

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 350

Aufbereitung von kationischen, synthetischen polymeren
Flockungsmitteln zur Klärschlammkonditionierung

Februar 2026

VORSCHAU

VORSCHAU

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 350

Aufbereitung von kationischen, synthetischen polymeren
Flockungsmitteln zur Klärschlammkonditionierung

Februar 2026

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 13 500 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
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Satz:
Christiane Krieg, DWA

Druck:
Siebengebirgsdruck, Bad Honnef

ISBN:
978-3-96862-902-5 (Print)
978-3-96862-903-2 (E-Book)
Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2026

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. Die DWA behält sich das Text- und Data-Mining nach § 44b UrhG vor, was hiermit Dritten ohne Zustimmung der DWA untersagt ist.

Vorwort

Das Merkblatt DWA-M 350 „Aufbereitung von kationischen, synthetischen polymeren Flockungsmitteln zur Klärschlammkonditionierung“ wurde überarbeitet, um im Hinblick auf den Kläranlagenbetrieb und die Projektplanung Hinweise für den effizienten Einsatz synthetischer polymerer Flockungsmittel zu geben.

Zur Eindickung und Entwässerung von Klärschlämmen ist eine Konditionierung erforderlich. Bei den zur Klärschlammkonditionierung eingesetzten polymeren Flockungsmitteln (pFM) handelt es sich um synthetisch hergestellte, organische, wasserlösliche Polymere. Überwiegend werden bei der Behandlung kommunaler Klärschlämme pFM mit kationischer Ladung eingesetzt. Sie können eine lineare, verzweigte oder vernetzte Struktur aufweisen. Der Verfahrensschritt der Konditionierung ist unerlässlich, um bei der maschinellen Eindickung und Entwässerung von Klärschlämmen ausreichende Feststoffanteile (TR) im Austrag bei Abscheidegraden über 95 %, besser über 98 %, zu erreichen.

Polymere Flockungsmittel sollten mithilfe von Versuchen ausgewählt und sachgerecht aufbereitet werden. Hierzu gehört eine ausreichende Reifezeit der Gebrauchslösung. In der Praxis werden oftmals zu kleine und unzureichend ausgerüstete Aufbereitungsanlagen installiert, um Investitionskosten zu sparen. Das kann aber zu einem überproportionalen Flockungsmittelbedarf, zu geringeren Entwässerungsergebnissen, geringeren Abscheidegraden und folglich zu einer Steigerung der Betriebskosten führen, die bei Betrachtung über die Gesamtbetriebszeit der Anlage die Einsparungen bei den Investitionskosten weit übersteigen.

Änderungen

Gegenüber dem Merkblatt DWA-M 350:2014 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Überarbeitung der Feststoffbegriffe und der zugehörigen Nomenklatur;
- b) Aktualisierung der Ausführungen zu den rechtlichen Rahmenbedingungen, insbesondere für die Handhabung polymerer Flockungsmittel als wassergefährdende Stoffe;
- c) Erweiterung betrieblicher Hinweise zur Polymeraufbereitung, insbesondere zur Kontrolle der Ansatzkonzentration und dem Einsatz von Produktkombinationen;
- d) Aktualisierung von Fachbegriffen.

Die für die Anwendung dieses Merkblatts wesentlichen Veröffentlichungen der DWA werden in diesem Merkblatt zitiert, weil sie wesentliche ergänzende Informationen enthalten:

- Merkblatt DWA-M 381 „Eindickung von Klärschlamm“ (Oktober 2007);
- Merkblatt DWA-M 366 „Maschinelle Schlammentwässerung“ (Februar 2013);
- Merkblatt DWA-M 383 „Kennwerte der Klärschlammentwässerung“ (Juli 2019);
- Merkblatt DWA-M 274 „Einsatz organischer Polymere in der Abwasserreinigung“ (Juli 2018);
- Arbeitsbericht „Nomenklatur für Feststoffkennwerte – Wie ist es eindeutig?“ (DWA 2023).

