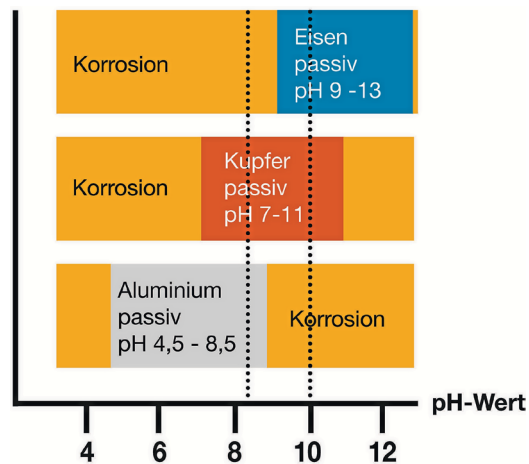


Elektrisches Schaltbild zur Erklärung des Korrosionsgeschehens im Heizsystem.



Die pH-Bereiche aktiver und passiver Korrosion für Eisen, Kupfer und Aluminium. Die senkrechten Linien begrenzen das nach dem Stand der Technik (VDI 2035-2) einzuhaltende pH-Band für Heizungswasser.

## Heizungswasseraufbereitung

# KORROSION IN HEIZKREISLÄUFEN

Welchen Einfluss pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und Sauerstoffkonzentration des Füllwassers auf die Korrosion in Heizkreisläufen haben, erläutert Dr. Dietmar Ende, der bei der perma-trade Wassertechnik GmbH den Bereich Forschung & Entwicklung leitet.

Jeder Fachhandwerker weiß, dass das Heizungswasser für den langfristig sicheren Betrieb moderner Heizungsanlagen immer wichtiger wird. Dies ist auch aus den aktuellen Regelwerken herauszulesen. Allerdings herrscht noch immer eine gewisse Verunsicherung darüber, mit welcher Aufbereitungsmethode – enthärten, entsalzen, inhibieren – die optimale Füllwasserqualität möglichst nachhaltig erreicht werden kann. Der nachfolgende Fachbeitrag zeigt anhand eines einfachen elektrischen Schaltbildes, inwiefern pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und Sauerstoffkonzentration des Füllwassers das elektrochemische Korrosionsgeschehen beeinflussen. Sauerstoff gilt im Heizungswasser als

Korrosionstreiber Nummer eins. Tatsächlich hängen die Korrosionsraten der meisten im Heizkreislauf verbauten Metalle direkt von der Menge an gelöstem Sauerstoff ab. Das heißt: Sofern ein Sauerstoffzutritt sicher vermieden werden kann, findet meist keine Korrosion statt. Dies gilt allerdings nicht für niedrige pH-Werte unter 6 oder, im Falle von Aluminium, für pH-Werte über 8,5. Für die Säurekorrosion sowie für die Basenkorrosion ist kein Sauerstoff erforderlich, um den „Korrosions-Stromkreis“ zu schließen.

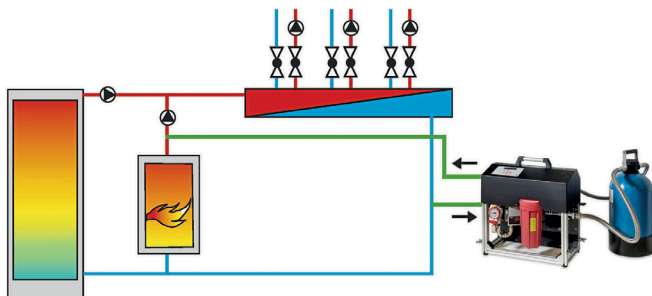
### Sauerstoff treibt die Korrosion voran

Zur einfachen Veranschaulichung lassen sich die Abläufe im Korrosionsgeschehen auf einen Stromkreis übertragen. Dieser besteht aus Stromquelle, Glühlampe, Schalter und gegebenenfalls einem elektrischem Widerstand. Die Korrosionsreaktion entspricht dabei der Stromquelle (1), die Leuchtkraft der Glühlampe (2) zeigt die Korrosionsgeschwindigkeit. Ob der Schaltkreis geschlossen ist oder nicht, entscheidet das Vorhandensein von Sauerstoff oder Säure im Heizwasser, im Schaubild dargestellt mit dem Schalter (3). Nun wird die

Leuchtkraft der Glühlampe unter anderem noch beeinflusst von den beiden Widerständen (4 und 5). Ein Widerstand ist dabei dem Heizungswasser zugeordnet, der andere einer möglichen Deckschicht auf dem Metall.

Damit die Einflüsse von pH-Wert und Leitfähigkeit auf die mögliche Korrosionsreaktion deutlicher werden, sind die einzelnen Komponenten im Stromkreis näher zu betrachten.

