

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 256-6

Prozessmesstechnik auf Kläranlagen – Teil 6: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Füll- und Grenzstands

Mai 2022

VORSCHAU

VORSCHAU

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 256-6

Prozessmesstechnik auf Kläranlagen – Teil 6: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Füll- und Grenzstands

Mai 2022

VORSCHAU

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Impressum

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2022

Satz:

Christiane Krieg, DWA

Druck:

Bonner Universitäts-Buchdruckerei

ISBN:

978-3-96862-230-9 (Print)

978-3-96862-231-6 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblatts darf vorbehaltlich der gesetzlich erlaubten Nutzungen ohne schriftliche Genehmigung der Herausgeberin in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Bilder und Tabellen, die keine Quellenangaben aufweisen, sind im Rahmen der Merkblätterstellung als Gemeinschaftsergebnis des DWA-Fachgremiums zustande gekommen. Die Nutzungsrechte obliegen der DWA.

Vorwort

Einrichtungen zur Messung des Füll- und Grenzstands sind auf Kläranlagen aus verfahrens- und betriebstechnischen Gründen installiert. Grundsätzlich werden Füllstandmesseinrichtungen eingesetzt, um Pegelstände von flüssigen oder festen Medien kontinuierlich zu bestimmen. Grenzstandmesseinrichtungen überwachen Füll- und Schütthöhen als statische Grenzwerte. Füll- und Grenzstandmessungen liefern damit wichtige Prozessinformationen, die zur Überwachung, Steuerung und Regelung von Verfahrensschritten genutzt werden können und deren Kenntnis auch aus Gründen der Betriebssicherheit notwendig sind.

Die Einsatzzwecke und die Einsatzorte auf Kläranlagen sowie die zu berücksichtigenden Gegebenheiten am Messort können sehr unterschiedlich sein. Bei der Auswahl des geeigneten Messverfahrens müssen auch die Eigenschaften des Füllguts, die Beschaffenheit des Behälters sowie spezielle betriebliche Anforderungen, wie Messungen in explosionsgefährdeten Bereichen, berücksichtigt werden.

Diese Vielfalt prägt das Bild der am Markt befindlichen Geräte zur Füll- und Grenzstandmessung. So steht für alle Einsatzzwecke eine Vielzahl von Messgeräten mit verschiedenen Messverfahren für flüssige und feste Medien in unterschiedlichen Ausführungsformen zur Verfügung, die den zahlreichen applikativen Anforderungen Rechnung trägt.

Umso wichtiger ist es, aus der Vielzahl der Messgeräte die richtige Wahl für eine Messaufgabe zu treffen. Das vorliegende Merkblatt soll die Bandbreite der verfügbaren Technologien ausführlich darstellen sowie Planer/-innen und Anwender/-innen eine Hilfestellung für die richtige Instrumentierung der Abwasserreinigungsanlage mit Füll- und Grenzstandmessgeräten liefern.

Darüber hinaus werden diese Technologien auch zur Messung des Wasserstands in Entwässerungssystemen eingesetzt. Dieser Anwendungsbereich wird im Merkblatt DWA-M 181 behandelt, das sich ausführlich mit der Messung des Wasserstands und Durchflusses in Entwässerungssystemen beschäftigt.

Einen weiteren speziellen Anwendungsfall stellen Überfüllsicherungen nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) dar, die dazu dienen, Behälter mit wassergefährdenden Stoffen zu überwachen. Details hierzu werden im Arbeitsblatt DWA-A 779 (TRwS 779) beschrieben.

Ferner sei auf die VDI/VDE-Richtlinie 3519 hingewiesen, die die Füllstandmessung von Flüssigkeiten und Feststoffen (Schüttgütern) für die breite industrielle Anwendung beschreibt.

Der DWA-Fachausschuss KA-13 „Automatisierung von Kläranlagen“ formuliert mit diesem Merkblatt die Anforderungen, die den derzeitigen Stand der Technik wiedergeben.

In der Merkblattreihe DWA-M 256 „Prozessmesstechnik auf Kläranlagen“ werden folgende Themen behandelt:

- Teil 1: Allgemeine Anforderungen,
- Teil 2: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Sauerstoffgehalts,
- Teil 3: Messeinrichtungen zur Bestimmung der Leitfähigkeit,
- Teil 4: Messeinrichtungen zur Bestimmung des pH-Werts und des Redoxpotenzials,
- Teil 5: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Trockensubstanzgehalts,
- Teil 6: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Füll- und Grenzstands,
- Teil 7: Messeinrichtungen zur Bestimmung der Trübung,
- Teil 8: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Schlammspiegels,
- Teil 9: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Drucks (in Bearbeitung).

