

## 33. Sprechertagung ÖWAV-Kläranlagen-Nachbarschaften und 23. Sprechertagung ÖWAV-Kanal-Nachbarschaften



# Überprüfung Durchflussmessgeräte in der Praxis des Kläranlagenbetriebs – Möglichkeiten, Methoden, Überprüfungen

Wilhelm Frey

## Inhalt

- Durchflussmessung von **Flüssigkeiten**
  - Methoden
  - Anwendungsbereiche
  - Gebrauchseigenschaften
- **Überprüfung** von Durchflussmeseinrichtungen
  - ÖWAV Regelblatt 38 (für Flüssigkeiten)
  - Messunsicherheiten
  - Beispiele aus der Praxis

# Durchflussmessung von Flüssigkeiten - Methoden

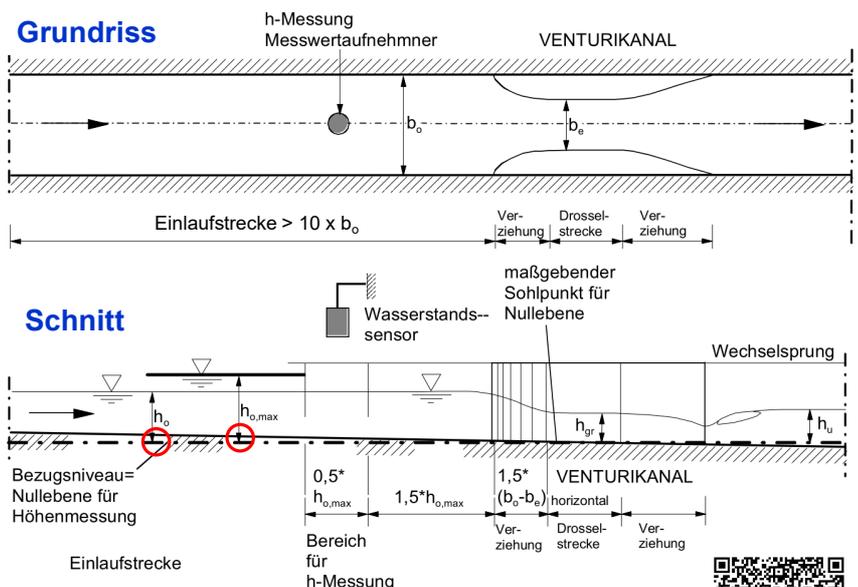
- **Venturi** (mit verschiedenen Querschnitten, mit und ohne Sohlschwelle)
- **Magnetisch induktiv** (Vollfüllung, Teilfüllung)
- Wehrmessung (Rechteckwehr, Dreieckwehr)
- **Ultraschall** (Doppler, Kreuzkorrelation, Laufzeitverfahren)
- Radar (Doppler)
- Sonstiges (Wirbelablösefrequenz, Coriolis, ...)



[http://www.aabfrey.com/wp-content/uploads/2010/07/RB38\\_Text\\_Frey.pdf](http://www.aabfrey.com/wp-content/uploads/2010/07/RB38_Text_Frey.pdf)

## Venturi (ÖN M 5880; DIN 19 559)

- ausreichend lange **Ein- und Auslaufstrecken**
- Definition **Wassertiefe** (Bezugsquerschnitt)
- laminare **Strömung** (Gefälle ca. 2 – 3 ‰ (max. 5 ‰))
- keine störenden **Einbauten**, glatte Wand
- keine **Zuläufe** unmittelbar nach der Einschnürung
- stabile **Halterung** des Wasserstandaufnehmers



[https://www.google.at/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.hinug.de/fileadmin/dokumente/wasser/abwasser/regelungen/Merkblatt\\_D\\_2-10\\_Stand\\_2016-08-19.pdf&ved=2ahUKEwiyt9uxuY2GaxVCif0HHQniBrEQFn0ECBQQAQ&usq=AOvVaw1uHCjRir\\_Hm9qh8PONDZFO](https://www.google.at/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.hinug.de/fileadmin/dokumente/wasser/abwasser/regelungen/Merkblatt_D_2-10_Stand_2016-08-19.pdf&ved=2ahUKEwiyt9uxuY2GaxVCif0HHQniBrEQFn0ECBQQAQ&usq=AOvVaw1uHCjRir_Hm9qh8PONDZFO)



# Venturi - Durchflussberechnung

Die Berechnung des Durchflusses erfolgt für einen klassischen Venturi **vereinfacht** (nach Pecher ISBN 3-490-15316-2) mit der Gleichung

$$Q = C \times b_e \times h^{3/2}$$

Q ..... Durchfluss [Liter/s]

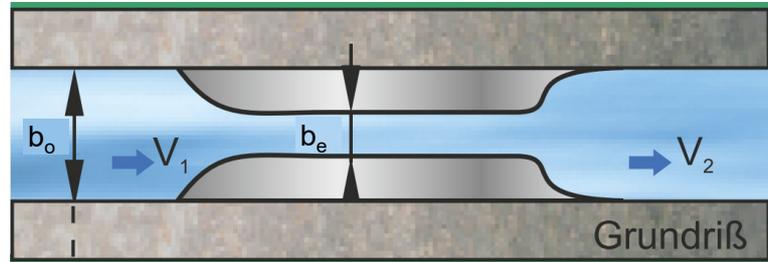
$b_o$  ..... Breite des Gerinnes [m]

