

SPF: Taugt Aluminium – mit einer doppelt so hohen Speicherdichte wie Erdöl – als Saisonspeicher für Wärme und Strom?

<https://www.ee-news.ch/de/erneuerbare/article/39460/spf-taugt-aluminium-mit-einer-doppelt-so-hohen-speicherdichte-wie-erdol-als-saisonspeicher-fur-warme-und-strom> 27. Sep 2018

Günstige, effiziente und langlebige saisonale Energiespeicher würden unsere Energieversorgung mit erneuerbaren Energien beflügeln. Nun forscht das Institut für Solartechnik SPF im Bereich saisonaler „Aluminiumspeicher“ für Solarenergie. Sie sollen Ein- und Mehrfamilienhäuser im Winter sowohl mit Heizwärme als auch mit Strom versorgen.

Der hohe Energiebedarf für die Produktion von Aluminium wird meist als Nachteil betrachtet. Wenn man jedoch, wie die Forscherinnen und Forscher des SPF Institut für Solartechnik an der HSR, Aluminium als Speichermedium für Solarenergie betrachtet, wird dieser vermeintliche Nachteil zu einem Vorteil: Kann die zur Herstellung von Aluminium benötigte Energie danach auch wieder frei gesetzt werden, so entspricht dies einem Energiespeicher. Tatsächlich kann die im Aluminium gebundene chemische Energie mithilfe einer Hydrolyse-Reaktion mit einem hohen Wirkungsgrad wieder entzogen werden. Dabei entstehen grosse Mengen an Wärme sowie Wasserstoff. Die Wärme kann direkt genutzt werden, während der frei werdende Wasserstoff mittels einer Brennstoffzelle für die Produktion von Strom eingesetzt werden kann. Diese elektrische Energie deckt dann im Winter den Haushaltsstrombedarf, und kann über eine Wärmepumpe auch wieder zur Erzeugung von Wärme genutzt werden.

„Wir rechnen mit Strom- und Wärmekosten von 20 Rappen die Kilowattstunde im Winter“

Ein Gespräch mit Dr. Michel Haller, Forschungsleiter am SPF Institut für Solartechnik der HSR.

Das SPF scheint mit dem Aluminiumspeicher das Ei das Kolumbus entdeckt zu haben: ein Saisonspeicher für Wärme und Strom. Warum ist noch niemand darauf gestossen?

Aluminium weist eine hohe chemische Speicherdichte auf. Wir sind nicht die ersten die das festgestellt haben. Bis heute hat man sich in der Forschung jedoch meist auf Stromspeicher konzentriert oder auf die Mobilität. Aluminium hat bereits Verwendung gefunden in Raketenantrieben und wurde schon für den Antrieb von Schiffen und U-Booten diskutiert.

Wir fokussieren auf Wärme und Strom. Die Herstellung von Aluminium braucht ja sehr viel Energie. Wenn wir diese Energie im Sommer mit Photovoltaikstrom bereit stellen, und aus dem Aluminium im Winter wieder Energie herausholen, dann ist Aluminium ein chemischer Energiespeicher. Wenn wir dann das entstehende oxidierte Aluminium wieder zu Reinaluminium aufarbeiten, dann schliessen wir auch den Materialkreislauf und die Anwendung wird ökologisch sinnvoll.

Aber warum kommt gerade das SPF auf Aluminium?

Wir sind wohl das erste Forschungsinstitut, das sich nicht am grossen Anteil Wärme, der bei der Umsetzung von Aluminium zu Energie anfällt, stört. Das liegt daran, dass wir aus dem Wärmesektor kommen. Und im Bereich Wärme haben wir ja auch das grösste Problem: Im Sommer haben wir zu viel Solarenergie, und im Winter haben wir einen sehr ausgeprägten Wärme- und einen viel weniger deutlichen Strommangel. Wir können zwar das Wasser in den Speicherseen für den Winter aufsparen, aber Pumpspeicherwerke helfen für die saisonale Speicherung von Solarstrom nicht. Dazu müssten die Becken am Fusse des Wasserkraftwerkes

gleich gross sein wie der eigentliche Speichersee am oberen Ende, was wohl kaum zur Debatte steht.

