



JOHANNES GUTENBERG  
UNIVERSITÄT MAINZ



Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU) D 55099 Mainz  
Institut für Organische Chemie, Prof. Waldvogel

An die  
Präsidentin des Landtages NRW  
Frau Carina Gödecke  
Postfach 101143  
40002 Düsseldorf

LANDTAG  
NORDRHEIN-WESTFALEN  
16. WAHLPERIODE

**STELLUNGNAHME**  
**16/1326**

A23

Fachbereich 09: Chemie, Pharmazie und  
Geowissenschaften

Institut für Organische Chemie

**Univ.-Prof. Dr.**  
**Siegfried R. Waldvogel**

Johannes Gutenberg-Universität Mainz  
(JGU)  
Duesbergweg 10-14  
55128 Mainz

Tel. +49 6131 39-26069  
Fax +49 6131 39-26777

waldvogel@uni-mainz.de  
www.chemie.uni-mainz.de/OC/

## Stellungnahme zur Anhörung der Enquetekommission II zur Zukunft der Chemischen Industrie in NRW „Elektrochemische Verfahren“

Sehr geehrte Frau Präsidentin Gödecke,

da ich einen signifikanten Anteil meiner akademischen Ausbildung sowie Karriere in NRW (MPI Kohlenforschung/MH, WWU Münster, Uni Bonn) genossen habe, bin ich gerne bereit eine Stellungnahme zum obigen Thema abzugeben:

### Vorbemerkung:

Die Entwicklung von Elektrosyntheseforschung ist leider eine Disziplin, welche in Deutschland fast gänzlich verschwunden ist.

Das hat mehrere Gründe: In den 90er Jahren war Energie aus fossilen Quellen wie auch andere Rohstoffe so günstig, dass die Verwendung von Strom zur Synthese meist das Nachsehen hatte und nur eingesetzt wurde, wenn es technisch nicht anders möglich war. Zusätzlich wurden weitere Fortschritte in der Metallkatalyse und Biotechnologie gemacht, so dass andere Forschungsgebiete als besonders zukunftsreich in den Fokus rückten. Die Elektrosynthese ist meist in der Organischen Chemie verankert. Ein besonderer Fundus auf dem Gebiet der Elektrochemie lag historisch an den Standorten: WWU Münster, RWTH Aachen, U. Dortmund, U. Bonn, U. Düsseldorf, ... Die verbleibenden Elektrochemiker wurden dann 2008 aufgrund der Fördertöpfe im Bereich der Energiespeicherung des Bundes zu Batterieexperten umgepolt. Die Elektrochemieexpertise konzentriert sich deshalb in NRW auf folgende Standorte: Batterieforschung (MEET der WWU Münster), Bioelektrochemie und Elektroanalytik (RU Bochum), Korrosionsforschung (MPI Eisenforschung/D) sowie Wasserspaltung (MPI CEC/MH). Was jedoch benötigt wird sind Elektrosynthese und elektrochemische Prozesse. Diese Thematik ist inzwischen in NRW ganz verschwunden. Das wirkt sich auch in den Firmen aus, viele Abteilungen/Forscher wissen gar nicht mehr, dass es diese Option einer Elektrosynthese gibt und was diese leisten kann.

In Japan wie auch in China existieren ebenfalls Überhänge aus der Windkraft in abgelegenen Regionen (z.B. auf Hokkaido) und stellen eine ökonomische und ökologische Herausforderung dar. Deshalb sind in diesen Ländern bereits große Forschungsinitiativen mit einem langen Zeitraum begonnen worden, da die Verwendung von überschüssigem Strom zu Wertprodukten einfa-

Ihre Zeichen/Nachricht

Unsere Zeichen/Nachricht

cher und sinnvoller zu realisieren ist als die Speicherung. Somit widmet sich die Enquete-Kommission einem international sehr aktuellen Thema.

