

Definitionen

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines.....	2
2	Wasserstandsmessung	2
2.1	Drucksensor	2
2.2	Ultraschallhöhenstandssensor	2
2.3	Radarhöhenstandssensor	2
3	Durchflussmessung.....	3
3.1	Durchflussmessung mittels Fließgeschwindigkeitsmessverfahren.....	3
3.1.1	Ultraschallverfahren (Dopplerverfahren).....	3
3.1.2	Ultraschallverfahren (Laufzeit-Korrelationsverfahren).....	4
3.1.3	Ultraschallverfahren (Laufzeitdifferenzprinzip).....	4
3.1.4	Magnetisch-induktives Verfahren	4
3.2	Durchflussmessung nach hydraulischer Methode	5
3.2.1	Durchflussmessung mittels Venturi	5
3.2.2	Durchflussmessung mittels Messwehr.....	5
4	Niederschlag	5
4.1	Niederschlagstyp.....	5
4.2	Niederschlagsintensität	5
4.3	Niederschlagsmessung.....	6
4.4	Kippwaagenprinzip.....	6
4.5	Wägeprinzip	6
5	Niederschlags-Abflussmessung	6
5.1	Kalibriermessungen.....	6
5.1.1	Netzmessung	7
5.1.2	Tracermessung	7
5.1.3	Messwehr.....	7
5.1.4	Mobiles MID	7
6	Probenahme.....	7
6.1	Arten der Probenahme	7
6.2	Probenehmeransteuerung.....	8
7	Hydraulische Prüfung von Drossel- und Durchflussmeseinrichtungen	8
7.1	Überprüfung von Drosseleinrichtungen	8
7.1.1	§ 10 EKVO Hessen	8
7.1.2	§ 2 SÜwV Kan NRW	8
7.2	Hydraulische Überprüfung von Durchflussmeseinrichtungen.....	9
7.2.1	§ 10 EKVO Hessen	9
7.2.2	§ 5 SÜwV-kom NRW	9
8	Messdatenauswertung	10
8.1	Trockenwetterabfluss	10
8.2	Regenwasserabfluss.....	10
8.3	Fremdwasser	10
9	Gefahren in Kanälen und sonstigen umschlossenen Räumen.....	11
9.1	Unfallverhütungsvorschriften	11
9.2	Explosionsschutz in abwassertechnischen Anlagen.....	11

1 Allgemeines

Für die Erfassung von Abflüssen gibt es verschiedene Möglichkeiten, von denen sich jedoch nur wenige für den Einsatz in Abwasser eignen.

Die Messgeräte dürfen den Durchfluss nicht behindern oder gar zu Verstopfungen führen. Weiterhin müssen sie mit einem Ex-Schutz, Überflutungsschutz sowie einem (ggf. autarkem) Datensammler ausgestattet sein. Im Folgenden werden nur für den Abwasserbereich relevante Messverfahren und –geräte aufgeführt, wobei sich die Wahl des Verfahrens nach der Zielsetzung und den örtlichen Gegebenheiten richtet.

2 Wasserstandsmessung

Wasserstandsmessungen werden zur Bestimmung des Füllstandes in Becken und von Fließtiefen in Gerinnen benötigt. Bei den Geräten wird zwischen Messwertaufnehmer in Kontakt mit dem Messmedium (Drucksonde und Ultraschallsensor Wasser/Luft) und der berührungslosen Wasserstandsmessung (Ultraschallsensor Luft/Wasser und Radarsensor) unterschieden.

2.1 Drucksensor

Ein Drucksensor besteht im Wesentlichen aus einer dünnen Membran, auf die ein Dehnungsmessstreifen (DMS) aufgedampft ist. Abhängig von der Wassersäule kommt es zu einer Verformung des DMS, welche zu einer Spannungsänderung führt. Die anliegende Spannung wird umgewandelt und im Datensammler als Messwert abgespeichert.

Die Messung des Wasserstandes erfolgt normalerweise gegen den Atmosphärendruck; aus diesem Grund ist im Drucksondenkabel ein so genannter Luftdruckausgleichsschlauch integriert.

Die Verwendung von Drucksonden ermöglicht eine Höhenstandserfassung im Querschnitt eines Kanals über die Scheitelhöhe hinaus, womit Einstau- und Überstauereignisse erfasst werden können.

Der geringe Stromverbrauch ermöglicht eine Messung in Bauwerken ohne Stromanschluss.

2.2 Ultraschallhöhenstandssensor

Es wird unterschieden zwischen Luft und Wasser Ultraschallhöhenstandssensoren.

Ein Ultraschallhöhenstandssensor besteht im Wesentlichen aus einem piezoelektrischen Kristall, der ein elektrisches Signal in Schallenergie umwandelt. Zur Höhenstandsmessung wird eine Folge von Ultraschallsignalen bis zur reflektierenden Wasseroberfläche gesendet. Die Laufzeit vom Senden bis zum Empfang des Echos ist direkt proportional zum Abstand zwischen dem Sensor und der Oberfläche.

