

Auf einen Blick ...

Titel:	Merkblatt Nr. 4.7/3: Kontrolle von Durchflussmeseinrichtungen in Abwasseranlagen
Themenbereiche:	Abwasser
Stand:	Januar 2025
Redaktion:	LfU, Referat 65
Herausgeber:	Bayerisches Landesamt für Umwelt
Ausgabe:	Aktualisierte Neuauflage von Merkblatt Nr. 4.7/3 (Stand: November 2016)
Shop-Link:	Hier klicken!

Für wen die Publikation interessant ist

Privat Sachverständiger der Wasserwirtschaft (PSW), Betreiber Abwasserbehandlungsanlagen, Wasserwirtschaftsämter, Planer von Abwasserbehandlungsanlagen

Warum sie relevant ist

- Einheitliche Umsetzung gesetzlicher Vorgaben zur Eigenüberwachung von Durchflussmeseinrichtungen
- Informationen für Anlagenbetreiber zum installierten oder zu installierendem Durchflussmessgerät sowie dessen ordnungsgemäßen Betrieb
- Vorgaben zur technischen Bewertung der Durchflussmeseinrichtung
- Vorgaben zur Qualität der Durchführung einer Kontrollmessung und Empfehlungen zur einheitlichen fachlichen Bewertung einer Durchflussmeseinrichtung

Was neu ist

- Inhaltliche und redaktionelle Überarbeitung
- Einführung des Kapitels Zuständigkeiten in Bayern
- Aufnahme neuer Verfahren zur Durchflussmessung
- Änderung der Definition von Q_{Anlage}
- Komplette Überarbeitung des Kapitels 8 zur Qualität der Kontrollmessung durch den Privaten Sachverständigen der Wasserwirtschaft Anerkennungsbereich Eigenüberwachung/Durchflussmessung ($PSW_{Durchfluss}$)



Merkblatt Nr. 4.7/3

Stand: 01/2025

Ansprechpartner: Referat 65

Kontrolle von Durchflussmesseinrichtungen in Abwasseranlagen

Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungsbereich	2
2	Einleitung und Zielsetzung	2
3	Rechtliche Grundlagen	2
4	Zuständigkeiten in Bayern	3
5	Messgenauigkeit und zulässige Fehlergrenzen	3
5.1	Messgenauigkeit	3
5.2	Zulässige Abweichungen	4
6	Hinweise zur Planung und Kontrolle nach Bau/Umbau	5
6.1	Örtliche Gegebenheiten/ Infrastruktur	5
6.2	Planung	5
6.3	Anforderungen an die Durchflussmessung	6
6.4	Kontrolle nach Bau und Umbau	6
7	Kontrollen durch den Betreiber	6
7.1	Grundlegende Erfordernisse	7
7.2	Regelmäßige Wartung und Funktionskontrolle	7
7.3	Hinweise zur jährlichen Überprüfung	7
7.4	Dokumentation	9
8	Kontrolle durch PSWDurchfluss	9
8.1	Allgemeine Information	9
8.2	Technische Bewertung der Durchflussmesseinrichtung	9
8.3	Anforderungen an die Kontrollmessgeräte	9
8.4	Anforderungen an die Durchführung und Auswertung der Kontrollmessung	10
8.5	Prüfbericht	11
9	Literatur	12
10	Anhang	13

1 Anwendungsbereich

Das Merkblatt bezieht sich auf Durchflussmesseinrichtungen in kommunalen Kläranlagen und in industriellen/gewerblichen Abwasserbehandlungsanlagen bzw. Abwassereinleitungen und konkretisiert die Vorgaben zur Eigenüberwachung. Es gilt nicht für Durchflussmesseinrichtungen im Kanalnetz und in Entlastungsanlagen.

2 Einleitung und Zielsetzung

Jährlich werden in Bayern rund drei Milliarden Kubikmeter Wasser durch menschlichen Gebrauch in seinen Eigenschaften verändert. Neben häuslichem Abwasser (rund 1,7 Mrd. m³) und Abwasser aus Produktionsprozessen der Industrie kann dies auch Kühlwasser sein. Die genaue Kenntnis dieser Abwassermenge ist aus wasserwirtschaftlicher, technischer und betriebswirtschaftlicher Sicht von hoher Bedeutung. Unter anderem ist die Berechnung der Abwasserabgabe abhängig von den Messungen der Abwassermenge. Auf den Kläranlagen werden die Probenentnahmegерäte vom Messsignal des Durchflussmessgeräts angesteuert. Misst die Durchflussmesseinrichtung in einem bestimmten Messbereich nicht korrekt, so ist auch die Abwasserprobe nicht repräsentativ. Außerdem werden die Abwassermengen für Berechnungen von Stoffeinträgen in die Gewässer verwendet.

Die Abwassermenge ist vom Betreiber der Abwasseranlage festzustellen. Die zugehörigen rechtlichen Vorgaben sind im Wasserrechtsbescheid geregelt. Außerdem sind die rechtlichen Anforderungen an die Eigenüberwachung zu beachten.

Langjährige Erfahrungen der Anlagenüberwachung haben gezeigt, dass die Messungen teilweise fehlerhaft sein können. Dies ist sowohl für den Betreiber als auch für die Wasserwirtschaftsverwaltung nicht tragbar. Das Merkblatt hat daher folgende Zielsetzungen:

- Informationen für Anlagenbetreiber zum installierten oder zu installierendem Durchflussmessgerät
- Empfehlungen für Anlagenbetreiber zum ordnungsgemäßen Betrieb und zum Erfüllen der rechtlichen Vorgaben
- Vorgaben zur einheitlichen Durchführung einer Kontrollmessung und Empfehlungen zur fachlichen Bewertung einer Durchflussmesseinrichtung

3 Rechtliche Grundlagen

Nach § 57 WHG muss zum Einleiten von Abwasser in ein Gewässer von den zuständigen Behörden eine Erlaubnis erteilt werden. Erfolgt die Einleitung in eine öffentliche Abwasseranlage (Indirekteinleiter), so ist nach § 58 WHG entweder eine Genehmigung der zuständigen Behörde oder vom Betreiber der öffentlichen Abwasseranlagen erforderlich.

Die zulässige Abwassermenge wird von der Kreisverwaltungsbehörde in einen Wasserrechtsbescheid festgesetzt (Anforderungswert).

Mit den Durchflussmesseinrichtungen können die Anlagenbetreiber die Einhaltung der Anforderungswerte für den Volumenstrom überwachen. Außerdem können Jahresabflusswerte bestimmt werden, die beispielsweise zur Berechnung der Abwasserabgabe zu Grunde zu legen sind (Jahresschmutzwassermenge).

Gemäß den rechtlichen Anforderungen an die Eigenüberwachung wird geregelt, welche Abwasseranlagen mit einer kontinuierlich messenden Durchflussmesseinrichtung auszustatten sind. Ebenfalls wird geregelt, dass die Einrichtung mindestens jährlich durch den Betreiber kontrolliert werden muss und für jede fünfte Kontrollmessung ein Dritter vom Betreiber zu beauftragen ist. In der aktuellen EÜV1995 sind Dritte ein PSW_{Durchfluss} oder die Herstellerfirma, im Folgenden zusammenfassend PSW_{Durchfluss} genannt. Aus diesem Grund soll das vorliegende Merkblatt Qualitätsanforderungen an die Kontrolle der Durchflussmessung beschreiben.

4 Zuständigkeiten in Bayern

Im Folgenden werden die Zuständigkeiten des Betreibers, des PSW_{Durchfluss} und des Privaten Sachverständigen der Wasserwirtschaft im Anerkennungsbereich Technische Gewässeraufsicht Abwasseranlagen (PSW_{tGewA}) erläutert:

- Das jährliche Prüfprotokoll zur Durchflussmesseinrichtung erstellt der Betreiber und übermittelt es mit dem Jahresbericht der Abwasserbehandlungsanlage an das Wasserwirtschaftsamt.
- Für die 5-jährliche Kontrollmessung beauftragt der Betreiber einen PSW_{Durchfluss}. Der PSW_{Durchfluss} händigt den Prüfbericht dem Betreiber aus. Der Betreiber übermittelt den Prüfbericht der Kontrollmessung mit dem Jahresbericht der Abwasserbehandlungsanlage dem Wasserwirtschaftsamt.
- Die im jährlichen Prüfprotokoll und im Prüfbericht der Kontrollmessung festgestellten Mängel und deren Behebung werden vom WWA bzw. PSW_{tGewA} bei der amtlichen Überwachung in Augenschein genommen. Stichprobenhaft wird von WWA bzw. PSW_{tGewA} auch weiterhin geprüft, ob die Wartungsarbeiten des Betreibers tatsächlich durchgeführt wurden.
- Werden im Rahmen der Kontrollmessung Messabweichungen über der zulässigen Grenze festgestellt, ist der Prüfbericht **unverzüglich** durch den PSW_{Durchfluss} an das zuständige Wasserwirtschaftsamt zu übermitteln.
Bei Überschreitung der zulässigen Abweichung ist die Messstelle auf Veranlassung durch das zuständige WWA vom Betreiber zu ertüchtigen. Dazu kann der PSW_{Durchfluss} Empfehlungen im Prüfbericht aussprechen. Eine Fehlersuche ist nicht Bestandteil der Kontrollmessung. Sie ist in einem eigenen Auftrag abzuwickeln.