### **Fazit und Empfehlung:**

NRW fehlt eine Leuchtturmpressur Elektrosynthese/Technische Elektroorganik. Dies wäre ein idealer Kooperationspartner der großen und kleinen Industriefirmen im Bundesland NRW. Eine solche Professur sollte nicht die Forschung der Firmen ersetzen, sondern neue Wege gehen und so Innovation in das Umfeld bringen. Darüber hinaus würde die Branche mit geeigneten Mitarbeitern versorgt werden. Das Umfeld dieser Professur (Lehrstuhlniveau) bedarf wissenschaftlicher Werkstätten (Mechanik, Elektronik und Glas). Sie sollte weiterhin am besten mit einem hochkarätigen präparativen Chemiker besetzt werden. Die Nähe zur technischen Chemie und/oder Ingenieurs-Bereichen sollte sich positiv auswirken. Da viele essentielle Geräte in diesem zukünftig wachsenden Bereich nicht kommerziell erhältlich sind, kann bei geschickter Verwertung eine Reihe von Ausgründungen entstehen. Um eine nachhaltige Entwicklung für das Land zu bereiten ist eine Beigeordnete W1-Stelle im Fundus wichtig, da dann Wissen und Expertise akademisch weitergegeben und entwickelt werden kann. Da Bayer MaterialScience, Evonik, aber auch Thyssen Uhde davon profitieren, wäre eine Stiftungsprofessur unter Industriebeteiligung sinnvoll. Es kommen für mich nur wenige Standorte in Frage (Besonderheiten):

RWTH Aachen (technische Chemie, Initiativen zur Nachhaltigkeit/Exzellenz, Ingenieursumfeld)

RU Bochum (technische Chemie, Elektroanalytik, Anbindung an MPI CEC, Ausgründungen dann auf Opelgelände?)

### **Zu den einzelnen Fragen (gemäß Fragenkatalog):**

#### ***Relevanz und Potenzial der Elektrochemie in NRW:***

Anorganische Substanzen (vor allem Chlorgas und Metalle) werden über elektrochemische Verfahren hergestellt und ggf. gereinigt. Der Umfang ist im Bereich von Mio. t, da die chemischen Verfahren beherrschbar sind und bislang zu den energieeffizientesten gehören. Organische Elektrosynthese wird meines Wissens nur im Bereich von 500 t pro Jahr in Lülsdorf (Furanoxidation/Evonik) durchgeführt.

Ich gehe davon aus, dass eine Reihe von chemischen Prozessen durch elektrochemische Verfahren langfristig ersetzt bzw. an bestehende Verfahren angekoppelt werden können. Analog zur Sauerstoffverzehrelektrode können Wertprodukte hydriert werden. Auch eine Umgestaltung bestehender elektrochemischer Verfahren ist denkbar, so dass ein starker Wechsel in der Stromlast möglich ist und so direkt auf die Stromschwankungen im Netz reagiert werden kann. Darüber hinaus können über elektrochemische Verfahren viele Einzelschritte abgekürzt werden und so Ressourcen sowie Energie gespart werden. Es ist also eine absolute Schlüsseltechnologie, welche die chemische Produktion sehr viel nachhaltiger gestalten kann. Die Zeitachse für derartige Neuerungen wird im optimistischen Fall sehr lang sein. Wenn Forschungsförderung sowie Infrastruktur bereits vorhanden sind, wird es 3-5 Jahre dauern bis der Laborprozess steht (Doktorarbeit an der Uni). Zuzüglich dann noch ca. 3-7 Jahre bis eine technische Produktion anläuft.

Die Produktion von Chlor war ca. 100 Jahre geprägt durch die Verwendung von Quecksilber als Elektrodenmaterial. In der ersten Hälfte dieser Epoche gab es viele Zwischenfälle, die ein äußerst schlechtes Image für die gesamte Branche zur Folge hatten. Weitere Elektrodenmaterialien mit dieser Problematik sind Blei und Cadmium. Seit ca. 5-10 Jahren sind eine Reihe von Ersatzmaterialien verfügbar (z.B. Bor-dotierter Diamant und Glaskohlenstoffvarianten). Eine Etablierung von neuen elektrochemischen Prozessen in der Technik hat nur eine Chance, wenn auf kritische Materialien (Versorgung und Umweltgefährdung) verzichtet werden kann. Allerdings stehen die Möglichkeiten dafür sehr gut!

