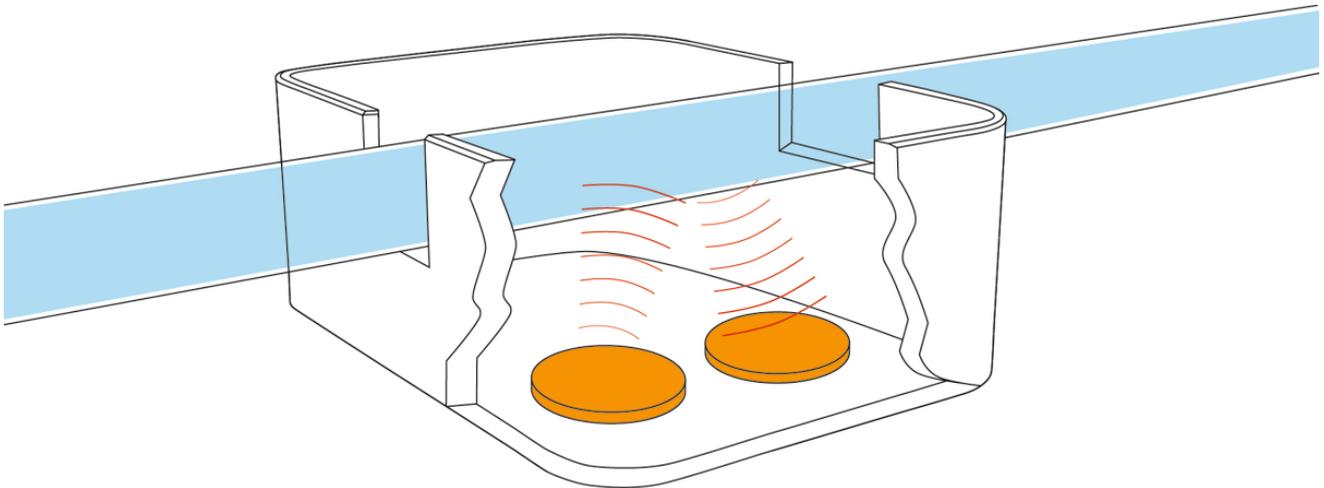


# Ultraschallsensoren zur Verbrauchserfassung in Gebäudetechnik und Industrie

Höher integrierte Piezokeramik



Sogenannte „Statische Zähler“ mit Ultraschallwandlern werden beispielsweise in der Gebäudetechnik zur Verbrauchserfassung von Wasser eingesetzt (Abb. 1). Aber auch Gasmengen können so erfasst werden. Als Ultraschallwandler kommen piezoelektrische Bauelemente in verschiedensten Ausformungen zum Einsatz - Platten, Scheiben oder Ringe. Zwei verschiedene Messprinzipien liegen zugrunde, die Messung der Laufzeit und der akustische Dopplereffekt.



Abb. 1 Ein klassischer Flügelrad-Zähler erfasst im Haushalt die verbrauchte Wassermenge – die Verbrauchs- und Durchflussmessung im industriellen Maßstab erfolgt allerdings immer häufiger mit Hilfe von Ultraschallmessgebern

Die Messung von Durchflussmengen ist in vielen Bereichen die Basis für einen geregelten Ablauf von Prozessen. Beispiele hierfür sind die moderne Gebäudetechnik, wo der Verbrauch von Wasser, Warmwasser oder auch von Heizenergie wie in Fernwärmeleitungen erfasst werden muss, damit einerseits die korrekte Menge abgerechnet, und andererseits in ausreichendem Maß vom Versorger zur Verfügung gestellt werden kann.

Nicht minder sensibel sind die Abläufe beispielsweise in der Industrieautomation und speziell in der Chemieindustrie. Die Messung mittels Ultraschalltechnik dient hier der Erfassung von Volumenflüssen. Anstatt die Stoffmengen abzuwiegen wird also eine kontinuierliche Mengenanalyse durchgeführt zur vollständigen Prozesskontrolle. Nicht nur die Fließgeschwindigkeit, sondern auch die Konzentration bestimmter Stoffe kann erfasst werden – wichtig bei der Verfolgung chemischer

Reaktionen. Prinzipiell ist sogar die Messung von Gasmengen mit Ultraschallverfahren möglich, allerdings mit erhöhtem technischen Aufwand.