5 Messgenauigkeit und zulässige Fehlergrenzen

In diesem Kapitel wird das Thema Messgenauigkeit kurz erläutert, um anschließend zulässige Fehlergrenzen zu formulieren. Diese sind insbesondere für eine einheitliche Bewertung von Durchflussmeseinrichtungen erforderlich.

5.1 Messgenauigkeit

Das Thema Messgenauigkeit wird im Merkblatt DWA-M 181 ausführlich behandelt. Wichtige Begrifflichkeiten und Erkenntnisse daraus werden im Folgenden kurz zusammengefasst.

Messergebnis

- entspricht einer Annäherung an den „wahren Wert“
- besteht immer aus dem gemessenen „Näherungswert“ und der zugehörigen Messunsicherheit

Grobe Fehler

- nicht tolerierbare große Abweichung zwischen Messwert und als wahr angenommenem Wert
- entstehen durch menschliche Fehler oder Fehlfunktion/Defekt der Messeinrichtung
- erfordern eine Ursachenklärung
- Messwert muss als unbrauchbar eliminiert werden

Messabweichung

- Abweichung zwischen Messwert und als wahr angenommenem Wert
- wird unterschieden in zufällige und systematische Abweichung
 - Zufällig: kann nicht vermieden oder ausgeglichen, aber durch häufigeres Messen und Mittelwertbildung verringert werden
 - Systematisch:
 - Einflüsse müssen erkannt und minimiert werden
 - das Messergebnis muss um die erkannten und unvermeidlichen Einflüsse korrigiert werden

Messfehler

- nicht korrigierte systematische Messabweichungen sowie Abweichungen, die Fehlergrenzen überschreiten
- die Begriffe „Messfehler“ und „Messabweichung“ dürfen nicht miteinander verwechselt werden

Messunsicherheit

- ergibt sich aus zufälligen Einflüssen und unerkannten oder nicht vollständig korrigierten systematischen Messabweichungen

Fehlergrenzen (Garantiefehlergrenzen)

Garantiefehlergrenzen sind Angaben des Herstellers, die sich auf Messungen an Prüfständen unter Nennbedingungen beziehen.

Fehlergrenzen unter Betriebsbedingungen (Verkehrsfehler)

Verkehrsfehler beschreiben die bei Betriebsbedingungen zusätzlich auftretenden Messfehler. Diese Messfehler entstehen zum Beispiel aufgrund der Beschaffenheit des Messmediums Abwasser in seiner unterschiedlichen Zusammensetzung, oder auch infolge der Einbaubedingungen der Messgeräte.

Angabe von Messabweichungen

Messabweichungen können im gesamten Messbereich unterschiedliche Werte annehmen.

Dieser wird wie folgt berechnet:

$$\text{Abweichung (\%)} = (\text{Messwert} - \text{Prüfwert}) / \text{Prüfwert} \times 100$$

5.2 Zulässige Abweichungen

Im Folgenden werden unter Berücksichtigung der Praxiserfahrungen und der wasserwirtschaftlichen Notwendigkeit für Bayern einheitliche zulässige Abweichungen für alle Messeinrichtungen unter Betriebsbedingungen formuliert. Dies schafft insbesondere im Hinblick auf die nach den rechtlichen Anforderungen an die Eigenüberwachung jährliche Kontrollmessung (Betreiber) und die alle fünf Jahre durchzuführende Kontrollmessung durch einen $PSW_{\text{Durchfluss}}$ eine gute Beurteilungsgrundlage.

Folgende Fehlergrenzen sind von allen Messgeräten in allen Messbereichen ab $0,1 \cdot Q_{\text{Anlage}}$ stets einzuhalten. Dabei sind die tatsächlich vorkommenden Abflüsse in die Bewertung mit aufzunehmen. Q_{Anlage} ist hierbei der maximal genehmigte Abwasservolumenstrom der Anlage, der im aktuellen Bescheid definiert ist. Der Nachweis erfolgt über die Kontrollmessung nach den rechtlichen Anforderungen an die Eigenüberwachung. Die Anforderungen an die Kontrollmessung werden in Kapitel 6 beschrieben.

Zulässige Abweichung bei Durchflüssen im Prüfbereich von +/- **10 %**

6 Hinweise zur Planung und Kontrolle nach Bau/Umbau

Die Wahl eines geeigneten Messverfahrens, der richtige Einbau und die Einhaltung der Betriebsvorschrift sind Voraussetzungen für genaue Messergebnisse. Es wird auf das Merkblatt DWA-M 181 verwiesen. Ergänzend hierzu muss bereits bei der Planung die Möglichkeit zum Einbau einer Kontrollmessung beachtet werden. Für die technische Ausführung wird die frühzeitige Einbindung eines PSW_{Durchfluss} in die Planung dringend empfohlen.

Das Betriebspersonal soll in jeder Phase bis zur Inbetriebnahme eingebunden und eingewiesen werden. Eine Einweisung und Unterrichtung in Funktionsweise, Betrieb und Bedienung der Anlage ist sicherzustellen.

6.1 Örtliche Gegebenheiten/ Infrastruktur

Welche Messsysteme geeignet sind und wie Kontrollen dieser Durchflussmesseinrichtungen durchgeführt werden können, hängt von den örtlichen Gegebenheiten ab. Die folgenden Punkte müssen in die Überlegungen einfließen:

- Wird die Messeinrichtung in einem explosionsgefährdeten Bereich eingesetzt?
- Soll die Messeinrichtung in einem geschlossenen oder offenen Gerinne betrieben werden?
- Verfügt die Abwasseranlage über einen Stromanschluss?
- Kann zur Datenübertragung ein Telefonanschluss oder Mobilfunknetz genutzt werden oder kann die Anlage ins Prozessleitsystem integriert werden?
- Sind mit den Messdaten der Anlage weitere betriebstechnische Steuerungen durchzuführen?

Bauliche Randbedingungen zu den jeweiligen Messmethoden werden im Anhang 3 beschrieben.

In Bayern gibt es in ländlichen Gebieten eine Reihe naturnaher Abwasseranlagen, die ohne Strom betrieben werden. Die moderne und kontinuierliche Messung von Abwasservolumenströmen und die digitale Speicherung der Messdaten erfordern jedoch eine Stromquelle. Es ist mittlerweile Standard, dass diese Messgeräte sowohl mittels Photovoltaik als auch mit lang haltbaren Akkus mit vertretbaren Kosten betrieben werden können.

6.2 Planung

Die Einbeziehung eines Experten für Mess- und Regeltechnik bei der Planung hat sich in vielen Fällen bewährt.

Planerische Anforderungen im Hinblick auf Kontrollmessungen

Bereits bei der Planung neuer Durchflussmesseinrichtungen muss die Möglichkeit einer geeigneten unabhängigen Kontrollmessung berücksichtigt werden. Die frühzeitige Einbindung eines externen Prüfers, z. B. Privater Sachverständiger der Wasserwirtschaft (PSW_{Durchfluss}), wird dringend empfohlen.

Befindet sich die Messeinrichtung in einem Schacht sind groß bemessene Einstiegs- und Lüftungsöffnungen mit leicht handhabbaren Abdeckungen vorzusehen.

Generell muss die Möglichkeit bestehen, die Messeinrichtung zu Wartungszwecken oder zur Nullpunkt-Überprüfung absperrbar zu machen sowie mittels Absperrorgane verschiedene Messbereiche simulieren zu können. Ein sinnvolles Konzept für den Antrieb von Absperrorganen erleichtert bei geringen Kosten die Bedienung. Vor allem für geschlossene Gerinne sollte auf den Einbau einer Bypassleitung geachtet werden.

6.3 Anforderungen an die Durchflussmessung

Messbereich

Messgeräte sind so auszulegen, dass diese den Bescheidswert für den maximal genehmigten Abwasservolumenstrom sowie den zu erwartenden Trockenwetterabfluss zuverlässig mit ausreichender Genauigkeit messen können.

Messturnus

Um Abflussschwankungen ausreichend genau erfassen zu können, muss das Messgerät kontinuierlich mindestens einen Messwert pro Minute messen. Es kann auch ausnahmsweise ein größeres Zeitintervall bei gleichbleibendem Abfluss zugelassen werden wie z. B. bei Anlagen ohne Stromanschluss (Akkubetrieb). Die Dauer von 15 Minuten eines Messintervalls darf jedoch nicht überschritten und muss anlagenspezifisch festgelegt werden.

Messdaten

Das Messgerät muss in der Lage sein, die im Wasserrechtsbescheid festgelegten Anforderungswerte zu erfüllen und die gemessenen Daten zu speichern. Messwerte müssen an einem fortlaufenden Summenzähler (m^3) und an einer Momentanwertanzeige (in l/s oder m^3/h) abzulesen sein. Werden die Daten in einem Prozessleitsystem verarbeitet, muss die Möglichkeit vorhanden sein, die Daten zu exportieren, um einen Ganglinienverlauf einer Prüfung darstellen zu können. Diese sollten in zeitlich hoher Auflösung (z.B. Intervallen ab 1 min Werten) zur Verfügung stehen. Weiter muss eine statistische Auswertung der Häufigkeit von Abflüssen vorhanden sein. Die Datenbasis muss fortlaufend mindestens 12 Monate rückwirkend Abflusswerte darstellen.

