

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 256-5

Prozessmesstechnik auf Kläranlagen – Teil 5: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Trockensubstanzgehalts

Mai 2020



DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 256-5

Prozessmesstechnik auf Kläranlagen – Teil 5: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Trockensubstanzgehalts

Mai 2020



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 2020

Satz:

Christiane Krieg, DWA

Druck:

Siebengebirgsdruck, Bad Honnef

ISBN:

978-3-88721-942-0 (Print)

978-3-88721-943-7 (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 Datenverarbeitungsmaschinen, 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

Messeinrichtungen zur Bestimmung des Trockensubstanzgehalts sind auf Kläranlagen von grundlegender Bedeutung und weit verbreitet. Sie erfordern besondere Sorgfalt bei der Anwendung und Auswahl der Messstellen. Typischerweise kommen sie in Schlammabzugsleitungen, in biologischen Reinigungsstufen und in Verfahrensstufen der Schlammbehandlung zum Einsatz (siehe auch Merkblatt DWA-M 256-1).

Anlass für die vorliegende redaktionelle Überarbeitung des Merkblatts DWA-M 256-5 war die Überarbeitung des einführenden Teils 1 „Allgemeine Anforderungen“ der Merkblattreihe DWA-M 256 „Prozessmesstechnik auf Kläranlagen“. Das im Juli 2014 veröffentlichte Merkblatt DWA-M 256-5 wurde 2019 im Zuge der Überarbeitung des Teils 1 einer umfänglichen Aktualitätsprüfung unterzogen. Diese Überprüfung ergab, dass das Merkblatt nach wie vor aktuell ist und nur wenige inhaltliche Änderungen und Ergänzungen redaktioneller und gemäß Arbeitsblatt DWA-A 400 (Mai 2018) „Grundsätze für die Erarbeitung des DWA-Regelwerks“ von „nicht wesentlicher Art“ erforderlich sind; auf ein Beteiligungsverfahren konnte daher verzichtet werden. Die redaktionelle Überarbeitung wurde im August 2019 in den Verbandszeitschriften der DWA mitgeteilt.

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 2 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 der Prozessmesstechnik möglich. Darüber hinaus ist die zunehmende Verbreitung von Messgeräten mit digitaler Technik eine Voraussetzung zur Minimierung des Aufwands für die erforderlichen Messungen. Richtig eingesetzt, ist der mögliche Nutzen der Prozessmessgeräte in Bezug auf die Kosten als auch auf die Qualität der Abwasserreinigung deutlich höher als der damit 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 256-5 (07/2014) wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung und Vereinheitlichung 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) Formulierung der technischen Merkmallisten im Abschnitt 6 „Anforderungen an die Messtechnik“ als Tabelle anstelle von Unterabschnitten;
- d) inhaltliche Harmonisierung der Merkmallisten der Merkblattreihe;
- e) 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 256-5 (07/2014)

Merkblatt ATV-DVWK-M 256-5 (02/2001)

Merkblatt ATV-M 256 – Blatt 4 (07/1989)

Verfasser

Das 2014 veröffentlichte Merkblatt wurde im Auftrag des DWA-Hauptausschusses „Kommunale Abwasserbehandlung“ (HA KA) im DWA-Fachausschuss KA-13 „Automatisierung von Kläranlagen“ von der damaligen DWA-Arbeitsgruppe KA-13.3 „Betriebsmesseinrichtungen auf Kläranlagen“ erarbeitet.

Der damaligen DWA-Arbeitsgruppe KA-13.3 „Betriebsmesseinrichtungen auf Kläranlagen“ gehörten folgende Mitglieder an:

REICHERT, Joachim	Dr.-Ing., Berlin (Sprecher)
GAHR, Achim	Dr. rer. nat., Gerlingen
HONOLD, Frank	Dr. rer. nat., Weilheim
KELLER, Steffen	Dipl.-Ing., Berlin
OBENAU, Frank	Dr.-Ing., Essen
WORRINGEN, Werner	Dipl.-Phys.-Ing., Ratingen

Die Überarbeitung „nicht wesentlicher Art“ (Arbeitsblatt DWA-A 400:2018, 6.1) wurde im Auftrag des DWA-Hauptausschusses „Kommunale Abwasserbehandlung“ (HA KA) im DWA-Fachausschuss KA-13 „Automatisierung von Kläranlagen“ von der DWA-Arbeitsgruppe KA-13.3 „Prozessmesstechnik auf Kläranlagen“ vorgenommen.