Da die Laufzeit des Ultraschallsignals von der Temperatur des umgebenen Mediums abhängig ist, befindet sich im System zur Kompensation der Schalllaufzeit ein Temperatursensor. Direkte Sonneneinstrahlung sowie inhomogene Schichten zwischen Sensor und Oberfläche sind im Sinne der Messgenauigkeit zu vermeiden.

Anwendung finden Ultraschallhöhenstandssensoren (Luft) in Bauwerken mit Stromanschluss, während Ultraschallhöhenstandssensoren (Wasser) in Verbindung mit Kombisonden (Fließgeschwindigkeit und Wasserstand z.B. W.A.S. UFO) eingesetzt werden.

2.3 Radarhöhenstandssensor

Basis für die Höhenstandserfassung mittels Radar ist die Messung der Laufzeit der vom Antennensystem gesendeten elektromagnetischen Wellen (Mikrowelle) bis zum Empfang des durch die Wasseroberfläche reflektierten Echos. Die Zeit vom Senden bis zum Empfangen der Signale ist proportional zum Abstand zwischen dem Sensor und der Wasseroberfläche.

Im Gegensatz zur Ultraschallmessung erfordern Radarwellen kein Trägermedium. Die berührungslose Messung ist daher unbeeinflusst von Änderungen der Lufttemperaturen über der Wasseroberfläche. Anwendung finden Radarhöhenstandssensoren in Bauwerken mit Stromanschluss sowie zur Erfassung von Wasserständen im Oberflächengewässer.

3 Durchflussmessung

Die Bestimmung des Durchflusses ist nur über indirekte Verfahren möglich. Dabei werden eine oder mehrere Messgrößen erfasst, die in einem eindeutigen Zusammenhang mit dem Durchfluss stehen. Für den Einsatz der Durchflussmessung im Abwasser sind in der Praxis zwei prinzipielle Methoden (Fließgeschwindigkeitsmessverfahren, hydraulisches Verfahren) verbreitet.

Durchflussmessungen in stationärer Ausführung finden sich im Entwässerungssystem vor allem als Verrechnungsstelle, als Grundlage zur Kanalnetzsteuerung oder für die mengenproportionalen Probenahme. Als mobile Ausführung dienen sie sowohl zur zeitlich begrenzten Erfassung von Ist-Zuständen als auch zur Probenehmeransteuerung.

3.1 Durchflussmessung mittels Fließgeschwindigkeitsmessverfahren

In Rohren und offenen Kanälen ergibt sich die zu bestimmende Durchflussmenge aus dem Mittel der Geschwindigkeiten, d.h. aus der Integration aller lokalen Geschwindigkeiten über die Profilfläche, multipliziert mit dem durchflossenen Profilquerschnitt (Kontinuitätsgleichung). Es werden physikalische Phänomene genutzt, bei denen ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Messgröße besteht.

Zu den Fließgeschwindigkeitsmessverfahren gehören magnetisch-induktive Geräte (MIDs), Ultraschall-Laufzeitdifferenz – sowie Ultraschall-Doppler-Messgeräte.

In vollgefüllten Rohrleitungen werden zumeist magnetisch-induktive Messgeräte eingesetzt, aber auch Ultraschall-Laufzeit-Messgeräte kommen vor. MIDs berücksichtigen die Geschwindigkeit im gesamten Fließquerschnitt, während US-Laufzeitdifferenzgeräte eine Geschwindigkeit erfassen, die über eine oder mehreren Messgeraden gemittelt ist.

Für teilgefüllte Rohrleitungen und Gerinne werden zwar auch induktive Messgeräte angeboten, von größerer Bedeutung sind aber Ultraschallgeräte

In der Praxis wird die Zahl der Geschwindigkeitsmessstellen im Messprofil des offenen Gerinnes auf wenige oder gar eine reduziert. Der vom Sensor gelieferte Geschwindigkeitswert sollte repräsentativ für die mittlere Geschwindigkeit im Profil sein. Der Wasserstand wird mit einem zweiten Sensor gemessen (siehe Wasserstandsmessung). Bei Kenntnis des Rohr- oder Kanalprofils wird dann aus der durchströmten Fläche und der mittleren Fließgeschwindigkeit der Durchfluss bestimmt.

3.1.1 Ultraschallverfahren (Dopplerverfahren)

Bei dem Dopplerverfahren wird eine konstante Frequenz ins Medium ausgesendet. Bewegen sich die Streukörper im Medium, so ist die Frequenz seines reflektierten Signals gegenüber der des Sendesignals verschoben. Diese Frequenzverschiebung ist proportional zur Streukörpergeschwindigkeit.

Das einfache Dopplerverfahren kann keine entfernungsselektive Geschwindigkeitsmessung durchführen, sondern liefert einen einzigen Wert aus dem ganzen Profil.