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 350 (08/2014)

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. Dieses Merkblatt wurde wie folgt eingestuft:

KA0 = Das Merkblatt hat keinen Bezug zur Klimaanpassung

KS1 = Das Merkblatt hat indirekten Bezug zu Klimaschutzparametern

BEGRÜNDUNG: Das Merkblatt DWA-M 350 hat einen indirekten Bezug zum Klimaschutz (KS1). Rohstoffe für polymere Flockungsmittel werden aus Erdöl hergestellt. Ein sachgerechter sparsamer Gebrauch von polymeren Flockungsmitteln reduziert den Verbrauch von fossilen Rohstoffen. Zudem kann bei sachgerechter Aufbereitung und optimalem Einsatz des polymeren Flockungsmittels bei der Klärschlammmentwässerung ein höherer Trockenrückstand des Austrags erreicht werden. Dieses spart nicht nur Betriebs- und Entsorgungskosten, sondern reduziert auch Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) beim Transport.

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

VORSCHAU

Verfasserinnen und Verfasser

Dieses Merkblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe KEK-2.3 „Konditionierung und Entwässerungskennwerte“ unter Mitwirkung des DWA-Fachausschusses KEK-2 „Mechanische und biologische Klärschlammbehandlung“ im Auftrag des DWA-Hauptausschusses „Kreislaufwirtschaft, Energie und Klärschlamm“ (HA KEK) erarbeitet.

Der DWA-Arbeitsgruppe KEK-2.3 „Konditionierung und Entwässerungskennwerte“ gehören folgende Mitglieder an:

KOPP, Julia	Dr.-Ing., Lengede (Sprecherin)
DENKERT, Ralf	Dr.-Ing., Bochum (stellv. Sprecher)
GÜNTHER, Lars	Dr.-Ing., Essen
KÖSTER, Helma	Dipl.-Ing., Bremen
REZA-TEHRANI, Yvonne	Dipl.-Ing., Bochum
SIEVERS, Michael	Prof. Dr.-Ing., Clausthal-Zellerfeld
STRUBE, Ilka	Dipl.-Ing., Arnsberg
WAGENBACH, Anja	Dipl.-Ing., Hannover

Dem DWA-Fachausschusses KEK-2 „Mechanische und biologische Klärschlammbehandlung“ gehören folgende Mitglieder an:

KOPP, Julia	Dr.-Ing., Lengede (Obfrau)
GRÖMPING, Markus	Prof. Dr.-Ing., Aachen (stellv. Obmann)
ROEDIGER, Markus	Dr.-Ing., Stuttgart
BAUERFELD, Katrin	Dr.-Ing., Braunschweig
BRÖKER, Michael	M. Sc., Bottrop
DENKERT, Ralf	Dr.-Ing., Bochum
KOPFLOW, Ole	Dr.-Ing., Viersen
SCHMELZ, Karl-Georg	Prof. Dr.-Ing., Essen
SIEVERS, Michael	Prof. Dr.-Ing., Clausthal-Zellerfeld
URBAN, Ingo	Dr.-Ing., Essen
WOLF, Siegfried	Dipl.-Ing., Ottobrunn

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

REIFENSTUHL, Reinhard	Dipl.-Ing., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
-----------------------	--

Inhalt

Vorwort	.....	3
Verfasserinnen und Verfasser	.....	5
Bilderverzeichnis	.....	8
Tabellenverzeichnis	.....	9
Hinweis für die Benutzung	.....	10
1 Anwendungsbereich	.....	10
2 Begriffe	.....	11
2.1 Definitionen	.....	11
2.1.1 Klärschlamm	.....	11
2.1.2 Schlamm	.....	11
2.1.3 Rohschlamm	.....	11
2.1.4 Gemischter Schlamm (Mischschlamm)	.....	11
2.1.5 Stabilisierter Schlamm	.....	11
2.1.6 Konditionierung	.....	12
2.1.7 Schlammwasser	.....	12
2.1.8 Abscheidegrad	.....	12
2.1.9 Acrylamid	.....	12
2.1.10 Acrylatesterverbindung	.....	12
2.1.11 Ansatzlösung	.....	12
2.1.12 Brauchwasser	.....	12
2.1.13 Brunnenwasser	.....	13
2.1.14 Entwässerungsergebnis	.....	13
2.1.15 Entwässerungsverhalten	.....	13
2.1.16 Feststofffracht	.....	13
2.1.17 Feststoffkonzentration	.....	13
2.1.18 Flockung	.....	13
2.1.19 Flockungsmittel	.....	13
2.1.20 Gebrauchslösung	.....	13
2.1.21 Glühverlust	.....	14
2.1.22 Invertierung	.....	14
2.1.23 Koagulationsmittel	.....	14
2.1.24 Polyacrylamid	.....	14
2.1.25 Polyelektrolyte	.....	14
2.1.26 Polymeres Flockungsmittel	.....	14
2.1.27 Reifezeit	.....	15
2.1.28 Salzkonzentration	.....	15
2.1.29 Trägeröl	.....	15
2.1.30 Trockenmasse	.....	15
2.1.31 Trockenrückstand	.....	15
2.1.32 Trockensubstanz	.....	15
2.1.33 Trockensubstanzkonzentration	.....	16