1. Die Spannung der Stromquelle, und damit die mögliche Leuchtkraft der Glühlampe, hängt direkt von den chemischen Reaktionen am Plus- und Minuspol ab. Jede Reaktion erzeugt ein gewisses Potenzial und die Potentialdifferenz zwischen beiden Polen bestimmt die Spannung der Stromquelle. Dort, wo das Metall in Lösung geht (zum Beispiel:  $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$ ), befindet sich der Minuspol. An der anderen Elektrode, dem Pluspol, wird der im Wasser gelöste Sauerstoff reduziert, also gemäß der chemischen Formel  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$  verbraucht oder Säure ( $\text{H}^+$ ) zu Wasserstoff entladen. Wichtig ist dabei: Die Reaktion am Pluspol ist abhängig vom pH-Wert und liefert mit abnehmendem pH-Wert mehr „Spannung“ (59 mV/pH).



Das System permanente zur Heizungswasseraufbereitung ohne Betriebsunterbrechung mit einer angeschlossenen Entsalzungspatrone PS 210001L. Das Verfahren kann bis 65 °C und 4 bar eingesetzt werden.

Niedrige pH-Werte beschleunigen auch aus diesem Grund die Korrosion.

2. Die Helligkeit der Glühlampe zeigt direkt die Korrosionsgeschwindigkeit an und hängt davon ab, ob der Schalter geschlossen ist und wenn ja, wie viel Strom fließt.

3. Der Schalter wird im Heizkreis entweder durch das Vorhandensein von Sauerstoff oder durch Säuren bei pH-Werten unter 6 geschlossen. Bei einer korrosionstechnisch geschlossenen Anlage mit einem pH-Wert von 8,2 im Kreislaufwasser wäre der Schalter also geöffnet und es könnte demnach keine Korrosion stattfinden.

4. Wie viel Strom fließen kann, hängt neben der Spannung der Stromquelle auch von möglichen Widerständen im Stromkreis ab. Einen starken Einfluss übt hier die elektrische Leitfähigkeit des Heizungswassers aus. Eine niedrige Leitfähigkeit entspricht einem hohen Widerstand. Eine salzarme Betriebsweise begrenzt somit die mögliche Korrosionsgeschwindigkeit enorm.

5. Bildet sich auf den im Heizkreis verbauten Metallen eine Deckschicht aus, tritt ein weiterer Widerstand hinzu. Ob sich Deckschichten ausbilden können oder nicht, bestimmt maßgeblich der herrschende pH-Wert. Daher empfehlen auch die entsprechenden Richtlinien einen pH-Bereich von 8,2 bis 10. Aluminium besitzt diese dichte Deckschicht bereits von Anfang an. Alkalische pH-Werte über 8,5 lösen diese dichte Schutzschicht leicht ab.

Grundsätzlich lässt sich auch durch Hinzugabe eines Korrosionsinhibitors eine Schutzschicht erzeugen und diesen Widerstand vergrößern. Allerdings sollte diese chemische Methode – nicht zuletzt auch aus Gründen der erforderlichen Überwachung – nur in Ausnahmefällen erwogen werden, sofern ein Sauerstoffeintrag technisch nicht anders

zu vermeiden ist. Es zeigt sich deutlich, dass bei einem hohen Widerstandswert des Heizungswassers ein möglicher Widerstand (5) der Deckschicht zunehmend an Bedeutung verliert. Dadurch können bei salzarmen Betriebsweise auch eher Abweichungen im pH-Wert toleriert werden und es kann auf Inhibitoren verzichtet werden.

#### Kreislaufwasser im richtigen pH-Bereich

Im Ergebnis wird eine möglichst niedrige Korrosionsgeschwindigkeit der verbauten metallischen Werkstoffe dadurch erreicht, dass sich das Kreislaufwasser im richtigen pH-Bereich befindet und gleichzeitig eine möglichst kleine (50–100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) elektrische Leitfähigkeit vorherrscht. Grundsätzlich ist eine korrosionstechnisch geschlossene Anlage, bei der kein nennenswerter Zutritt von Sauerstoff erfolgen kann, natürlich immer anzustreben. Um die optimalen Werte im Heizungswasser einzustellen, kann zum einen natürlich das Heizungswasser ausgewechselt werden.

Einfacher ist die Inline-Entsalzung ohne Betriebsunterbrechung. Bei dieser Methode kann das zirkulierende Wasser weitgehend automatisiert entsalzt, gefiltert und auch im pH-Wert korrigiert werden. Dabei lassen sich nicht nur bei großen Anlagen Zeit und Aufwand sparen, diese Methode gilt auch als nachhaltig, da die VE-Harze grundsätzlich umweltgerecht regenerierbar sind. ■

[www.perma-trade.de](http://www.perma-trade.de)

**Dr. Dietmar Ende,**  
Leiter des Bereichs  
Forschung & Entwicklung,  
perma-trade Wassertechnik  
GmbH.

