

Univ.-Prof. i.R. Dr.-Ing. Roland Meyer-Pittroff
Pens. Ordinarius für Energie- und Umwelttechnik
der Lebensmittelindustrie der TU München
Ehrenprofessor der Universitatea Politehnica
Timisoara/Rumänien

c/o Technische Universität München
Competence Pool Weihenstephan
Weihenstephaner Steig 23
D-85350 Freising-Weihenstephan
Tel.: +49(0)8161-713436
Fax.: +49(0)8161-715362
E-Mail: roland.meyer-pittroff@wzw.tum.de
Mobil: +49(0)160-5386660

17. März 2011

Silicon-Fire-Methanolkraftstoff: Speerspitze einer neuen regenerativen Energiewirtschaft

1. Bedarf, Verfügbarkeit und Speicherung von Energie

Energie ist die natürliche Fähigkeit, Veränderungen herbeizuführen: Veränderungen jeglicher Art, z.B. der Temperatur (Stichwort Raumheizung), der räumlichen Lage (Stichworte Transport und Verkehr), des Bewegungszustandes (Stichwort Antriebe), der chemischen Zusammensetzung (Stichworte Werkstoffe), des Aggregatzustandes (Stichworte Schmelzen, Gefrieren, Verdampfen, Trocknen) oder des elektrischen Zustandes (Stichwort Elektronik).

So wundert es nicht, dass mit dem Ansteigen des Lebensstandards in den letzten Jahrzehnten, für viele unmerklich, auch der Energieverbrauch stark angestiegen ist; in Deutschland z.B. pro Einwohner seit 1950 um das Dreifache und das trotz vielfältiger, effektiver Energie-Einsparmaßnahmen.

Trotz großer Förderung der regenerativen Energien in den letzten Jahrzehnten haben in Deutschland im letzten Jahr (2010) die fossilen Brennstoffe Kohle, Öl und Gas immer noch 78 % des Energiebedarfes bestritten, die Kernenergie 11 % und die erneuerbaren Energien nur 9,4 %. Dieser „Energemix“ beflügelt Besorgnisse bezüglich der Versorgungssicherheit bei den Brennstoffen, bezüglich der nuklearen Sicherheit und bezüglich der Umwelt- und Klimaauswirkungen durch das bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe freigesetzte Kohlendioxid.

Große Hoffnungsträger für die Zukunft sind die Wind- und die Sonnenenergie. Die auf die Erdoberfläche einstrahlende Sonnenenergie übertrifft den derzeitigen globalen menschlichen Energiebedarf um das 7000fache.

Das Hauptproblem bei der Nutzung von Wind- und Sonnenenergie ist deren unstabiler Anfall, denn wie bei allen Bedürfnissen kommt es auch beim Energiebedarf darauf an, nicht irgendwann die benötigte Menge zur Verfügung zu haben, sondern dann, wenn man sie braucht.

Z.B. würden bei einer sehr konventionell gebauten 100-m²-Wohnung 10 Quadratmeter Glasfläche, z.B. eines Wintergartens, genügen für die Deckung des Jahresheizbedarfs durch Sonneneinstrahlung. In Wirklichkeit aber wäre es bei dieser Art der Heizung im Sommer viel zu heiß und im Winter viel zu kalt.

Das entscheidende Problem ist die Speicherung der Energie! Die Speicherung der verschiedenen Energiearten (z.B. Lage-, Wärme-, Bewegungs-, Elektroenergie) ist zwar grundsätzlich mit verschiedenen Methoden möglich (z.B. Pumpspeicher-, Wärme-, Schwungrad-, Batteriespeicher), aber sehr teuer und deshalb für große Energiemengen praktisch und wirtschaftlich nur sehr begrenzt möglich.