3.1.1.1 Puls-Dopplerverfahren

Das Verfahren arbeitet mit periodischen Sendesignalfolgen. Eine Sendeperiode besteht aus einem Sendesignalfenster und einer Anzahl gleich langer Empfangsfenster. Im Betrieb ist ein Empfangsfenster eingeschaltet, das eine bestimmte Echolaufzeit (Entfernungszelle)

repräsentiert. Das Dopplersignal wird nun gewonnen, indem man aus diesem Empfangsfenster die Abtastwerte Periode für Periode aneinanderreihet, abspeichert und mittels der Spektralmethode (Fuzzy Logik) auswertet.

Anschließend wird auf das nächste Empfangsfenster (Entfernungszelle) umgeschaltet. Vorteil: Mit dem Puls–Dopplerverfahren können entfernungsselektive Dopplerspektren bestimmt und ausgewertet werden. Das Verfahren funktioniert bei Flüssigkeiten mit einem Kleinststreckkörperanteil. Der gemessene Geschwindigkeitswert ist mit hoher Genauigkeit repräsentativ für das Gesamtmittel.

Als Signalauswertung wird bei dem W.A.S. Ultrasonic-Flow-Observer (W.A.S. UFO) das klassische Puls–Dopplerverfahren verwendet. Dieses Verfahren liefert eine entfernungsabhängige Geschwindigkeitsmessung, also ein Geschwindigkeitsprofil bei beliebiger Streckkörperverteilung im Medium. Die Entfernungsreichweite für die Geschwindigkeitsmessung ist abhängig von der Klarheit des Wassers und kann bis zu mehreren Metern betragen.

Das Puls-Dopplerverfahren findet Anwendung zur Erfassung von Fließgeschwindigkeiten in Entwässerungssystemen.

3.1.2 Ultraschallverfahren (Laufzeit-Korrelationsverfahren)

Bei dem Laufzeit-Korrelationsverfahren wird mittels des Puls-Echoprinzips das Echobild der in der Flüssigkeit befindlichen Streckkörper empfangen und abgespeichert. Bei wiederholter Aussendung verschiebt sich dieses Echobild auf der Zeitachse, wenn sich die Streckkörper relativ zum Sensor bewegen. Das Maß der Zeitverschiebung lässt sich durch Korrelationsmethoden der Echomuster zueinander bestimmen. Diese Zeitverschiebung ist proportional zur Streckkörper- also zur Strömungsgeschwindigkeit.

Das gelieferte Geschwindigkeitsprofil liefert einen Mittelwert, der repräsentativ für das Gesamtmittel ist.

Bei Flüssigkeiten mit homogener Streckkörperverteilung (z.B. bei hohem Fremdwasseranteil oder Niederschlagswasser), die einzeln im Echobild nicht mehr sichtbar sind, bestehen kaum noch markante Korrelationsmuster in den Echobildern. Das Echosignal gleicht einem statistischen Rauschen.

3.1.3 Ultraschallverfahren (Laufzeitdifferenzprinzip)

Bei dem Laufzeitdifferenzprinzip werden zwei Ultraschallwandler auf einer Strecke diagonal zur Strömung installiert. Mittels Ultraschallsignale wird die Differenzlaufzeit zwischen Hin- und Rücklauf des Ultraschalls bestimmt.

Bewegt sich eine Schallwelle in einem Medium entgegen der Strömungsrichtung, benötigt sie eine größere Laufzeit, als eine Schallwelle, die sich mit der Strömungsrichtung bewegt. Die Differenz dieser beiden Laufzeiten in einem Messpfad ist proportional zur Fließgeschwindigkeit.

Über die Geometrie des durchflossenen Querschnitts kann somit der Durchfluss berechnet werden.

Anwendung findet dieses Prinzip in Oberflächengewässern sowie in großen Kanälen.

3.1.4 Magnetisch-induktives Verfahren

Magnetisch induktive Durchflussmesser (MID) sind Messgeräte zur linearen Durchflussmessung flüssiger Messstoffe. Sie sind ausschließlich zur Messung des Volumendurchflusses elektrisch leitfähiger Flüssigkeiten geeignet.

Das Funktionsprinzip des MID beruht darauf, dass das Messgut durch ein Magnetfeld strömt und die dadurch erzeugte Spannung, die direkt proportional von der mittleren Fließgeschwindigkeit abhängt, mit zwei Elektroden erfasst wird.

In der Praxis finden diese Systeme hauptsächlich als stationäre Durchflussmeseinrichtung in vollgefüllten oder auch teilgefüllten Rohrleitung als „Ring-MID“ Verwendung.

Die Bedeutung von mobilen „Kanalmausen“ mit magnetisch-induktivem Fließgeschwindigkeitsmessverfahren tritt immer mehr in den Hintergrund.

3.2 Durchflussmessung nach hydraulischer Methode

Der Durchfluss wird bei der hydraulischen Methode aus der Messung einer Größe (Wasserstand) unter Verwendung einer bekannten Beziehung zwischen Messwert und Durchfluss bestimmt.

Zu diesem Verfahren der Durchflussmessung gehören alle Arten von Venturikanäle und Messwehre.

Venturikanäle werden entweder in Ortbetonweise oder als komplette Fertigbauteile bzw. Halbschalen in offene Gerinne eingebaut.

