



**RHEINBRAUN VERKAUFGESSELLSCHAFT MBH**

---

## Information

### **Braunkohlenkoks in der biologischen Abwasserreinigung und thermischen Klärschlammverbrennung**

Dr. Karl A. Theis, Köln

*Sonderdruck aus UTA*

*Nr.: 4/92*

# Braunkohlenkoks in der biologischen Abwasserreinigung und thermischen Klärschlammverbrennung

K. A. THEIS, Köln \*

Dr.-Ing. Karl A. THEIS (46), Geschäftsführer der Rheinbraun Verkaufsgesellschaft in Köln stellt im folgenden den Einsatz von Braunkohlenkoksstaub zur Unterstützung der aeroben Biologie in Kläranlagen dar.



Abb. 1:  
Dr.-Ing.  
Karl A. THEIS

Die Rheinbraun Verkaufsgesellschaft mbH handelt u. a. mit den Veredelungsprodukten der rheinischen Braunkohle und bietet im Umweltbereich das aktivkohleähnliche Produkt Braunkohlenkoks an.

## Einleitung

Biologische Kläranlagen, die nach dem Belebtschlammverfahren arbeiten, stehen oft vor folgenden Problemkreisen: der Blähschlammbildung, mangelnden CSB-/BSB-Abbauleistungen, instabiler Betriebsabläufe und der ungenügenden Überschussschlammabwasserung [1]. In den neuen Bundesländern besteht weiterhin das Problem der zu geringen Nitrifikation/Denitrifikation.

Der Einsatz von Koks aus Braunkohle gewährt eine wirkungsvolle Reinigung von Abwässern.

## Braunkohlenkoks

Braunkohlenkoks (BKK) wird durch den thermischen Prozeß der Verkokung aus der schwefelarmen rheinischen Braunkohle in Herdöfen gewonnen und unterscheidet sich in seinen Eigenschaften wesentlich von Steinkohlenkoks. Da die Braunkohle keine „backenden“ Eigenschaften besitzt, ist Braunkohlenkoks kein grobstückiges Produkt, sondern ein feinkörniges Kohlenstoffkonzentrat. Die große spezifische Oberfläche von  $300 \text{ m}^2/\text{g}$ , die günstige Struktur des Porenvolumens und die Porenradienverteilung, sowie der basische Charakter der enthaltenen Asche mit hohen Calcium- und Magnesiumanteilen und der niedrige Schwefelgehalt zeichnen das aktivkohleähnliche Produkt aus. Braunkohlenkoks findet durch diese spezifischen Eigenschaften ein breites Einsatzspektrum auf den Gebieten der Abwas-

ser-, Rauchgas- und Abluftreinigung und bietet als Massenprodukt einen kostengünstigen Einsatz.

Der Beitrag beschreibt im folgenden die Anwendung von Braunkohlen-Koksstaub in der biologischen Abwasserreinigung.

## Verfahrensweise

Der Kokeintrag erfolgt bei Großanlagen über ein abgeschlossenes Silosystem, bei kleineren Anlagen gibt es die Möglichkeit des Einsatzes von Sackware mit speziell zur einfachen Handhabung entwickelten Geräten. Beide Systeme gewährleisten einen staubfreien Einsatz [2].

Die Kokszufuhr aus dem Silo geschieht mittels einer Zellenradschleuse in Verbindung mit einer Wasserstrahlpumpe mit einer Dosierrate von 30 bis  $50 \text{ g BKK}/\text{m}^3$  Abwasser [3]. Erfahrungen belegen, daß aufgrund des durch den Schlamm ausgebildeten „Koks-Puffers“ nur eine temporäre Zufuhr nötig ist. Die Tagesmenge kann chargenweise in drei bis vier Dosierungen der Biologie zugeführt werden.

Der Einsatz von Braunkohlenkoks erfordert keine kapital- und zeitintensiven baulichen Maßnahmen – lediglich das Silosystem bzw. die Sackentlehrungseinrichtung müssen installiert werden.

