

# Rohrwände durchschallen

## Großer Technologiesprung für Clamp-on Durchflussmesstechnik



Dipl.-Ing. Oliver Betz,  
Geschäftsführer,  
systec Controls

Clamp-on-Durchflussmesser funktionieren bei Flüssigkeitsleitungen in 90 % aller industriellen Anwendungen problemlos. Es gibt also immer noch etwa 10 % Anwendungen, die laut Spezifikation funktionieren sollten, aber dann doch keine zuverlässigen Messergebnisse liefern. Der neuesten Generation der deltawaveC Durchflussmesser gelingt es mit dem neuen Autopotimizer problematische Messstellen weit besser in den Griff zu bekommen.

Das Durchschallen von Rohrwänden ist nicht immer einfach denn Ultraschallwandler, Rohr und Fluid stellen ein komplexes Schallsystem dar, das bei jeder Anwendung unterschiedlich „klingt“. Und das sind keine klanglichen Nuancen, sondern eher wie der Unterschied zwischen einem Käferbrummen und einer Schlagbohrmaschine.

Aufbau und Wandler und schon hat man eine plausible Durchflussmessung. Moderne Ultraschall-Durchflussmesser können auch mit sehr schlechten Signalen umgehen und aus „schlampigen“ Installationen plausible Messwerte analysieren. Wenn aber langzeitstabile und genaue Messwerte benötigt werden, muss auch die Installation mit guter Qualität erfolgen.

Dafür ist die Vorbereitung des Rohres und die optimale Montage der Sensoren essentiell.

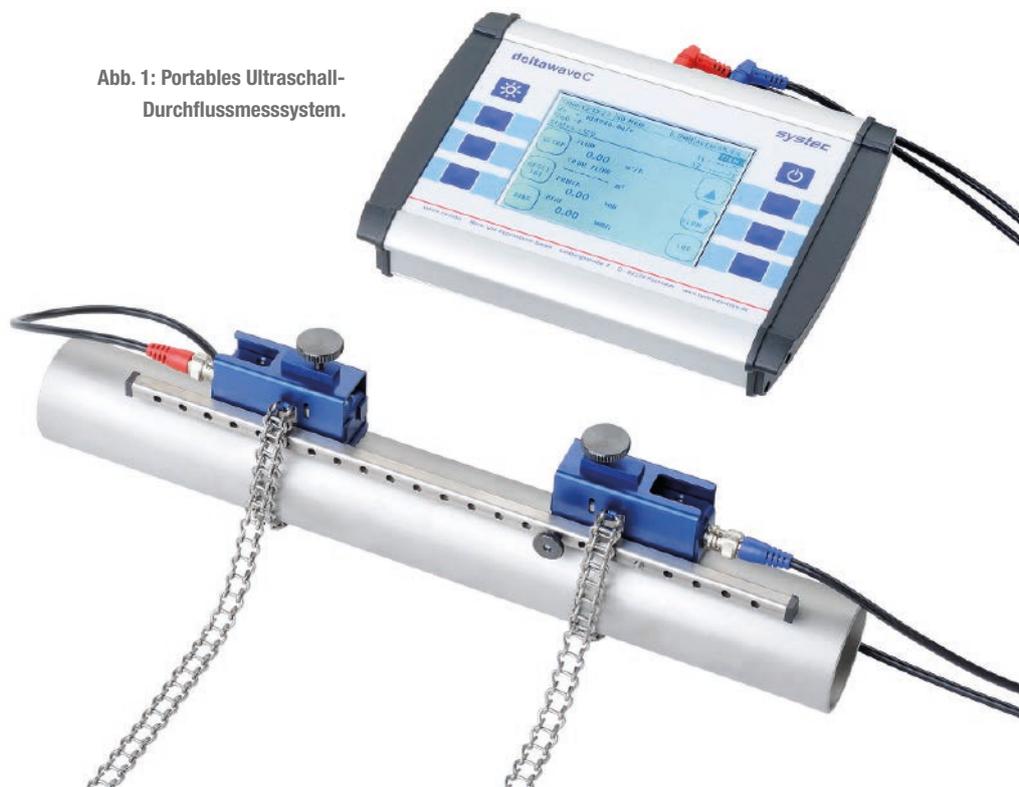
Mit Hilfe der Montageschienen werden die Ultraschallwandler perfekt zentriert, der Abstand ist präzise und die Wandler sind in Rohrachse ausgerichtet. Aus vielen Installationen ist bekannt, dass eine gute Vorbereitung der Rohrwand und ein sauberes Ausrichten

