

# Durchflussmesser auf dem Prüfstand

Die freiwillige Prüfung der eigenen Messsysteme durch unabhängige Institutionen ist bei systec Controls seit Beginn der Firmengründung Tradition. Schließlich sollen Anwender der Geräte die absolute Gewissheit haben, dass das jeweilige Messsystem wirklich hält, was technische Daten versprechen. Dass die Systeme meist sogar besser sind als »garantiert«, das zeigte auch die Prüfung des del-tawa-ve durch die Versuchsanstalt und Prüfstelle für Umweltechnik und Wasserbau an der Universität Kassel (VPUW).

Zielsetzung der Messungen war die Prüfung des Laufzeit-Ultraschallgeräts del-tawa-ve auf Abweichungen zur Referenz insbesondere im Hinblick auf eine Variation der beteiligten Schallpfade. Der Aufbau und die Kalibrierung der Wasserstandserfassung und die Kalibriermessungen samt Datenerfassung aller Geräte wurden von Mitarbeitern der VPUW durchgeführt. Auch die Messdatenauswertung erfolgte über die Versuchsanstalt. Die Versuche wurden begleitet von dem Leiter der VPUW, Dr.-Ing. R. Hassinger und Dipl.-Ing. Ralf Feldner als Laboringenieur.

## Der Prüfungskandidat

Das del-tawa-ve arbeitet nach dem Laufzeit-Differenz-Verfahren und arbeitet mit mehreren übereinander liegenden Ultraschall-Pfaden. Dies ist zugleich besonderes Merkmal des Geräts: Die Messung mit mehreren Schallpfaden macht del-tawa-ve auch in Gerinneströmungen einsetzbar. Geprüft wurde das del-tawa-ve mit 2 x 6 Ultraschall-Messwandlern, die auf beiden Seiten vertikal übereinander angeordnet sind und der zugehörigen Elektronik. Im Grundriss liegen die Wandler diagonal versetzt.

Zur Prüfung nutzte die VPUW eine 2 m breite, bis zu 80 cm tiefe Kipprinne, die

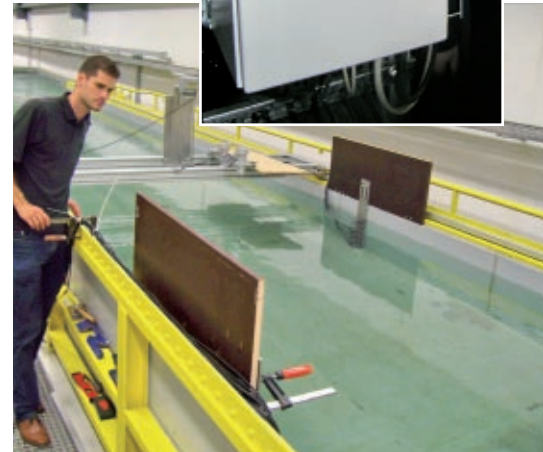
bis zu 4 % geneigt werden kann. Sie wurde ohne Gefälle eingestellt. Die Seitenwände sind teilweise mit Glas versehen, so dass die Messstrecke auch von der Seite einsehbar ist.

Die Zulaufleitung zur Kipprinne ist mit einem MID DN 600 versehen, das nach einer sehr langen Vorlaufstrecke (> 20 x D) eingebaut ist. Das hochgenaue Referenz-MID vom Typ Autozero 3000 besitzt eine herstellerseitig angegebene Messunsicherheit von deutlich unter 1 % bezogen auf den Messwert. Bei diesem MID mit automatischem Nullpunktgleich ist die Verbindung zum Messumformer digital (RS485), das heißt, dass keine Messspannungen oder analogen Werte übertragen werden. Deshalb ist es nicht anfällig gegen Einstreuungen.

Die Wasserstände in der Kipprinne wurden mit einem Ultraschall-Echolot des Typs HTD mit Messumformer EA94 gemessen. Dessen spezielles Sensorkonzept eliminiert Einflüsse von Temperatur und Luftfeuchte auf die Schallgeschwindigkeit. Für dieses Gerät wird vom Hersteller eine Messunsicherheit von  $\pm 1$  mm angegeben.

