

# Naturnahe Flockungs(hilfs-)mittel

Eine Alternative zu Polyacrylamid und Metallsalzen?

In der Trinkwasseraufbereitung ist der Einsatz von Flockungsmitteln auf Basis von Eisen- oder Aluminiumsalzen, teilweise in Kombination mit Polyacrylamid als Flockungshilfsmittel, heute der Stand der Technik. Obwohl in der Praxis bewährt, bringen diese Stoffe auch Nachteile mit sich, sowohl hinsichtlich ihrer Umweltverträglichkeit als auch mit Blick auf die Tatsache, dass es in der Vergangenheit zeitweise zu einer beschränkten Verfügbarkeit und Verknappungen gekommen ist. Vor diesem Hintergrund untersucht ein Forschungsvorhaben, ob natürliche Flockungshilfsmittel auf der Basis von Stärke oder Chitosan eine Alternative für die deutschen Wasserversorger darstellen können.

von: Lucas Landwehrkamp, Marko Schiele, Prof. Dr.-Ing. Stefan Panglisch (alle: Universität Duisburg-Essen), Marcel Hörmann, Dr.-Ing. Rudi Winzenbacher (beide: Zweckverband Landeswasserversorgung), Konstantin Kallies & Prof. Dr.-Ing. Aki Sebastian Ruhl (beide: Umweltbundesamt)

Als eines der wichtigsten Wasseraufbereitungsverfahren ist die Flockung gerade bei der Aufbereitung von Oberflächenwässern für viele Wasserversorger essenziell, um primär Trübstoffe und organische Inhaltsstoffe aus dem Wasser zu entfernen. Stand der Technik ist der Einsatz

von Eisen- oder Aluminiumsalzen als Primärflockungsmittel. Die eingesetzten Eisensalze fallen als Nebenprodukte der Stahl- und Pigmentindustrie an, wobei die zur Trinkwasseraufbereitung abgesetzten Mengen in Bezug auf den Gesamtumsatz dieser Branchen nahezu irrelevant sind.

Aluminiumbasierte Flockungsmittel wie Aluminiumsulfat und Polyaluminiumchlorid werden industriell überwiegend durch Umsetzung von metallischem Aluminium oder Aluminiumhydroxid mit Säuren – Schwefel- oder Salzsäure – hergestellt. Die Produktionsstandorte befinden sich meist in un-

