

„Wir erforschen technische Probleme nicht.  
Wir lösen sie!“ UMTEC



## UMTEC

### Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik

Das Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik UMTEC besteht aus vier Fachgruppen: Rohstoffe und Verfahrenstechnik, Abfall und Ressourceneffizienz, Wasser und Abwassertechnik sowie Geruch. Rund 20 Wissenschaftler und Ingenieure aus den Bereichen Maschinen- und Verfahrenstechnik, Umweltwissenschaften und Chemie betreuen Entwicklungsprojekte.

In der Fachgruppe Wasser entwickeln wir Lösungen für die Behandlung von verschmutztem Abwasser mit starkem Praxisbezug und begleiten die Arbeiten bis zur Umsetzung. Dafür untersuchen wir Prozesse, prüfen Verfahren und bilanzieren Stoffflüsse. Wir greifen auf eine langjährige Erfahrung aus unseren Projekten mit Industrieunternehmen und Umweltämtern zurück. Wir kombinieren die Erfahrungen mit den Ideen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen.

Unsere acht Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Bereich Wasser sind Naturwissenschaftler und Ingenieure von der HSR Hochschule für Technik Rapperswil, der ETH Zürich oder anderen Hochschulen. Sie werden durch Zivildienstleistende, Praktikanten und Studierende unterstützt.

[www.umtec.ch](http://www.umtec.ch) / [www.hsr.ch](http://www.hsr.ch)

## Thema Pulveraktivkohle

### Hintergrund

Pulveraktivkohle (PAK), sehr fein gemahlene Aktivkohle mit Korngrößen im Bereich von einigen Mikrometern, hat aufgrund ihrer porösen Struktur eine sehr hohe spezifische Oberfläche. In vielen verschiedenen Bereichen wird sich diese Eigenschaft der Aktivkohle zu Nutzen gemacht. Beispiele dafür sind die Trinkwasseraufbereitung, die Lebensmittelindustrie oder die Abluftbehandlung. Auch in der industriellen Abwasserbehandlung zur Elimination von Mikroverunreinigungen hat sich Aktivkohle als vielversprechend erwiesen. Mikroverunreinigungen wie z. B. Hormone und hormonaktive Substanzen, Arzneimittel, Biozide, etc., lagern sich an der Aktivkohle an.

Auf der Abwasserreinigungsanlage (ARA) Flos im zürcherischen Wetzikon wird in einem grosstechnischen Versuch ein Verfahren zur Elimination von Mikroverunreinigungen mit Pulveraktivkohle entwickelt. Pulveraktivkohle wird in das Biologiebecken dosiert und anschliessend - beladen mit den Mikroverunreinigungen - aus dem Abwasser entfernt. Da sich verschiedenen Pulveraktivkohlen sowohl in der Herstellungsart als auch in deren Sorptionskapazität unterscheiden, wurde in einem ersten Versuchsschritt mittels Laborversuchen eine geeignete Pulveraktivkohle gewählt.

### Projektpartner

- Stadt Wetzikon
- HOLINGER AG
- aQa.engineering
- Ensola AG Wetzikon
- UMTEC Hochschule Rapperswil

### Unterstützung durch

- BAFU
- AWEL



# PULVERAKTIVKOHLE

## Funktionsprinzip und Herstellung von PAK

Aktivkohle kann aus verschiedenen kohlenstoffreichen Rohstoffen wie Stein- oder Braunkohle, Torf, Anthrazit, Holz oder Kokosnussschalen hergestellt werden. In einem ersten Schritt werden die flüchtigen organischen Bestandteile und das Wasser des Ausgangsmaterials verdampft, wodurch poröse Strukturen entstehen und in einem zweiten Schritt erfolgt die Gasaktivierung, wobei die Rohkohle bei hohen Temperaturen oxidiert wird. Als Folge entstehen kleine Porenöffnungen am Kohlekorn und somit eine sehr grosse spezifische Oberfläche. Die Elimination von Stoffen mit Aktivkohle gehört zu den adsorptiven Verfahren. Als Adsorption bezeichnet man den Prozess der Anlagerung von gelösten Substanzen an der Oberfläche von Festkörpern. Die Hauptcharakteristik von adsorptiven Verfahren ist somit, dass die Zielstoffe gebunden und damit entfernt werden.

## Möglichkeiten und Grenzen von PAK

Verschiedene Halb- und grosstechnische Versuche [Zwickenpflug et al.<sup>1</sup>, Margot et al.<sup>2</sup>, Böhler et al.<sup>3</sup>, Enxing et al.<sup>4</sup>, Metzger et al.<sup>5</sup>, Joss et al.<sup>6</sup>] zur Elimination von Mikroverunreinigungen mittels Pulveraktivkohle in der Schweiz und in Deutschland haben gezeigt, dass Pulveraktivkohle ein breites Stoffspektrum weitgehend aus dem kommunalen Abwasser entfernt. Grossversuche zur Direktdosierung von Pulveraktivkohle in die Biologie gibt es bisher noch keine. Untersuchungen der Eawag haben jedoch aufgezeigt, dass etwa die doppelte Menge an Pulveraktivkohle im Vergleich zur Anwendung in einem Adsorptionsreaktor mit Sedimentation und Rückführung der Überschussschicht in die Biologie eingesetzt werden muss, um eine vergleichbare Elimination zu erreichen. Jedoch liessen sich mit dieser Methode die Investitionskosten für zusätzliche Reaktoren einsparen und der erforderliche Platzbedarf erheblich reduzieren<sup>7</sup>.

