Effektive **Trennung**

Druckhaltung und Entgasungstechnik in Heizungsanlagen

Dr. Andreas Kämpf*

Jedes Jahr steigen die Kosten für die Gebäudebewirtschaftung kontinuierlich an. Nicht zuletzt durch Störungen in Heizungsanlagen - hervorgerufen durch das Medium „Luft“, das die Funktion der Anlagen beeinträchtigt und die Lebensdauer der Anlagenkomponenten herabsetzt. Gasinhaltsmessungen im Heizungswasser haben ergeben, dass über die Hälfte der haustechnischen Anlagen trotz funktionierender Druckhaltung unter Luftproblemen leiden. Der folgende Beitrag will „das Luftproblem“ in Heizungskreisläufen näher untersuchen und Vorschläge zu deren Vermeidung liefern.

Gase können sich über die Löslichkeitsgrenze im Wasser anreichern und dann in freier Blasenform auftreten. Dabei kann Wasser bei niedrigen Temperaturen und hohen Drücken mehr Gas lösen als bei entgegengesetzten Verhältnissen. Dieses Phänomen wurde durch den Naturwissenschaftler W. Henry (1774 – 1836) beschrieben. Bild 1 zeigt grafisch das Henry´sche Gesetz am Beispiel der Löslichkeit von Stickstoff (N_2) in Wasser.

Für den Heizungskreislauf bedeutet dies, dass bei hohen Temperaturen (an der Heizkesselwand) und an der höchsten Stelle im Kreislauf (z. B. oberster Heizkörper) ideale Verhältnisse für die Ausgasung von Luft bestehen. In den Heizkörpern ist die Luft verantwortlich für Gluckergeräusche und kalte Heizflächen. Gelangt das Wasser aus den hoch gelegenen Heizkörpern wieder in den Heizungskeller, drehen sich die physikalischen Verhältnisse um: Das kühlere Heizungswasser mit hohem Druck (statischer Druck im System) absorbiert die im Wasser befindlichen freien Gase wieder.

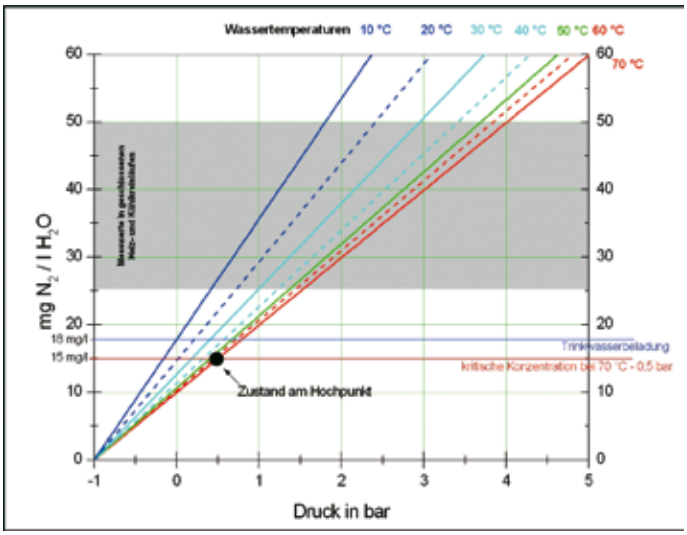


Bild 1: Theoretische Löslichkeit von N_2 in Wasser.

Luftproblem

Nun kann der Eindruck entstehen, dass Gase in Heizungskreisläufen kein großes Problem darstellen, da Stickstoff permanent in das Wasser ein- und ausdiffundiert und Sauerstoff durch Korrosionsvorgänge an metallischen Werkstoffen sehr schnell verbraucht wird. Dies ist leider nicht so. Der Sauerstoff führt zu Schädigungen an Pumpen, Rohren, Regelventilen oder Kesselmaterial. Der Anlagenbetreiber schiebt den Ausfall von Komponenten in der Regel auf die Qualität des Bauteils (Kessel, Pumpe, Armatur) ohne die ursächlichen Luftprobleme zu beseitigen. Die Einschleusung von weiterem Sauerstoff führt zu irreparablen Schäden in der Anlage. Oberstes Gebot ist es deshalb, den Sauerstoffeintritt zu verhindern.



Bild 2: Heizkörper mit Stickstoffpolster am Hochpunkt des Heizungssystems.