## Detaillierte Prüfungsabläufe

Die Kipprinne wird aus einem Behälter mit klarem Wasser bei langer Vorlaufstrecke von 10 m (= 5 x b) angeströmt. Die Rinne wurde ohne zusätzliche Innenausstattung genutzt;



Prüfstrecke und Prüfling (oben).

d. h. Sohle und Wände waren glatt, und sonstige Einbauten waren bis auf mehrere kleine Blechwinkel auf der Sohle nicht vorhanden. Durch die Beschleunigung der Strömung vom Zulaufbehälter in die Rinne hinein lag bis in die Messstrecke eine gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung vor. Hierdurch sind auch im Vertikalprofil relativ konstante Geschwindigkeiten zu erwarten.

Durch die Beschleunigung der Strömung aus dem Zulaufbehälter heraus wird die Turbulenz etwas gedämpft. Die glatte Einfassung der Fließstrecke bedingt nur geringes Wiederanfachen der Turbulenz durch Wandreibung. Die Wand- und Sohlgrenzschicht hat bis zur Messstelle nur eine Größe von ca. 10-20 mm erreicht. Die Unruhe der Oberfläche war gering, so dass die Messung der Wasserspiegellage sehr gut möglich war. In der Kipprinne lag ein nahezu noch blockförmiges Geschwindigkeitsfeld vor.



## Der Autor

Sebastian Fischer ist Produktmanager Ultraschall, Sys-tec-Controls Mess- und Regeltechnik GmbH, Puchheim.

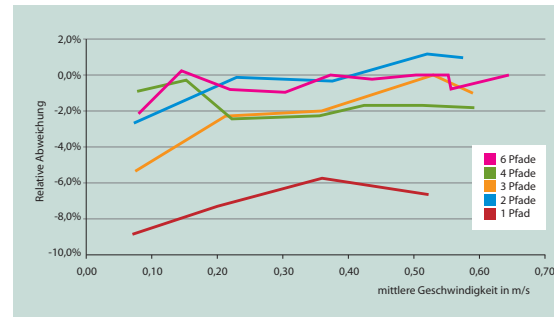
Es wurde eine unterschiedliche Anzahl von Messpfaden - 1, 2, 3, 4, 6 Pfade - bei verschiedenen Durchflüssen aber bei immer annähernd gleichen Wasserständen (700 mm Wassertiefe) betrieben und deren Messdaten überprüft. Die Vergleichsmessungen wurden für verschiedene Fließgeschwindigkeiten (0,07 bis 0,6 m/s) durchgeführt. Für jede Messphase wurden jeweils mehrminütige Kontrollphasen ausgewählt, in denen von gleich bleibenden stationären

und aufgezeichnet. Die Differenzen wurden als relative Abweichungen berechnet und in % angegeben.

Die überwiegende Zahl der Messungen weist sehr geringe Abweichungen zwischen dem Referenzsystem und dem deltawave auf. Systematische Abweichungen sind nur bei der Messung mit nur einem Ultraschallpfad zu erkennen.

Generell liegen die Abweichungen eher im negativen Bereich, was bedeutet, dass das deltawave die Durchflüsse eine Idee zu niedrig angibt. Besonders gut sind die Messungen mit 6 Pfaden; selbst bei Anwendung der 2-Pfad-Messung ergab sich noch eine hervorragende Genauigkeit. Die 6-Pfadmessung zeigt im Mittel nur etwa -0,3 % Abweichung zur Referenzmessanordnung, mit 2 Pfaden sind es -1 %. Die Zunahme der relativen Abweichungen bei kleinen Durchflüssen ist normal und der Tatsache geschuldet, dass die Messunsicherheit konstante Anteile enthält. Die Besonderheiten der Prüfungsergebnisse:

- deltawave bietet eine hohe Genauigkeit auch bei kleinen Fließgeschwindigkeiten (z. B. 4-Pfadmessung:  $v = 0,077$  m/s, Abweichung = -0,84%,
- viele MID's würden selbst bei Voll-



Relative Abweichung

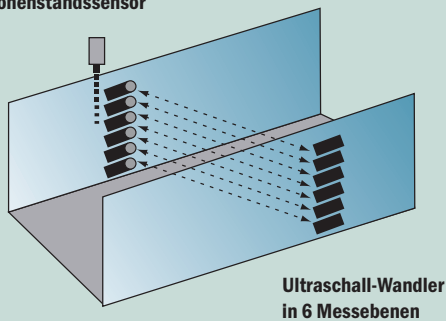
füllung deutlich schlechtere Genauigkeiten liefern (4 %),

- MID-Genauigkeit liegt bei < 1 % bei 6-Pfadmessung ab  $v = 0,10$  m/s,
- MID-erreicht diese Genauigkeit nur bei Vollfüllung, bei Teilfüllung (können überhaupt nur einige Geräte messen, die anderen arbeiten nur bei Vollfüllung) lediglich mit Genauigkeiten von 3 bis 5 %,
- deltawave erreicht eine hohe Genauigkeit schon mit wenigen Pfaden.

## Das Resultat

Zur Beurteilung der insgesamt positiven Ergebnisse ist hinzuzufügen, dass die hydraulischen Bedingungen nahezu ideal waren und bewusst nicht gestört wurden. Auch wenn in der Praxisanwendung in normalen, voll ausgebildeten Gerinneströmungen die Ungleichförmigkeit der Strömung deutlich größer ist als während dieses Tests, so hat deltawave bewiesen, dass es mit der Nutzung der Mehrpfadtechnologie erhebliche Genauigkeitsvorteile hat und insgesamt beste Voraussetzungen für den praktischen Einsatz in Abwasser- oder Kühlkanälen oder auch zur Turbinen- und Pumpenüberwachung bietet.

Höhenstandssensor



Schema der Prüfanordnung

Verhältnissen ausgegangen werden kann. Für diese Kontrollzeiträume wurden die mittleren Durchflüsse aus den aufgezeichneten Impulsen bestimmt

### 6-Pfadmessung, alle Pfade aktiv

Messung	eingest. Durchflussmenge [l/s]	Pegel [m]	MID UniK [l/s]	vm [m/s]	deltawave [l/s]	relat. Abw. [%]
1	107	0,692	107,9	0,078	105,6	-2,13
2	198	0,691	198,3	0,143	198,7	0,20
3	300	0,691	301,3	0,218	298,9	-0,80
4	400	0,679	409,5	0,302	405,7	-0,93
5	500	0,680	504,2	0,371	504,2	0,00
6	600	0,694	603,6	0,435	602,0	-0,27
7	700	0,696	700,9	0,504	700,2	-0,10
8	750	0,684	755,7	0,552	755,4	-0,04
9	775	0,696	774,3	0,556	768,4	-0,76
10	890	0,691	889,7	0,644	890,1	-0,04

### 2-Pfadmessung, Pfade 2, 4 aktiv

Messung	eingest. Durchflussmenge [l/s]	Pegel [m]	MID UniK [l/s]	vm [m/s]	deltawave [l/s]	relat. Abw. [%]
13	100	0,706	102,5	0,73	99,7	-2,69
14	300	0,685	312,6	0,228	312,0	-0,17
15	500	0,692	516,4	0,373	514,9	-0,29
16	750	0,710	741,0	0,522	749,3	1,12
17	850	0,676	777,2	0,575	785,0	1,00

Clever messen!  
**systemc**  
CONTROLS

Mess- und Regeltechnik GmbH  
Lindberghstraße 4  
D - 82178 Puchheim  
Tel.: 0 89 / 8 09 06 - 0  
Fax: 0 89 / 8 09 06 - 2 00  
info@systemc-controls.de  
www.systemc-controls.de

