

Sonnen- und Windtreibstoff tanken

Elektromobile können heute schon mit Strom aus Sonnen- und Windkraftwerken fahren. In Zukunft werden auch andere Fahrzeuge Solar- und Windenergie nutzen können – indem sie diese in Form von Wasserstoff oder Methan tanken. Wie das geht, erfahren Interessierte seit August 2015 am Forschungsinstitut Empa in Dübendorf. Dort entwirft der Future Mobility-Demonstrator die Zukunftsvision einer nachhaltigen Treibstoffversorgung.



In dieser Empa-Halle in Dübendorf (ZH) empfängt der Future Mobility-Demonstrator seit August 2015 Forscherinnen und Forscher sowie die interessierte Öffentlichkeit. Foto: Empa

Dr. Benedikt Vogel, im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE)

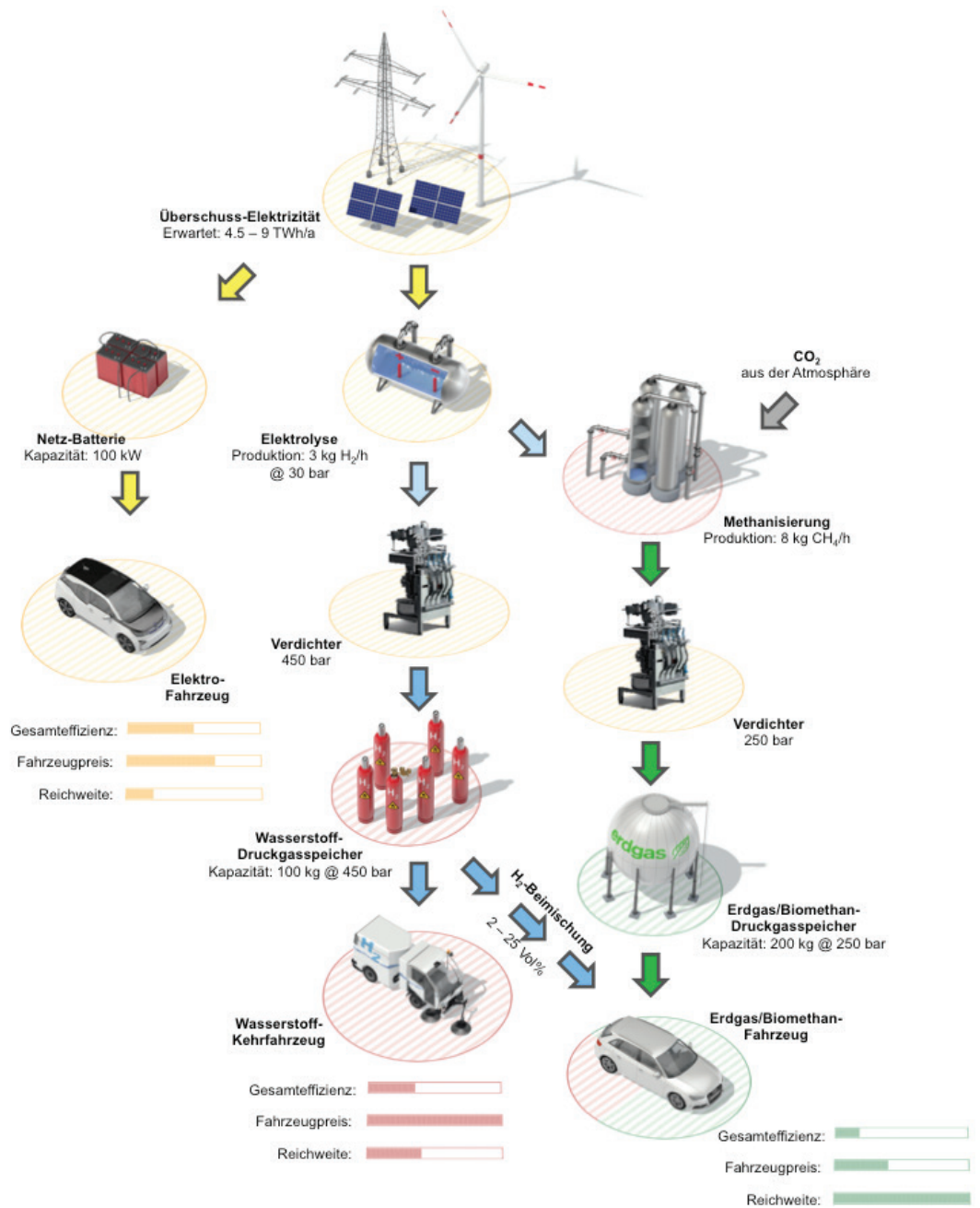
Die Gewinnung von Solarstrom mit Photovoltaikzellen wird in der Schweiz stetig ausgebaut, ebenfalls die Windenergie, wenn auch in deutlich geringerem Umfang. In den nächsten Jahren und Jahrzehnten dürften so erhebliche Produktionskapazitäten für Solar- und Windstrom entstehen. Dieser Strom wird bei sonnigem Wetter und gutem Wind produziert, also nicht unbedingt zu dem Zeitpunkt, wo die Konsumenten Strom brauchen für Kochen, Fernsehen und Waschen. Somit

