

Bruno Knellwolf

Was hat die Wunderkerze am Christbaum mit der Energiewende zu tun? Einiges, wie sich gleich zeigen wird. Doch zuerst zum Problem, nachher zur Lösung. Die Umstellung auf erneuerbare Energie funktioniert nur, wenn die Energiespeicherung im grossen Stil möglich wird.

Zwar eignen sich Akkus als kurzzeitige Speicher für den Betrieb von Smartphones oder Elektroautos, aber nicht, um den Winter-Energieverbrauch eines ganzen Landes abzudecken. Dafür braucht es Speicher, die sehr viel mehr Energie aufnehmen können und dabei geringe Kapitalkosten aufweisen.

Möglich ist das mit Metal Fuels. Das sind erneuerbare metallische Brennstoffe. Die seien der Schlüssel zum letzten Teil der Energiewende, erklärten Forscher aus drei Kontinenten kürzlich an einem Symposium in Rapperswil. Energie in Metall speichern, wie soll das gehen? «Wir lösen einen chemischen Prozess aus, welcher die Energie speichert», sagt Michel Haller, Forschungsleiter am Institut für Solartechnik (SPF) an der Ostschweizer Fachhochschule in Rapperswil.

Das Prinzip funktioniert wie folgt: In die Metallproduktion wird extrem viel Energie reingesteckt, um aus Metalloxiden den Sauerstoff (Oxid) zu entfernen und Reinmetall zu machen. Das heisst, wenn zum Beispiel Eisenerze zu Eisen reduziert werden, ist im reduzierten Eisen viel Energie gespeichert. Diese Energie im Metall kann durch Oxidation wieder freigelassen und genutzt werden. Zum Beispiel über eine Verbrennung: so wie wenn man am Weihnachtsbaum eine Wunderkerze anzündet. Die Eisenspäne verbrennen, werden heiss und leuchten. In den Eisenspänen ist Energie gespeichert, die sich nun zu unserem Entzücken verbreitet.

Das Prinzip macht man sich auch bei der Raumfahrt zunutze. «Bei Raketentriebwerken wird Aluminiumpulver beige-



und Wärme zu produzieren. Will man die im Metall gespeicherte Energie zurück, oxidiert man das Metall

wieder. Das entstehende Metalloxid kann dann wieder zurücktransportiert und zu neuem Metall-Energieträger aufbereitet werden.

Energiegeladene Metalle lassen sich sehr lange lagern

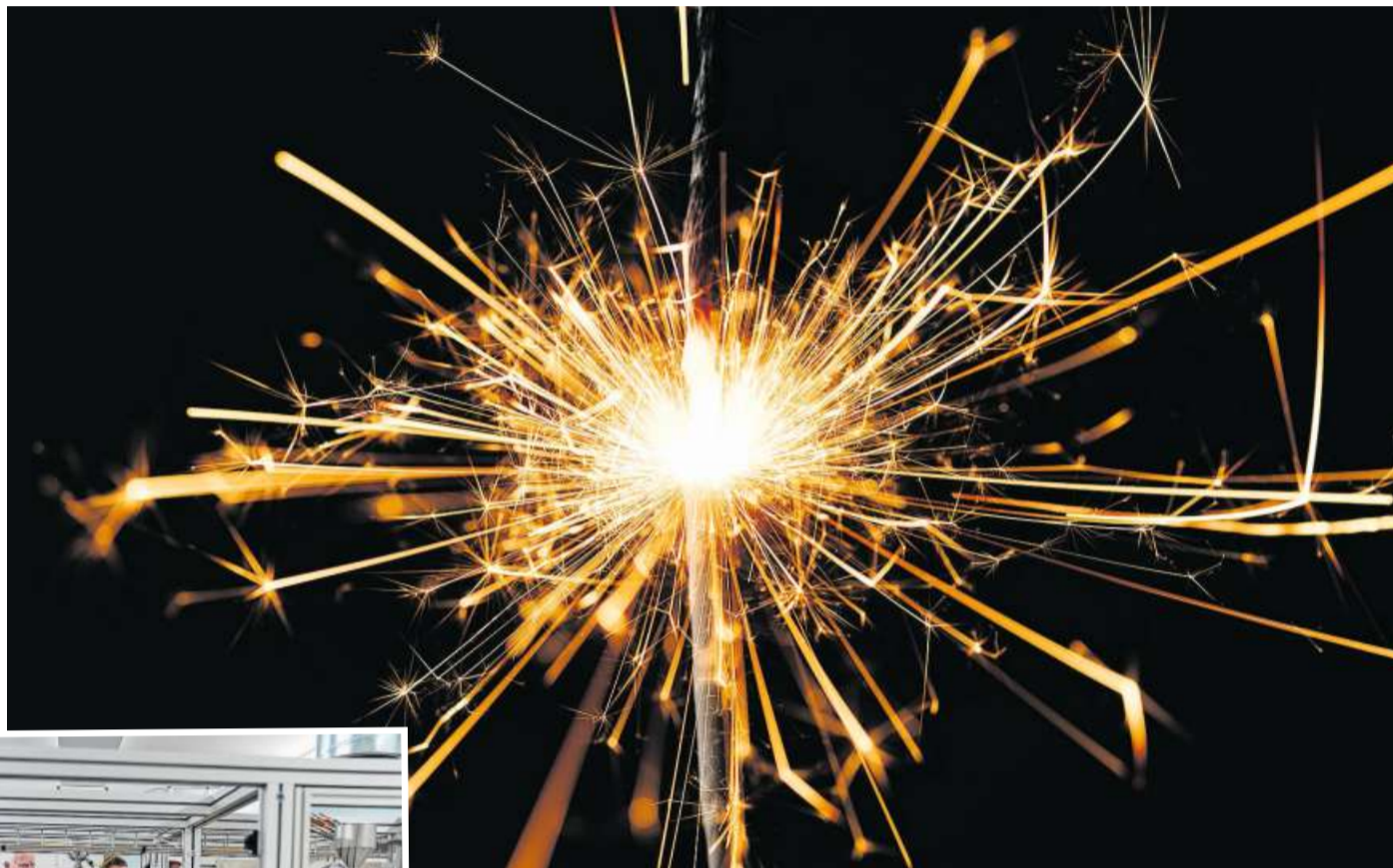
Forscher weltweit sehen Metalle wie Aluminium und Eisen als ideale Lösung, weil sie sich praktisch unendlich lange lagern lassen, einfach und sicher transportierbar sind und bei der Produktion riesige Mengen Energie in wenig Volumen auf-

