



Umbau des Energiesystems Beiträge der Chemie

24. Februar 2011 · Berlin

Wissenschaftler im Dialog mit der Politik,
mit Verbänden und Medien



www.gdch.de



Umbau des Energiesystems Beiträge der Chemie

24. Februar 2011 · Berlin

Wissenschaftler im Dialog mit der Politik,
mit Verbänden und Medien

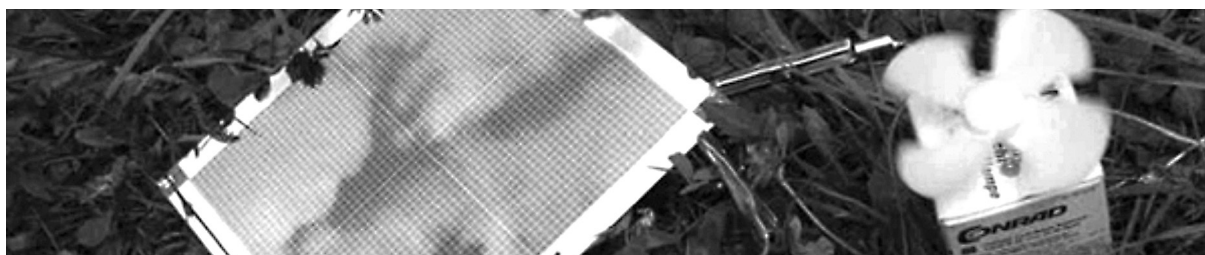


www.gdch.de

Sonnige Zeiten für die Organische Photovoltaik

Prof. Dr. Peter Bäuerle

*Institut für Organische Chemie II und Neue Materialien
Universität Ulm, Albert-Einstein-Allee 11, 89081 Ulm*



Im Gegensatz zu der herkömmlichen Photovoltaik (PV), die anorganische Halbleiter wie Silizium (PV der 1. Generation) oder wie Kupferindiumgalliumdiselenid (CIS, PV der 2. Generation) benützt, ist die Organische Photovoltaik als PV der 3. Generation eine kommende Zukunftstechnologie.

Mit Hilfe von synthetisch hergestellten organischen Farbstoffen und Polymeren, die halbleitende Eigenschaften haben, ist das Ziel von derzeit weltweiter intensiver Forschung, sehr preiswerte, großflächige und flexible Solar-module z.B. durch Rolle-zu-Rolle- oder Druckverfahren herzustellen.

Der Materialverbrauch hierbei ist minimal und kein wesentlicher Kostenfaktor. Die Schichten können großflächig und auf verschiedensten Trägermaterialien aufgebracht werden, auch auf flexiblen Unterlagen. An die Beschichtung von Polymerfolien, Autos, Gebäudefassaden und ähnliches ist zu denken.

Die Organische Photovoltaik ist eine vergleichsweise junge Technologie mit weiterhin hohem Bedarf an Grundlagenforschung, wie sie auch bei uns an der Universität Ulm in Kooperation mit anderen Institutionen und Firmen durchgeführt wird. Neue, noch besser aufeinander abgestimmte Halbleitermaterialien müssen gefunden, optimiert und zum Einsatz gebracht werden. Der Wirkungsgrad, der derzeit bei den besten organischen Solarzellen je nach Typ (Oligomer-, Polymer-, Farbstoff-sensibilisierte Solarzellen) bei 8-11% liegt, und die Langzeitstabilität müssen bis zu einer Produkt-einführung weiter verbessert werden.

Dennoch steht die organische Photovoltaik kurz vor der Markteinführung, erste Anwendungen („Solarbag“) sind bereits kommerzialisiert. Das Arbeitsgebiet „Organische Photovoltaik“ ist längst über das Stadium universitärer Forschung und Entwicklung hinaus gewachsen und hat sich bereits in Spin-off-Firmen wie beispielsweise Heli-tek (Dresden/Ulm), Konarka Technologies (Nürnberg/Lowell, USA), Solarmer (El Monte, USA) und G 24 Innovations (Cardiff, Großbritannien) etabliert.

Der Vortrag möchte leicht verständlich den Stand und die Entwicklung dieser neuen Zukunftstechnologie im Vergleich zu den etablierten aufzeigen.

