

Erfahrungen mit der Überprüfung von Durchflussmeseinrichtungen in Hessen

Dipl.-Ing. O. Günther
TU Darmstadt
Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft
Staatliche Prüfstelle für Durchflussmessungen

Inhaltsverzeichnis:

1. ALLGEMEINES	2
2. VORARBEITEN	3
3. ABLAUF EINER ÜBERPRÜFUNG	4
4. ERGEBNISSE UND ERFAHRUNGEN	6
5. LITERATUR	13

1. Allgemeines

Anlass für die Forderung nach einer messtechnischen Überprüfung von Durchflussmessstellen war eine Untersuchung aus dem Jahre 1986, in der anhand einer stichprobenartigen Kontrolle von Durchflussmessstellen vielfach wesentliche Defizite bei der Messung der auf Kläranlagen anfallenden Abwassermengen festgestellt wurden. So wurde von den damals besichtigten Messstellen nur etwa ein Drittel als ordnungsgemäß befunden, ein weiteres Drittel wies tolerierbare oder korrigierbare Fehler auf und das dritte Drittel war mangelhaft. Um nun die Berechnung der Abwasserabgabe auf eine möglichst solide Basis zu stellen, wurde die Forderung nach einer regelmäßigen messtechnischen Überprüfung der Messstellen in die Eigenkontrollverordnung (EKVO) aufgenommen.

Seit dem 22. März 1993 ist die EKVO für das Land Hessen in Kraft. Sie verpflichtet den Betreiber von Abwasserbehandlungsanlagen unter anderem, die zur Festsetzung der Abwasserabgabegebühren maßgebende Durchflussmessstelle überprüfen zu lassen. Im Januar 2000 erfolgte eine Novellierung der EKVO, um die bereits geltenden gesetzlichen Vorgaben zur Kontrolle von kommunalen und gewerblichen Abwasseranlagen zu konkretisieren, formale Verfahren der Berichterstattung und der Anerkennung von Prüf- und Untersuchungsstellen den Erfordernissen anzupassen und die Betreiber und Unternehmer von Abwasseranlagen stärker in die Überprüfungen einzubeziehen.

Die Betreiber und Unternehmer von Abwasseranlagen werden verpflichtet die für die Abwasserabgabe maßgebenden Messstellen turnusmäßigen (alle 5 Jahre) von einer staatlichen oder staatlich anerkannten Prüfstelle messtechnisch überprüfen zu lassen

Die in Hessen geforderte Messgenauigkeit der für die Abwasserabgabe maßgebenden Messstellen wird im Merkblatt "Durchflussmessmeseinrichtungen und Drosselorgane in Abwasseranlagen" des Hessischen Landesamts für Umwelt und Geologie definiert. Demnach wird gefordert, dass die für einzelkalibrierte Venturikanäle gemäß DIN 19559 geltenden Fehlergrenzen über den gesamten Messbereich auch bei allen anderen Messsystemen einzuhalten sind. Tabelle 1 zeigt die derzeit zulässigen Abweichungen in Abhängigkeit vom Verhältnis zwischen dem Messwert Q und dem Maximalwert der Messeinrichtung Q_{\max} :

	Q/Q_{\max}	$(Q-Q_{\text{wahr}})/Q_{\text{wahr}}$
	$< 0,1$	keine Angabe
unterer Messbereich	$0,1 < Q/Q_{\max} < 0,3$	$\pm 10 \%$
oberer Messbereich	$0,3 < Q/Q_{\max} < 1$	$\pm 6 \%$

Tabelle 1: Nach EKVO zulässige Fehlergrenzen für Durchflussmessstellen

Gleichzeitig fordert das Merkblatt einen an die wirklich auftretenden Durchflüsse angepassten Messbereich.

Daraus lässt sich die Zielsetzung der Überprüfung von Durchflussmessstellen nach EKVO erkennen: Es sollen vorliegende Fehler der Messeinrichtungen aufgedeckt, Hinweise für deren Beseitigung gegeben und somit die Einhaltung der genannten Fehlergrenzen in der Praxis ermöglicht werden.

