



a.Univ.-Prof. Dr. Reinhold Priewasser; DI Johann Felber; (Institut für Betriebliche und Regionale Umweltwirtschaft, Johannes Kepler Universität Linz, Tel. ++43 (0)732/2468-8834; e-Mail: reinhold.priewasser@jku.at); Dr. Andrea Kollmann, Dr. Horst Steinmüller; Dr. Robert Tichler, (Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz)

Solarfuels - Klimaneutrale Nicht-Biomasse-Brennstoffe

Solar Fuels als künftige Brennstoffalternative

Der SolarFuel-Prozess ist ein Verfahren, bei dem aus atmosphärischem CO₂ und Wasserstoff, der mittels Wind- oder Solarstrom durch Elektrolyse gewonnen wird, energiereiche Kohlenwasserstoffe „Solar Fuels“ (Methan, Methanol, Syndiesel u.a.) chemisch synthetisiert werden. In einem Projekt an der Johannes Kepler Universität Linz soll dieses Verfahren zur Marktreife gebracht werden. Die vorliegende Studie analysiert die energie- und klimapolitische Relevanz dieses Projekts.

Klimapolitische Relevanz von Solar Fuels

Als klimaentlastende Energiealternativen zu den derzeit nach wie vor versorgungsbestimmenden fossilen Brennstoffen (Versorgungsanteil weltweit rd.80%) stehen derzeit für die Stromerzeugung Wasserkraft, Wind und Solarenergie, für den Wärme- und Mobilitätsbereich hingegen Biomassen als Substitute im Vordergrund. Für beide Versorgungsbereiche zeichnen sich bei fortschreitenden Anteilen dieser erneuerbaren Energieformen, wie sie nicht nur im Bereich der EU sondern auch in den entwicklungs-dynamischen Schwellenländern zu erwarten sind, in mehrerlei Hinsicht größere Probleme ab.

Solarfuels als Energiespeicher bei steigenden Anteilen an Wind- und Solarstrom

So gewinnen im Falle eines steigenden Stromanteiles aus volatilen klimaneutralen Quellen (v.a. aus Wind und Solarenergie) Fragen der Versorgungssicherung eine wachsende Bedeutung. Dies insofern, als in Zeiten eines hohen Wind- oder Solarangebotes Stromüberschüsse auftreten, die zum betreffenden Zeitpunkt auf Strommärkten nicht oder nur zu ungünstigen Preisbedingungen untergebracht werden können, während auf der anderen Seite in angebotsschwachen Phasen Fehlmengen beim Stromangebot einen Versorgungsausgleich notwendig machen. Eine derzeit verfolgte Ausgleichsstrategie sieht – neben Netzausgleichen über unterschiedliche Stromquellen – die Speicherung etwa von Wind- und Solarstrom aus Überschusszeiten im Wege von Pumpspeichern, Druckluftspeichern oder Batterien vor. Da diese Speicherformen entweder sehr teuer oder für großtechnische Anwendungen noch zu wenig ausgereift sind, werden parallel immer wieder auch chemische Stromspeicher ins Spiel gebracht, bisher allerdings mit Fokus auf elektrochemisch gewonnenen Wasserstoff. Eine Alternative dazu bildet die chemische Speicherung von Überschussstrom in Form der oben genannten Solar Fuels.

Im Vergleich zu Wasserstoff brächte die Speicherung von Stromüberschüssen über flüssige Kohlenwasserstoffe aus dem Solar-Fuel-Prozess - und hier vor allem über Methanol - eine Reihe von Vorteilen¹

- *Methanol aus dem Solar-Fuel-Prozess ist ein Folgeprodukt der Synthese aus Wasserstoff und Kohlendioxid und liegt nach dem Syntheseprozess bereits in flüssiger und damit in einer unmittelbar gut speicherbaren Form vor. Wasserstoff hingegen muss für eine Speicherung entweder unter hohem Druck (700 bar) gebracht oder unter hohem Kühlaufwand bei -254 ° Celsius verflüssigt werden.*

¹Vgl. Schlögl, R., Schüth, F. (2004) „Transport- und Speicherformen für Energie“. In: Gruss, P., Schröder, T. (2004) „Endliche Welt – Energie für die Welt von morgen. Trends“, Pictures of the Future. Zeitschrift für Forschung und Innovation der Siemens AG, Ausgabe Frühjahr 2004, S. 261 ff.

- Methanol weist mit 17,9 MJ/Liter eine mehr als doppelt so hohe gravimetrische Energiedichte auf als flüssiger Wasserstoff (8,5 MJ/Liter).
- Methanol ist - anders als Wasserstoff - bei normalen Umgebungstemperaturen sehr gut als Brennstoff zu handhaben und auch dezentral speicherbar.
- Methanol lässt sich wie Wasserstoff in sogenannten DMFC-Brennstoffzellen direktverstromen.
- Methan als primäres Solar-Fuel-Produkt wiederum kann wie Erdgas in vorhandenen Infrastrukturen transportiert und gelagert und schließlich in Gaskraftwerken verstromt werden.