Die Abwasserdurchflüsse müssen entsprechend den rechtlichen Anforderungen an die Eigenüberwachung im Betriebstagebuch dokumentiert werden. Es muss eine sichere Erfassung der Messdaten und der Messdatenübertragung zur Ermittlung der Abflussmenge gegeben sein.

Hinweise zur Messdatenermittlung der Anlage für PSW_{tGewA} :

Bei einem Anforderungswert mit der Einheit m^3/h ist es nicht korrekt, aus dem aktuell gemessenen l/s -Wert auf das Stundenmittel hochzurechnen. Bei einem minütlichen Messintervall sind daher die vergangenen 60 Messwerte zu betrachten und über eine Integral Funktion der tatsächliche Abfluss zu errechnen. Mit jedem neuen Messwert wird die Berechnung erneut durchgeführt.

6.4 Kontrolle nach Bau und Umbau

Unmittelbar nach der Inbetriebnahme der neu eingebauten oder umgebauten Durchflussmesseinrichtung muss diese durch eine Kontrollmessung durch den $PSW_{Durchfluss}$ nach den Vorgaben dieses Merkblatts überprüft werden. Bei Überschreitung der zulässigen Fehlergrenzen nach Kapitel 5.2 ist die Abnahme zu verweigern. Die Ursache für die fehlerhafte Messung ist zu ergründen und zu beseitigen. Nach der Beseitigung ist innerhalb von drei Monaten eine weitere Kontrollmessung durchzuführen. Der Prüfbericht ist gemäß EÜV dem Jahresbericht beizufügen und an das Wasserwirtschaftsamt zu übersenden.

7 Kontrollen durch den Betreiber

Gemäß EÜV muss jährlich durch den Betreiber eines kontinuierlich messenden Durchflussmessgeräts eine Kontrollmessung erfolgen.

Bei der jährlichen Kontrolle ist es daher ausreichend, wenn der Betreiber nachweist, dass er mindestens die nachfolgend aufgeführten grundlegenden Erfordernisse erfüllt sowie die regelmäßige Wartung und die Funktionskontrollen der Messeinrichtung durchführt. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren (Anhang 2).

7.1 Grundlegende Erfordernisse

Datenblatt Durchflussmessung

Die Kenntnis über das eingesetzte Messverfahren ist die wesentliche Voraussetzung für alle Wartungs- und Prüfschritte. Auch im Hinblick auf die nach den rechtlichen Anforderungen an die Eigenüberwachung geforderte 5-jährliche Kontrollmessung ist es sehr hilfreich, wenn die Messeinrichtung mit den wesentlichen Informationen beschrieben werden kann.

Anhang 1 enthält ein Muster-Datenblatt zur Beschreibung einer Durchflussmesseinrichtung. Das ausgefüllte Datenblatt bzw. die zugehörigen Informationen sind beim Betreiber aufzubewahren.

Aktuelle Unterlagen Durchflussmesseinrichtung

Für die Kontrollmaßnahmen an Durchflussmesseinrichtungen sollen unter anderem vorhanden sein:

- Bedienungsanleitung des Geräteherstellers
- Bauwerkszeichnungen mit Höhenangaben und Vermessungen
- Schaltpläne
- Parametereinstellungen und Kennlinien von Geräten und Messeinrichtungen
- Ergebnisse durchgeführter Kalibrierungen
- Wartungs- und Inspektionspläne
- Letzter Prüfbericht des $PSW_{\text{Durchfluss}}$
- Protokolle der jährlichen Prüfung

7.2 Regelmäßige Wartung und Funktionskontrolle

Jede Durchflussmesseinrichtung muss durch das Betriebspersonal regelmäßig gewartet und auf ihre Funktionalität überprüft und gereinigt werden (siehe auch Datenblatt in Anhang 2).

Es wird empfohlen, die erforderlichen Wartungsarbeiten und Funktionskontrollen in einer Checkliste zusammenzustellen und die durchgeführten Arbeiten zu dokumentieren.

Messgeräte sind gemäß den rechtlichen Anforderungen an die Eigenüberwachung arbeitstäglich für Kläranlagen kleiner 5000 EW (Ausbaugröße) und täglich für Kläranlagen ab 5000 EW (Ausbaugröße) zu kontrollieren. Es wird empfohlen, so vorzugehen:

- Allgemeine Sichtkontrolle der Messstelle (bei Bedarf sofortige Reinigung der Messstrecke)
- Allgemeine Kontrolle der Messdatenerfassung und ggf. der Datenübertragung (z. B. Ausfall der Messdatenaufzeichnung)
- Bewertung der Plausibilität der Messdaten (anormale Werte, Ausreißer, Grenzwertüberschreitungen, längeres Messen außerhalb der Anwendungsgrenzen, etc.)
- Überprüfung der Datums- und Zeitangaben
- Kontrolle der Energieversorgung (z. B. Akku-Ladezustand)
- ggf. Dokumentation von Feststellungen und durchgeführten Wartungsarbeiten

7.3 Hinweise zur jährlichen Überprüfung

Neben den regelmäßig durchzuführenden Wartungsarbeiten und Funktionskontrollen ist einmal jährlich gemäß EÜV eine „Kontrollmessung“ durch den Betreiber der Anlage durchzuführen.

Für die in diesem Merkblatt genannten Messmethoden werden im Anhang 2 Muster-Prüfprotokolle angeboten.

Die Prüfprotokolle müssen enthalten:

- Beschreibung der Messeinrichtung (z. B. mit dem Datenblatt im Anhang 1)
- durchgeführte Betriebs- und Funktionskontrollen: Dokumentation der Vorgehensweise (Reinigungsarbeiten)
- Ergebnisse der Funktionskontrollen
- Verkaufte Trinkwassermenge und Wassermenge relevanter Abwassererzeuger, die kein Trinkwasser verwenden
- Vergleich der Abflussmenge mit Vorjahren
- eingeleitete oder einzuleitende weitere Schritte zur Mängelbehebung (falls zutreffend)
- ergriffene Maßnahmen zur Behebung der bei der Kontrollmessung festgestellten Mängel (falls zutreffend)
- Datum, Name und Unterschrift des verantwortlichen Betriebsleiters

Hinweise für Messwehr und Venturi-Kanal

Die Messgröße ist der Wasserstand. Aus diesem Grund ist bei der jährlichen Funktionskontrolle insbesondere die Messeinrichtung für den Wasserstand genauer zu betrachten.

Die Überprüfung muss beinhalten:

1. Nullpunktmessung: Der Abwasserabfluss ist kurzzeitig abzusperren. Das Messgerät darf dementsprechend keinen Abfluss anzeigen. Das Ergebnis ist zu dokumentieren. Eine Veränderung der Einstellungen des Messgeräts darf nur in Absprache mit dem PSW_{Durchfluss} bzw. dem Gerätehersteller erfolgen.
2. Simulation des Wasserstandes (kann bei Wehrmessungen nur bedingt möglich sein): Zum Beispiel können handelsübliche Kunststoffbehälter bekannter Höhe unter das Wasserstandsmessgerät gestellt werden. Die Messung muss die entsprechende Höhe anzeigen. Für den Fall, dass die installierte Messung den Höhenstand nicht anzeigt, muss dieser unter Zuhilfenahme einer vorhandenen Q/h Kennlinie geprüft werden. Es sind mindestens zwei verschiedene Wasserstandsmessungen durchzuführen.
3. Die tatsächliche Wasserstandshöhe ist mittels Meterstab (siehe Hinweise auf Prüfprotokoll) zu überprüfen und dem vom Messgerät aufgezeichneten Wert (Q/h Kennlinie) gegenüberzustellen.

Die weiteren Hinweise zur jährlichen Überprüfung können dem Prüfprotokoll in Anhang 2 entnommen werden.

Hinweise zum MID

Die Überprüfung muss beinhalten:

1. Nullpunktmessung: Der Abwasserabfluss ist kurzzeitig abzusperren. Das Messgerät darf dementsprechend keinen Abfluss anzeigen.
2. Es kann eine Simulation mit extern zugeführtem Wasser durchgeführt werden. Es können weitere Plausibilitätsprüfungen wie z. B. der Vergleich von Zu- und Ablaufmengen sowie die Prüfung der Jahresabwassermengen durchgeführt werden. Auffälligkeiten sind hierbei zu notieren.

Die weiteren Hinweise zur jährlichen Überprüfung können dem Prüfprotokoll in Anhang 2 entnommen werden.

Hinweise zu kombinierten Fließgeschwindigkeit-/ Wasserstandsmessverfahren (Ultraschall-Doppler und Radar-Doppler)

1. Nullpunktmessung: Der Abwasserabfluss ist kurzzeitig abzusperren. Das Messgerät darf dementsprechend keinen Abfluss anzeigen.
2. Prüfung des Wasserstands. Durchführung nach Vorgaben der Herstellerfirma oder in Absprache mit dem PSW_{Durchfluss}.

