

Luft in Heizungsanlagen – Ursachen und Problemlösungen

Immer wieder wird über störende Gasansammlungen in Heiz- und Kühlkreisläufen geklagt. Zirkulationsstörungen, defekte Umwälzpumpen, Geräusche und Erosion haben unzufriedene Kunden und steigende Betriebskosten zur Folge.

In Heizungsanlagen erreicht das „Luftproblem“ direkt den Kunden, oder wer hat sich noch nicht über einen kalten Heizkörper voller „Luft“ geärgert ?

Für den Vermieter oder Betreiber ist es besonders unangenehm, wenn die vielen dezentralen Entlüftungsstellen an den Heizkörpern nicht ohne weiteres zugänglich sind, und ein Nachentlüften per Hand das Luftproblem nur vorübergehend löst.

Die Fa. Reflex hat deshalb das Phänomen „Gase in geschlossenen Flüssigkeitskreisläufen“ im Rahmen eines AiF Forschungsthemas untersucht und Problemlösungen gefunden.

1. Wie gelangen Gase in geschlossene Flüssigkeitskreisläufe ?

Mit der Einführung der geschlossenen Heizungsanlage in den sechziger Jahren war man der Meinung, das „Luftproblem“ beseitigt zu haben, war doch jetzt der direkte Kontakt des Ausdehnungsgefäßes mit der Atmosphäre unterbunden.

Die folgende Aufzählung zeigt aber, dass das Ausdehnungsgefäß bei weitem nicht die einzige Möglichkeit des Eindringens von Gasen in Wasserheizungsanlagen ist.

1. eingeschlossene Restluft bei der Neubefüllung und der Teilbefüllung nach Reparaturen.

Untersuchungen zeigen eine starke Aufladung des Füllwassers weit über dem natürlichen Wert des Trinkwassers.

2. gelöste Luft im Füll- und Nachspeisewasser

Wird Trinkwasser verwendet, so liegt die natürliche Beladung bei etwa 11 mg/l O₂ und 18 mg/l N₂.

3. Eindringen von Luft über permeable Anlagenteile

Im Vergleich zu traditionellen Baustoffen wie Stahl und Kupfer, kann z. B. über Kunststoff- und Gummischläuche vergleichsweise viel Luft in das Anlagensystem eindiffundieren.

4. Gasbildung durch chemische Reaktion

Durch Korrosion und Fäulnis können Gase freigesetzt werden. So wurden in einigen Anlagen größere Mengen an Wasserstoff und Methan im Inhaltswasser nachgewiesen.

5. „Einziehen“ von Luft bei nicht funktionierender Druckhaltung

Nicht selten wird Luft direkt durch Unterschreitung des Mindestbetriebsdruckes in das Anlagensystem „eingesogen“. Deshalb ist bei „Luftproblemen“ stets zuerst die exakte Funktion und Einstellung der Druckhaltung zu überprüfen. Selbstverständlich ist, dass Ausdehnungsgefäße stets als atmosphärisch geschlossene Systeme auszuführen sind. Die neue VDI 2035 Bl. 2 nimmt zu diesem Thema ausführlich Stellung.

2. Über 50% der untersuchten Anlagen leiden unter „Luftproblemen“

Messungen in über 50 ausgewählten Heiz- und Kühlkreisläufen (Bild 1) bestätigen die Erfahrungen:

Über 50% der untersuchten Anlagen leiden unter „Luftproblemen“.

Die Auswertung aller Messergebnisse lässt folgende Schlüsse zu:

