

Pulveraktivkohle in der Schlammbehandlung

Pulveraktivkohle (PAK) wird zur Elimination von organischen Spurenstoffen aus dem Abwasser eingesetzt. Die organischen Spurenstoffe werden adsorptiv an die PAK gebunden. Die PAK wird nach ihrem Einsatz mit dem Überschussschlamm aus dem System abgezogen und der Schlammbehandlung zugeführt. In der anaeroben Behandlung/Faulung liegen sowohl ein anderer pH-Wert, als auch eine andere Temperatur vor als in der PAK-Stufe bzw. im Belebtschlamm-Reaktor. Bisher gibt es nur wenige Erfahrungen zum Verhalten der PAK in der Schlammbehandlung bezüglich der Desorption der gebundenen organischen Spurenstoffe, den Auswirkungen auf die Effizienz des Faulungsprozesses, der Änderung des Heizwertes des Schlammes und auf die mechanische Einrichtung der Schlammbehandlungskette (Abrasion). In einer Studie wurden einige dieser Punkte während 6 Monaten in Form einer halbtechnischen Pilotierung auf dem Klärwerk Mannheim untersucht [1].

Im Rahmen dieser Pilotierung wurden zwei Faulanlagen (je 250 L) betrieben (siehe Abbildung 1). Die Beschickung der Faulungen erfolgte mit Überschussschlamm (ÜSS) aus der biologischen Stufe inklusive PAK (Faulung A) resp. ohne PAK (Faulung B, Referenzfaulung), d.h. ohne Primärschlamm. Die PAK-Dosierung lag bei rund 10 mg/l und der Trockensubstanzgehalt in der Biologie betrug 4.1g/L, wovon ca. 3.6% aus PAK bestand.

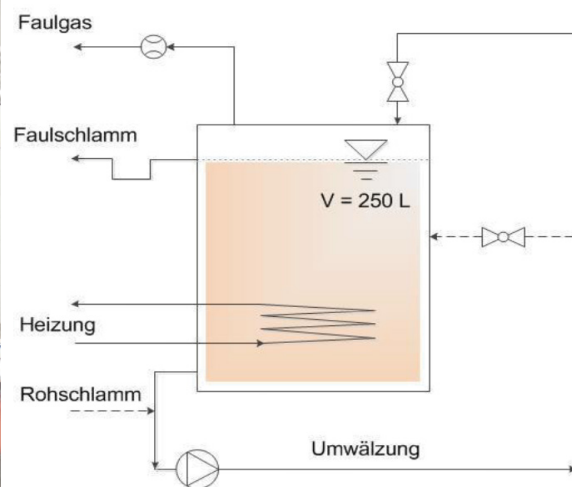
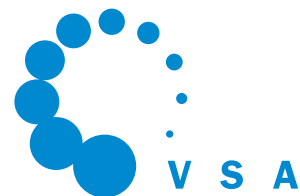


Abbildung 1: Foto der Faulungen A (ÜSS mit PAK) und B (ÜSS ohne PAK, Referenzfaulung) auf dem Klärwerk Mannheim und schematische Darstellung eines Faulbehälters [1]

Wird der Betrieb der Faulung durch die PAK beeinflusst?

Insgesamt wurden keine wesentlichen Auswirkungen der PAK auf den Faulungsprozess festgestellt. Falls zusätzlich auch Primärschlamm mitgefaut wird, wirkt sich der Einfluss von PAK noch weniger stark aus, da der PAK-Anteil durch die Zugabe des Primärschlammes sinkt.

Der Rohschlamm A weist im Vergleich zum Rohschlamm B eine um ca. 11 % geringere Gasproduktion bezogen auf die zugeführte organische Trockensubstanz auf. Diese Differenz wird von einem größeren Anteil nicht-abbaubarer Stoffe (= Aktivkohle und angelagerte Spurenstoffe) in Rohschlamm A verursacht. Die abbaubare organische Trockensubstanz wird in beiden Faulbehältern gleichermaßen abgebaut. Demzufolge wird bei der Anwendung von PAK auf einer Kläranlage die gleiche Gasmenge produziert wie vor dem Ausbau der Kläranlage. Allerdings führt die Dosierung von PAK zu einem Mehrschlammanfall. Dieser beträgt im Falle einer Zugabe von 10mgPAK/l ca. 4-5% (Primärschlamm und Überschussschlamm).



Der Methananteil im Faulgas belief sich in beiden Behältern auf 50-64%, wobei derjenige des Behälters A meist um ca. 1.5 Prozentpunkte grösser war. Die organischen Säuren liegen bei beiden Faulungen mit (A) und ohne PAK (B) im Bereich eines funktionierenden Faulungsprozesses. Folglich werden die Mikroorganismen durch die PAK nicht nachteilig beeinflusst. Auch die Flokkenstruktur des Faulschlammes wird durch das Vorliegen der PAK nicht beeinflusst.

Werden während des Faulungsprozesses substantielle Mengen der an der PAK gebundenen organischen Spurenstoffe rückgelöst und dadurch wieder freigesetzt?

Vergleicht man die Spurenstoff-Konzentrationen der beiden Faulschlämme mit denjenigen der Rohschlämme (gelöste Phase), erhöhen sich diese durch die Faulung beträchtlich. Dies kann in beiden Faulschlämmen A und B in derselben Grössenordnung beobachtet werden und ist auf die geringe Schlammmenge im Vergleich zum Gesamtdurchfluss der ARA zurück zu führen. Wird diese rückgelöste Spurenstoff-Menge jedoch im Vergleich zur Beladung der PAK betrachtet, erweist sie sich als sehr gering. Der höchste Wert für die Rückbelastung von Spurenstoffen aus der Faulung im Vergleich zur Zuflussfracht zu den jeweiligen Belebungsstrassen wurde für Diclofenac mit 1.4% der Zulauffracht zur Belebung bestimmt. Die Rückbelastung ist bei den Substanzen Diclofenac, Benzotriazol und Sulfamethoxazol unabhängig von der PAK. Bei einigen Substanzen liegt die rückgelöste Menge im Schlamm A höher (Röntgenkontrastmittel Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid, Amidotrizoesäure), bei anderen Substanzen im Schlamm B (Ibuprofen, Carbamazepin und Metoprolol).