## Koksgestützte Biologie

Die Entstehung von Blähschlamm, verursacht durch das vermehrte Auftreten fadenförmiger Mikroorganismen und die damit einhergehende Verdichtung der Biomasse, hat eine mangelnde Abbauleistung der aeroben Biologie zur Folge. Durch einen hohen Schlammindex und eine zu geringe Sedimentationsgeschwindigkeit verlassen große Schlammengen mit dem abfließenden Wasser die Reini-

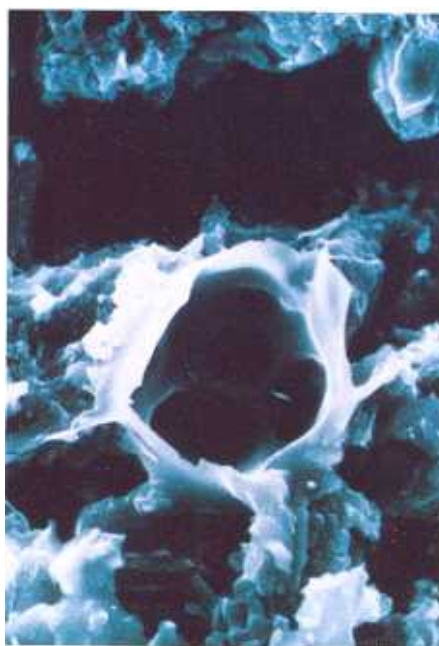


Abb. 2: Braunkohlenkoks in mikroskopischer Vergrößerung

\* Dr. Karl A. Theis, Rheinbraun Verkaufsgesellschaft mbH, Postfach 41 08 07, W-5000 Köln 41

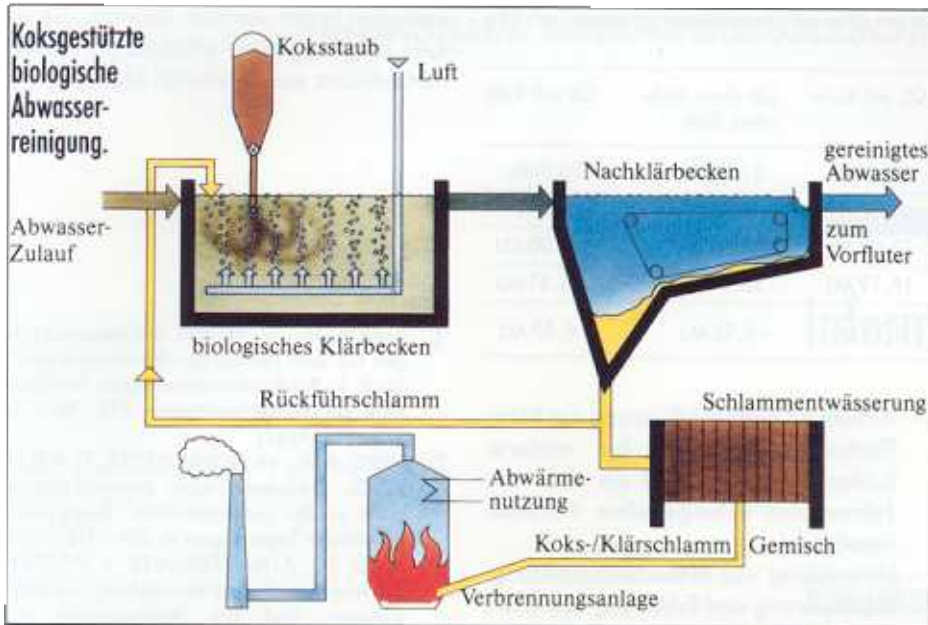


Abb. 3: Koksgestützte biologische Abwasserreinigung

gungsanlagen [6]. Diesem Prozeß kann durch eine koksgestützte Biologie entgegengewirkt werden. Die Zugabe von Braunkohlenskokstaub führt auch durch eine mechanische Schlammbeschwerung zu einer schnelleren Sedimentation. Das Kokskorn wird in die Bioflocke eingebunden, die Sedimentationsgeschwindigkeit steigt, ein niedriger Schlammindex stellt sich ein. Diese „Kompaktflocken-Biologie“ zeichnet sich durch hohe CSB und BSB-Abbauleistungen aus [7].