Eine Ausnahme bildet die Speicherung chemisch gebundener Energie. Chemische Reaktionen verlaufen mit Aufnahme oder Abgabe von Energie, und durch entsprechendes Hintereinanderschalten geeigneter Energie aufnehmender und abgebender Reaktionen lassen sich bezogen auf das Volumen oder das Gewicht von Stoffen die weitaus größten Energiemengen speichern, wenn von der Kernenergie abgesehen wird. Alle fossilen Brennstoffe enthalten im Verlauf von Jahrtausenden chemisch gespeicherte Sonnenenergie, die durch Verbrennen wieder freigesetzt wird.

Der traditionelle Bleiakku, der als Elektrobatterie in unseren Fahrzeugen vorhanden ist, hat als Elektrospeicher für die meisten Anwendungen immer noch das beste Preis-Leistungs-Verhältnis, speichert aber bezogen auf das Gewicht nur etwa ein Vierhundertstel der Energie, die bei der Verbrennung von Benzin oder Heizöl als Wärme freigesetzt wird.

Die Energiespeicherung ist das Hauptproblem der Wind- und Sonnenenergie. Weltweiter derzeitiger Stand der Technik der Nutzung dieser Energien im großen Maßstab ist die Umwandlung in elektrische Energie und deren Einspeisung in das vorhandene elektrische Verbundnetz. Im elektrischen Verbundnetz müssen aber in jedem Augenblick Erzeugung und Verbrauch genau im Gleichgewicht stehen, damit die Netzfrequenz innerhalb der sehr geringen vorgeschriebenen Toleranz konstant bleibt. Das bedeutet, dass für jede Wind- und Solarkraftanlage, die jederzeit ausfallen kann, eine ähnlich große Reserve- und Regelkapazität im Netz vorhanden sein muss, die bisher zum größten Teil aus Wärmekraftwerken besteht, deren Leistung entsprechend angepasst werden kann. Daraus folgt, dass Wind- und Solarkraftanlagen kaum bestehende Kraftwerke ersetzen können, sondern lediglich dort Brennstoff einsparen.

Mit zunehmendem Anteil von Wind- und Solarkraftanlagen im Verbundnetz wachsen die Probleme der Sicherstellung der Netzstabilität ganz beträchtlich, so dass aktuell sehr ernsthaft der Bau neuer, ganz Europa umspannender und für sehr große Übertragungsleistungen ausgelegter Stromtrassen diskutiert wird, mit denen Wind-, Solar- und Wasserkraftstrom, aber auch konventionell erzeugter Strom über ganz Europa verteilt und ausgetauscht und damit auch das Verbundnetz stabilisiert werden kann.

Einerseits stellen sich die Fragen nach der Wirtschaftlichkeit und der generellen Realisierbarkeit solcher neuer, riesiger Stromtrassen, andererseits bleibt die Tatsache, dass wegen der Unstetigkeit von Wind- und Sonnenenergie damit betriebene Kraftwerke kaum andere Erzeugungskapazitäten im Netz überflüssig machen.

Als Konsequenz ist eindringlich die Frage zu stellen, ob es nicht weit bessere, wirtschaftlichere und ökologisch sinnvollere Möglichkeiten der umfassenden Nutzung von Wind- und Sonnenenergie gibt als deren Einpressen in das Korsett des elektrischen Verbundnetzes, wie es bisher propagiert und praktiziert wird, mit den damit verbundenen enormen Problemen und Kosten.

Ausgehend von der Annahme, dass auch in überschaubarer Zukunft alle bisherigen Energiequellen einschließlich der fossilen Brennstoffe zur Deckung der Energiebedürfnisse beitragen werden, wenn auch mit stark vergrößerten Anteilen der regenerativen, sollten zur Stromerzeugung für das elektrische Verbundnetz, das jederzeit den Verbrauchsschwankungen exakt folgen muss, in erster Linie diejenigen zur Verfügung stehenden Energiequellen eingesetzt werden, die eine einfache, Bedarfs gerechte Regelung und eine möglichst lokale, Verbraucher nahe Erzeugung mit geringen Übertragungsverlusten und –kosten ermöglichen, wobei im Fall von Wärmekraftwerken auch eine Abwärmenutzung in Form der rationellen Kraft-Wärme-Kopplung möglich ist. Diese Energiequellen sind Wasserkraft, aber vor allem fossile und biogene Brennstoffe.