7.4 Dokumentation

Die Prüfprotokolle sind aufzubewahren und dem Jahresbericht gemäß den rechtlichen Anforderungen an die Eigenüberwachung beizufügen.

8 Kontrolle durch PSW_{Durchfluss}

8.1 Allgemeine Information

Gemäß den rechtlichen Anforderungen an die Eigenüberwachung muss der Betreiber von Abwasseranlagen seine Durchflussmesseinrichtung im 5-jährlichem Turnus mit einer Kontrollmessung durch den privaten Sachverständigen in der Wasserwirtschaft (PSW_{Durchfluss}) überprüfen lassen. Nach aktueller EÜV₁₉₉₅ ist auch die Herstellerfirma dazu berechtigt.

Die Kontrollmessung erfordert die Überprüfung des eingebauten Messgeräts durch ein geeignetes zweites unabhängig messendes Messgerät. Eine reine elektronische Funktionsüberprüfung des eingebauten Messgerätes ist daher nicht ausreichend.

Im Folgenden werden Mindestanforderungen an die Kontrollmessung formuliert. Die Leistungsbeschreibung ist darauf auszurichten.

8.2 Technische Bewertung der Durchflussmesseinrichtung

Voraussetzungen für eine zuverlässige und sichere Durchflussmessung sind der fachgerechte Bau der Messstelle, die Einhaltung der hydraulisch erforderlichen Randbedingungen, die korrekte Installation der Messtechnik sowie der ordnungsgemäße Betrieb der Gesamtanlage. Werden diese nicht erfüllt, können systematische Messabweichungen auftreten, die bereits im Vorfeld der Kontrollmessung durch den PSW_{Durchfluss} auf Einschränkungen in der Messgenauigkeit hinweisen.

Begleitend zur Kontrollmessung ist daher die Messstelle bautechnisch, hydraulisch und messtechnisch unter Berücksichtigung des jeweiligen Messverfahrens zu bewerten. Dabei ist nicht nur die eigentliche Messtechnik, sondern die komplette Messkette vom Sensor bis zur Ausgabe der Messwerte im Betriebstagebuch zu betrachten.

Mängel, die bei der o.g. Beurteilung festgestellt werden, müssen nicht zwangsläufig behoben werden, wenn der Nachweis der Messgenauigkeit der Durchflussmessung innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen durch die Prüfung mit Kontrollmessung des PSW_{Durchfluss} festgestellt wird.

8.3 Anforderungen an die Kontrollmessgeräte

Folgende Mindestanforderungen werden an die Kontrollmessgeräte gestellt:

- Die Kontrollmessgeräte sollten bezogen auf die Abweichung vom Messwert Q gegenüber dem zu überprüfendem Messgerät hinsichtlich ihrer technischen Spezifikationen gleichwertig bzw. besser sein (siehe auch Merkblatt DWA-M 181). Die Abweichungen müssen begründet sein.
- Die Funktion der Kontrollmessgeräte ist vor dem Prüfeinsatz sicherzustellen. Es ist zu gewährleisten, dass die vom Hersteller angegebenen Messgenauigkeit für das Kontrollmessgerät unter

Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten sowie der Anwendungsgrenzen beim Prüfeinsatz eingehalten werden.

- Zur Qualitätssicherung der Kontrollmessung sind regelmäßige Maßnahmen, wie z.B. technische Prüfungen gemäß Herstellervorgaben, Verifizierungsmessungen oder Laborkalibrierungen der Kontrollmessgeräte durchzuführen. Die Maßnahmen hierzu sind entsprechend im Prüfprotokoll zu dokumentieren.

8.4 Anforderungen an die Durchführung und Auswertung der Kontrollmessung

Die grundsätzliche Anforderung an die Kontrollmessung besteht darin, den ordnungsgemäßen Betrieb der zu prüfenden Durchflussmessung innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen nachzuweisen.

Der Prüfbereich muss zwischen Q_0 und Q_{Anlage} (maximal genehmigtem Abwasservolumenstrom) liegen.

Die Kontrolle eines stationär eingebauten Durchflussmessgeräts muss entweder über den tatsächlich vorhandenen Abfluss oder durch eine Abfluss- Simulation erfolgen. Die überprüften Abflüsse müssen bei kommunalen Kläranlagen sowohl im Bereich des Trockenwetterabflusses als auch des Regenwetterabflusses liegen. Dies kann durch künstliche Herbeiführung unterschiedlicher Durchflüsse z. B. durch Speicherung vor dem Zulaufpumpwerk, Betrieb des Zulaufpumpwerks mit verschiedenen Pumpen- oder Drehzahlkombinationen und Zuförderung aus einem Speicherbecken/Behälter herbeigeführt werden.

Vor dem Überwachungstermin muss der PSW den Betreiber über die für die Kontrollmessung notwendigen Abflüsse informieren.

Jegliche Eingriffe in die Anlage durch den PSW sind auf jeden Fall zu unterlassen, da ein Haftungsrisiko seitens des Eingreifenden besteht. Bestimmte Mängel wie z. B. eine Nullpunktverschiebung können durch den Betreiber sofort behoben werden, damit die Kontrollmessung fortgesetzt werden kann.

Da jede zu überprüfende Durchflussmesseinrichtung charakteristische Eigenschaften aufweist, lässt sich die detaillierte Vorgehensweise bei einer Kontrollmessung nicht allgemein festlegen.

Ergänzende Hinweise zu den Anforderungen:

- Falls die Zuflüsse innerhalb beider o.g. Messbereiche während der Prüfung nicht erreicht werden und auch nicht simuliert werden können, kann abweichend die Tagesganglinie gemessen werden. (Hinweis: In der geprüften Tagesganglinie müssen die üblicherweise vorkommenden Durchflusswerte für das Tagesmaximum und Nachtminimum enthalten sein.) Wenn dies nicht möglich ist, kann der natürliche Abfluss verwendet werden, sofern dieser den Bereich mit den am häufigsten vorkommenden Abflüssen abdeckt.
- Diese am häufigsten vorkommende Abflüsse können von allen gängigen Prozessleitsystemen als statistische Auswertung erstellt werden. Bei Anlagen ohne Prozessleitsystem können hierzu Monatsganglinien der Aufzeichnungen als Grundlage dienen. Dieses Vorgehen muss mit dem zuständigen WWA abgesprochen werden. Diese Abweichung ist differenziert zu begründen und im Prüfbericht festzuhalten.
- Der PSW_{Durchfluss} legt die Messdauer der Kontrolle fest, begründet und dokumentiert dies im Prüfbericht.
- Bei der Simulation der Durchflüsse sollen nach Möglichkeit in jedem Messbereich mehrere unterschiedliche Durchflüsse geprüft werden.
- Eine Nullpunktkontrolle ist durchzuführen, wenn dadurch der Betrieb der Anlage nicht maßgeblich beeinträchtigt wird.
- Je nach Datenverfügbarkeit können zur Feststellung der Abweichungen in den Messbereichen Momentanwerte zu festgelegten Zeitpunkten oder Mittelwerte in gewählten Zeitbereichen einer Abfluss-

ganglinie verwendet werden. Außerdem müssen die Abweichungen zwischen den im gesamten Prüfzeitraum abgeflossenen Abflussvolumen von Kontrollmessung und Durchflussmessung ausgewiesen und den festgestellten Einzelabweichungen in den Messbereichen gegenübergestellt werden.

- Die mit der Kontrollmessung festgestellten Abweichungen (unter Berücksichtigung der zulässigen Fehlergrenzen) müssen sich auf den maßgeblichen Eintrag der Abwassermenge im Betriebstagebuch beziehen.
- Die Abweichungen sind als Zahlenwerte und als Ganglinien, grafisch in Abhängigkeit vom Messbereich zusammen mit den zulässigen Fehlergrenzen im Prüfbericht darzustellen.
- Liegt die Kontrollmessung im Prüfbereich über den zulässigen Fehlergrenzen, so ist die Messeinrichtung als fehlerhaft anzusehen.

8.5 Prüfbericht

Das Ergebnis der Kontrollmessung wird in einem Prüfbericht dokumentiert. Er soll folgende Inhalte aufweisen:

- Beschreibung der Messstelle und des eingebauten Messgeräts (mit Angabe der technischen Spezifikationen)
- Ergebnis der durchgeführten technischen Bewertung und der Beurteilung des Zustands sowie der Wartung am Bauwerk
- Beschreibung der Vorgehensweise bei der Kontrollmessung
- Beschreibung des eingesetzten Kontrollmessgeräts (incl. Benennung der Garantiefehlergrenze und der letztmaligen Überprüfung)
- Ergebnis und nachvollziehbare Darstellung der Messdatenauswertung
- Fotodokumentation
- Beurteilung im Hinblick auf zulässige Fehlergrenzen
- Darstellung und Beurteilung der vorliegenden Mängel inkl. Empfehlung für die Mängelbeseitigung (sofern diese für einen Messfehler außerhalb des zulässigen Bereichs verantwortlich ist) an den Betreiber
- Eintragung eines neuen Termins (Jahresangabe) für die nächste Kontrollmessung

9 Literatur

DIN 19559-1 (1983): Durchflussmessung von Abwasser in offenen Gerinnen und Freispiegelleitungen; Allgemeine Angaben.