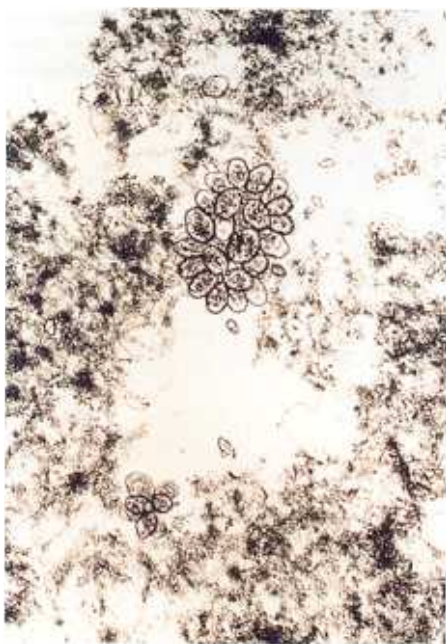


Abb. 4: Biozönose einer koksgestützten Biologie

Diese Leistungserhöhung läßt sich mit dem „Futterkrippen-Modell“ erklären. Die einzelnen Kokspartikel dienen als Futterkrippe, sie versorgen die in ihrer Nähe befindlichen Mikroorganismen mit organischen Nährstoffen und Sauerstoff. Das Adsorptionsvermögen von Braunkohlenskok ist dem von Aktivkohle vergleichbar und führt zu einer erhöhten Konzentration von Abwasserinhaltsstoffen und Sauerstoff an der Oberfläche [1]. Dieser physikalische Prozeß führt zu ei-



Abb. 5: Biozönose einer überlasteten konventionellen Biologie

nem bevorzugten Milieu für Mikroorganismen und unterstützt deren Koloniebildung [4].

Die Prozeßstabilität wird erhöht, die Kokspartikel wirken als Puffer und temporärer Speicher. Auftretende toxische Belastungs- und Milieuschwankungen werden in einem gewissen Umfang ausgeglichen [6]. Die koksgestützte Biozönose zeichnet sich durch eine große Artenvielfalt mit erheblich reduziertem Anteil an fadenförmigen Mikroorganismen aus. Durch die Zufuhr von Koksstaub in die Biologie kommt es zu keiner Sekundär-Verunreinigung, der Koks verhält sich inert und setzt sich im Nachklärbecken mit den Schlammflocken ab [3].

## Nitrifikation/Denitrifikation

Die überalterten und dem heutigen Standard der Abwasserreinigung nicht angepaßten Kläranlagen in den neuen Bundesländern gewährleisten keine ausreichende Nitrifikation. Die Knappheit der finanziellen Mittel und die Problematik der hohen Wasserverunreinigung verlangen nach einem „Feuerwehrverfahren“ um die Nitrifikation ohne große bauliche und kapitalintensive Maßnahmen, z. B. durch Vergrößerung der Klärbecken, zu unterstützen.

Untersuchungen und Praxiserfahrungen belegen eine begünstigende und prozeßstabilisierende Wirkung des Braunkohlenskok-Einsatzes, auch im Bereich kritischer Temperaturen bei der Nitrifikation [4]. Im wesentlichen wird die Wirkung auf ein reduziertes Anschwemmen der leichtflüchtigen Nitrifikanten und eine Abpufferung der gebildeten Säure durch die alkalische Koksasche (CaO) zurückgeführt [4]. Als weitere Ursachen gelten die verstärkte Bildung von sessilen Mikroorganismen und eine adsorptive Verminderung von Nitrifikationsinhibitoren durch die Kokspartikel [5].

## Klärschlammkonditionierung und Klärschlammverbrennung

Die Kokszugabe in den Belebtschlamm führt nicht nur zu einer schnelleren Sedimentation sondern auch zu einer höheren Verdichtung der Biomasse. Die entstehende Überschussschlammmenge wird nicht vergrößert, sondern sogar verringert. Ursächlich ist die große Artenvielfalt mit der eine höhere Konzentration an bakterienfressenden Ciliaten einhergeht, die den Überschussschlammfall reduziert [3].

Tab. 1: Energiebilanz des mit Zentrifuge entwässerten Überschussschlammes bezogen auf 1 kg Trockenrückstand

	ÜS mit Koks	ÜS ohne Koks ohne Kalk	ÜS mit Kalk
<b>Trockenrückstand</b>	23,40%	21,00%	20,00%
<b>Wärmebedarf zur Verdampfung des Wassers</b>			
<b>Heizwert des Überschussschlammes</b>			
<b>Energiebilanz</b>	+5,11 MJ	+0,98 MJ	-0,59 MJ

Ferner bildet sich durch die Einlagerung der Kokspartikel in die Bioflocke ein Stützgerüst und Drainage-System, das verbesserte Abfließen von Wasser bei der Schlammwässerung ermöglicht [8].