2.1.34	Wirksubstanz in der Handelsware polymerer Flockungsmittel	16
2.2	Nomenklatur Feststoffkennwerte	17
2.3	Abkürzungen und Formelzeichen	19
3	Polymere Flockungsmittel	21
3.1	Grundlagen	21
3.2	Alternative Flockungsmittel auf Basis nachwachsender Rohstoffe	24
4	Rechtlicher Hintergrund	26
4.1	Düngemittelverordnung	26
4.2	Umweltverträglichkeit	27
4.3	Sachbezogene Anwendung der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)	27
4.4	Technische Regelungen	30
4.5	Praktische Anwendungsbeispiele für pFM-Anlagen auf Kläranlagen	31
4.5.1	Allgemeines	31
4.5.2	Lagern, Abfüllen, Umschlagen von pFM-Produkten (LAU-Anlage)	31
4.5.3	Herstellen und Verwenden von pFM-Dosierlösungen (HBV-Anlagen)	35
4.5.4	Praxisbeispiele für LAU- und HBV-Anlagen	36
4.5.5	Hinweise zu Rohrleitungen von pFM-Anlagen	37
5	Lagerung und Stabilität von polymeren Flockungsmitteln	38
5.1	Feste Produkte (Pulverprodukte)	38
5.2	Flüssige Produkte (Emulsions- oder Dispersionsprodukte)	38
5.3	Lagerung von Ansatz- und Gebrauchslösung	39
6	Einfluss der Aufbereitung auf die Flockung	40
6.1	Flockungsmechanismen	40
6.2	Reifezeit	41
6.3	Anforderungen an die Qualität des Ansatzwassers und Einfluss auf die Ansatzkonzentration	43
7	Aufbereitungsanlagen	45
7.1	Technische Randbedingungen	45
7.1.1	Feste Produkte (Pulverprodukte)	45
7.1.2	Flüssige Produkte (Emulsions- oder Dispersionsprodukte)	46
7.2	Beispiele für Aufbereitungsanlagen	47
7.2.1	2-Kammer-Anlage für Pendelbetrieb	47
7.2.2	2-Kammer-Anlage im Serienbetrieb	47
7.2.3	3-Kammer-Anlage – Durchlaufanlage	48
7.2.4	Ansatzbehälter mit nachfolgendem Reife- und Dosierbehälter	49
7.2.5	Verdünnung von Ansatzlösung zur Gebrauchslösung	50
7.2.6	Polymer-Lösestation für Flüssigprodukte	52
7.2.7	1-Kammer-Aufbereitungsanlage	52
7.3	Pumpen	53
7.4	Rührwerke	53
7.4.1	Vorbemerkungen	53
7.4.2	Rührwerksleistung	53

7.4.3	Rührwerk mit Propeller-Rührflügel	54
7.4.4	Rührwerk mit Schrägblatt-Rührflügel	54
7.4.5	Konstruktive Hinweise	54
7.5	Behälterform	54
7.6	Sonderverfahren	55
7.7	Handhabung angesetzter Polymerlösung	55
8	Dosierung	56
9	Einsatz von Produktkombinationen	57
10	Kontrolle der Aufbereitung	58
11	Zusammenfassung	61
	Quellen und Literaturhinweise	62