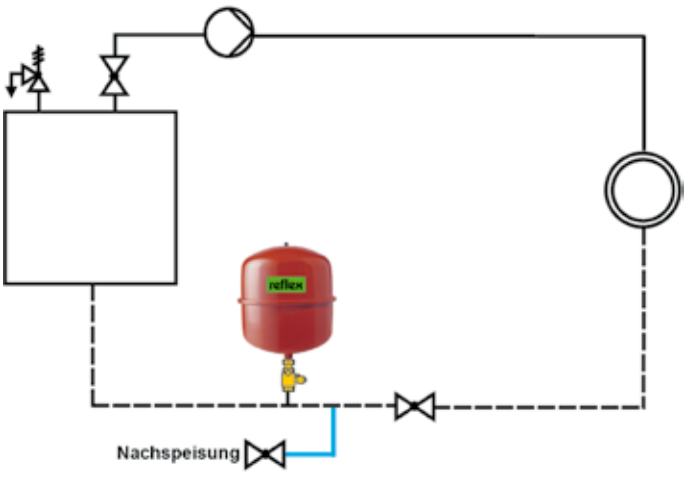


Bild 3: Membranausdehnungsgefäß (MAG) in einer Heizungsanlage.

*) Dr. Andreas Kämpf, Reflex Winkelmann GmbH + Co. KG, Ahlen

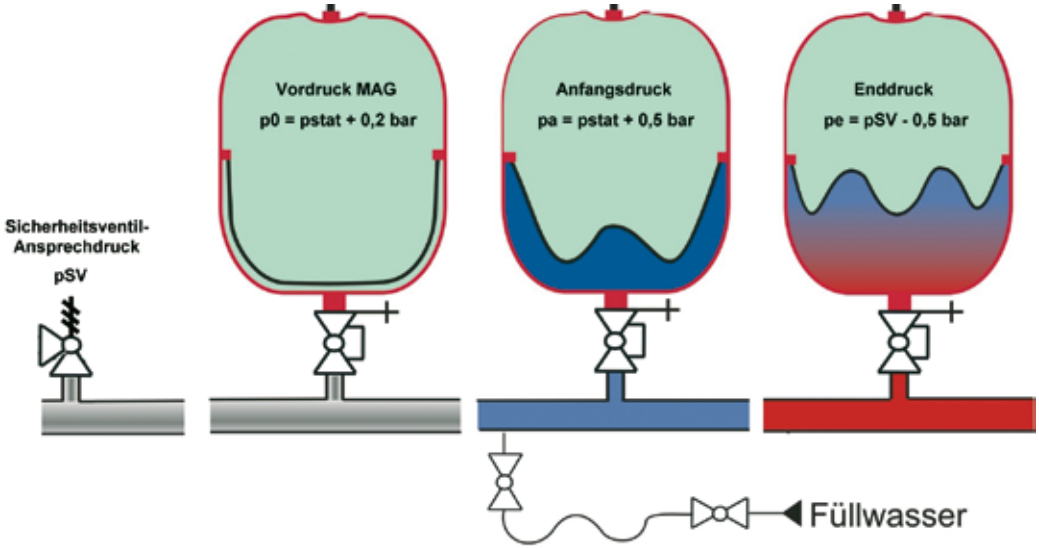


Bild 4: Vordruck, Anfangsdruck und Enddruck in einem MAG. 4

Gelöste Gase im Nachspeisewasser

Bei den meisten Anlagen wird als Nachspeisewasser Trinkwasser verwendet. Dies ist in der Regel „luftgesättigt", was zur Folge hat, dass schon bei Atmosphärendruck mit jedem Liter Nachspeisewasser bis zu 29 mg Luft, davon 18 mg an Stickstoff, in die Anlage gelangen. Beim Erwärmungsvorgang wird dieser Stickstoff teilweise frei (Bild 1). Dieses Volumen verbleibt in der Regel an den Anlagehochpunkten und führt zu Geräuschen und kalten Heizkörpern (Bild 2). Betrachtet man speziell Kreisläufe mit einem hohen Anteil an diffusionsoffenen Kunststoffrohren (Fußbodenheizungen), so führt der eingebrachte Sauerstoff zu o. g. Problemen an Pumpen und Kesselbauteilen, da ausschließlich die wenigen verbleibenden metallischen Komponenten den Sauerstoffabbau durch Korrosion verkraften müssen.