2. Vorarbeiten

Um eine solide Grundlage für eine messtechnische Überprüfung zu schaffen, müssen möglichst viele Informationen über die zu überprüfende Messeinrichtung gesammelt werden. Im Idealfall stehen diese Informationen bereits vor der Angebotserstellung zur Verfügung und erlauben es so ein seriöses Angebot anzufertigen.

Die im Folgenden aufgeführten Informationen sind daher bereits im Vorfeld vom Betreiber bereit zu stellen:

- Lage der Messstelle
(Zu- / Ablaufmessung)
- Art der vorhandenen Messeinrichtung
(Venturikanal, MID, Messwehr, usw.)
- Angaben über das vorhandene Messgerät
(Hersteller und Typ)
- Welche Durchflüsse treten auf?
(Trockenwetterminimum in der Nacht / Regenwettermaximum → Messbereich)
- Planunterlagen der Anlage und des Messbauwerks
- Informationen über den Übertragungsweg und die (lt. wasserrechtlichem Bescheid) maßgebliche Messwertregistrierungsstelle
(Analogsignal (0/4 – 20 mA], Impulssignal, digitales Bussystem)

In vielen Fällen ist eine Besichtigung der zu überprüfenden Einrichtung von Vorteil. Zudem besteht mittlerweile des Öfteren die Möglichkeit auf Unterlagen der Erstprüfung der Anlage zurück zugreifen.

Anhand der gesammelten Daten kann so ein Überprüfungskonzept entworfen werden. Im Rahmen des Überprüfungskonzepts wird ein Plan der durchzuführenden Tätigkeiten erarbeitet und die notwendigen Überprüfungsinstrumentarien werden zusammengestellt. Vor der Überprüfung sollte dieses Konzept mit dem für die Messeinrichtung zuständigen Personal abgeklärt werden. Die Absprache mit dem zuständigen Personal sollte vor allem bezüglich:

- der Zugänglichkeit der Messstelle,
- Sicherstellung stationärer Bedingungen
- der Zugänglichkeit des Orts der Vergleichmessung und
- sicherheitstechnischer Aspekte

erfolgen.

Auf diese Weise kann das Personal in eine Überprüfung eingebunden und die Transparenz und damit die Akzeptanz einer Überprüfung erhöht werden.

3. Ablauf einer Überprüfung

- **Allgemeine Beurteilung der Messstelle**

Durch Besichtigung der Messstelle kann eine erste Beurteilung der hydraulischen Randbedingungen erfolgen und Mängel in der Bauausführung werden erkannt.

Bsp.: Messung in Freispiegelgerinnen

- Strömungsverhältnisse im Zulaufgerinne
- Gefahr von Rückstau
- Algenbewuchs oder Ablagerungen
- Ist ein Wechselsprung vorhanden (Venturikanal)?
- ausreichend belüfteter Überfallstrahl (Messwehr)

Messung in geschlossenen Röhren:

- Lufteintrag
- Gefahr von Ablagerungen
- ausreichende Dükerung (bei Vollfüllungs-MIDs oder „Clamp-On“-Systemen)

Ein Gespräch mit dem zuständigen Personal kann mögliche Fehlerquellen bereits im Vorfeld aufdecken (Plausibilität der Messwerte).

- **Aufnahme der geometrischen Verhältnisse**

Durch Vermessung des Messbauwerks und Kontrolle der Einbaubedingungen (Abgleich mit DIN 19559, VDI-Richtlinie, ISO-Normen, Herstellerangaben, usw...) können Fehler in der Planung oder Bauausführung aufgedeckt werden.

Venturi:

- Länge der Einlauf- und Drosselstrecke
- Länge der Verziehung
- Breite im Zulauf und in der Engstelle
- Sohlverlauf
- Abstand der Wasserstandsmessung vom Beginn der Verziehung

MID:

- Länge der Vor- und Nachlaufstrecke
- Höhenverhältnisse (Voll-/Teilfüllung)
- Sicherstellung eines günstigen Geschwindigkeitsprofils

Der Einfluss von geometrischen Unzulänglichkeiten auf die Genauigkeit einer Messeinrichtung ist in den meisten Fällen jedoch nur schwer oder gar nicht schätzbar.

Sollten solche Mängel entdeckt werden muss auf jeden Fall eine Vergleichsmessung durchgeführt werden.

