

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.

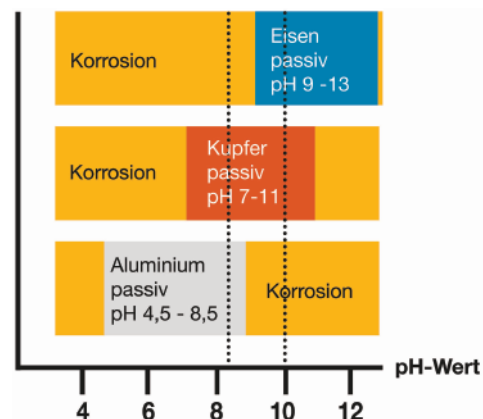
Sauerstoff gilt im Heizungswasser als Korrosions-treiber Nummer eins. Tatsächlich hängen die Korrosionsraten der meisten im Heizkreislauf verbauten Metalle direkt von der Menge an gelöstem Sauerstoff ab. Das heißt: Sofern ein Sauerstoffzutritt sicher vermieden werden kann, findet meist keine Korrosion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

Phänomen Korrosion in Heizkreisläufen – auf anschauliche Art erklärt

Zur einfachen Veranschaulichung lassen sich die Abläufe im Korrosionsgeschehen auf einen Stromkreis übertragen, wie er noch aus dem Schulunterricht bekannt sein dürfte. Wie das elektrische Schaltbild schematisch zeigt, besteht dieser aus Stromquelle, Glühlampe, Schalter und ggf. 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 Heizungswasser; im Schaubild dargestellt mit dem Schalter (3). Nun wird die Leuchtkraft der Glühlampe u.a. noch beeinflusst von den beiden Widerständen (4+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 ab von den chemischen Reaktionen am Plus- und Minuspol. Jede Reaktion erzeugt ein gewisses Potenzial und die Potenzialdifferenz zwischen beiden Polen bestimmt die Spannung der Stromquelle. Dort, wo das Metall in Lösung geht, z. B. $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e^-$ befindet sich der (-)Pol. An der anderen Elek-



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

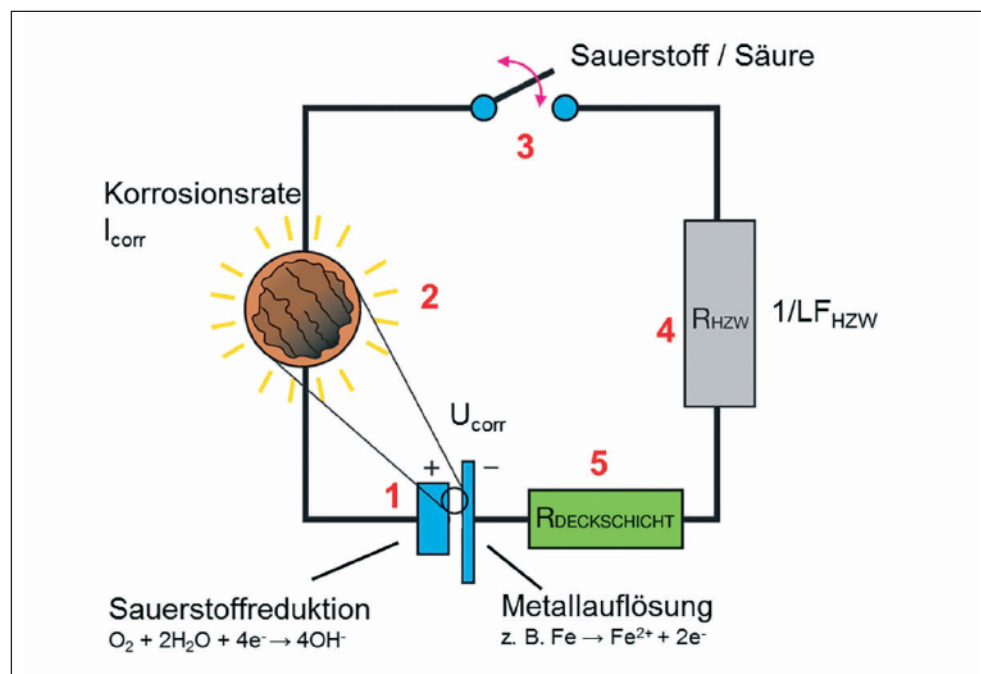
trode, dem (+)Pol, wird der im Wasser gelöste Sauerstoff reduziert, also gemäß der chemischen Formel $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^- \rightarrow 4\text{OH}^-$ verbraucht oder Säure (H^+) zu Wasserstoff entladen. Wichtig ist dabei: Die Reaktion am (+)Pol ist abhängig vom pH-Wert und liefert mit abnehmendem pH-Wert mehr „Spannung“ (59 mV/pH). 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 < 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) Wieviel 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 Wi-



Elektrisches Schaltbild zur Erklärung des Korrosionsgeschehens im Heizsystem (Abbildungen: Permatrade)