## Durchflussmessung mittels Ultraschall

Die Laufzeitmessung und das sogenannte Doppler-Prinzip (Phasendifferenz-Messung) sind die zwei grundlegenden Messverfahren in der Ultraschall-Durchflussmessung. Die jeweiligen verwendeten Piezoschwinger erzeugen Ultraschallwellen, die schräg zur Strömungsrichtung in die Flüssigkeit eingekoppelt werden.

Die Laufzeitmessung, auch Mitführprinzip genannt, basiert auf dem wechselseitigen Senden und Empfangen von Ultraschallimpulsen in und gegen die Strömungsrichtung. Dabei werden zwei Piezowandler, die sowohl als Sender als auch Empfänger arbeiten, in einer Schallstrecke schräg zur Strömungsrichtung angeordnet (Abb. 2).

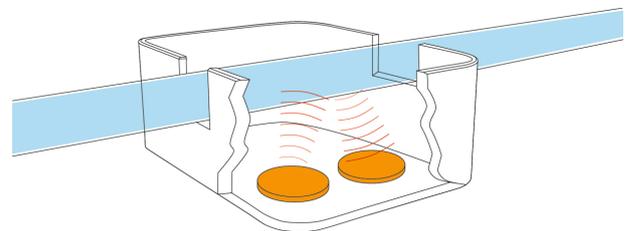


Abb. 2 Prinzip der Laufzeitmessung mit Ultraschall

Die Mitführung des Wellenpakets im strömenden Medium (flüssig oder gasförmig) bewirkt eine Überlagerung von Schallausbreitungsgeschwindigkeit und Strömungsgeschwindigkeit. Die Strömungsgeschwindigkeit bestimmt sich proportional zum Kehrwert der Laufzeitdifferenz mit und gegen die Strömung.

Beim Doppler-Prinzip wird die Phasen- bzw. Frequenzverschiebung der Ultraschallwellen, die von Flüssigkeitspartikeln gestreut bzw. reflektiert werden, ausgewertet (Abb. 3). Die Frequenzverschiebung zwischen abgestrahlter und am gleichen Piezowandler empfangener (reflektierter) Wellenfront ist proportional zur Strömungsgeschwindigkeit.

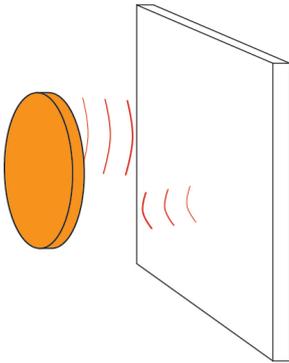


Abb. 3 Doppler-Prinzip (Phasendifferenz-Messung)

Für beide Methoden gilt, dass die Effizienz der Messung abhängig von den Durchmessern der Rohre und ihrer Durchlässigkeit gegenüber Schall ist.

## Messgeräte nachträglich installieren oder im-Fluss-messen

Sogenannte Clamp-On-Sensoren können störungsfrei nachträglich auf ein bestehendes System aufgebracht werden. Der Sensor hat keinen Einfluss auf den Mengenfluss und kommt nicht mit den strömenden Materialien in Kontakt, alle Leitungen bleiben intakt.



Abb. 4 Verschiedene OEM-Piezo-Ultraschallwandler (oben), unten ist die Piezokeramik im Sensor integriert und bereits mit elektrischen Anschlüssen versehen

Dies ist wichtig, wenn beispielsweise Flüssigkeiten unter hohem Druck geführt werden, wenn diese aggressiv sind oder wenn besondere hygienische Auflagen erfüllt werden müssen. Außerdem gibt es so keinerlei Abnutzungseffekte für die Messeinrichtung. Die Installation der Clamp-On-Sensoren selbst ist einfach, der Prozess wird nicht unterbrochen.