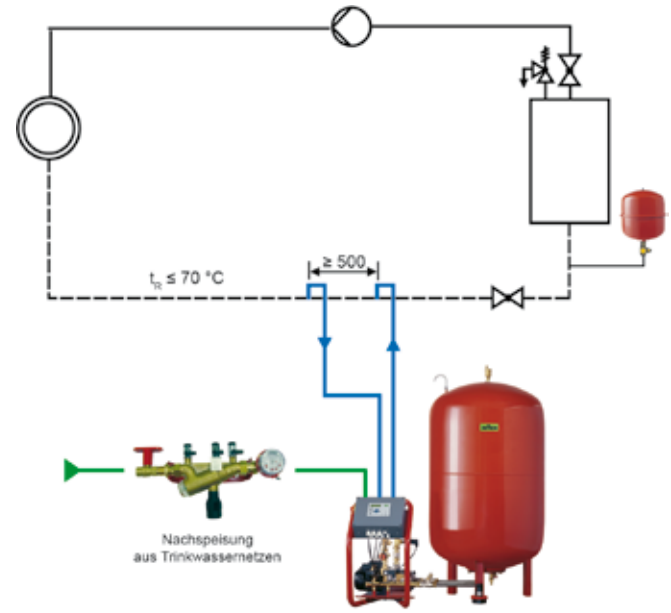


Bild 5: Pumpengesteuerte Druckhaltung mit Entgasung und automatischer Nachspeisung.

Restlufteinschluss bei Neu- und Teilbefüllung

Werden Anlagenteile nicht sorgfältig entlüftet, kann die eingeschlossene Restluft im Kreislaufwasser unter dem höheren Anlagendruck absorbiert werden. In diesem Fall ist die Luft im Wasser gelöst. Messungen, die nach dem Befüllen der Heizungsanlage durchgeführt wurden, ergaben nahezu eine Verdoppelung des Gasgehaltes gegenüber dem des Füllwassers.

Eindringen von Luft

Da die Konzentration von Sauerstoff im Anlagenwasser durch Korrosionsvorgänge nahezu Null ist, existiert ein Sauerstoff-Druckgefälle zur umgebenden Außenluft. Man spricht vom Gaspartialdruckgefälle. Dieser ist dafür verantwortlich, dass Sauerstoff durch nicht diffusionsdichte Bauteile (etwa durch Kunststoffrohre) in die Heizungsanlage gelangt. Aber auch der Unterdruck an Bauteilverbindungen kann zu einem Lufteintrag führen, etwa an Stopfbuchsen.

Druckhaltung verhindert Luftprobleme

Die häufigste Ursache für Gas- bzw. Luftprobleme ist in der Druckhaltung des Anlagenkreislaufes zu finden. Diese Aufgabe übernimmt in der Regel ein Membranausdehnungsgefäß (MAG), indem es bei Erwärmung des Heizungswassers das Mehrvolumen aufnimmt (Bild 3). Auf der Wasserseite des durch eine Membrane geteilten MAG wirkt der Anlagendruck, auf der Gasseite der dementsprechend aufgebrachte Gasdruck. Bei Erwärmung des Anlagenwassers schafft sich das inkompressible Ausdehnungswasser Platz, indem es die Membran wegdrückt und damit den Druck auf der kompressiblen Gasseite erhöht. Dieser Druckanstieg, der von der Menge und von der Temperaturerhöhung des Ausdehnungswassers abhängt, muss unter dem Ansprechdruck des Sicherheitsventils liegen.

Aufgrund unterbliebener Wartung oder falscher Inbetriebnahme ist der Vordruck des MAG häufig entweder zu hoch oder zu niedrig eingestellt, sodass keine Druckhaltung in der Anlage möglich ist. Richtig dimensioniert und eingestellt verhindert ein MAG Dampfbildung, Kavitation, Ansaugen von Außenluft und Wasserverlust durch Ansprechen des Sicherheits-



Bild 6: Vakuumentgaser in Funktion.



Bild 7: Nachspeisung inklusive Systemtrenner BA nach DIN EN 1717.

ventils. Um an der höchsten Stelle der Anlage eine Unterdruckbildung sicher zu vermeiden, ist der Gas-Vordruck des MAG (p_o) nach der folgenden Formel einzustellen:

$$p_o = p_{stat} + 0{,}2 \text{ (bar)}$$

p_{stat} steht für den Druck der Wassersäule zwischen höchstem Heizkörper und Installationsort des MAG. Bestehen nur geringe Höhenunterschiede zwischen dem obersten Heizkörper und dem MAG (z. B. eingeschossige Gebäude oder Dachheizzentralen) so sollte der Vordruck des MAG 1 bar betragen.