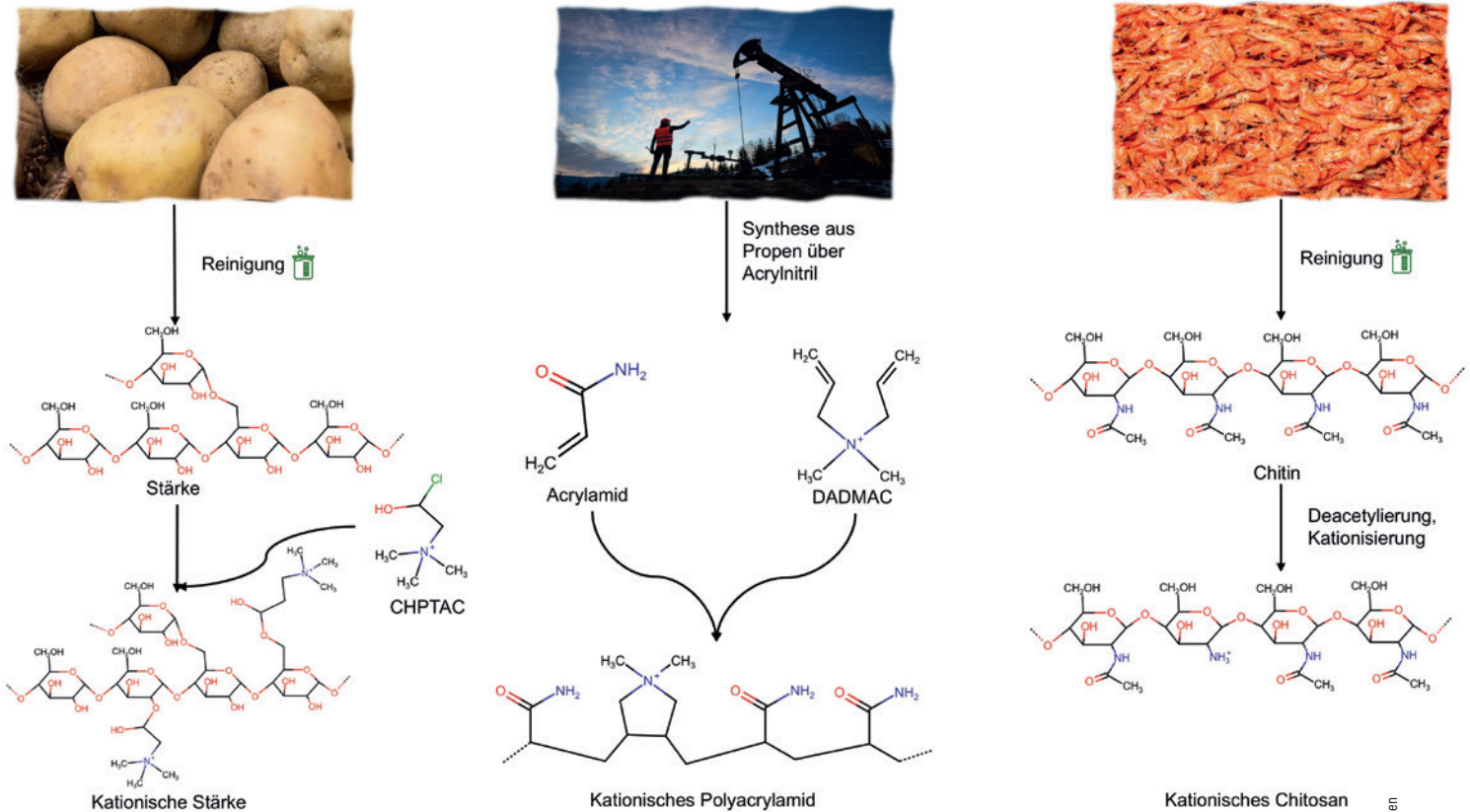


Abb. 1: Beispielhafte Synthesewege verschiedener kationischer Flockungs(hilfs-)mittel  
(CHPTAC: 3-Chlor-2-hydroxypropyl-N,N,N-trimethylammoniumchlorid, DADMAC: Diallyldimethylammoniumchlorid)

Quelle: die Autoren

mittelbarer Nähe der chemischen und metallverarbeitenden Industrie.

Neben der beschränkten Verfügbarkeit von metallischen Rohstoffen geeigneter Qualität (insbesondere hinsichtlich der Schwermetallbelastung) und der zeitweisen Verknappung von Grundchemikalien wie Salzsäure zeichnet sich auch durch die allgemeine industrielle Entwicklung in Deutschland eine mangelnde nationale Verfügbarkeit metallbasierter Flockungsmittel ab. Mit dem teils erheblichen Produktionsrückgang in der Metall- und Chemieindustrie dürfte auch die Herstellung entsprechender Produkte weiter abnehmen – eine Entwicklung, die vor dem Hintergrund globaler Handelskonflikte Anlass zur Sorge gibt und sich bereits in drastisch gestiegenen Preisen für entsprechende Flockungsmittel widerspiegelt.

