

Zusammenfassung

Untersucht wurde das Verhalten von Kupfer und Zink in einer zur weitergehenden Abwasserreinigung ausgelegten kommunalen Kläranlage. Im Hinblick auf den Einsatz von Belebtschlämmen als Bioadsorber wurde die Anreicherung von Schwermetallen an Schlämmen verschiedener Herkunft und Zusammensetzung vergleichend betrachtet. Die Anreicherungsmechanismen wurden charakterisiert und der Einfluß von Exopolysacchariden auf die Biosorption von Kupfer erfaßt.

Für die Kläranlage Emden-Larrelt wurde eine vollständige Abbildung der Stoffströme von Kupfer und Zink für die Gesamtanlage und ihrer internen Kreisläufe erreicht, mit Wiederfindungsraten für die Gesamtanlage zwischen 90 % (Cu) und 106 % (Zn). Im Zulauf der Kläranlage lag eine überdurchschnittlich hohe Kupfer- (249 µg/l) und eine mittlere Zinkbelastung (343 µg/l) vor. 86 % (Cu) bis 96 % (Zn) der Metalleinträge wurden mit dem Klärschlamm abgeführt, 4 % (Cu) bis 10 % (Zn) wurden in die Ems abgeleitet. Die Metallrückhaltung variierte metall- und verfahrensspezifisch, in der Vorklärung überwog die Zink-, in der Belebung die Kupferrückhaltung, in der Schlammbehandlung war die Rückhaltung für beide Metalle gleich groß. Das Biosorptionspotential der Belebtschlämme war mit Biokonzentrationsfaktoren (BCF) zwischen 14.000 l/kg (Zn) und 45.000 l/kg (Cu) enorm hoch infolge der langen Schlammverweilzeiten in der Belebung der Kläranlage.

Die gezielte Anreicherung von Cadmium und Kupfer an Belebtschlämme verschiedener Herkunft ergab maximale Beladungskapazitäten zwischen 0,33 - 1,38 mol/kg TS, die bezogen auf die Trockensubstanz Beladungen von 3,7 - 8,8 % (w/w) entsprechen. Die optimale Anreicherung wurde mit maximalen BCF-Werten zwischen 15.800 und 27.700 l/kg bei Restmetallgehalten bis maximal 2,1 mg/l erreicht. Schlammspezifisch geprägt waren Beladungskapazität und Adsorptionsverhalten. Die 2,2-fach höhere Kapazität der Laborschlämme, im Vergleich zu kommunalen Schlämmen, korrespondierte mit 2,4-fach höheren Exopolysaccharidgehalten. Der kommunale Schlamm zeigte ein Freundlich-analoges Adsorptionsverhalten, das Verhalten der Laborschlämme konnte weder durch die Modelle nach Langmuir oder BET noch durch die Gleichung nach Freundlich beschrieben werden. An den Exopolysacchariden der Belebtschlämme wurde Kupfer über Kationenaustausch und Komplexbildung gebunden, deren Bindungsanteile ebenfalls schlammspezifisch geprägt waren.

Die vergleichende sequentielle Extraktion Kupfer-dotierter Schlämme verschiedener Herkunft ergab eine schlammspezifische Belegung der vorhandenen Bindungsstellen, gekennzeichnet durch ein unterschiedliches Ausmaß der phasenspezifischen Beladung. Im Laborschlamm war Kupfer bevorzugt als austauschbare Fraktion (bis 80 %) gebunden, während im kommunalen Schlamm eine zu stabileren Bindungsformen verschobene Verteilung vorlag. Die bevorzugten Bindungsformen waren bei niedriger Dotierung die austauschbare sowie die an schwach saure Gruppen gebundene Fraktion, gefolgt von gleichen Teilen an stark saure Gruppen und sulfidisch gebundenen Fraktionen. Bei hoher Dotierung ergab sich für beide Schlammarten eine Verlagerung der gebundenen Anteile zugunsten der Fraktionen mit geringer Bindungsstärke insbesondere der austauschbaren Fraktion.