- **Kontrolle der Messwertübertragung und maßgebenden Messwertregistrierung**

Die wesentlichen Elemente der Messkette, vom Messwertaufnehmer zur maßgebenden Registrierungsstelle) müssen aufgenommen und dokumentiert werden.

Zur Überprüfung der Messkette vom Messwertumformer zur maßgebenden Registrierungsstelle kann an den Analogausgang des Messwertumformers mit einer Kalibrierquelle verschiedene definierte Stromsignale angelegt (sog. elektrische Simulation) werden.

- **Wasserstandssimulation**

Zur Kontrolle einer Ultraschall-Wasserstandsmessung kann eine Wasserstandssimulation durchgeführt werden. Hierfür wird eine horizontale, den Schall reflektierende Platte in verschiedenen Höhen unterhalb des Ultraschallsensors eingebracht und ihre Höhenlage bezüglich der Sohle der Engstelle mittels Nivellement bestimmt. Auf diese Weise können Parametrierungsfehler des Messwertumformers erkannt und die einprogrammierte Q/h-Beziehung kontrolliert werden.

- **Vergleichsmessung**

1. Jede Referenzmessung sollte qualitativ besser sein als die zu überprüfende Einrichtung (sonst kann die Vergleichsmessung nur als Plausibilitätsprüfung angesehen werden)!
2. Eine Beeinflussung der vorhandenen Messeinrichtung durch die Vergleichsmessung muss ausgeschlossen werden!
3. Die Einbaubedingungen für das verwendete Vergleichsmessverfahren müssen beachtet werden!

Das Vergleichsmessverfahren muss entsprechend den oben aufgeführten Grundsätzen und örtlichen Randbedingungen gewählt werden.

Mögliche Vergleichsmessverfahren:

- Mobiles MID
- Ultraschall-Laufzeitdifferenzen-Verfahren
- Ultraschall-Kreuzkorrelationsverfahren
- Flügelsonden (Ein-/Vielpunktmessung)
- Magnetisch-induktive Messsonden (Ein-/Vielpunktmessung)
- Messwehr
- Volumetrische Verfahren
- Tracer-/Verdünnungsmessung

Während der Vergleichsmessung sollten verschiedene Betriebszustände simuliert werden um einen möglichst großen Teil des vorhandenen Messbereichs abzudecken.

- **Dokumentation**

Die wesentlichen Bestandteile der Messeinrichtung, die Einbaubedingungen des Vergleichsmessgeräts sowie mögliche sichtbare Fehlerquellen sollten fotografisch dokumentiert werden.

4. Ergebnisse und Erfahrungen

Die Fehlerquellen lassen sich grob in drei Gruppen einteilen:

- Fehler in der Messwertverarbeitung, -übertragung und -registrierung
- Der Messbereich ist nicht an die tatsächlich vorhandenen Betriebsbedingungen angepasst
- Bauliche Fehler
 - Dimensionierungsfehler
 - Schlechte Bauausführung