Nähere Informationen finden sich z.B. auch unter www.aktuelle-wochenschau.de/w11/woche11.html

Streitpunkt Kernenergie: Das Problem der Nuklearen Entsorgung und Lösungsvorschläge aus der Chemie

Prof. Dr. Horst Geckeis

*Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Nukleare Entsorgung
Postfach 3640, 76021 Karlsruhe*

Wie keine andere Energietechnologie steht die Kernenergie im Zentrum polarisiert geführter öffentlicher Diskussionen. Anlässlich der geplanten Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerke flammen sie derzeit neu auf. Das aktuelle Energiekonzept der Bundesregierung schreibt der Kernenergie die Funktion einer Brückentechnologie zu, die solange genutzt werden soll, bis sie durch erneuerbare Energieträger ersetzt werden kann. Ein wesentlicher Kritikpunkt an der Kernenergienutzung ist das Problem der Entsorgung hochradioaktiver Abfälle bestehend aus abgebrannten Kernbrennstäben und verglasten Flüssigabfällen aus der Wiederaufarbeitung. Dabei sind die Abfallmengen verglichen mit anderen Energietechnologien vergleichsweise gering. Allerdings stellt ihre große Radiotoxizität hohe Anforderungen an Verwahrung und Entsorgung.

International herrscht Konsens darüber, dass die Endlagerung in stabilen tiefen geologischen Formationen, die sicherste Art darstellt, hochradioaktiven Abfall von der Biosphäre zu isolieren. In den letzten 20 Jahren hat sich das Wissen über Radionuklidrückhaltung sowie -mobilisierung in geologischen Formationen durch geochemische Prozesse kontinuierlich verbessert. Ein wesentliches Ergebnis ist die Erkenntnis, dass diejenigen langlebigen Radionuklide, die über lange Zeiträume das Radiotoxizitätsinventar eines Endlagers dominieren, eine sehr geringe geochemische Mobilität unter relevanten Endlagerbedingungen besitzen. Entsprechende abgesicherte Daten erlauben eine deutlich verbesserte Analyse solcher Szenarien, die einen Wasserzutritt zum eingelagerten Abfall unterstellen.

Einen alternativen Entsorgungsweg zur direkten Endlagerung abgebrannter Kernbrennstäbe, wie sie heute nach dem Atomgesetz in Deutschland vorgeschrieben ist, stellt die sogenannte Partitioning- und Transmutationsstrategie dar. Ziel ist die Überführung langlebiger Transuranelemente in relativ kurzlebige oder stabile Spaltprodukte, deren Radiotoxizität dann innerhalb weniger hundert Jahre auf das Niveau von Natururan abklingt. Entsprechende Transmutationsreaktoren befinden sich derzeit in der Entwicklung und sollen in ca. 20 Jahren verfügbar sein. Eine Voraussetzung für die erfolgreiche Transmutation ist jedoch eine hocheffiziente chemische Trennung der Transuranelemente von den störenden Spaltprodukten. Hier wurden in den letzten Jahren erfolgversprechende Trennsysteme entwickelt, die auf der Basis von Flüssig-flüssig-Extraktionsverfahren diese Aufgabe erfüllen können. Nukleare Recyclingverfahren können den hochradioaktiven Abfall nicht vollständig beseitigen. Jedoch reduzieren sie das Radiotoxizitätsinventar signifikant und besitzen das Potential die Gesamtmenge des hochradioaktiven Abfalls um einen Faktor von 10-20 zu verringern. Rückgewonnene spaltbare Nuklide erlauben darüber hinaus eine um ein Vielfaches effizientere Nutzung der Energieressource Uran.

International werden energiepolitische Konzepte, in denen die Kernenergie einen signifikanten langfristigen (z.B. Frankreich, Schweiz, Schweden, Finnland, Russland, viele asiatische Staaten) oder einen zeitlich befristeten Beitrag (Deutschland) zu einer bezahlbaren und CO₂-emissionsarmen Stromerzeugung leistet, unterschiedlich bewertet. Völlig unabhängig von den Entscheidungen in den jeweiligen Ländern ist es jedoch unerlässlich, entsprechende Entsorgungstechnologien zu entwickeln und in die Realität umzusetzen. Die Chemie leistet hier unverzichtbare Beiträge.

