

Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Verfahrens zur Entfernung von Schwermetallen und Phosphat durch Adsorption an feinpartikuläres Eisenhydroxid (μ GEH). Zentrale Fragestellung ist die Quantifizierung der Adsorption von Arsenat, Chromat, Phosphat, Vanadat und Silikat in verschiedenen Wassermatrizen und die Untersuchung der Ad- sowie Desorptionskinetik dieser Stoffe. Im Mittelpunkt der Arbeit steht die Entwicklung eines Hybridprozesses zur Adsorption und gleichzeitigem Partikelrückhalt des eingesetzten Adsorbens.

Ein Wirbelschichtreaktor mit μ GEH als Adsorbens und einem nachgeschalteten Partikelfilter konnte mit Filtergeschwindigkeiten vergleichbar zu Schnellfiltern ohne signifikanten Partikelaustrag betrieben werden. Eine Pilotanlage bestehend aus einem Wirbelschichtreaktor mit nachgeschaltetem Partikelabscheider wurde an einem Standort mit arsenbelastetem Grundwasser installiert und für 60 Tage betrieben. Dabei wurden die im Labor gewonnenen Erkenntnisse bestätigt und die Arsenatkonzentration über den gesamten Versuchszeitraum auf Werte unterhalb des Grenzwert reduziert.

Der entwickelte Hybridprozess, bestehend aus Wirbelschichtreaktor mit nachgeschalteter Partikelabtrennung, ist zur Aufbereitung von mit Arsen oder Vanadium verunreinigten Wässern oder zur Verringerung der Phosphatkonzentration zum Schutz von Seen geeignet. Die Kinetik der Adsorption konnte durch den Einsatz feinpartikulärer Adsorbentien verbessert werden. Eine Vorhersage des Durchbruchverhaltens ist mit Hilfe der angepassten Modelle möglich. Durch den Einsatz eines Abfallprodukts der GEH-Herstellung und die Möglichkeit zur teilweisen Regeneration des Adsorbens kann die Nachhaltigkeit des Adsorptionsprozesses verbessert werden.

Abstract

The purpose of this work is the development of a water treatment process for the elimination of heavy metals and phosphates through adsorption onto micro-sized iron hydroxide (μ GFH). Different combinations of adsorption and filtration processes are studied to develop a hybrid process for adsorption and secure particle retention. Defined target pollutants are arsenate, chromate, phosphate, silicate and vanadate.

A fluidized bed reactor with a subsequent particle separator was operated at flow rates similar to rapid filtration without significant adsorbent loss. The measured breakthrough curves showed high adsorption capacities and increased kinetics. A pilot plant consisting of a fluidized bed reactor with subsequent particle separator was installed at a groundwater remediation site treating arsenic contaminations. The pilot plant proved the results achieved in lab-scale, and arsenate concentrations in the effluent were reduced below the discharge limits for the experimental period (60 days).

This thesis shows possibilities of the applications of micro-sized adsorbents in water treatment using the example of μ GFH. The developed hybrid process consisting of a fluidized bed reactor with subsequent particle retention is suitable for the treatment of waters contaminated with arsenic or vanadate, or the reduction of phosphate concentration to reduce eutrophication. The kinetics of adsorption were increased due to the use of micro-sized adsorbents. A prediction of adsorption and breakthrough behaviour is possible due to the application of fitted modelling. Sustainability of the adsorption process can be improved by the use of a waste product from the production of GFH and the possibility of partial regeneration of the adsorbent.