Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 91 (1999)
Heft: 9-10

Artikel: Brennstoff aus Sonnenenergie und Wasser
Autor: Larcher, Marie-Therese
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-940076

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

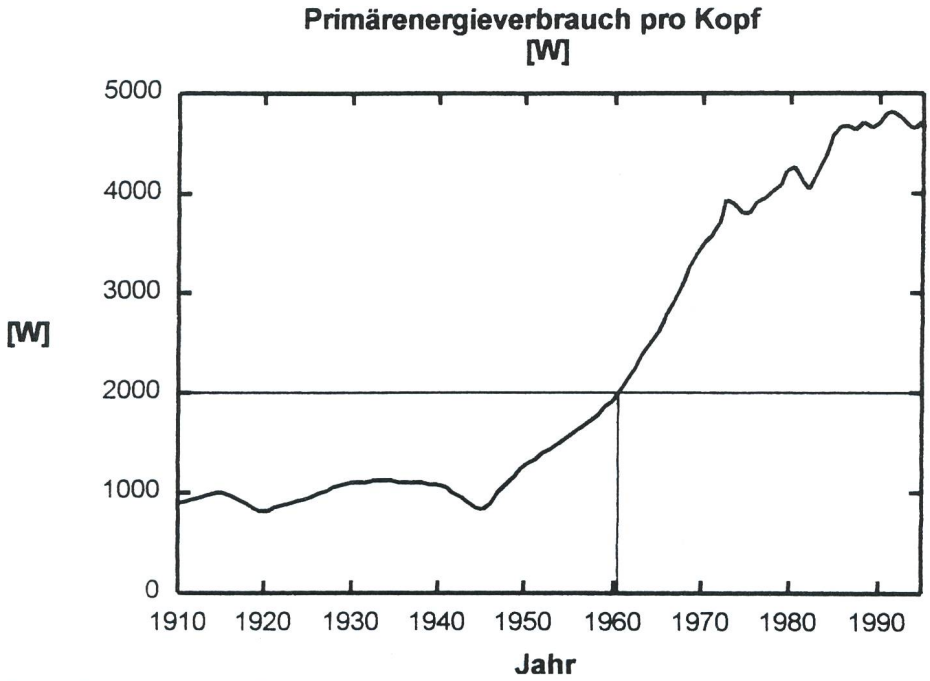

Bild 1. Entwicklung des Schweizer Primärenergieverbrauches.

sollen die Verluste beim Übergang von der Primär- zur Nutzenergie von heute 57 % auf 40% gesenkt und zweitens durch neue Technologien der Bedarf an Nutzenergie halbiert werden. Die Kombination dieser Massnahmen erlaubt es, den Primärenergiebedarf insgesamt um den Faktor 3 zu reduzieren.

Es gibt kaum Zweifel darüber, dass die Erreichung dieses Zieles technisch möglich wäre. Schliesslich war die Schweiz noch vor 40 Jahren eine 2000-Watt-Gesellschaft, obschon damals die rationelle Nutzung der Energie noch kein Thema war (Bild 1). Tatsächlich gibt es heute im Schweizer Energieverbrauch zwei grosse Bereiche: Rund die Hälfte der Primärenergie wird zur Erreichung einer dem Menschen angenehmen Raumtemperatur benötigt (Heizen und Kühlen). Zwar ist hier – mit Ausnahme der Verwendung von elektrischem Strom aus thermischen Kraftwerken – der Wirkungsgrad, d.h. der Übergang von der Primär- zur Nutzenergie, bereits recht gut. Dafür lässt sich durch bessere Wärmedämmung der Nutzenergiebedarf im Prinzip um den Faktor 2 bis 3 senken, insbesondere bei neuen Gebäuden. Der zweite wichtige Sektor betrifft die Mobilität von Menschen und Gütern. Hier findet man ein gewaltiges Reduktionspotential sowohl bei der Höhe des Nutzenergiebedarfs als auch beim Wirkungsgrad. Schliesslich wird sich die Gesellschaft vollständig neue Mobilitätskonzepte überlegen müssen.