entsteht mitunter temporär 'überschüssiger' Strom, also Strom, der zum Zeitpunkt der Produktion keine Abnehmer findet. Das Wirtschaftsforschungsbüro Prognos hat 2012 in einer Studie abgeschätzt, im Jahr 2050 würden in den Sommermonaten 4,5 bis 9 TWh temporär 'überschüssiger' Strom anfallen. Das entspricht 8 bis 16 % des aktuellen Schweizer Strombedarfs (2014).

Stromspeicher – ein Schlüsselement der Energiewende

Um diese Strommenge nutzbar zu machen, muss sie gespeichert werden bis zu dem

2 Sonnen- und Windtreibstoff tanken



Der 'Future Mobility-Demonstrator' an der Empa wurde im August 2015 in Betrieb genommen und wird nun schrittweise ausgebaut. Die erste Ausbaustufe will vor Augen führen, wie 'überschüssiger' Solar- und Windstrom in Wasserstoff umgewandelt und für den Antrieb von Brennstofffahrzeugen genutzt werden kann (Mitte). Voraussichtlich ab 2017 wird mit dem Demonstrator synthetisches Methan für gasbetriebene Autos hergestellt (rechts), und ab 2018 auch die direkte Stromversorgung von Elektroautos vertieft untersucht (links). Grafik: Empa

Zeitpunkt, zu dem sie nachgefragt wird. Als Speicher kommen die Pumpspeicherwerke in den Alpen in Frage. Eingesetzt werden zunehmend auch dezentrale Batterien bei den Solarstrom-Produzenten. Einen dritten Weg

beschreiten die Forscher der Empa in Dübendorf. „Wir möchten 'überschüssigen' Strom aus erneuerbarer Produktion gasförmig zwischenspeichern und so für die Mobilität nutzbar machen, die heute noch von fossi-

len Energien wie Benzin und Diesel dominiert wird“, sagt Dr. Brigitte Buchmann, Leiterin des Empa-Departements 'Mobilität, Energie und Umwelt'. „Wir wollen mit unserem Projekt 'Future Mobility' die dafür erforderliche Technik aufbauen, Betriebskonzepte entwickeln und sie einem Praxistest unterziehen“, so Buchmann.

Mit dem 'Future Mobility-Demonstrator' will die Empa zukunftssträchtige Fahrzeug- und Treibstofftechnologien einer breiten Öffentlichkeit vor Augen führen. Seit Mitte August dieses Jahres können interessierte Personen an der Empa eine Tankstelle der Zukunft und die zugehörigen Fahrzeuge besichtigen.