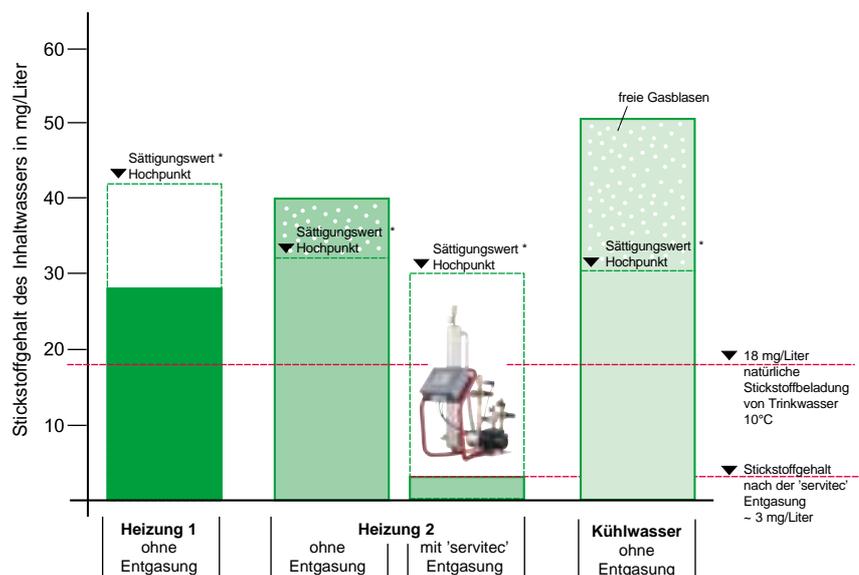
- Stickstoff ist der Hauptverursacher der sogenannten „Luftprobleme“ und reicht sich in allen Anlagen weit über der natürlichen Beladung des Trinkwassers (Füllwassers) an.
- In ca. 50% der untersuchten Anlagen überschreitet die Stickstoffkonzentration des Inhaltswassers den Sättigungswert am Anlagenhochpunkt. Dies sind potenzielle Problemanlagen, da die Übersättigung zur Ausscheidung von freien Gasblasen führt.
- In einigen Anlagen führten chemische Reaktionen zur Übersättigung des Heizungswassers mit Wasserstoff und Methan.
- Sauerstoff, wie Stickstoff ein Hauptbestandteil der Luft, trat in allen untersuchten Anlagen mit Konzentration < 0,1 mg/Liter auf. Dies ist ein Indiz dafür, dass er durch Korrosion mit eisenhaltigen Werkstoffen fast vollständig verbraucht wird und demzufolge bei „Luftansammlungen“ keine Rolle spielt.
- Wegen des fehlenden thermischen Entgasungseffektes sind geschlossene Kühlwasserkreisläufe besonders „luftgefährdet“ (höchste Übersättigung in Bild 1).

Warum ist der Stickstoffgehalt so aussagefähig ?

Stickstoff wird als Inertgas nicht in Nebenreaktionen verbraucht und kann im System nicht oder nur geringfügig gebildet werden. Liegt der Stickstoffgehalt des Netzwassers über dem des Füllwassers, so liegt Lufteintrag aus der Atmosphäre vor (Luft besteht zu ca. 79% aus Stickstoff). Außerdem wurde Stickstoff eindeutig als Hauptverursacher von sogenannten „Luftproblemen“ festgestellt.

Was passiert mit dem Sauerstoff ?

In den gleichen Anlagen wurden neben den Stickstoffgehalten auch die Sauerstoffgehalte des Inhaltswassers gemessen. Sämtliche Sauerstoffwerte lagen auch ohne Aufbereitungsmaßnahmen unter dem Grenzwert von 0,1 mg/Liter. Dies ist ca. 1/100 der natürlichen Beladung von Trinkwasser (11 mg/Liter) und bestätigt die Aussage, dass Sauerstoff in Anlagen mit Eisenwerkstoffen sehr schnell durch Korrosion verbraucht wird und sich so einer Aufbereitung weitestgehend entzieht.



* max. Löslichkeit von N₂ bei der mittleren Temperatur und dem Versorgungsdruck am Anlagenhochpunkt

Bild 1: Stickstoffgehalte in ausgewählten Anlagen

3. Wieviel Gas kann Wasser vertragen?

Wasser kann in Abhängigkeit von Druck und Temperatur mehr oder weniger Gase bis zum Sättigungswert lösen. Diesen Zusammenhang beschreibt HENRY (Diagramm Bild 2).

Da, wie bereits beschrieben, Stickstoff als Hauptverursacher von sogenannten „Luftproblemen“ festgestellt wurde, beschränken sich die folgenden Überlegungen auf Stickstoff.

