

Oft vernachlässigt

Die Überprüfung von Durchflussmessanlagen

1 Einleitung

Die Durchflussmessung ist ein zentraler Parameter für die Fremdwasserermittlung, die Frachtberechnung und nicht zuletzt für die Abwasserabgabe. Deshalb kommt der exakten Erfassung der Abwassermenge große Bedeutung zu.

Als Sachverständiger für Durchflussmessungen habe ich daher bei der Überprüfung eine Aufgabe mit hoher Verantwortung. Neben theoretischen Grundlagen ist die Erfahrung des Sachverständigen ganz entscheidend. Um die Messgenauigkeit überprüfen zu können, wird der Aufwand für eine präzise Messtechnik immer höher. Die unterschiedlichen örtlichen Gegebenheiten sind eine große Herausforderung, denn sie erfordern eine Ausrüstung, die für jeden Einsatzfall geeignet sein muss (Abbildung 1).



Abb. 1: Messfahrzeug

Um die Qualität einer Überprüfung beurteilen zu können, sollten sich die Betreiber von Durchflussmessanlagen vor der Vergabe eines Auftrags die Leistungen und die zum Einsatz kommenden Geräte erläutern lassen. Nur so können eventuelle Kostendifferenzen erkannt und bewertet werden.

Berufstaucher Bayern

Carola Süßmann-Zeise
Regensburgerstr. 44, 93128 Regenstauf
Mobil: 0151 / 11 20 13 16
Fax: 09402 / 50 44 12

- Kläranlagen – Reparaturen
- Montagearbeiten von Räumschildern und Rührwerken
- Kontrollarbeiten
- Faultürme – Kontrolle und Wartung
- Schlammabsaugung

2 Messmittel zur Überprüfung

Um eine gesicherte Aussage über eine gemessene Genauigkeit treffen zu können, müssen Messgeräte eingesetzt werden, die mit einem geringen Messfehler arbeiten. Auch muss deren Anwendung richtig durchgeführt werden, und die Einsatzgrenzen müssen bekannt sein und beachtet werden. Um dazu Beispiele aus der Praxis zeigen zu können, wurden einige Hersteller unterschiedlicher Messverfahren zu einem Vergleichstest unter Betriebsbedingungen eingeladen.

2.1 Angaben zur Messstrecke und der Referenz

Die Messstrecke besteht aus einer gedükerten Edelstahlrohrleitung DN 100, die anschließend in ein Freispiegelgerinne PVC DN 250 mit 1,5 % Gefälle übergeht. Die Messstrecke wird über eine Tauchpumpe (Schneidwerk) mit Rohabwasser beschickt. Als Referenzmessung steht ein geeichter magnetisch-induktiver Durchflussmesser (MID) der Firma ABB Fischer & Porter zur Verfügung, der unter Einhaltung der doppelt notwendigen Beruhigungsstrecke in die Rohrleitung eingebaut wurde. Zur Einstellung verschiedener konstanter Durchflüsse dient ein Plattenschieber, der als Drosselorgan fungiert.

2.2 Messmittel der Hersteller

Die Angaben der Hersteller bezüglich Messgenauigkeit beziehen sich auf Normbedingungen. Da in der Praxis unter Betriebsbedingungen gemessen wird, ist mit einer größeren Abweichung gegenüber der jeweils angegebenen Messgenauigkeit zu rechnen. Um zu prüfen, inwieweit dies zutrifft, dienen die folgenden Ergebnisse. Auch für den Sachverständigen, der diese Messgeräte einsetzt, sind diese Erkenntnisse wichtig, da er so ein Gefühl über die eigenen Messfehler bekommt.

Hersteller	Messprinzip	voll-/teilgefüllte Rohre
A	Ultraschall-Laufzeit (Clamp On)	Vollfüllung
B	Ultraschall-Laufzeit (Clamp On)	Vollfüllung
C	Ultraschall-Laufzeit (Clamp On)	Vollfüllung
D	Radar-Ultraschall kombiniert	Teilfüllung
E	Ultraschall-Dopplertechnik	Teilfüllung
Helmenstein	mobiler MID	Teilfüllung

Tabelle 1: Die überprüften Durchflussmessgeräte

Die einzelnen Geräte (Tabelle 1) wurden unter Einhaltung der Randbedingungen betrieben. Bedienungsfehler sind auszuschließen, da die Hersteller B, D und E anwesend waren und ihre Geräte selber eingebaut und justiert hatten. Die Hersteller A und C verließen sich auf meine Erfahrungen bezüglich einer einwandfreien Bedienung.