Wie soll die Speicherung von Wärme mit Aluminium konkret ablaufen?

Wir möchten im Sommer mit Photovoltaikstrom Aluminium in einer gut transportierbaren Form produzieren. Zum Beispiel als eine Art Pellets. Im Winter würden diese dann dezentral in einem Gerät, das nicht grösser wäre als eine Waschmaschine, oxidiert. Dabei entsteht Wärme in Form von Aluminiumhydroxid und Wasserstoff. Die Wärme nutzen wir zum Heizen und den Wasserstoff wandeln wir in einer Brennstoffzelle in Strom um. Auch dabei entsteht noch ein Teil Wärme, den wir nutzen können.

Entsteht dadurch nicht ein Sicherheitsproblem mit dem Wasserstoff?

In Japan, aber auch in Deutschland, gibt es bereits viele Brennstoffzellenheizungen. Wasserstoff wird erst zum Problem, wenn er gelagert wird. Da wir mit kleinen Mengen arbeiten, die immer sofort über die Brennstoffzelle in Strom umgewandelt werden, weisen diese Anlagen kein Sicherheitsproblem auf.

Also bewegen Sie sich weg von der Solarthermie?

Nein, das tun wir nicht. Wir haben jedoch für die saisonale Wärmespeicherung eine vielversprechende Alternative gefunden zu rein thermischen Systemen. Heute ist Photovoltaik nicht mehr unbedingt teurer als Solarwärme. Es macht also Sinn, in Zeiten von Solarstromüberschüssen, d.h. vor allem im Sommer, Aluminiumgranulat zu produzieren und dieses im Winter chemisch in Wärme und Strom umzuwandeln.

Inwieweit glauben Sie daran, dass die Forschung dazu führt, dass ein marktaugliches Produkt entwickelt werden kann?

Ich bin davon überzeugt, dass unser Konzept für die saisonale Speicherung überall da Sinn machen wird, wo wir im Winter mehr Bedarf an Wärme als an elektrischer Energie haben. Hier ergänzen wir mit dieser Technik die Power-to-Gas und Power-to-Methan Anwendungen, die an der HSR vom Institut für Energietechnik entwickelt werden, und ihre Stärken vor allem im Transport- und Kraftwerkbereich haben.

Und das Aluminiumgranulat soll recycelt werden?

Genau, nach der Umwandlung in Energie bleibt Aluminiumhydroxid oder Aluminiumoxid übrig. Um dieses Material wieder in Reinaluminium umzuwandeln braucht es metallurgische Prozesse welche bei Temperaturen von 900 bis 1000 Grad Celsius stattfinden. Das Material müsste hierfür in eine Zentrale transportiert werden für die Aufbereitung im Sommer. Der Dienstleister, der diese Aufgabe übernimmt, versorgt dann die Gebäude wieder mit Reinaluminium, so wie heute die Heizölhändler Heizöl oder auch Holzpellets liefern. Wir haben schon Gespräche mit EVUs geführt, die an unserem Konzept sehr interessiert sind.

Wie sieht der Zeithorizont aus?

Wir schätzen, dass wir in 5 bis 10 Jahren Anlagen mit diesem Konzept im Feld bauen können. Vorher brauchen wir diese auch noch nicht, weil wir bis dahin noch zu wenig Solarstromüberschüsse im Netz haben. Wenn wir jedoch die Technik zur saisonalen Energiespeicherung nicht bereit haben werden, dann wird auch der Photovoltaikausbau früher an seine Grenzen stossen. Wir können also mit diesen Techniken das Potenzial der Solarenergienutzung beträchtlich erweitern.

Gibt es bereits Annahmen über die Kosten pro Kilowattstunde Strom und Wärme?

Wir haben es einmal durchgerechnet, nicht auf die Technik selber bezogen, sondern bezogen auf die gesamten Strom- und Wärmekosten eines Mehrfamilienhauses, und sind bei einem Endkundenpreis von 20 Rappen pro Kilowattstunde im Jahr 2030 gelandet. Wir wären beim Strom

bereits unter Annahme heutiger Strompreise kompetitiv, und auch die Wärmegestehungskosten von Heizöl und Erdgas können wir voraussichtlich unterbieten, wenn man die gesamten Installations- und Betriebskosten mitrechnet.