Wasserstoff für Brennstoffzellen-Fahrzeuge

Das eigentliche Herzstück des Future Mobility-Demonstrators ist die Anlage, die aus Sonnenenergie Wasserstoff herstellt: Hierfür wird der Solarstrom in einem Elektrolyseur in Wasserstoff umgewandelt, dann in einer Verdichteranlage auf 450 bar komprimiert und in industriellen Druckgas-Behältern zwischengespeichert. So steht der Wasserstoff (H_2) an der Zapfsäule zur Verfügung und kann dort getankt werden (vgl. Grafik). Der Elektrolyseur hat eine stündliche Produktionskapazität von knapp 3 kg H_2 (entspricht von Energieinhalt 12 l Benzin); angepeilt wird eine jährliche Betriebszeit von 1 000 bis 1 200 h/Jahr. Der Druckgasspeicher hat eine Kapazität von 100 kg. Wasserstoffbetriebene Personenwagen verbrauchen ca. 1 kg H_2 /100 km und kommen mit einer Tankfüllung (ca. 6 kg) rund 600 km weit.

„Unsere Anlage ist ungefähr um einen Faktor 10 bis 20 kleiner als eine Anlage, wie sie uns später für den kommerziellen Einsatz vorschwebt“, sagt Christian Bach, Abteilungsleiter Fahrzeugantriebssysteme bei der Empa. „Der Demonstrator nutzt aber vergleichbare Technologien wie spätere Umsetzungsprojekte, was ihn für unsere Industriepartner interessant macht.“ Der von der Empa eingesetzte Elektrolyseur ist ein Standardprodukt

des US-amerikanischen Herstellers Proton OnSite. Das Spezielle des Future Mobility-Demonstrators liegt denn auch nicht bei den einzelnen Geräten, sondern bei deren Zusammenspiel. „Die Herausforderung liegt nicht in der Beschaffung und dem Zusammenbau der Hardware, sondern im wirtschaftlichen Betrieb solcher Anlagen“, sagt Bach. Um dieses Ziel zu erreichen, muss die Anlage beispielsweise möglichst viele Betriebsstunden erreichen und die Speicher müssen wegen deren hohen Anschaffungskosten möglichst klein gehalten werden. Auch weitergehende Effekte wie die Möglichkeiten zur Stromnetzstabilisierung oder der Verminderung des Netzausbaubedarfs sollen angeschaut werden.

Neben solchen Fragen beschäftigt die Empa auch die Sicherheit: Die Forscher wollen mit dem Demonstrator untersuchen, wie verhindert werden kann, dass Leckgas austritt – selbst bei defekten Tankstutzen an Fahrzeugen. Dies ist eine wichtige Voraussetzung, damit H_2 -Tankstellen in herkömmliche Tankstellen integriert werden können. Dabei wird die Empa mit der Schweizerischen Unfallversicherung SUVA zusammenarbeiten, die in diesem Bereich über viel Erfahrung verfügt und entsprechende Regelwerke erstellt. „Unsere Arbeit stellt Grundlagen bereit für die hierzu notwendigen regulatorischen Massnahmen. Nur wenn H_2 -Tankstellen in bestehende Tankstellen integriert werden können, hat die neue Technologie eine Chance“, prognostiziert Bach.

Synthetisches Methan für gasbetriebene Fahrzeuge

Der Future Mobility-Demonstrator in Dübendorf wird in den kommenden Jahren schrittweise um weitere Elemente ergänzt. So soll der Wasserstoff ab 2016 mit einem zusätzlichen Verdichter nicht nur auf 450 bar, sondern zusätzlich auch auf 900 bar komprimiert werden. Das schafft die Voraussetzung, dass nicht nur Nutzfahrzeuge (Betriebsdruck: 350 bar) mit Wasserstoff betankt werden können, sondern auch Personenwagen (Betriebsdruck: 700 bar).

