

# 1 **Neue Adsorptionsmaterialien und Regenerationsverfahren zur Elimination von Mikroschadstoffen in industriellen Kläranlagen - ZeroTrace**

I. Gehrke, Oberhausen; A. Somborn-Schulz, Oberhausen; R. Bertling, Oberhausen; E. Schieferstein, Oberhausen

## 1.1 **Hintergrund und Ziel**

In Deutschland mit vielen industriellen Ballungsräumen sind die Abwässer oft außergewöhnlich hoch mit sogenannten Mikroschadstoffen, z. B. Chemikalienrückständen belastet. Um die Mikroschadstoffe zu entfernen, benötigen gerade industrielle Kläranlagen entweder große Mengen an Chemikalien oder Materialien, die Mikroschadstoffe an sich binden können /1/. Aktivkohle ist solch ein Material, das als Pulver oder Granulat dem Kläranlagenablauf zugegeben wird und Schadstoffe an der Oberfläche bindet. Nachteilig ist, dass der überwiegende Anteil an Aktivkohle aus Steinkohle gewonnen wird – einem nicht nachwachsenden Rohstoff. Vor diesem Hintergrund sollen in dem vom BMBF geförderten Projekt *ZeroTrace* Aktivkohlen entwickelt und konfektioniert werden, die aus regenerativen Materialien wie Holz und Kokosnussschalen hergestellt werden und in großen Mengen preiswert verfügbar sind. Zudem soll ein Verfahren entwickelt werden, um die Aktivkohlen vor Ort zu regenerieren, statt sie unter hohem logistischem Aufwand zu einer zentralen Verbrennungsanlage zu transportieren. Der gesamte Prozess soll anlagentechnisch umgesetzt und auf einer kommunalen und industriellen Kläranlage demonstriert werden.

## **Vorgehensweise**

Der Lösungsweg umfasst die Entwicklung von Komposit-Aktivkohlen aus dem Basismaterial und einer elektrisch leitfähigen Komponente. Die modifizierte Aktivkohle wird konfektioniert und in einfachen Labortests auf ihre Anwendbarkeit zur Elimination bestimmter Indikator-Spurenstoffe untersucht (Phase 1). Ein neues Regenerationsverfahren auf Basis von EFSA (Electric Fieds Swing Adsorption) wird im Labormaßstab für die spätere Pilotierung umgesetzt und untersucht (Phase 2) /2/. Die Adsorptionsfähigkeit der priorisierten Aktivkohlen wird im erweiterten Labormaßstab

überprüft, bevor sich eine Pilotphase auf einer industriellen Kläranlage anschließt (Phase 3).

## Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Arbeiten aus Phase 1 vorgestellt.

### Adsorptionsversuche

Um eine Eignung für den Einsatz in der Spurenstoffelimination sicherzustellen, wurden zunächst Adsorptionsversuche mit nativen Pulveraktivkohlen (PAK) durchgeführt. Dazu wurden von der Fa. CarboTech drei Aktivkohlen zur Verfügung gestellt:

Tabelle 1: Technische Eigenschaften der verwendeten Aktivkohlen und Graphit

	Aktivkohlen			Additiv
	Holzkohle	Steinkohle	Kokosnussschale	Graphit
Wassergehalt	10 %	10 %	max. 8 %	<1 %
Aschegehalt	5 %		max. 3 %	
BET-Oberfläche	1500 m <sup>2</sup> /g			
Iodzahl	950 mg/g	850 mg/g	1000 mg/g	
Rütteldichte	300 g/mL	450 g/mL	470 g/mL	
pH-Wert	4		9	
Durchschnittliche Partikelgröße	44 µm	45 µm	< 100 µm	71 µm

Als Adsorptiv wurden das Analgetikum Diclofenac sowie das Antikonvulsivum Gabapentin ausgewählt. Des Weiteren wurden Adsorptionsversuche mit Graphit durchgeführt, um den Einfluss dieses Zusatzstoffes auf die Entfernung der Spurenstoffe abzuschätzen. Graphit soll als ein mögliches Additiv für die Kohle zur Erhöhung der Leitfähigkeit eingesetzt werden.

Für die Versuche wurden jeweils 0,2 g Aktivkohle mit 40 mL Diclofenac-Lösung mit einer Konzentration von jeweils 0,06 g/L für unterschiedliche Zeiträume auf einem Laborrüttler in Kontakt gebracht. Als Versuchsdauer wurden Zeiten zwischen 0,5 und 24 Stunden festgelegt. Die Detektion von Diclofenac erfolgte photometrisch, die

## A5 - Publikation

von Gabapentin via HPLC-Analyse. Die Ergebnisse der durchgeführten Adsorptionsversuche als Mittelwert aus drei Versuchen sind in Abbildung 1 zusammengefasst. Die Prozentzahl gibt die Menge an Diclofenac wieder, die nach dem Adsorptionsvorgang noch in der Lösung nachgewiesen werden konnte.