### Intelligente Signalsoptimierungsstrategie

Von Instrumenten weiß man, dass kleinste Änderungen zu massiven Klangänderungen führen können. 2 cm Klebeband an der richtigen Stelle angebracht, bringen eine Geige zum Schweigen. Die akustische Charakteristik bestimmt, wie gut die Einkopplung der Ultraschallsignale in die Rohrleitung funktioniert und wie stark die gesendeten Signale verzerrt werden. Die Signalstärke und -verzerrung sind entscheidend für die Genauigkeit und Zuverlässigkeit einer Clamp-on-Messung. Beide Größen lassen sich durch einen optimalen Anbau der Ultraschallwandler und eine intelligente Signalsoptimierungsstrategie massiv beeinflussen. Für die Signalsoptimierung braucht deltawaveC nun keinen Fachmann mehr vor Ort, denn sie läuft komplett automatisch.

An den meisten Messstellen reicht ein ungefähres Platzieren der Ultraschallwandler auf der Rohrleitung, etwas Kontaktpaste auf dem

Abb. 1: Portables Ultraschall-Durchflussmesssystem.



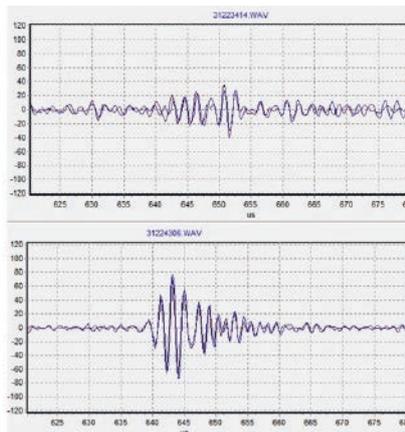
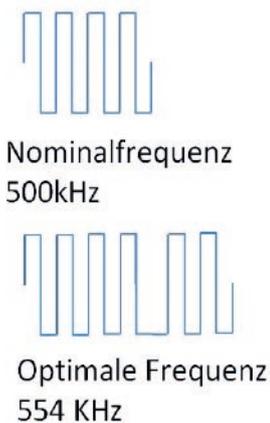


Abb. 2: Durch „stimmen“ der Frequenz auf die Rohrleitung funktioniert die Ein- und Auskoppelung der Signale um ein Vielfaches besser.



Abb. 3: Farbe Abschleifen ist lästig – aber effektiv.

der Ultraschallwandler oft mehr als 400 % Signalgewinn bedeuten. Hohe Signalpegel sorgen für Reserven, wenn Störungen auf die Messung einwirken, z.B. in Form von Gasblasen, wachsenden Inkrustierungen, EMV oder Fouling in der Rohrleitung.

**Automatische Signalerzeugung und Auswertung in der Elektronik**

Die Verzerrung des Empfangssignals und der erzielbare Signalpegel hängen nicht nur von der optimalen Ankopplung ab, sondern auch davon, ob die Sendefrequenz mit dem Frequenzspektrum der Rohrleitung gut harmonisiert. Die Variation der Signalfrequenz und die Auswahl unterschiedlicher Sendesignale mit unterschiedlichen Anregungs-/Dämpfungs-Anteilen war bislang Experten vorbehalten. Diese konnten mit Hilfe eines Oszilloskops eine Signalanalyse der Messstellen durchführen. Relativ einfach ist die Analyse der Signalstärke,

kompliziert wird es aber bei der Beantwortung der Frage, welches Signal vom Signalprozessor (DSP) besonders gut oder nur schlecht ausgewertet werden kann. In den DSP's werden im Kreuzkorrelationsverfahren Laufzeitdifferenzen im Bereich von Picosekunden ermittelt.

