

Relevanz und Potential der Elektrochemie in NRW:

Wie schätzen Sie das Potential ein, dass elektrochemische Prozesse petrochemische Prozesse ersetzen, bzw. ablösen können? Eine technische Machbarkeit vorausgesetzt, welchen Zeithorizont schätzen Sie wird dieses benötigen?

Im Jahr 2012 verbrauchte die petrochemische Industrie weltweit 644 Millionen Tonnen Öläquivalent (27 Exajoule) als Rohstoff. Ammoniak, Ethylen, Propylen und Methanol sind mit einem Produktionsvolumen von 476 Millionen Tonnen die vier häufigsten produzierten Chemikalien und beanspruchen mit etwa 380 Millionen Tonnen Öläquivalent 59 % des oben genannten Rohstoffbedarfs von 644 Mio. Tonnen Öläquivalent¹. Durch die Nutzung von Wasserstoff aus regenerativen Quellen betriebener Elektrolyse, anstelle von Erdgasreformierung, kann Ammoniak im herkömmlichen Prozess ohne die Verwendung von fossilen Rohstoffen hergestellt werden. Die Kombination des Wasserstoffs mit der Nutzung von CO₂ als Kohlenstoffquelle ermöglicht die direkte Synthese von Methanol, Ethylen und Propylen. Während bereits 6 Millionen Tonnen Methanol² auf diese Weise jährlich erzeugt werden, besteht die Möglichkeit der Synthese von Ethylen und Propylen über die bekannte umgekehrte Wasser-Gas-Shift-Reaktion mit gleichzeitig ablaufender Fischer-Tropsch Synthese. Die beschriebenen Verfahren werden jedoch aufgrund höherer Kosten von Elektrolysewasserstoff gegenüber Wasserstoff aus Reformierung noch nicht umgesetzt.

Was sind die Vor- und Nachteile einzelner elektrochemischer Verfahren (Stichwort z.B.: Verwendung von umweltgefährdenden Stoffen)?

***Vorteile** sind: i.d.R.höhere Effizienz; Wegfall von Schmierstoffverbräuchen, wenn Motoren in der Energietechnik ersetzt werden, Verringerung von Bremsabrieb (Feinstaub) bei Brennstoffzellenfahrzeugen durch Bremsenergieerückgewinnung (gilt auch bei Batteriefahrzeugen und Hybridantrieben);*

***Nachteile** sind: Elektrochemische Verfahren sind per se flächenbezogen und nicht volumenbezogen, eignen sich also prinzipiell besser für kleine Aggregate, da Flächen mit der zweiten Potenz skalieren und Volumen mit der dritten. Dies begünstigt Volumenprozesse, wie die Verbrennung bei großen Aggregaten kostenmäßig. Bei einigen Membranen werden fluorierte Stoffe verwendet. Hier wird es langfristig Abhilfe geben, zur Markteinführung wird man um fluorierte Membranen oft nicht herumkommen aufgrund der guten Stabilität.*

Nachhaltigkeit:

Wie bewerten Sie einen Austausch von etablierten Verfahren gegen Elektrochemie im Sinne des Carbon-Footprint, der Nachhaltigkeit im Allgemeinen?

Wenn Wasserstoff aus erneuerbarer Energie verwendet wird, reduziert das den CFP deutlich. Über Elektrolyse kann Wasserstoff mit einem hohen Wirkungsgrad von 70% hergestellt werden. Der Wasserstoff kann dann in Brennstoffzellenfahrzeugen als Kraftstoffersatz, für weitere Syntheseschritte, insbesondere der Hydrierung oder zur Herstellung von Kraftstoffen aus Biomasse verwendet werden..

¹ International Energy Agency, Technology Roadmap-Energy and GHG Reduktion in the Chemical Industrie via catalytic Process, 2013.

² Aresta, Dalton Trans. , 2007. 28: pp. 2975-2992.

Forschung:

Was sollte aus Ihrer Sicht getan werden, um den Transfer zwischen Forschung und Industrie zu fördern, gibt es z.B. einen spezifischen nicht gedeckten Bedarf in der Förderpolitik?

Grundsätzlich ist zwischen Großindustrie mit eigenen Laboren und der mittelständischen Industrie zu unterscheiden. Erstere haben mehr Bedarf an grundlegender Forschung (TRL1-3), letztere benötigen stärker angewandte Forschung bis zur Entwicklung (TRL 5-6). Dazwischen gibt es einen Übergangsbereich. Derzeit ist zu beobachten, daß die Forschung sehr nach amerikanischem Vorbild in die reinen Grundlagen getrieben wird. Dies passiert automatisch, wenn Bewertung von Forschung und Berufungen schwerpunktmäßig über referierte Zeitschriftenartikel, deren Zitate und Indikatoren wie den Hirschfaktor erfolgt. Berufungen aus der Industrie sollten zukünftig wieder gestärkt werden.