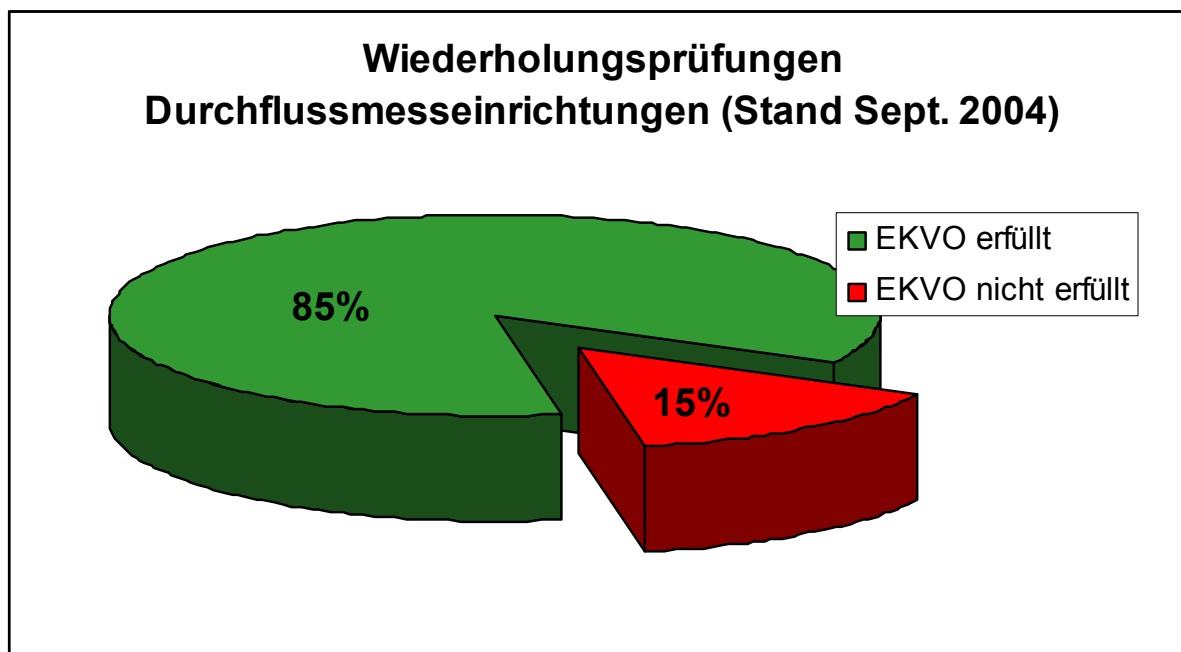
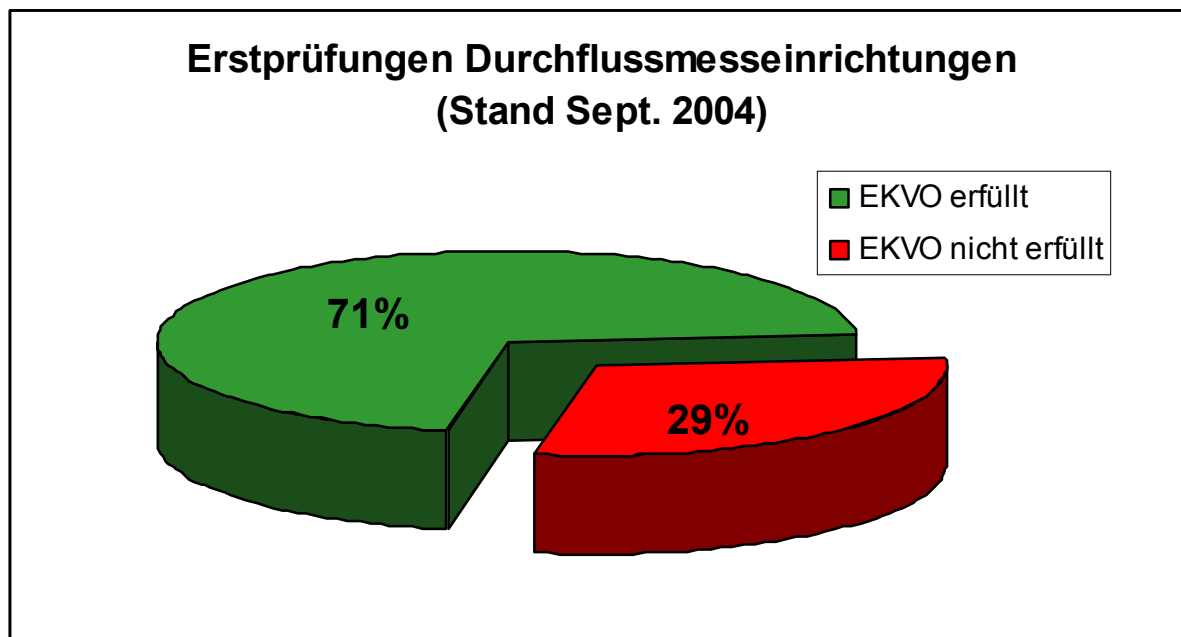
Bsp.: Venturikanäle

- Vorlaufstrecke zu kurz
- Rückstau in das Messbauwerk
- geneigte Sohle im Bereich der Engstelle
- Engstelle / Verziehung zu kurz
- Probennahme im Bereich der Engstelle
- fehlerhafte Höhenmessung
- schlechte Bauausführung (klaffende Fugen)