Um eine ausreichend große Wasservorlage innerhalb des MAG zu gewährleisten (damit geringe Wasserverluste des Kreislaufs kompensiert werden), wird der Anfangsdruck der kalten Anlage (p_a) auf folgenden Betriebsdruck eingestellt:

$$p_a = p_o + 0{,}3 \text{ (bar)}$$

Der Enddruck p_e begrenzt den oberen Sollwertbereich der Druckhaltung. Dieser ist so festzulegen, dass er 0,5 bar unterhalb des Ansprechdrucks des eingebauten Sicherheitsventils liegt (Bild 4). Mit den festgelegten Drücken, den Temperaturbedingungen und dem Wasservolumen der Anlage lässt sich die richtige Größe des MAG zur Druckhaltung bestimmen.

Entgasung bei Anlagenüberdruck

Luftabscheider oder so genannte „Lufttöpfe“ scheiden freie Luft bzw. freien Stickstoff aus dem Wasser ab. Durch Querschnittsvergrößerung wird die Strömungsgeschwindigkeit reduziert, sodass Gasblasen aus dem Medium Wasser austreten können. Ein Einfluss auf die im Wasser gelösten Gase ist jedoch nicht möglich, da die Löslichkeit von Gasen nur durch Druck- bzw. Temperaturveränderung beeinflusst werden kann.

Da an den Anlagen-Hochpunkten der Sättigungsgehalt am geringsten und so das Auftreten von freien Gasen am größten ist, sollte dort der Lufttopf eingebaut sein. Die Praxis hat jedoch gezeigt, dass dies nur noch in den wenigsten Anlagen realisierbar ist. Deshalb sind Luftabscheider häufig am Tiefpunkt der Anlage (Anlagendruck am Einbindepunkt z. B. 2 bar) installiert. Hier kann jedoch der Stickstoffgehalt nur bis auf ca. 30 mg/l (Vorlauftemperatur 70 °C) gesenkt werden, 15 mg/l wären aber erforderlich, um Gasausscheidungen am Hochpunkt sicher zu vermeiden (Bild 1 bei Druck 0, bar).

Entgasung bei Atmosphärendruck

In großen Anlagen speichern Pumpen-Druckhaltestationen das Ausdehnungswasser in einem drucklosen Auffangbehälter. Neben dem Volumenausgleich gewährleistet eine wasserseitige Steuereinheit bestehend aus Pumpe und Überströmventil den richtigen Betriebsdruck der Anlage (Bild 5). Durch die Druckentspannung auf Atmosphärendruck innerhalb des Auffanggefäßes wird der max. Sättigungsgehalt des Heizungswassers (Bild 1) erheblich vermindert, sodass eine Gasausscheidung stattfindet.

Die Stickstoffkonzentration im Anlagenwasser kann laut Henry bei 50 °C Wassertemperatur theoretisch bis auf etwa 10 mg N_2/l Wasser gesenkt werden. Setzt man einen Mindestüberdruck von 0,5 bar am Hochpunkt voraus, ergibt sich bei 70 °C Vorlauftemperatur eine max. Löslichkeit von 15 mg/l. Die theoretisch erreichbaren 10 mg/l im Auffangbehälter liegen somit weit unter dem kritischen Wert des Hochpunktes: Die Bildung von freien Stickstoff-Blasen kann so verhindert werden.

Entgasung im Vakuum

Die Löslichkeit von Gasen im Vakuum ist nahezu Null. Moderne Vakuumentgaser entgasen einen Teilstrom des Netzinhaltwassers im Vakuum und speisen automatisch mit entgastem Frischwasser nach. Kreislaufwasser oder Nachspeisewasser wird in einen Behälter geleitet, der an-