Referenzwert [l/s]	Hersteller					
	A [l/s]	Abweichung [%]	B [l/s]	Abweichung [%]	C [l/s]	Abweichung [%]
2	2,01	0,50	1,96	- 2,00	1,99	- 0,50
2	2,01	0,50	1,97	- 1,50	1,99	- 0,50
4	4,09	2,25	3,98	- 0,50	3,92	- 2,00
4	4,17	4,25	3,99	- 0,25	3,92	- 2,00
6	6,25	4,17	6,04	0,67	3,92	1,67
6	6,19	3,17	5,99	- 0,17	6,10	- 1,17
8	8,09	1,13	7,96	- 0,50	5,93	0,00
8	8,10	1,25	7,91	- 1,13	8,00	- 0,75
10	9,95	- 0,50	9,90	- 1,00	7,94	- 0,20
10	9,97	- 0,30	9,88	- 1,20	9,98	- 0,80
12	11,95	- 0,42	11,88	- 1,00	9,92	- 0,58
12	11,92	- 0,67	11,90	- 0,83	11,93	- 0,17
14	13,93	- 0,50	13,90	- 0,71	11,98	- 0,71
14	13,90	- 0,71	13,90	- 0,71	13,90	- 0,71

Tabelle 2: Messgeräte für vollgefüllte Rohre

2.3 Ergebnisse und Bewertung des Vergleichs

Die Bewertung des Vergleichs (Tabelle 2) ist relativ einfach möglich. Die heutige Clamp-On-Technik ist, soweit die Signalstärke des jeweiligen Empfängers ausreichend ist, eine sehr genaue Messmethode (Abbildung 2).

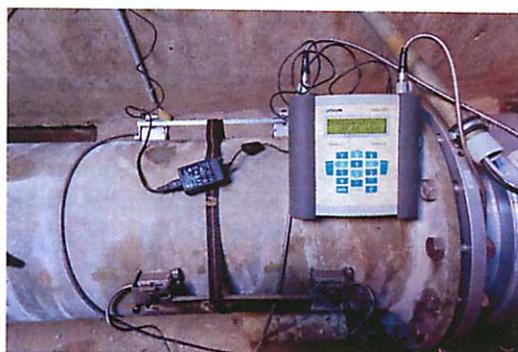


Abb. 2: Clamp-On-Gerät im Einsatz

Die einzige Einschränkung ist die Zuverlässigkeit bei Langzeit- bzw. Messungen im Dauereinsatz. Maßgeblich für die Genauigkeit der Messergebnisse ist hier das Koppelmedium für den Ultraschall,

das zwischen Sensor und Rohr aufgebracht werden muss. Besitzt das Koppelmedium aufgrund äußerer Umgebungsbedingungen keine Kontaktwirkung mehr für den Ultraschall, kann dies bis zum Ausfall der Messung führen.

Zu den Randbedingungen ist noch wichtig, dass die Clamp-On-Technik längere Beruhigungsstrecken als zum Beispiel magnetisch-induktive Messgeräte benötigen. Weiterhin müssen genaue Daten der zu bemessenden Leitung bekannt sein; eini-

Alle Unterwasserarbeiten im In- und Ausland – speziell in Kläranlagen





WITTMANN

TAUCHEN

GMBH & CO. KG

Krögerskoppel 23
24558 Henstedt-Ulzburg
Tel: 04193 – 96 99 66
Fax: 04193 – 96 99 68

www.wittmann-tauchen.de
info@wittmann-tauchen.de

Ihr kompetenter Ansprechpartner für

- ▶ Kontrollen und Reparaturen von Klärwerken, Faultürmen und Biogasanlagen
- ▶ Kontrollen und Reparaturen unter Betriebsbedingungen

Unsere erfahrenen Taucherteams und eine hochwertige Ausrüstung sind die beste Basis für Kontrollen und Reparaturen in Klärbecken und Faultürmen unter Betriebsbedingungen.

Das Leerpumpen, Betriebsunterbrechungen und damit verbundene Kosten bleiben Ihnen somit erspart.

Wir sind 24 Stunden für Sie da.
Täglich – auch an Sonn- und Feiertagen.

Weitere Leistungen:

- Spreng-, Bergungs- und Sanierungsarbeiten
- Unterwasser – Bohr- und Stermarbeiten
- Kernbohrungen und Betonsägearbeiten
- Unterwasserkonservierungen aller Art
- U/W – Brenn- und Schweißarbeiten
- Druckluftarbeiten
- Düker- und Kabelverlegung
- Einbau von Unterwasserbeton
- Spül- und Saugarbeiten
- Verpressarbeiten
- Bauwerksinspektionen einschl. Video- u. Fotodokumentation
- Ultraschallwanddickenmessungen gem. Empf. der BAW
- U/W – Hochdruck – Wasserstrahlanlage bis 1100 bar
- Pontonvermietung







• 24558 Henstedt-Ulzburg, Krögerskoppel 23 • Tel: 04193 – 96 99 66 • info@wittmann-tauchen.de • www.wittmann-tauchen.de •

ge Hersteller bieten gegen Aufpreis Wanddickenmessungen an. Ansonsten kann an vielen verschiedenen Rohrmaterialien, außer zum Beispiel Beton und Steinzeug gemessen werden.

