

Bild: shock/Photos.com

Mit oder gegen den Wind aufzuschlagen macht einen Unterschied

... EIN ULTRASCHALLWÄRMEZÄHLER

# Aufschlag gegen den Wind

## In lockeren Zeitabständen berichtet der SBZ Monteur über die Notwendigkeit der korrekten Abrechnung von Wärmeverbräuchen. Eine elegante Möglichkeit der Zählung ist die mittels eines Ultraschallwärmehählers. Die Funktion ist auf den zweiten Blick durchschaubar. Diesen zweiten Blick werfen Sie in diesem Bericht.

Um die Funktion zu durchblicken, wird ein ähnlicher, nachvollziehbarer Ablauf aus dem täglichen Leben als Vergleich herangezogen. Am Schluss steht aber sicherlich die tiefe Erkenntnis: Das Verfahren habe ich verstanden, es hätte auch von mir sein können!

### BEKANNTES

Zwei Tennisspieler stehen auf einem Platz und schlagen sich energisch die Bälle um die Ohren. Der zwischenzeitliche Seitenwechsel der beiden Kontrahenten verändert auch die Chancen der beiden Spieler. Der Grund liegt in den herrschenden Windverhältnissen. Das aktuelle Wetter erlaubt es einem der beiden Spieler jeweils mit Rückenwind aufzuschlagen. Der jeweils andere kämpft dann naturgemäß gegen den Wind. Durch das Spiel mit Windunterstützung erfährt der Ball eine zusätzliche Beschleunigung. Die Schläge treffen härter auf der anderen Seite auf als ohne Wind beziehungsweise sogar gegen den Wind. Betrachtet man jetzt nur den Spieler mit Rückenwind, so könnte man mit einigem Geschick die Zeit zwischen Abschlag und dem Auftreffen im anderen Feld per Stoppuhr messen. Je stärker der Wind den Ball beschleunigt, desto kürzer wird die Zeitspanne zwischen dem Schlag und dem anschließenden Bodenkontakt. Genau umgekehrt verhält es sich mit dem Gegenwindspieler. Sein Ball trifft nach dem Abschlag verzögert auf den Boden.

Es ist also denkbar die Windgeschwindigkeit durch den ständigen Ballwechsel zu erahnen. Starker Wind bedeutet für das Auftreffen des Balls nach dem Abschlag einen großen Zeitunterschied zwischen den beiden Spielern. Schwacher Wind ruft einen nur geringen Zeitunterschied zwischen Schlag und Aufprall hervor. Windstille sorgt für einen verschwindenden Zeitunterschied zwischen den

betrachteten Ereignissen. Die beschriebenen Abläufe setzen natürlich voraus, dass beide Spieler gleich stark auf den Ball einprügeln und dass der Ball jeweils die gleiche Stelle im gegenüberlichen Feld trifft.

### DIE ANALOGIE

Ein Ultraschallzählwerk arbeitet im Prinzip nach den bereits beschriebenen Erkenntnissen. Dazu wird in den Strömungsverlauf eines Heizungsrohres eine kompakte Messkammer aufgebaut, dies entspricht dem Tennisplatz. Statt eines festen Körpers, also dem Tennisball, wird jedoch ein Schallsignal über eine Messstrecke ausgeschickt. Ein Reflektor und nicht mehr das Tennispielfeld aus dem Vergleich leitet dieses Signal zu einem Sensor. Der Zeitunterschied zwischen dem Versand des Signals und dem Auftreffen auf den Sensor wird ständig überwacht. Fließt nun Wasser durch diese Messkammer, so verändert sich gleichzeitig die Laufzeit des Signals. Das entspricht dem Aufschlag mit oder gegen den Wind. In Fließrichtung wird das Signal also beschleunigt und gegen die Fließrichtung abgebremst. Am Ende kann diese Messanordnung daher einen konkreten Wert liefern über die Strömungsgeschwindigkeit des Heizwassers in dem betrachteten