Ab voraussichtlich 2017 will die Empa dann aus dem Wasserstoff auch Methan für den Betrieb von Gasautos herstellen. Geplant ist, dass der Demonstrator um eine Methanisierungsanlage ergänzt wird, die in Zusammenarbeit mit dem Paul Scherrer Institut in Villigen (AG) realisiert werden soll. Diese wandelt 'überschüssige' Elektrizität zuerst mittels Elektrolyse in Wasserstoff und anschliessend in einem weiteren chemischen Prozess mit CO_2 in synthetisches Methan (CH_4) um, das die gleichen Eigenschaften hat wie Erdgas oder Biomethan aus Biogasanlagen. Synthetisches Methan kann beispielsweise ins Schweizer Erdgasnetz eingespeist, dort in gewissem Umfang gepuffert und zu einem späteren Zeitpunkt für gasbetriebene Autos verwendet werden.

Die Forscher wollen mit dem Demonstrator auch weitere Erfahrungen mit der Beimischung von Wasserstoff zu Erdgas/Biomethan sammeln. Mit der Beimischung von bis zu 10 Energieprozent Wasserstoff lässt sich die Zündwilligkeit von Erdgas oder Biomethan signifikant erhöhen und dadurch – wie die Forscher im Labor bereits gezeigt haben – die energetische Effizienz von Gasautos weiter steigern. Dank der hohen Klopfestigkeit von bis zu 130 Oktan ist Methan als Treibstoff für Verbrennungsmotoren sehr gut geeignet. Allerdings ist Methan deutlich schwieriger zu zünden als Benzin. Die Wasserstoffbeimischung verbessert diesen unerwünschten Effekt. Methan-Wasserstoff-Gemische weisen einen tiefen Kohlenstoffgehalt und sehr gute Zünd- und Verbrennungseigenschaften auf. Dieser Treibstoff würde zudem nur geringfügige Anpassungen an Gasfahrzeugen erfordern.

Eine zweite Fragestellung der Wissenschaftler zur Mischung von Wasserstoff und Erdgas oder Biomethan ist ganz praktischer Natur: Wie kann die Wasserstoffbeimischung an der Zapfsäule exakt gemessen werden? Diese Messung ist wegen der unterschiedlichen Dichte der beiden Gase anspruchsvoll. Im Rahmen des Future Mobility-Projekts plant

die Empa deshalb gemeinsam mit dem Eidgenössischen Institut für Metrologie (Wabern bei Bern) Untersuchungen zur Eichfähigkeit von Wasserstoff-Zapfsäulen.

Elektromobile schnell laden

Ein weiterer Ausbauschritt ist für 2018 geplant. Dann wird der Demonstrator um eine stationäre Elektrobatterie ergänzt, welche den 'überschüssigen' Solar- und Windstrom so lange zwischenspeichert, bis Elektroautos geladen werden. Geplant ist eine Batterie mit einer voraussichtlichen Speicherkapazität von 100 kWh (reicht für das Laden von fünf E-Mobilen mit einer Kapazität von jeweils 20 kWh), kombiniert mit einer Ultraschnell-Ladestation zum Laden von Elektroautos im Bereich von Minuten. Die Forscher wollen mit der Einrichtung beispielsweise die Temperaturentwicklung und damit das Alterungsverhalten in der Fahrzeugbatterie und die energetischen Verluste beim Schnellladen von Fahrzeugbatterien untersuchen.