### Chemviron SRD 11070

Die Pulveraktivkohle Chemviron SRD 11070 wird in den USA aus Steinkohle produziert. Steinkohle ist ein schwarzes, hartes, festes Sedimentgestein, das durch Karbonisierung von Pflanzenresten entstand und zu mehr als 50 Gew.-% aus Kohlenstoff besteht.

1 Zwickenpflug, Ben, Böhler, Marc und al., et. Einsatz von Pulveraktivkohle zur Elimination von Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser.

Dübendorf : EAWAG, 2010.

2 Margot, Jonas, Aagnet, Anoy und al., et. Traitement des micropolluants dans les eaux usées. Lausanne : Ville de Lausanne, 2011.

3 Böhler, Marc, Zwickenpflug, Ben und al., et. Aktivkohledosierung in den Zulauf zur Sandfiltration Kläranlage Kloten/Opfikon. Dübendorf : Eawag, 2011.

4 Enxing, K., et al., et al. Betriebserfahrungen mit der weitergehenden Elimination von Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser auf der Kläranlage Schwerte. Hamburg : GFEUZ, 2011. ISBN: 978-3-942768-02-3.

5 Metzger, S. und al., et. Entfernung von iodierten Röntgenkontrastmitteln bei der kommunalen Abwasserbehandlung durch den Einsatz von Pulveraktivkohle. s.l. : GWF Wasser Abwasser, 2005.

6 Joss, Adriano und Böhler, Marc. Faktenblatt Pulveraktivkohle. Dübendorf : Eawag, 2012.

7 Böhler, Marc, Zwickenpflug, Ben und al., et. Aktivkohledosierung in den Zulauf zur Sandfiltration Kläranlage Kloten/Opfikon. Dübendorf : Eawag, 2011.

## Kontakt

Prof. Dr. Jean-Marc Stoll, Tel. 055 222 48 60 (Sekretariat)

HSR Hochschule für Technik Rapperswil ■ Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik UMTEC ■ Oberseestrasse 10 ■ 8640 Rapperswil

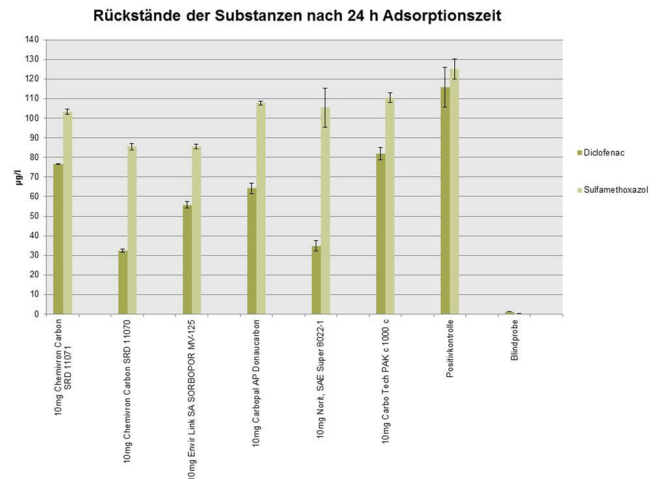


Abb. 1: Diclofenac- und Sulfamethoxazol-Rückstände in den Proben nach 24-stündiger Kontaktzeit mit den verschiedenen Pulveraktivkohlen

## Auswahl der Pulveraktivkohle

Die eingesetzte Aktivkohle muss in erster Linie eine gute Spurenstoffelimination gewährleisten. Vor dem Start der Grossversuche wurde anhand eines ersten Gleichgewichtsversuches im Labor aus sechs verschiedenen Pulveraktivkohlen zwei geeignete Pulveraktivkohle gewählt. Als Indikatormoleküle wurden das Schmerzmittel Diclofenac und das Antibiotikum Sulfamethoxazol verwendet. Die Pulveraktivkohlen Chemviron SRD 11070 und Norit SAE Super wiesen die höchste Sorptionsleistung auf (Abb. 1). In einem darauffolgenden dynamischen Sorptionsversuch wurde die Sorptionsleistung von Chemviron SRD 11070 und Norit SAE zu verschiedenen Zeitpunkten (nach 15min, 60min, 180min und 360min) untersucht. Dabei zeigte Chemviron SRD 11070 eine leicht höhere Sorptionsleistung als Norit SAE (Abb. 2 – 3). Entsprechend fiel die Entscheidung auf Chemviron SRD 11070, die neben der guten Sorptionsleistung auch aus finanzieller und ökologischer Sicht attraktiv für den Einsatz im Grossmasstab ist.

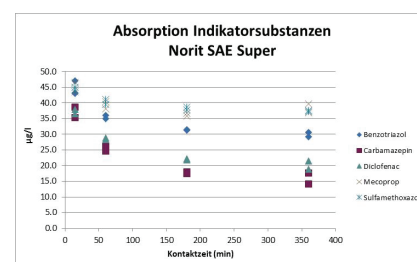


Abb. 2: Diclofenac- und Sulfamethoxazol-Rückstände in den Proben nach verschiedenen Kontaktzeiten mit der Pulveraktivkohle Norit SAE Super

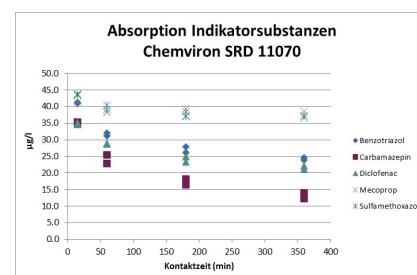


Abb. 3: Diclofenac- und Sulfamethoxazol-Rückstände in den Proben nach verschiedenen Kontaktzeiten mit der Pulveraktivkohle Chemviron SRD 11070