Energiespeicherung im Stromnetz

*Dipl.-Ing. Günther Huber
BASF SE, 67056 Ludwigshafen*

Die Energiespeicherung im Stromnetz wird als eine Voraussetzung für eine zukünftige global nachhaltige Energieversorgung gesehen.

Bei dem derzeitigen Portfolio an Kraftwerken erfolgt die Speicherung auf der Ebene der Primärenergieträger. Der Kraftwerkspark wird so betrieben, dass die in das Netz eingespeiste Leistung genau dem Verbrauch entspricht.

Eine ausschließlich auf Wind und Photovoltaik basierende Stromerzeugung kann dies jedoch nicht leisten. Der relativ niedrige durchschnittliche Nutzungsgrad von Wind und Photovoltaik bedingt, dass nominal Überkapazitäten installiert werden müssen, die zu Zeiten mit guten Energieerträgen effizient genutzt werden müssen um die integrale Energiebilanz zu erfüllen.

Heute sind Pumpspeicherkraftwerke Stand der Technik für die effiziente Speicherung von elektrischer Energie im Netz. Ihr weiterer Ausbau ist jedoch limitiert, da es nicht genug geeignete geologische Formationen gibt.

Im Weiteren werden verschiedene elektrochemische Redoxprozesse mit ihrem derzeitigen Entwicklungsstand beschrieben, welche eine Option für eine zukünftige Speichertechnik sein könnten.

Die Entwicklung von großen Speichern mit geringen spezifischen Speicherkosten setzt eine gut abgestimmte interdisziplinäre Zusammenarbeit von Forschung und Industrie voraus. Es bedarf aber auch eines gesellschaftlichen Konsenses, die Energiespeicherung im Stromnetz als eine Zukunftschance für unsere Volkswirtschaft wahrzunehmen.

Szenarien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland

Dr.-Ing. Thomas Pregger

*Institut für Technische Thermodynamik, Abteilung Systemanalyse & Technikbewertung
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart*

Im bis Ende 2011 laufenden, vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderten Vorhaben „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“ wird ein konsistentes Mengengerüst des Ausbaus erneuerbarer Energien und der Energieversorgung insgesamt beschrieben und strukturelle und ökonomische Wirkungen dieses Ausbaus abgeleitet. Es wurde erstmals eine vollständige dynamische und teilweise räumlich aufgegliederte Simulation der Stromversorgung durchgeführt, was zur Beschreibung der technisch-ökonomischen Wirkungen deutlich wachsender erneuerbarer Anteile an der Energieversorgung erforderlich ist. Die Arbeiten werden vom DLR Stuttgart mit dem Fraunhofer IWES (Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik) und dem Ingenieurbüro für neue Energien (IfnE) durchgeführt.

Innerhalb weniger Jahre sind die erneuerbaren Energien (EE) ein bedeutendes Standbein der Energieversorgung in Deutschland geworden. Ihr Anteil betrug 2009 bereits rund 16 % des Bruttostromverbrauchs und über 10 % des gesamten Endenergieverbrauchs. In den Szenarien werden davon ausgehend die Entwicklungspfade der Energieversorgung so fortgeschrieben, dass die übergeordneten Ziele zum Klimaschutz (-85 % bei den CO₂-Emissionen bezogen auf 1990), zur Effizienz und zum Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland erreicht werden.

Weitere in den Szenarien umgesetzte Ziele betreffen die Entwicklung der Elektromobilität, den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und die Begrenzung der Biomassenutzung auf die ökologisch verträglichen heimischen Potenziale. Langfristig wird auch die Erzeugung eines chemischen Energiespeichers in Form von erneuerbarem Wasserstoff oder Methan aus fluktuierendem Wind- und PV-Strom betrachtet, der für die Versorgungssicherheit bei hohen EE-Anteilen erforderlich ist. Auch ein Szenario mit einer zu 100 % auf EE basierenden Stromversorgung im Jahr 2050 wird betrachtet.