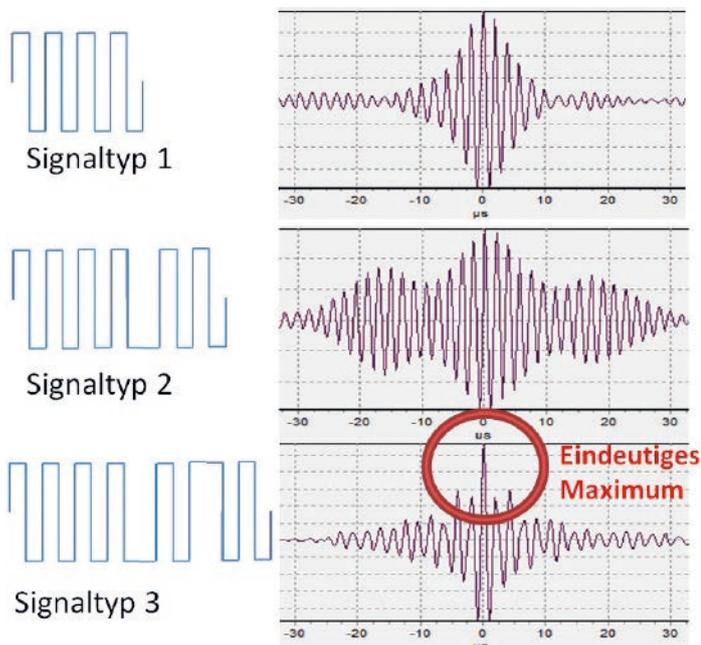
Bei der Kreuzkorrelation werden die Ultraschallscans der Up- und Downstreamsignale übereinandergelegt und solange verschoben, bis eine optimale „Deckung“ der Signale erreicht wird. Das geschieht ganz ähnlich wie bei Spurensicherung von Fingerabdrücken im Sonntags-Tatort. Hier spielt die oben erwähnte „Signalverzerrung“ eine wichtige Rolle: Manche Signale liefern eindeutige Korrelationsergebnisse, verzerrte Signale lassen sich hingegen nur schlecht korrelieren. Das führt zu reduzierten Nullpunktstabilitäten, höheren Schwankungen der Durchflusswerte, geringerer Gas- und Partikeltoleranz und letztlich zu eingeschränkten Genauigkeiten.

**Inbetriebnahme ohne spezielles Know-how**

Systec Controls ist es gelungen, dem DSP die Expertise eines erfahrenen Inbetriebnahme-Ingenieurs einzuprogrammieren: In einem Optimierungsvorgang, der vom Benutzer einfach per Knopfdruck angestoßen wird, variiert deltawaveC die Sendefrequenzen sowie die Signalkodierung und analysiert die Ergebnisse hinsichtlich Amplitude, Signal-Rauschen-Verhältnis, Signalverzerrung und Signifikanz der Kreuzkorrelationsergebnisse. Diese Auswertung liefert automatisch die optimalen Einstellungen an dieser Messstelle – ganz ohne besondere Expertise.

**Automatische Signalsoptimierung erleichtert „unmögliche“ Clamp-on-Messungen**

Die automatische Signalsoptimierung verbessert insbesondere bei ungünstigen Leitungs-/Sensorkombinationen die Signalqualität enorm und bringt echte Vorteile: Die Messung hat kleinere



◀ Abb. 4: Durch die Auswahl der optimalen Kombination aus Anregungs- und Dämpfungsimpulsen, kann in der Korrelationsfunktion ein optimales Maximum gefunden werden.



Abb. 5: Mit Montageschienen lassen sich Ultraschallwandler perfekt ausrichten und zentrieren. ▶



Abb. 6: Wickelfalzrohr, Rohabwasser, lackiert: Keine einfache Aufgabe, funktioniert nach der automatischen Signaloptimierung aber tadellos.

Nullpunktfehler, besser Genauigkeiten, geringeres Messwertrauschen und mehr Reserven gegen Prozesseinflüsse wie Gasblasen, Feststoffe oder EMV-Störungen.