Das unspektakuläre Innenleben eines Ultraschallwärmehählers

Bild: WDV/Molline

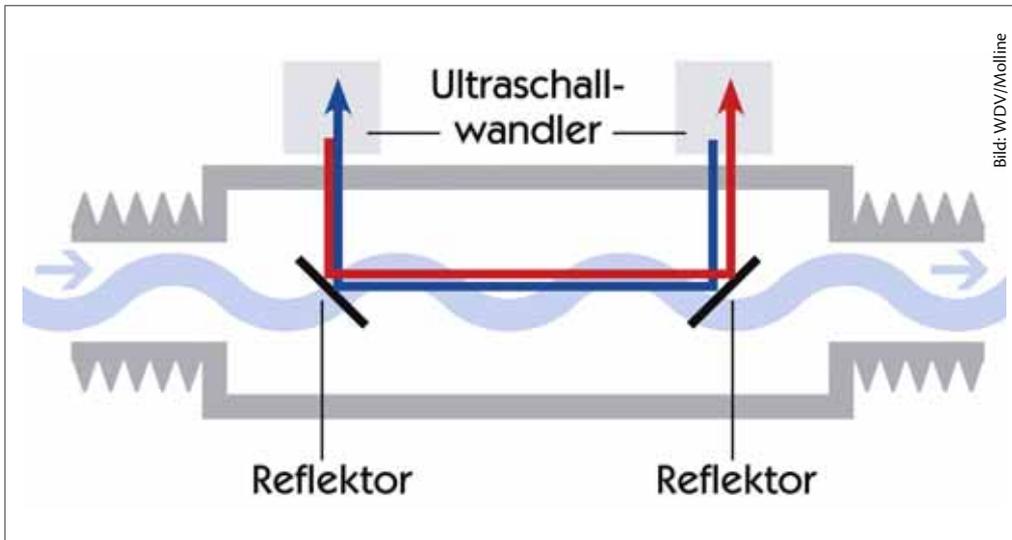


Bild: WDV/Molline

Die Prinzipskizze in Analogie zum Tennisspiel mit oder gegen den Wind

Heizungsrohr. Die Ultraschallmessung wird auch tatsächlich mit und gegen die Strömung vorgenommen, so wie in der Prinzipskizze dargestellt.

## BESONDERHEITEN

Die Laufzeit des Signals dient zur Ermittlung der Fließgeschwindigkeit. Das Signal verhält sich aber nicht nur in Abhängigkeit von der jeweiligen Strömung. Auch das Medium selbst beeinflusst den zeitlichen Verlauf. Normalerweise befindet sich natürlich Wasser in einer Heizungsanlage. Und die winzigen Differenzen der verfügbaren Wasserqualitäten beim Einfüllen haben eine untergeordnete Bedeutung für den Messvorgang. Werden aber Glykolegemische zum Schutz vor Frost durch das Rohr gejagt, ändert sich das Laufverhalten des Signals. Und nebenbei ändert sich auch der volumenbezogene Wärmeinhalt des Mediums. Ein Kubikmeter Wasser enthält mehr Wärmeenergie als ein Kubikmeter Glykolegemisch. Daher sind Ultraschallwärmemessgeräte natürlich grundsätzlich erstmal nur für die Messung von Wasser als Wärmeträgermedium zugelassen. Durch Anpassung der Messeinheit lassen sich aber auch Gemische sicher erfassen. Diese Gemische

müssen dann aber eine gleichbleibende Konsistenz aufweisen. Panschen würde zu Ungenauigkeiten führen.

## GESCHWINDIGKEIT ZU VOLUMENSTROM

Ist die Fließgeschwindigkeit erstmal ermittelt, kann sehr einfach der Volumenstrom errechnet werden. Der Querschnitt des Messfeldes, das durchströmt wird, ist ja ermittelbar und liefert dann über einen einfachen Bezug den Volumenstrom nach der Formel:

$$\dot{V} = A \cdot v$$

darin bedeutet

$\dot{V}$  der Volumenstrom

$A$  die Fläche

$v$  die Geschwindigkeit

Beispiel:

Die Ultraschallmessung ergibt eine Fließgeschwindigkeit von 3600 Meter pro Stunde (entspricht 1 m/s) in einem Querschnitt von 5 Quadratzentimetern (entspricht 0,0005 m<sup>2</sup>) Wie groß ist der Volumenstrom in Kubikmeter pro Stunde?

$$\dot{V} = 0,0005 \text{ m}^2 \cdot 3600 \text{ m/h} = 1,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

## NÄCHSTER SCHRITT

Ist erstmal der Volumenstrom erfasst, werden noch zwei weitere Werte zur Ermittlung der bereitgestellten Wärmemenge gesammelt. Diese sind die Vor- und Rücklauftemperatur. Umgangssprachlich könnte man folgendes Motto ausgeben: Je mehr heißes Wasser geliefert wurde und je kühler es dann zurückkommt, desto mehr Wärmeenergie hat jemand bezogen. Daher packt man zwei Messensoren jeweils in den Vor- und Rücklauf des Anschlusses. Durch diese Sensoren schickt man einen elek-



