

## **Die Luft ist (fast) überall, auch im Wasser!**

### **Wie kommt die Luft ins Wasser?**

Für die Luft ist das Wasser ungefähr so etwas wie ein Wollknäuel oder ein poröser Gasbeton. Die Luft kommt durch die kleinen Öffnungen ungehindert in das Wollknäuel oder in den Gasbeton. So wie das Wasser in einen trockenen Schwamm hinein kann, so kann die Luft in das Wasser hinein. Zwischen den einzelnen Wassermolekülen (kleinste Wasserteilchen) ist so viel Platz, das dort die Luft hinein kriechen kann. Im Meer holen sich die Fische den Sauerstoff zum leben aus diesen Zwischenräumen wieder heraus.

Das "Hineinkriechen" der Luft in das Wasser nennt man "lösen", die Luft löst sich im Wasser. Das Volumen des Wassers wird nicht größer, wenn die Luftmoleküle sich zwischen die Wassermoleküle setzen. Das Volumen des Wassers wird auch nicht geringer, wenn die Luft wieder aus dem Wasser heraus geht.

### **Wie kommt die Luft ins Heizungswasser?**

Die Heizungsanlage wird bei der Inbetriebnahme mit Trinkwasser gefüllt. Dieses Trinkwasser enthält gelöste Luft.

In der Luft sind ca. 75 % Stickstoff ( $N_2$ ), dieses ist so reaktionsträge, dass es für die Korrosion keine Rolle spielt (stören wird es trotzdem). Der Anteil des Sauerstoffes in der Luft beträgt 21 %. Der Sauerstoff reagiert schnell mit allen Metallteilen, so dass er (einmal in ein Heizungssystem eingefüllt) nach ein paar Tagen weg (-reagiert) ist. Am liebsten reagiert der Sauerstoff mit Eisen (und Stahl), die beiden bilden dann ein Produkt, welches wasserlöslich ist und als Schlamm in der Heizungsanlage herum schwimmt, bis es eine ruhige Stelle gefunden hat an der er sich niederlassen kann (Heizkörper, Fußbodenheizungsrohre, hydraulische Weiche,...).

Der, beim erstmaligen Befüllen, ins Heizungssystem gelangte Sauerstoff stellt kein Problem dar. Nach ein paar Tagen ist er weg (-reagiert) ohne nennenswerte Mengen an Schlamm zu erzeugen.

Problematisch wird es, wenn immer neuer Sauerstoff in System kommt. Dann geht das Verschlammen immer weiter.

### **Dichtungen führen ein Doppelleben!**

Der Sauerstoff kann durch Dichtungen ins System kommen. Das hört sich erst mal merkwürdig an: Der Sauerstoff kommt durch Dichtungen. Diese heißen doch so, weil sie "dicht" sind! Falsch! Sie sind nicht dicht! Jedenfalls nicht für Gase. Luft (und damit auch der Sauerstoff) kommen relativ leicht durch diese Dichtungen. Zur Ehrenrettung der Dichtungen muss gesagt werden, dass sie für das Wasser dicht sind! Das Wasser kann nicht durch diese Dichtungen hindurch. Die Dichtungen führen also ein Doppelleben, sie "gucken" sich sehr genau an wer da hindurch möchte!

### **Wir machen es der Luft schwer!**

Der schlimmste Fall ist, wenn der Druck im Heizungssystem kleiner ist als draußen (kleiner 1 bar). Dann wird die Luft hinein gesogen. Dieses Hineinsaugen kann man folgendermaßen verhindern:

Wenn das Wasser in dem Rohrsystem unter hohem Druck steht, fällt es der Luft schwerer durch die Dichtungen nach innen zu kommen.

Das Wasser sollte also immer (in jedem Betriebszustand) einen hohen Druck haben. Der Druck wird bei der Inbetriebnahme am MAG aufgebracht. Bei der Inbetriebnahme des MAG (Nach dem Befüllen mit kaltem Wasser) bekommt dieses einen Vordruck der sich wie folgt berechnet:  $P_{\text{stat.Höhe}} + 0,5 \text{ bar}$ : Damit will man erreichen, dass auch am höchsten Punkt der Anlage innen im Wasser immer mindestens 0,5 bar mehr als

außen in der Luft sind. Damit kommt dem MAG eine sehr wichtige Aufgabe zu! Wenn der Anlagendruck beim Aufheizen ansteigt (das Wasser dehnt sich beim Erwärmen aus) muss das MAG dieses Ausdehnungsvolumen aufnehmen. Die Gummimembran wird dann in den Behälter hinein zurück gedrückt. Hinter der Membran befindet sich ein Gaspolster. Eigentlich sollt dieses Gas Stickstoff sein. Aber es wird in der Regel Luft sein.