DIN 19559-2 (1983): Durchflussmessung von Abwasser in offenen Gerinnen und Freispiegelleitungen; Venturi-Kanäle.

DWA (2011): DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.: Merkblatt DWA-M 181 „Messung von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen“.

HLfNUG (2016): Hessisches Landesamt für Natur, Umwelt und Geologie: Merkblatt D 2.10 „Durchflussmesseinrichtungen und Drosselorgane in Abwasseranlagen“.

ÖWAV (2007): Überprüfung stationärer Durchflussmesseinrichtungen auf Abwasserreinigungsanlagen. ÖWAV-Regelblatt 38. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien.

LfU (2008): Messeinrichtungen an Quellen. Merkblatt 2.1/10. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.

10 Anhang

Anhang 1: Datenblatt Durchflussmessung

Bezeichnung Abwasseranlage: _____

Bezeichnung der Messstelle: _____

Einbauort: Zulauf nach Vorklärung Ablauf Abwasserbehandlung

Medium: häusliches Abwasser _____

Jahr der Inbetriebnahme: _____

Angaben zum Messverfahren

Technik

- Venturi-Kanal
 MID
 Messwehr
 Ultraschall-Dopplerverfahren
 Ultraschall-Laufzeitverfahren
 Radar-Dopplerverfahren

Messwertaufnahme Wasserstand

- Ultraschallsender
 Radar
 Druckaufnehmer
 Einperlpegel

Fabrikat: _____

Fabrikat: _____

Typ: _____

Typ: _____

Seriennummer: _____

Seriennummer: _____

Maßangaben

Venturi/offenes Gerinne

Kanalbreite _____ [cm]

Einschnürung _____ [cm]

Rohrleitung (MID, Ultraschall)

DN _____

Messwehr

Öffnungswinkel _____ [°]

Messbereich: von _____ bis _____ [l/s]

Angaben zum Messwertumformer

Fabrikat: _____

vor Ort Warte

Programmierter Messbereich 100% = _____ [l/s]

Messintervall: _____ [min] Aufzeichnungsintervall: _____ [min]

Analogsignal Ausgang: [0 – 20 mA] [4 – 20 mA] _____

Datenaufzeichnung

Durchflusssummen und Momentanwerte (l/s, m³/h) werden aufgezeichnet:

Anzeige Messwertumformer Registriergerät Prozessleitstelle

Bemerkungen: _____

Stand der Information: _____ zuständige Person: _____

Anhang 2: Prüfprotokoll „Jährliche Kontrolle Durchflussmesseinrichtung“ gemäß EÜV

Bezeichnung Abwasseranlage: _____

Datum der Überprüfung: _____

Angaben zur Messeinrichtung (siehe Datenblatt)

Technik

- Venturi-Kanal
- MID
- Messwehr
- Ultraschall-Dopplerverfahren
- Ultraschall-Laufzeitverfahren
- Radar-Dopplerverfahren
- _____

Messwertaufnahme Wasserstand

- Ultraschallsender
- Radar
- Druckaufnehmer
- Einperlpegel
- _____

Durchgeführte Funktions- und Plausibilitätskontrollen

- Allgemeine Sichtkontrolle
- Überprüfung der Lage des Messwertaufnehmers und der Befestigungen
- Reinigung des Messwertaufnehmers
- Überprüfung der Kabelverbindungen
- Kontrolle der Energieversorgung
- Reinigung der Messstrecke und Beseitigung von Ablagerungen
- Allgemeine Kontrolle der Messdatenübertragung
- _____
- _____
- _____

Auswertung von Durchflusskenndaten

Die Auswertung ist nach Ablauf des Jahres durchzuführen.

Eingangsgrößen	Vorjahr	Prüfjahr
Jahresschmutzwassermenge [m ³]		
Frischwassereinsatz [m ³]		
Jahresschmutzwassermenge pro angeschlossenen Einwohner und Tag		
Minimal gemessener Durchfluss [m ³ /h; m ³ /d]		
Maximal gemessener Durchfluss [m ³ /h; m ³ /d]		

Sind die Durchflusskenndaten plausibel: JA NEIN

Ergebnisse der Kontrollmessung:

Messbereich	Angezeigte Höhe	Angezeigter Durchfluss (l/s)	Durchfluss nach Q-h-Kurve	Bemerkung
Nullpunktmessung				
Simulierte Höhe = ____ mm				
Simulierte Höhe = ____ mm				
Wasserstand 1 = ____ mm				
Wasserstand 2 = ____ mm				

Hinweis: Für hydraulische Verfahren (Messwehr, Venturi-Gerinne) ist die Tabelle „Ergebnisse der Kontrollmessung“ auszufüllen (entweder zwei simulierte Höhen oder zwei Wasserstände, für Verfahren mit Geschwindigkeitsmessung (MID, Ultraschall und Radar) reicht die Nullpunktmessung.

Bemerkung zur Vorgehensweise bei der Kontrolle der Durchflussmeseinrichtung:

Angaben zur letzten Kontrollmessung durch PSW oder Hersteller:

Datum der letzten Kontrollmessung durch PSW/ Hersteller: _____

Wurden Mängel festgestellt: JA NEIN

Wenn ja, sind diese Mängel behoben worden?

Zusammenfassende Einschätzung/ Beurteilung und ggf. einzuleitende Maßnahmen:

Datum: _____ Zuständige/r: _____

Hilfestellungen (Änderungen sind mit dem PSW abzusprechen):

Die Messung des Wasserstandes mit Meterstab muss wie folgt durchgeführt werden:

1. Messung zwischen Boden/Wehrkantenspitze (Nullpunkt) und einem Referenzpunkt
2. Messung vom Referenzpunkt zur Wasseroberfläche (mögliche Welligkeit beachten)
3. Die Differenz von Punkt 1 und Punkt 2 ist der Wasserstand
4. Simulation von Mengen durch extern zugeführtes Wasser durch Pumpen oder größeren Fässern

Anhang 3: Technische und konstruktive Grundlagen

Es gibt eine Vielzahl von Methoden zur Ermittlung von Durchflüssen. Allen gemein ist, dass mit Hilfe der Messgeräte der Durchfluss nicht gemessen, sondern nur berechnet werden kann.

Die am häufigsten im Abwasserbereich eingesetzten Messgeräte (Messwehr, Venturi-Kanal, Ultraschall-Verfahren und Magnetisch-Induktive Durchflussmessung sowie die Radar-/ Höhenstandsdurchflussmessung) werden im Folgenden kurz erläutert. Für weitergehende Details wird auf das Merkblatt DWA-M 181 verwiesen.

Bei den gängigen **hydraulischen Methoden** (z. B. Messwehr und Venturikanal) kann durch eine eindeutige Beziehung zwischen Wasserstand und Abfluss („Q/h-Kennlinie“) der Durchfluss berechnet werden. Es findet daher nur eine kontinuierliche Messung des Wasserstandes statt. Die **Radar- und Ultraschall-Verfahren** sowie die **magnetisch-induktive Durchflussmessung (MID)** zählen zu den Geschwindigkeitsflächenmethoden.

Volumetrische Methoden und **Tracer-Methoden** werden in diesem Merkblatt nicht ausgeführt.

Messwehr

Ein erprobtes Verfahren zur kontinuierlichen oder stichprobenartigen Durchflussbestimmung bei kleineren Zuflüssen ist die Überfall-Messung mit dünnwandigen Messwehren. Häufigste Wehrform ist das Dreieckwehr. Auch das Trapezwehr und bei größeren Zuflüssen das Rechteckwehr werden verwendet. Der erforderliche Aufstau kann zu verstärkten Ablagerungen im Gerinne führen, deshalb ist die Messung im Kläranlagenablauf vorzuziehen.

Zur kontinuierlichen Durchflussmessung werden lediglich eine Höhenstandsmessung (z. B. mit Ultraschallsensor oder Radarsensor) und eine Q/h-Kennlinie benötigt.

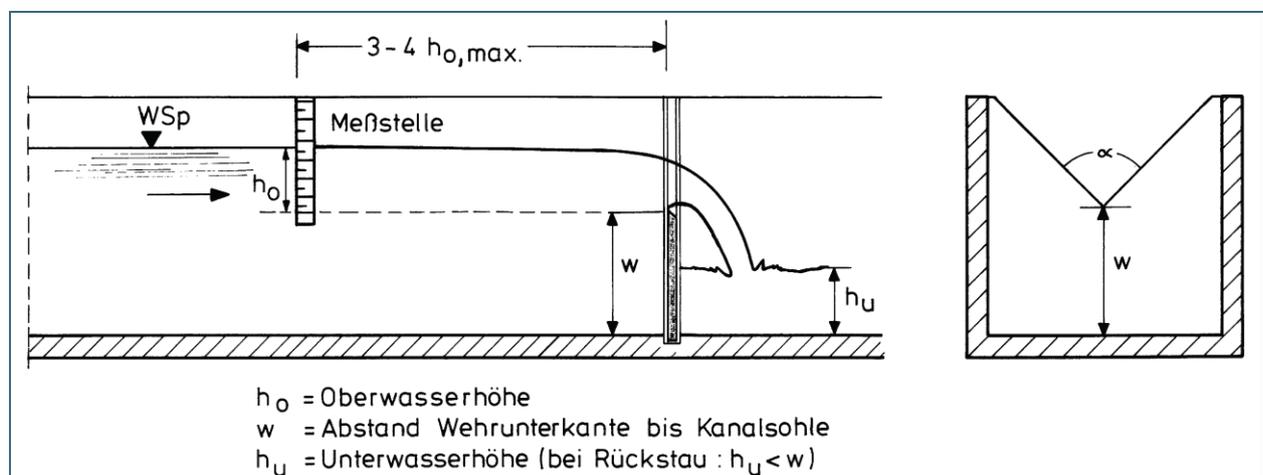


Abb. 1: Prinzipskizze eines Dreieck-Messwehres

Die Q/h Kennlinie ist in der Regel in den Messumformern der Hersteller hinterlegt!