Bsp.: Magnetisch-induktive Messung

- Lufteintrag durch Absturz im Einlaufschacht
- Nullpunktfehler
- Vorlaufstrecke zu kurz
- Ablagerungen
- Dimensionierungsfehler (meist Überdimensioniert)
- keine ausreichende Dükerung

Ergebnisse der bisher überprüften Durchflussmessstellen (Stand Sept. 2004)

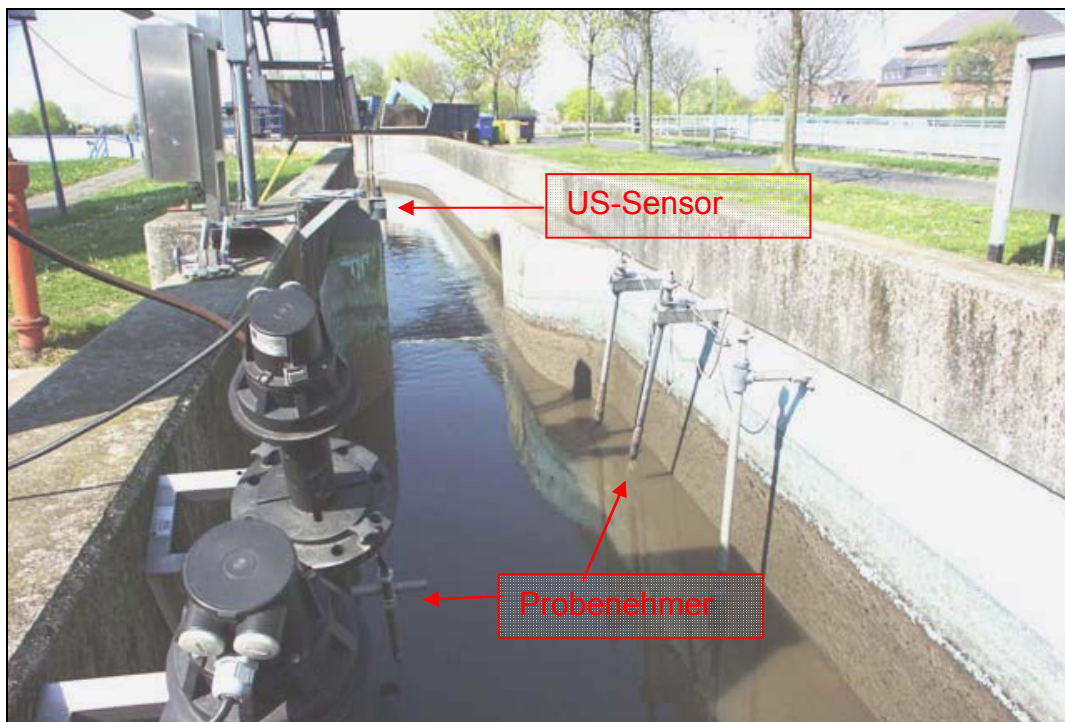


Beispiele für fehlerhafte Durchflussmessstellen:

Bsp. 1: Starker Algenbewuchs in der kompletten Venturirinne. Die Einengung des Fließquerschnitts und die veränderte Rauigkeit führen zu falschen Durchflusswerten.

