

Christoph Cox¹, Christoph Pasel¹, Michael Luckas¹, Dieter Bathen^{1,2}¹ Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik, Universität Duisburg-Essen, Lotharstr. 1, 47057 Duisburg² 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 Sulfid 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^+ , Cl^- , K^+ , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-}) auf die Abscheidung von SO_2 experimentell untersucht und thermodynamisch modelliert. Anschließend werden diese Ergebnisse auf das Meerwasser und Solen mit unterschiedlichen Salzgehalten übertragen, um ein exaktes Modell der SO_2 -Absorption in Meerwasser bzw. Solen verschiedener Konzentration zu erhalten.

Versuchsanlage und Messtechnik

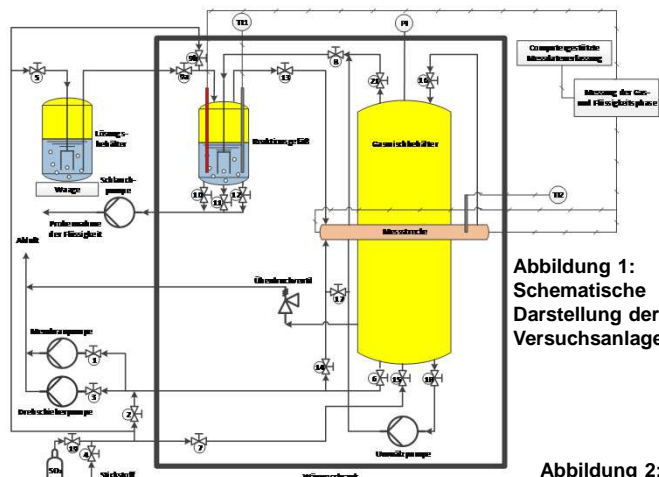
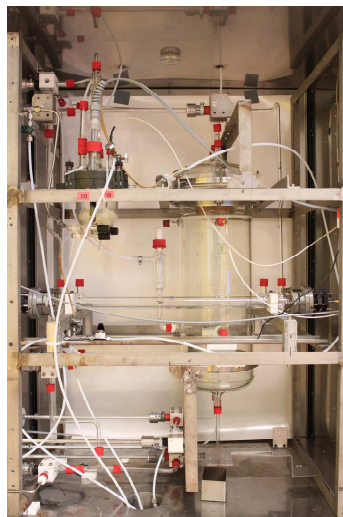
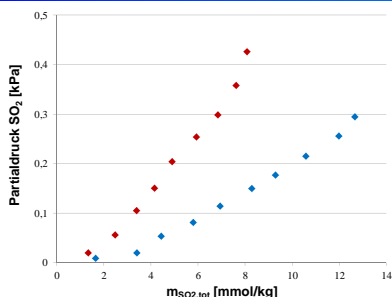
Abbildung 1:
Schematische
Darstellung der
VersuchsanlageAbbildung 2:
Versuchsanlage

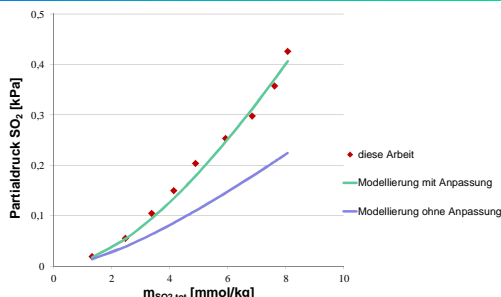
Abbildung 3: UV/VIS-Spektrometer

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.

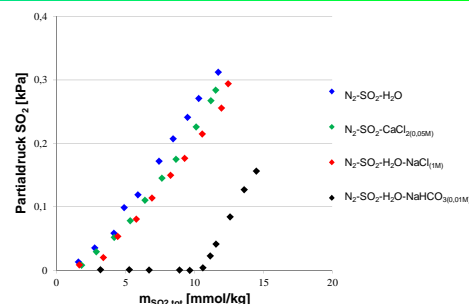
Methoden und Ergebnisse

Abbildung 4: Gleichgewichtspartialdruck über Gesamtmolalität von SO_2 in 1 molaler NaCl-Lösung bei 25°C und 50°C.

- Der SO_2 -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_2 in der Flüssigphase ermittelt. In Abbildung 4 erkennt man die Temperaturabhängigkeit der SO_2 -Absorption.

Abbildung 5: Verbesserung der Modellierungsgenauigkeit im System N_2 - SO_2 - H_2O - $\text{NaCl}_{(1M)}$ bei 50°C.

- 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_2Cl^- und der Sechenov-Konstante für SO_2 .

Abbildung 6: Vergleich der SO_2 -Absorption in unterschiedlichen Elektrolytlösungen bei 25°C.

- Abbildung 6 zeigt die Abhängigkeit der SO_2 -Absorption von der Art des Salzes. Die Absorption ist bei alkalisch dissoziierenden Salzen (z.B. NaHCO_3) höher als bei neutralen Salzen (z.B. NaCl).

Zusammenfassung

- Die SO_2 -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.

Ausblick

- Das aus der Vermessung der binären Systeme entstandene Modell soll mit Messwerten zur SO_2 -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.

Danksagung

Der Lehrstuhl für Thermische
Verfahrenstechnik dankt demBundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

für die Förderung des Projektes durch die