Die Einführung einer 2000-Watt-Gesellschaft hängt somit weniger von technischen Randbedingungen ab (obschon auch hier noch wichtige Innovationen anstehen), sondern mehr von ökonomischen, politischen und sozialen Faktoren. Daher stellt die kleine, reiche, politisch überschaubare Schweiz das ideale Pionierland für die Umsetzung dieser Vision dar. Selbstverständlich würde die Schweiz nicht während Jahrzehnten allein bleiben auf ihrem Weg zur nachhaltigen Energiezukunft – genausowenig sie lange allein blieb mit der Einführung phosphatfreier Waschmittel oder des Katalysators beim Auto. Wichtig ist, dass sich ein Land konkret in diese Richtung in Bewegung setzt und nicht in jener typischen Pattsituation verharrt, in der alle auf das gute Beispiel der Nachbarn warten.

Adresse des Verfassers
Prof. Dr. *Dieter M. Imboden,* Projektleiter der «Strategie Nachhaltigkeit» im ETH-Bereich, EAWAG, CH-8600 Dübendorf.

Brennstoff aus Sonnenenergie und Wasser

Marie-Therese Larcher

Zusammenfassung
Am Paul-Scherrer-Institut (PSI) in Villigen wird seit einigen Jahren nach Verfahren gesucht, um mit Hilfe von Sonnenenergie einen gut lagerbaren und transportierbaren Brennstoff zu gewinnen. Vielversprechende Resultate wurden mit einem neuen Rezept erreicht, indem Zinkoxid in einem solarchemischen Prozess unter Zufügung von Erdgas zum wiederverwendbaren Brennstoff Zink reduziert wird. Gleichzeitig entsteht Synthesegas, das der Herstellung von Methanol dienen kann. Dabei geht es um Grundlagenforschung zur Entwicklung von Sonnenenergie-Technologien, die in fünf bis 15 Jahren den Bedarf an fossilen Energieträgern reduzieren.

Die Produktion von Metallen und Synthesegas verschlingt einen grossen Teil der Hochtemperatur-Prozesswärme und ist auch verantwortlich für gegen 10 % der weltweit von den Menschen erzeugten CO_2-Emissionen in die Atmosphäre. Die in der Natur vorkommenden Metallerze werden industriell entweder mittels Elektrolyse (z.B. Aluminium) oder thermochemisch (z.B. Hochöfen für die Eisenproduktion) gewonnen.

Am PSI arbeiten Forschende an der Entwicklung von Verfahren, um die CO_2-Emissionen wesentlich zu verringern, indem die Reduktion der Metallerze mit der Umformung von Erdgas verbunden wird, wobei die fossilen Brennstoffe durch die Sonnenenergie als Quelle der Prozesswärme ersetzt werden.

Zink, ein zukunftsträchtiges Metall

Die bei der Reduktion von Erz entstehenden Metalle können einerseits als Brennstoffe bei Verbrennungsprozessen Hochtemperaturwärme liefern oder in Brennstoffzellen bzw. Batterien Strom erzeugen; andererseits reagieren diese Metalle mit Wasser und können zur Herstellung von Wasserstoff sowie anderen Brennstoffen dienen. Ein derart vielfältig verwendbares Metall ist Zink, dem man in letzter Zeit am PSI besondere Beachtung schenkt.

Bisher konzentrierte sich die Forschung für die Produktion der Metalle entweder auf einen elektrolytischen oder auf einen carbothermischen Prozess (d.h. einen Prozess, bei dem Kohlestoff in irgendeiner Form benötigt wird).

Bild 1. Solarofen des PSI.