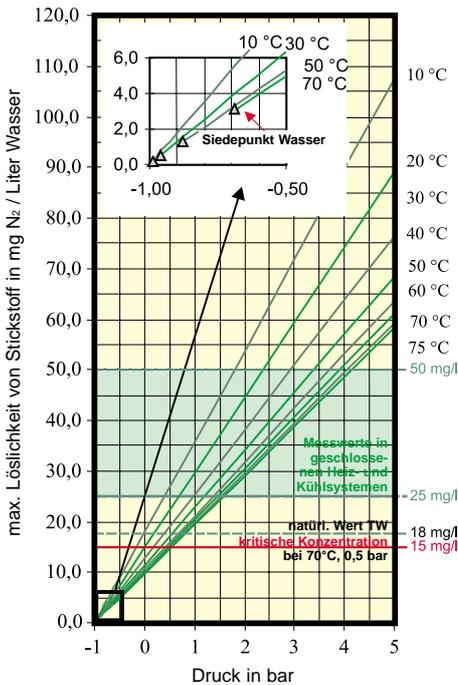


Bild 2: max. Löslichkeit von Stickstoff aus der Luft nach HENRY

Wird der Sättigungswert überschritten, dann werden Gasblasen frei. Optisch anschaulich wird dies bei „Problemanlagen“ durch eine Probenentnahme (Bild 3).

Der Punkt mit der geringsten Gaslöslichkeit, also der größten Gefahr von Ausscheidungen, ist in der Regel der Anlagenhochpunkt (geringster Druck, höchste Temperatur). Dies wird natürlich durch die praktische Erfahrung bestätigt, dass nicht der Mieter im Erdgeschoss, sondern im Dachgeschoss über „Luft“ im Heizkörper klagt.

Ziel einer jeden Entlüftungseinrichtung muss es deshalb sein, möglichst zentral den Gasgehalt im gesamten Inhaltwasser unter dem Sättigungswert des Hochpunktes abzusenken.



Bild 3: stickstoffübersättigtes, aber sauerstofffreies Heizungswasser nach der Probenentnahme

Bei einer Vorlauftemperatur von 70°C beträgt der Stickstoffsättigungswert nach HENRY beispielsweise 15 mg/l bei 0,5 bar Überdruck am Hochpunkt und 30 mg/l bei 2,0 bar Überdruck am Tiefpunkt.

4. Zentralen Entlüftungssystemen gehört die Zukunft

Heute werden Heizungssysteme fast ausschließlich mit unterer Verteilung und dezentraler Entlüftung an den Heizkörpern gebaut. Bei großen Anlagen können so mehrere hundert, bei Fernwärmesystemen sogar mehrere tausend dezentrale Entlüftungsstellen entstehen. Das ist ein riesiges Problempotenzial! Moderne Entlüftungs- und Entgasungssysteme müssen deshalb das Heizungswasser von zentraler Stelle aus zuverlässig im Betrieb entlüften und entgasen können.

Mechanische, konventionelle Luftableiter ohne Hilfsenergie sind als zentrale Entlüftungsgeräte in der Regel ungeeignet.

Mechanische Luftableiter können nur freie Gasblasen abscheiden. Allen Arten ist gemeinsam, dass sie unter dem Druck des Anlagensystems stehen (hohe Gaslöslichkeit). Nur bei Einbau direkt an den Anlagenhochpunkten könnten „Luftprobleme“ sicher vermieden werden. Bei Anlagen mit unterer Verteilung erfolgt der Einbau an ungünstigeren, tiefliegenden Punkten. Die Effektivität ist dann stark eingeschränkt, wenn nicht fraglich.

Wassergesteuerte Druckhaltestationen mit drucklosem Auffangbehälter können zur zentralen, atmosphärischen Entgasung genutzt werden (Bild 5).