Der von der EU-Richtlinie geforderte EE-Anteil von 18 % am Bruttoendenergieverbrauch für 2020 wird in den zielerfüllenden Szenarien mit 21 % übertroffen. Nach 2020 beginnen die Erneuerbaren sich in ihrer Gesamtheit zur dominierenden Energiequelle zu entwickeln. Ihr Primärenergieanteil steigt in den Szenarien bis 2050 auf knapp 55 %. Damit ist der Umbau der Energieversorgung schon sehr weit fortgeschritten. Strom wird dann zu über 85 % aus EE bereitgestellt. Im Wärmebereich wird gut die Hälfte der Nachfrage mit EE gedeckt. Auch im Verkehr ist der Beitrag der Erneuerbaren (ohne Stromanteil) mit 42 % des Kraftstoffbedarfs bereits beträchtlich.

Im Vergleich zu den Nutzungskosten fossiler Energien sind durch den bisherigen Ausbau der Erneuerbaren (Strom, Wärme und Kraftstoffe) einschließlich 2010 aufgrund der Investitionen bisher 71 Mrd. € an systemanalytischen Differenzkosten aufgelaufen. Bis 2020 steigen sie noch für die Summe aller EE, also einschließlich der Fotovoltaik, auf ein Maximum von rund 200 Mrd. €, wenn von einem weiteren Anstieg der fossilen Brennstoffpreise ausgegangen wird (Preisfad A). Die positiven volkswirtschaftlichen Wirkungen des EE-Ausbaus zeigen sich vollständig ab etwa 2025. Dann hat sich die Kostenschere zwischen den EE und der herkömmlichen Energieversorgung geschlossen und es treten keine Differenzkosten mehr auf. Danach werden der Volkswirtschaft durch die Nutzung der Erneuerbaren Aufwendungen erspart, die andernfalls für die zusätzliche Versorgung mit fossilen Energien erforderlich wären. Um 2038 liegt der seit 2000 kumulierte Wert der insgesamt aufgewandten Differenzkosten aller EE-Technologien bei Null. Die „Vorleistungen“ sind zu diesem Zeitpunkt getilgt. Zur Jahrhundertmitte hat die Versorgung mit Energien aus Erneuerbaren der Volkswirtschaft bereits rund 670 Mrd. € gegenüber der Weiterführung einer fossilen Energieversorgung eingespart.

Wie viel Kohlenstoff braucht der Mensch? Das Dekarbonisierungsdilemma

Hermann Pütter

*Koordinator Chemie und Energie der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)
Haardter Straße 1A, 67433 Neustadt*

Die Forderung nach einer dekarbonisierten Gesellschaft wird im Zusammenhang mit dem Klimawandel und der Verknappung fossiler Ressourcen zunehmend erhoben. Dekarbonisierung bedeutet Verzicht auf Energieträger mit dem chemischen Baustein Kohlenstoff, da dieser bei deren Nutzung das Klimagas CO₂ bildet. Leitmotiv dieser Strategien ist eine dekarbonisierte Energieversorgung. Diese beruht auf zwei Säulen:

- der Bereitstellung von Primärenergie ohne Rückgriff auf Kohle, Erdöl und Erdgas
- der Nutzung von „klimaneutralem“ Kohlenstoff als Energieträger

Leider hat diese Vision eine Schwachstelle. Schon heute greift die Menschheit viel intensiver in den globalen Kohlenkreislauf ein, als es die Energiebilanzen darstellen. Deshalb muss die Frage geklärt werden: Wie sieht unser Gebrauch von Kohlenstoff aus – in Struktur und Menge? Biomasse ist die bedeutendste Kohlenstoffquelle der Menschheit und ihre Nutzung stößt immer mehr an technische, ökologische und ethische Grenzen. Die Energiestrategien der EU und Deutschlands werden die Probleme weiter verschärfen. Obwohl Biomasse nur geringe zusätzliche Beiträge zur Versorgung mit Endenergie liefern soll, wird der Bedarf an biogenem Kohlenstoff erheblich steigen. Der Weg des Kohlenstoffs von der Photosynthese in der Pflanze bis zum Einsatz beim Verbraucher ist verlustreicher, als die Szenarien suggerieren. Es ergibt sich ein Nullsummenspiel: Wir senken den Einsatz fossilen Kohlenstoffs, aber in gleichem Maße steigern wir unseren Bedarf an Kohlenstoff aus Biomasse.

