

# DWA-Regelwerk

## **Merkblatt DWA-M 256-2**

Prozessmesstechnik auf Kläranlagen – Teil 2: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Sauerstoffgehalts

Mai 2020





# DWA-Regelwerk

## **Merkblatt DWA-M 256-2**

Prozessmesstechnik auf Kläranlagen – Teil 2: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Sauerstoffgehalts

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](mailto:info@dwa.de)  
Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2020

**Satz:**

Christiane Krieg, DWA

**Druck:**

Siebengebirgsdruck, Bad Honnef

**ISBN:**

978-3-88721-936-9 (Print)

978-3-88721-937-6 (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 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 Sauerstoffgehalts sind die Voraussetzung für eine Vielzahl von Steuerungs- und Regelungsstrategien bei der Kohlenstoff- und Stickstoffelimination und daher auf nahezu allen Kläranlagen nach dem Belebungsverfahren im Einsatz (siehe auch Merkblatt DWA-M 256-1).

Anlass für die vorliegende redaktionelle Überarbeitung des Merkblatts DWA-M 256-2 war die Überarbeitung des einführenden Teils 1 „Allgemeine Anforderungen“ der Merkblattreihe DWA-M 256 „Prozessmesstechnik auf Kläranlagen“. Das im Juni 2011 veröffentlichte Merkblatt DWA-M 256-2 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 256-2 (06/2011) wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Vereinheitlichung der Merkblattstruktur durch Ergänzung des Abschnitts 3 „Messgröße“;
- b) Aktualisierung und Vereinheitlichung des Abschnitts 2 „Begriffe“, vor allem in Bezug auf das neue Merkblatt DWA-M 256-1;

- c) einheitliche und konsistente Verwendung der Begriffe im Text;
- d) Formulierung der technischen Merkmallisten im Abschnitt 6 „Anforderungen an die Messtechnik“ als Tabelle anstelle von Unterabschnitten;
- e) inhaltliche Harmonisierung der Merkmallisten der Merkblattreihe;
- f) 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 256-2 (06/2011)

Merkblatt ATV-DVWK-M 256-2 (02/2001)

Merkblatt ATV-M 256 – Blatt 1 (03/1989)

## Verfasser

Das 2011 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., Düsseldorf

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

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>Verfasser</b> .....	<b>5</b>
<b>Bilderverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>Hinweis für die Benutzung</b> .....	<b>8</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>8</b>
1.1 Vorbemerkungen .....	8
1.2 Zielsetzung.....	8
1.3 Geltungsbereich.....	8
<b>2 Begriffe</b> .....	<b>9</b>
2.1 Definitionen.....	9
2.2 Formelzeichen .....	9
<b>3 Messgröße</b> .....	<b>10</b>
<b>4 Messverfahren</b> .....	<b>12</b>
4.1 Übersicht.....	12
4.2 Elektrochemische Verfahren.....	13
4.2.1 Vorbemerkungen .....	13
4.2.2 Galvanische Verfahren.....	13
4.2.2.1 Grundlagen galvanischer Sensoren .....	13
4.2.2.2 Aufbau galvanischer Sensoren.....	13
4.2.2.3 Vor- und Nachteile galvanischer Sauerstoffsensoren.....	14
4.2.2.4 Applikationshinweise für galvanische Sensoren ohne Membran.....	15
4.2.3 Amperometrische Sensoren .....	15
4.2.3.1 Grundlagen amperometrischer Sensoren .....	15
4.2.3.2 Aufbau amperometrischer Sensoren.....	15
4.2.3.3 Vor- und Nachteile amperometrischer Sensoren.....	16
4.2.3.4 Applikationshinweise für amperometrische Sensoren.....	17
4.3 Optische Verfahren .....	17
4.3.1 Grundlagen optischer Sensoren.....	17
4.3.2 Aufbau optischer Sensoren .....	19
4.3.3 Vor- und Nachteile optischer Sensoren .....	19
4.3.4 Applikationshinweise für optische Sensoren .....	20
4.4 Auswahl des Messverfahrens.....	20
<b>5 Messort</b> .....	<b>22</b>
5.1 Repräsentativer Messort .....	22
5.2 Installation .....	22
<b>6 Anforderungen an die Messtechnik</b> .....	<b>23</b>

