Ungenutzte Energie nutzbar machen

Blue energy – eine bahnbrechende Innovation

Heini Hofmann, Wissenschaftspublizist

Abwärme ist unerschöpfliche, noch kaum genutzte Ressource. Jetzt ist eine neue Technologie auf dem Weg zur Praxisreife, die aus Wasser im Niedertemperaturbereich Strom erzeugen kann, und dies mit unbegrenztem Anwendungspotenzial. Anstoss dazu gab – ein Augenarzt.

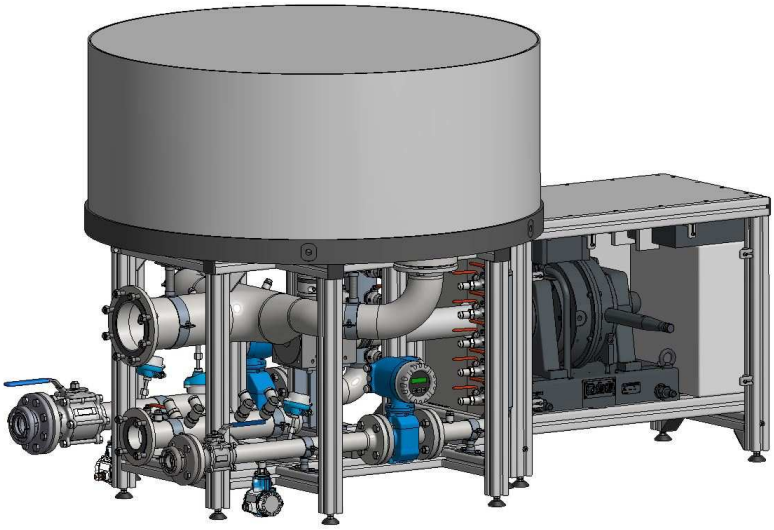
Niedertemperatur zur Stromerzeugung

Das Bestreben, Niedertemperaturenergie, die zu den weltweit grössten Energiequellen zählt, zur Stromerzeugung zu nutzen, ist alt. So hat Thomas Edison 1888 den Pyromagnetischen Generator und ein Jahr später Nikola Tesla den Magnetokalorischen Motor beschrieben. Seither gab es noch Dutzende von Versuchen, einen Thermomagnetischen Motor (TMM) zu bauen.

Auch in der Schweiz haben Prof. Peter Egolf und sein Team von der Fachhochschule Westschweiz mit Unterstützung durch das Bundesamt für Energie in mehreren Studien die Realisier- und Anwendbarkeit von TMM-Motoren beschrieben. Doch bisher gelang es nirgends, ein brauchbares System mit kontinuierlicher Leistung zu bauen – bis jetzt ein Augenarzt und passionierter Erfinder eine visionäre Eingebung hatte. Was beweist, dass Neuerungen nicht immer etablierten Denkfabriken entspringen, sondern gelegentlich von klugen Einzelköpfen stammen.

Industrieller Prototyp geplant

Seit nun vor einiger Zeit im Thermalbad Zurzach ein Demonstrator in Betrieb gesetzt wurde und noch 2016 ein erster industriell anwendbarer Prototyp in der Schweiz getestet werden soll, kommt Bewegung in die Geschichte. Schon jetzt attestiert die Wissenschaft dieser revolutionären TMM-Konstruktion unter dem Label Swiss blue energy ein grosses Potenzial.



Die ersten thermomagnetischen Maschinen wurden 1888 von Edison (Pyromagnetischer Generator, siehe Bild) und 1889 von Nikola Tesla (Magnetokalorischer Motor) konzipiert.

Das ominöse “Beinahe-Perpetuum mobile” während der Bau- und Probephase; die Entwicklung dieses thermomagnetischen Motoirs dauerte mehrere Jahre.

Noch gibt es weltweit wenige Technologien, um Niedrigtemperaturenergie wirtschaftlich zu nutzen.