Der kompaktere, geringer wasserbelastete Schlamm und der hohe Heizwert des zugeführten Koksstaubes (30 MJ/kg) führen zu einer deutlichen Verbesserung der Wärmebilanz bei der Verbrennung von Trockenrückstand gegenüber unbehandelten oder kalkkonditionierten Klärschlämmen, so daß eine teure Stützfeuerung durch Öl oder Gas nicht mehr erforderlich ist [8].

## Schlußbetrachtung

Die Kosten für eine Abwasseraufbereitung mittels Braunkohlen-Koksstaub sind vergleichsweise gering; bei einer Dosierung von beispielsweise 50 g/m<sup>3</sup> entstehen Betriebskosten von ca. 0,02 DM/m<sup>3</sup> Abwasser.

Das Leistungsspektrum des Braunkohlenkokes in Belebtschlammanlagen ist vielfältig:

- Anhebung und Stabilisierung der Nitrifikationsleistung auch bei mittlerer Schlammbelastung und ein über alle Jahreszeiten sichergestellter Nitrifikationsbetrieb
- Vermeidung von Blähschlamm
- Stabilisierung und Erhöhung von CSB-, BSB-Abbauleistung
- Senkung des Schlammindizes durch die Verbesserung des Absatzverhaltens über die Ausbildung einer kompakten Flockenbiologie
- Verringerung der Überschussschlammmenge
- Verbesserung der Entwässerbarkeit
- Bessere und wirtschaftlichere Schlammverbrennung

An dieser Stelle nicht abgehandelt sind:

- Die Verminderung der halogenorganischen Verbindungen (AOX)
- Die adsorptive Reinigung hochbelasteter Abwässer, wie Deponiesickerwässer oder Textilabwässer (Farbe) über Rührschlaufenreaktoren. Bei diesem Verfahren dient der Koks als Adsorptions- und Filtermaterial.

Der Einsatz von Braunkohlenkoksstaub gewährt eine weite Bandbreite an Verbes-

serungen in der aeroben Biologie, die relativ kurzfristig ohne erheblichen Finanzmitteleinsatz erzielt werden können.

### Literatur

- [1] ERKEN, M., G. RITTER: Betriebserfahrungen mit dem Einsatz von Braunkohlenkoksstaub in Belebtschlammanlagen. *Wochenblatt für Papierfabrikation* **115**, Nr. 18, 810-814 (1987)
- [2] THEIS, K. A., W. DOLKEMEYER, H. KREUSING: Braunkohlenkoks Anwendungsgebiete in der Umwelttechnik. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* **4**, 214-218 (1989)
- [3] BERG, H., F. HAUSBRANDT, L. PÖRTER: Betriebsversuche zur Vermeidung von Blähschlamm und zur Verbesserung von Schlammwässerung durch Zugabe von Koksstaub in Belebtschlammanlagen. *Korrespondenz Abwasser* **8**, 864ff. (1987)
- [4] FELGENER, G. W., G. RITTER: Mit Braunkohlenkoks wirkungsvoller reinigen, ein Beitrag zur weitergehenden Abwasserreinigung. *Korrespondenz Abwasser* **3**, 282ff. (1989)
- [5] FIRK, W.: Ergebnisse von großtechnischen Versuchen mit Braunkohlenkoksstaub beim Belegungsverfahren. *Abwassertechnik* **2**, 38-39 (1992)
- [6] EHRLER, P., R. GLÖCKLER, M. ERKEN, G. RITTER: Unterstützung der aeroben biologischen Abwasserreinigung durch Braunkohlenkoks. *Korrespondenz Abwasser* **2**, 129ff. (1987)
- [7] LAMBERTZ, I., K. A. THEIS, G. RITTER, W. FABER: Einsatz von Braunkohlenkoks in der Umwelttechnik. *Chem. Ing.-Tech.* **63**, Nr. 5, 484-486 (1991)
- [8] FELGENER, G., W. FABER: Braunkohlenkoks als Hilfsmittel zur Schlammverbesserung, Adsorption organischer Schadstoffe und als Konditionierungsmittel bei einer Schlammverbesserung. *Abwassertechnik* **2**, 35-37 (1992)