Nachträglich angebrachte Sensoren sind auch ideal für die Überwachung bereits bestehender Systeme, oder die Durchführung zeitlich begrenzter Messungen mit wenig Aufwand.

Alternativ können die Ultraschallsensoren natürlich auch in den Fluss eingebracht werden (Abb. 5). Dies ist insbesondere dann nötig, wenn das Wandungsmaterial schlecht schalldurchlässig ist. Die Messgenauigkeit ist der Messung von außen überlegen.



Abb. 5 Messzelle zur Durchflussmessung per Ultraschall (Bild: Hydrometer GmbH)

## Ultraschallsensoren von PI Ceramic

Die PI Ceramic GmbH ist als Hersteller kundenspezifisch angepasster Piezokeramiken etabliert. Die Entwicklung Hand in Hand mit dem Kunden bis zur Serienreife ist dabei selbstverständlich, wobei die unterschiedlichsten Geometrien möglich sind, seien es Platten, Scheiben, Rohre oder Ringe, oder nahezu beliebige andere Formen. Sowohl die sensorische als auch die aktorische Nutzung der Piezokomponenten wird hierbei realisiert. Auch die Piezoelemente, die in großen Stückzahlen zum Bau von Durchflussmessgeräten verwendet werden, stammen von PI Ceramic.

Die Leistung der Piezospezialisten ist dabei nicht nur auf das Bauelement des Ultraschallwandlers beschränkt, sondern PI Ceramic sorgt auch für die Integration in das Kundenprodukt. Dazu gehören sowohl die Elektrodierung der Elemente nach Kundenvorgaben als auch die Montage in beigestellte Bauelemente, das Verkleben oder der Verguss der Piezokeramiken. Zusätzlich kann PI Ceramic selbstverständlich auch geeignete Elektronik bereitstellen.

PI Ceramic ist eines der weltweit führenden Unternehmen auf dem Gebiet der Piezokeramik. Unter anderem stammt die für Ihre Zuverlässigkeit ausgezeichnete PICMA® Multilayer Aktortechnologie aus dem Hause PI Ceramic. Seit 1992 entwickelt und produziert PI Ceramic piezokeramische Materialien und Bauelemente für Standard- und OEM Lösungen: Piezokomponenten, Ultraschallwandler, Aktoren und Systemlösungen. PI Ceramic, ein Tochterunternehmen der Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG, hat seinen Sitz in Lederhose, Thüringen.

## Autorin



Dipl.-Phys. Birgit Schulze, Produktmanagerin bei Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG

## Über die PI Gruppe

In den letzten vier Jahrzehnten hat sich Physik Instrumente (PI) mit Stammsitz in Karlsruhe zum führenden Hersteller von Positioniersystemen mit Genauigkeiten im Nanometerbereich entwickelt. Das privat geführte Unternehmen ist mit vier Sitzen in Deutschland und zehn ausländischen Vertriebs- und Serviceniederlassungen international vertreten.

Über 700 hochqualifizierte Mitarbeiter rund um die Welt versetzen die PI Gruppe in die Lage, fast jede Anforderung aus dem Bereich innovativer Präzisionspositioniertechnik zu erfüllen. Alle Schlüsseltechnologien werden im eigenen Haus entwickelt. Dadurch kann jede Phase vom Design bis hin zur Auslieferung kontrolliert werden: die Präzisionsmechanik und Elektronik ebenso wie die Positionssensorik.

Die dafür benötigten piezokeramischen Elemente werden bei der Tochterfirma PI Ceramic in Lederhose gefertigt, einem der weltweit führenden Unternehmen auf dem Gebiet aktorischer und sensorischer Piezoprodukte.

Die PI miCos GmbH in Eschbach bei Freiburg ist spezialisiert auf flexible Positioniersysteme für Ultrahochvakuum-Anwendungen sowie parallel-kinematische Positioniersysteme mit sechs Freiheitsgraden und Sonderanfertigungen.