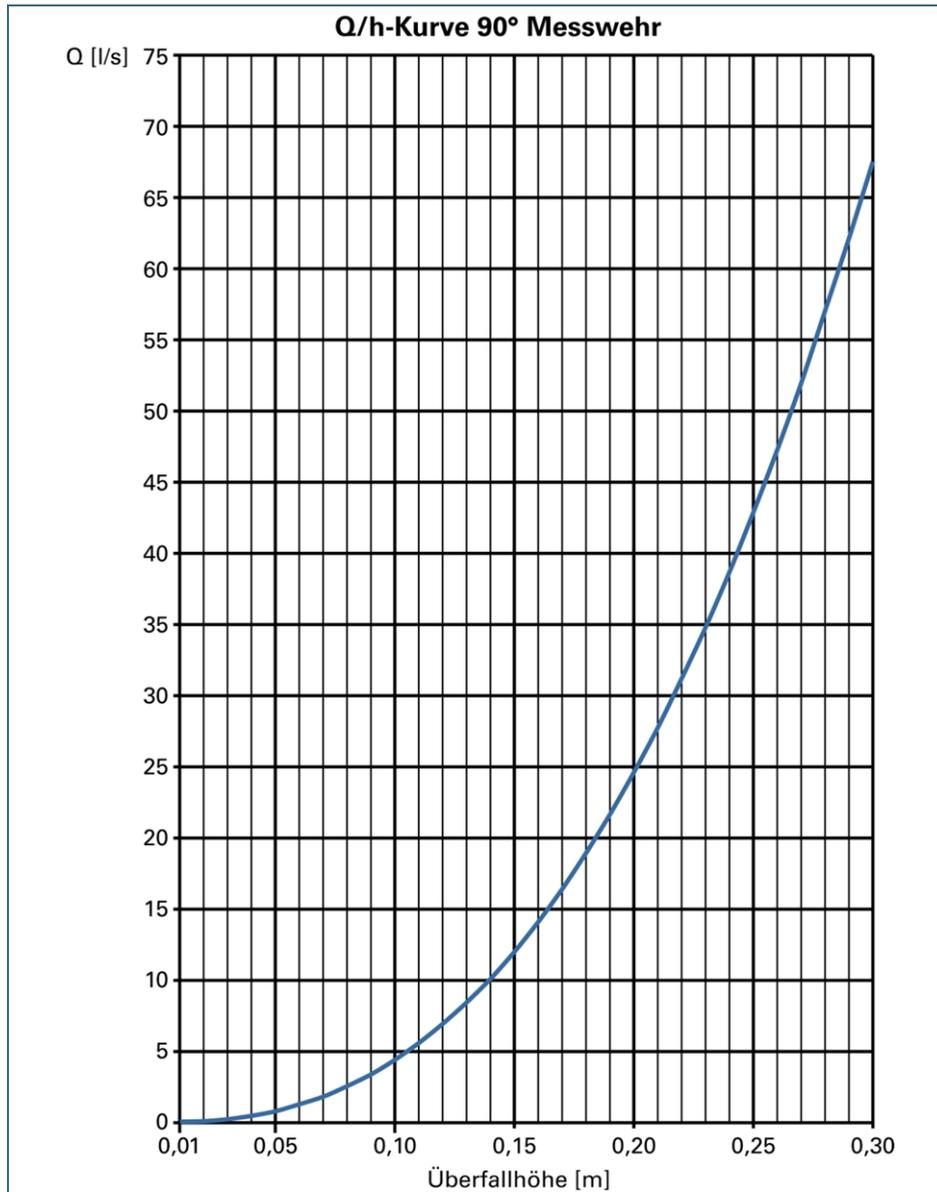


Abb. 2:
Q-h-Kurve für ein Messwehr (x-Achse: Überfallhöhe (m); y-Achse: Abfluss Q (l/s))

Grundsätzlich ist zu beachten:

- Messwehr muss senkrecht zur Kanalachse stehen
- dichter Einbau des Messwehrs, damit der gesamte Zufluss über das Messwehr fließt
- geradliniger störungsfreier Verlauf des Messgerinnes auf einer Länge von $6 \cdot h_{0,max}$
- Verhinderung von Verwirbelungen und geringe Anströmgeschwindigkeit im ganzen Messbereich
- Wasserstandsmessung im Abstand von 3 bis $4 \cdot h_{0,max}$
- der Abstand w zwischen Wehroberkante und Kanalsohle sollte mindestens 30 cm betragen und zusätzlich die Bedingung $w > h_0$ erfüllt sein
- der Strahl des überfallenden Wassers muss vollständig belüftet sein
- beim Dreieckwehr sollten durch die richtige Wahl des Öffnungswinkels die Oberwasserhöhen zwischen 2 cm und 25 cm liegen. Bei geringeren Oberwasserhöhen sollte der abfließende Strahl weiter hinterlüftet sein – sonst ist eine Messung nicht mehr möglich
- das Wehr muss scharfkantig sein und eine luftseitige Abschrägung von min. 45° besitzen
- an der Überfallkante dürfen sich keine Feststoffe anlagern (regelmäßige Reinigung)
- Rückstau darf den freien Überfall nicht behindern



Abb. 3: Dreieckmesswehr in Betrieb



Abb. 4: Dreieck-Messwehr

Venturi-Kanal

Der Venturi-Kanal ist eine fest eingebaute Messanlage in einem offenen Gerinne. Durch eine Einengung im Zulaufkanal wird ein Aufstau des zu messenden Mediums erzeugt. Im Venturi-Kanal kommt es dabei zum Übergang von strömendem zum schießenden Abfluss (Wechselsprung). Es besteht eine feste Beziehung zwischen dem Wasserstand im Oberwasser und dem Abfluss durch den Venturi-Kanal (Q/h-Kennlinie). Durch die Messung des Oberwasserstands lässt sich der Durchfluss bestimmen. Einzelheiten dazu siehe DIN 19559 [1].

Grundsätzlich zu beachten sind:

- Einsatz unabhängig vom Verschmutzungsgrad des Wassers
- bei geringen Platzverhältnissen oder bei Rückstau ist der Venturi-Kanal ungeeignet
- die Messunsicherheit kann gegenüber anderen Messmethoden relativ hoch sein
- für einen Venturi-Kanal sprechen die geringe Verstopfungsgefahr und die relativ einfache Durchführung von Kontrollmessungen

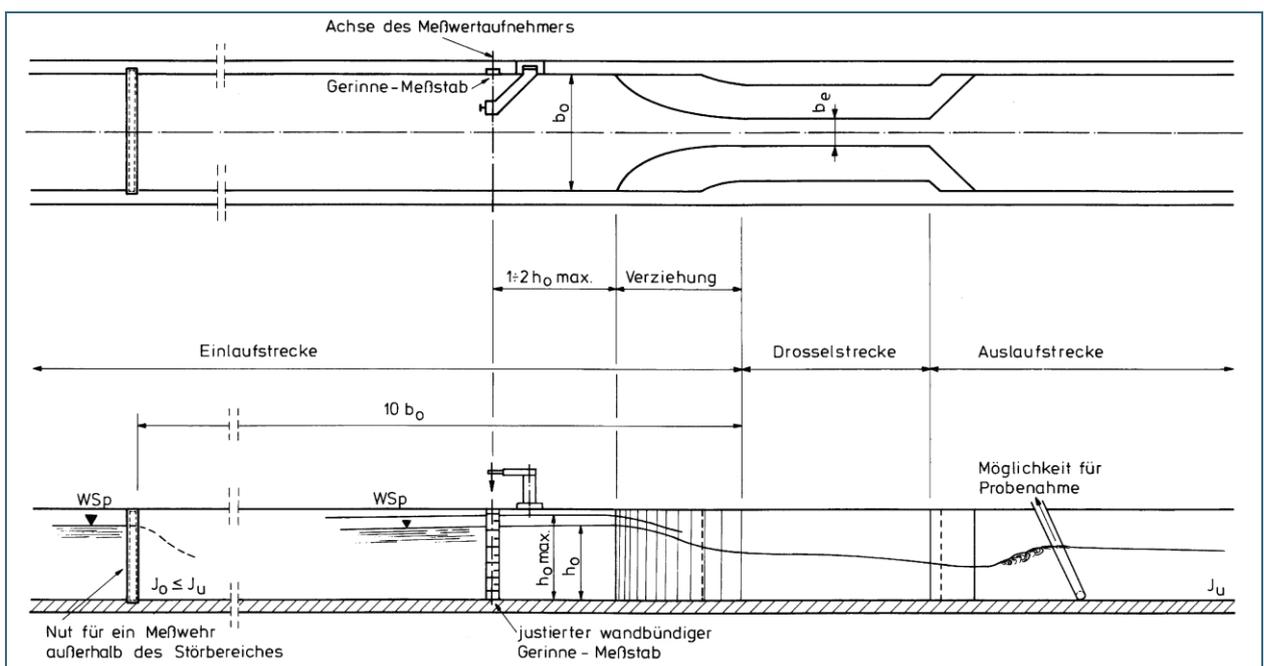


Abb. 5: Prinzipskizze eines Venturi-Gerintes (h_0 =Oberwasserhöhe; b_0 =Gerinnebreite und b_e =Breite der Einengung)

Die Q/h Kennlinien sind in der Regel in den Messumformern der Hersteller hinterlegt. Hier muss darauf geachtet werden, dass der richtige Typ einer Venturi, und damit die richtige Q/h Beziehung ausgewählt ist!