Messstellen wo wir früher massive Messwertchwankungen und Abweichungen beobachteten, liefern mit der neuen Technologie perfekte Ergebnisse (Abb. 6). Aber auch an „einfachen“ Messstellen reduziert die automatische Signaloptimierung die Nullpunktfehler und erlaubt dynamischere Messungen bei geringerer Messwertvarianz.

**Do it yourself statt teuer einkaufen**

Einen Experten, der die Messstelle vor Ort optimiert, macht das neue deltaxwaveC überflüssig.

Dank der integrierten Oszilloskop-Funktion kann der normale Benutzer den Erfolg seiner Inbetriebnahme auch direkt am Gerät sehen.

Und sollte doch mal etwas schief gehen, lassen sich in deltaxwaveC die Signale in Form von wav-Dateien, die Geräteparametrierung und Datenlogs ganz einfach über USB herunterladen und dem Hersteller zur Analyse zusenden.

**Der Autor**

Dipl.-Ing. Oliver Betz, Geschäftsführer, systec Controls

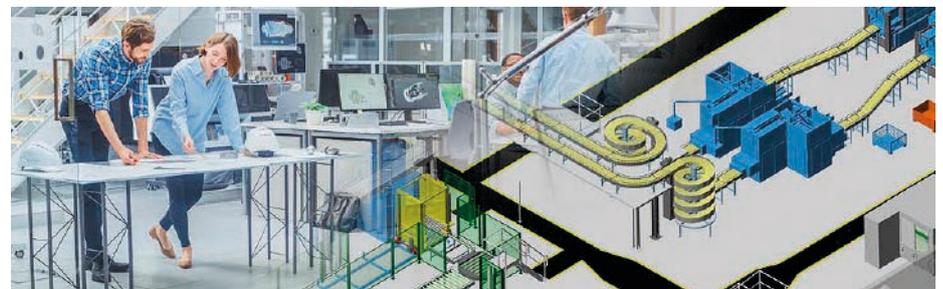
alle Bilder © systec

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:  
<https://doi.org/10.1002/citp.202000723>

**Kontakt**  
 systec Controls Mess- und Regeltechnik GmbH,  
 Puchheim  
 Tel.: +49 89 809 060  
 info@systec-controls.de · www.systec-controls.de

**Anlagen oder Fabriken größenunabhängig planen**

Wer größere Fabriken und Anlagen plant, ist auf eine Software angewiesen, die selbst sehr umfangreiche und große Modelle sehr performant verarbeiten kann. Doch mit vielen 3D-Planungswerkzeugen können sehr große Modelle mit zahlreichen Details nicht abgebildet und erst recht nicht geplant werden. Hier liegen die Vorteile von M4 Plant in der vor kurzem erschienenen Version 7.0. Die vollständige Integration zwischen der 2D- und 3D-Welt ermöglicht es, die Layouts auf die gewohnte und intuitive Weise zu erstellen. Dabei bietet die Software vielseitige und anpassbare Kataloge aus denen man schöpfen kann. So können z.B. sehr schnell Förderer oder Regalsysteme ausgewählt und eingeplant werden. Auch eigene Maschinen können mit Hilfe der 3D-Schnittstellen direkt importiert oder einfach in der Software selbst modelliert werden. Mit Modulen für die Verfahrenstechnik



(R&I), den 3D Rohrleitungsbau, die Erstellung von Rohrleitungsisometrien oder den Stahlbau unterstützt die Software alle für den Anlagenbau relevanten Bereiche. Auch hier bietet die Software einen enormen Umfang an Katalogkomponenten. Und mit der Version 7.0 wurden diese Komponenten insbesondere im Bereich Rohrleitungsbau noch weiter ausgebaut.

Kunden können ihre individuell auf sie zugeschnittenen Kataloge selbst erzeugen.

**Kontakt**  
 CAD Schroer GmbH  
 Tel.: +49 2841 9184 0  
 marketing@cad-schroer.de · www.cad-schroer.de