Die Zahlen und der Zeithorizont sind jedoch mit Vorsicht zu geniessen, da es noch viele Unsicherheiten gibt. Im Vorfeld ist immer schwer absehbar, ob die technischen Probleme einfach zu lösen sind oder ob es dabei zu Verzögerungen kommt oder nur zu Lösungen welche kostspielig sind. Ich bin aber sehr zuversichtlich, dass es uns gelingen wird, anstehende Hindernisse zu überwinden!

So gross wie eine Waschmaschine

Die Forschenden der HSR haben berechnet, dass ein Aluminiumspeicher mit deutlich weniger als einem halben Kubikmeter Raumvolumen – also etwa so gross wie eine Waschmaschine - reichen würde, um ein Einfamilienhaus nach heutigem Baustandard und Energiebedarf über einen Winter hindurch sowohl mit Strom als auch mit Wärme zu versorgen. Das „Abfallprodukt“, das beim Entziehen der Energie aus dem Aluminium übrig bleibt, ist Aluminiumhydroxid. Dieses kann gesammelt und anschliessend in Zusammenarbeit mit regionalen Energieversorgern für die Speicherung von neuer Energie mittels Schmelzflusselektrolyse wieder in Aluminium umgewandelt werden. Statt also jedes Jahr tausende Liter Heizöl in den Keller zu pumpen, würde künftig eine „Waschmaschinen-Ladung“ voll Aluminium als „Brennstoff“ ausreichen.

Unglaublich energie- und platzeffizient

Bei der Herstellung von Aluminium werden grosse Mengen an elektrischer Energie benötigt, um in Schmelzflusselektrolysen aus Aluminiumoxid das reine Metall zu gewinnen. Diesen Nachteil verwandeln nun die Forscher an der HSR in einen Vorteil, denn ein grosser Teil dieser Energie kann bei der Hydrolyse von Aluminium wieder in Form von Wärme und Wasserstoff zurückgewonnen werden. Auf diese Weise eingesetzt erweist sich Aluminium als Energiespeicher mit ausserordentlich hoher Speicherdichte. Mit 8 kWh/kg liegt die Energieausbeute gewichtsbezogen zwar leicht unterhalb derjenigen von Erdöl. Entscheidend für die saisonale Speicherung ist jedoch weniger das Gewicht als das benötigte Raumvolumen. Hier zeigt sich, dass Aluminium mit über 20 kWh/m³ die Speicherdichte von Erdöl sogar um Faktor zwei überbietet.

Die Forscher der HSR haben berechnet, dass ein Aluminiumspeicher mit deutlich weniger als einem halben Kubikmeter Raumvolumen reichen würde, um ein Einfamilienhaus nach heutigem Baustandard und Energiebedarf über einen Winter sowohl mit Strom als auch mit Wärme zu versorgen.

Zu bewältigende Hürden

Bis zum Einsatz in der Praxis gibt es noch einige Hürden zu überwinden. Untersucht wird nicht nur die Umwandlung von Aluminium in Wasserstoff und Wärme sowie die Verwertung des Wasserstoffs in einer Brennstoffzelle, sondern auch die Rückwandlung der dabei entstehenden Produkte in reines Aluminium mittels Schmelzfluss-Elektrolyse. Hier ist entscheidend, dass in diesem Schritt nicht, wie in der Aluminiumproduktion heute üblich, mit Kohlenstoff-Anoden gearbeitet wird, welche dabei zu Kohlendioxid umgesetzt werden. Sonst würde dieser Prozessschritt selbst dann noch zur Klimaerwärmung beitragen, wenn der in der Schmelzflusselektrolyse eingesetzte Strom aus erneuerbaren Quellen stammt.

©Text: Anita Niederhäusern, leitende Redaktorin und Herausgeberin ee-news.ch mit der Unterstützung des [SPF Institut für Solartechnik der HSR](#).