Viele Ideen brauchen mehr Zeit, als gemeinhin wahrgenommen wird und lassen sich erst nach 10-20 Jahren umsetzen. Forschungsförderung sollte entlang strategischer Leitlinien langfristig angelegt sein. Auch Firmen sollten darin unterstützt werden.

Rahmenbedingungen:

Welche Rahmenbedingungen bzw. Voraussetzungen müssen geschaffen werden um die benötigte Energieversorgung sicher und nachhaltig (ökonomisch – ökologisch – sozial) zu realisieren?

Es sollte versucht werden sicher zu stellen, daß die Energiesektoren Strom, Kraftstoffe und Haushalte und Industrie nicht separat, sondern integriert betrachtet werden. So kann Überschußstrom beispielsweise sinnvoll und kostengünstig im Verkehr direkt oder als Wasserstoff eingesetzt werden.

Es werden derzeit noch sehr große Gelder für nukleare Forschung (Fission und Fusion) bereitgestellt. Diese sollten zeitnah der politisch definierten Bedeutung dieser Technologien angepaßt werden und in Forschungsvorhaben zur Einbindung erneuerbarer Energie umgesteuert werden.

Die Energiewende fokussiert derzeit auf den Stromsektor. Energie läßt sich als Gas aber mit geringeren Verlusten über große Strecken transportieren, als solches auch kurzfristig bis langfristig (saisonal) speichern und in anderen Sektoren, wie dem Verkehr, nutzen. Der Gassektor sollte unbedingt mit in die Diskussion und Maßnahmen eingebunden werden. Dabei sollte besonders Wasserstoff als ein neues Gas in der Energieversorgung, in der industriellen Nutzung ist Wasserstoff seit langem etabliert, betrachtet werden. Gasleitungen bauen kleiner als Stromleitungen, besonders bei großen Kapazitäten und werden unterirdisch verlegt. Daher ist auch eine höhere Akzeptanz in der Bevölkerung zu erwarten. Wasserstoff

Gesetzliche Grundlagen und Regelwerke müssen zeitnah an die neuen Herausforderungen angepaßt werden. Teilweise ist dies nur im internationalen Kontext möglich und ist damit langsamer als erwünscht. Hier sollte D in eine Vorreiterrolle gehen. Es stärkt auch die Position deutscher Unternehmen, wenn die Regelwerke international mit bestimmt werden können.

Die heutige Komplexität der Energieversorgung in ihrem Wandlungsprozeß kann nur durch frühzeitige interdisziplinäre Zusammenarbeit erfaßt und beherrscht werden. Es gibt eine Reihenfolge, in der sich die Prozesse bzw. Verfahren und Techniken bewähren müssen. Diese müssen in physikalischer, technischer wirtschaftlicher und rechtlicher Hinsicht möglich sein und von der Bevölkerung nicht nur akzeptiert,

sondern eigentlich gewünscht werden. In der Energieforschung sollten Verbundstrukturen etabliert werden, die diese Kette berücksichtigen und frühzeitig Hürden erkennen und ggfs. beseitigen. Ein gutes Beispiel ist hier die Power to Gas Diskussion mit dem Ziel Wasserstoff zu erzeugen und nach Methanisierung in das Gasnetz einzuspeisen. Dies ist technisch einwandfrei möglich, trifft aber ökonomisch auf hohe Hürden (das Methan wird für ca. 18-20 Ct/kWh erzeugt und ist für das Gasnetz nur 3-4 ct/kWh wert), während sich die technisch aufwendigere Lösung Wasserstoff im Verkehr zu nutzen längerfristig ohne Subventionen rechnet.

Die Energiewende braucht verlässliche Investitionsrahmen, da diese mit langlebigen Investitionen arbeitet und daher an Investitionszyklen von 30 Jahren gewöhnt ist. EEG Vergütungen sollten aufmerksam und in häufigeren kleineren Schritten den sinkenden spezifischen Investitionskosten nachgeführt werden. Damit würden kurzfristige, große Änderungen für Industrie und Investoren vermeiden die Schocks und Verunsicherung auslösen, wie bei der Photovoltaik. Damit würden auch die EEG Vergütungen in Grenzen gehalten werden. Änderung der Planungsrahmenbedingungen, wie bei der Offshore Windenergie werden bei einem so langfristigen Vorhaben wie der Energiewende zwangsläufig durchgeführt werden müssen, bedürfen aber Vorlaufzeiten, die noch hinreichend Investitionssicherheit auch für teilweise sehr teure Vorarbeiten bieten. Vollständige Investitionssicherheit kann und sollte weder gefordert, noch bedient werden.