Messwehre werden meist nach Maß gefertigt und ebenfalls in offenen Gerinnen eingesetzt. Der Zusammenhang von gemessenem Wasserstand und zu berechnendem Durchfluss wird entweder vom Hersteller angegeben oder muss individuell berechnet werden. Von besonderer Bedeutung bei allen hydraulischen Verfahren ist der Nachweis der Rückstaufreiheit im gesamten Messbereich.

Wird die Messstelle durch einen zu hohen Unterwasserstand oder gar Rückstau beeinträchtigt, werden deutlich zu hohe Durchflussmesswerte registriert.

3.2.1 Durchflussmessung mittels Venturi

Durch die Bauform der Venturimesstrinne wird der Kanalquerschnitt so eingeengt, dass ein Fließwechsel vom Strömen zum Schießen eintritt. Da somit der Oberwasserspiegel vom Unterwasser unabhängig ist, kann durch Messen des Oberwassers und durch die bekannte h/Q -Funktion der Messrinne der Durchfluss bestimmt werden.

Anwendung findet dieses Verfahren in kleinen Kläranlagen sowie in mobiler Form als Durchflussmesssystem zur Erfassung von kleinen Mengen (z.B. Fremdwassermessung).

3.2.2 Durchflussmessung mittels Messwehr

Zur Messung des Abflusses über ein Wehr wird die Höhe des vollkommenen (freien), nicht vom Unterwasser rückgestauten Überfalls herangezogen.

Aus der Überfallhöhe und der Wehrgeometrie, die durch Wehrform und Öffnungswinkel gegeben ist, sowie der Anströmung lässt sich der Überfall bzw. der Abschlag nach der Poleni-Formel berechnen.

Durch die Durchflussmessung mittels Messwehr können sehr genaue Messergebnisse bei geringen Abflüssen (Deponiesickerwasser, Fremdwasser) erzielt werden.

4 Niederschlag

Der Begriff Niederschlag bezeichnet in der Meteorologie Wasser, das aus Wolken auf die Erde fällt. Niederschlag kann in flüssiger Form (Niesel, Regen) oder in fester Form (Schnee, Hagel, Graupel) auftreten.

Die Häufigkeit und die durchschnittliche Menge des Niederschlages sind charakteristisch für die entsprechenden geographischen Gebiete.

4.2 Niederschlagstyp

Niederschlag, der an horizontalen Luftbewegungen gebunden ist, wird als advektiv bezeichnet (Dauerniederschlag).

Niederschlag, der an vertikale Luftbewegungen gebunden ist, wird dagegen als konvektiv bezeichnet (i.d.R. Schauerniederschlag).

4.1 Niederschlagsintensität

Die Niederschlagsintensität kann auch als „Heftigkeit“ eines Niederschlagsereignisses bezeichnet werden. Sie ist der Quotienten aus Niederschlagsmenge und Zeit und wird in Millimetern pro Stunde (mm/h) angegeben wird. Sie bildet zusammen mit der Niederschlagsmenge die Charakteristik eines Niederschlages.

4.2 Niederschlagsmessung

Niederschlagsdaten und deren statistische Auswertung im Zusammenhang mit dem entstehenden Abfluss werden u. a. für die Bemessung von wasserwirtschaftlichen Anlagen (z.B. Regenbecken, Regenüberläufe, Regenwasserbehandlungsanlagen, Kanalnetze) benötigt. Niederschläge verursachen Abflussspitzen, die in bestehenden Entwässerungssystemen zu Überlastungen führen können.

Die meisten Niederschlagsmesser sammeln den Niederschlag als punktuelle Niederschlagsmessung in einem Messgefäß.

Für die Wahl der Niederschlagsmessstellen sind die Geländetopographie und die damit verbundenen unterschiedlichen Niederschläge von Bedeutung. Bei einer gleichmäßigen Beregnung können wenige Messstellen ausreichend sein, während in einem Gebiet mit sehr unterschiedlichen Verhältnissen mehrere Messstellen notwendig werden.

Bei der Aufstellung ist darauf zu achten, dass der Niederschlag zwar von allen Seiten freien Zutritt zur Auffangfläche hat, doch sind dem Wind besonders ausgesetzte Plätze zu meiden.

4.3 Kippwaagenprinzip

Der in den 200 cm² großen Trichter fallende Niederschlag wird in eine Kippwaage geleitet, die pro 0,1mm Niederschlag eine Kippung ausführt. Bei der Kippung wird ein Reedkontakt betätigt, der einen elektrischen Impuls an einen Datensammler weiter gibt. Im batteriebetriebenen Datensammler wird der Impuls zeitgenau abgespeichert.

4.4 Wägeprinzip

Die Niederschlagsmessung erfolgt mittels elektronischem Wägesystem mit einer Auflösung bis zu 0,01 mm. Das Gewicht des im Auffangbehälter befindlichen Niederschlages, Hagel, Schnee wird von einer elektronischen Wägezelle erfasst und in einem integrierten Datensammler gespeichert. Da die Anschaffung eines Niederschlagsmessers nach dem Wägeprinzip mit hohen Kosten verbunden ist, findet dieses System weniger Anwendung im Bereich der klassischen Niederschlags-Abflussmessung.