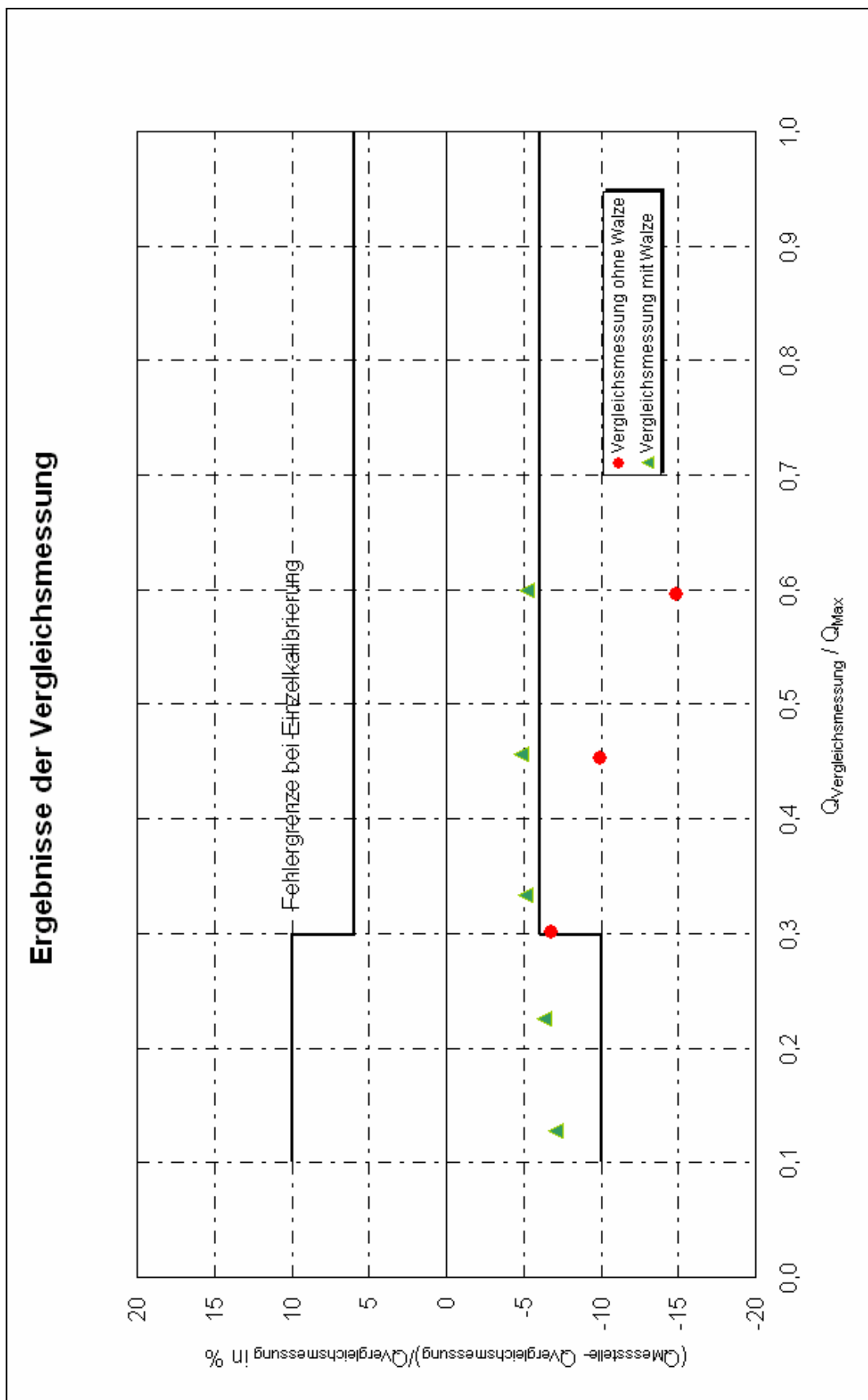


Bsp. 2: Probenehmer im Zulaufgerinne. Die unmittelbar vor der US-Sonde angeordneten Probenehmer beeinflussen die Wasserstandsmessung.