Die EEG Vergütung auf der Basis der Börsenpreise zu ermitteln bedeutet im heutigen System der Merit-Order die Erneuerbaren gegen die Grenzkosten (Stromerzeugungskosten ohne Abschreibungen incl. CO₂-Handelskosten) etablierter Techniken laufen zu lassen und die Differenz als Förderbetrag für die Erneuerbaren auszuweisen. Damit wird ein künstlich hoher Förderbetrag ausgewiesen; auch frühere Förderungen der Kohle / Braunkohle bleiben dabei unberücksichtigt. Das wäre anders, wenn der CO₂ Handel sinnvolle CO₂ Preise erbringen würde. Bei zunehmenden Anteilen Erneuerbarer laufen die beiden Systeme EEG Förderung und der CO₂-Handel gegeneinander. Das derzeitige System bietet keinen Raum für Energiespeicherung einschließlich der elektrochemischen Energiespeicherung.

Die enge Verzahnung mit den rechtlichen Rahmenbedingungen wird an dem Beispiel ersichtlich, daß ein Elektrolyseur technisch kein eindeutiger Energiespeicher ist. Damit wäre das Aggregat nach der derzeitigen Rechtslage nicht am Mittelspannungsnetz anschließbar. Wenn aber der Elektrolyseur in der Gesamtheit mit der Speicherung gesehen wird, könnte er am Mittelspannungsnetz angeschlossen werden. Die ist nur ein Beispiel für den hohen Klärungsbedarf auf der rechtlichen Seite. Hier könnte ein Bedarf für Lehrstühle im Energierecht hergeleitet werden. Diese müßten dicht an den technischen-wirtschaftlichen Optionen arbeiten. Das Ziel sollte es sein, derartige Konflikte frühzeitig zu erkennen und adäquate Lösungen zu erarbeiten.

Die Erneuerbaren werden sich auch langfristig betriebswirtschaftlich ohne weitere Rahmenbedingungen nicht realisieren lassen. Es müssen analog zur Abgasgesetzgebung Regularien geschaffen werden, dies zu realisieren, sofern die heute definierten Ziele erreicht werden sollen. Das schließt auch die Elemente des Energietransports und der Speicherung ein. Der Vorteil der EE liegt nicht auf der Kostenseite, sondern auf der nahezu CO₂-freien Energiewandlung und der Importunabhängigkeit der Energieträger. Wird dem Ausstoß von CO₂ ein entsprechend negativer Wert, sei es durch eine Steuer oder einen Zertifikathandel, zugewiesen, werden sich die EE von alleine durchsetzen. Hier gilt es geeignete Steuerinstrumente zu finden. Wesentlich ist dabei das Verständnis, daß er volkswirtschaftliche Nutzen nicht gleich der Summe der betriebswirtschaftlichen Nutzen ist.

Welche Anforderungen ergeben sich an die Ausbildung von z.B. Chemikern?

Elektrochemie und Verfahrenstechnik sind beide Disziplinen, die anders als die Werkstofftechnik und Nanotechnologie, in den letzten Jahren nicht die Aufmerksamkeit erhalten haben, die ihnen nun aufgrund der zukünftigen Bedeutung gebührt (Batterien, Brennstoffzellen, Elektrolyseure etc.). Neben der klassischen Elektrochemie wird insbesondere die Kombination aus Elektrochemie, Verfahrenstechnik und Werkstofftechnik eine besondere Chance darstellen. Dabei sollte weiter disziplinär in einer der jeweiligen Richtungen tief ausgebildet werden und entsprechende Vorlesungen der anderen Richtungen sollten in einer Vertiefungsrichtung im Hauptstudium angeboten werden. Ziel sollte es sein, Wissenschaftler und Ingenieure auszubilden, die größere Aggregate erforschen und entwickeln können, bei denen über die klassische Elektrochemie hinaus fluiddynamische, thermische, thermomechanische Effekte sowie Betriebsbedingungen, Herstellverfahrenstechnik, Apparateverfahrenstechnik und Qualitätssicherung abgedeckt werden. Dies könnte man unter Technischer Elektrochemie von der chemischen Seite und Elektrochemischer Verfahrenstechnik von der Ingenieursseite zusammenfassen.

Wenn ein elektrochemisches Verfahren nachweislich ressourcenschonender und umweltverträglicher ist, sollte dann die Nutzung von elektrischem Strom als Reduktionsmittel für chemische Reaktionen steuerlich begünstigt werden?

Elektrochemische Verfahren sollten nicht begünstigt werden, sondern die herkömmlichen Verfahren, entsprechend ihres negativen Impacts, zusätzlich besteuert werden. Vergünstigungen werden von der Allgemeinheit getragen, da der Staat das niedrigere Steueraufkommen gegenfinanzieren muss. Erhöhte Steuern werden bei den Verursachern abgegriffen und können so den negativen Impact der Nutzung ausgleichen. Eine Förderung zum Markteintritt kann sinnvoll sein.

Welche weiteren Rahmenbedingungen gibt es, um die Lücke zwischen Wirtschaftlichkeit und Machbarkeit elektrochemischer Verfahren zu schließen?

Eine Möglichkeit sind Demonstrationsprojekte, bei denen die gesamte Kette der Technik und wirtschaftlichen/rechtlichen Umsetzung berücksichtigt und ggfs. untersucht wird.

Detlef Stolten

Forschungszentrum Juelich GmbH
52425 Juelich