5 Niederschlags-Abflussmessung

Zeitlich begrenzte Niederschlags-Abflussmessungen dienen der Erfassung des Ist-Zustandes im Entwässerungssystem. Dieser liefert eine wichtige Grundlage für den Nachweis der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes.

Messungen der Niederschläge und der Kanaldurchflüsse sollten – je nach Zielsetzung – aufgrund unterschiedlicher Niederschlagsintensitäten oder Grundwasserstände über einen längeren Zeitraum (ideal: 1 Jahr) erfolgen.

Für einen direkten Vergleich von Niederschlag und Abfluss müssen die Messungen zeitgleich stattfinden, wobei sie in einem festgelegten Intervall (z.B. 1 Minute) digital gespeichert werden. Dazu werden mobile Durchflusssysteme an aussagekräftigen Punkten im Netz positioniert sowie parallel Niederschlagsmesser im unmittelbaren Einzugsgebiet aufgestellt.

Hauptziel dieser Messungen ist es, eine genauere Kalibrierungsgrundlage für das Kanalnetzrechnungsprogramm anhand des tatsächlichen Niederschlag-Abflussverhaltens zu ermitteln.

Um die Genauigkeit der Niederschlags-Abflussmessungen sicherzustellen, erfolgen an den Messstellen Kalibriermessungen.

5.1 Kalibriermessungen

Durch Kalibriermessungen werden die systematischen Messabweichungen einer Messeinrichtung ohne Veränderung der Messeinrichtung ermittelt. Bezogen auf den

Abwasserbereich bedeutet die Kalibriermessung der Vergleich der mittels Durchflussmesssystem erfassten Menge mit einer andersartigen Messmethode. Hierbei werden Wasserstand und Fließgeschwindigkeit mit Handmessgeräten ermittelt und mit den zeitgleich aufgezeichneten Werten der Abflussmessung verglichen. Die Ergebnisse müssen protokolliert werden und können bei Abweichungen zur Korrektur der Messwerte verwendet werden. Die Methode der Kalibriermessung wird messstellenspezifisch gewählt.

5.1.1 Netzmessung

Für die Messung von Punktgeschwindigkeiten werden elektromagnetische Fließgeschwindigkeitsmessgeräte verwendet. Die Messung erfolgt nach ISO 748 für Durchflussmessung gemäß dem Geschwindigkeitsflächen-Verfahren in offenen Gerinnen.

5.1.2 Tracermessung

Zur Durchführung einer Kalibriermessung mittels eines Markierungsstoffs (Tracers - engl. für Indikator) wird in das Fließgewässer eine bestimmte Menge des Indikators in bekannter Konzentration gegeben. Dies geschieht entweder mit Momentaninjektion oder kontinuierlicher Injektion.

Unter der Voraussetzung einer vollständigen Durchmischung des Markierungsstoffes mit dem fließendem Gewässer (die Fließstrecke muss entsprechend gewählt werden) ist die Verdünnung dem Durchfluss des Gewässers proportional.

In der Praxis verwendet man fluoreszierende Farbstoffe oder Salz als Indikatoren. Bei der Verwendung eines Salztracers erfolgt die Bestimmung der Konzentration bzw. der Verdünnung über die elektrische Leitfähigkeit des Wassers.

5.1.3 Messwehr

Bei der Kalibriermessung mittels eines Messwehres wird ein dem Rohrprofil sowie der Durchflussmenge angepasstes Wehr im Schachtbereich montiert. Die Überfallhöhe wird mittels Wasserstandsmessung erfasst.

Aus der Überfallhöhe und der Wehrgeometrie, die durch Wehrform und Öffnungswinkel gegeben ist, sowie der Anströmung lässt sich der Überfall bzw. der Abschlag nach der Poleni-Formel berechnen.

5.1.4 Mobiles MID

In einem mobilen MID wird die Fließgeschwindigkeit unter Vollfüllung gemessen. Es handelt sich hierbei um ein Komplettsystem mit integrierter Vor- und Nachlaufstrecke im Messrohr. Bei der Kalibrierung mittels dieses Messrohrs wird nicht nur ein punktueller Durchfluss, sondern eine Ganglinie als Vergleichsmessung erfasst. Bei dieser Art der Messung ist darauf zu achten, dass durch die Vollfüllung im oberhalb liegenden Kanal ein Einstau erzeugt wird.

6 Probenahme

Für die Vergleichbarkeit und Sicherstellung gesetzlicher Vorgaben und betrieblicher Belange kommt der Probenahme ein hoher Stellenwert zu.

Einen wesentlichen Einfluss auf das erzielte Ergebnis haben die unmittelbar mit der Probenahme verknüpften Faktoren Probenahmeart, Probenahmestelle, Probenlagerung, Probentransport, Probenkonservierung und das Analyseverfahren selbst. Die Bedeutung der Probenahme wird auch an der Vielzahl gesetzlicher Vorgaben und normativer Bedingungen deutlich.