$b_e$  ..... Breite des Gerinnes in der Einschnürung [m]

$b_e/b_o$  .... Öffnungsverhältnis

h ..... Wassertiefe oberhalb der Einschnürung [m] → Nullpunkt in der Drosselstrecke

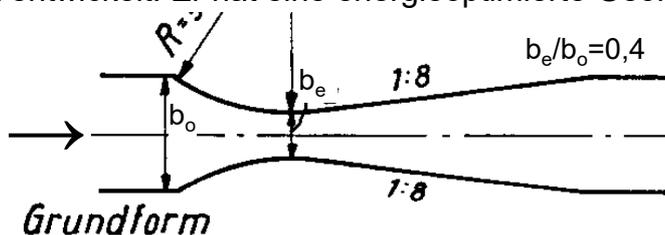
C..... Abflussbeiwert in Abhängigkeit des Öffnungsverhältnisses



$b_e/b_o$	0,30	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,60
C	1.653,5	1.666,7	1.682,2	1.700,7	1.722,5	1.748,1	1.778,3

# Khafagi - Venturi - Durchflussberechnung

Der Khafagi – Venturi wurde 1940 an der ETH Zürich von Anwar Khafagi im Rahmen seiner Doktorarbeit entwickelt. Er hat eine energieoptimierte Geometrie und wird heute vielfach eingesetzt.



<https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/133527/eth-20692-02.pdf?sequence=2&isAllowed=y>



Die Berechnung des Durchflusses erfolgt mit der Gleichung

$$Q = 0,01744 \times b_e \times h^{1,5} + 0,00091 \times h^{2,5}$$

Q ..... Durchfluss [Liter/s]

$b_o$  ..... Breite des Gerinnes [m]

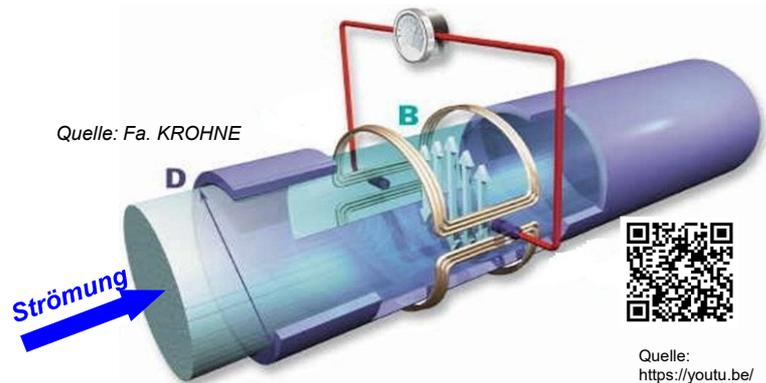
$b_e$  ..... Breite des Gerinnes in der Einschnürung [m]

$b_e/b_o$  .... Öffnungsverhältnis ist konstant mit 0,4

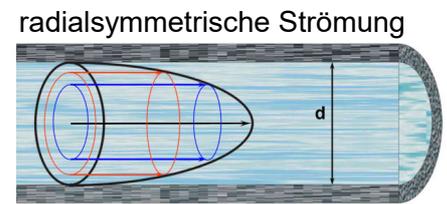
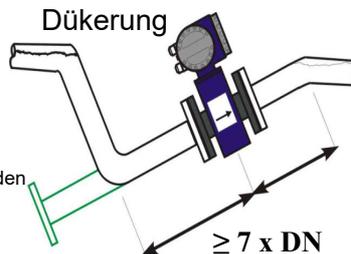
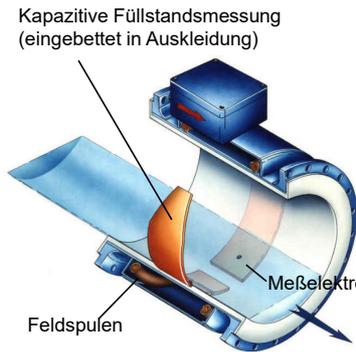
h ..... Wassertiefe oberhalb der Einschnürung [cm] → Nullpunkt in der Drosselstrecke

# Magnetisch Induktive Durchflussmessung

- Krümmer, Ventile, etc. führen zu einer Verzerrung des Strömungsprofils
- daher ausreichend lange **Ein- und Auslaufstrecken** (Voraussetzung für radialsymmetrische Strömung)
- **Erdung**
- **Ablagerungen** und **Gas** stören



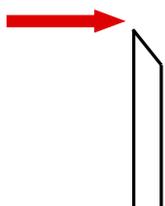
Quelle:  
<https://youtu.be/sIUq9Nw8mGA>