Die anzustrebende umfassende Nutzung der un stetigen Wind- und Sonnenenergie sollte für solche Anwendungen prädestiniert sein, bei denen die Unstetigkeit eine untergeordnete Rolle spielt, und das sind insbesondere einfach realisierbare Umwandlungen in chemisch gebundene Energie in Form von gut speicherbaren und transportablen Brenn- und Kraftstoffen.

Der jährliche Verbrauch an Otto- und Diesel-Kraftstoffen liegt z.Z. in Deutschland bei ca. 50 Mio. t. Damit haben diese Kraftstoffe für Fahrzeugantriebe einen Anteil am gesamten Primärenergiebedarf von 16 %, dessen zumindest teilweise Substitution durch regenerative Energien ein sehr lohnendes Ziel ist!

2. Silicon-Fire-Methanol als regenerativer, Klima neutraler und speicherbarer Kraftstoff

Der neue Kraftstoff soll regenerativ und Klima neutral sein, als Flüssigkeit leicht speicherbar und handhabbar sein, gute Kraftstoffeigenschaften haben und wirtschaftliche und ökologische Vorteile bieten gegenüber den derzeit als regenerativ angesehenen Kraftstoffen Bioethanol und Biodiesel.

Alle diese Eigenschaften erfüllt der natürliche Alkohol Methanol CH_3OH (z.B. „Vorlauf“ bei der Trink-Alkoholdestillation), der bisher schon als Kraftstoff bewährt ist für hochbelastete Modell- und Renn-Motoren sowie als Zusatz zum herkömmlichen Benzin und sich als Kraftstoff sehr ähnlich verhält wie Ethanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Die Synthese aus Synthesegasen fossiler Herkunft ist seit Jahrzehnten großtechnischer Stand der Technik (Weltjahresproduktion 40 Mio. t).

Nachteil von Methanol ist der nur halbe Heizwert bezogen auf das Volumen im Vergleich zu Benzin, der durch die Vorteile höhere Klopfestigkeit (Oktanzahl RON = 133 gegenüber 95 von Super Benzin) und größere innere Motorkühlung und dadurch ermöglichte höhere Leistungen und Wirkungsgrade der Motoren zum Teil ausgeglichen wird.

Die Idee, Benzin durch Methanol als Motorkraftstoff zu ersetzen, ist nicht neu. Große entsprechende Regierungsprogramme für fossiles Methanol in USA und Deutschland in den 80er und 90er Jahren des letzten Jahrhunderts mit Tausenden von Versuchsfahrzeugen haben die Machbarkeit eindrucksvoll gezeigt, hatten aber trotzdem keinen dauerhaften Erfolg wegen der grundsätzlichen Ablehnung der Fahrzeug- und Mineralölindustrie.

Neuen wissenschaftlichen Auftrieb erhielt Methanolkraftstoff 2006 durch das Buch „Beyond Oil and Gas: The Methanol Economy“ des Nobelpreisträgers für Chemie George A. Olah. Z.Z. wird in China aus Kohle erzeugtes Methanol im großen Stil als Fahrzeugkraftstoff eingeführt.

Die **Schweizer Silicon Fire AG** hat zusammen mit der **TU München** in den letzten Jahren grundsätzlich neue Verfahrenskombinationen entwickelt, die dem regenerativen **Silicon-Fire-Methanolkraftstoff** gegenüber den anderen als regenerativ angesehenen Bio-Kraftstoffen wesentliche ökonomische und ökologische Vorteile bringen ohne die Nachteile von Ackerflächenbedarf und Nahrungsmittelkonkurrenz.