<b>7</b>	<b>Betrieb</b> .....	<b>26</b>
7.1	Allgemeines .....	26
7.2	Instandhaltung .....	26
7.2.1	Inspektion (inkl. Kalibrierung/Justierung) .....	26
7.2.2	Wartung .....	26
7.2.3	Instandsetzung .....	27
7.3	Explosionsschutz .....	27
	<b>Quellen und Literaturhinweise</b> .....	<b>28</b>
	<b>Stichwortverzeichnis Definitionen</b> .....	<b>28</b>

## Bilderverzeichnis

Bild 1:	Löslichkeit von Sauerstoff (in mg/L) in reinem Wasser bei verschiedenen Temperaturen (in °C) für unterschiedliche Drücke (in hPa) .....	11
Bild 2:	Löslichkeit von Sauerstoff (in mg/L) bei verschiedenen Temperaturen (in °C) und Normaldruck (1013 hPa) für Medien mit unterschiedlichem Salzgehalt .....	11
Bild 3:	Galvanischer Sauerstoffsensoren ohne Membran .....	14
Bild 4:	Membranbedeckter, galvanischer Sauerstoffsensoren .....	14
Bild 5:	Amperometrischer Sauerstoffsensoren (2-Elektrodensystem) .....	16
Bild 6:	Amperometrischer Sauerstoffsensoren (3-Elektrodensystem) .....	16
Bild 7:	Ausführungsbeispiel für einen optischen Sauerstoffsensoren .....	18
Bild 8:	Empfindlichkeit optischer Sauerstoffsensoren .....	18
Bild 9:	Abklingzeit optischer Sauerstoffsensoren .....	19

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht über die Messverfahren für Sauerstoff .....	12
Tabelle 2:	Leistungsmerkmale und Anwendungshinweise .....	20
Tabelle 3:	Technische Anforderungen .....	23
Tabelle 4:	Betriebliche Anforderungen .....	25
Tabelle 5:	Anforderungen an die Instandhaltung .....	25
Tabelle 6:	Übersicht der wichtigsten Wartungsarbeiten .....	27

## 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

Zur Sicherstellung einer ausreichenden Sauerstoffversorgung und eines wirtschaftlichen Energieeinsatzes ist die Sauerstoffzufuhr dem tatsächlichen Bedarf anzupassen. Die Zuverlässigkeit und die Verfügbarkeit des Messsignals sind hierbei von besonderer Bedeutung.

Die Sauerstoffkonzentration innerhalb eines Belebungsbeckens kann je nach Belastung, Belüftungssystem und -intensität sowie Verfahrensführung örtlich erheblich variieren. Deshalb ist der Messort so festzulegen, dass repräsentative Messwerte für das jeweilige Belebungsbecken erfasst werden. Hinweise hierzu enthält das Arbeitsblatt DWA-A 268 „Automatisierung von einstufigen Belebungsanlagen“.

## 1.2 Zielsetzung

Das Merkblatt soll Planern und Betreibern eine Hilfe bei der Auswahl von Messeinrichtungen zur Bestimmung der gelösten Sauerstoffkonzentration im Belebungsbecken 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.

## 1.3 Geltungsbereich

Das Merkblatt gilt für den Einsatz von Prozessmesstechnik zur Bestimmung der Konzentration des im Abwasser gelösten Sauerstoffs auf Kläranlagen. Es ist nur in Verbindung mit dem Merkblatt DWA-M 256-1 anzuwenden, in dem die allgemeinen Anforderungen an die Prozessmesstechnik formuliert sind.