

Identifikation von industriellen Plastik-Emissionen mittels innovativer Nachweisverfahren und Technologieentwicklung zur Verhinderung des Umwelteintrags über den Abwasserpfad

Eva Bitter et al., EnviroChemie GmbH, Roßdorf/ Deutschland; Jeannine Kieferle



Im Verbundforschungsvorhaben EmiStop wurden Eintragspfade von Plastikpartikeln über den Abwasserpfad aus relevanten Industriebranchen systematisch erfasst und Verfahren zur Entfernung von Plastikpartikeln aus Abwasserströmen evaluiert.

Dabei wurde an verschiedenen Stellen der Wertschöpfungskette (Herstellung, Transport, Weiterverarbeitung) angesetzt. Geeignete Industriebetriebe wurden identifiziert und als assoziierte Partner gewonnen.

In Kooperation mit den beteiligten Firmen wurden Betriebsflächen sowie werksinterne Abwasserreinigungsanlagen und Industriepark-Kläranlagen beprobt und bilanziert.

Hierbei konnten neben einer Apparatur zur Probenahme, vor allem Probenahmeprozedere und -aufbereitung sowie Analysemethoden (Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK), Mikro-Raman-Spektroskopie) weiterentwickelt und standardisiert werden. Diese Ergebnisse wurden in einem Statuspapier zusammen mit anderen Verbundprojekten des Forschungsschwerpunkts "Plastik in der Umwelt" zusammengefasst. Weiterhin konnten erstmals größere Datenmengen zur Mikroplastikbelastung (Konzentration und Partikelanzahlen) in Industrieabwässern und Abscheideleistungen verschiedenen Industrieabwasseraufbereitungsverfahren zusammengestellt werden.

Behandlung von Mikroplastik belastetem Abwasser

Zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit physikalisch-chemischer Abscheideverfahren konnten verfahrensoptimierende Flockungsmittel für PE, PA und PVC hergestellt werden. In Versuchen in Labor-, Pilot- und Großmaßstab wurden unterschiedliche Verfahren (Fällung und Flockung, Bandfilter, Flotation,

Sedimentation, Ultrafiltration und weitere) einzeln und in Kombination auf ihren Mikroplastikrückhalt hin evaluiert und verbessert.

Verbesserung der Mikroplastikentfernung durch Flockung der Partikeln

Durch eine Flockung der Mikroplastikpartikeln agglomerieren diese zu stabilen Flocken, die leichter entfernt werden können. Dies funktioniert aber nur dann, wenn geeignete Flockungsmittel zum Einsatz kommen. Sonst zerfallen die Flocken schnell wieder oder die Flockungsmittel müssen im Überschuss zugegeben werden und belasten dann wieder das Wasser. Daher ist da Ziel, mit geringen Mengen geeigneter Flockungsmittel stabile Flocken zu erzeugen.

Daher hat EnviroChemie GmbH gezielt Flockungsmittel für Mikroplastik verschiedener Kunststoffsorten entwickelt. Bei den Entwicklungsarbeiten wurden mit synthetischen Mikroplastiksuspensionen für >15 Kunststoffsorten die jeweils spezifisch geeignete Koagulations- und Flockungsmittel identifiziert. Diese müssen zwar gezielt an den Kunststoffgrenzflächen wirken, allerdings spielt immer auch die Beschaffenheit der Abwassermatrix eine entscheidende Rolle für den Erfolg der Flockung. Daher wurden die weiteren Entwicklungen zunächst auf PVC, PE und PA begrenzt, die sehr häufig als Mikroplastik gefunden werden. Zudem weisen diese drei Kunststoffsorten unterschiedliche Oberflächenladungen auf, was jeweils anders wirkende Flockungsmittel notwendig macht. Polyethylen (PE) ist unpolar, Polyvinylchlorid (PVC) weist bereits eine leichte und Polyamid (PA) eine starke Polarität auf¹.

Für diese drei Kunststoffsorten konnten Flockungsmittel entwickelt werden, die in verschiedenen Abwassermatrizen stabile, gut abtrennbare Flocken im Größenbereich von 1 - 5 µm erzeugen. Die Entwicklungen wurden 2019 veröffentlicht² und als fertige Produkte, EnviFloc PVC, EnviFloc PA und EnviFloc PE, ins Portfolio der EnviroChemie GmbH aufgenommen.

Nun wurde in weiteren Pilotversuchen die Mikroplastikentfernungsleistung der dichtegetriebenen Verfahren, Sedimentation und Flotation, unter Verwendung des neu entwickelten EnviFloc PVC getestet.

