



Bild: Baeiz

So sehen Strahlpumpen auf einem Heizungsverteiler im Einsatz aus: unspektakulär, aber wirksam

...EINE STRAHLPUMPE

Mitreißend interessant

Als Anlagenmechaniker sind wir daran gewöhnt, dass mit wachsendem Spardrang immer mehr Hightech auch die hydraulischen Prozesse einer Heizungsanlage beeinflusst. Dass es auch anders geht, also ohne Hightech-Schnickschnack, beweist der Einsatz von Strahlpumpen.

Ohne Zweifel sind geregelte Pumpen ein Segen für den Heizungsbau und die damit möglichen Einsparungen an Strom- und Heizenergie sind erheblich. Gleiches gilt für Regelungen, die beispielsweise die Vorlauftemperaturen einer Heizungsanlage mittels Dreiwegemischer dem Bedarf anpassen. Aber was ist, wenn sich Möglichkeiten bieten, auf beide Komponenten, also die geregelte Pumpe und den Mischer zu verzichten? Realisiert wird so etwas bereits seit Jahrzehnten. Wie es funktioniert und für welche Einsätze sich diese Technik der so genannten Strahlpumpe eignet, lesen Sie in diesem Bericht.

BEKANNTE GRUNDLAGEN

Die wichtigsten Grundlagen zum Thema fassen wir kurz zusammen.

Treibt man Wasser mittels Pumpe durch ein Rohr, so sind grundsätzlich drei Auswirkungen des Druckes spür- und messbar. Je höher das Wasser aufgestaut wird, desto höher ist der Schweredruck. Diesen merkt man beispielsweise beim Tauchen in tiefem Wasser. Die Bewegung des Wassers ruft ebenfalls einen Druck hervor. Hält man beispielsweise einen Finger in fließendes Wasser, ist dieser Druck spürbar. Entsprechend starke Strömungen können ganze Häuser mit sich reißen. Als dritte Komponente kann man den Druck auf die Rohrwand messen. Man spürt diesen Druck, wenn man beispielsweise eine undichte Rohrleitung an der Leckage mit dem Finger zudrückt. Der Druck setzt sich also aus drei Kom-



DICTIONARY

Dreiwegeventil	=	three-way valve
Umwälzpumpe	=	circulating pump
Strahlpumpe	=	jet pump
Unterdruck	=	negative pressure

ponenten zusammen, dem Schweredruck (spürbar beim Tauchen) dem Fließdruck (spürbar beim Eintauchen des Fingers in eine Strömung) und dem statischen Druck auf die Wand (spürbar beim Verschließen eines Lecks).

GEDANKENEXPERIMENT

Für den nachfolgenden gedanklichen Versuchsaufbau kann man die Höhe einer Wassersäule unberücksichtigt lassen. Wir betrachten den Wasserstrom durch ein liegendes Rohr mit 5 cm Durchmesser. Eine Pumpe treibt Wasser durch dieses Rohr mit einer Geschwindigkeit von 2,5 m pro Sekunde. Es fließen also rund $0,00490625 \text{ m}^3/\text{s}$ oder rund $17,6625 \text{ m}^3/\text{h}$ durch dieses Rohr. Der Druck auf die Wandung wird an einer Bohrung mittels Manometer gemessen und betrage 5000 Pascal.

Wollte man den dynamischen Druck des Wassers ermitteln, hilft eine einfache Formel:

$$p_{\text{dyn}} = \rho/2 \cdot v^2$$

p_{dyn} dynamischer Druck in Pascal

ρ (sprich Rho) ist die Dichte des Wassers in kg/m^3

v Geschwindigkeit in m/s

Das bedeutet für dieses konkrete Experiment, dass der dynamische Druck

$$p_{\text{dyn}} = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3/2 \cdot (2,5 \text{ m}/\text{s})^2$$

$$p_{\text{dyn}} = 3125 \text{ Pa}$$

Der Wert von 3125 Pa plus den Druck auf die Rohrwand von 5000 Pa bleibt nach Bernoulli nun konstant und beträgt zusammen 8125 Pa.

Treibt man diese Wassermenge nun durch eine Engstelle mit nur 2 cm Durchmesser, ändert sich die Fließgeschwindigkeit. Klar, denn das Volumen muss in gleicher Zeit durch diese Enge. Die Geschwindigkeit beträgt an dieser Enge dann 9,63 m/s.