Gerade in Sedimentationsanlagen wird häufig zusätzlich zu den genannten Primärflockungsmitteln anionisches oder nicht-ionisches Polyacrylamid als Flockungshilfsmittel eingesetzt, um das Absetzverhalten und die Stabilität der Flocken zu verbessern. Obwohl seit Jahrzehnten im Einsatz, wären zukunftsgerichtete Alternativen zu Polyacrylamid wünschenswert. Neben dem unvermeidlichen Restgehalt des gesundheitlich bedenklichen Acrylamid-Monomers bereiten insbesondere die Abhängigkeiten von fossilen Rohstoffen und Importen Anlass zur Sorge. Ein weiterer Nachteil dieser synthetisch-organischen Flockungshilfsmittel ist ihr Verbleib in den anfallenden Rückständen, über die sie in die Umwelt gelangen können. Polyacrylamid adsorbiert stark an Bodenpartikel und der Verbleib ist oft unklar. Standardisierte Messverfahren zum Nachweis solcher Polymere und deren Fragmente in Böden oder natürlichen Matrices sind bisher nicht verfügbar. Dennoch dürfen nach der Liste zulässiger Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 20 der Trinkwasserverordnung (§-20-Liste, vormals §-11-Liste) in Deutschland derzeit ausschließlich anionische und nichtionische Polyacrylamide als Flockungspolymere eingesetzt werden. Diese Verbindungen finden auch in nachgelagerten Prozessen wie der Schlamm entwässerung und -konditionierung sowie in der Abwasser aufbereitung weit verbreitete Anwendung.

Eine mögliche Alternative zu synthetischen Flockungshilfsmitteln stellen Produkte auf Basis von Biopolymeren wie beispielsweise Stärke oder Chitosan dar. Diese werden aus natürlichen nachwachsenden Rohstoffen wie Kartoffeln und Schalentieren hergestellt oder fallen sogar als Nebenprodukte der Lebensmittelindustrie an (Abb. 1). Ihr natürlicher Ursprung unterstützt die Ziele der DIN 2000, ▶

📄 [www.dvgw-kongress.de/der-weg-des-wassers](http://www.dvgw-kongress.de/der-weg-des-wassers)

# Der Weg des Wassers

10. – 11. März 2026,  
online

Jetzt informieren!



## Themen

### 1. Einzugsgebiete und Wassergewinnung

- 📄 Einzugsgebiete und deren Bedeutung
- 📄 Einflussfaktoren auf Rohwasserqualität
- 📄 Künstliche Grundwasseranreicherung

### 2. Wasserwerk und Aufbereitungstechnologien

- 📄 Mechanische Vorreinigung
- 📄 Chemisch-physikalische Verfahren
- 📄 Umgang mit Spurenstoffen (PFAS)
- 📄 Energieeffizienz und Automatisierung

der zufolge „[...] das Rohwasser lediglich mit naturnahen, einfachen Aufbereitungsverfahren zu Trinkwasser aufbereitet werden“ sollte. Ergänzend heißt es dort, „zum Schutz der Trinkwasserressourcen ist der Eintrag anthropogener, schwer abbaubarer Stoffe [...] so weit wie möglich zu vermeiden“. Eine Zulassung solcher biobasierter Produkte in der Trinkwasseraufbereitung würde darüber hinaus die Abhängigkeit von Importen verringern und einen wichtigen Beitrag zur Defossilisierung der Wasseraufbereitung leisten. Gleichzeitig ließe sich durch eine breitere Produktpalette die Versorgungssicherheit erhöhen, da neben Polyacrylamid weitere Produkte zur Verfügung stünden und damit Lieferengpässe sowie Preisanstiege besser abgedeckt werden könnten.

Der Einsatz stark kationischer naturbasierter Polymere könnte in bestimmten, standortabhängigen Fällen sogar den Einsatz von Metallsalzen überflüssig machen. In Abbildung 1 sind neben kationischem Polyacrylamid beispielhaft Synthesewege für kationisch modifi-

zierte Biopolymere aufgezeigt. Dabei sei angemerkt, dass alle Grundstoffe auch anionisch modifiziert werden können. Ein Vorteil biobasierter Produkte besteht darin, dass kein Rest-Aluminium oder -Eisen im Wasser verbleibt. Weiterhin enthalten die bei der Flockung mit naturbasierten Mitteln entstehenden Schlämme keine Metalle, was sowohl finanzielle als auch ökologische Vorteile bei deren Entsorgung mit sich bringt. Die toxikologische Bedeutung verschiedener Polymermodifikationen sollte aber dennoch ausführlich geprüft werden.