Der Einsatz der in den Teilen 1 bis 9 der Merkblattreihe DWA-M 256 beschriebenen Prozessmessgeräte hat naturgemäß einen finanziellen Aufwand zur Folge, was sich sowohl auf die Investition als auch auf den Betrieb bezieht. Mithilfe der in dieser Merkblattreihe vorgelegten Übersicht über sinnvolle Messorte und Messgrößen ist ein effizienter Einsatz von Prozessmesstechnik möglich. Die Nutzung der zur Verfügung stehenden Messgeräte mit digitaler Technik ist eine Voraussetzung für die Minimierung des Aufwands bei den erforderlichen Messungen. Richtig eingesetzt, ist der mögliche Nutzen der Prozessmessgeräte in Bezug auf Kosteneinsparungen als auch in Bezug auf die Optimierung der Qualität der Abwasserreinigung deutlich höher als der mit der Anschaffung verbundene Aufwand.

Das vorliegende Merkblatt erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Für ergänzende Hinweise ist der Fachausschuss dankbar. Sie werden über die DWA-Bundesgeschäftsstelle an den Obmann erbeten.

Änderungen

Gegenüber dem Merkblatt DWA-M 256-6 (06/2014) wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Überarbeitung und Ergänzung des Abschnitts 2 „Begriffe“, vor allem in Bezug auf das neue Merkblatt DWA-M 256-1;
- b) einheitliche und konsistente Verwendung der Begriffe im Text;
- c) Überarbeitung des Abschnitts 4 „Messverfahren“, vor allem die Unterabschnitte für die Ultraschall- und Radartechnik;
- d) Formulierung der technischen Merkmallisten in Abschnitt 6 „Anforderungen an die Messtechnik“ als Tabelle anstelle von Unterabschnitten;
- e) inhaltliche Harmonisierung der Merkmallisten der Merkblattreihe, vor allem in Bezug auf das neue Merkblatt DWA-M 256-1;
- f) ergänzende Hinweise in 7.3 „Explosionsschutz“;
- g) Aktualisierung des Abschnitts „Quellen und Literaturhinweise“.

In diesem Merkblatt werden, soweit wie möglich, geschlechtsneutrale Bezeichnungen für personenbezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verwendet. Sofern dies nicht möglich ist, wird die weibliche und die männliche Form verwendet. Ist dies aus Gründen der Verständlichkeit nicht möglich, wird nur eine von beiden Formen verwendet. Alle Informationen beziehen sich aber in gleicher Weise auf alle Geschlechter.

Frühere Ausgaben

Merkblatt DWA-M 256-6 (06/2014)

Merkblatt ATV-DVWK-M 256-6 (02/2001)

Klimakennung

Im Rahmen der DWA-Klimastrategie werden Arbeits- und Merkblätter mit einer Klimakennung ausgezeichnet. Über diese Klimakennung sollen Anwendende des DWA-Regelwerks schnell und einfach erkennen, in welcher Intensität sich eine technische Regel mit dem Thema Klimaanpassung und Klimaschutz auseinandersetzt. Das vorliegende Merkblatt wurde wie folgt eingestuft:

KA1 = Das Merkblatt hat indirekten Bezug zur Klimaanpassung

KS1 = Das Merkblatt hat indirekten Bezug zu Klimaschutzparametern

Einzelheiten zur Ableitung der Bewertungskriterien sind im „Leitfaden zur Einführung der Klimakennung im DWA-Regelwerk“ erläutert, der online unter www.dwa.de/klimakennung verfügbar ist.

Verfasserinnen und Verfasser

Dieses Merkblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe KA-13.2 „Prozessmesstechnik auf Kläranlagen – Teil 6: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Füll- und Grenzstands“ und dem DWA-Fachausschuss KA-13 „Automatisierung von Kläranlagen“ im Auftrag des DWA-Hauptausschusses „Kommunale Abwasserbehandlung“ (HA KA) erarbeitet.