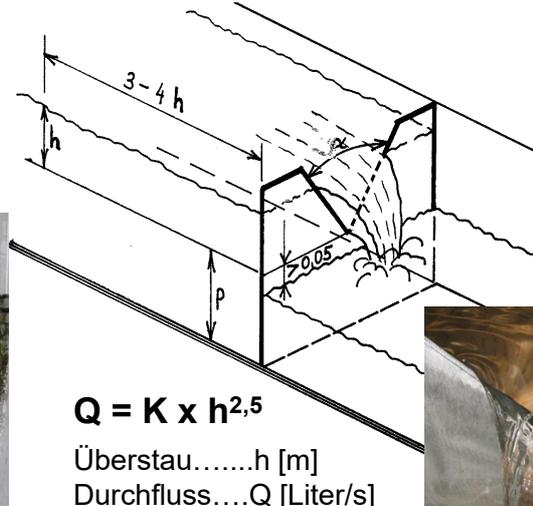
# Messwehr (DIN 19558: 2002 12)

- **Überfallstrahl** vollständig **belüftet**
- **tiefste Punkt** der Überfallkante muss **höher** liegen als der Unterwasserspiegel
- **Überfallkante** muss **scharfkantig** sein
- **nicht geeignet für Rohabwasser**

Überfallkante



## DREIECKWEHR



$$Q = K \times h^{2,5}$$

Überstau.....h [m]

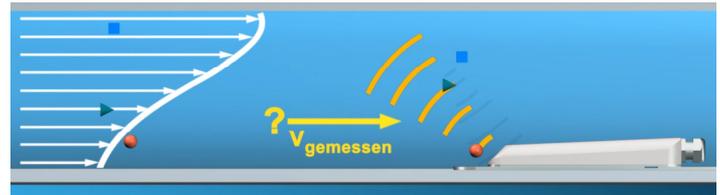
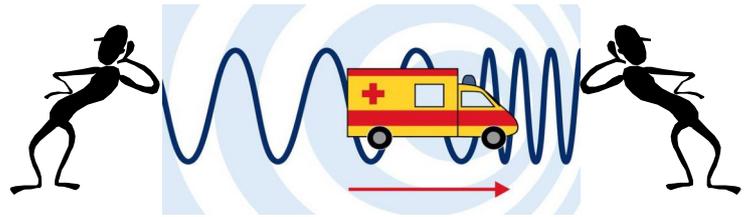
Durchfluss....Q [Liter/s]

Öffnungswinkel α	30°	60°	90°	120°
Faktor K	373,2	796,7	1380	2931

Quelle: Isco Open Channel Flow Measurement Handbook

# Ultraschall - Doppler

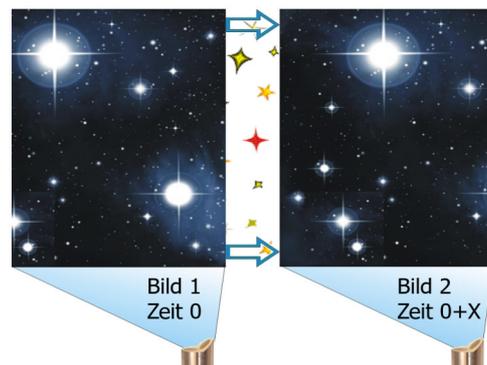
- Ultraschall → mediengebunden (in Wasser ca. 1480 m/s)
- Doppler – Effekt (**geschwindigkeitsproportionale Frequenzverschiebung**)
- Messung der **punktförmigen** Partikelgeschwindigkeit (→ Partikel oder Gasbläschen im Medium erforderlich)
- **Umrechnung** auf die mittlere Fließgeschwindigkeit im Fließquerschnitt erforderlich
- Vor **Ort Kalibrierung** notwendig



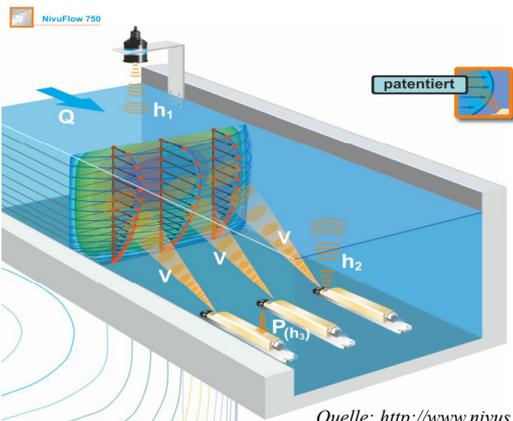
<https://www.youtube.com/watch?v=0673WyxYkh0&t=160s&pp=ygUWbml2dXMga3JldXprb3JyZWxhdGlvbG%3D%3D>

