

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 256-9

Prozessmesstechnik auf Kläranlagen – Teil 9: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Drucks

September 2022

VORSCHAU

VORSCHAU

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 256-9

Prozessmesstechnik auf Kläranlagen – Teil 9: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Drucks

September 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:

978-3-96862-529-4 (Print)

978-3-96862-530-0 (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 Drucks sind auf Kläranlagen für Überwachungs-, Steuerungs- und Regelungsaufgaben in zahlreichen Prozessen installiert. In dem vorliegenden Merkblatt wird der Druck als primäre Prozessgröße betrachtet. Die Druckmessung kann als reine Schutzfunktion für Maschinen und Anlagen sinnvoll sein oder der Druck dient als Prozessgröße, die einen wesentlichen Einfluss auf die Effizienz und Wirtschaftlichkeit verfahrenstechnischer Prozesse hat.

Neben dem Druck als direkte Messgröße wird auf Kläranlagen die Druckmessung auch zur Bestimmung von Füll- und Grenzständen sowie von Volumenströmen eingesetzt. Diese auf der Druckmessung basierenden Parameter sind nicht Bestandteil dieses Merkblatts. Sie werden in den Merkblättern DWA-M 256-6 und DWA-M 264 ausführlich behandelt.

Die vielfältigen Anwendungen der Druckmesstechnik und die damit verbundenen messtechnischen Anforderungen führten in den letzten Jahren zu einer Vielzahl unterschiedlicher Drucksensoren. So stehen für die Druckmessung in gasförmigen und flüssigen Medien zahlreiche Messverfahren und Sensorausführungen zur Verfügung, die den Bedingungen der verschiedenen Einsatzzwecke und Messorte entsprechen und hierfür verlässliche Messwerte liefern.

Die technische Vielfalt in der Druckmesstechnik einerseits und die große Bedeutung des Drucks als Messgröße andererseits waren Anlass zur Erstellung eines neuen Merkblatts, das sich ausschließlich der Druckmesstechnik auf Kläranlagen widmet. Als Teil 9 der Merkblattreihe DWA-M 256 soll die vorliegende Regelwerkpublikation die aktuell am Markt zur Verfügung stehenden Technologien in übersichtlicher Weise beschreiben und für Planende und Anwender eine Hilfestellung bei der Geräteauswahl sein.

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.

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 von Prozessmesstechnik möglich. Darüber hinaus ist die zunehmende Verbreitung von Messgeräten mit digitaler Technik eine Voraussetzung zu einer Minimierung des Aufwands für die erforderlichen Messungen. Richtig eingesetzt, ist der mögliche Nutzen der Prozessmessgeräte in Bezug auf 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.

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

Kein Vorgängerdokument

DWA-Klimakennung

Im Rahmen der DWA-Klimastrategie werden Arbeits- und Merkblätter mit einer Klimakennung ausgezeichnet. Über diese Klimakennung können 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:

KA0 = Das Merkblatt hat keinen Bezug zur Klimaanpassung

KS2 = Das Merkblatt hat direkten Bezug zu Klimaschutzparametern

BEGRÜNDUNG: Die im Merkblatt beschriebenen Empfehlungen zu Messeinrichtungen zur Bestimmung des Drucks haben einen großen Einfluss auf den energieeffizienten Betrieb von Aggregaten, zum Beispiel Pumpen und auf die Überwachung von Anlagenteilen, beispielsweise der Produktion von Faulgas. Aus diesem Grund wird das Merkblatt mit der Kennung KS2 eingestuft.

Die im Merkblatt beschriebene Druckmessung hat keinen Bezug auf die Klimaanpassung und wird mit der Kennung KA0 eingestuft.

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-13.6 „Prozessmesstechnik auf Kläranlagen – Teil 9: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Drucks“ und dem DWA-Fachausschuss KA-13 „Automatisierung von Kläranlagen“ im Auftrag des DWA-Hauptausschusses „Kommunale Abwasserbehandlung“ (HA KA) erarbeitet.

Der DWA-Arbeitsgruppe KA-13.6 „Prozessmesstechnik auf Kläranlagen – Teil 9: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Drucks“ gehören folgende Mitglieder an:

GAHR, Achim	Dr. rer. nat., Gerlingen (Sprecher)
HONOLD, Frank	Dr. rer. nat., Weilheim
KESER, Roland	Weil am Rhein
RIEKEN, Kai	Dipl.-Ing., Berlin
ROSENTHAL, Lena	M. Sc., Hamburg (bis Juni 2021)
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. Dr., 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	7
Hinweis für die Benutzung	8
1 Anwendungsbereich	8
1.1 Vorbemerkungen	8
1.2 Zielsetzung.....	9
1.3 Geltungsbereich.....	9
2 Abkürzungen und Formelzeichen	9
3 Messgröße	11
4 Messverfahren	12
4.1 Allgemeines	12
4.2 Übersicht.....	12
4.3 Resistive Sensoren	13
4.3.1 Grundlagen und Aufbau	13
4.3.2 Metallische Dünnschichtsensoren	14
4.3.3 Keramische Dickschichtsensoren.....	15
4.3.4 Piezoresistive Sensoren	15
4.3.5 Vor- und Nachteile sowie Applikationshinweise	16
4.4 Kapazitive Sensoren	17
4.4.1 Grundlagen und Aufbau.....	17
4.4.2 Vor- und Nachteile sowie Applikationshinweise	18
4.5 Sonstige Sensoren.....	18
4.6 Auswahl des Messverfahrens.....	18
5 Messort	19
5.1 Allgemeines	19
5.2 Montagehinweise.....	20
6 Anforderungen an die Messtechnik	21
7 Betrieb	23
7.1 Allgemeines	23
7.2 Instandhaltung.....	23
7.2.1 Inspektion (inkl. Justierung/Kalibrierung)	23
7.2.2 Wartung	23
7.2.3 Instandsetzung	23
7.3 Explosionsschutz	23
Quellen und Literaturhinweise	24