Die drei führenden Köpfe der neuen Technologie (v.l.): Prof. Hugo Tschirky von der ETH, Augenarzt Nikolaus Vida (Hauptpromotor) und Prof. Kurt Heiniger* von der Fachhochschule Nordwestschweiz. Bilder: Blue energy

* Er ist tragischerweise nach Erstellung dieses Artikels in seinen geliebten Bergen tödlich verunglückt; das Projekt wird jedoch weitergeführt.

Organic Ranking Cycle (ORC) ist eine solche, zwar ausgereift, im Gegensatz zu TMM-Anlagen jedoch komplex, unterhaltsintensiv und mit uninteressantem Stromgestehungspreis. Geforscht wird auch an Thermoelektrischen Generatoren, die zwei Wärmequellen ungleicher Temperatur direkt in Energie umwandeln. Doch hier fokussiert man sich auf hohe Einsatztemperaturen, zum Beispiel Motorenabgase.

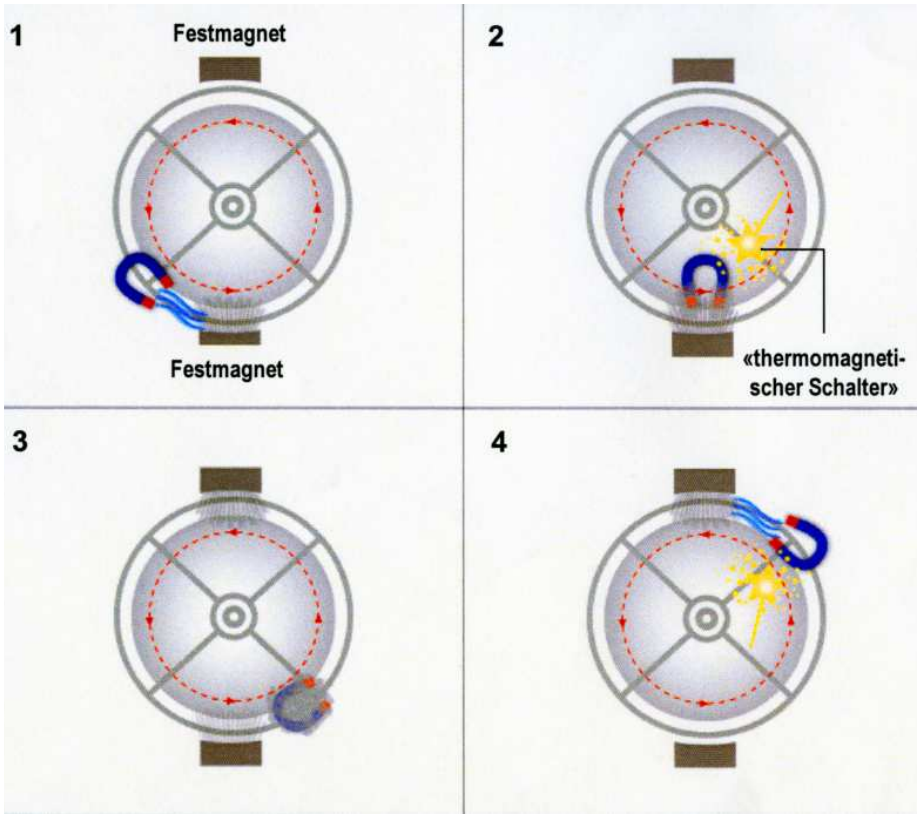
Im Niedertemperaturbereich jedoch besteht noch Brachland ohne viel Konkurrenz, was der Swiss Blue Energy AG mit Sitz in Zurzach, die eng mit dem Bundesamt für Energie zusammenarbeitet, eine Technologie- und Marktführerschaft eröffnet. Die drei führenden Köpfe dieser neuen Technologie mit grossem Anwendungspotenzial in Industrie- und Entwicklungsländern sind der Hauptpromotor, Augenarzt Nikolaus Vida aus Bad Zurzach, Professor Kurt Heiniger*) von der Fachhochschule Nordwestschweiz in Windisch und Professor Hugo Tschirky von der ETH Zürich.