Aus der Untersuchung kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Spurenstoffe nicht nur an die PAK, sondern auch an den Belebtschlamm sorbieren. Die Rücklösung vom Belebtschlamm scheint in der Faulung relevanter zu sein – wobei einige Stoffe dann wiederum an die PAK sorbieren. Diese Beobachtungen decken sich mit Laborversuchen zur Rücklösung von an PAK adsorbierte Spurenstoffe im Faulwasser [2].

Wie stark ist der Einfluss der PAK auf die Entwässerbarkeit und den Heizwert des Schlammes?

Die Studie zeigt, dass die Entwässerbarkeit des Schlammes A mit PAK geringfügig besser ist als diejenige von Schlamm B (ca. 1.4 Prozentpunkte). Auch der Heizwert des Schlammes A liegt ein wenig höher als derjenige des Referenzschlammes (ca. 4.4% bzw. ca. 2% mit Berücksichtigung des Primärschlammes).

Insgesamt ist somit bei einer Dosierung von 10 mg/l PAK kein signifikanter Einfluss auf die Entwässerbarkeit und den Heizwert festzustellen.

Wie wirkt sich die Annahme von Fremdschlämmen auf die Spurenstoff-Bilanz aus?

Werden grosse Mengen an Frischschlamm zentral in einer grösseren ARA gefault, gelangen über Fremdschlämme zusätzliche Spurenstoffe in die Faulung. Aufgrund von Rücklösung in der Schlammbehandlung und der vorhandenen Spurenstoffe in der Flüssigphase der Fremdschlämme gelangen somit zusätzliche Spurenstoffe in die Anlage. Grundsätzlich enthält Schlamm aus PAK-Anlagen weniger gelöste Spurenstoffe als Schlamm aus anderen Anlagen. Je nach Zugabeort der Rückläufe und Messstellen kann die Annahme von Fremdschlämmen die Bilanz beeinflussen. Dieser Effekt ist in etwa proportional zur zusätzlichen Faulwassermenge. Aktuell sind keine Co-Vergärungsprodukte bekannt, die massgebende Mengen der zwölf zu messenden Substanzen gemäss Vorgabe der departementalen Verordnung des UVEK [3] enthalten.

Fazit

- Der Faulungsprozess wird durch die PAK nicht negativ beeinflusst.
- Die Entwässerbarkeit und der Heizwert werden durch die PAK nicht signifikant verändert.
- Durch die Behandlung des Schlammes in der Faulung ist keine signifikante Rückbelastung an Spurenstoffen zu erwarten.

Erfahrungsberichte aus der Praxis/Auswirkungen auf den Betrieb

„Während den 23 Jahren Betrieb sind an diversen Orten Korrosionsprobleme aufgetreten – Wir empfehlen die Verwendung von Edelstahl V4A oder Kunststoff für alle PAK-berührenden Teile. Die Materialwahl soll gut durchdacht werden.

Die Fauldauer beträgt bei uns 40 bis 60 Tage und es wird eine sehr geringe Rücklösung von Spurenstoffe in der Faulung vermutet.“



[Klärwerk Albstadt-Ebingen, Hr. Krause, D., Foto Sedimentation, Steckbrief www.koms-bw.de]

„Die Viskosität des Überschussschlammes veränderte sich durch die Verwendung von PAK nicht spürbar. Änderungen in der Abwasserzusammensetzung hatten einen wesentlich grösseren Effekt auf die Schlammbehandlung. Nach 2 Jahren Betrieb wurde eine Rücklaufkohlepumpe mit speziell geringer Drehzahl aus Grauguss geöffnet. Trotz 24h-Betrieb waren keine Verschleisspuren sichtbar.“



[Klärwerk Stockacher Aach, Hr. Bucksch, D., Dosierstation, Eigenes Foto]

„Unsere PAK-Stufe hatte keine negativen Auswirkungen auf die Schlammbehandlung. Es traten durch den PAK-Schlamm weder Abrasion (bei Pumpen, Rührwerken etc.) noch Verstopfungen von Leitungen auf. Eine erhöhte Viskosität des Schlammes wurde nicht beobachtet. Der Schlamm-anfall vergrösserte sich um ca. 10%.“



[Klärwerk Böblingen-Sindelfingen, Hr. Schwentner, D., Foto Sedimentation Steckbrief www.koms-bw.de]

Literatur:

- [1] Untersuchung zum Spurenstoffbindungsverhalten von Pulveraktivkohle unter anaeroben Bedingungen – Abschlussbericht, M. Eng. J. Meckes, Dr. Ing. S. Metzger, Prof. Dr. Ing. H. Kapp, Juni 2014
www.koms-bw.de/pulsepro/data/img/uploads/Bericht%20PAC_Faulung_Desorption.pdf
- [2] Zwickelpflug et al., Einsatz von PAK zur Elimination von Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser, Schlussbericht, Eawag, 2010
- [3] Verordnung des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) zur „Überprüfung des Reinigungseffekts von Massnahmen zur Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasserreinigungsanlagen“, Vernehmlassungs-Version, Februar 2016.