Der DWA-Arbeitsgruppe KA-13.2 „Prozessmesstechnik auf Kläranlagen – Teil 6: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Füll- und Grenzstands“ gehören folgende Mitglieder an:

| | |
|----------------------|-------------------------------------|
| GAHR, Achim | Dr. rer. nat., Gerlingen (Sprecher) |
| BOHLMANN, Holger | Dipl.-Ing. (FH), Karlsruhe |
| HONOLD, Frank | Dr. rer. nat., Weilheim |
| RIEKEN, Kai | Dipl.-Ing., Berlin |
| ROHN, Moritz | M. Sc. Wirtsch.-Ing., Weil am Rhein |
| ROSENTHAL, Lena | M. Sc., Bitterfeld |
| SKOWAISA, Jürgen | Dipl.-Ing. (FH), Schiltach |
| WINKELBAUER, Andreas | Dipl.-Ing., Wien |

Dem DWA-Fachausschuss KA-13 „Automatisierung von Kläranlagen“ gehören folgende Mitglieder an:

| | |
|--------------------|----------------------------|
| OBENAU, Frank | Dr.-Ing., Essen (Obmann) |
| BAUMANN, Peter | Prof. Dr.-Ing., Stuttgart |
| GAHR, Achim | Dr. rer. nat., Gerlingen |
| HACHENBERG, Miriam | Dipl.-Ing. (FH), Wuppertal |
| HANSEN, Joachim | Prof. Dr.-Ing., Luxemburg |
| HARTWIG, Peter | Prof. Dr.-Ing., Hannover |
| JUMAR, Ulrich | Prof. Dr.-Ing., Magdeburg |
| PACHALY, Uta | Dipl.-Ing., Berlin |
| TENNER, Rolf | Dipl.-Ing. (FH), Köln |
| THÖLE, Dieter | Dr.-Ing., Essen |
| UECKER, Felix | Dr.-Ing., Herzogenrath |
| WOLF, Christian | Prof. Ing., Gummersbach |

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

| | |
|--------------------|--|
| WILHELM, Christian | Dr.-Ing., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft |
|--------------------|--|

Inhalt

| | |
|---|-----------|
| Vorwort | 3 |
| Verfasserinnen und Verfasser | 5 |
| Bilderverzeichnis | 7 |
| Tabellenverzeichnis | 8 |
| Hinweis für die Benutzung | 9 |
| 1 Anwendungsbereich | 9 |
| 1.1 Vorbemerkungen | 9 |
| 1.2 Zielsetzung..... | 10 |
| 1.3 Geltungsbereich..... | 10 |
| 2 Begriffe | 11 |
| 2.1 Definitionen..... | 11 |
| 2.2 Formelzeichen | 12 |
| 3 Messgröße | 13 |
| 4 Messverfahren | 14 |
| 4.1 Übersicht..... | 14 |
| 4.2 Ultraschallbasierte Füllstandmessung..... | 14 |
| 4.2.1 Grundlagen und Aufbau | 14 |
| 4.2.2 Vor- und Nachteile sowie Applikationshinweise | 16 |
| 4.3 Radarbasierte Füllstandmessung (ohne Berührung des Mediums) | 16 |
| 4.3.1 Grundlagen und Aufbau | 16 |
| 4.3.2 Vor- und Nachteile sowie Applikationshinweise | 19 |
| 4.4 Geführte Mikrowelle (medienberührende Messung mit Radar)..... | 20 |
| 4.4.1 Grundlagen und Aufbau | 20 |
| 4.4.2 Vor- und Nachteile sowie Applikationshinweise | 21 |
| 4.5 Hydrostatische Füllstandmessung..... | 21 |
| 4.5.1 Grundlagen und Aufbau | 21 |
| 4.5.2 Vor- und Nachteile sowie Applikationshinweise | 24 |
| 4.6 Grenzstanddetektion über Vibrationsmessung..... | 24 |
| 4.6.1 Grundlagen und Aufbau | 24 |
| 4.6.2 Vor- und Nachteile sowie Applikationshinweise | 25 |
| 4.7 Konduktive Grenzstanddetektion | 25 |
| 4.7.1 Grundlagen und Aufbau | 25 |
| 4.7.2 Vor- und Nachteile sowie Applikationshinweise | 26 |
| 4.8 Kapazitive Grenzstanddetektion | 26 |
| 4.8.1 Grundlagen und Aufbau | 26 |
| 4.8.2 Vor- und Nachteile sowie Applikationshinweise | 27 |
| 4.9 Schwimmschalter zur Grenzstanddetektion..... | 27 |
| 4.9.1 Grundlagen und Aufbau | 27 |
| 4.9.2 Vor- und Nachteile sowie Applikationshinweise | 27 |
| 4.10 Auswahl des Messverfahrens..... | 28 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5 | Messort | 31 |
| 6 | Anforderungen an die Messtechnik | 34 |
| 7 | Betrieb | 37 |
| 7.1 | Allgemeines | 37 |
| 7.2 | Instandhaltung | 37 |
| 7.2.1 | Inspektion (inkl. Justierung/Kalibrierung) | 37 |
| 7.2.2 | Wartung | 38 |
| 7.2.3 | Instandsetzung | 38 |
| 7.3 | Explosionsschutz | 38 |
| | Quellen und Literaturhinweise | 39 |