So kann die reflex 'variomat' Druckhaltestation multifunktional neben Druck halten auch automatisch nachspeisen und entgasen. Ein Teilstrom des Inhaltwassers wird über den **drucklosen, geschlossenen** Auffangbehälter geführt. Hier ist der Ort der geringsten Gaslöslichkeit des Heizungssystems. Die Stickstoffkonzentration kann im **gesamten** Netz theoretisch bis auf ca. 10 mg/l (HENRY-Diagramm: 0 bar, 50°C) zentral abgesenkt werden. Das liegt unter der kritischen Konzentration am Hochpunkt, so dass sich hier keine freien Blasen mehr ausscheiden. Um die bei der Inbetriebnahme in größeren Mengen anfallenden Gase schnell abführen zu können, ist ein 24 h Dauerentgasungsbetrieb möglich (Zeit einstellbar), der automatisch in einen energiesparenden Intervallbetrieb übergeht.

Besonders geeignet, auch für bestehende Anlagen, sind Entgasungssysteme, die unabhängig von der Art und der Funktion der Druckhaltung nachgerüstet werden können.

So kann die reflex 'servitec' Vakuum-Sprührohrentgasung als Zusatzeinrichtung zu Druckhalteanlagen (MAG, pumpengesteuert oder kompressorgesteuert) einen Teilstrom des Inhaltwassers zentral entgasen.



'servitec' arbeitet besonders effektiv, da das Inhaltwasser über eine Düse im Vakuum-Rohr versprüht wird (Bild 4).

Bild 4: 'servitec' dynamische Sprührohrentgasung

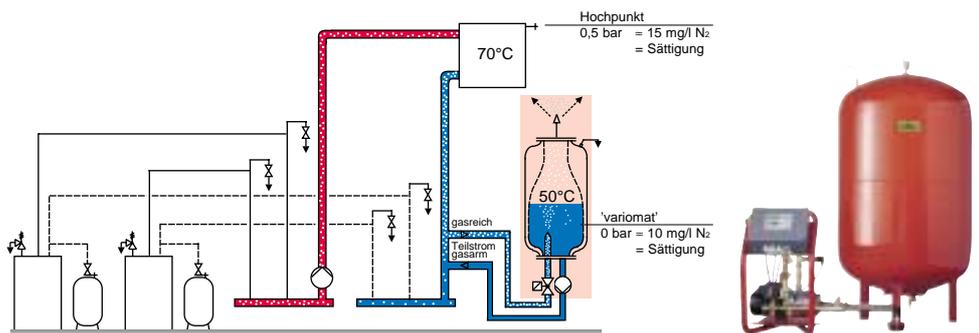


Bild 5: Prinzipschema eines Heizungssystems mit einer reflex 'variomat' Multifunktionseinheit zum Druck halten, entgasen und nachspeisen, mit Dauer- und Intervallbetrieb, mit geschlossenem Membranauffangbehälter

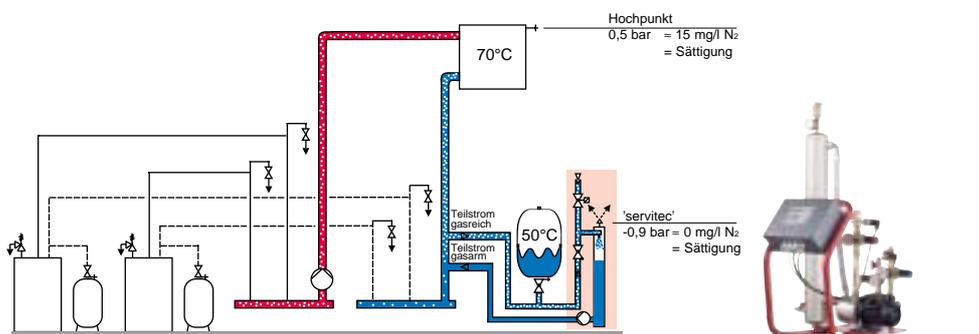


Bild 6: Prinzipschema eines Heizungssystems mit einer reflex 'servitec' dynamischen Vakuum-Sprührohrentgasung zur Entgasung des Netz- und Nachspeisewassers

reflex 'servitec' reduziert den Stickstoffgehalt auf ca. 3 mg/l. Das liegt weit unter dem Sättigungswert am Hochpunkt (15 mg/l im Beispiel). Besonders zu erwähnen ist, dass dem Füll- und Nachspeisewasser bis zu 80% des Sauerstoffgehaltes vor der Einspeisung ins Netz im Vakuum entzogen wird.