# Ultraschall - Kreuzkorrelation

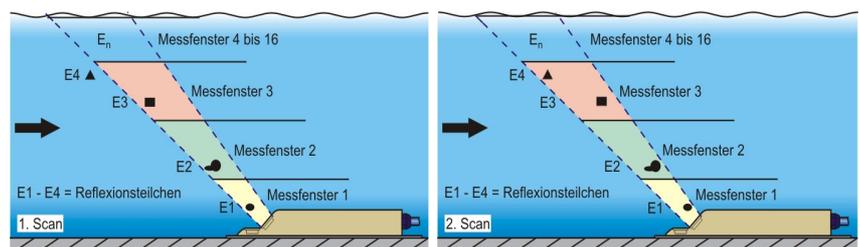
- **Geschwindigkeitsmessung** der Partikel in mehreren **Messfenstern** über dem Sensor
- Es wird ein **Geschwindigkeitsprofil** über die Fließtiefe ermittelt



<https://www.youtube.com/watch?v=0673WyxYkh0&t=160s&pp=ygUWTm2dXMga3JldXprb3JyZWxhdGlvbG%3D%3D>

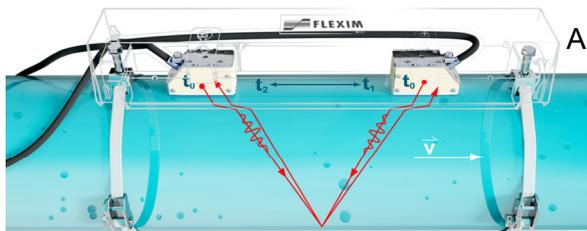
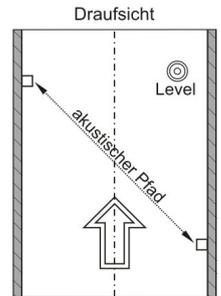
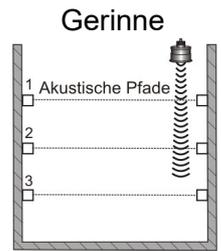


Quelle: <http://www.nivus.de>



# Ultraschall - Laufzeitverfahren

- Signale **in und gegen die Strömungsrichtung** ausgesandt und empfangen
- durch die Bewegung des Fluides sind die Signallaufzeit bzw. die Phasenlage der **Signale** in und gegen die Strömungsrichtung **nicht gleich**
- **Partikel** und **Gasblasen stören** die Messung
- **nachträgliche** Anbringung möglich
- **Justieren** der akustischen Pfade erforderlich
- mehrere Pfade erhöhen die Genauigkeit



Aufschnallmethode



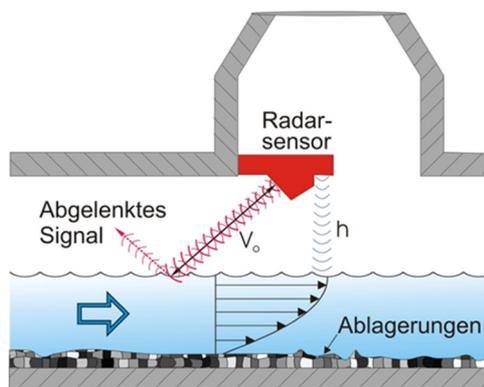
<https://www.youtube.com/watch?v=UFMqYLVZUko>  
<https://www.emerson.com/de-de/automation/measurement-instrumentation/flow-measurement/about-non-intrusive-ultrasonic-flow-meters>



<https://www.stebatec.com/de/referenzen/neue-durchflussmessungen-im-klaeranlagen-zu-und-ablauf/>

# Radar - Doppler

- Radar → nicht mediengebunden → **elektromagnetische Welle** (ca. 300.000 km/s)
- Doppler – Effekt (**geschwindigkeitsproportionale Frequenzverschiebung**)
- Messung der Partikelgeschwindigkeit an der **Wasseroberfläche**
- **Umrechnung** auf die mittlere Fließgeschwindigkeit im Fließquerschnitt erforderlich
- Vor **Ort Kalibrierung** notwendig



[https://www.youtube.com/results?search\\_query=Durchflussmesser+SQ+sommer](https://www.youtube.com/results?search_query=Durchflussmesser+SQ+sommer)



**Messung wird nicht beeinflusst**  
 von Wassertrübe, Feststoffen, Treibgut, Dampf,...

# Durchflussmessungen Flüssigkeiten nach ÖWAV Regelblatt 38

Das ÖWAV **Regelblatt 38** behandelt folgende Inhalte

- **Beurteilung der Messstelle**
  - Strömungsverhältnisse, Einbaugeometrie, Beschädigungen, Ablagerungen
- **Funktionsprüfung**
  - Nullpunkt, Wasserstandmessung, Q-h Beziehung, Signalübertragung
- **Vergleichsmessungen**
  - Möglichkeiten vor Ort (Wehr, Netz, mobiler MID, ..)
  - Gleichwertiges oder besseres Messsystem
  - Kosten!

## Vergleichsmessung – Vorbereitungen

- **Zugänglichkeit** der Messstelle
  - Erdüberdeckung, Schächte, Verkehrsflächen, etc.
- **Auswahl** des **Messsystems** für die Vergleichsmessung
- Festlegung der **Positionierung** des Vergleichsmessgerätes
  - Einbausituation für mobiles System
  - Beeinflussung des stationären Systems
  - Angemessenheit der Maßnahmen → Kosten!
- Wie und wie lange können unterschiedliche **Volumenströme** (möglichst) konstant gehalten werden?
- Welche **Messabweichungen** sind zu erwarten?