Im Rahmen des Forschungsprojekts NatureFloc wird derzeit untersucht, inwieweit sich die genannten Produkte durch biopolymerbasierte Mittel ersetzen lassen (siehe Infokasten). Im Mittelpunkt steht dabei die Substitution von Polyacrylamid, da die Entwicklung entsprechender Flockungshilfsmittel auf natürlicher Basis weit fortgeschritten ist und marktverfügbare Produkte bereits vorliegen – nur die Zulassung fehlt. In Gesprächen mit Akteuren aus der Wasserversorgungsbranche zeigten sich jedoch verschiedene Hürden für den Einsatz dieser Produkte in der Trinkwasseraufbereitung. Am häufigsten werden Bedenken hinsichtlich des „Aufkeimungspotenzials“ geäußert. Während die biologische Abbaubarkeit bei der Schlammbehandlung einen Vorteil darstellt, könnten verbleibende Anteile biologisch leicht verwertbarer Kohlenstoffverbindungen das Wachstum von Mikroorganismen im Verteilnetz fördern. Die (bio-)chemische Stabilität solcher Produkte ist auch für die technische Anwendung von Bedeutung, um eine mikrobielle Zersetzung in Dosierlösungen oder Lagertanks zu vermeiden.

Ein vollständiger Ersatz der etablierten Produkte wird voraussichtlich nur in Einzelfällen möglich sein. Viele Flockungsanlagen wurden standortspezifisch auf bestimmte Flockungshilfsmittel ausgelegt. Teilweise kommen hochspezialisierte Systeme wie der in **Abbildung 2** gezeigte Flockungsaccelerator zum Einsatz, deren Betrieb auf Parameter wie Flockendichte und -größe abgestimmt ist. In vielen Anlagen werden daher seit Jahrzehnten dieselben Flockungsmittel verwendet – auch aufgrund früherer negativer Erfahrungen mit Alternativprodukten. Zusätzlich bestehen Bedenken hinsichtlich möglicher Auswirkungen auf nachgeschaltete Aufbereitungsschritte, insbesondere die Filtration. Bei membranbasierten Verfahren schließt der aktuelle Stand des Wissens einen Ersatz von Primärflockungsmitteln durch na-

## INFORMATION

### NatureFloc – Naturnahe Flockungsmittel in der Trinkwasseraufbereitung als konkurrenzfähige Alternative zu Metallsalzen und Polyacrylamid

Das Ziel des Projekts NatureFloc ist die Untersuchung naturnaher Flockungsmittel als möglicher Ersatz für Metallsalze und Polyacrylamide für die Trinkwasseraufbereitung. Es soll als Grundlage für eine mögliche Aufnahme als Aufbereitungsstoff in die §-20-Liste dienen.



#### Forschungsvereinigung

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches – Technisch-wissenschaftlicher Verein



#### Forschungseinrichtungen

- Universität Duisburg-Essen
- Zweckverband Landeswasserversorgung
- Umweltbundesamt

#### Projektförderung

Das Projekt wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen: 01IF23267N).



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Quelle: Die Autoren, mit freundlicher Genehmigung der RWW

Abb. 2: Flockungsaccelator im Wasserwerk Mülheim-Styrum West

türliche Polymere aus, da diese starkes Membranfouling erwarten lassen und somit eher schaden als nützen könnten. Auch bei der Tiefenfiltration werden mögliche Einflüsse auf die Filtrationsleistung kritisch betrachtet, problematisch kann hier vor allem eine Flockenbildung im Filterbett selbst und der damit verbundene Druckverlust sein.

Derzeit eröffnen natürliche Polymere – mangels Zulassung für die Trinkwasseraufbereitung – ihr größtes Potenzial vor allem beim Ersatz von Polyacrylamid in Sekundärprozessen wie der Behandlung von Filterspülwässern und bei der Schlammkonditionierung. In diesen Bereichen kommen entsprechende Produkte bereits zum Einsatz. Die erforderliche Anlagentechnik lässt

sich hier zumeist unkompliziert anpassen und es bestehen weniger Bedenken hinsichtlich nachgeschalteter Prozessschritte oder hygienischer Anforderungen.

