

Jetzt
kaufen auf
shop.wvgw.de

Als Print oder
PDF-Download

Deutscher Verein des
Gas- und Wasserfaches e.V.



www.dvgw-forschung.de

Alternativen zu Flockungsmitteln und Flockungsverfahren - Literaturstudie LitFAlter

Abschlussbericht

Dr.-Ing. Pia Lipp

TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe

Dipl.-Ing. Marcel Koti

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH,
Mülheim an der Ruhr

Herausgeber

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.

Technisch-wissenschaftlicher Verein

Josef-Wirmer-Straße 1–3

53123 Bonn

T +49 228 91885

F +49 228 9188990

info@dvwg.de

www.dvgw.de

Alternativen zu Flockungsmitteln und Flockungsverfahren – Literaturstudie

LitFAIter

Abschlussbericht

November 2023

DVGW-Förderkennzeichen W 202303

Zusammenfassung

Die Flockung ist bei der Aufbereitung von Oberflächenwässern das am häufigsten eingesetzte Verfahren, um Partikel und Kolloide so vorzubehandeln, dass nachgeschaltete Abtrennverfahren effektiver arbeiten. Auch bei der Entfärbung und/oder Enteisung von Grundwässern kommen im Einzelfall Flockungsmittel (FM) zum Einsatz. Bei der Membranfiltration über Mikrofiltration- oder Ultrafiltrationsmembranen (MF/UF) wird häufig FM eingesetzt, um deren energetisches Betriebsverhalten durch eine wirkungsvollere Rückspülung zu stabilisieren.

Aufgrund von Lieferengpässen in 2022 und der zum Teil damit einhergehenden enormen Preisanstiege bei Flockungsmitteln auf Chlorid-Basis waren die Wasserversorgungsunternehmen (WVU) gezwungen, über alternative Verfahren nachzudenken. Dies war Anlass für den DVGW, das Kleinvorhaben LitFAlter mit dem Ziel zu fördern, Literaturstellen und Erfahrungsberichte zu sammeln, zu sichten und in übersichtlicher Form zusammenzustellen, sodass WVU diese Übersicht nutzen können, um daraus Anregungen für eine Reduzierung bzw. Minimierung des Flockungsmittelbedarfs zu entnehmen und eigene Lösungen zu erarbeiten. Dabei gehen die in dieser Studie vorgeschlagenen Alternativen über die aktuell in der Liste der Aufbereitungsstoffe gemäß § 20 TrinkwV zur Trinkwasseraufbereitung zugelassenen hinaus.

Mitte 2023 hat sich die Situation hinsichtlich der Lieferbedingungen für FM wieder entspannt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass solche Krisensituationen auch zukünftig erneut unerwartet eintreten können. Insofern dient die Übersicht auch als Grundlage dafür, längerfristig Aufbereitungsverfahren einsetzen zu können, die mit geringeren Flockungsmittelmengen betrieben werden oder sogar gänzlich auf Flockungsmittel verzichten können.

Als Ersatz für eisenchloridhaltige Flockungsmittel können aluminiumhaltige FM eingesetzt werden, wobei dann entsprechende Verfahrensanpassungen erforderlich sind. Für den Flockungsprozess selbst sind prinzipiell auch organische Flockungsmittel wirksam und geeignet. Sie haben jedoch den Nachteil, dass sie biologisch abbaubar sind und zu einer Verkeimung des produzierten Trinkwassers führen können.

Über die Literaturrecherche konnten eine Reihe von Verfahren und insbesondere Kombinationen von Verfahren ermittelt werden, die gänzlich ohne Flockungsmittel bzw. mit geringeren Flockungsmittelmengen auskommen. Für die Abscheidung von Partikeln und Kolloiden sowie die Entfärbung bzw. DOC-Entfernung sind die Elektrokoagulation, die Mikroflokkung mit Ozon, die Flotation, die Nanofiltration über Hohlfasermembranen sowie die Ultrafiltration in Kombination mit FM-Zugabe oder Zugabe von Pulverkohle oder anderen Zusatzstoffen zu nennen. Für die reine Entfärbung bzw. DOC-Entfernung eignen sich zudem die Adsorption an Aktivkohle und andere Adsorbentien, der Ionenaustausch (SIX® oder MIEX®) sowie die Nanofiltration über Flachmembranen. Die genannten Verfahren können jedoch nicht kurzfristig eingesetzt werden, sondern erfordern aufwendigere Planungsmaßnahmen und anlagentechnische Baumaßnahmen für die großtechnische Umsetzung. Der Einsatz von einer Membranfiltration anstelle einer Flockungsfiltration, eines Ionenaustauschs oder einer Aktivkohlefiltration bedeutet beispielsweise weiterhin eine komplette Neuaufstellung des Verfahrenskonzepts, wobei diese Verfahren jeweils auch nur in Kombination anzuwenden sind. Ionenaustauschverfahren oder Aktivkohleadsorption erfordern stets eine vorgeschaltete Stufe zur Partikelentfernung. In Kombination mit Ionenaustausch bzw. Adsorption stehen einige patentierte Verfahren zur Verfügung, deren Einsatzmöglichkeiten und Grenzen im Einzelfall zu prüfen sind.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen zur Flockung	2
2.1	Aufbereitungsziel und Begriffserklärungen	2
2.2	Flockungsmittel	4
2.2.1	Klassische Typen in der Trinkwasseraufbereitung.....	4
2.2.2	Anforderungen an die Reinheit.....	8
2.2.3	Verfügbarkeit.....	9
2.2.4	Fazit	11
2.3	Alternative Verfahren ohne FM-Zugabe.....	12
3	Literaturrecherche	15
3.1	Vorgehensweise.....	15
3.2	Alternative Verfahren.....	16
3.2.1	Übersicht der Verfahren	16
3.2.2	Adsorption.....	16
3.2.3	Elektrokoagulation.....	17
3.2.4	Flotation	19
3.2.5	Ionenaustausch.....	20
3.2.6	Nanofiltration	21
3.2.7	Hybridprozess aus Flockung und Ultrafiltration.....	22
3.2.8	Ultrafiltration mit Pulverkohle.....	25
3.3	Rückgewinnung von Flockungsmitteln aus Schlämmen	26
3.4	Anwendung alternativer Flockungsmittel	28
3.4.1	Kartoffelstärke als nachwachsender Rohstoff.....	28
3.4.2	Weitere pflanzenbasierte Flockungsmittel	29
3.5	Einsatz von Flockungshilfsmitteln.....	30
3.6	Status quo der Flockungshilfsmittel und ihrer Weiterentwicklung	34
3.7	Weitere und auch „verrückte“ Ideen	35
4	Befragung von Wasserversorgern	37
4.1	Allgemeines	37
4.2	Erstellung eines Fragebogens.....	37
4.3	Auswertung der Fragebögen.....	38
4.4	Erfahrungsberichte.....	40
4.4.1	Erfahrungsbericht 1	40
4.4.2	Erfahrungsbericht 2	40
4.4.3	Erfahrungsbericht 3.....	40
4.4.4	Erfahrungsbericht 4.....	40
4.4.5	Fazit	42
5	Schlussfolgerungen und Ausblick.....	43
6	Literaturverzeichnis	45
7	Abkürzungsverzeichnis	54
8	Abbildungsverzeichnis.....	55
9	Tabellenverzeichnis.....	56