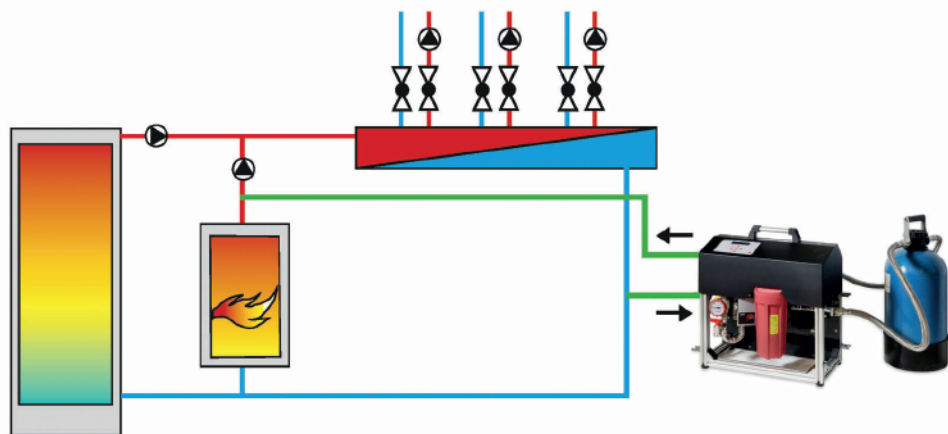
derstand hinzu. Ob sich Deckschichten ausbilden können oder nicht, bestimmt maßgeblich der herrschende pH-Wert. Daher empfehlen auch die Richtlinien* einen pH Bereich von 8,2 bis 10. Aluminium besitzt diese dichte Deckschicht bereits von Anfang an. Alkalische pH-Werte $> 8,5$ lösen diese dichte Schutzschicht leicht ab, wie Abb. 2 zeigt.

*Richtlinien EU, D, CH, A: DIN EN 14868, VDI 2035-2, SWKI BT 102, ÖNORM H 5195-1

Grundsätzlich lässt sich auch durch Hinzugabe eines Korrosionsinhibitors eine Schutzschicht erzeugen und dieser 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 salzreicher Betriebsweise auch eher Abweichungen im pH-Wert toleriert werden und es kann auf Inhibitoren verzichtet werden.

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, immer anzustreben und dies vor allem über eine gut funktionierende Druckhaltung. Um die optimalen Werte im Heizungswasser einzustellen, kann zum einen das Heizungswasser aus-



System „permaline“ zur Heizungswasseraufbereitung ohne Betriebsunterbrechung mit einer angeschlossenen Entsalzungspatrone PS 21000IL. Das Verfahren kann bis 65°C und 4 bar eingesetzt werden.



Dr. Dietmar Ende, Leiter Forschung & Entwicklung bei perma-trade Wassertechnik

gewechselt werden, was allerdings mit einigen Nachteilen und viel Aufwand verbunden ist. Als wesentlich einfacher und sicherer erweist sich die Inlineentsalzung 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 äußerst nachhaltig, da die VE-Harze grundsätzlich umweltgerecht regenerierbar sind. Darüber hinaus wäre manches Heizungswasser ansonsten eigentlich als Sondermüll zu entsorgen.



Autor: Dr. Dietmar Ende, perma-trade Wassertechnik GmbH

60 Jahre Erfahrung

Die Schlagbohrmaschine bei Metabo feiert ihren 60. Geburtstag: 1957 haben die Nürtinger mit der Serienfertigung dieses Gerätetyps begonnen. Zu diesem Jubiläum präsentiert Metabo unter dem Motto „Das Beste aus 60 Jahren Erfahrung“ eine neue Generation von professionellen Zweigang-Bohr- und Schlagbohrmaschinen. Alle neuen Geräte sollen mit starker Bohrleistung, verringertem Gewicht und verbesserter Ergonomie überzeugen. Dank Aluminiumgetriebegehäuse und kraftvollem Marathon-Motor sollen die Bohrmaschinen widerstandsfähig und optimal auf den harten Dauereinsatz auf der Baustelle und in der Werkstatt ausgerichtet sein. Profis profitieren sollen auch bei der neuen Bohrmaschinen-Range von gewohnter Metabo-Qualität und einem übersichtlicheren Produktsortiment profitieren.

Im oberen Leistungssegment bohrt die neue Bohrmaschine BEV 1300-2 mit einer Leistung von 1.300

Watt in Holz und Metall; mit gleicher Kraft bohren die Schlagbohrmaschinen der SBEV-Reihe in Mauerwerk und Beton. Die Bohr- und Schlagbohrmaschinen leisten im ersten Gang Drehzahlen von 1.100 Umdrehungen in der Minute und 3.100 Umdrehungen im zweiten Gang.

Leistungsstarke Maschinen mit optimalem Anwenderschutz

Die hohen Drehzahlen sollen schnellen Arbeitsfortschritt bei Bohrungen mit kleinen Durchmessern in Metall ermöglichen. Das Drehmoment von bis zu 44 Newtonmetern eignet sich für kraftvolle Bohrungen in Holz – beispielsweise mit Schlangenbohrern. Bei Bohrungen in Beton oder Mauerwerk, schlägt die Maschine mit 58.900 Schlägen in der Minute und soll so für einen schnellen Bohrfortschritt sorgen. Alle Maschinen der SBEV- und BEV-Reihe sind mit VTC-Elektronik ausgestattet, die auch bei starken Belastungen für konstante Drehzahlen sor-

gen soll. Die Drehzahlen sind variabel und lassen sich passend für jede Anwendung über ein Stellrad vorwählen. Ein Überlastschutz verhindert, dass der Motor bei starker Beanspruchung überhitzt. Bei Stromunterbrechung soll der Wiederanlaufschutz verhindern, dass die Maschine unbeabsichtigt anläuft. Die bewährte Metabo S-automatic Sicherheitskupplung soll den Anwender schützen, indem das Getriebe automatisch entkoppelt, wenn der Bohrer blockiert. Bei allen 1.100- und 1.300-Watt-Maschinen kann der Anwender über ein Stellrad in den Impulsbetrieb wechseln, wenn er glatte Oberflächen anbohren oder festsitzende Schrauben lösen möchte. Zusätzlich gibt es die 1.010-Watt-Variante SBEV 1000-2 mit Sicherheitskupplung, VTC-Elektronik und Wiederanlaufschutz.

Allrounder für die Baustelle

Im mittleren Leistungssegment bis 850 Watt sind die Schlagbohrmaschinen SBE 850-2 S und SBE 780-