Elektroorganische Verfahren werden u.a. bei der BASF SE in Ludwigshafen im Bereich von 40.000 jato durchgeführt und liefern Grundbausteine für Duftstoffe (Waschmittel, Parfum, ...) Eine Weiterentwicklung und Ausweitung der dortigen Anlagen scheint aufgrund der Unsicherheit bzgl. einer Strompreisentwicklung gestoppt worden zu sein. Eine Übersicht über die Anlagenkapazitäten in Japan kann ich zur begrenzt angeben, allerdings wird es gerade im Norden von Japan zu einem massiven Ausbau kommen.

Andere gigantische Stromverbraucher in der Industrie sind Elektroschmelzöfen (z.B. Thomasverfahren/Siemenstechnologie).

### ***Nachhaltigkeit***

Sofern der genutzte Strom nicht aus Braunkohle gemacht wird, ist die Elektrosynthese äußerst nachhaltig. Der sogenannte Carbon-footprint ist dabei nicht der entscheidende Vorteil. Der Strom ist das Reagenz, und es werden somit keine Abfälle durch die Reagenzien verursacht. Das spart Metallsalze und Katalysatoren. Wenn beide Elektrodenreaktionen zu produktiven Umsetzungen genutzt werden können (paired electrolysis), ist eine doppelte Nutzung des Stromes möglich.

Die elektrochemische Umsetzung von nachwachsenden Rohstoffen ist bislang unterrepräsentiert. Fettsäuren werden in Kolbe-Elektrolysen veredelt, und D-Sorbose kann zu Vitamin C an der Anode elektrochemisch umgesetzt werden. Letzteres wird zurzeit in Indien genutzt. Der Abbau von Holzabfällen zu Vanillin als Ersatz zum petrochemischen Zugang der wichtigen Grund- und Aromachemikalie ist gerade in Entwicklung.

### ***Forschung***

Eine direkte Stromerzeugung bei der chemischen Reaktion kann analog zu Brennstoffzellen erfolgen, jedoch sind entweder die Effizienz oder die Selektivität für organische Reaktionen bislang nicht ausreichend. Für eine großtechnische Nutzung sind die Raum-Zeit Ausbeuten noch zu gering. Die direkte Nutzung von Reaktionswärme zur Stromgeneration kann via Thermoelektrika geschehen, jedoch sind die erforderlichen Temperaturdifferenzen zu hoch.

Die Sauerstoffverzehrkathode (BMS-Entwicklung) hat bereits einen guten Stand erreicht. Der Übertrag auf andere Reaktionen, als der Wasserbildung oder Teil der Chlorproduktion sind wünschenswert.

Förderpolitik: Prinzipiell kann man für gute Ideen und Konsortien Forschungsmittel bekommen (DFG - schwierig, BMBF - falls Firmen Interesse haben, EU / Horizon2020 - enthält relativ viel Mittel). Bisher werden meist nur grundlegende Studien durchgeführt; der Übergang zur präparativen Synthese mit technischen Aspekten fehlt oft ganz. Allerdings ist der Einstieg in die Thematik sehr schwer, da viele Gerätschaften nicht von der Stange gekauft werden können und der notwendige Erfahrungsschatz nicht in den Büchern steht oder Gegenstand der klassischen Ausbildung ist. Entweder muss man – wie ich – einen langen Weg als Autodidakt mit vielen Tiefen durchstehen oder man lernt es innerhalb eines Arbeitskreises der diese Erfahrung aufweisen kann.

### **Rahmenbedingungen**

Für eine langfristige Planung und ggf. ein großes Investment in Anlagen gehört eine klare politische Vision und Fahrplan für die Strompreisentwicklung und der Versorgungssicherheit dazu.

Die benötigten Wissenschaftler im angesprochenen Bereich brauchen eine fundierte Ausbildung in physikalischer und organischer Chemie. Eine flankierende Ausbildung in technischer Chemie ist hilfreich. Damit sind nur eine hochkarätige Universitätsausbildung und keinesfalls eine fokussierte FH-Variante denkbar.

Eine steuerliche Begünstigung von elektrochemischen Reduktionen würde sicherlich einen breiteren Einsatz beflügeln.



Siegfried R. Waldvogel