

## DURCHFLUSSMESSUNG AUF KLÄRANLAGEN

Die Durchflussmessung auf Kläranlagen ist eine wichtige Voraussetzung, für die Ermittlung der anfallenden Abwassermengen und der Abwasserabgabe und somit der abgegebenen Frachten in den Vorfluter.

Durch die 1. AEV für kommunales Abwasser wurde bei Kläranlagen größer 1000 EW die Überwachung des Durchflusses der Kläranlage verpflichtend vorgeschrieben.

Der Durchfluss kann grundsätzlich an verschiedenen Orten innerhalb der Abwasserreinigungsanlage bestimmt werden:

- Im Zulaufkanal
- Zwischen Sandfang und Vorklärbecken
- Im Ablauf des Vorklärbeckens
- Zwischen Belebungs- und Nachklärbecken
- Im Auslaufkanal

Je nach Verschmutzungsgrad des Abwassers ergeben sich verschiedene Randbedingungen für die verschiedenen Arten der Messung.

### **Erforderliche Ausstattung der Durchflussmessung auf Kläranlagen nach ÖWAV-Regelblatt 7 (4. Auflage)**

>50 bis 500 EW:

1 Messwehr im Ablauf (fester Einbau oder Steckschieber) oder Ausstattung von durchflussabhängigen maschinellen Anlagenteilen für eine stationäre Durchflussabschätzung (z.B. Betriebsstundenzähler bei Pumpwerken, Füllstandsmessung bei SBR)

>500 bis 5.000 EW

Im Zu- oder Ablauf eine registrierende Durchflussmesseinrichtung einschließlich Tagessummierung ( $m^3/d$ ) mit Momentwertanzeige ( $l/s$ )

>5.000 EW

Im Zu- und Ablauf eine registrierende Durchflussmesseinrichtung einschließlich Tagessummierung ( $m^3/d$ ) und Momentwertanzeige ( $l/s$ ).

Weiters eine tragbare registrierende Durchflussmesseinrichtung (empfohlen für die Überprüfung von Indirekteinleitern etc.).

Im Folgenden werden die gängigsten Verfahren, die stationär auf Kläranlagen eingesetzt werden, kurz beschrieben.

### **Venturi-Gerinne**

Unter einem Venturi-Gerinne versteht man eine definierte Fließstrecke zur Durchflussmessung in offenen Gerinnen. Baulich zeichnet es sich durch eine symmetrisch angeordnete Einschnürung aus, deren Anströmseite strömungsgünstig geformt ist. Deshalb erzeugt es einen vergleichsweise kleinen Energieverlust und lässt eine Lücke offen für kleines Geschiebe, Schwebstoffe und die meisten Schimmstoffe. Da im Bereich der Engstelle die kritische Tiefe durchschritten wird, genügt - sofern kein Rückstau vom Unterwasser her erfolgt eine einzige Messung der Fliesstiefe im Oberwasser um den Durchfluss zu ermitteln.

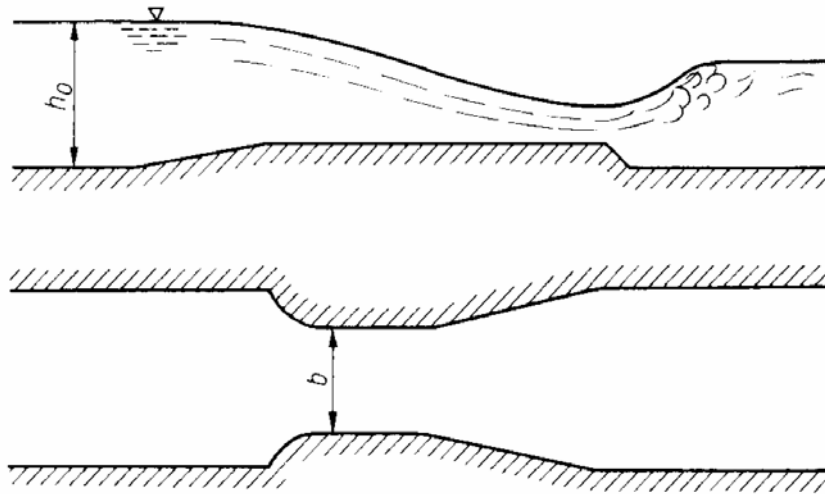


Abb. 1: Venturigerinne mit Sohlschwelle, Längsschnitt (oben), Aufsicht (unten) (BRONSTERT, 2004)