5. Beispiele aus der Praxis

In mehreren hundert Heiz- und Kühlsystemen, die mit zentralen Entgasungssystemen aus- und nachgerüstet wurden, konnte der Nachweis erbracht werden, dass diese ganz wesentlich zu einem störungsfreien, stabilen und damit kostendämpfenden Betrieb der Gesamtanlage beitragen. So wurden reflex 'servitec' Entgasungsanlagen erfolgreich in Heiz-, Kühl- und Fernwärmesystemen eingesetzt.

An einem Beispiel soll die Problematik näher erläutert werden.

Nach Rekonstruktionsmaßnahmen in vier Warmwasserheizungen der Wohnungsbau-Gesellschaft „Aufbau“ e.G. in Dresden mit je etwa 2,5 m³ Wasserinhalt brachten erhebliche Gasmengen die Zirkulation an hochgelegenen Heizkörpern teilweise zum Erliegen.

Die Gasanalyse der Messproben ergab, dass lediglich in einer Anlage der Stickstoffgehalt zu hoch war, während in allen vier Systemen mit bis zu 2,1 mg/l Wasserstoffwerte gemessen wurden. Das liegt über der ermittelten Löslichkeitsgrenze von 1,8 mg/l an den Hochpunkten. Zur Entgasung des Wasserstoffs wurde eine Standard-'servitec' installiert.

→ Bild 7



Bild 7:
reflex 'servitec'
Vakuum-Sprührohr-
entgasung
Standardanlage

Bereits nach einem Tag Dauerbetrieb mit der 'servitec' war kein Wasserstoff mehr nachzuweisen. Die Stickstoffkonzentration betrug lediglich noch etwa 5 mg/l. Die Heizungsanlagen arbeiten ohne Probleme. Allerdings ist es am Entgasungsventil zu einer erheblichen Schaumbildung gekommen. Dies und die Tatsache, dass kaum gelöste Eisen gefunden wurden (keine Korrosion), deuten darauf hin, dass die biologische Zersetzung von Fetten Ursache für die Wasserstoffbildung gewesen sein könnte. Möglich ist, dass diese Fette als Rückstände bei der Herstellung von Rohrsystemen in das Netzwasser gelangt sind.

6. Zusammenfassende Empfehlungen

Untersuchungen in über 50 ausgewählten Heiz- und Kühlwassersystemen zeigen, dass mehr als die Hälfte der Anlagen, trotz funktionierender „Druckhaltung“, unter Luftproblemen leiden.

Dies signalisiert die Notwendigkeit auch und gerade bei geschlossenen Heizungssystemen, sich ansammelnde Gase gezielt und zentral aus dem System abzuführen.

Während konventionelle, mechanische Luftabscheider bei Anlagen mit unterer Verteilung keine ausreichende zentrale Entlüftungsfunktion übernehmen können, sind atmosphärische und Vakuum-entgaser zur zentralen Entlüftung und Entgasung bestens geeignet. Vakuum-entgaser (z. B. reflex 'servitec') zeichnen sich auch dadurch aus, dass sie auch den Sauerstoffgehalt insbesondere des Nachspeisewassers spürbar senken können.

Zentrale Entlüftungs- und Entgasungsgeräte helfen nicht nur, Betriebskosten zu senken. Durch den möglichen Wegfall von sonst üblichen mehreren dezentralen, mechanischen Luftabscheidern, ist oftmals kein erhöhter Investitionsaufwand bei Neuanlagen erforderlich.

Wer ausführlicher zu dieser Problematik informiert sein möchte, kann weiteres Informationsmaterial anfordern. In der Broschüre „Entgasung von Heiz- und Kühlsystemen“ werden die bisherigen Forschungsergebnisse zusammengefasst.



**Reflex Winkelmann
GmbH + Co. KG**

Gersteinstraße 19
59227 Ahlen

Telefon: (0 23 82) 70 69-0
Telefax: (0 23 82) 70 69-588
www.reflex.de

Autor:

Dipl.-Ing. Dietrich Uhlmann
Reflex Winkelmann GmbH + Co. KG
Leiter Produktmarketing