¹ A. L. Andrady, Mar. Pollut. Bull. 2017, 119 (1),

² Gilbert_et_al-2019-Chemie_Ingenieur_Technik

Bei den Sedimentationsversuchen kamen Rohwässer mit unterschiedlich hohen PVC-Partikelgehalten zum Einsatz (hier: 250 – 1300 mg/l AOX bzw. 750 – 4.000 Partikeln pro Liter). Die Entfernungslimitationsleistung ohne Flockung variierte bei den Versuchen ohne Flockung stark und lag nach 60 min Absetzzeit bei max. 90 %. Durch vorherige Flockung mit EnviFloc PVC konnte die Entfernung auf 99,2 – 99,9 % verbessert werden, so dass die AOX-Konzentration im Klarwasser < 0,15 mg/l lag (Partikelzahlen lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze) Diese sehr gute Entfernungsleistung wurde bereits innerhalb von 10 min Absetzzeit erreicht. Gleiches gilt für die Flotationsversuche mit zuvor geflocktem Abwasser. Hier wurden Abwässer mit geringeren PVC-Partikelgehalten (< 200 mg/l AOX) untersucht. Aus diesen konnte durch Anwendung von EnviFloc PVC bis zu 99,7 % der PVC-Partikeln entfernt werden, so dass die AOX-Konzentration < 0,2 mg/l lag und die Partikelzahl nicht mehr bestimmbar war.

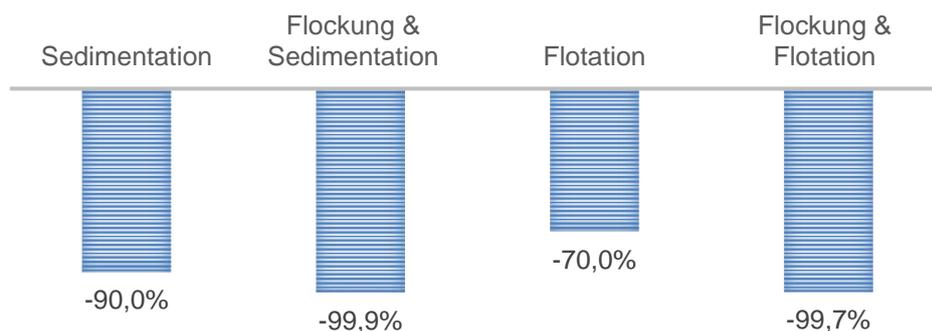


Abbildung 1 Gegenüberstellung der Mikroplastikentfernung bei Sedimentation und Flotation ohne und mit vorgeschalteter Flockung mit eigens entwickelten Flockungsmitteln der EnviroChemie GmbH

Abbildung verdeutlicht, wie sehr die Mikroplastikentfernung durch die vorherige Behandlung des Abwassers mit einem gut geeigneten Flockungsmittel verbessert werden kann.

Bilanzierung der Verfahren mit Tracer Partikeln

Durch Einsatz eines innovativen Tracer-Tests, mit eigens entwickelten PE und PA Tracerpartikeln (sowohl magnetisch als auch lumineszierend) konnten die Verfahren ebenfalls bilanziert werden. Es wurden Partikel aus verschiedenen Plastiksarten in unterschiedlichen Formen und Größen über „Top-down“- und „Bottom-Up“-Verfahren hergestellt werden.

Die technischen Entwicklungsziele im geplanten Vorhaben hinsichtlich der Vermeidung von industriellen Plastik-Emissionen ins Gewässer wurden mit Hilfe eines durch Expert:innen aus Industrie, Politik und Verwaltung sowie Wissenschaft gestützten Zukunftsszenarios zu den Anforderungen, Treibern und Hemmnissen gespiegelt und angepasst sowie auf Basis eines zu entwickelnden Kriterien- und Indikatoren-Sets auf Nachhaltigkeit analysiert und bewertet. Durch Delphi-Befragungen konnten Kriterien und Indikatoren erarbeitet werden, mit deren eine multikriterielle Analyse und Bewertung der entwickelten Vermeidungsstrategien auf Nachhaltigkeit erfolgte. Ergebnis ist eine multikriteriell von verschiedenen Stakeholdern geformte Bewertungsmatrix zu den Vor- und Nachteilen verschiedener Verfahrenstechniken im Hinblick auf Mikroplastikrückhalt.

Erkenntnisse aus 3,5 Jahren Forschungsarbeit sind in eine Handlungsempfehlung für die Industrie eingeflossen.