Beim Herunterfahren der Temperatur in der Heizung (Nachtabsenkung, ein wärmerer Tag, usw.) zieht sich das Wasser wieder zusammen. Dann sinkt der Druck in der Anlage, das Gaspolster im MAG schiebt die (beim Aufheizen) aufgenommene Wassermenge wieder zurück in Rohrsystem. Die Membran bewegt sich wieder leicht in Richtung Öffnung des MAG's. Dadurch bleibt der Druck im Heizungssystem konstant. Am besten funktioniert das Druckhalten, wenn das MAG im Rücklauf am Kessel installiert ist.

Alles in Butter! Jetzt kann nichts mehr passieren, denkste:

### **Die Gummi-Membran führt auch ein Doppelleben!**

Das Wasser kann nicht hindurch, aber das Gas. Das Gaspolster wird mit der Zeit immer schwächer, weil es langsam (aber sicher) durch die Membran ins Heizungswasser kriecht. Die Membran ist für die Luft wie ein engmaschiger Pullover, für die Luft ist es kein großes Problem dort hindurch zu kriechen. Das merkt man auch bei den Auto- und Fahrradreifen: Nach einem halben Jahr muss man nachpumpen.

Beim MAG in der Heizung dauert es etwas länger, aber nach einem ganzen Jahr muss man den Druck kontrollieren! Meisten fehlt etwas, also: Pumpen! Wenn man das nicht macht, ist der ganze Schutz gegen das Eindringen der Luft durch die Dichtungen dahin! Wenn ihr ein MAG seht, denkt an den Autoreifen! Wie wäre wohl das Fahrgefühl, wenn ihr beim Autoreifen nie Luft nachfüllen würdet?

### **Kunststoffrohre führen auch ein Doppelleben!**

Das Wasser kann nicht hindurch, aber das Gas. Für die Fußbodenheizung wird meistens Kunststoff-Rohr verwendet. Früher (bis vor ca. 15 Jahren) wusste man das nicht. Damals gab es sehr große Korrosionsprobleme mit Fußbodenheizungen. Die erste Gegenmaßnahme waren Systemtrenner. Das sind Wärmetauscher, die die Wärme vom Kessel an das Wasser in der Fußbodenheizung übertragen. Das Fußbodenheizungswasser bleibt immer im Fußbodenkreis und das Kesselwasser immer im Kesselkreis.

Dann wurden "diffusionsdichte" Kunststoff-Rohre entwickelt. Diffusion ist der Fachbegriff für das langsame hindurch kriechen der Luft (von außen nach innen). Doch Vorsicht: Der Begriff "diffusionsdicht" täuscht! Ganz ist das Problem nicht gelöst, auch bei diesen Rohren kann Luft hindurch kriechen, sehr wenig, aber immerhin; das Problem ist nicht ganz beseitigt!

### **Das im Wasser gelöste Gas liebt die Ruhe.**

Die im Wasser gelöste Luft (Gas) fühlt sich am wohlsten, wenn es im Wasser ruhig ist. Wenn das Wasser kalt ist, bewegen sich die Wassermoleküle ganz wenig. Wenn aber die Temperatur steigt (das Wasser erwärmt wird) bewegen sich die Wassermoleküle immer stärker (rauf und runter, hin und her), es wird für die Luft unbequem. Die Stöße die die Luft von den Wassermolekülen bekommen werden immer stärker. Die Luft wird langsam aus dem Wasser heraus gestoßen. Je wärmer das Wasser ist, desto weniger Luft befindet sich im Wasser. Dort wo das Wasser am wärmsten ist (im Kessel) bilden sich ganz kleine Luftblasen (Mikroblasen), diese schwimmen mit dem Wasser mit in Richtung Heizkörper. Doch bevor sie im Heizkörper ankommen, stören sie erst einmal die Umwälzpumpe bei ihrer Arbeit. Die Pumpe erzeugt Geräusche und arbeitet um so schlechter, je mehr Luftblasen in ihr sind. Sind die Luftblasen im Heizkörper

angekommen, können sie sich bald wieder im (abgekühlten) Wasser lösen. Kälteres Wasser kann mehr Luft lösen als warmes. Die Luftblasen die eben noch die Pumpe gestört haben sind jetzt gar nicht mehr da.