# Ursachen für Messabweichungen

- **Ausführung der Messstelle**
  - ungeeignete Messstelle
  - fehlerhafte Festlegung des Messbereiches
  - Baufehler, fehlerhafte Einbaugeometrie
  - ungenügende hydraulische Randbedingungen
- **Einfluss durch das Messmedium**
  - Schwimmstoffe, Schaum, Ablagerungen, Kondensate
- **Sensorfehler**
  - Montagefehler, Verschmutzung, fehlende Erdung, Beschädigung
- **Übertragungsfehler**
  - Signaleinstreuung, Fehlanschluss
- **Auswertefehler**
  - Parametrierung, Stützpunkte
- **Bedienungs- und Wartungsfehler**



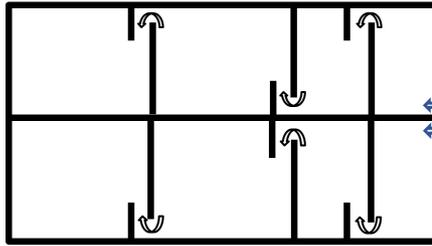
# Überprüfungen – Behältermessung Anlage A

- **Ausführung der Messstelle**
  - Messquerschnitt 4 m x 3 m, Wassertiefe ca. 2,1 m
  - Messbereich 2 bis 8 m<sup>3</sup>/s
  - **Ultraschalllaufzeit** Messsystem (3 Messebenen mit insgesamt 8 Messpfaden)
  - Wassertiefenmessung mit Radarsensor
- **Volumetrische Vergleichsmessung** (Behältermessung)
  - Füllung eines Messbehälters
  - Geometrie muss genau bekannt sein
  - es wird der Wasserstand im Behälter und die dazugehörige Zeit erfasst
  - Mindestaufstauhöhe erforderlich!
  - Ermittlung von Summenwerten
  - Momentanwerte (z. B. L/s) sind nur messbar, wenn die Zulaufmenge konstant ist



# Überprüfungen – Behältermessung Anlage A

- Erforderliches **Volumen**
  - Durchfluss 8 m<sup>3</sup>/s, Messdauer > 10 Minuten
  - 10 min x 60 s/min x 8 m<sup>3</sup>/s = 4800 m<sup>3</sup>  
für H > 1 m → Fläche > 4800 m<sup>2</sup>
- Ausgewählter **Messbehälter**
  - Beckengruppe der ersten Stufe (73 m x 38 m)
  - Problem: Die Wände waren im unteren Beckenbereich nicht senkrecht → nur die oberen 3 m waren für den Aufstau nutzbar und es gab „Bauwerkstoleranzen“
- Für die Beschickung des Messbehälters musste der Abwasserstrom durch Einsetzen von **Dammtafeln** umgeleitet werden
- **Wasserstandsmessung** in jeder der 8 Kaskaden mit temporär installierten Radarmessungen



# Überprüfungen – Behältermessung Anlage A

## Ergebnis und Messabweichung der Vergleichsmessung

- Messwerte: Aufstauhöhe 1,55 m; Füllzeit: 1200 Sekunden
- Behälterabmessungen: 73 m x 38 m = 2.774 m<sup>2</sup>
- Füllvolumen: 2.774 m<sup>2</sup> x 1,55 m = 4.300 m<sup>3</sup>
- **Durchfluss**:  $Q = V/t = (4.300)/(1.200) = 3,58 \text{ m}^3/\text{s}$
- Die Messunsicherheit des Gesamtergebnisses kann nach Methoden der Fehlerfortpflanzungsrechnung nach Gauß aus den einzelnen Messfehlern abgeschätzt werden.
  - Kennt man die einzelnen **relativen Fehler** der Messwerte (f) in Prozent **und** sind die einzelnen Messwerte nur durch Multiplikationen und Divisionen verknüpft, errechnet man den möglichen relativen Gesamtfehler (F) zu:

$$F = \sqrt[2]{f_1^2 + f_2^2 + f_3^2 + \dots + f_n^2}$$

### Hinweis:

- Als **absoluten Fehler** bezeichnet man den Betrag, um den das Messergebnis abweichen kann (Maßzahl und Einheit).
- Als **relativen Fehler** bezeichnet man den Quotient aus dem Wert des absoluten Fehlers dividiert durch den Messwert mal 100 - die Angabe erfolgt in %.