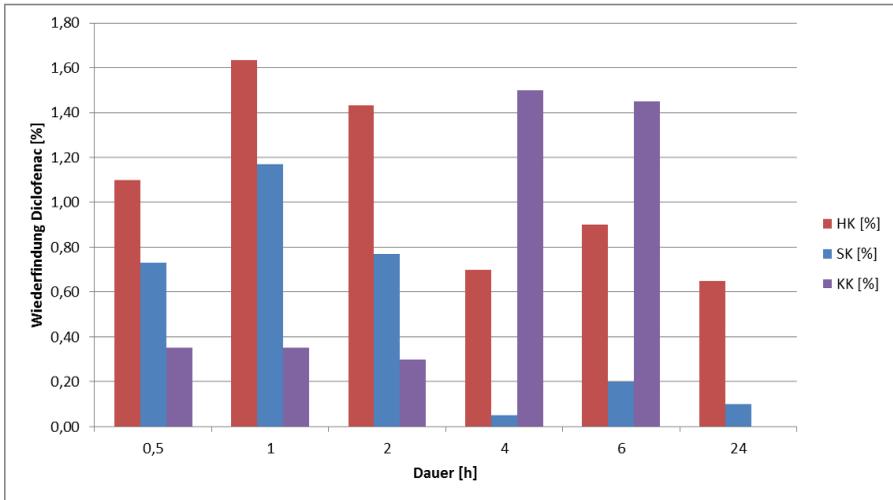


Abbildung 1: Wiederfindungsraten Diclofenac nach Adsorption an den unterschiedlichen Aktivkohlen (HK: Holzkohle, SK: Steinkohle, KK: Kokosnussschalenkohle)

Alle eingesetzten nativen Kohlen zeigten einen ausgezeichneten Rückhalt von Diclofenac von mehr als 98 %. Für die nächsten Laborversuche und die Weiterverarbeitung werden vorwiegend kokosnussschalensbasierte Aktivkohlen eingesetzt, da sie unter Nachhaltigkeitsaspekten am besten abschneiden.

Das als Zusatz vorgesehene und gesondert untersuchte Graphit selbst adsorbiert rund 10 % an Diclofenac und ist somit relativ zu den Aktivkohlen irrelevant für die Entfernung von Spurenstoffen. Die Adsorptionsfähigkeit der nativen Kohlen für Gabapentin als Beispiel für einen relativ schwer adsorbierbaren Spurenstoff wurde ebenfalls untersucht; allerdings stehen die Ergebnisse der HPLC-Analyse zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht zur Verfügung.

### Modifikation der Aktivkohlen

Aus der PAK wurden durch die Zugabe von Graphit modifizierte Aktivkohlen-Pellets mit 3 mm Durchmesser erzeugt werden. Um aus der Pulveraktivkohle und dem

Graphit formstabile, zylinderförmige Pellets herzustellen, wurden beide Substanzen in einem Mischer mit einem Bindemittel versetzt. Aus den Aktivkohlen, Graphit und Bindemittel wurde eine gut weiter verarbeitbare, leicht formbare Rohmasse erzeugt. Aus der erzeugten Rohmasse wurden mit Hilfe einer Flachmatrizen-Granulierpresse für Kleinproduktionsmengen 3 mm-Pellets erzeugt, getrocknet und carbonisiert (Abbildung 2). Während die Pelletierung ohne Wärmeentwicklung oder Verstopfungen zu einem formstabilen Produkt führte, muss der Carbonisierungsschritt noch optimiert werden, da – vermutlich infolge eines Sauerstofflecks – die Aktivkohlepellets in einem ersten Versuch zerfielen.



Abbildung 2: Erzeugte Pellets: Trockenformlinge mit 5 % Graphit (l.), Trockenformlinge mit 10% Graphit (r.) [Bildquelle: UMSICHT]

## Danksagung

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmenkonzept „Materialien für eine nachhaltige Wasserwirtschaft - MachWas“ (03XP0098B) gefördert und vom Projektträger Jülich (PTJ) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

## 2 Literatur (Formatvorlage „Literaturverzeichnis“ Alt + L)

- /1/ F. W. Bolle, J. Pinnekamp (2011): Energiebedarf von Verfahren zur Eliminierung von organischen Spurenstoffen - Phase I, Abschlussbericht – Aktenzeichen: IV-7-042 600 003 J; im Auftrag von: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW

## **A5 - Publikation**

---

/2/ R.P.P.L. Ribeiro et al. (2012): Electrothermal performance of an activated carbon honeycomb monolith; CHEMICAL ENGINEERING RESEARCH & DESIGN; 11, 2013-2022

Anschrift des Verfassers: Ilka Gehrke, Osterfelder Straße 3, 46047 Oberhausen