Daraus ergibt sich ein Dilemma: Aus Gründen der Nachhaltigkeit verbietet sich eine verstärkte Nutzung von biogenem Kohlenstoff. Der Klimaschutz scheint diesen Weg aber zu erfordern.

Thema der Chemie wird es zukünftig sein, zusammen mit der Agrar- und Ingenieurwissenschaften, die Leitplanken einer nachhaltigen Biomassenutzung zu definieren und nach möglichst klugen Strategien im Umgang mit dieser gefährdeten Ressource zu suchen. Dies ist nicht nur eine technische Aufgabe sondern vor allem eine gesellschaftliche Herausforderung, in die sich die Naturwissenschaften mit einbringen müssen.

Biomassenutzung folgenlos ?

Dr.-Ing. Jörg Schmalfeld

Consultant Fuel Technologies

Friedrichsdorferstraße 13, 61352 Bad Homburg

Die nach einer sibyllinischen Antwort anmutende Fragestellung ist ernst gemeint. In der Konkurrenz mit anderen „Erneuerbaren“ steht die Nutzung der Biomasse einzigartig dar: Nur Biomasse ist in der Lage Kohlenstoff zu chemischen Zwecken verfügbar zu machen. Sie entzieht in der Wachstumsphase der Atmosphäre den Kohlenstoff aus CO_2 mit Hilfe der Photosynthese und speichert diesen hauptsächlich in den Cellulose-Bestandteilen des Pflanzenkörpers. In der Nutzungsphase der Biomasse gelangt der Kohlenstoff wiederum in die Atmosphäre und bildet im Endstadium erneut CO_2 . Die automatisch sich stellende Frage ist, geht diese Gleichung auf? Können wir wirklich vermuten, ja sogar behaupten, dass mit der Biomassenutzung automatisch eine auf Minderung im CO_2 -Gehalt der Atmosphäre ablaufende Kontrolle dieses Treibhausgases zur Verhinderung der Klimaerwärmung stattfinden kann? Oder ist Biomassenutzung „nur“ eine bessere Ressource zur Streckung der globalen fossilen Energiereserven?

Jedwede Nutzung von Biomasse ist mit Transport- und Umwandlungsprozessen verbunden. Diese erfordern für sich und mit gebildeten Reststoffen Energieanteile aus der Biomasse. Der eigentliche Nutzungsanteil wird dann durch einen definierbaren Wirkungsgradanteil beschrieben, dessen Grenzen häufig genug einseitig und zu kurz gesetzt werden. Thermodynamisch gesehen, spricht man von irreversiblen Vorgängen dabei und wir haben Glück, dass die Sonne am anderen Ende des Kreislaufs mit ihren ungeheuren Energielieferungen diese wieder aufzuheben im Stande ist.

Abgesehen von der Frage, ob die Biomasse vom Volumen her überhaupt in der Lage sein könnte, den Primärenergiebedarf der Menschheit zu decken, sind unter Berücksichtigung von Wirkungsgrad und der Gegenwart von Verbund- und Reststoffen bei solch umfassender Biomassenutzung, globale dynamische CO_2 -Bilanzen aufzustellen, in denen der durch „nutzlose“ Transport- und Umwandlungsprozesse „zusätzlich“ in die Atmosphäre gehende CO_2 -Anteil berücksichtigt wird. Wieviel Biomassewachstum würde zusätzlich benötigt, um dies zu kompensieren, d.h. den CO_2 -Gehalt der Atmosphäre wenigstens stabil zu halten? Welche sonstigen Einflüsse gilt es noch zu berücksichtigen? Welche Nutzung von Biomasse ist unter welchen Perspektiven „günstiger“ als eine andere?