# Überprüfungen – Behältermessung Anlage A

## Ergebnis und Messabweichung der Vergleichsmessung

- **Füllvolumen:** 73 m x 38 m x 1,55 m
  - absoluter Messfehler Länge:  $\pm 3$  cm (ÖN DIN 18202:2013)
  - absoluter Fehler in der Breite  $\pm 20$  cm (Messung)
  - absoluter Messfehler Aufstauhöhe:  $\pm 2$  cm (Annahme)
  - relativer Fehler für die Länge:  $0,03/73 \times 100 = \pm 0,041$  %
  - relativer Fehler für die Breite:  $0,20/38 \times 100 = \pm 0,526$  %
  - relativer Fehler für die Aufstauhöhe:  $2/155 \times 100 = \pm 1,290$  %
- **Füllzeit:** 20 Minuten
  - absoluter Messfehler Füllzeit:  $\pm 1,0$  Sekunden (Schätzung)
  - relativer Fehler Füllzeit:  $1/1200 \times 100 = \pm 0,083$  %
- **Durchfluss:**
  - relativer Fehler Durchfluss:  $F = \sqrt{0,041^2 + 0,526^2 + 1,290^2 + 0,083^2} = 1,41$  %
  - absoluter Fehler Durchfluss:  $3,58 \text{ m}^3/\text{s} \times 1,41/100 = 0,05 \text{ m}^3/\text{s}$

**Ergebnis der Vergleichsmessung  $Q = 3,58 \pm 0,05 \text{ m}^3/\text{s}$**

# Überprüfungen – Behältermessung Anlage A

## Ergebnis und Messabweichung der Vergleichsmessung

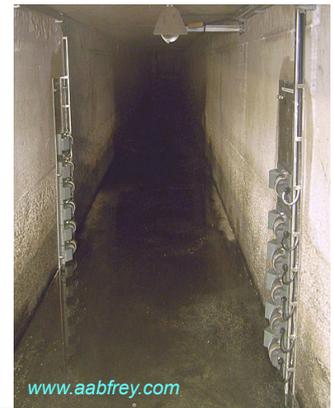
### Bewertung der Ergebnisse

- Die vom installierten Ultraschalllaufzeit Messsystem im Zeitraum der Vergleichsmessung ermittelte Summe betrug  $4.190 \text{ m}^3$ .
- Die mit der volumetrischen Vergleichsmessung im selben Zeitraum ermittelte Zulaufmenge betrug  $4.300 \text{ m}^3$ .
- Die vom installierten Messsystem im Messzeitraum von 20 Minuten erfasste Durchflusssumme war um ca. 2,5 % kleiner als der mit der volumetrischen Messung ermittelte Wert.
- Nach ÖWAV Regelblatt 38 ist eine Abweichung zwischen den Werten von bis zu 10 % zulässig.

# Überprüfungen – MID Anlage B

## Ausführung der Messstelle

- Messquerschnitt 1 m x 0,9 m
- Messbereich 20 bis 750 L/s
- Ultraschalllaufzeit Messsystem (6 Messebenen mit insgesamt 6 Messpfaden)
- Höhenstandmessung mittels Ultraschallsensor mit Umlenkplatte



## Vergleichsmessung mittels MID

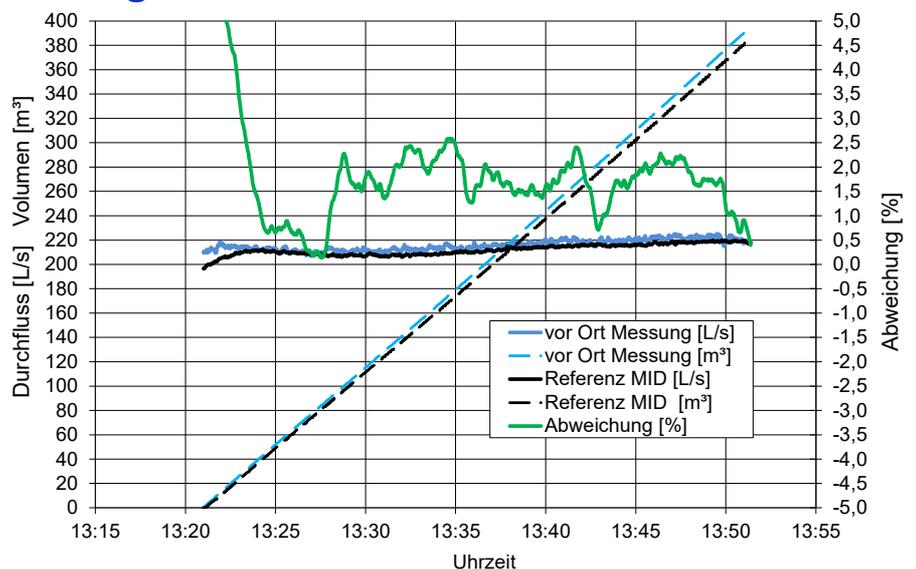
- Kontrolle der Wassertiefenmessung mittels untergelegter Platten
- Einbau der temporären MID's im Zulauf zu einem Regenbecken



# Überprüfungen – MID Anlage B

## Ergebnis der Vergleichsmessung

- Auswertezeitraum 30 Minuten
- Volumenstrom ca. 210 L/s
- registriertes Volumen der installierten Messung → 390 m<sup>3</sup>
- registriertes Volumen der Vergleichsmessung (MID) → 383 m<sup>3</sup>
- Im Auswertungszeitraum wurde mit der MID Vergleichsmessung ein um 1,8% kleineres Volumen ermittelt.