Der DWA-Arbeitsgruppe KA-13.3 „Prozessmesstechnik auf Kläranlagen“ gehören folgende Mitglieder an:

GAHR, Achim	Dr. rer. nat., Gerlingen (Sprecher)
ARTS, Olivia	B. Sc. MBA, Berlin, (bis September 2019)
HACHENBERG, Miriam	Dipl.-Ing. (FH), Wuppertal
HONOLD, Frank	Dr. rer. nat., Weilheim
OCH, Henry	Dipl.-Ing., Achim
RIEKEN, Kai	Dipl.-Ing., Berlin
ROSENTHAL, Lena	M. Sc., Bitterfeld-Wolfen
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
THÖLE, Dieter	Dr.-Ing., Essen
UECKER, Felix	Dr.-Ing., Herzogenrath

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

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

Inhalt

Vorwort	3
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	10
2.1 Definitionen.....	10
2.2 Formelzeichen	11
3 Messgröße	12
4 Messverfahren	13
4.1 Übersicht.....	13
4.2 Optische Verfahren	14
4.2.1 Allgemeines	14
4.2.2 Streulichtverfahren	16
4.2.2.1 90°-Streulichtverfahren für die TS-Gehaltsmessung.....	16
4.2.2.2 Andere Streulichtanordnungen	17
4.2.3 Absorptionsverfahren (Durchlichtverfahren).....	19
4.3 Ultraschallbasierte Verfahren.....	20
4.4 Mikrowellenbasierte Verfahren.....	22
4.5 Auswahl des Messverfahrens.....	24
4.6 Applikationshinweise.....	25
4.6.1 Applikationshinweise für optische Systeme.....	25
4.6.2 Applikationshinweise von ultraschallbasierten Systemen	26
4.6.3 Applikationshinweise für mikrowellenbasierte Systeme	26
5 Messort	27
5.1 Repräsentativer Messort	27
5.2 Installation	27
5.2.1 Tauchsensoren in Becken	27
5.2.2 Sensoren in Rohrleitungen.....	29
5.2.2.1 Allgemeines zum Einbau der Sensoren	29
5.2.2.2 Einbau optischer Sensoren.....	29
5.2.2.3 Einbau von Ultraschallsensoren	30
5.2.2.4 Einbau von mikrowellenbasierten Systemen.....	31
6 Anforderungen an die Messtechnik	31

7	Betrieb	34
7.1	Allgemeines	34
7.2	Instandhaltung	34
7.2.1	Inspektion (inkl. Kalibrierung/Justierung)	34
7.2.1.1	Allgemeines	34
7.2.1.2	Nullpunktprüfung	34
7.2.1.3	Einpunktjustierung	35
7.2.1.4	Mehrpunktjustierung	35
7.2.1.5	Aspekte der Probenahme	36
7.2.2	Wartung	36
7.2.3	Instandsetzung	37
7.3	Explosionsschutz	37
	Quellen und Literaturhinweise	38
	Stichwortverzeichnis Definitionen	38