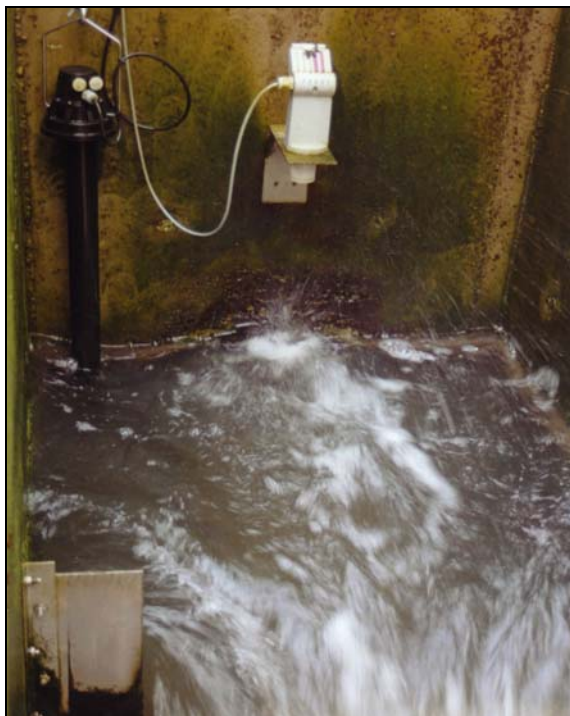


Bsp. 3: Venturikanal (Pollux-Fertigbauteil) im Ablauf einer Industrieanlage. Durch verschiedene Prozessabwässer kann es zu mehr oder weniger starker Schaumbildung kommen. Die Verwendung der Walze ist daher notwendig. Der positive Effekt auf die Messgenauigkeit wird auch in der dazugehörigen Grafik (nächste Seite) deutlich.





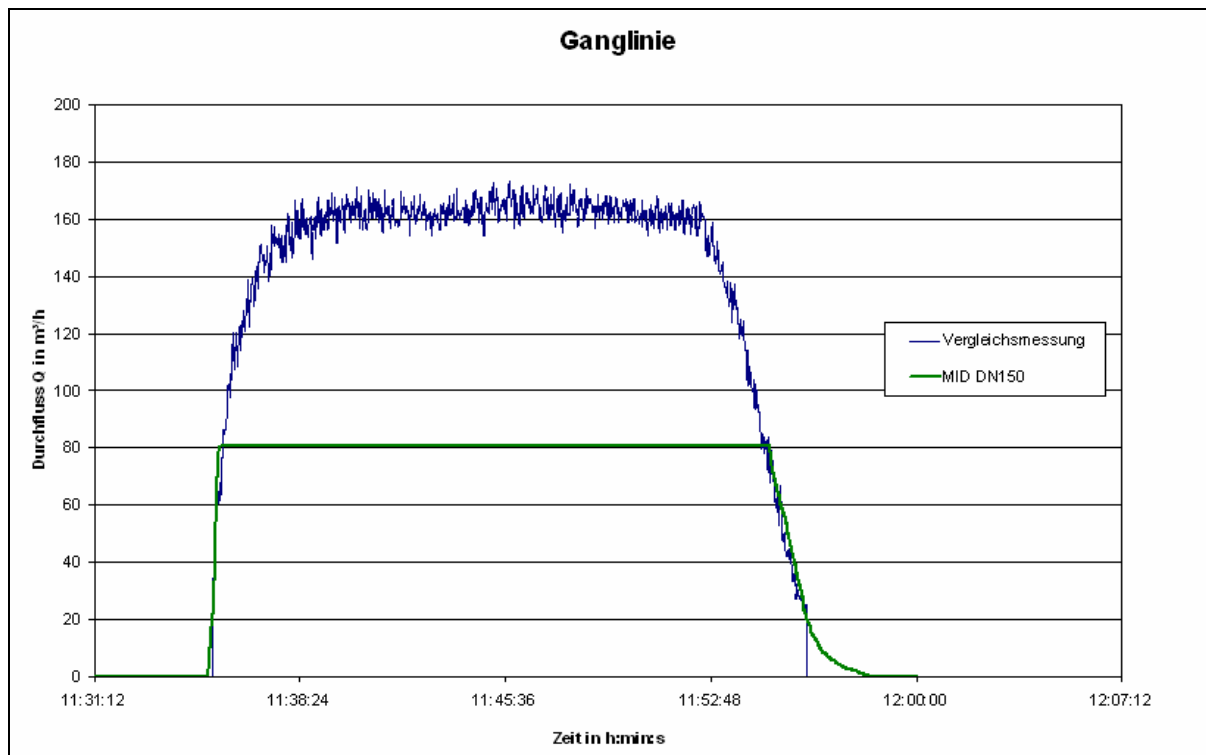
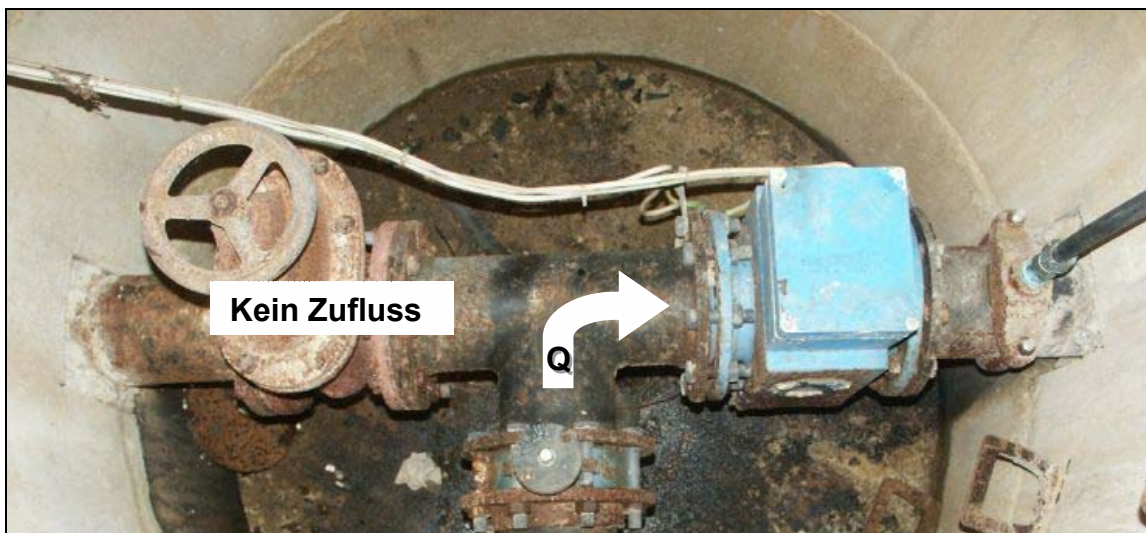
Bsp. 4: Messwehr im Ablauf einer Kläranlage. Nach dem Umbau des Nachklärbeckens musste aus hydraulischen Gründen die Wehrkante des Messwehrs erhöht werden. Im Bild oben links ist erkennbar, dass die Erhöhung der Wehrkante eine Beeinträchtigung der Wasserstandsmessung durch Lufteintrag aus dem Zulaufrohr bedeutete. Zudem sind die nachträglich aufgesetzten Bleche (Bild oben rechts) nicht entsprechend den allgemeinen Anforderungen ausgeführt. Um dem negativen Effekt des Lufteintrags entgegenzuwirken wurde vom Kläranlagenpersonal ein Blechkasten über dem Auslaufrohr angebracht. Erst durch den Einbau eines komplett neuen Wehrs konnten ausreichend genaue Messwerte erzielt werden (Bild unten rechts).