Ein neuer Stern am Stromhimmel

Bei der Weiterentwicklung von Swiss blue energy bis zur Marktreife sind noch einige Hürden zu meistern, vorab die Optimierung des magnetokalorischen Materials und dadurch des „thermomagnetischen Schalters“, aber auch die Konfiguration sinnvoller Anlagedimensionen für den industriellen Einsatz. Doch alles scheint auf gutem Weg zu sein, und das Projekt zur Erforschung von neuen magnetokalorischen Materialien in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Delft ist bereits bewilligt worden.

Die Vorteile dieser Innovation sind evident, und das Anwendungspotenzial dieser neuen Technologie ist praktisch unbegrenzt. Die Blue energie-Module können in verschiedensten Grössenordnungen gebaut werden, sind emissionsfrei, geräuscharm und praktisch ohne Eingriffe in Landschaftsbilder. Sie beruhen auf einfacher, verschleissarmer Mechanik, sind günstig in den Herstellungskosten und leicht transportierbar für dezentralen Einsatz (an entlegenen Orten oder auch in Entwicklungsländern). Zudem lassen sie sich innerhalb von Sekunden anfahren und abstellen, was ein Betriebsspeichersystem erübrigt.

Solch flexibler Betrieb und die Einfachheit des Systems ermöglichen es, Strom zu erzeugen, der preislich im Vergleich zu anderen Technologien relativ günstig liegt. Kurz: Das Blue energy-Prinzip entspricht dem wachsenden ökologischen Bewusstsein, überschüssige Wärme sinnvoll zu nutzen statt in Flüssen zu entsorgen oder in Kühltürmen zu verdunsten. Dieser neue Stern am Stromhimmel dürfte daher mit dazu beitragen, die energetische Zukunft zu erhellen.



Das magnetokalorische Antriebsprinzip: 1 = ferromagnetisches Material wird vom Festmagneten angezogen, 2 = „thermomagnetischer Schalter“ entmagnetisiert das Material, 3 = entmagnetisiertes Material entflieht dem Magnetfeld, 4 = thermomagnetischer Schalter aktiviert wieder die ferromagnetische Wirkung, Material wird erneut angezogen usw.

Das Interesse ist gross. Die drei Experten der neuen Technologie erklären das System.

Thermomagnetisches Karussell

Zur Funktionsweise dieser „Wundermaschine“: Haftet ein Magnet an Eisen und wird dieses über den Curie-Punkt erwärmt, fällt er von selber wieder ab. Dies deshalb, weil die Bausteine (Atome, Moleküle, Ionen), die im kalten Eisen gleichmässig ausgerichtet sind und daher auf ein externes Magnetfeld reagieren, durch Erwärmung in Schwingung geraten und bei erreichter Curie-Temperatur ihre strukturierte Anordnung verlieren und somit nicht mehr auf einen Magneten ansprechen. Dieser Vorgang ist zyklisch. Doch der Bau eines leistungsfähigen thermomagnetischen Antriebs setzt voraus, dass es gelingt, den Zustand geeigneter magnetokalorischer Materialien unter Temperatureinwirkung in kürzester Zeit, sprich in Millisekunden, zu ändern. Der Schlüssel dazu sind geeignete ferromagnetische Werkstoffe und ein thermomagnetischer Schalter, der durch ein Medium unterschiedlicher Temperatur aktiviert wird. Dies zu realisieren, war die Knacknuss, die es zu knacken galt.

In einem zylinderförmigen Gehäuse befindet sich, analog einem liegenden Mühlrad, ein drehbarer Teller. Das magnetokalorische Material ist darauf ringförmig angeordnet und wird durch mehrere permanente Magnete geführt. Kurz vor diesen wird es in magnetisch aktiven Zustand versetzt, das heisst angezogen, was den Teller in Rotation versetzt. Um diese zu erhalten, wird das Material beim Durchgang durch die Magnete mittels eines thermischen Schalters entmagnetisiert.