Bilderverzeichnis

Bild 1:	TS_R -Bereiche in verschiedenen Schlämmen und im Ablauf von Kläranlagen (logarithmische Skala)	13
Bild 2:	Verbreitete Messverfahren für die Bestimmung des Trockensubstanzgehalts	13
Bild 3:	Veranschaulichte Darstellung der Lichtstreuung an einem Teilchen	14
Bild 4:	Einfache Messanordnung für die Messung von Streulicht und Durchlicht	15
Bild 5:	Prinzip der Trübungsmessung nach DIN EN ISO 7027-1:2016	16
Bild 6:	Qualitativer Verlauf von 90°-Streulichtsignalen bei unterschiedlich hellen/dunklen Schlämmen	16
Bild 7:	Messprinzip von 90°-Streulicht-Messgeräten (exemplarisch)	17
Bild 8:	Typische Signalkurven von Streulichtmessgeräten mit Rückwärtsstreuung	18
Bild 9:	Messprinzip von Rückstreulicht-Messgeräten (exemplarisch)	19
Bild 10:	Qualitative Messwertkurven von Durchlichtmessgeräten	19
Bild 11:	Messprinzip von Durchlichtmessgeräten (exemplarisch)	20
Bild 12:	Dämpfung von Ultraschall durch Feststoffe	20
Bild 13:	Qualitative Kurve der Signaldämpfung bei ultraschallbasierten Verfahren	21
Bild 14:	Messprinzipien von ultraschallbasierten Systemen	21
Bild 15:	Qualitative Abhängigkeit der Mikrowellenlaufzeit vom Trockensubstanzgehalt	23
Bild 16:	Prinzipieller Aufbau von mikrowellenbasierten Messsystemen	23
Bild 17:	Messbereiche diverser Messverfahren im Klärschlamm (logarithmische Skala)	25
Bild 18:	Beispielhafte Ausrichtung von TS-Sensoren zur Strömungsrichtung	28
Bild 19:	Einbauort, Einbaulage und Positionierung von optischen Sensoren in der Rohrleitung	30
Bild 20:	Einbauort von Ultraschallsensoren in der Rohrleitung	30
Bild 21:	Positionierung von Ultraschallsensoren in der Rohrleitung	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Einflussgrößen bei der optischen Messung des Trockensubstanzgehalts.....	15
Tabelle 2:	Einflussgrößen bei der Messung des Trockensubstanzgehalts mit ultraschallbasierten Verfahren	21
Tabelle 3:	Einflussgrößen bei der Messung des Trockensubstanzgehalts mit mikrowellenbasierten Verfahren	23
Tabelle 4:	Auswahlkriterien für Geräte zur Bestimmung des Trockensubstanzgehalts	24
Tabelle 5:	Betriebliche Maßnahmen für die richtige Anwendung von optischen TS-Gehalt-Messgeräten.....	25
Tabelle 6:	Betriebliche Maßnahmen für die richtige Anwendung von ultraschallbasierten Systemen.....	26
Tabelle 7:	Betriebliche Maßnahmen für die richtige Anwendung von mikrowellenbasierten Systemen	27
Tabelle 8:	Technische Anforderungen.....	31
Tabelle 9:	Betriebliche Anforderungen	33
Tabelle 10:	Anforderung an die Instandhaltung	33

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

Trockensubstanzgehalt und Trübung sind verwandte Messgrößen. Beide kennzeichnen den Gehalt ungelöster Inhaltsstoffe in Flüssigkeiten und verwenden sehr ähnliche Messprinzipien. Die Größe „Trübung“ wird in der Regel zur Charakterisierung geringer Feststoffgehalte eingesetzt. Geht es um höhere Feststoffgehalte, wie zum Beispiel im belebten Schlamm, so verwendet man die Größe „Trockensubstanzgehalt“. Diese unterschiedlichen Einsatzbereiche führen jedoch zu signifikanten Unterschieden in der Gerätetechnik. Der Trübungsmessung ist ein eigenes Merkblatt, DWA-M 256-7, gewidmet, weshalb sie hier nur insoweit erwähnt wird, als es der gemeinsame Zusammenhang bzw. die Abgrenzung erfordern.

Der Trockensubstanzgehalt ist eine wichtige Prozessgröße für das Schlammmanagement auf der Kläranlage. Die Überwachung des Trockensubstanzgehalts zeigt Abweichungen von den Vorgaben für die prozesswichtigen Zielgrößen: TS-Gehalt, Schlammbelastung, Schlammalter, Schlammverlagerung und Eindickungsgrad. Durch die Einbindung in Steuerungen und Regelungen können diese Größen gezielt eingestellt werden, und kann Einflüssen der Dynamik auf der Kläranlage entgegengewirkt werden.

Die Kenntnis des Trockensubstanzgehalts im Belebungsbecken ist wichtig für die Einstellung des erforderlichen Schlammalters und damit für eine optimale Reinigungsleistung sowie gegebenenfalls die Einhaltung des Prozessziels „Schlammstabilisierung“. Der Trockensubstanzgehalt hat damit unmittelbaren Einfluss auf die langfristigen Ablaufwerte, die Schlammqualität und den Energieeinsatz. Weiterhin wird mithilfe der TS-Gehaltsmessung der Rücklaufschlammvolumenstrom an den Anlagenzufluss angepasst. Darüber hinaus kann auch der Überschussschlammabzug durch die Messung des Trockensubstanzgehalts geregelt werden. Die Haupteinsatzorte für TS-Messeinrichtungen sind daher die Belebungsbecken, die Rücklaufschlammleitung bzw. das Verteilerbauwerk und die Überschussschlammleitung.

Im Bereich der Vorklärung kann der Primärschlammabzug (gegebenenfalls in Kombination mit einer Schlammspiegelmessung) geregelt und damit die Beschickung des Faulbehälters automatisiert werden. Die Beschickung des Faulbehälters bzw. des Eindickers mit „dünnem“ Schlamm wird vermieden