## DICTIONARY

Ultraschall	=	ultrasound
Stoppuhr	=	stopwatch
Rückenwind	=	following wind
Gegenwind	=	head wind
Flügelradzähler	=	impeller water meter

trischen Strom. Der einzelne Sensor stellt einen elektrischen Widerstand dar. Damit bremsst dieser den Elektronenfluss. Ist dieser Sensor einer heißen Umgebung ausgesetzt, so bremsst er den Stromfluss stärker als bei einer kühleren Umgebung. Folglich ist die anliegende Spannung ein Maß für die Temperatur am Fühler. Kleine Spannung bedeutet dann großer Widerstand und damit hohe Temperatur und entsprechend umgekehrt. Gibt man nun diese Werte für den Vor- und Rücklauf ebenfalls auf das Messwerk, so liegen drei entscheidende Größen zur Berechnung der Wärmemenge vor. Diese sind der Volumenstrom und die jeweilige Vor- und Rücklauftemperatur. Daraus ergibt sich dann die Leistung, die in diesem Moment an den Verbraucher geschickt wird. Die Formel dazu lautet ganz einfach:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot \vartheta$$

Dabei bedeuten:

$\dot{Q}$  Leistung in W

$\dot{m}$  Massenstrom in kg/h

$c$  spezifische Wärmekapazität in Wh/(kg · K)

$\Delta\vartheta$  Temperaturdifferenz in K

Da es sich um ein computergestütztes Rechenwerk handelt, kann zu dem Volumenstrom über die Umrechnung mit der Dichte ein Massenstrom ermittelt werden. Auch die spezifische Wärmekapazität lässt sich anhand der Temperaturdaten genau ermitteln. Dies ermöglicht es dem kleinen Computer, die Leistung zu ermitteln.

Beispiel:

Bei einem gemessenen Massenstrom von 1,8 m<sup>3</sup>/h und einer Temperaturdifferenz von 10 K soll die abgegebene Leistung ermittelt werden. Die spezifische Wärmekapazität liegt bei 1,163 Wh/(kg K).

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot \vartheta$$

$$\dot{Q} = 1800 \text{ kg/h} \cdot 1,163 \text{ Wh/(kgK)} \cdot 10 \text{ K}$$

$$\dot{Q} = 20934 \text{ W}$$

Würde der Kunde diese Leistung eine Stunde lang beziehen, wären das 20934 Wattstunden (Wh) oder rund 21 kWh. Die Leistung schwankt jedoch innerhalb einer Stunde erheblich. Deshalb wird verständlicherweise die Messung der drei grundsätzlichen Faktoren in kurzen Zeitabständen wiederholt. Der Volumenstrom in Sekundenbruchteilen, die Temperaturen in Zeitabständen von mehr als einer Sekunde. Die Momentaufnahmen werden registriert und aufaddiert. Sie formen das Gesamtbild eines Verbrauchers über den Abrechnungszeitraum von meistens einem Jahr. Dann wird der Speicher ausgelesen und die Rechnung erstellt.



Bild: WDV/Molline

**Eingebauter Ultraschallwärmehähler**

### WAS FÜR EIN TECHNISCHER AUFWAND!

Der technische Aufwand ist immens und die Entwicklung solcher Geräte kostet entsprechend viel. Da stellt sich automatisch die Frage nach dem Vorteil gegenüber anderen Systemen. Ein Flügelradzähler funktioniert ja schließlich auch. Ein Vorteil der Ultraschallwärmehähler liegt in der verschleißfreien Bauart, da keine bewegten Teile einer mechanischen Beanspruchung unterliegen. Ein weiterer Vorzug ist in der Empfindlichkeit der Messung über den gesamten Messbereich zu sehen. Eine Heizungsanlage wird ja nicht während der gesamten Heizperiode auf Vollast betrieben. Teil- und Kleinlast müssen also ebenso genau erfasst werden können. Noch ein Plus für Ultraschall: Da sich in der Strömung eines Ultraschallwärmehählers weniger Barrieren in den Wasserweg stellen als in einem Zähler mit Flügelrad, fällt der Druckverlust geringer aus. ■