Die **Abbildung 3** veranschaulicht die Leistungsfähigkeit naturbasierter Flockungshilfsmittel, zeigt aber zugleich den bestehenden Forschungsbedarf ▶



Die **SHT Sanitär- und Heizungstechnik, Ausgabe 1**, enthält Beiträge zu den Themen Sanitär-, Heizungs- sowie Lüftungstechnik und stellt Referenzobjekte sowie neue Produkte und Normen aus diesen Bereichen vor. Lesen Sie darüber hinaus u. a. mehr zu den Themen:

- **Sanitär**  
Schwimmbäder - sicher und wirtschaftlich
- **Heizung**  
Stapelbare Wärmepumpe
- **Klima**  
KI für Ventilatoren

Weitere Nachrichten, Termine und Informationen unter [www.sht-online.de](http://www.sht-online.de).  
Kostenloses Probeheft unter [vertrieb@krammerag.de](mailto:vertrieb@krammerag.de).

01

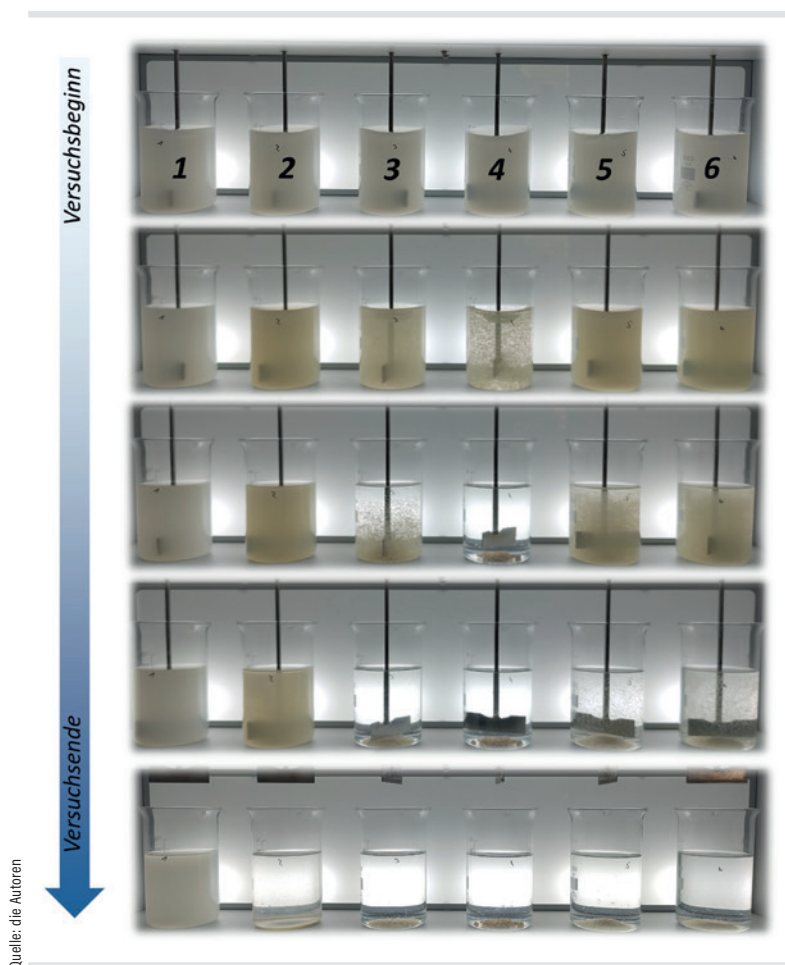


Abb. 3: Jar-Test unter Einsatz verschiedener Flockungshilfsmittel

bei der Optimierung dieser Produkte und ihrer Anwendung. In diesem sogenannten Jar-Test wurde Donauwasser mit fein dispergiertem Kaolin versetzt, um hohe Trübungen zu simulieren, wie sie beispielsweise bei Hochwasserereignissen auftreten. Becherglas 1 diente als Kontrolle; hier wurde kein Flockungsmittel zugesetzt. Deutlich erkennbar ist, dass aufgrund der geringen Partikelgröße innerhalb des Versuchszeitraums von 30 Minuten kaum eine Sedimentation stattfindet. In die Bechergläser 2 bis 6 wurden jeweils 7 mg/l  $\text{Fe}^{3+}$  als Primärflockungsmittel dosiert. Während in Becherglas 2 kein Flockungshilfsmittel verwendet wurde, kamen in Becherglas 3 Dosierkonzentrationen von 0,05 mg/l und in Becherglas 4 von 0,4 mg/l an anionischem Polyacrylamid zum Einsatz. Die Bechergläser 5 und 6 wurden mit einem stärke- (Nr. 5) bzw. chitosanbasierten Flockungshilfsmittel (Nr. 6) gleicher Konzentration behandelt. Besonders auffällig sind die großen und stabilen Flocken, die durch Polyacrylamid gebildet werden und eine entsprechend hohe Sedimentationsgeschwindigkeit erwirken. Gleichzeitig lässt sich erkennen, dass auch die stärke- und chitosanbasierten Produkte gegenüber dem alleinigen Einsatz von  $\text{Fe}^{3+}$

eine deutliche Verbesserung der Partikelabtrennung bewirken.