Dieser Wechselvorgang (Curie-Effekt) wiederholt sich laufend, so dass sich, wie von unsichtbarer Hand getrieben, das Hightech-Karussell dreht.

Knacknuss Gadolinium-Ersatz

Deshalb ist der Laie versucht, an ein Perpetuum mobile zu glauben. Doch auch hier steht ein Antrieb dahinter. „Treibstoff“ für die Drehbewegung ist – man staunt – verfügbares warmes und kaltes Wasser im Niedertemperaturbereich. Doch dieses „Wasserrad“ nutzt, im Gegensatz zu einem Mühlrad, nicht etwa die Kraft des Wassers, sondern den Temperaturunterschied. Deshalb führen Zuleitungen für warmes und kaltes Wasser in das Zylindergehäuse mit dem liegenden Teller, und das genutzte Wasser fliesst wieder ab.

Beim heutigen Stand der Technik genügt schon Warmwasser von gut 30 Grad Celsius mit einem Unterschied von 20 Grad zum Kaltwasser. So wurde etwa für den Demonstrationsprototyp in Zurzach das Abwasser des Thermalbads erfolgreich genutzt. Bei sehr warmen Abwässern wäre es sogar möglich, diese in einer kaskadenförmigen Anlage mehrfach zu nutzen, wodurch die Leistungsausbeute noch erhöht würde.

Doch der Flaschenhals des Erfolgs liegt beim Herzstück dieser innovativen Maschine, dem magnetokalorischen Material, das den Magnetisierungseffekt bewirkt. Momentan kann im Niedertemperaturbereich als einziges Element aus der Gruppe der Seltenen Erden Gadolinium eingesetzt werden (mit einer Curie-Temperatur von zirka 19 Grad Celsius). Doch es ist teuer und schwer zu bearbeiten. Deshalb forscht die Wissenschaft in Kooperation mit Swiss Blue Energy nach alternativen Materialien, die es ermöglichen, je nach Beschaffenheit der lokal verfügbaren Wasserquellen, die optimalen Curie-Temperaturen zu wählen.

Aktiver Beitrag zur Energiewende

Gelingt dies, sind die Nutzungsmöglichkeiten nahezu unbeschränkt. Als Wärmequellen kommen Abwässer mit unterschiedlichen Temperaturniveaus aus industriellen Betrieben sowie Solar- und Geothermie aus natürlichen Quellen in Frage. Die Nutzung industrieller Abwärme ist zudem ein wichtiger Beitrag zur Vermeidung von CO_2-Emissionen. Blue energy-Anlagen können zwischen (durch Solarthermie oder PV-Kühlsystem) erwärmtem und umgebungstemperiertem, kälterem Wasser betrieben werden. Ideal sind sonnige Standorte an Seen, Flüssen und Meeren.

Bezüglich Geothermie, die überall vorhanden ist: Da neben Kaltwasser nur Warmwasser unter 100 Grad Celsius benötigt wird, sind keine teuren und problematischen Tiefenbohrungen notwendig. Es genügt kostengünstiges Abteufen in oberflächennahe Schichten. Tektonisch aktive Gebiete wie Island oder Japan sind nachgerade optimale Einsatzorte für Blue energy. Studien zum Wirkungsgrad zeigen zudem, dass dieser im Niedertemperaturbereich wesentlich besser ist als der aller heute verfügbaren Technologien.

Mit diesem neuen, thermomagnetischen Verfahren für gewerbliche und industrielle Anwendung wird es möglich, die in unerschöpflicher Menge vorhandene Abwärme und natürliche Wärme im Bereich niedriger Temperaturen zu nutzen, um Rotationsenergie zu erzeugen, die beispielsweise dem Antrieb elektrischer Generatoren dienen kann. Blue energy scheint somit prädestiniert, die angestrebte Energiewende in der Schweiz und international wesentlich mitzugestalten.

Weiterführende Infos: www.swiss-blue-energy.ch