### Magnetisch Induktive Durchflussmessung (MID)

Ein magnetisch-induktiver Durchflussmesser besteht im Grundprinzip aus einem Messrohr aus Metall, das von einer leitfähigen Flüssigkeit durchflossen wird. Von außen wird ein senkrecht wirkendes Magnetfeld mittels Spulen aufgebracht. Die in der leitfähigen Flüssigkeit vorhandenen Ladungsträger, Ionen oder geladene Teilchen, werden durch das Magnetfeld abgelenkt. An den senkrecht zum Magnetfeld angeordneten Messelektroden entsteht durch die Ladungstrennung eine Spannung, die mit Messelektroden erfasst wird. Die Höhe der gemessenen Spannung ist proportional der Strömungsgeschwindigkeit der Ladungsträger und somit der Flüssigkeit im Rohr.



Abb. 2: MID-Messstrecke mit Düker (<http://de.wikipedia.org>)

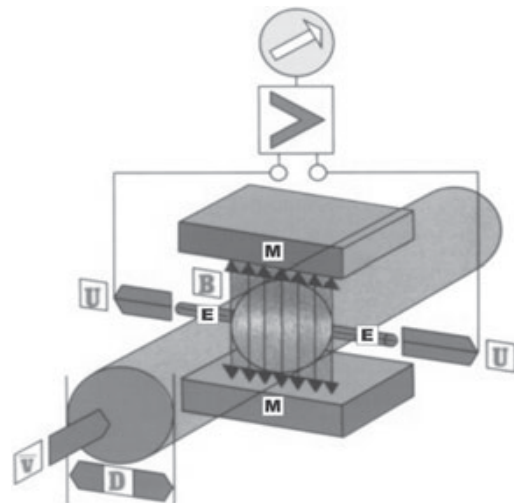


Abb. 3: MID-Messverfahren (TEUFEL, 2006)

### Ultraschall Durchflussmessung

Ultraschall-Durchflussmesser messen die Geschwindigkeit eines strömenden Mediums (Gas, Flüssigkeit) mit Hilfe akustischer Wellen. Die Messeinrichtung besteht aus zwei Teilen, dem eigentlichen Messaufnehmer (Ultraschallsensor) und einem Auswerte- und Speiseteil dem Transmitter (Messumformer).

Bei der Doppler-Ultraschallmessung wird die Frequenzverschiebung des ausgesendeten Signales aufgrund der Fließgeschwindigkeit der Partikel im Medium erfasst. Hierzu werden im Medium Reflexionspunkte (Verschmutzungen, Luftbläschen) benötigt.

Die Doppler-Messmethode benötigt eine räumliche Messfenstergröße von typisch mehr als 0,3m und kann daher erst bei größeren Abflüssen sinnvoll eingesetzt werden. In Abb. 5 ist das Messverfahren mittels US- Dopplerverfahren abgebildet. Optional kann die Messeinrichtung durch eine Höhenmessung mittels US-Echolot ergänzt werden, um die Abflusshöhe zu ermitteln.

Eine neuere Entwicklung sind Messgeräte auf Ultraschallbasis mit dem Prinzip der Kreuzkorrelation (Abb. 4). Ein kurzer Ultraschallpuls wird von einem am Boden befestigten Sensor mit einem Winkel von  $45^\circ$  zur Strömungsrichtung abgestrahlt. Unmittelbar danach empfängt dieser Sensor dann die Echosignale aus dem Strömungsfeld, die in Zeitfenster eingeordnet werden, d. h. es erfolgt eine räumliche Zuordnung der Echos in das Messvolumen. Kurz darauf folgt – in definiertem Zeitabstand – ein zweiter Puls, dessen Echomuster in gleiche Zeit-/Raumfenster einsortiert werden. Die Kreuzkorrelation der beiden Signale in jedem Raum-/Zeitfenster erlaubt die Bestimmung der zeitlichen Verschiebung dieser Signale, die unter Berücksichtigung des Einstrahlwinkels und der Pulswiederholrate direkt in die Fließgeschwindigkeit des Wassers in diesem Raum-/Zeitfenster umgerechnet werden kann.

Verfahren zur Messung des Durchflusses mittels Ultraschall eignen sich auch in teilgefüllten Leitungen und Kanälen.