Am PSI verfolgt man nun einen solarchemischen Prozess. Zink ist in der Natur in grosser Quantität in Verbindung mit Schwefel (Sulfit) im Boden vorhanden. Es kann leicht zu Zinkoxid (ZnO) geröstet werden. Das Zinkoxid muss darin unter erheblichem Energieeinsatz zu Zink reduziert werden. Rund die Hälfte des heutigen Zinkpreises verursacht die Energie. In dem Masse wie fossile Energieträger teurer werden, würde auch die Zinkproduktion mit Hilfe der Sonnenenergie eine attraktive Alternative.

Die jährlich produzierten rund 7 Millionen Tonnen Zink finden zur Hälfte Verwendung zum Schutz von Eisen gegen die Verrostung, aber auch für Spritzgussverfahren, als Bestandteil von Messing sowie in der Nahrungsmittel- und Pharma-Industrie. Der Bedarf an Zink wird voraussichtlich steigen, weil Zinkpulver zunehmend Verwendung findet als Elektrodenmaterial für Zink/Luft-Batterien (vor allem auch für Elektroautos) und weil es sich auch für Brennstoffzellen eignet.

Ein zweistufiges Verfahren

Der Solarofen des PSI, der eine Maximalkonzentration von über 5000 Sonnen erreicht, wird als solarchemischer Hochtemperatur-Reaktor eingesetzt. Die Sonne bringt die nötige Prozesswärme, wenn Erdgas auf das Zinkoxid trifft und dieses zu Zink reduziert, während gleichzeitig Synthesegas entsteht. Das Erdgas verbrennt nicht, sondern dient nur als Reduktionsmittel für das Zinkoxid. Bei dieser Reaktion entsteht neben Zink auch Synthesegas ($CO+2H_2$), das in der organischen Chemie breite Anwendung findet, vor allem auch bei der Herstellung von Methanol, das als vielversprechender Ersatz für Benzin als Fahrzeugtreibstoff gilt.

In einem zweiten Schritt kann mit dem Zink entweder Wasser gespalten und Wasserstoff produziert werden oder Zink wird in einer Zink/Luft-Brennstoffzelle oder -Batterie zur Erzeugung von elektrischer Energie verwendet. In beiden Fällen ist das Produkt Zinkoxid, das wieder in den solaren Kreislauf zurückgeführt werden kann.

Dieser Prozess bringt dreifache Vorteile: Der Energiewert des Ausgangsmaterials kann um 39 % erhöht werden. Die CO_2-Emissionen werden im Vergleich zum traditionellen Zink-Schmelzprozess um bis zu 78 % vermindert. Dazu kommt, dass aufgrund von neuesten Schätzungen die solarthermische Produktion von Zink und Synthesegas konkurrenzfähig ist mit anderen Technologien (z.B. Photovoltaik und Elektrolyse) – und unter idealen Bedingungen auch konkurrenzfähig wäre mit konventionellen, auf fossilen Energieträgern basierenden Verfahren, sogar ohne staatliche Subventionierung oder Gutschriften für Vermeidung von Emissionen.

Erfolgreiche Tests

Das am PSI entwickelte Verfahren wurde kürzlich mit einem 5-kW-Reaktor am Hochtemperatur-Solarofen des PSI getestet. Dazu werden in einem Reaktor Zinkoxid und Erdgas direkt der solaren Strahlung bei Temperaturen von über 1300 K ausgesetzt und dann schockartig abgekühlt. Die Tests zeigten, dass das Verfahren eines Tages bis zur industriell nutzbaren Technologie entwickelt werden könnte.

An den Entwicklungen im PSI sind auch ausländische Institute, wie z.B. das Weizmann-Institut in Israel oder das NREL in den USA, interessiert. Es werden auch mit verschiedenen anderen Metalloxiden Versuche gemacht, z.B. mit Eisen (Magnetit, Fe_3O_4) oder Mangan.

Kontakt
Dr. *Aldo Steinfeld* oder Dr. *Robert D. Palumbo*,
Paul-Scherrer-Institut, CH-5232 Villigen.