Energielieferant für den Silicon-Fire-Methanolkraftstoff ist regenerativ hergestellter **Wasserstoff**, der dem Stand der Technik entsprechend mit Hilfe von regenerativer elektrischer Energie durch Elektrolyse von Wasser gewonnen wird. Die Elektrolyse kann sich der Verfügbarkeit der regenerativen Energie vollkommen anpassen, durch sofortige Abschaltbarkeit zur Verbundnetz-Stabilisierung beitragen und sogar zur Frequenzregelung des Netzes dienen.

Parallel entwickelt die Silicon Fire AG Verfahren und Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff aus regenerativ gewonnenem metallischem **Silizium**, das für den Ferntransport regenerativer Energie besondere Vorteile bietet.

Der Kohlenstoff für die Synthese des Methanols wird nicht, wie bei der bisherigen Herstellung, von fossilen Brennstoffen geliefert, sondern von **Kohlendioxid** CO₂, das aus konzentrierten industriellen Quellen gewonnen wird (z.B. Abgase von chemischen Prozessen oder großen Feuerungen, Kalkbrennöfen, CO₂-Abscheidung aus Erdgas), die das CO₂ sonst in die Atmosphäre emittieren würden. Später ist auch das Abtrennen von CO₂ aus der Atmosphärenluft technisch möglich, in der es mit zunehmender Tendenz z.Z. zu 385 ppm (0,0385 Vol.-%) enthalten ist.

Damit ist der Silicon-Fire-Methanolkraftstoff regenerativ und CO₂-neutral.

Die Synthese zu Methanol findet katalytisch in Anlehnung an die klassische Methanolherstellung in Reaktoren statt, z.B. als **Niederdrucksynthese** bei 80 bar und 265 °C.

Silicon Fire AG hat eine entsprechende Pilotanlage errichtet mit einer Produktionskapazität von 50 L pro Tag, die seit Herbst 2010 erfolgreich in Betrieb ist. Auf dieser Grundlage wurde die **Silicon-Fire-Mobilstation** für 1000 Liter pro Tag zur Fertigungsreife entwickelt, deren Serienproduktion geplant ist. Mit modular flexibel aufzubauenden Anlagen, evtl. direkt gekoppelt mit Wind- oder Solarparks, kann der Silicon-Fire-Methanolkraftstoff sehr schnell Markt verfügbar gemacht werden.

Die Herstellkosten von Silicon-Fire-Methanolkraftstoff können drastisch verringert werden, wenn die Forderung nach 100 % regenerativer Herkunft aufgegeben wird, die auch die konkurrierenden Biokraftstoffe bei weitem nicht erfüllen.

Die EU-Richtlinie, die bis Ende 2010 die Zumischung von 5,75 % regenerativen Anteilen (bezogen auf den Heizwert) zu den Otto- und Dieselkraftstoffen innerhalb der EU-25 fordert, sieht für diese regenerativen Anteile nur ein Treibhausminderungspotential gegenüber den fossilen Kraftstoffen von 35 % vor.

Aufbauend auf Forschungsarbeiten der TU München hat die Silicon Fire AG die Synthese von regenerativem Methanol kombiniert mit der klassischen Methanolsynthese, z.B. aus Erdgas, die dadurch besonders vorteilhaft durchgeführt werden kann, dass der bei der Wasserelektrolyse zur Herstellung des Wasserstoffes frei werdende Sauerstoff zur Herstellung von Synthesegas in den Prozess integriert wird.

Mit diesen auch durch Schutzrechtsanmeldungen gesicherten Innovationen ergeben sich in Großanlagen Kosten für den Silicon-Fire-Methanolkraftstoff, die bezogen auf den Heizwert bei weniger als der Hälfte des Preises für deutsches Bioethanol liegen.

Allein um die genannte EU-Richtlinie für Otto-Kraftstoff innerhalb der Europäischen Union durch Zumischung von Silicon-Fire-Methanolkraftstoff zu erfüllen, würden jährlich ca. 14 Mio. t benötigt bzw. sieben Großanlagen mit einer Tagesproduktion von 6000 t.