Die Chemie ist als Querschnitts-Wissenschaft zunächst gefordert, das Verständnis für Zusammenhänge herzustellen und einzubringen. Im praktischen Teil des Chemie-Beitrages gibt es zwei Felder. Das erste Feld befasst sich mit dem Biomassewachstum an sich und wie dieses zu beeinflussen ist. Das andere Feld ist die Initiierung und Verbesserung von Prozesstechniken der Biomassenutzung, unter denen erwünschte Reaktionen schneller und vollständiger ablaufen und unerwünschte und Energie verbrauchende Reaktionen zurückgedrängt werden.

Anhand von Übersichten und Beispielen wird im Vortrag der Versuch gemacht, die Problematik mit der Biomassenutzung aufzuzeigen und notwendig-wünschenswerte und nicht-wünschenswerte Folgen aufzuzeigen.

Energiespeicherung – eine Herausforderung für Chemiker

Prof. Dr. Ferdi Schüth

*Max-Planck-Institut für Kohlenforschung
Kaiser-Wilhelm-Platz 1, 45470 Mülheim a.d. Ruhr*

Unsere Energiesysteme stehen vor fundamentalen Veränderungen, die durch den Rückgang fossiler Energiequellen und den Klimawandel und die damit einhergehende verstärkte Nutzung regenerativer Energiequellen ausgelöst werden. Die Speicherung von Energie wird in zukünftigen Energiesystemen eine Schlüsselrolle spielen, und Speicher auf verschiedenen Zeit- und Größenskalen werden dringend benötigt.

Chemische Speicher – inklusive elektrochemischer Systeme wie Batterien – sind physikalischen Verfahren überlegen, weil nur sie die vielfach erforderlichen Speicherdichten erreichen. Im Vortrag werden die Erfordernisse an Speichersysteme vorgestellt und unterschiedliche Systeme sowie ihre Einbindung in zukünftige Energiesysteme diskutiert. Die wesentlichen Entwicklungslinien und die damit einhergehenden Forschungserfordernisse werden ebenfalls angesprochen.

Das Licht der Zukunft

Prof. Dr. Claudia Wickleder

*stellvertretende Vorsitzende der AG Chemie und Energie der GDCh
Anorganische Chemie II, Universität Siegen, Adolf-Reichwein-Straße, 57068 Siegen*

Zur Zeit werden etwa 20% der elektrischen Energie für Beleuchtungszwecke verbraucht. Daher würden effizientere Leuchtmittel einen erheblichen Beitrag zur Energieeinsparung leisten. Aus diesem Grund werden Glühbirnen nach und nach verboten und sollen nach dem Willen der zuständigen EU-Kommission durch Energiesparlampen ersetzt werden. Diese haben jedoch den entscheidenden Nachteil, dass sie, wenn auch in geringer Menge, Quecksilber enthalten und somit umweltschädlich sind. Darüber hinaus ist die Energieeinsparung beim Einsatz von Energiesparlampen begrenzt. Eine viel versprechende Alternative stellen anorganische Leuchtdioden (Light Emitting Diodes, LEDs) dar. Sie sind schon jetzt überaus effizient und liefern bis zu 200 Lumen pro Watt, während die Leistung von Energiesparlampen lediglich 75 Lumen pro Watt und die einer Glühbirne maximal 30 Lumen pro Watt beträgt. Tatsächlich könnten beim Ersatz der Hälfte aller Leuchtmittel weltweit durch die jetzigen LEDs 1,6 Milliarden Tonnen CO₂ eingespart werden, und es ist zu erwarten, dass sich deren Effizienz zukünftig noch extrem steigern lassen wird. Weitere Vorteile von LEDs liegen in der Umweltverträglichkeit und Ungiftigkeit der verwendeten Materialien und in der langen Lebensdauer von gegenwärtig 60.000 Stunden (Glühbirne: maximal 10.000 Stunden), welche ebenfalls zur Energieeinsparung beiträgt. Die gegenwärtig verwendeten Leuchtstoffe sind jedoch verbesserungswürdig hinsichtlich der Farbqualität der Lampen und der Produktion der Leuchtstoffe, welche gegenwärtig noch recht energieintensiv ist. Dazu ist die Verbesserung der verwendeten Materialien und deren Synthese nötig, aber auch die Entwicklung von neuen Leuchtstoffen, welche alle diesen Anforderungen genügen.



Abb. 1: Energieeffiziente Leuchtstoffe für zukünftige LEDs