In der Einlaufstrecke sind in einer Entfernung bis zu $10 \cdot b_0$ oberhalb der Einschnürung folgende Punkte zu beachten:

- Störungen des strömenden Abflusses vermeiden
- der Gerinnequerschnitt muss gleich bleiben (z. B. kein Wechsel von Kreis- auf Rechteckprofil)
- das Sohlgefälle oder die geradlinige Fließrichtung dürfen sich nicht ändern
- vorstehende oder rückspringende Teile im Gerinne sind unzulässig (z. B. Einrichtungen für Schieber oder Messwehr)
- Störungen des Strömungsprofils sind zu vermeiden (z. B. Einbau einer pH-Messsonde, Einrichtungen zur Probenahme)
- das Gefälle kann in der Einlaufstrecke auch größer als 1:100 sein, wenn nachgewiesen ist, dass auch bei maximalem Durchfluss der strömende Fließzustand erhalten bleibt

Verziehung und Drosselstrecke:

- das Sohlgefälle in der Drosselstrecke muss stets gleich dem in der Einlaufstrecke sein (keinesfalls gegenläufig oder größer)
- vorgefertigte Venturi-Gerinne sind wegen der größeren Maßhaltigkeit grundsätzlich örtlich gefertigten vorzuziehen. Eine Verwindung oder Zerstörung der vorgefertigten Gerinne- bzw. Einbaulehren durch unsachgemäße Zwischenlagerung oder Einbau auf der Baustelle machen die Messeinrichtung unbrauchbar
- bei Rohabwasser sollte die kleinste Breite in der Einschnürung (b_e) 15 cm nicht unterschreiten; bei geklärtem Abwasser ist eine Einschnürung bis auf 5 cm möglich
- die Querschnittsform der Einschnürung ist auf die tatsächlich auftretenden Abflüsse abzustimmen, um auch bei kleineren Abflüssen eine ausreichende Messgenauigkeit zu erhalten

Auslaufstrecke:

- die Auslaufstrecke muss frei von Rückstau sein und der Fließwechsel darf nicht beeinträchtigt werden
- die Rückstaufreiheit sollte bei der Planung durch eine hydraulische Berechnung des nachfolgenden Abflusssystems nachgewiesen werden. Der Rückstaeinfluss durch nachfolgende Bauwerke ist bei der Berechnung zu beachten
- die Probenahmestelle ist in der Auslaufstrecke vorzusehen, da kurz nach dem Wechselsprung (Übergang Schießen-Strömen) das Abwasser gut durchmischt ist

Messwertaufnehmer:

- der Abstand zwischen Messwertaufnehmer und Beginn der Einschnürung muss mindestens das ein- bis zweifache von $h_{o,max}$ (maximaler Wasserstand Oberstrom) betragen (besser $1,5$ bis $2 \cdot h_{o,max}$)

- der Nullpunkt des Messwertaufnehmers bezieht sich nicht auf den Sohlpunkt an der Messstelle, sondern auf den hydraulisch maßgebenden Sohlpunkt in der Einschnürung (HLfNUG 2016)! Bei der Einjustierung des Messwertaufnehmers muss deshalb ein Höhenvergleich erfolgen. Der Höhenversatz ist vom Hersteller zu erfragen und für nachfolgende Kontrollen unbedingt zu dokumentieren!
- an der Messwertaufnahmestelle ist ein justierbarer Gerinne-Messstab anzubringen, damit der momentane Wasserstand kontrolliert werden kann



Abb. 6: Beispiel eines Venturi-Gerinnes

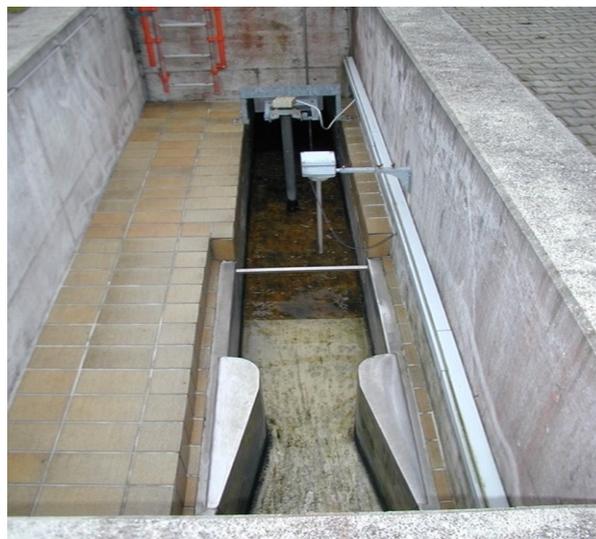


Abb. 7: Beispiel eines weiteren Venturi-Gerinnes

Ultraschall-Messverfahren

Das Ultraschall-Verfahren kommt bei der Messung von Abwasserströmen meist mit drei verschiedenen Varianten zum Einsatz: das Ultraschall-Laufzeitverfahren, das Ultraschall-Dopplerverfahren und das Korrelationsverfahren. Bei diesen Verfahren wird bei bekanntem Querschnitt die Fließgeschwindigkeit unter Berücksichtigung des Füllstandes errechnet und daraus der Durchfluss ermittelt.

Ultraschall-Laufzeitverfahren

Ultraschallwellen (akustische Impulse) werden von zwei Sensoren in das Messmedium abgegeben. Die Sensoren können dabei in oder auf der Wandung der Rohrleitung oder des offenen Gerinnes angebracht werden. Sie registrieren als Sender und Empfänger die Laufzeitdifferenz der Impulse, ermitteln so die Fließgeschwindigkeit entlang der Messgeraden und bestimmen diese näherungsweise für den gesamten Querschnitt.

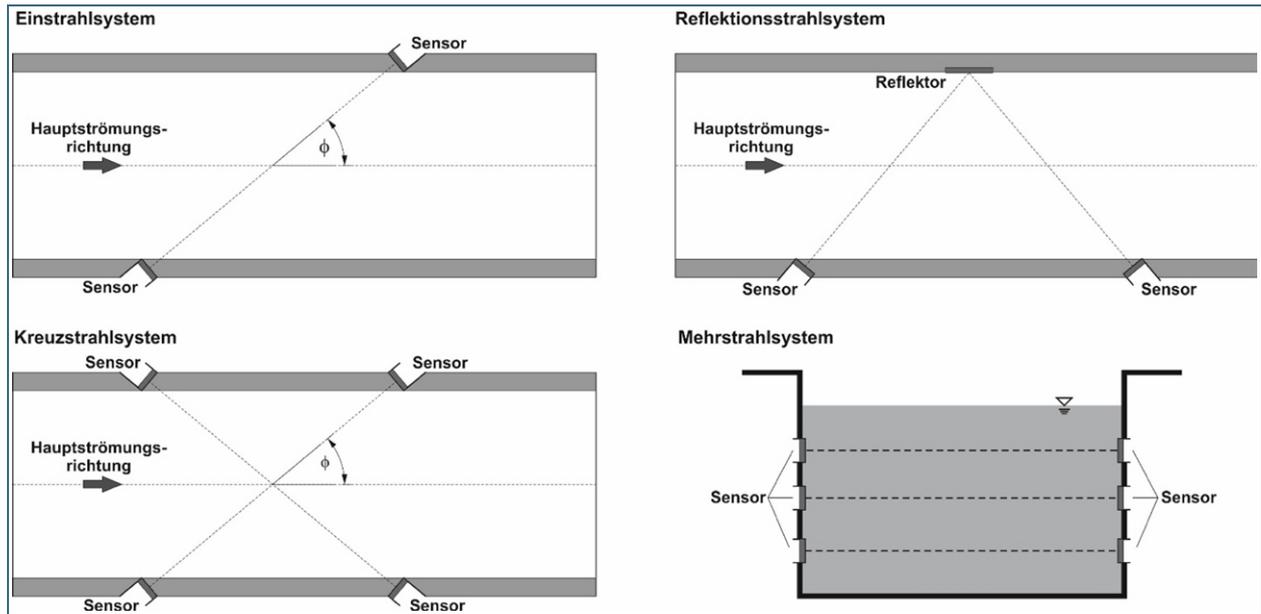


Abb. 8: Skizze eines Ultraschall-Laufzeitverfahrens und mögliche Anordnung von Messsensoren (Quelle: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.: Merkblatt DWA-M 181-2 „Messung von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen“, Dr. Ivo Baselt Universität der Bundeswehr München, 2023)

