

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 256-4

Prozessmesstechnik auf Kläranlagen – Teil 4: Messeinrichtungen zur Bestimmung des pH-Werts und des Redoxpotenzials

Mai 2020



DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 256-4

Prozessmesstechnik auf Kläranlagen – Teil 4: Messeinrichtungen zur Bestimmung des pH-Werts und des Redoxpotenzials

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:

978-3-88721-940-6 (Print)

978-3-88721-941-3 (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

Messeinrichtungen zur Bestimmung des pH-Werts und des Redoxpotenzials basieren beide auf dem etablierten Verfahren der Potenziometrie. pH-Messeinrichtungen werden vor allem zur Kontrolle des Kläranlagenzulaufs und zur Überwachung der Nitrifikation eingesetzt sowie auch zur Überwachung der Schlammfäulung verwendet. Dazu kommen Einsatzfälle bei der Prozesswasserbehandlung (Deammonifikation) und bei der industriellen Abwasserbehandlung (Neutralisation). Die Redoxmessung kann zur Automatisierung der Belüftung bei einem sequenziellen Nitrifikations-/Denitrifikationsprozess verwendet werden (siehe auch Merkblatt DWA-M 256-1).

Anlass für die vorliegende redaktionelle Überarbeitung des Merkblatts DWA-M 256-4 war die Überarbeitung des einführenden Teils 1 „Allgemeine Anforderungen“ der Merkblattreihe DWA-M 256 „Prozessmesstechnik auf Kläranlagen“. Das im November 2013 veröffentlichte Merkblatt DWA-M 256-4 wurde 2019 im Zuge der Überarbeitung des Teils 1 einer umfangreichen 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 256-4 (11/2013) 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 256-4 (11/2013)

Merkblatt ATV-DVWK-M 256-4 (02/2001)

Merkblatt ATV-M 256 – Blatt 3 (07/1989)

Verfasser

Das 2013 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
PACHALY, Uta	Dipl.-Ing., Berlin
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	7
Hinweis für die Benutzung	8
1 Anwendungsbereich	8
1.1 Vorbemerkungen	8
1.2 Zielsetzung.....	8
1.3 Geltungsbereich.....	9
2 Begriffe	9
2.1 Definitionen.....	9
2.2 Formelzeichen	9
3 Messgrößen	10
3.1 pH.....	10
3.2 Redoxpotenzial.....	12
4 Messverfahren	13
4.1 Potenziometrie als Grundprinzip der pH- und Redoxmessung	13
4.2 Messverfahren für den pH-Wert	14
4.2.1 Grundlagen der pH-Messung	14
4.2.2 Aufbau von pH-Elektroden	15
4.2.3 Temperaturkompensation von pH-Sensoren.....	15
4.3 Messverfahren für das Redoxpotenzial.....	16
4.4 Referenzelektroden	16
4.5 Applikationshinweise.....	17
5 Messort	18
6 Anforderungen an die Messtechnik	18
7 Betrieb	21
7.1 Allgemeines	21
7.2 Instandhaltung.....	21
7.2.1 Inspektion (inkl. Justierung/Kalibrierung).....	21
7.2.2 Wartung	22
7.2.3 Instandsetzung	22
7.3 Explosionsschutz	22
Quellen und Literaturhinweise	22
Stichwortverzeichnis Definitionen	23

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Idealtypischer Verlauf des Redoxpotenzials während der biologischen Nährstoffelimination.....	12
Bild 2:	Prinzip der potenziometrischen Messkette (reale Ausführungen können weitere Elemente, z. B. Salzbrücken, enthalten).....	14
Bild 3:	Kennlinie einer pH-Messkette (bei zwei verschiedenen Temperaturen T_1 und T_2)....	15
Bild 4:	Aufbau einer pH-Elektrode.....	15
Bild 5:	Aufbau einer Redoxelektrode.....	16
Bild 6:	Referenzelektrode bestehend aus Referenzelektrolyt, Referenzableitung und Diaphragma als Bestandteil einer Messkette (hier eine pH-Messkette)	17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übliche pH-Werte ausgewählter wässriger Medien.....	11
Tabelle 2:	Technische Anforderungen.....	19
Tabelle 3:	Betriebliche Anforderungen.....	20
Tabelle 4:	Anforderungen an die Instandhaltung.....	20

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

Der pH ist eine Größe, die den sauren oder alkalischen Charakter einer wässrigen Flüssigkeit kennzeichnet. Er eignet sich zur Überwachung des Zulaufs von Kläranlagen und von Prozessbedingungen in der Abwasserreinigung. An anderen Messstellen ist die Installation von pH-Messgeräten nur in Einzelfällen sinnvoll (siehe auch Merkblatt DWA-M 256-1).

Das Redoxpotenzial stellt eine unspezifische Überwachungsgröße dar, die üblicherweise nicht einem einzigen Stoff zuzuordnen ist. Die Auswertung des zeitlichen Verlaufs des Redoxpotenzials im Belebungsbecken bei der sequenziellen Sauerstoffzufuhr kann für eine einfache Automatisierung der Belüftung genutzt werden (siehe auch Arbeitsblatt DWA-A 268; BAUMANN et. al. 2005).

Beide Messgrößen werden in einem gemeinsamen Merkblatt behandelt, da beide mittels des potenziometrischen Verfahrens ermittelt werden und deshalb messtechnisch sehr ähnlich zu behandeln sind.

1.2 Zielsetzung

Das Merkblatt soll Planern und Betreibern eine Hilfe bei der Auswahl von Messeinrichtungen zur Bestimmung des pH-Werts bzw. des Redoxpotenzials unter Berücksichtigung der speziellen Gegebenheiten auf kommunalen oder industriellen Kläranlagen geben.

Es enthält Anforderungen an die Geräte sowie Beschreibungen der Messprinzipien und die daraus resultierenden spezifischen Eigenschaften. Weiterhin werden Hinweise zur Wahl eines geeigneten Messorts, zur Installation und zum Betrieb gegeben.