Aus diesen Ergebnissen lässt sich folgern, dass die drei Messgeräte mit Clamp-On-Technik nach der Vergleichsmessung gegenüber einem geeichten MID nur geringe Abweichungen aufweisen. Sie können die Bewertung „sie messen richtig“ erhalten und sind als Referenzmethode unter Einhaltung der Randbedingungen geeignet.

Bei der Bewertung der Messungen für Freispiegelgerinne (Tabelle 3) ergibt sich ein sehr viel differenzierteres Bild. Hierbei müssen weitere Hintergrundinformationen bzw. Erfahrungen einfließen.

Die Radarmessung D weist ein sehr gutes Ergebnis über den gesamten kontrollierten Bereich auf (Abbildung 3). Sollte jedoch das Gefälle bei Freispiegelleitungen in der Größenordnung von $< 0,3\%$ liegen, ist mit einer Zunahme der Abweichungen bei geringen Mengen zu rechnen. Die Begründung liegt in einem nicht mehr laminaren Strömungsprofil, das bei einem höheren Gefälle besser auf den verwendeten Faktor zur Messung der Fließgeschwindigkeit zutrifft.



Abb. 3: Radar/Ultraschallmessung

Die Dopplermessung E (Abbildung 4), nach einem speziellen Verfahren, zeigt erwartungsgemäß große Fehler im niedrigen Bereich, das heißt, die Messung ist erst ab Wasserhöhenständen von ca. > 60 mm mit geringeren Messfehlern anwendbar.

Die mobile MID-Messung hat ihre Einsatzgrenzen in größeren Gerinnen und bei hohen Abflüssen, da einerseits die Dehnfähigkeit der Ringblasen begrenzt ist und andererseits ein hydraulischer Aufstau erzeugt wird. An den Stellen, an denen die Messgeräte einsetzbar sind, arbeiten sie mit sehr geringen Messfehlern.

Abbildung 4 zeigt eine Dopplermessung in einem Kanal. Ein Messgerät ist an der Wand montiert und zeigt die Wasserhöhe an.



Abb. 4: Dopplermessung

In offenen Gerinnen sind jedem der Messgeräte enge Grenzen gesetzt. Es empfiehlt sich, für den entsprechenden Einsatzfall immer zu prüfen, welches Messgerät eingesetzt werden kann.

3 Zusammenfassung

Dieser Gerätevergleich soll einen Anhalt darüber geben, welche Genauigkeit von Messgeräten erwartet werden kann, die zu Kontrollzwecken eingesetzt werden.

Zu einer vollständigen Überprüfung gehört auch die Prüfung der Speicher- bzw. Übertragungswege. Dies ist eine oft nicht beachtete Fehlerquelle. Die Abweichungen können hier mehrere Prozent ausmachen.

Leider gibt es auf dem Markt kein Messgerät, das in einem Bereich von 0 l/s bis $10\,000$ l/s und für Profile von DN 100 bis zu einem Maulprofil mit sehr großen Abmessungen den Durchfluss mit hoher Genauigkeit ($< 5\%$) erfasst. Das wäre nur zu schön. Jedes Messgerät hat seinen Anwendungsbereich, aber auch seine Grenzen!

4 Ausblick

Als Sachverständiger, der mit den verschiedensten Einsatz- und Einbaubedingungen von Durchflussmessungen konfrontiert wird, wünsche ich mir folgende Verbesserungen:

- Keine Überprüfungen von Durchflussmessungen durch den Hersteller, da in der Regel nur die Geräte, nicht aber die kompletten Messeinrichtungen überprüft werden. Beispiel: elektronische Überprüfung eines MID durch Anschließen eines Laptops.
- Digitale Anzeigegeräte bzw. einheitliche Anschlussmöglichkeiten an das mA-Signal der eingebauten Durchflussmessung direkt am Gerinne oder an der Rohrleitung. Damit würde ein Vergleich wesentlich erleichtert werden.