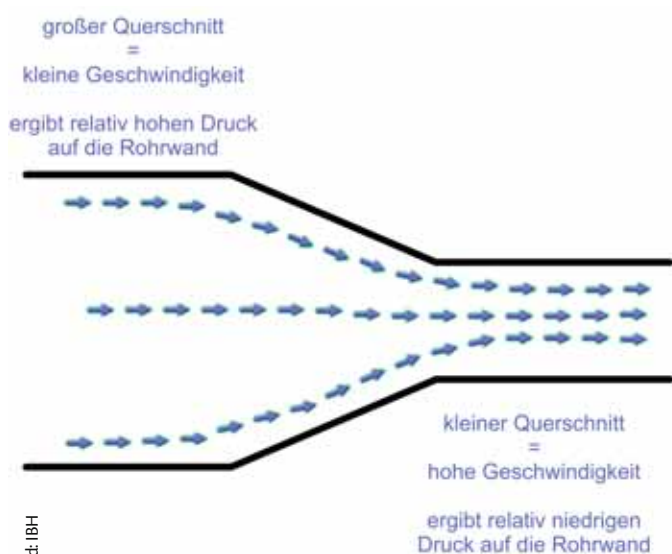
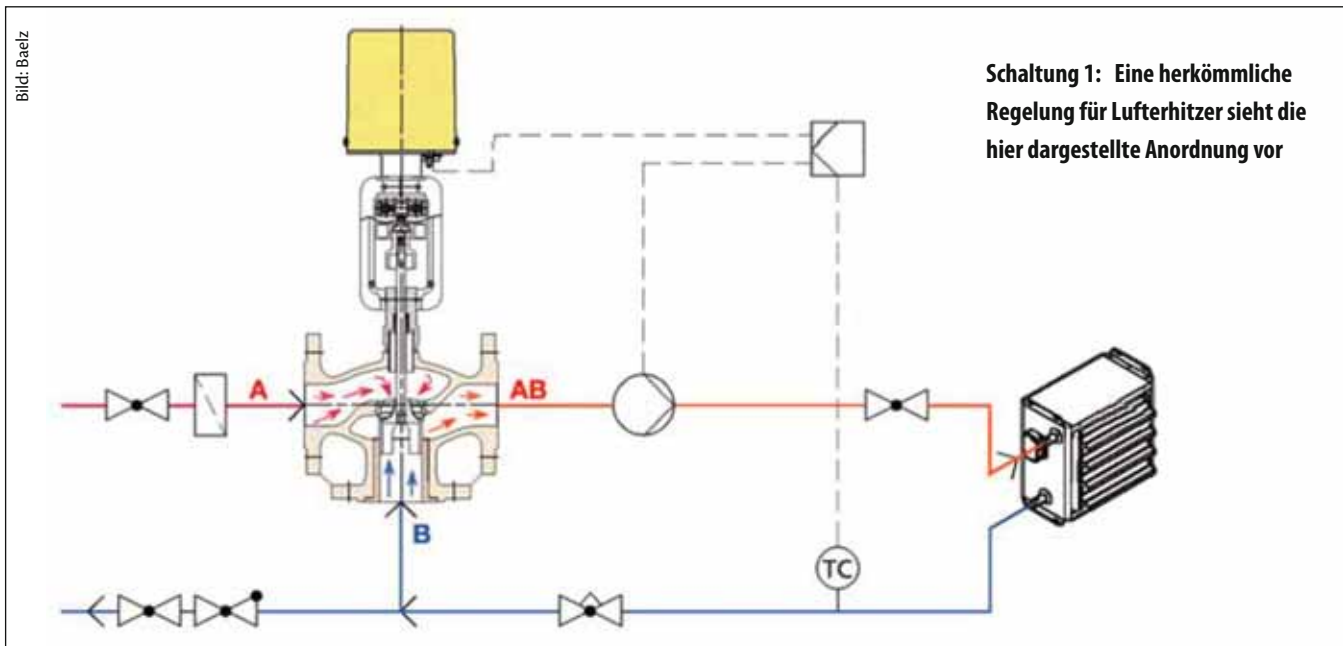


Bild: IBH

Das Prinzip einer Strahlpumpe beruht auf diesen physikalischen Vorgängen



Der dynamische Druck erhöht sich auf

$$p_{\text{dyn}} = 1000 \text{ kg/m}^3 / 2 \cdot (9,63 \text{ m/s})^2$$

$$p_{\text{dyn}} = 43711 \text{ Pa}$$

Wenn also jetzt die Summe aus statischem und dynamischem Druck konstant bleibt, dann tritt etwas Kurioses auf.