mischt, das gibt mehr Schub und führt zu den leistungsstärksten Raketen, welche die Nasa ins Weltall schickt», sagt der SPF-Forschungsleiter.

Diesen chemischen Prozess machen sich die Metal-Fuels-Forscher zunutze. Um Energie einzuspeichern, nehmen sie Metalloxide den Sauerstoff weg. Es entsteht ein Reinmetall, das man als Energiespeicher lagern und transportieren kann, zum Beispiel zum Einsatzort in Gebäuden, Fabriken oder Fernwärmezentralen, um dort Strom

Speicherung wie in einer Wunderkerze

Metalle geben mittels chemischer Prozesse gespeicherte Energie wieder frei. Solche «Metal Fuels» könnten bald die Winterenergie-Lücke überbrücken.



In der Wunderkerze steckt viel Energie, die beim Abbrennen frei wird – das ist auch das Prinzip der Pilotanlage «Alu-to-Energy» in Rapperswil. Bilder: Getty/OST

nehmen. Allerdings nicht verlustfrei, weil die saisonale Speicherung immer Energieverluste beinhaltet.

Für die Nutzung von Metal Fuels gibt es verschiedene Anwendungen. Haller spricht von zwei wichtigen Varianten: In Deutschland wird vor allem Eisenpulver verbrannt und damit oxidiert. Mit dieser Eisenpulver-Variante sollen in Zukunft bestehende Kohlekraftwerke ersetzt werden, indem dort der Kohlestaubbrenner durch einen Eisenstaubbrenner ersetzt wird. Danach wird das entstandene Eisenoxid mit grünem Wasserstoff reduziert. Somit wäre ein solches Backup-Kraftwerk CO₂-neutral.

Der Ansatz am Institut für Solartechnik in Rapperswil ist ein anderer: In der Pilotanlage «Alu-to-Energy» lässt man Aluminiumkörner in wässriger Lösung oxidieren. Dabei entstehen Aluminiumhydroxid und Wasserstoff sowie Wärme. «Den Wasserstoff nutzen wir in Brennstoffzellen und machen daraus Strom, die Wärme wird direkt für die Gebäudeheizung und Warmwasser eingesetzt», sagt Haller.

Steht ein solcher Speicher in einem Mehrfamilienhaus, holt der Produzent einmal im Jahr das entladene, oxidierte Aluminium ab und macht in einer Produktionsanlage neues Aluminium. «Wir zielen dabei vor al-

lem auf grössere Gebäude, Mehrfamilienhäuser, industrielle Prozesse und Fernwärme.»

Der Prototyp in Rapperswil hat 4 Kilowatt Leistung, davon wird 1 Kilowatt zur Stromerzeugung genutzt, 3 KW für Wärme. Die Laboranlage ist etwa zwei auf vier Meter gross, wenn sie irgendwann in Gebäuden eingesetzt wird, sollen ihre Ausmasse auf ein Viertel davon schrumpfen.

Solche chemischen Verbindungen aus Oxidations- und Reduktionsprozessen sind die energiereichsten, viel energiereicher als thermische Verbindungen zum Beispiel in Wärmespeichern oder in Natronlauge, die auch für Langzeitspeicherung verwendet wird. «In einem Kubikmeter Aluminium speichern wir 15 MWh Energie. Dafür müsste ein Wasserspeicher 150 m³ gross sein, einer mit Natronlauge 50 m³», sagt Haller.

Metal Fuels erstellen, wo die Sonne immer scheint

Gespeichert werden kann damit nicht nur überschüssiger Sommerstrom von den Schweizer Solardächern. Die Anlagen zur Einspeicherung nur im Sommer laufen zu lassen, sei vermutlich nicht wirtschaftlich. Berechnungen zeigten, dass es voraussichtlich günstiger sei, die Metal Fuels im Ausland zu produzieren, wo die Sonne über das ganze Jahr scheint oder das ganze Jahr Wasserkraft oder Geothermie zur Verfügung steht.

Die Nachfrage nach ihrem Metal-Fuels-Speicher sei gross, auch wenn man die Kosten noch nicht genau beziffern könne. «Aber es wird sicher noch zwei, drei Jahre dauern bis zur Marktreife», sagt Haller.

Haller wie auch die weltweit angereisten Metal-Fuels-Forscher sehen diese Speicherung als Gamechanger in der Energiewende. In der Schweiz werden 2050 nach den Berechnungen der Energiestrategie im Winter noch 10 Terawattstunden (TWh) Strom benötigt. Für die Schliessung dieser Winterenergie-Lücke werde ihre Methode einen substanziellen Anteil liefern. «Mit Aluminium als Speicher könnten wir die Hälfte der Winterlücke reduzieren», sagt Michel Haller.