Batteriespeicher haben einen relativ hohen Wirkungsgrad. Der Nachteil: Sie können Strom nur kurzzeitig speichern (Stunden bis Tage). Während regnerischen Perioden oder im Winter fahren Elektrofahrzeuge deshalb wohl auch in Zukunft immer noch oft mit fossiler Energie. Wird Solar- und Windenergie in wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen-Fahrzeugen genutzt, liegt der Wirkungsgrad tiefer und es braucht eine Verdichtung auf über 350 bzw. über 700 bar, die ebenfalls Energie benötigt. Dafür können solche Fahrzeuge grössere Distanzen zurücklegen und die Speicherzeiten liegen im Bereich von Tagen bis Wochen. Kommt auch noch eine Methanisierungsanlage zum Einsatz, mindert das den Wirkungsgrad zusätzlich. Dafür kann die gespeicherte 'Überschuss'-Elektrizität während des Sommers ins Gasnetz eingespeisen werden, aus dem Gasfahrzeuge dann ihren Kraftstoff beziehen.

„Die Energiewende wird ohne Speichersysteme für Wasserstoff und Methan oder flüssige Kohlenwasserstoffe kaum gelingen“, ist

Empa-Forscher Bach überzeugt. Sollen diese Speicher Verbreitung finden, müssten für Teilsysteme wie die Speicherung – zu Gunsten des Gesamtsystemwirkungsgrads – teilweise auch tiefere Wirkungsgrade in Kauf genommen werden, auch wenn das dem heute weit verbreiteten 'Wirkungsgrad-Denken' widerspreche, meint Bach.

» Einen Bericht zum Projekt finden Sie unter:
<https://www.aramis.admin.ch/Dokument.aspx?DocumentID=3905>

» Zusätzliche Auskünfte erteilt Dr. Stefan Oberholzer, Leiter des BFE-Forschungsprogramms Wasserstoff und Brennstoffzellen: stefan.oberholzer@bfe.admin.ch

» Weitere Fachbeiträge über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellen finden Sie unter dem Link: www.bfe.admin.ch/CT/H2

Empa bietet Führungen an

Am Future Mobility-Demonstrator erforschen Empa-Wissenschaftler die Treibstoffversorgung der Zukunft. Der Demonstrator ist aber nicht nur Forschungslabor, er hat auch die Funktion, die gewonnenen Forschungsergebnisse mit Blick auf praktische Anwendungen zu verwerten. So können Industriepartner hier ihre Entwicklungen praxisnah überprüfen und ihren Lieferanten wie Kunden vorführen. So wird beispielsweise Atlas Copco, der weltgrößte Hersteller von Verdichteranlagen, neue Technologien praxisnah austesten. Der südkoreanische Autohersteller Hyundai plant, eine Pilotflotte von zehn Brennstoffzellen-Fahrzeugen an der Empa zu betanken.

Der Demonstrator wird vom Bundesamt für Energie als Pilot- und Demonstrationsprojekt finanziell mitunterstützt und von diversen weiteren Partnerinstitutionen mitgetragen. Die Anlage soll die Treibstoffversorgung auf der Grundlage erneuerbarer Energien demonstrieren. Die Empa bietet Fachleuten, Schulklassen und weiteren interessierten Personen Führungen durch den Demonstrator an. Auskünfte und Anmeldung: Remigius Nideröst (Remigius.Nideroest@empa.ch).

BFE unterstützt Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturm-Projekte

Der Aufbau des Future Mobility Demonstrators an der Empa gehört zu den Pilot- und Demonstrationsprojekten, mit denen das Bundesamt für Energie (BFE) die sparsame und rationelle Energieverwendung fördert und die Nutzung erneuerbarer Energien vorantreibt. Darüber hinaus hat das BFE eine Reihe von Leuchtturmprojekten bezeichnet, die sich ebenfalls an den Zielsetzungen der Energiestrategie 2050 orientieren. Das BFE fördert Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte mit 40% der anrechenbaren Kosten. Gesuche können jederzeit eingereicht werden.

www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration
www.bfe.admin.ch/leuchtturmprogramm

Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH- 3063 Ittigen, Postadresse: CH-3003 Bern
Telefon +41 (0)58 462 56 11, Fax +41 (0)58 463 25 00
cleantech@bfe.admin.ch, www.bfe.admin.ch