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Nomenklatur am Beispiel der maschinellen Faulschlammentwässerung	18
Bild 2:	Polymeres Flockungsmittel – links: Ester-Typ; rechts: Amid-Typ	21
Bild 3:	Überblick über die Strukturen polymerer Flockungsmittel	22
Bild 4:	Strukturformel einer mit quarternären Ammoniumverbindungen modifizierten Stärke	26
Bild 5:	Beispiel Lagerung von pFM-Handelsware in Transportbehältern	32
Bild 6:	Beispiele zu LAU- und HBV-Anlagen mit verschiedenen Gesamtvolumina und Gefährdungsstufen	36
Bild 7:	Beispiele für ein Aufsatzrührwerk für IBC	38
Bild 8:	Modellhafte Darstellung der Flockungsmechanismen	41
Bild 9:	Vorgänge bei der Aufbereitung von flüssigen polymeren Flockungsmitteln	42
Bild 10:	Beispiel für den Verlauf der elektrischen Leitfähigkeit und der Lösungviskosität von drei verschiedenen Polymerprodukten	42
Bild 11:	Einfluss der Ansatzkonzentration auf die erforderliche Reifezeit	44
Bild 12:	Einfluss der Wasserhärte und des pH-Werts auf die erforderliche Reifezeit	44
Bild 13:	Beispielhaft erforderliche Reifezeit bei 10 °C Wassertemperatur. Versuchsergebnisse bei 10 °C: Reifezeit mind. 45 min und verwendbar für 265 min bei 30 °C: Reifezeit mind. 27 min und verwendbar für 248 min	45
Bild 14:	Beispiel einer Wägezelle	46
Bild 15:	Beispiel einer Aufbereitungsanlage für polymere Flockungsmittel als 2-Kammer-Anlage (Pendelanlage) mit vorgeschalteter Ansatzkammer und Aufnahmegefäß für Pulverprodukte mit einem Schlauch-Spiralförderer	47
Bild 16:	Beispiel einer zweistufigen Doppelstockanlage mit Big-Bag-Rahmengestell über Pulver- und Einspültrichter	48
Bild 17:	Verfahrensschema einer 3-Kammer-Anlage – Durchlaufanlage	49
Bild 18:	Links: Ansatzbehälter für flüssige oder feste Polymerprodukte mit nachgeschaltetem Reife- und Dosierbehälter; rechts: Einspültrichter für feste Polymerprodukte	50
Bild 19:	Veraltete Technik zur Verdünnung der Ansatzlösung zur Gebrauchslösung während der Dosierung	50

Bild 20:	Verdünnung von Ansatzlösung vor einem Dosierbehälter	51
Bild 21:	Links: Beispiel einer Lösestation für flüssiges Produkt	52
Bild 22:	Beispiel einer 1-Kammer-Aufbereitungsanlage	53
Bild 23:	Beispiele für Rührwerksformen	54
Bild 24:	Klumpenbildung bei gleichzeitiger Dosierung von Pulver- und Emulsionspolymeren.....	58
Bild 25:	Beispiel: Korrelation zwischen Wirksubstanzanteil und dem Messwert TR der Ansatzlösung bei flüssigen und festen polymeren Flockungsmitteln	59
Bild 26:	Beispiel: Korrelation zwischen Wirksubstanzanteil und elektrischer Leitfähigkeit der Ansatzlösung bei flüssigen polymeren Flockungsmitteln	60
Bild 27:	Einsatz von Kanalsignalfarbe zur Sichtkontrolle des Strömungsverhaltens.....	60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Nomenklatur für Feststoffwerte am Beispiel „Klärschlammbehandlung“	17
Tabelle 2:	Daten einer fiktiven Kläranlage für das Zahlenbeispiel in Tabelle 1	18
Tabelle 3:	Im Merkblatt verwendete Abkürzungen und Formelzeichen.....	19
Tabelle 4:	Lieferformen polymerer kationischer Flockungsmittel zur Schlammbehandlung.....	23
Tabelle 5:	Übersicht über alternative Flockungsmittel auf Basis nachwachsender Rohstoffe	25
Tabelle 6:	Gefährdungsstufen für pFM-Anlagen.....	29
Tabelle 7:	Praxisrelevante AwSV-Anforderungen für verschiedene LAU-Anlagen bei Einsatz von pFM-Handelswareprodukten auf Kläranlagen	34
Tabelle 8:	Praxisrelevante AwSV-Anforderungen für verschiedene pFM-Aufbereitungs- anlagen (HBV-Anlagen) auf Kläranlagen	35