### **Die Pumpe im Vorlauf, das MAG im Rücklauf**

Um es der Luft möglich schwer zu machen durch die Dichtungen in das Heizungssystem zu gelangen, hat man einen Vordruck erzeugt (Nach Befüllen (noch alles kalt) am MAG Pstat. Höhe + 0,5bar).

Dieser Vordruck kann durch das Saugen der Pumpe verringert werden.

Es werden jetzt 2 Drücke unterschieden:

- 1) Der statische Druck (vom MAG erzeugt und von der statischen Wassersäule)
- 2) Der dynamische Druck (von der Pumpe erzeugt)

#### Zum dynamische Druck:

##### A) Anlage ohne MAG

- Irgendwo in der Anlage (etwa in der Mitte) gibt es den Anlagen-Nullpunkt.
- Ungefähr die Hälfte der Anlagen (Überdruckbereich) ist also geschützt.
- Die andere Hälfte ist (Unterdruckbereich) ist gefährdet.

Das Drücken der Pumpe ist positiv, es erhöht den Druck in der Anlage. Zur Erläuterung der Saug- und Druckverhältnisse in einer Heizungsanlage wenden wir uns zunächst einer Anlage ohne MAG zu.

Nach dem Einschalten der Pumpe drückt sie an der Druckseite Wasser heraus und erhöht so den Druck im Vorlauf. An der Saugseite wird der Druck kleiner, es entsteht ein kleiner Unterdruck, durch diesen wird das Wasser in die Pumpe hinein gesaugt.

Je weiter wir von der Pumpe weg den Vorlauf entlang gehen, desto kleiner wird der Überdruck. Je weiter wir dem Rücklauf entlang gehen (von der Pumpe weg), desto kleiner wird der Unterdruck. Irgendwo in der Anlage kommen sich ein sehr kleiner Unterdruck und ein sehr kleiner Überdruck entgegen. Genau zwischen ihnen gibt es weder Über- noch Unterdruck, hier ist der Druck der von der Pumpe erzeugt wird gleich Null. Diesen Punkt nennt man den Anlagen-Nullpunkt.

Von diesem Anlagen-Nullpunkt aus gesehen steht das Rohrleitungssystem in Richtung Vorlauf unter Überdruck, in Richtung Rücklauf unter Unterdruck.

Im Überdruckbereich wird das Eindringen der Luft verhindert, weil der Innendruck größer ist als der Außendruck.

Im Unterdruckbereich wird das Eindringen der Luft unterstützt, das der Innendruck kleiner ist als der Außendruck.

Soweit die Theorie. In der Praxis spielt dieser von der Pumpe erzeugte Unterdruck keine so große Rolle. Der Differenzdruck an einem Steigestrang sollte niemals größer als 200 mbar sein, sonst kommt es zu hörbaren Fließgeräuschen. Der Unterdruck kann dann maximal 100 mbar betragen. Da dieser dynamische Unterdruck vom statischen Druck (durch die Wassersäule) überlagert wird, können sich höchstens im obersten Bereich einer Heizungsanlage (vom höchsten Punkt bis 1 m darunter) Probleme durch diesen Unterdruck von 100 mbar ergeben.