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Schematische Darstellung der Zusammenhänge zwischen den Bezugspunkten der Druckmessung und dem Absolut-, Relativ- und Differenzdruck	12
Bild 2:	Übersicht über die Sensoren zur Druckmessung	13
Bild 3:	Schematische Darstellung eines einfachen elektrischen Leiters	13
Bild 4:	Aufbau und Funktionsprinzip von Dehnungsmessstreifen am Beispiel eines metallischen DMS mit Darstellung des mäanderförmigen elektrischen Leiters ohne Einwirkung von Druck und unter Druckbeaufschlagung in Draufsicht und Frontsicht	14
Bild 5:	Erläuterung der Funktionsweise der piezoresistiven Druckmessung	15
Bild 6:	Schematische Darstellung der Messzelle zur Messung des Relativdrucks und des Absolutdrucks	16
Bild 7:	Schematische Darstellung der Messzelle zur Messung des Differenzdrucks	16
Bild 8:	Erläuterung des kapazitiven Messprinzips	17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Vergleich der Messverfahren	18
Tabelle 2:	Messorte auf Kläranlagen und empfohlene Messverfahren zur Bestimmung des Drucks als primäre Prozessgröße	20
Tabelle 3:	Technische Anforderungen	21
Tabelle 4:	Betriebliche Anforderungen	22
Tabelle 5:	Anforderungen an die Instandhaltung	22

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 Bestimmung des Drucks in flüssigen und gasförmigen Medien ist auf Kläranlagen weit verbreitet und dient sowohl der Überwachung, Steuerung und Regelung von verfahrenstechnischen Prozessen als auch als Schutzfunktion für Geräte und Maschinen. Dabei beschränkt sich dieses Merkblatt auf den Druck als unmittelbar nutzbare Prozessgröße (primäre Prozessgröße), die in einer physikalischen Druckeinheit (z. B. Pascal, bar) angegeben und verwendet wird.

Messorte für die Drucküberwachung zum Schutz oder Überprüfung der Funktionstüchtigkeit von Anlagenteilen befinden sich typischerweise im Bereich der Faulgasproduktion und Biogasaufbereitung, so zum Beispiel im Gasspeicher, im Faulbehälter oder vor und nach Kondensatfallen und Partikelfiltern. Darüber hinaus wird die Druckmessung auch zur Überwachung von Pumpen (Leckageüberwachung) und Pumpenräumen (Überflutungsschutz) eingesetzt.

Als steuerungs- und regelungstechnisch relevante Prozessgröße spielt der Druck bei den Prozessen der biologischen Abwasserreinigung zur Sicherstellung eines zuverlässigen und möglichst optimalen Sauerstoffeintrags eine sehr wichtige Rolle (Sauerstoffeintragsregelung). Ferner ist der Druck im Bereich der Schlammbehandlung ein häufig eingesetzter Regelparameter, um beispielsweise die Leistung von Pumpen in Schlammleitungen nicht nur zu überwachen, sondern auch zu steuern und einen zuverlässigen Schlammtransport zum Beispiel aus dem Nachklärbecken zu gewährleisten. Außerdem findet die Druckmessung in Faulbehältern zur präzisen Steuerung des Schlammspiegels Anwendung.

Neben der direkten Nutzung des Druckmesswerts wird die Druckmessung auch zur Bestimmung des Grenz- und Füllstands eingesetzt. Diese Anwendungen werden im Merkblatt DWA-M 256-6 ausführlich beschrieben. Außerdem kann mithilfe des Drucks der Volumenstrom bestimmt werden. Eine umfassende Darstellung dieses Anwendungsbereichs findet sich in den Merkblättern DWA-M 181 und DWA-M 264.

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. Planende haben die Aufgabe, die Geräteanforderungen entsprechend dem jeweiligen Einsatzfall nach Messstoff, Messort und Umgebungsbedingungen festzulegen. Darüber hinaus müssen die automatisierungs-, verfahrenstechnischen und betrieblichen Anforderungen genau spezifiziert werden. 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 9 dargestellten „Messeinrichtungen zur Bestimmung des Drucks“ werden allgemeine Anforderungen in Teil 1 und weitere Messeinrichtungen in den Teilen 2 bis 8 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.

ISBN: 978-3-96862-529-4 [Print]
978-3-96862-530-0 [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