Referenzwert [l/s]	Hersteller					
	D [l/s]	Abweichung [%]	E [l/s]	Abweichung [%]	Helmenstein [l/s]	Abweichung [%]
2	1,98	-1,00	2,40	20,00	1,96	-2,00
2	1,98	-1,00	2,70	35,00	1,95	-2,50
4	4,06	1,50	5,50	37,50	3,94	-1,50
4	3,96	-1,00	5,50	37,50	3,95	-1,25
6	6,16	2,67	6,90	15,00	6,10	1,67
6	6,08	1,33	6,90	15,00	5,99	-0,17
8	8,29	3,62	8,80	10,00	7,98	-0,25
8	8,24	3,00	9,10	13,75	7,95	-0,63
10	10,22	2,20	10,60	6,00	9,95	-0,50
10	10,53	5,30	10,60	6,00	9,93	-0,70
12	12,29	2,42	12,10	0,83	12,07	0,58
12	12,35	2,92	12,10	0,83	11,97	-0,25
14	14,03	0,21	13,90	-0,71	13,96	-0,29
14	13,98	-0,14	14,20	1,43	14,00	0,00

Tabelle 3: Messgeräte für teilgefüllte Rohre (im Freispiegel-Gerinne)

- Durchsetzung einer Erstabnahme nach der Neuinstallation einer Durchflussmesseinrichtung, da hier mögliche Fehler gleich nach der Herstellung bekannt und behoben werden können (Gewährleistung).
- Eine offene Diskussion über den möglich messbaren Bereich eines Durchflussmessgeräts bei gleichbleibender Genauigkeit der Messwerte. Die technischen Möglichkeiten zwischen dem Abfluss bei Trockenwetter-Nacht-Minimum und Regenwetter-Maximum lassen in der Spreizung oftmals eine präzise Erfassung der gemessenen Mengen nicht zu. Um den gesamten Messbereich mit hoher Genauigkeit abdecken zu können, wären oftmals zwei Messungen sinnvoll, eine für den niedrigen und eine für den hohen Abfluss (Abbildung 5).



Abb. 5: Zwei Messungen

Autor

Stefan Helmenstein
 Sachverständiger für Durchflussmessungen
 Heinrichstraße 23, 82362 Weilheim, Deutschland
 Tel. +49 (0)881/92 12-0
 E-Mail: info@helmenstein-gruppe.de

Hätten Sie das gewusst?

Begriffe aus der Messtechnik

Justierung

ist das gezielte Einstellen oder Abgleichen der Messwerte eines Messgeräts durch Vergleich mit einem oder mehreren Sollwerten, sodass die Messabweichungen die Fehlergrenzen nicht überschreiten. Das Justieren erfordert einen Eingriff, der das Messgerät meist bleibend verändert.

Kalibrierung

ist das Feststellen und Dokumentieren der Messabweichungen eines Messgeräts durch Vergleich mit einem oder mehreren Sollwerten. Es erfolgt kein Eingriff am Messgerät.

Eichen

ist ein amtlicher Vorgang. Das Eichen eines Messgeräts umfasst die Prüfung und Stempelung durch die Eichbehörde nach den Eichvorschriften. Es erfolgt kein Eingriff am Messgerät. Die Prüfung stellt fest, ob die Beschaffenheit und messtechnischen Eigenschaften des Messgeräts den Eichvorschriften entspricht. Die Stempelung beurkundet das positive Prüfergebnis.

Termin	Thema	Ort
Baden-Württemberg, E-Mail: info@dwa-bw.de, Tel. 0711 8966310		
5.3.2014	Expertenforum Kanal	Pforzheim
6.3.2014	Havarie- und Störfallmanagement	Pforzheim
17.–21.3.2014	170. Grundkurs für den Kläranlagenbetrieb	Karlsruhe
29.4.2014	Training zur Rettung von Personen auf abwassertechnischen Anlagen	Stuttgart
30.4.2014	Grundkurs Mikroskopie	Ravensburg
Bayern, E-Mail: info@dwa-bayern.de, Tel. 089 233 62590		
3.–8.2.2014	Kurs „DWA-Berater Grundstücksentwässerungsanlagen“	Feuchtwangen
26.2.2014	Anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf – Strategie für Bayern	Augsburg
10.–14.3.2014	Kurs „Grundlagen für den Kläranlagenbetrieb“	Schwarzenbruck
25.–28.3.2014	Kurs „Grundlagen für den Kanalbetrieb“	Schwarzenbruck
8.4.2014	Seminar „Fischaufstiegsanlagen in Planung und Praxis“	Salgen
Hessen/Rheinland-Pfalz/Saarland, E-Mail: info@dwa-hrps.de, Tel. 06131 604712		
21.1.2014	Führen im Team	Lollar
28.1.2014	Fachseminar „Elektrotechnik für Betriebspersonal – Aktualisierung von Kenntnissen lt. Vorschrift BGV A3“	Alsenz
28.1.2014	Wertermittlung von Kanal und Kläranlage	Wiesbaden
4.2.2014	Fortbildung „Elektrotechnik für Elektriker lt. Vorschrift BGV A3“	Alsenz
4.–6.2.2014	Elektrotechnisch unterwiesene Person (E. u. P) – Grundkurs	Hanau