Nicht zuletzt ließen sich durch die einfache Transportierbarkeit von Solar Fuels (mittels Tankschiffen) Wind- und Solarstrom an Off-Grid-Standorten, d.h. in großer Entfernung von Leitungsanbindungen (Weltmeere, Wüstengebiete) energetisch nutzen.

Solarfuels als Alternative zu Biomasse-Kraftstoffen

Die Energieversorgung weltweit ebenso wie in der Europäischen Union wird auch in den nächsten Jahrzehnten zum weitaus überwiegenden Teil auf Brennstoffen beruhen.² Die in Alternativszenarios vielfach genährte Hoffnung, dass die knapper werdenden fossilen Energien im selben Ausmaß durch Energie-Biomasse ersetzt werden können, ist insofern irreführend, als aufgrund der begrenzten Flächenpotentiale schätzungsweise nur rd. 1/3 des derzeitigen globalen Energieverbrauches daraus gedeckt werden könnte.³ Nicht zuletzt aufgrund der bereits erkennbaren Konkurrenz zwischen Energieflächen und den Flächen zur Nahrungsmittelproduktion sowie aus Gründen des globalen Ökosystemschatzes, gilt es für die Zukunft andere, ergänzende erneuerbare Brennstoffalternativen zu erschließen. Solar Fuels bieten sich dabei insofern an, als diese Art der Brennstoffbereitstellung aus atmosphärischem CO₂ und elektrolytisch gewonnenem H₂ keinerlei biologisch produktive Flächen beansprucht und darüber hinaus die Energieerträge je Flächeneinheit weit über jenen der Biomasse-Energieträger liegen. So lässt sich die Energieausbeute von Solar Fuel unter optimalen Standortbedingungen im Falle von Windenergie als Primärenergie mit 21.000.MWh, bei Strom aus PV mit 240 MWh pro Hektar beziffern. Demgegenüber werden bei Biomassen in der Anbaupraxis bestenfalls Energieerträge von 50 bis 60 MWh pro Hektar (Chinaschilf) erzielt.

Sektoral die größten Herausforderungen bei der Substitution fossiler Brennstoffe zeichnen sich für den Kraftstoffbereich ab. Ausgehend von der derzeit nahezu vollständigen Gebundenheit an Erdöl werden flüssige (und gasförmige) Kraftstoffe auch in Zukunft die mit Abstand größte Rolle spielen. Elektrofahrzeuge als Alternative sind derzeit nur für den Pkw-Bereich in Sicht, wo bis zum Jahr 2020 Jahr mit einem Marktanteil im Pkw-Bereich von rund 10% gerechnet wird.⁴

Solar Fuels stellen dabei gerade unter dem Aspekt der Klimaentlastung eine besonders effektive Treibstoffalternative dar. Da die Bereitstellung von Solar-Fuel-Kraftstoffen keinerlei direkte Emissionen an Treibhausgasen verursacht, beträgt hier bei der Substitution von fossilen Kraftstoffen die effektive Klimaentlastung gleichsam 100%. Im Falle von Solar Fuels aus Windstrom liegt diese bei ca. 5.500 Tonnen CO₂, im Falle von PV-Strom als Ursprungsenergie bei 63 Tonnen CO₂ pro Hektar.⁵ In beiden Fällen wird die durch Biokraftstoffe erzielbare Nettoentlastung (2 bis 5 Tonnen CO₂ je Hektar)⁶ weit übertroffen.

² Vgl. *European Science Foundation* (2008) "Harnessing Solar Energy for the Production of Clean Fuels", Science Policy Briefing, Nr. 34., http://www.esf.org/index.php?elD=tx_ccdamdl_file&p%5Bfile%5D=19501&p%5Bdl%5D=1&p%5Bpid%5D=1

³ Vgl. *Morris, C.* (2006) „Zukunftsennergien“, Verlag: Heise, Hannover.), S. 38.

⁴ Vgl. *Kunze, K.* (2009) „Innovationen für neue Märkte: Elektromobilität“, Pictures of the Future. Zeitschrift für Forschung und Innovation der Siemens AG, Ausgabe Frühjahr 2009), o.S.

⁵ 5.500 Tonnen CO₂-Minderung entsprechen einer substituierten Dieselmengende von 2,35 Mio. Liter (2,11 Mio. l Benzin). Die Einsparung von 63 Tonnen CO₂ je ha bei Solar Fuel aus PV-Strom entspricht 24.100 Liter Diesel (26.900 l Benzin).

⁶ Vgl. *Der Sachverständigenrat für Umweltfragen* (2007) „Klimaschutz durch Biomasse. Sondergutachten“. http://www.umweltrat.de/02gutach/download02/sonderg/SG_Biomasse_2007_Hausdruck.pdf (dl: 10. Mai 2009), S. 53.