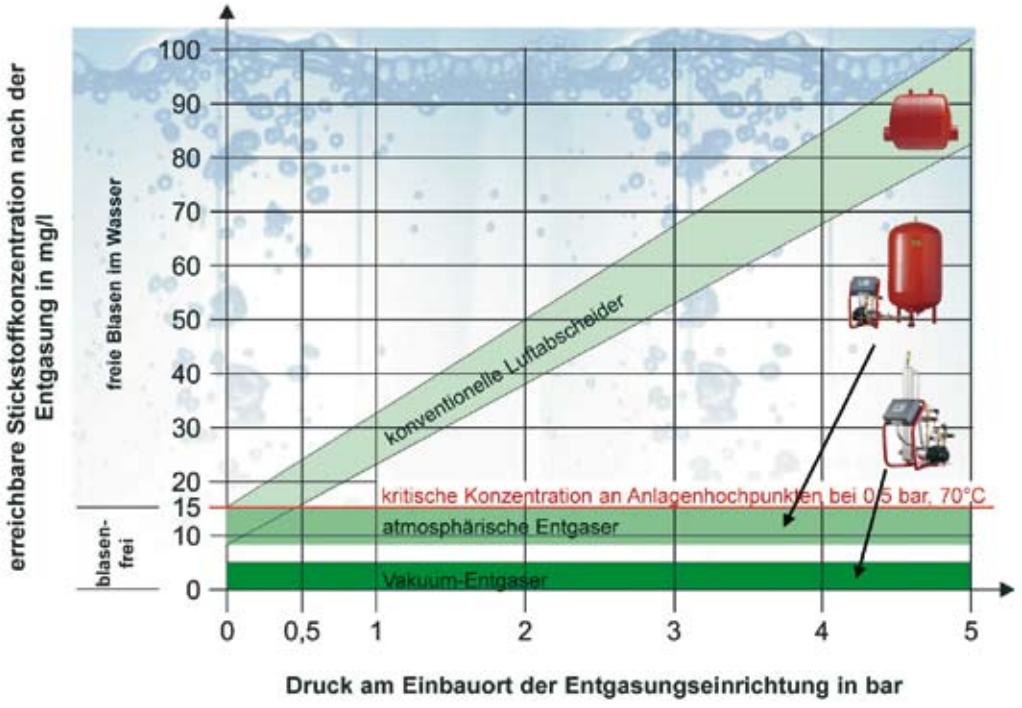


Bild 8: Entgasungsleistung bei unterschiedlichen Verfahren.

schließend mithilfe einer Pumpe geleert wird. Der sich einstellende Unterdruck sorgt für nahezu gasfreies Wasser. Besonders effektiv sind Entgaser, die hohe Unterdrücke erzeugen und das Umlaufwasser dynamisch in dem Vakuumbehälter versprühen. Bild 6 zeigt einen modernen Vakuumentgaser während der Unterdruckerzeugung mit gleichzeitiger Versprühung des Netzwassers im Betrieb.

Vakuumentgaser decken Heizungsanlagen mit Wasservolumina zwischen 500 l bis 100 000 l ab. Damit können bereits in kleineren Gebäuden (ab dem Zwei-Familienhaus) effektive Entgasungssysteme zum Einsatz kommen.

Nachspeisesysteme

Jede Entgasungseinrichtung erfordert eine Nachspeisung, um die ausgeschiedene Luftmenge durch Wasser zu ersetzen. Andernfalls wird die Druckhaltung mittelfristig nicht funktionieren. Vollautomatische Nachspeiseeinrichtungen überwachen den Druck der Anlage und speisen beim Unterschreiten eines Mindestdruckes Frischwasser nach. Wird ein Maximalvolumenstrom überschritten oder wird zu häufig in einer festgelegten Zeit nachgespeist, wird die Nachspeisung durch die Steuerung unterbrochen. Somit wird gewährleistet, dass eine Leckage des Systems nicht zu ununterbrochener Nachspeisung führt. Die europäische Normung (DIN EN 1717) fordert Armaturen zur Absicherung der Trinkwasser-Installation, die über die bisherige Nachfüllmethode (in der Regel Wasserschlauch mit Rückschlagventil) hinausgeht. Bild 7 zeigt eine Armatur, die die o. g. Merkmale beinhaltet.

Fazit

Um die Wirksamkeit unterschiedlicher Entgasungssysteme zu veranschaulichen, soll der physikalisch und technisch erreichbare, minimale Stickstoffgehalt im Netzwasser in Abhängigkeit von den Druckverhältnissen am Einbauort dargestellt werden. Der Vergleich in Bild 8 macht deutlich, dass nur die atmosphärische und die Vakuum-Entgasung den Anforderungen an eine zentrale „Entlüftungs"- und Entgasungseinrichtung gerecht werden. Will man effektiv „entlüften" und dies unabhängig vom Einbauort, ist der atmosphärische Entgaser oder der Vakuumentgaser die erste Wahl. ■

Bilder: Reflex Winkelmann GmbH + Co. KG, Ahlen

@ *Internetinformationen:*
www.reflex.de