6.1 Arten der Probenahme

Die **Stichprobe** ist eine einmalige Probenahme aus einem Abwasserstrom. Sie liefert nur eine Momentaufnahme. Für die **qualifizierte Stichprobe** sind mindestens fünf Stichproben, die in einem Zeitraum von nicht weniger als zwei Minuten entnommen und gemischt werden. Die **Mischprobe** ist eine Probe, die in einem bestimmten Zeitraum kontinuierlich entnommen wird, oder eine Probe aus mehreren Proben, die in einem bestimmten Zeitraum kontinuierlich oder diskontinuierlich entnommen und gemischt werden.

Die **Durchschnittsprobe** ist eine Mischprobe, die aus Stichproben von Hand gemischt wird oder von automatischen Probenahmegeräten über eine bestimmte Zeit kontinuierlich oder diskontinuierlich gesammelt wird.

6.2 Probenehmeransteuerung

Ausgehend von einer mengenmäßigen Erfassung des Durchflusses kann die Ansteuerung eines Probenehmers erfolgen. Es wird unterschieden zwischen stationären und mobilen Probenehmern. Der automatische Probenehmer besteht aus Pumpen- und Ventileinheit sowie den Probenbehältern.

Es wird zwischen den folgenden Ansteuerungsarten unterschieden:

Mengenproportional

Probenmenge konstant, Probenfrequenz variabel nach Durchflussmenge

Durchflussproportional

Probenmenge variabel nach Durchfluss, Probenfrequenz konstant

Ereignisproportional

Probenmenge konstant, Probenfrequenz konstant, Probenfüllzeit konstant oder Einzelproben pro Flasche

Kombibetrieb

Wahlweise Verknüpfung aus Zeit-/Menge-/Ereignisbetrieb

7 Hydraulische Prüfung von Drossel- und Durchflussmeseinrichtungen

Ziel einer messtechnischen Überprüfung von Drossel- und Durchflussmeseinrichtungen ist der hydraulische und bauliche Nachweis der Funktionsfähigkeit innerhalb der zulässigen Abweichungen.

7.1 Überprüfung von Drosseleinrichtungen

Drosseleinrichtungen bestehen aus dem Drosselbauwerk zur Aufnahme des Drosselorgans, dem Drossel-, Regel- oder Steuerorgan selbst sowie der dazugehörigen Mess-, Steuer- und Regeltechnik.

Die hydraulische Kalibrierung einer Drosseleinrichtung beinhaltet eine messtechnische Überprüfung der Drosselanlage unter realen Betriebszuständen. Hierbei wird mittels einer unabhängigen hydrometrischen Vergleichsmessung die Kennlinie der Drosselanlage vor Ort, d.h. unter Berücksichtigung der strömungstechnischen Bauwerkseinflüsse, aufgenommen. Die hydraulische Kalibrierung einer Drosseleinrichtung erfordert von den ausführenden Personen ein erhebliches Maß an Fachwissen in der Hydrometrie. Diese Aufgabe kann in aller Regel nicht mehr vom Kanalbetrieb allein übernommen werden. Hierzu ist sachkundiges und erfahrenes Fachpersonal hinzuzuziehen.

7.1.1 § 10 EKVO Hessen

Die „Eigenkontrollverordnung“ vom März 2001 fordert die „Durchführung der hydraulischen Prüfung alle 5 Jahre durch Prüfstellen gemäß § 10 EKVO“.

Alle 5 Jahre ist somit eine hydraulische Prüfung bei Regentlastungen mit gesteuerten oder geregelten Drosseleinrichtungen mit beweglichen Teilen durchführen zu lassen, da die korrekte Abflussdrosselung bzw. Abflusssteuerung maßgeblich für deren ordnungsgemäße Funktion und Wirkung ist.

Die Anforderungen an die Genauigkeit von Drosseleinrichtungen an Regentlastungsanlagen können als erfüllt gelten, wenn der Mittelwert der Abflusskurve um nicht mehr als 12% vom Sollwert abweicht und wenn die größte Abweichung nicht größer ist als 20 % des Sollwerts.

7.1.2 § 2 SÜwV Kan NRW

Die „Verordnung zur Selbstüberwachung von Kanalisationen und Einleitungen von Abwasser aus Kanalisationen im Mischsystem und im Trennsystem - Selbstüberwachungsverordnung Kanal - SÜwV Kan vom 16. Januar 1995“ (SÜwV Kan) fordert in der Anlage zu § 2 alle

5 Jahre als Prüfung eine hydraulische Kalibrierung der Drosseleinrichtung von Regenklärbecken, Regenüberlaufbecken, Stauraumkanälen und Regenrückhaltebecken [NRW]. Als Ergebnis dieser Prüfung ist nach den „Anforderungen an den Betrieb und die Unterhaltung von Kanalisationsnetzen festgelegt, dass bei festgestellten Abweichungen der Drosselwassermenge von mehr als 20% vom Sollwert eine Sanierung der Drosseleinrichtung innerhalb eines Jahres zu erfolgen hat. Als Sollwert ist der in der wasserrechtlichen Genehmigung festgelegte Drosselabfluss zugrunde zu legen.