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

In diesem Merkblatt werden Hinweise für die Aufbereitung und den Einsatz synthetischer, auf Basis von Rohöl hergestellter, polymerer Flockungsmittel gegeben. Für synthetische Polymerprodukte auf Basis nachwachsender Rohstoffe sind in 3.2 Hinweise enthalten.

Das Merkblatt gibt Betreibern und allen mit der Planung von kommunalen und industriellen Klärschlammbehandlungsanlagen befassten Fachleute Hinweise zum Verständnis der Vorgänge bei der Schlammkonditionierung und insbesondere für die Handhabung und Aufbereitung von polymeren Flockungsmitteln. Es wird ein besonderes Augenmerk auf diesen verfahrenstechnischen Teilschritt der Schlammbehandlung gelegt, da bei nicht sachgerechter Aufbereitung die Qualität der maschinellen Eindickung und Entwässerung erheblich beeinträchtigt wird und sich die Betriebskosten erhöhen.

Weiterhin wird in diesem Merkblatt das Löseverhalten polymerer Flockungsmittel behandelt, da hiervon die Reifezeit bei der Aufbereitung abhängig ist, welche wiederum für die Gestaltung und Bemessung von Aufbereitungsanlagen maßgebend ist. Zudem werden Hinweise zur Lagerung und Stabilität der polymeren Flockungsmittel, der sachgerechten Aufbereitung und der zugehörigen Verfahrenstechnik sowie zur betrieblichen Kontrolle der Aufbereitung gegeben.

Zur Auswahl der Produkte und zur Bestimmung der erforderlichen Flockungsmittelmenge zur Klärschlammkonditionierung wird auf das Merkblatt DWA-M 383 „Kennwerte der Klärschlammmentwässerung“ verwiesen.

VORSCHAU

Die Entwässerung von Klärschlamm ist ein wichtiger Verfahrensschritt der Abwasserbehandlung, dessen Wirksamkeit und Effizienz von der fachgerechten Konditionierung des Schlamms mit polymeren Flockungsmitteln abhängt.

Die Schlammkonditionierung unter Einsatz synthetischer Polymere hat sich auf kommunalen und industriellen Kläranlagen aufgrund der hiermit erreichbaren Eindick- und Entwässerungsergebnisse breit etabliert. Bei einer nicht sachgerechten Anwendung oder Aufbereitung der Polymere kann jedoch die Qualität der maschinellen Eindickung und Entwässerung erheblich beeinträchtigt werden.

Das Merkblatt DWA-M 350 gibt technische Hinweise zum fachgerechten Einsatz polymerer Flockungsmittel zur Konditionierung von Klärschlämmen. Ziel ist es, das Verständnis der Vorgänge bei der Schlammkonditionierung zu erleichtern und die Handhabung und Aufbereitung von polymeren Flockungsmitteln praxisnah zu erläutern. Das Merkblatt gibt hierzu konkrete Empfehlungen zur Auswahl und Lagerung, zur Aufbereitung der Produkte und zur benötigten Verfahrenstechnik. Darüber hinaus werden rechtliche Hinweise zu den gesetzlichen Anforderungen und Empfehlungen für einen möglichst wirtschaftlichen Einsatz der Produkte gegeben.

Es wendet sich insbesondere an Betreiber und alle mit der Planung von kommunalen und industriellen Klärschlammbehandlungsanlagen befassten Fachleute.

VORSCHAU

ISBN: 978-3-96862-902-5 (Print)
978-3-96862-903-2 (E-Book)

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17 | 53773 Hennef
Telefon: +49 2242 872-333 | info@dwa.de | www.dwa.de