Bsp. 5: MID DN150 im Auslauf einer Brauerei.

Bild: Durch das T-Stück unmittelbar vor dem MID ist die Sicherstellung eines „günstigen Geschwindigkeitsprofils“ nicht möglich (geforderte Vorlaufstrecke = 0,60 m > vorhandene Vorlaufstrecke = 0,2 m).

Grafik: Anhand der Ganglinie wird deutlich, dass der Messbereich nicht an die tatsächlich auftretenden Durchflüsse angepasst ist.



5. Literatur

Bo s, M.G.: *“Discharge measurement structures”*, International Institute for Land Reclamation and Improvement/ILRI, Wageningen (NL), 1978

DIN 19559: *„Durchflussmessung von Abwasser in offenen gerinnen und Freispiegelleitungen“*, Teil 1: Allgemeine Angaben, Teil 2: Venturi-Kanäle, Beuth Verlag, Berlin 1983

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Merkblatt: *„Durchflussmeseinrichtungen und Drosselorgane in Abwasseranlagen“*, Oktober 2001

Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Technische Universität Darmstadt: *„Untersuchungen über Abwasserdurchflussmessungen und deren Überprüfung und Überwachung auf Kläranlagen und an Abwasserkanälen im Land Hessen“*, Darmstadt 1986.

ISO 4359: *„Liquid flow measurement in open channels – Rectangular, trapezoidal and U-shaped flumes”*, International Organisation for Standardization, 1983

Krekel, Dallwig: *“Erfahrungen bei der Überprüfung von Durchflussmeseinrichtungen auf Kläranlagen in Hessen”*; Wasser und Boden 4/98

VDE/VDI 2641: *„Magnetisch-induktive Durchflussmessung“*, VDE/VDI Richtlinie 2641, 1985