

# Dynamik der alkalischen Wasserelektrolyse

Dr. Karl Skadell, M.Sc. Jakob Scholl,  
Dr. Mihails Kusnezoff

Durch den Ausbau schwankender erneuerbarer Energien und einer wachsenden Anzahl an »Prosumern« (Erzeuger und Verbraucher gleichzeitig) kommt die klassische, stationäre Betriebsweise des Energienetzes an ihre Grenzen. Es bedarf zunehmend dynamisch regelbarer elektrochemischer Verfahren zur Energiespeicherung. Auch die Wasserelektrolyse, als zukunftssträchtige grüne Energiespeicherlösung, muss ausreichend dynamisch sein – eine Herausforderung für die Industrie. Dabei gilt es, verschiedene Prozesse mit ganz unterschiedlichen zeitlichen Dimensionen (mal kontinuierlich, mal diskontinuierlich) zu betrachten:

- Elektrochemische Transienten im Millisekunden-Bereich
- Lastwechsel des Elektrolyseurs im Sekunden-Bereich
- Kalt- und Warmstarts im Minuten- bis Stunden-Bereich
- Degradationsverhalten im Tages- bis Jahres-Bereich

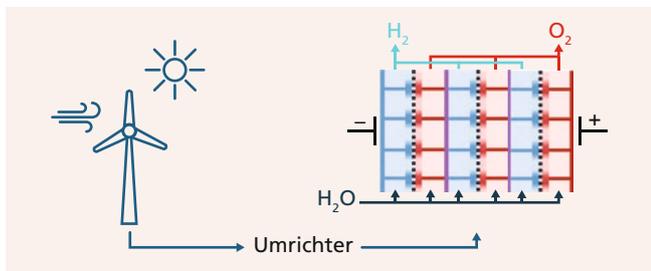


Bild 1: Dynamik erneuerbarer Energien setzt Rahmen für den Elektrolysebetrieb.

In Wissenschaft und Industrie herrscht die Annahme, dass für die volatile Energieerzeugung nur die PEM (Proton Exchange Membrane)-Wasserelektrolyse aufgrund höherer Dynamik in Frage kommt. Meist findet die alkalische Elektrolyse bei der Konzeption von Elektrolyseur-Anlagen keine Berücksichtigung, obwohl andere Indikatoren (z. B. Gasreinheit, Lastwechselzeit) dafür sprechen würden. Untersuchungen des Fraunhofer IKTS am Wasserstoffanwendungszentrum WaTH in Arnstadt belegen jedoch, dass die alkalische Wasserelektrolyse durchaus den Transienten der volatilen erneuerbaren Energien folgen kann. Mit diesem Wissen arbeiten die Forschenden nun daran, einen optimierten Stack für eine dynamische Betriebsweise zu entwickeln.

Für die wissenschaftliche Analyse wurde eine elektrochemische Testzelle mit 100 cm<sup>2</sup> Aktivfläche sowie ein automatisierter Teststand für die alkalische Wasserelektrolyse entwickelt. Das Versuchsprotokoll in Bild 2 beschreibt die Widerstands- und Spannungsdegradation der Zelle.

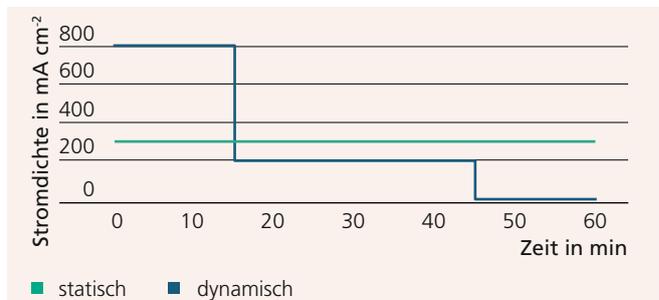


Bild 2: Ein dynamisches und ein statisches Versuchsprotokoll mit gleichem Ladungsübertrag.

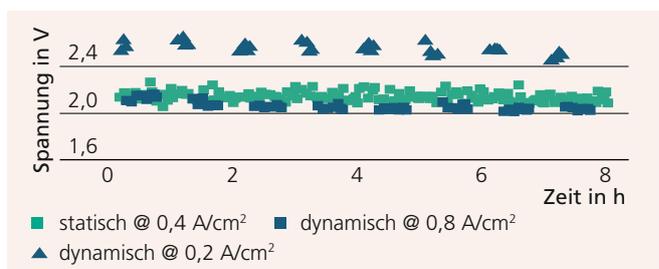


Bild 3: Spannungsantwort auf Stromdichten für dynamische und statische Experimente.

Das katalysatorfreie System zeigt starke Effizienzverluste über 0,4 A/cm<sup>2</sup>. Innerhalb der acht Zyklen wurde aber keine Degradation sichtbar. Die Impedanzspektroskopie zeigt jedoch, dass sich der Widerstand für die Elektronentransferreaktion verringert. Die damit einhergehende Aufrauung der Oberfläche spricht für eine größere Anzahl an reaktiven Zentren. Diese entstehen bei einer dynamischen Prozessführung, obwohl die gleiche Anzahl an Ladungsträgern wie bei der statischen Referenz übergeht. Das deutet auf harsche Bedingungen an der Elektrodenoberfläche hin, die zur Delamination oder anderen Degradationsphänomenen führen können.

In Zukunft wird der Einfluss weiterer Betriebsbedingungen, wie Temperatur, Elektrolyt-Volumenstrom oder auch Bipolarplatten-Geometrie auf die Dynamik in der alkalischen Elektrolyse untersucht. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Reinheit der hergestellten Gase im dynamischen Prozess. Ziel ist es, ein 100-kW-Stack-Design zu entwickeln, das für eine dynamische Betriebsweise optimiert ist.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