### B) Anlage mit MAG (im Rücklauf vor dem Kessel)

- Der Anlagen-Nullpunkt befindet sich exakt am MAG.
- Ungefähr 99 % der Anlagen befindet sich im Überdruckbereich, ist also geschützt.
- Nur noch ca. 1 % der Anlage befindet sich im Unterdruckbereich, ist also gefährdet. Auch hier ist diese Gefährdung nur theoretisch. Wenn sich der Kessel am tiefsten Punkt der Anlage befindet, steht dort die gesamte statische Höhe der Anlage als statischer Druck an. Dieser wird in jedem Fall höher sein als der dynamische Unterdruck. Beispiel:  $P_{\text{dyn}} = -100 \text{ mbar}$ , Höhe der Anlage = 8m, dann beträgt der statische positive Druck 0,8 bar und ist damit wesentlich größer als der negative dynamische Druck von 0,1 bar

Falls es sich um eine Dachheizzentrale handelt, der Kessel sich also am höchsten Punkt der Anlage befindet sieht der Fall natürlich anders aus. Hier besteht eine realistische Gefahr.

### Weshalb ist am MAG der Nullpunkt?

Nach dem Einschalten der Pumpe drückt sie an der Druckseite Wasser heraus und erhöht so den Druck im Vorlauf. Je weiter wir von der Pumpe weg den Vorlauf entlang gehen, desto kleiner wird der Überdruck.

An der Saugseite wird der Druck kleiner, es entsteht ein kleiner Unterdruck, durch diesen wird das Wasser in die Pumpe hinein gesaugt. Je weiter wir von der Pumpe weg in den Rücklauf werden, desto kleiner wird der Unterdruck, er wird dann plötzlich (am MAG) völlig weg sein! Am MAG ereignet sich folgendes: Die Membran "spürt" (beim Anlaufen der Pumpe), dass ein Unterdruck (Saugen) entsteht. Dann macht das MAG das, wofür es da ist: Sobald der Druck sinkt, schiebt das große Luftpolster die Membran ein Stück raus und der Unterdruck ist weg. Der Unterdruck kann sich also in Richtung Rücklauf nur bis zum MAG fortpflanzen, weiter kommt er nicht. Was ist dann aber hinter dem MAG (im Rücklauf)? Überdruck!

Mit diesem Trick (das MAG im Rücklauf am Kessel zu montieren) ist es gelungen, fast die gesamte Anlage in den Überdruckbereich zu bringen!

Im Rücklauf befindet sich bis zum MAG Unterdruck, direkt am MAG ist der Druck Null, danach kommt Überdruck. Der Anlagen-Nullpunkt befindet sich direkt am MAG.

Von diesem Anlagen-Nullpunkt aus gesehen steht das Rohrleitungssystem in Richtung Vorlauf unter Überdruck, in Richtung Rücklauf unter Unterdruck.

Im Überdruckbereich wird das Eindringen der Luft verhindert, weil der Innendruck größer ist als der Außendruck.

Im Unterdruckbereich wird das Eindringen der Luft unterstützt, das der Innendruck kleiner ist als der Außendruck.

Die Pumpe darf nicht zwischen MAG und Kessel eingebaut werden, da die Verbindung vom MAG zum Wärmeerzeuger (Kessel) nicht absperrbar sein darf. Da sich aber an beiden Seiten einer Pumpe Absperrungen (zu Wartungs- und Instandhaltungszwecken) befinden müssen, scheidet dieser Installationsort aus. Siehe auch: "Ausnahmen gibt es immer"

Der Überdruck hilft dem Vordruck des MAG, der Unterdruck nimmt dem Vordruck des MAG etwas weg.

Unter ungünstigen Umständen kann im Unterdruckbereich der gesamte Vordruck des MAG weg sein, es besteht die Gefahr, dass Luft in das System diffundiert (wandert).

Im Überdruckbereich besteht diese Gefahr nicht.

**Ausnahmen gibt es immer**

Im Gaskombiheizter wird die **Pumpe** in den Rücklauf zwischen MAG und Wärmetauscher installiert. Dort ist es sehr wichtig im Wärmetauscher einen möglichst hohen Druck zu haben um Siedegeräusche und evtl. Dampfschläge zu verhindern. Dann wird allerdings keine Absperrarmatur zwischen MAG und Wärmetauscher eingebaut.

Es gibt Anlagen (aufwändige, komplizierte), bei denen aus hydraulischen Gründen das **MAG** an eine andere Stelle montiert werden muss, weil sonst (hydraulische) Umschaltvorgänge unsicher werden. Wenn man sich der Auswirkungen der Veränderung des Installationsortes bewusst ist, kann man Maßnahmen treffen die entstehenden Nachteile aus zu gleichen (evtl. Vordruck am MAG erhöhen).