43711 Pa plus -35586 Pa ist gleich 8125 Pa.

Der Druck auf die Rohrwandung von -35586 wird an dieser Verengung also negativ. Eben noch wurde bei gemächlicher Geschwindigkeit die Rohrwandung nach außen gedrückt, zieht das

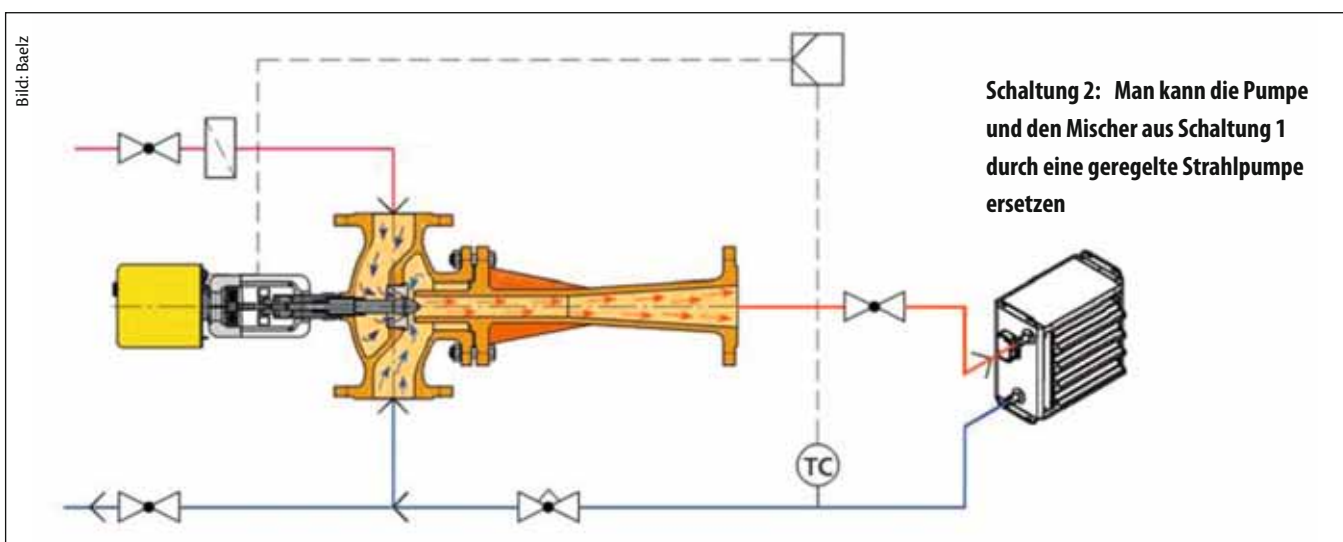
Wasser die Rohrwandung an dieser Verengung nach innen oder saugt im Zweifel an einer Bohrung eine Flüssigkeit an.

Das Spielchen mit den Fließgeschwindigkeiten könnte also auch genutzt werden, um zwei verschieden temperierte Heizwasserströme zu mischen und dann sogar in einem Heizkreis zirkulieren zu lassen.

Sie ahnen schon, dass man diesen Effekt im so genannten Venturirohr für allerlei Regelanforderungen im Heizungsbau nutzen könnte.

KONKRETER EINSATZ

Nehmen wir als potenzielles Einsatzgebiet für diese Technik mehrere Luftherhitzer in einer Halle. Gewöhnlich wird für solch ein System das Heizungswasser mittels einer Haupt-



pumpe (Primärpumpe) durch das System gejagt. Vor jedem Lufterhitzer sitzt dann noch ein Regelventil, um je nach Bedarf dem heißen Vorlaufwasser entsprechend kühles Rücklaufwasser beizumischen. Damit der Volumenstrom für den Lufterhitzer konstant bleibt und diese Regelung überhaupt funktioniert, sitzt noch jeweils eine zweite Pumpe (Sekundärpumpe) zwischen dem Dreiwegemischer und dem Lufterhitzer (Schaltung 1). Diese Schaltung funktioniert und hat sich für viele ähnliche Anforderungen im praktischen Einsatz bewährt.