7.2 Hydraulische Überprüfung von Durchflussmessenrichtungen

Die hydraulische Prüfung von Durchflussmessenrichtungen umfasst die Kontrolle der Messeinrichtung im Hinblick auf die Messgenauigkeit oder die Abflusscharakteristik und stellt fest, ob die Anforderungen an die hydraulische Funktion und die Messgenauigkeit eingehalten sind.

Aus Gewährleistungsgründen wird eine Erstprüfung bereits zur Bauabnahme empfohlen.

7.2.1 § 10 EKVO Hessen

„Die für den Ablauf in das Gewässer maßgebende Durchflussmessenrichtung einer Abwasserbehandlungsanlage ab 2.000 EW bedarf alle 5 Jahre einer hydraulischen Prüfung durch eine staatliche oder staatlich anerkannte Prüfstelle i.S. des § 10 EKVO“.

Die hydraulische Prüfung wird zunächst als Erstprüfung durchgeführt und muss dann als Folgeprüfung im Turnus von 5 Jahren wiederholt werden.

Die hydraulische Prüfung der Durchflussmessenrichtung auf Abwasserbehandlungsanlagen umfasst die Kontrolle einer Messeinrichtung im Hinblick auf die Messgenauigkeit oder die Abflusscharakteristik und stellt fest, ob die Anforderungen an die hydraulische Funktion und die Messgenauigkeiten eingehalten sind.

Die Anforderungen an die Messgenauigkeit von Durchflussmessenrichtungen auf Abwasserbehandlungsanlagen können als erfüllt gelten, wenn in einem Durchflussteilbereich von 10 % bis 30 % des Messbereichs die relative Abweichung vom Kontrollwert nicht größer ist als 10 % des Kontrollwerts und wenn in einem Durchflussteilbereich von größer 30 % bis 100 % des Messbereichs die Abweichung nicht größer ist als 6 %.

7.2.2 § 5 SÜwV-kom NRW

Die gemäß wasserrechtlichem Bescheid für die Einleitung maßgebliche Durchflussmessstelle, bestehend aus dem Messbauwerk einschließlich der messtechnischen Einrichtung und Wiedergabe, ist auf ihren Zustand, ihre Funktion und die Plausibilität der von ihr erzeugten Messergebnisse zu überprüfen. Die Prüfung muss mit der Inbetriebnahme und bei Änderungen der Durchflussmessstelle erfolgen. Die Durchflussmessstelle ist in einem Abstand von nicht mehr als 3 Jahren zu überprüfen. Wird bei der Prüfung ein Messfehler größer 10 % bezogen auf den Momentanwert in einem Messbereich zwischen 10 % und 100 % des maximalen Durchflusses festgestellt, ist dieser zu beseitigen.

Die Prüfung hat eine sach- und fachkundige Prüfstelle für die Kontrolle von Durchflussmessenrichtungen von Kläranlagen durchzuführen. Die Sach- und Fachkunde der Prüfstelle wird durch das Landesumweltamt NRW festgestellt.

8 Messdatenauswertung

Anhand der Niederschlags-Abflussmessungen werden Parameter zur Kalibrierung des Trockenwetter- und Regenwasserabflusses, wie Schmutzwasseranfall, Spitzenabflusswerte, abflusswirksame Fläche, Benetzungsverluste, Abflussbeiwerte und Fremdwasseranteile ermittelt.

8.1 Trockenwetterabfluss

Der Trockenwetterabfluss in der Kanalisation wird erzeugt durch häusliches Schmutzwasser, gewerbliches Schmutzwasser und Fremdwasser. Abflussveränderungen im Verlaufe mehrerer Jahre können durch Zu- oder Abnahme der Bevölkerung, Ansiedlung oder Abwanderung wasserintensiver Industriebetriebe entstehen. Jahreszeitliche Schwankungen sind hauptsächlich witterungsbedingt. Bei anhaltenden Niederschlägen steigt der Grundwasserstand und der Fremdwasserandrang. Schwankungen des Trockenwetterabflusses im Zeitraum eines Monats oder mehrerer Wochen sind saisonbedingt. Unterschiede im täglichen Schmutzwasseranfall haben ihre Ursachen in der Arbeitsruhe an Wochenenden und Feiertagen.

Für die Kanalnetzberechnung sind die kurzzeitigen Abflussspitzen unter Berücksichtigung des Fremdwasseranteils maßgebend. Die jeweilige Form der Abflusskurve und die damit verbundene Abflussspitze wird durch die Struktur der angeschlossenen Teileinzugsgebiete maßgebend beeinflusst.

8.2 Regenwasserabfluss

Der Regenwasserabfluss in Misch- und Regenkanalisationen übertrifft den Trockenwetterabfluss um ein Vielfaches. Während eines Regenereignisses können innerhalb der Kanalisation Ein- und Überstauungen auftreten.