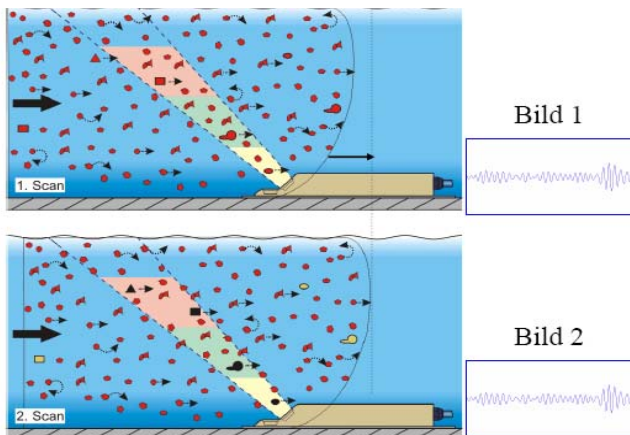


Abb. 4: Akustisches Kreuzkorrelationsmessverfahren (TEUFEL, 2006)

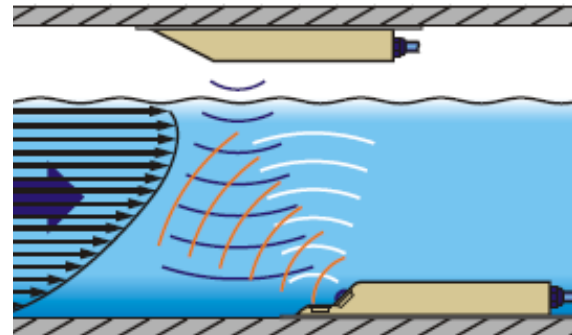


Abb. 5: US-Dopplerverfahren mit US-Luft Echolot (Nivus-Prospekt)

### Radar-Durchflussmessung

Bei der Radarmessung handelt es sich um eine Geschwindigkeitsmessung über die Signallaufzeit. Das Messprinzip basiert auf einem Radarstrahl, der auf eine sich bewegende Flüssigkeitsoberfläche gesendet wird. Das rückgestreute Signal wird auf Dopplerverschiebung analysiert, welche ein direktes Maß für die Geschwindigkeit darstellt. Die Höhe des Wasserspiegels wird dabei in der Regel mittels Ultraschall gemessen. Einsatzgebiete sind alle Arten von Wässern und fließfähige Schlämme.

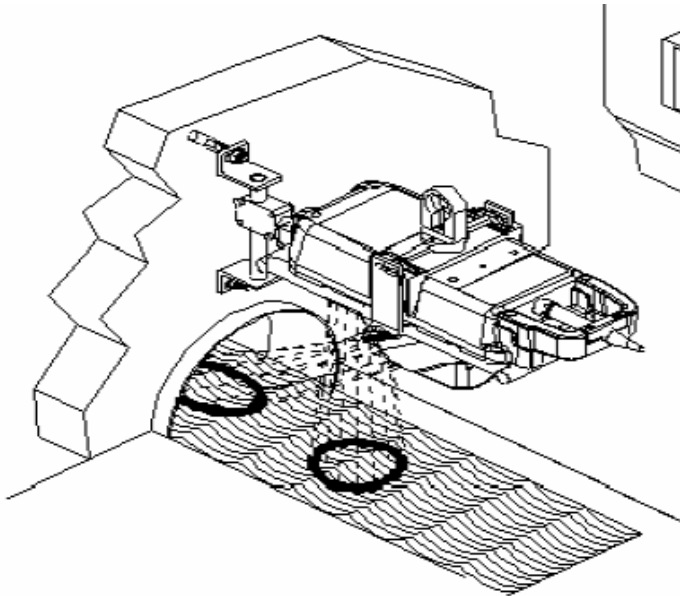


Abb. 6: Schematische Darstellung Radar-Durchflussmessung (Sévar 2004)

### Messwehre

Man unterscheidet scharfkantige, ausgerundete und breitkronige Überfallwehre. An der Überfallkante des Wehres geht der Abfluss vom Strömen zum Schießen über. Mit Hilfe der Überfallhöhe, welche im Oberwasser gemessen wird und der Form des Wehres kann der Durchfluss berechnet werden.

