit Viessmann Komponenten sicher mit geeignetem Wasser befüllen und das Heizwasser dauerhaft pflegen: So werden gute Heizanlagen langfristig sicher und effizient betrieben.

### 4.3 FAZIT

Moderne Heizgeräte sind hocheffizient und erfordern ein besonderes Maß an Sorgfalt in Bezug auf die Heizwasserqualität – bei der Inbetriebnahme und während der gesamten Lebensdauer.

Steinbildung wird verhindert durch Enthärtung des Füll- und Ergänzungswassers. Dazu sind stationäre Komponenten den mobilen Geräten vorzuziehen. Aufgrund der Erfassung der Nachfüllmengen werden Kapazitätsgrenzen der Tauscherpatronen rechtzeitig angezeigt. So wird Steinbildung auf Dauer sicher vermieden.

Beim Thema Korrosion bergen drei Arten besondere Risiken: Bimetall- und Sauerstoffkorrosion sowie mikrobiell induzierte Korrosion.

Zur Vermeidung von Korrosion ist die Materialauswahl entscheidend, denn ohne Verwendung von Aluminiumlegierungen sinkt das Risiko deutlich.

Die anfängliche Sauerstoffkorrosion ist unvermeidlich, aber ohne Risiko. Ist die Dichtheit des Systems in Bezug auf eindringenden Sauerstoff gegeben, stellt sich rasch eine stabile Situation ein.

Komplexer wird es bei der mikrobiell induzierten Korrosion, denn der Eintrag von Mikroben bzw. von Biomasse ist nicht zu vermeiden. Welche Folgen das jedoch hat, ist von Anlage zu Anlage höchst unterschiedlich.

Die Heizwasserbeschaffenheit kann sich zum Beispiel durch Arbeiten an der Anlage wie Erweiterungen oder Austausch von Anlagenbauteilen sowie durch Betriebsstörungen verändern. Dies hat Einfluss auf den pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit, den Partikeleintrag und auf die Gasbildung haben.

Eine jährliche Kontrolle ist notwendig, um die Prozesse erkennen und ggf. steuern zu können. Dazu sind der pH-Wert und die Leitfähigkeit zu messen. Die Trübung und der Geruch des Heizwassers sind ebenso wichtige Indikatoren.

Zur Pflege des Heizwassers gehört es, nicht nur Abscheider für Schlamm, Magnetit und Luft zu installieren, sondern sie auch zu reinigen bzw. zu entlüften.

Unabdingbar ist die Dokumentation aller Daten und Maßnahmen in einem Anlagenbuch über die gesamte Lebensdauer der Anlage.

Unter Berücksichtigung dieser Maßnahmen steht einem langfristig sicheren und effizienten Betrieb der Anlage nichts im Wege.