Die oben beschriebenen Versuchsergebnisse zeigen, dass natürliche Flockungshilfsmittel auf Basis von Stärke oder Chitosan ein vielversprechendes Potenzial für eine nachhaltigere und importunabhängigere Wasseraufbereitung bieten. Ihre breite Anwendung setzt jedoch belastbare Daten zur Wirksamkeit, Stabilität und Prozesssicherheit voraus, die im Rahmen von Pilotversuchen und großtechnischen Demonstrationen als Grundlage für eine zukünftige Aufnahme in die §-20-Liste nach Trinkwasserverordnung erforderlich sind. ■

### Die Autoren

**Lucas Landwehrkamp** leitet das Labor des Lehrstuhls für Mechanische Verfahrenstechnik/Wassertechnik an der Universität Duisburg/Essen.

**Marko Schiele** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik/Wassertechnik an der Universität Duisburg/Essen.

**Prof. Dr.-Ing. Stefan Panglisch** ist Inhaber des Lehrstuhls für Mechanische Verfahrenstechnik/Wassertechnik an der Universität Duisburg/Essen.

**Marcel Hörmann** ist Teamleiter Technologie im Betriebs- und Forschungslabor beim Zweckverband Landeswasserversorgung.

**Dr.-Ing. Rudi Winzenbacher** ist Leiter des Betriebs- und Forschungslabors des Zweckverbandes Landeswasserversorgung.

**Konstantin Kallies** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet für Wasseraufbereitung am Umweltbundesamt und Doktorand am Fachgebiet Water Treatment an der Technischen Universität Berlin.

**Prof. Dr.-Ing. Aki Sebastian Ruhl** ist Leiter des Fachgebietes für Wasseraufbereitung am Umweltbundesamt und Leiter des Fachgebietes Water Treatment an der Technischen Universität Berlin.

Kontakt:

Lucas Landwehrkamp  
Universität Duisburg-Essen

Lotharstr. 1

47057 Duisburg

Tel.: 0203 379-1119

E-Mail: lucas.landwehrkamp@uni-due.de

Internet: www.uni-due.de/wassertechnik



# Employer Branding gemeinsam denken

Für erfolgreiches Recruiting braucht es mehr als eine starke Arbeitgebermarke – es braucht eine starke Branche! Auf unserem branchenspezifischen Karriere- und Nachwuchsportal bieten wir Ihnen vielfältige Möglichkeiten, um Nachwuchskräfte gezielt anzusprechen und gleichzeitig das Image der gesamten Branche als Arbeitgeber zu stärken.

**Jetzt hier mehr erfahren oder einfach anrufen und beraten lassen: +49 (0) 228 9191-430**