Das Regenwasser wird über Regenrinnen und Straßeneinläufe gesammelt und in einem Kanal abgeleitet. Im Mischwasserkanal geschieht dies zusammen mit dem Schmutzwasser. Da die Spitzenabflüsse aus Mischwasserkanälen bei starken Regen nicht in der Kläranlage behandelt werden können, werden an geeigneten Standorten Entlastungen gebaut, an denen das verdünnte Wasser in ein Gewässer entlastet wird.

Durch die niederschlagsbedingte Abflussmenge lassen sich Aussagen zur abflusswirksamen Fläche gewinnen.

8.3 Fremdwasser

Anhand der Niederschlags-Abflussmessungen sind Aussagen zu den Fremdwasserabflüssen möglich. Außer zur Ermittlung von hydraulischen Belastungen dienen diese Werte als Eingangsdaten für den Nachweis der Mischwasserentlastungsanlagen.

Fremdwasser ist nach der europäischen Norm EN 752 Teil 1 ein „unerwünschter Abfluss im Entwässerungssystem, nach DIN 4045: „in die Kanalisation eindringendes Grundwasser (Undichtigkeiten), unerlaubt über Fehlschlüsse eingeleitetes Wasser (z.B. Dränagewasser, Regenwasser), sowie einem Schmutzwasserkanal zufließendes Oberflächenwasser (z.B. über Schachtabdeckungen).“

Um die Ursachen für die Fremdwassereinträge sowie das Fremdwasseraufkommen minimieren zu können, sind umfassende Erkenntnisse über die ursächlichen Zusammenhänge notwendig.

Wichtige Grunddaten für die Bestandsaufnahme liefern die Niederschlags-Abflussmessungen sowie die Betrachtung der Grundwasserstände im Entwässerungsgebiet. Die Bestimmung des tatsächlichen Fremdwasseranfalls aus den jeweiligen Entwässerungsgebieten kann durch eine Bilanzierung aller Abflüsse und der rechnerischen Ermittlung des Fremdwasserabflusses aus der Differenz von Gesamtabfluss minus Schmutzwasserabfluss und Niederschlagsabfluss erreicht werden.

9 Gefahren in Kanälen und sonstigen umschlossenen Räumen

Mögliche Gefahren in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen wie Schächte, Kanäle, geschlossene Regenrückhaltebecken und andere unterirdische oder abgedeckte Bauwerke sind vor Beginn der Arbeiten zu ermitteln.

Gefahren bestehen oder entstehen durch:

- Gase oder Dämpfe, durch die Brände oder Explosionen entstehen können,
- Sauerstoffmangel, der zum Erstickten führen kann,
- sehr giftige, giftige oder minder giftige (gesundheitsschädliche) Stoffe, die berührt, durch die Haut und den Mund aufgenommen werden können,
- Einsetzen stärkerer Wasserführung, z.B. infolge starken Regens,
- Bakterien oder Lebewesen und deren Stoffwechselprodukte sowie Verschmutzungen, die zu Infektionen führen können.

9.1 Unfallverhütungsvorschriften

Bei dem Einsteigen und dem Aufenthalt in Räumen von abwassertechnischen Anlagen sind die Grundregeln der Sicherheitsmaßnahmen zu befolgen.

Die Unfallverhütungsvorschrift „Abwassertechnische Anlagen“ sowie die Sicherheitsregeln für das „Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen“ beschreiben die sicherheitstechnischen Maßnahmen für die Arbeiten, die an oder in abwassertechnischen Anlagen durchgeführt werden. Insbesondere werden hier auch Maßnahmen zur möglichen Rettung von Personen im Notfall festgeschrieben.

9.2 Explosionsschutz in abwassertechnischen Anlagen

Die Regelungen des Explosionsschutzes der BetrSichV sind auf Anlagen anzuwenden, in denen eine explosionsgefährliche Atmosphäre in gefährlicher Menge auftreten kann und auf Arbeitsmittel, die in explosionsgefährdeten Bereichen verwendet werden.

Seit dem 01. Juli 2003 dürfen in Europa für explosionsgefährdete Bereiche nur noch Geräte in den Verkehr gebracht werden, die der Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) entsprechen.

Dabei betrifft die ATEX 95 sämtliche elektrische Geräte, die innerhalb potentiell explosionsgefährdeter Umgebung betrieben werden (Bsp. umschlossene Abwasserkanäle und ihre Zugänge (Zone 1)).

Auf jedem Gerät und Schutzsystem müssen deutlich und unauslöschbar die folgenden Mindestangaben angebracht werden:

- Name und Anschrift des Herstellers,
- CE-Kennzeichnung,
- Bezeichnung der Serie und des Typs,
- gegebenenfalls die Seriennummer,
- das Baujahr,
- das spezielle Kennzeichen zur Verhütung von Explosionen in Verbindung mit dem Kennzeichen, das auf die Kategorie verweist,

In einem Explosionsschutzdokument hat der Arbeitgeber entsprechend der jeweiligen Zone des explosionsgefährdeten Bereichs eingesetzte Betriebsmittel zu bewerten und zu dokumentieren.