Setzt man jedoch eine Strahlpumpe an der Stelle ein, wo bisher der Dreiwegemischer regelte und die zweite Pumpe betrieben wurde, funktioniert es immer noch (Schaltung 2). Die im Gedankenexperiment beschriebene Querschnittsverengung kann ja für einen Minderdruck sorgen und so Rücklaufwasser ansaugen und beimischen. Grundsätzlich geht das also ohne den Dreiwegemischer und die jeweilige Sekundärpumpe. Das Problem ist jedoch, dass die beigemischte Wassermenge an der Stelle der Querschnittsverengung und dem Ansaugloch immer gleich bliebe. Die Anforderungen für den Lufterhitzer sind aber in der Regel ständig wechselnd. Um dieser Anforderung gerecht zu werden, müsste die Querschnittsverengung ständig anpassbar sein. Aber wie soll das bitte schön gehen?

DIE LÖSUNG

Um diese Anpassung der Geschwindigkeit und damit der Saugwirkung vorzunehmen, wird nicht der kreisrunde Querschnitt verkleinert oder vergrößert. Man schiebt einfach einen entsprechend ausgebildeten Konus auf ein passendes Gegenstück. Eine starke Verkleinerung der Durchflusszone zwischen Konus und Gegenstück hat eine Geschwindigkeitszunahme zur Folge. Eine Vergrößerung der verbleibenden Durchflusszone bewirkt entsprechend das Gegenteil. So kann bei entsprechend angepassten Strömungsverhältnissen durch das Vor- und Zurückfahren einer Stange die Regelung erfolgen. Pumpe plus Dreiwegemischer gegenüber einer bewegten Stange mit Konus liest sich im Vergleich nicht schlecht, oder? Wäre es Ihre Halle, die Sie auf eigene Kosten bauen und betreiben wollten, würden Sie zumindest über den Einsatz der bewegten Stange mit Konus nachdenken. Warum sollte man diese Technik daher nicht auch am Markt etablieren?

STANGE MIT KONUS?

Natürlich ist die Beschreibung des Ablaufs für die als geregelte Strahlpumpe am Markt etablierte Technik in Entwicklung und Fertigung nicht ganz so einfach. Nur eine Stange und einen Konus aus dem Regal zu nehmen und zusammenzuschrauben reicht nicht aus. Es sind viele Jahre Erfahrung

Die Strahlpumpe ohne viel Schnickschnack und bewegte Teile

nötig, um die strömungstechnischen und thermodynamischen Prozesse so weit abzustimmen, dass auch alles funktioniert. Das wird leicht nachvollziehbar, wenn man sich nur mal den Unterschied zwischen einem sehr spitzen Konus und einem stumpfen Konus vorstellt. Bei einem spitzen Konus bewirkt ein Vorschub von einem Millimeter eine geringere Querschnittsveränderung als bei einem stumpfen Konus. Auch muss solch eine geregelte Strahlpumpe insgesamt sehr strömungsgünstig gebaut werden. Anderenfalls würde der Widerstand im Heizungsnetz zu hoch werden.

Die Versuchsanlage, um eine solche Strahlpumpe zu optimieren, bauen nur die Profis. Und mit deren Know-how kann man dann auch funktionsfähige Anlagen mit dem beschriebenen geringen technischen und energetischen Aufwand bauen. ■

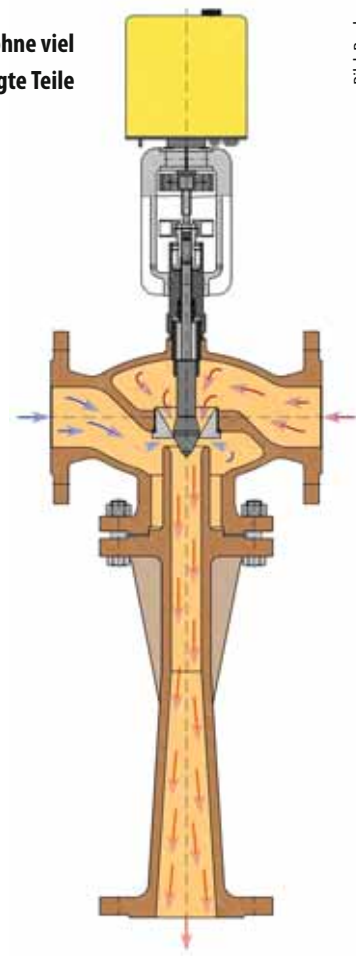


Bild: Baelz



FILM ZUM THEMA



In einem kurzen Film können Sie sich den Effekt der unterschiedlichen Drücke in einem Venturirohr (Strahlpumpe) anschauen.

www.sbz-monteur.de → Das Heft → Lehrfilme zum Heft