# Überprüfungen – Kreuzkorrelation Anlage C

## Ausführung der Messstelle

- Gerinnebreite 0,8 m, Einsnurbreite x 0,32 m
- Messbereich 20 bis 250 L/s
- **Khafagi – Venturi** ( $b_e/b_o = 0,4$ )
- Höhenstandmessung mittels Radarsensor



## Vergleichsmessung mittels Kreuzkorrelation

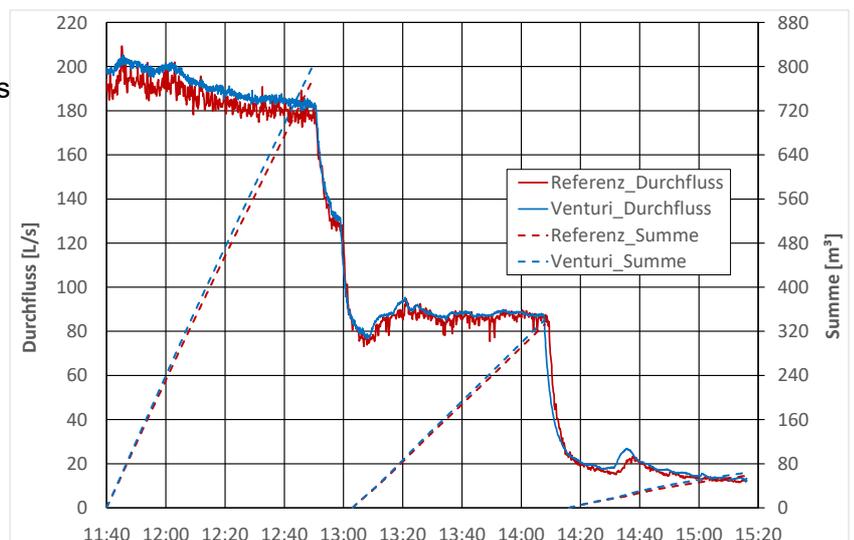
- Kontrolle der Wassertiefenmessung mittels untergelegter Platten
- Einbau einer Ultraschallkreuzkorrelationsmessung im Gerinne nach dem Venturi
- Kontrolle des Fließwechsels



# Überprüfungen – Kreuzkorrelation Anlage C

## Ergebnis der Vergleichsmessung

- Messzeitraum ca 4 Stunden
- Die von der Venturimessung ermittelten Werte waren in allen Bereichen größer als die Werte der Referenzmessung.
- Durchfluss ca. 192 L/s  
→ Abweichung ca. 3,2 %
- Durchfluss ca. 87 L/s  
→ Abweichung ca. 2,5 %
- Durchfluss ca. 18 L/s  
→ Abweichung ca. 9,0 %
- Auch dieses Messsystem arbeitete innerhalb des nach ÖWAV RB 38 zulässigen Toleranzbereiches.



# FRAGEN ?

Dipl.-Ing. Dr. Wilhelm Frey

Mail: [aab.frey@kabsi.at](mailto:aab.frey@kabsi.at)

Homepage: [aabfrey.com](http://aabfrey.com)

AAB Frey

Abwassertechnische  
Ausbildung und Beratung



## Literatur

- ÖNORM EN ISO 8316 (1996-04-01): Durchflussmessung von Flüssigkeiten in geschlossenen Leitungen - Verfahren der Volumenbestimmung mit einem Messbehälter (ISO 8316:1987)
- ÖNORM M 5880 (1998-02-01): Durchflussmessung in Kläranlagen - Venturigerinne und induktive Durchflussmessgeräte
- ÖNORM EN ISO 20456 (2020-04-15): Messung des Durchflusses in geschlossenen Leitungen - Richtlinie für den Einsatz von elektromagnetischen Durchflussmessgeräten für konduktive Fluide (ISO 20456:2017)
- ÖNORM EN ISO 5167-1 (2023-02-15): Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt - Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Anforderungen (ISO 5167-1:2022)
- ÖNORM EN ISO 5167-2 (2023-02-15): Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt - Teil 2: Blenden (ISO 5167-2:2022)
- ÖNORM EN ISO 5167-3 (2023-07-01): Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt - Teil 3: Düsen und Venturidüsen (ISO 5167-3:2022)
- ÖNORM EN ISO 5167-4 (2023-02-15): Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt - Teil 4: Venturirohre (ISO 5167-4:2022)
- ÖNORM EN ISO 5167-5 (2023-07-01): Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt - Teil 5: Konus-Durchflussmesser (ISO 5167-5:2022)
- ÖNORM EN ISO 5167-6 (2023-07-01): Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt - Teil 6: Keil-Durchflussmesser (ISO 5167-6:2022)
- Isco Open Channel Flow Measurement Handbook (1997)
- DIN 19558: Überfallwehr und Tauchwand
- DIN 19559 (Teil 1 und Teil 2): Durchflussmessung von Abwasser in offenen Gerinnen und Freispiegelleitungen
- Pecher, R., Schmidt, H., Pecher, D.: Hydraulik der Abwasserkanäle in der Praxis, Verlag Paul Parey (1991)
- Durchfluss-Handbuch: Ein Leitfaden für die Praxis: Messtechniken - Anwendungen – Lösungen (Herausgeber Endress+Hauser); ISBN 10: 3952022039