Folgende Randbedingungen sind grundsätzlich zu beachten:

- eignet sich bei Vollfüllung in geschlossenen Rohren
- die geometrischen Größen wie Abstände zwischen den Sensoren, Strömungswinkel, etc. müssen sehr genau bestimmt werden
- störungsfreie Ein- und Auslaufstrecken sind unbedingt einzuhalten
- Feststoff- oder Gasanteile, akustische Störgeräusche oder Fehlreflexionen und Fremdfrequenzen können die Messung verfälschen
- jede Messstelle erfordert eine sorgfältige Einstellung vor Ort mit einer Bewertung der Signalstärke des Empfängers zur Feststellung der Qualität am Messort.
- bei Aufschnallgeräten (Clamp-On) können unzureichende Kenntnisse von Rohrmaterial und -geometrie wie Wandstärke und Durchmesser sowie Korrosion oder Biofilme zu erheblichen Messabweichungen führen. Wanddickenmessungen sind für eine genaue Einstellung erforderlich. Um Ungleichförmigkeiten in der Strömung oder Ablagerungen besser erkennen zu können, helfen Messgeräte mit 2 Kanälen. Damit wird auch die Qualität der Messung verbessert.



Abb. 9:
Beispiel eines Aufschnallgerätes
(Clamp-On)

Ultraschall-Dopplerverfahren

Gebündelte Ultraschallwellen konstanter Sendefrequenz werden von einem Sender in das Messmedium abgegeben. Die im Medium enthaltenen Teilchen reflektieren den Schall und verändern so in Abhängigkeit der Fließgeschwindigkeit die Frequenz. Ein Empfänger registriert die Veränderung und berechnet im durchflossenen Querschnitt den Durchfluss.



Abb. 10:
Beispiel Ultraschall-Dopplerverfahren
in einem Gerinne

Folgende Randbedingungen sind grundsätzlich zu beachten:

- einsetzbar bei Voll- und Teilfüllung in geschlossenen Rohren oder in Freispiegelgerinnen
- der Ultraschallstrahl sollte die gesamte Messstrecke detektieren können
- ein Mindestwasserstand (> 60 mm) und eine Mindestfließgeschwindigkeit ($> 0,05$ m/s) sind für eine korrekte Messung erforderlich
- stark verschmutztes Wasser kann dazu führen, dass die Durchdringung zu schwach und damit die Messung beeinflusst wird
- gereinigtes Abwasser ohne bzw. mit sehr wenig reflexföharen Inhaltsstoffen kann nicht gemessen werden
- eine Referenzierung über Vielpunktmessung ist erforderlich
- die Feststoffkonzentration hat Auswirkung auf die Messung

Magnetisch-Induktive Durchflussmessung (MID)

Ein elektrisch leitendes Messmedium (wie Abwasser) induziert beim Durchfließen eines Magnetfeldes an den Messelektroden eine elektrische Spannung, die im Gesamtquerschnitt direkt proportional zur mittleren Fließgeschwindigkeit ist. Das MID ist damit als einziges Messgerät in der Lage durch Vielpunktmessung eine lokale Fließgeschwindigkeit im gesamten Rohr- bzw. Fließquerschnitt zu ermitteln. Dies ermöglicht eine sehr hohe Messgenauigkeit.

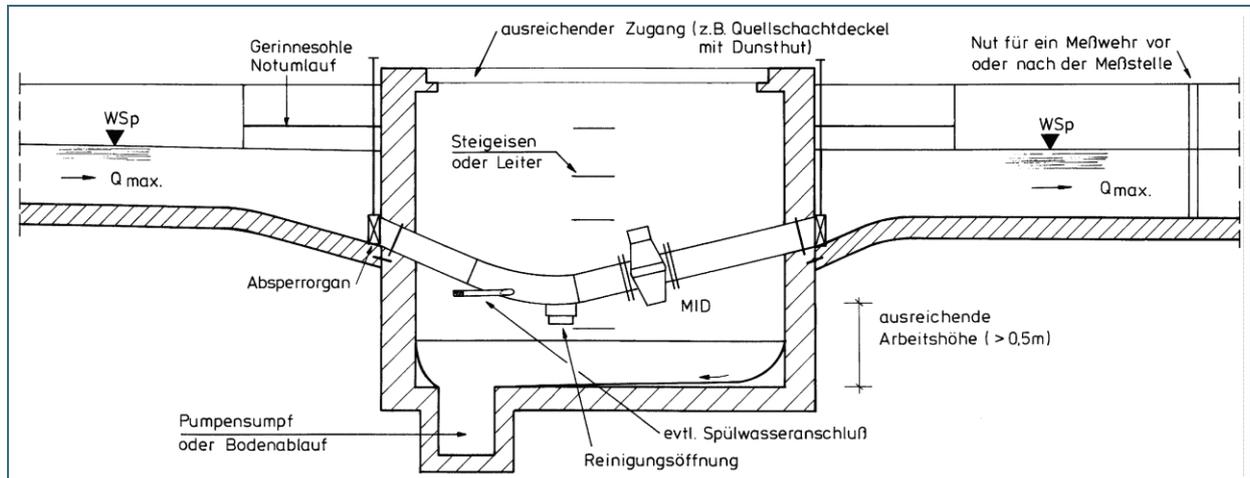


Abb. 11: Prinzipskizze eines MID-Verfahrens

Folgende Randbedingungen sind grundsätzlich zu beachten:

- keine Rückstaufreiheit erforderlich
- kann bei Vollfüllung und Teilfüllung des Rohres angewendet werden. Vollfüllung hat eine deutlich geringere Messunsicherheit und sollte daher bevorzugt zum Einsatz kommen (z. B. durch Dückierung, Druckleitung)
- Gaseinschlüsse oder Gasblasen im Messquerschnitt sind zu vermeiden
- Ablagerungen oder Sielhautbildung an den Messelektroden verfälschen das Messergebnis
- ausreichend große Beruhigungsstrecken im Vor- und Nachlauf (siehe auch DWA-M 181)
- in der Rohrleitung ist eine Absperrmöglichkeit vorzusehen, um das Gerät ausbauen zu können (Reinigen der Messstrecke, Reparatur, Nullpunktüberprüfung); außerdem ist ein Umlauf bzw. eine Bypass-Verrohrung sinnvoll



Abb. 12:
vollgefülltes MID

Radar-/Höhenstandsdurchflussmessung

Der Radar-Fließgeschwindigkeitssensor misst die Geschwindigkeitsverteilung im Bereich der Oberfläche. Die mittlere Geschwindigkeit über den gesamten Fließquerschnitt wird im Sensor mithilfe von hydraulischen Modellen berechnet. Effekte durch Turbulenz, Wellen und Störungen eines idealen Strömungsprofils können weitgehend korrigiert werden. Eine separate Höhenstandsmessung liefert die Information über die benetzte Fläche.

Folgende Randbedingungen sind grundsätzlich zu beachten:

- eignet sich bei Teilfüllung in geschlossenen Röhren oder in Freispiegelgerinnen
- die Sensoren sind außerhalb des Messmediums
- lediglich ein Mindestwasserstand von 20 mm und eine Mindestfließgeschwindigkeit ab 0,10 m/s sind für eine korrekte Messung erforderlich
- kein Ausfall der Messung aufgrund Verlegung oder Verschmutzung
- die Feststoffkonzentration hat keinen Einfluss auf das Messergebnis
- die Messung sollte über Vielpunktmessung referenziert werden



Abb. 13:
Beispiel einer Radarmessung

Impressum:

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Telefon: 0821 9071-0
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Bearbeitung:

LfU, Ref. 65/ Dr-Ing. Joachim Schütter, Claudia Hillinger,
Lara Dawood
WWÄ/ Bernhard Köllner, Martin Günder, Jürgen Mauß-
ner, Gabriele Preis-Dürschmied, Ute Dünzkofer
VPSWas/ Bernhardt Heller, Stefan Helmenstein, Mario
Heißinger, Dr-Ing. Thomas Kraus, Dr-Ing. Michael Kuhn

Bildnachweis:

LfU

Stand:

01/2025

Dieses Merkblatt ersetzt das Merkblatt „Kontrolle von Durchflussmeseinrichtungen in Abwasseranlagen“ vom 2016

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbem oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinarbeit der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die publizistische Verwertung der Veröffentlichung – auch von Teilen – wird jedoch ausdrücklich begrüßt. Bitte nehmen Sie Kontakt mit dem Herausgeber auf, der Sie – wenn möglich – mit digitalen Daten der Inhalte und bei der Beschaffung der Wiedergaberechte unterstützt.

Diese Publikation wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 0 89 12 22 20 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.