

Christoph Cox<sup>1</sup>, Christoph Pasel<sup>1</sup>, Michael Luckas<sup>1</sup>, Dieter Bathen<sup>1,2</sup><sup>1</sup> Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik, Universität Duisburg-Essen, Lotharstr. 1, 47057 Duisburg<sup>2</sup> Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V. (IUTA), Bliersheimer Str. 60, 47229 Duisburg

## Motivation und Ziele

Meerwasserentsalzungsanlagen in ariden und semi-ariden Klimazonen sind aufgrund ihres hohen Energiebedarfs zumeist an fossile Kraftwerke gekoppelt. Die als Abfall anfallende Sole führt unbehandelt bei Einleitung ins Meer zu osmotischen Schäden bei Meeresorganismen. Gleichzeitig wird zur Rauchgasentschwefelung des Kraftwerks Meerwasser verwendet, dessen direkte Einleitung ins Meer wegen des Gehaltes an sauerstoffzehrendem Sulfit ebenfalls umweltschädlich ist. Vor diesem Hintergrund wird die Verwendung der Sole zur Rauchgasentschwefelung des Kraftwerkes anstelle von Meerwasser diskutiert. Dabei kann Meerwasser eingespart und die Nachbehandlung der Sole in den Prozess integriert werden. In diesem Projekt wird der temperaturabhängige Einfluss der in der Sole vorliegenden Ionen (z.B. Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) auf die Abscheidung von SO<sub>2</sub> experimentell untersucht und thermodynamisch modelliert. Anschließend werden diese Ergebnisse auf das Meerwasser und Solen mit unterschiedlichen Salzgehalten übertragen, um ein exaktes Modell der SO<sub>2</sub>-Absorption in Meerwasser bzw. Solen verschiedener Konzentration zu erhalten.

## Versuchsanlage und Messtechnik

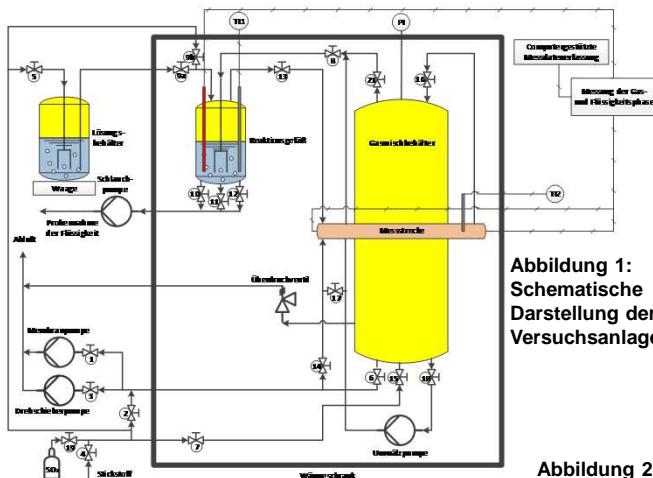


Abbildung 1:  
Schematische  
Darstellung der  
Versuchsanlage



Abbildung 2:  
Versuchsanlage



Abbildung 3: UV/VIS-Spektrometer

Mit Hilfe eines UV/VIS-Spektrometers erfolgt die in-situ Untersuchung der Gas- und Flüssigphase. Druck und Temperatur werden kontinuierlich aufgezeichnet, der pH-Wert des Waschmittels wird jeweils vor und nach einem Versuch erfasst. Der Einbau der Anlage in einen Wärmeschrank garantiert eine konstante Umgebungstemperatur während der Versuche.

## Methoden und Ergebnisse

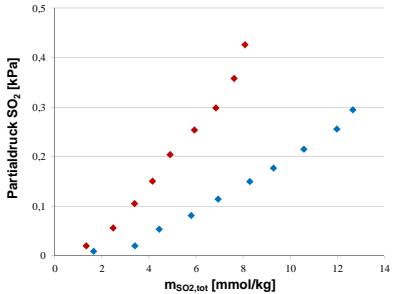


Abbildung 4: Gleichgewichtspartialdruck über  
Gesamt molalität von SO<sub>2</sub> in 1 molaler NaCl-  
Lösung bei 25°C und 50°C.

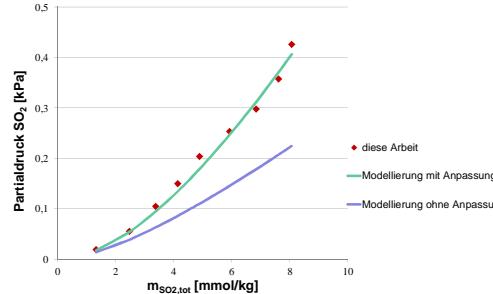


Abbildung 5: Verbesserung der Modellierungsgenauigkeit im System N<sub>2</sub>-SO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O-NaCl<sub>(1M)</sub> bei  
50°C.

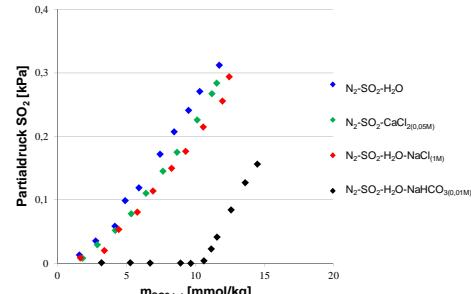


Abbildung 6: Vergleich der SO<sub>2</sub>-Absorption in  
unterschiedlichen Elektrolytlösungen bei 25°C.

- Der SO<sub>2</sub>-Partialdruck wird mit Hilfe einer UV-Spektroskopischen Untersuchung der Gasphase über das Lambert-Beersche Gesetz bestimmt. Anschließend wird mit einer Massenbilanz die Molalität an SO<sub>2</sub> in der Flüssigphase ermittelt. In Abbildung 4 erkennt man die Temperatur-abhängigkeit der SO<sub>2</sub>-Absorption.

- Um die Genauigkeit der theoretischen Beschreibung zu optimieren, werden Parameter von Aktivitätskoeffizientenmodellen (Pitzer, Sechenov) sowie kalorische Daten angepasst. Abbildung 5 zeigt die signifikante Verbesserung der Modellierung durch die Anpassung der Standardbildungsenthalpie für SO<sub>2</sub>Cl<sup>-</sup> und der Sechenov-Konstante für SO<sub>2</sub>.

## Zusammenfassung

- Die SO<sub>2</sub>-Absorption in Elektrolytlösungen hängt von der Art und der Konzentration der vorliegenden Salze ab.
- Einige Systeme werden mit den vorhandenen thermodynamischen Modellen nicht gut beschrieben. Daher werden geeignete Modellparameter an die Messwerte der Absorption im binären System (Wasser + 1 Salz) angepasst.

- Das aus der Vermessung der binären Systeme entstandene Modell soll mit Messwerten zur SO<sub>2</sub>-Absorption in unterschiedlich zusammengesetzten Meerwässern und Solen überprüft werden.
- Mithilfe der UV-Spektroskopie in der Flüssigphase können inline die Konzentrationen der S(IV)-Spezies zeitaufgelöst und reproduzierbar gemessen werden. Mit dieser Methode sollen daher neue Messungen zur Kinetik der S(IV)-Oxidation durchgeführt werden.

## Ausblick

## Danksagung

Der Lehrstuhl für Thermische  
Verfahrenstechnik dankt dem



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

für die Förderung des Projektes durch die