# Literatur

- ÖWAV Regelblatt 38 „Überprüfung stationärer Durchflussmeseinrichtungen auf Abwasseranlagen“ (2007)
- FREY, W.: Qualitätskontrolle von Durchflussmessungen, Wiener Mitteilungen, Band 187, 2003
  
- FREY, W.: Die Überprüfung stationärer Durchflussmeseinrichtungen auf Abwasseranlagen. Sprechertag Pregarten, Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen, KAN Folge 15, 2007
  
- FREY, W.: Überprüfung von stationären Durchflussmeseinrichtungen auf Abwasserreinigungsanlagen. Vergleichsmessung und planerische Aspekte, ÖWAV Seminar 12. Mai 2010 Wien
  
- Friedrich Hofmann; Praxis der induktiven Durchflussmessung; (2011)  
[https://www.google.at/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://cdn.krohne.com/pick2/tagged\\_docs/BR\\_EMF\\_de\\_2011.pdf&ved=2ahUKEwiyt9uxuY2GAXVCif0HHQnBrEQFnoECBIQAQ&usq=AOvVaw0RbwSkLfxOonC\\_stCTaNLt](https://www.google.at/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://cdn.krohne.com/pick2/tagged_docs/BR_EMF_de_2011.pdf&ved=2ahUKEwiyt9uxuY2GAXVCif0HHQnBrEQFnoECBIQAQ&usq=AOvVaw0RbwSkLfxOonC_stCTaNLt)
  
- Hessen\_2016:  
[https://www.google.at/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/wasser/abwasser/regelungen/Merkblatt\\_D\\_2-10\\_Stand\\_2016-08-19.pdf&ved=2ahUKEwiyt9uxuY2GAXVCif0HHQnBrEQFnoECBQQAQ&usq=AOvVaw1uHCjRlr\\_Hm9qh8PONDZfQ](https://www.google.at/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/wasser/abwasser/regelungen/Merkblatt_D_2-10_Stand_2016-08-19.pdf&ved=2ahUKEwiyt9uxuY2GAXVCif0HHQnBrEQFnoECBQQAQ&usq=AOvVaw1uHCjRlr_Hm9qh8PONDZfQ)



# Literatur

- Bern\_Schweiz\_2014:  
[https://www.google.at/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.bvd.be.ch/content/dam/bvd/dokumente/de/awaw/wasser/abwasserentsorgung/abwasserreinigungsanlagen-\(ara-und-klara\)/durchflussmessungen-abwasserreinigungsanlagen-dokumentation-und-kontrolle.pdf&ved=2ahUKEwjo25jatY2GAXXtgP0HHdskAtc4ChAWegQIERAB&usq=AOvVaw3CORR86upVYswaWcr4e1m2](https://www.google.at/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.bvd.be.ch/content/dam/bvd/dokumente/de/awaw/wasser/abwasserentsorgung/abwasserreinigungsanlagen-(ara-und-klara)/durchflussmessungen-abwasserreinigungsanlagen-dokumentation-und-kontrolle.pdf&ved=2ahUKEwjo25jatY2GAXXtgP0HHdskAtc4ChAWegQIERAB&usq=AOvVaw3CORR86upVYswaWcr4e1m2)
  
- Bayern\_2016:  
[https://www.google.at/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil4\\_oberirdische\\_gewaesser/doc/nr\\_473.pdf&ved=2ahUKEwiG9dy4ti2GAXUk87sIHb6kCxxwQFnoECDQQAQ&usq=AOvVaw3QnX74uPzuUnB\\_9icCJ29i](https://www.google.at/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil4_oberirdische_gewaesser/doc/nr_473.pdf&ved=2ahUKEwiG9dy4ti2GAXUk87sIHb6kCxxwQFnoECDQQAQ&usq=AOvVaw3QnX74uPzuUnB_9icCJ29i)
  
- NRW\_2004:  
[https://www.google.at/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://igsvtu.lanuv.nrw.de/vtu/doc.app%3FDATEI%3D13/dokus/merkblatt47.pdf%26USER\\_ID%3D113&ved=2ahUKEwiyt9uxuY2GAXVCif0HHQnBrEQFnoECBUQAQ&usq=AOvVaw3B-WP93zekSLnO0ePph6pL](https://www.google.at/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://igsvtu.lanuv.nrw.de/vtu/doc.app%3FDATEI%3D13/dokus/merkblatt47.pdf%26USER_ID%3D113&ved=2ahUKEwiyt9uxuY2GAXVCif0HHQnBrEQFnoECBUQAQ&usq=AOvVaw3B-WP93zekSLnO0ePph6pL)