Bilderverzeichnis

| | | |
|----------|---|----|
| Bild 1: | Funktionsprinzip der Laufzeitmessung mit Ultraschall | 15 |
| Bild 2: | Schematische Darstellung der Schallkeule von Ultraschallgeräten | 15 |
| Bild 3: | Funktionsprinzip der Messung mit Radar – Antennensystem | 17 |
| Bild 4: | Funktionsprinzip der Messung mit Radar – Strahlkeule | 18 |
| Bild 5: | Schematische Darstellung des Abstrahlwinkels bei einem Antennendurchmesser von 40 mm und einer Sendefrequenz von 80 GHz bzw. 26 GHz | 18 |
| Bild 6: | Funktionsprinzip der Messung mit geführter Mikrowelle | 21 |
| Bild 7: | Funktionsprinzip der Relativdruckmessung (am Beispiel einer Pegelsonde und eines Kompaktgeräts) | 23 |
| Bild 8: | Funktionsprinzip der Differenzdruckmessung (beispielhafte Darstellung der Messung mittels Differenzdruckmessumformer über Wirkdruckleitungen) | 23 |
| Bild 9: | Funktionsprinzip der Grenzstanddetektion durch Vibration | 24 |
| Bild 10: | Funktionsprinzip der konduktiven Grenzstanddetektion am Beispiel einer Zweistabsonde | 25 |
| Bild 11: | Funktionsprinzip der kapazitiven Grenzstanddetektion für unterschiedliche Einbauvarianten | 26 |
| Bild 12: | Funktionsprinzip eines Schwimmschalters | 27 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Relative Permittivität für verschiedene Medien bei unterschiedlicher Temperatur und Mikrowellenfrequenz | 12 |
| Tabelle 2: Übersicht der Verfahren zur Messung des Füll- und Grenzstands in Flüssigkeiten..... | 14 |
| Tabelle 3: Durchmesser des Messflecks in Abhängigkeit der Frequenz und des Antennendurchmessers | 19 |
| Tabelle 4: Vergleich der Messverfahren zur Füll- und Grenzstandmessung anhand von Kriterien, die ausgewählte Anwendungsbedingungen, Gerätemerkmale und Stoffeigenschaften charakterisieren | 28 |
| Tabelle 5: Verfahrensauswahl zur Füllstandmessung und Grenzstanddetektion für beispielhafte Messorte..... | 29 |
| Tabelle 6: Messorte auf Kläranlagen und empfohlene Messverfahren zur Bestimmung des Füll- und Grenzstands | 31 |
| Tabelle 7: Technische Anforderungen | 34 |
| Tabelle 8: Betriebliche Anforderungen | 36 |
| Tabelle 9: Anforderungen an die Instandhaltung | 36 |

VORSCHAU

Hinweis für die Benutzung

Dieses Merkblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem Arbeitsblatt DWA-A 400) zustande gekommen ist. Für ein Merkblatt besteht eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig ist.

Jeder Person steht die Anwendung des Merkblatts frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Merkblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Merkblatt aufgezeigten Spielräumen.

Normen und sonstige Bestimmungen anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum stehen Regeln der DWA gleich, wenn mit ihnen dauerhaft das gleiche Schutzniveau erreicht wird.

1 Anwendungsbereich

1.1 Vorbemerkungen

Die Kenntnis des Füllstands spielt auf Kläranlagen in den verschiedenen Teilprozessen der Abwasserreinigung, der Schlammbehandlung sowie in der Bewirtschaftung von Speichertanks und Bevorratungsbehältern eine sehr wichtige Rolle. Bei der Messung des Füllstands handelt es sich um die kontinuierliche Erfassung der Standhöhe eines Mediums. Neben der Messung der Füllhöhe kann bei Kenntnis der Behältergeometrie auch das Füllvolumen bestimmt werden. Ferner wird die Füllstandmessung durchgeführt, um zum Beispiel Pegelstände zu überwachen, die verfahrensbedingt schwanken können und daher häufig kontinuierlich erfasst werden müssen.

