

Membran-Wasserelektrolyse zur pH-Regulierung in kompakten Reinigungssystemen

Studentin



Victoria Abplanalp

Ausgangslage: In dieser Studienarbeit wurde die Membran-Wasserelektrolyse zur Erzeugung eines basischen Wasserteilstroms untersucht. Das Ziel bestand darin, die für einen Reinigungsprozess benötigte Menge an Reinigungsmittel zu reduzieren, ohne die Reinigungsleistung zu beeinträchtigen. Im Fokus stand die Erzeugung eines 3.2 l grossen Wasserteilstroms mit einem pH-Wert von mindestens 10.5 innerhalb von zehn Minuten, was dem Wasserbedarf eines typischen Reinigungsvorgangs entspricht.

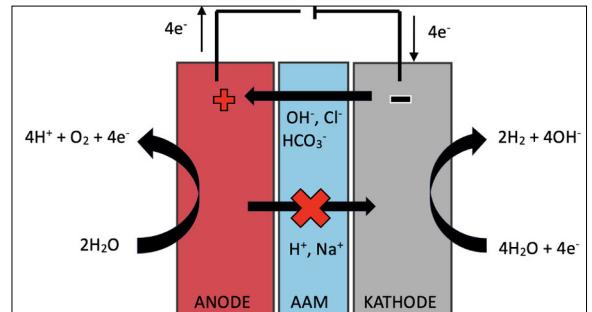
Grundlage der Untersuchung war eine elektrochemische Zelle im Labormassstab, die mit einer Anionenaustauschmembran (AAM) oder einer Kationenaustauschmembran (KAM) betrieben wurde. In verschiedenen Versuchsreihen wurden die Stromdichte, der Volumenstrom und die Temperatur variiert und ihr Einfluss auf den pH-Wert des hergestellten Katholyts analysiert. Zusätzlich wurde der Einfluss der Pufferwirkung von Hydrogencarbonat in entwässertem Leitungswasser untersucht. Der Einfluss einer Rezirkulation auf den pH-Wert im Katholyt wurde mithilfe verschiedener Versuchsreihen analysiert. Die Membranstabilität und deren Einfluss auf den Energieverbrauch wurden für die zukünftige Handhabung der Membran genauer untersucht.

Ergebnis: Im Verlauf der Versuche zeigte sich, dass ein pH-Wert von über 10.5 unter bestimmten Bedingungen zuverlässig erreicht werden kann. Die ersten Versuchsreihen haben ausserdem ergeben, dass die AAM besser geeignet ist. Für die Erzeugung gleicher Stromdichten wird bei der KAM ein höherer Energieverbrauch benötigt. Grund dafür sind die höheren pH-Unterschiede zwischen Anolyt und Katholyt. Beim Erreichen eines hohen pH-Werts im Katholyt waren eine ausreichend hohe Stromdichte und ein geringer Volumenstrom besonders entscheidend. Ein weiterer Versuchsanansatz widmete sich der Rezirkulation des Katholyts in den Elektrolyten. Dies führte zu einem schrittweisen Anstieg des pH-Werts und begünstigte durch die erhöhte Ionenkonzentration den Stromfluss. Dies ist ein vielversprechender Ansatz für den Einsatz kleinerer Zellen in kompakten Reinigungsanlagen. Die Temperatur des Elektrolyten hatte im Bereich von 20 bis 32 °C keinen negativen Einfluss auf den pH-Anstieg. Somit sind im Sommer keine Einschränkungen zu erwarten. Ein Vergleich zweier AAM zeigte, dass die Handhabung Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit und den Energieverbrauch hat. Gelauferte Membranen erzielten bessere Ergebnisse als dauerhaft installierte Membranen. Dies ist vermutlich auf Ablagerungen zurückzuführen.

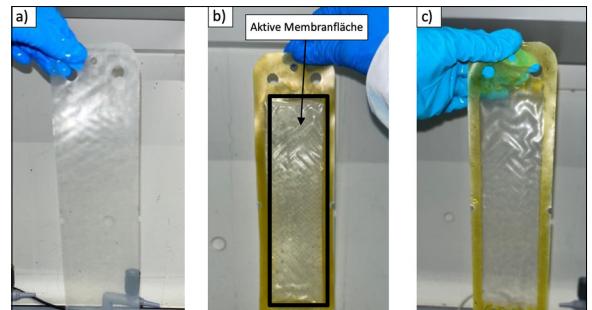
Fazit: Im abschliessenden Grossmengenversuch konnte das Ziel erreicht werden. Innerhalb von neun Minuten wurden 3.2 Liter basisches Katholyt mit einem pH-Wert von 10.7 produziert. Der Energieverbrauch betrug 0.49 Rp. pro Reinigungsvorgang. Der pH-Pufferanteil herkömmlicher Reinigungsmittel

liegt dagegen bei etwa 0.77 Rp. pro Reinigungsvorgang. Die Membran-Wasserelektrolyse zeigt somit ein hohes Potenzial zur Reduktion von Reinigungsmitteln - sowohl ökologisch als auch wirtschaftlich. Ob sich die AAM-Wasserelektrolyse langfristig in kompakten Reinigungssystemen einsetzen lässt, bleibt jedoch offen. Die Ergebnisse dienen jedoch als Grundlage für weitere Versuche. Um Klarheit bezüglich der Membranstabilität und der verkleinerten Zelle zu erlangen, sind weitere Versuche erforderlich. Die beobachteten Vorteile der Rezirkulation bieten erfolgversprechende Ansatzpunkte, um die Machbarkeit zu erhöhen.

Ionentransport bei einer AAM-Wasserelektrolyse
Eigene Darstellung



a) AAM vor Versuchsreihe. b) AAM (dauerhaft im Betrieb nach Versuchsreihen. c) AAM (gelagert) nach Versuchsreihe
Eigene Darstellung



Versuchsaufbau bei Temperaturerhöhung des Elektrolyt
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Jean-Marc Stoll

Themengebiet
Umwelttechnik
allgemein

Projektpartner
Vertraulich