Kleinere Durchflüsse werden eher mit Dreieckswehren (Thompsonwehr), größere mit Rechteckwehren ermittelt.

z.B. Thompson-Wehr:

$$Q \text{ (l/s)} = 0,0146 \times (h^{2,5}) \quad (h \text{ in cm})$$

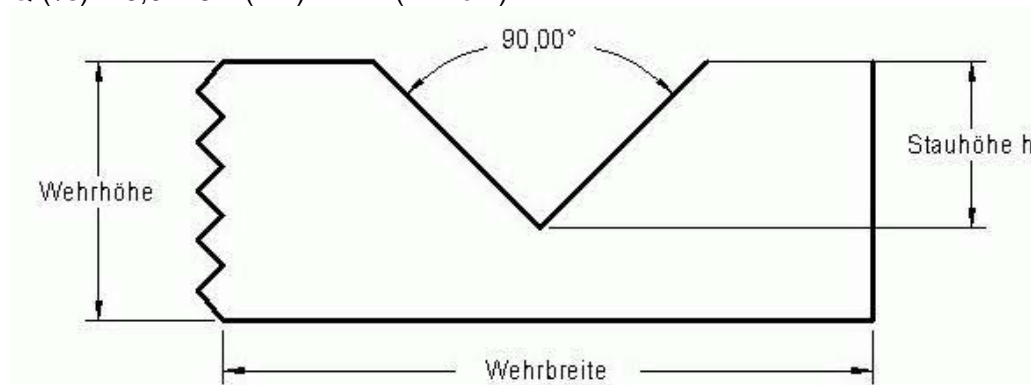


Abb. 7: Thompson-Wehr (KWK Kleinstwasserkraft)

Messverfahren	Messwert-aufnehmer	Messwertaufnehmer mit Medienkontakt	Partikelführung erforderlich	Mindestleitfähigkeit erforderlich	Fehlmessung bei Rückstau bzw. Fließrichtungsumkehr	Mindestwassertiefe erforderlich
Messstrecken, Messrinnen, Messwehre (scharfkantiger bzw. vollkommener Überfall) [hydraulische Verfahren]	Echolot	nein	nein	nein	ja	nein
	Drucksensor	ja	nein	nein	ja	ja
	Lufteinperlung	nein	nein	nein	ja	ja
Geschwindigkeitsmessung magnetisch-induktiv	Elektroden	ja	nein	ja	nein*	**
Geschwindigkeitsmessung magnetisch-induktiv, punktförmig	kombin. mit Höhe	ja	nein	ja	***	ja
Geschwindigkeitsmessung Ultraschall-Doppler	kombin. mit Höhe	ja	ja	nein	nein	ja
Geschwindigkeitsmessung Ultraschall-Laufzeit		nein	nein	nein	nein	**
Geschwindigkeitsmessung Ultraschall-Kreuzkorrelation	kombin. mit Höhe	ja	ja	nein	nein	ja
Geschwindigkeitsmessung Radar	kombin. mit Höhe	nein	nein	nein	ja	nein

\* Einbaurichtung beachten, \*\* Rohrvorfällung erforderlich, \*\*\* Fließrichtungswechsel wird erkannt, aber ungenauer

**Tab. 1: Übersicht über die gängigsten Messverfahren (stationär und mobil) bei Abwasseranlagen (ÖWAV-Regelblatt 38, 2007)**

## LITERATUR

- ÖWAV-Regelblatt 7 (2003): Mindestausrüstung für die Eigen- und Betriebsüberwachung biologischer Abwasserreinigungsanlagen, Wien
- ÖWAV-Regelblatt 38 (2007): Überprüfung stationärer Durchflussmesseinrichtungen auf Abwasserreinigungsanlagen, Wien
- KAUFMANN P., VOLKART P. (2001): Durchflussmessungen auf Abwasserreinigungsanlagen: Dokumentation – Kontrolle, Bern
- TEUFEL M. (2006): Durchflussmessung mit Kreuzkorrelation, KA-Abwasser, Abfall
- KWK Kleinstwasserkraft Klopp, München (2009), Download von <http://www.kleinstwasserkraft.de> am 29.10.2009
- Nivus GmbH (2009), Firmen-Prospekt <http://www.nivus.de>
- BRONSTERT A., SCHÄFERMEYER J. (2004), Einführung in die Gewässerhydraulik, Universität Potsdam
- SÈVAR et al. (2004) Geschwindigkeits-Radar-Durchflusssensoren im Abwasserkanal. Seminar Neue Entwicklungen in der Durchflussmessung in natürlichen und künstlichen Gerinnen TU München