Darüber hinaus berücksichtigt das Merkblatt auch die Grenzstanddetektion. Mithilfe von Grenzwertgebern (Grenzwertschaltern) wird festgestellt, ob eine festgelegte Füllhöhe erreicht bzw. über- oder unterschritten ist. Diese Prozessinformationen werden beispielsweise für den Überlauf- und Trockenlaufschutz oder für Min-/Max-Steuerungen genutzt.

Die Überwachung des Füll- und Grenzstands zum Beispiel in Gerinnen, Becken, Behältern und Saugräumen kann wie die Grenzstanddetektion für Pumpensteuerungen oder Überfüllsicherungen einen wichtigen Beitrag zur Betriebssicherheit leisten.

Besondere Aufmerksamkeit muss dem Einsatz von Füll- und Grenzstandmesseinrichtungen in explosionsgefährdeten Bereichen gewidmet werden. Anwendungen finden sich hauptsächlich im Einlaufbereich der Kläranlage, zum Beispiel in Pumpensämpfen und Stauräumen sowie im Bereich der Schlammbehandlung und in Faulbehältern.

Für das optimale Zusammenwirken von Prozessschritten ist die Überwachung und Regelung des Füllstands aus verfahrenstechnischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten häufig sinnvoll. Bei der Bewirtschaftung von Behältern kommen Füll- und Grenzstandmessgeräte zum Einsatz, um den Verbrauch von Betriebsmitteln zuverlässig zu überwachen und durch Einbindung in Steuer- und Regelkonzepte den Einsatz von Betriebsmitteln zu optimieren.

VORSCHAU

Verlässliche Messwerte sind eine wichtige Voraussetzung für einen optimierten Betrieb von Kläranlagen, der sich an Emissionsgrenzwerten und Qualitätsvorgaben orientiert. Die Anforderungen an Betriebsmesseinrichtungen hängen maßgeblich von den verfahrenstechnischen Bedingungen und den örtlichen Gegebenheiten einer Kläranlage ab. Bereits im Planungsstadium ist das geeignete Messverfahren auszuwählen. Planerinnen und Planer haben die Aufgabe, die Geräteanforderungen entsprechend dem jeweiligen Einsatzfall nach Messstoff, Messort und Umgebungsbedingungen festzulegen. Darüber hinaus müssen sie die automatisierungs-, verfahrenstechnischen und betrieblichen Anforderungen genau spezifizieren. Die Digitalisierung der Signalverarbeitung und Informationsübertragung ermöglicht eine Vielzahl neuer Funktionen, die in Bezug auf die gestellten Anforderungen zu bewerten sind.

Die Merkblattreihe DWA-M 256 „Prozessmesstechnik auf Kläranlagen“ mit den Teilen 1 bis 9, soll Planenden und Betreibern von Kläranlagen eine Hilfe bei der Auswahl von Messeinrichtungen geben. Geeignete Geräte sind für einen zuverlässigen und wirtschaftlichen Anlagenbetrieb unabdingbar. Neben einer ausführlichen Darstellung der möglichen Einsatzorte der in der Merkblattreihe DWA-M 256 behandelten Messeinrichtungen werden auch die Messprinzipien, die daraus resultierenden spezifischen Gerätemerkmale und die technischen Anforderungen an die Geräte ebenso behandelt wie die betrieblichen Aspekte.

Neben den in Teil 6 dargestellten „Messeinrichtungen zur Bestimmung des Füll- und Grenzstands“ werden allgemeine Anforderungen in Teil 1 und weitere Messeinrichtungen in den Teilen 2 bis 5 und 7 bis 9 behandelt:

- Teil 1: Allgemeine Anforderungen,
- Teil 2: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Sauerstoffgehalts,
- Teil 3: Messeinrichtungen zur Bestimmung der Leitfähigkeit,
- Teil 4: Messeinrichtungen zur Bestimmung des pH-Werts und des Redoxpotenzials,
- Teil 5: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Trockensubstanzgehalts,
- Teil 6: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Füll- und Grenzstands,
- Teil 7: Messeinrichtungen zur Bestimmung der Trübung,
- Teil 8: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Schlammspiegels,
- Teil 9: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Drucks (in Bearbeitung).

ISBN: 978-3-96862-230-9 (Print)
978-3-96862-231-6 (E-Book)

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef
Telefon: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100
info@dwa.de · www.dwa.de