

WaKaP

Modulares Konzept zur nachhaltigen Wasserentsalzung mittels Kapazitiver Deionisierung am Beispiel Vietnam



KOORDINATION

Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft
Prof. Dr. Jan Hoinkis
Tel.: +49 721 925-1372
E-Mail: jan.hoinkis@hs-karlsruhe.de
www.wakap.de

Projektziele

Das Ziel des Projekts ist es ein modulares und kosteneffizientes Konzept zur nachhaltigen Wasserentsalzung und Arsenentfernung in Vietnam zu entwickeln.

Durch die Kombination von kapazitiver Deionisierung mit Membranen (MCDI) und Umkehrosmose (UO) soll im Vergleich zu bestehenden Entsalzungsverfahren der Energieverbrauch deutlich reduziert und die Menge an produziertem Trinkwasser erhöht werden. Zudem ist für arsenhaltiges Grundwasser eine in situ Behandlung vorgesehen. Mit dieser Technik sollen Arsen-, Eisen-, Mangan- und Ammoniumkonzentrationen unter die WHO-Trinkwasserwerte vermindert werden.

Die Versorgung der Hybridprozesse soll mit regenerativer Energie (Photovoltaik, Wind, TEG) erfolgen, um einen autarken und dezentralen Betrieb der Anlagen (ohne Netzanbindung) zu ermöglichen. Gesteuert und überwacht wird das Gesamtprojekt mit einem Smart Sensor System und einer IoT-Anwendung.

Zwischenergebnisse

Die erste Pilotanlage zur in situ Arsenaufbereitung für den Standort „Pagoda“ in Cho Vam in der Provinz An Giang konnte im Juni 2017 in Betrieb genommen werden und hat bis heute gute Ergebnisse geliefert. Hierbei handelt es sich um in situ Verfahren zur Arsenentfernung, welches auf der unterirdischen Oxidation von Eisen durch die Sauerstoffanreicherung in den Grundwasserleiter und die anschließende Adsorption von Arsen an den gebildeten Eisenoxiden beruht. Die Arsenkonzentrationen am Pilotierungsstandort lagen zu Beginn des Aufbereitungsprozesses bei etwa 90 µg As/l und somit um das 9-fache oberhalb des WHO-Grenzwerts von 10 µg/l. Die Eisenkonzentrationen sind erwartungsgemäß von 9 mg/l im Rohwasser innerhalb weniger Tage bis unter den Trinkwasser-Grenzwert von 0,2 mg/l gefallen. Mit steigender Bildung von Eisenoxide nehmen die verfügbaren Adsorptionsplätze für Arsen zu, wodurch die Effizienz der Arsenentfernung mit der Dauer der Enteisung zunimmt. Dadurch wurde bei der ersten Pilotanlage bereits nach zwei Wochen Betrieb der Trinkwasser-Grenzwert für Arsen (10 µg/l) erreicht und in der Folge sogar deutlich unterschritten.

Hinsichtlich der Ammoniumentfernung konnte ebenfalls ein Erfolg verzeichnet werden. Die Konzentrationen sind in 65 Tagen von $c > 1$ mg/l unter die Trinkwassergrenze gefallen. Der langsame Oxidationsvorgang von Mangan und das relativ hohe Ammoniumvorkommen zu Beginn des Betriebs, verhindern eine schnelle Entfernung von Mangan. Nach über 5 Monaten wurde zwar der Grenzwert noch nicht unterschritten, jedoch bildet sich ein weiter fallender Trend aus. Somit deutet sich an, dass auch beim Mangan die Unterschreitung der Grenzwerte erreicht werden.

Für den zukünftigen Einsatz eines MCDI-Moduls wurden umfangreiche Labortests durchgeführt. Ein Modellwasser mit einer Konzentration von $c = 1$ g NaCl/l konnte mit einem spezif. Energieverbrauch von 0,6 kWh/m³ Diluat auf Trinkwasserniveau aufbereitet werden. Weitere Labortests lassen noch geringere Energiewerte erwarten. Weiterhin wurde das Entfernungspotential der MCDI-Anlage von Ammonium und Arsen untersucht.

Eine computerbasierte Modellierung wurde bisher für einen 1D und eine 2D Fall innerhalb eines Elektrodenpaares des MCDI-Moduls erstellt. Dabei kann der Ionentransport simuliert und somit ein Salzurückhalt berechnet werden.

Ausblick

Eine zweite Pilotanlage mit einer größeren Kapazität wird in einem neuen Standort im Mekongdelta ab März 2018 aufgebaut. Hierbei weist das Grundwasser eine erhöhte Arsen- und Salzkonzentration auf. Zusätzlich wird diese Pilotanlage energieautonom mit solarer Energien versorgt werden.

Es folgen weitere Tests mit einem neuartigen MCDI-Modul, welches für deutlich höhere Salzkonzentrationen in Richtung Meerwasserentsalzung ausgelegt ist. Es ist geplant eine Pilotanlage zur küstennahe Trinkwassergewinnung im Spätjahr 2018 in Vung Tau zu installieren.

Das Computermodell wird mit geeigneten Adsorptionsmodellen erweitert und auf ein komplettes Modul hochskaliert werden. Das Modell dient zur späteren Simulation ganzheitlicher Entsalzungssysteme.
