

LA CHALEUR SOLAIRE GESTERN UND HEUTE

EIN KLEINER EINBLICK IN DIE FRANZÖSISCHE SOLARWÄRMEWELT



Bild 1: Die Geschichte der Solarenergie in den Ostpyrenäen (Pyrénées Catalanes) auf der Informationskarte im Thémis Forschungs- und Entwicklungszentrum.

Die Entwicklung der Solartechnik wird oftmals auf die Entdeckung des photovoltaischen Effekts und auf die rasante Entwicklung Ende des letzten Jahrhunderts, zunächst angetrieben durch extraterrestrische Anwendungen, reduziert. Ebenso richtet sich unser Blick meist auf Deutschland, die Vereinigten Staaten und Asien. Frankreich ist dagegen wenig im Fokus, dabei wurden dort durchaus entscheidende Grundlagen gelegt und auch heute noch wird an einer solaren Energieversorgung gearbeitet. Auf einer Reise durch die Pyrenäen kann man heute noch Zeugnisse der Vergangenheit bewundern, gleichzeitig aber auch einen Blick in die nahe Zukunft werfen.

Historisch: Mouchot, Saussure, Pouillet, Pifre...

Zunächst ein kleiner Rückblick: Im Jahr 1878 fand in Paris auf dem Champ de Mars und dem Chaillot-Hügel die Weltausstellung - Exposition universelle - statt. Mit dabei: der Sonnenkonzentrator von Augustin Mouchot. Der als Lehrer tätige Solarpionier beschäftigte sich bereits

Mitte des 19. Jahrhunderts mit der Umwandlung von Sonnenenergie in nützliche Arbeit und hat rückblickend, leider heute längst vergessen, elementare Arbeit geleistet und die Solarenergie auf die Weltbühne gehoben. Zuvor hatte er mit seinen Experimenten so nachhaltig auf sich aufmerksam gemacht, dass er von der französischen Regierung Unterstützung für eine hauptberufliche Durchführung seiner Forschung erhielt. Diese führte er in der damaligen französischen Kolonie Algerien durch, das sich durch seine idealen solaren Bedingungen geradezu anbot. Sein Sonnenkonzentrator war einer der Hingucker der Weltausstellung. Besonders beeindruckend muss die Herstellung von Eis aus der Kraft der Sonne gewesen sein, so dass er mit seiner Entwicklung auch die Goldmedaille gewann.

Leider war das alles jedoch nur ein solares Strohfeuer. Nachdem durch die steigende Effizienz beim Transport und die Freihandelsabkommen mit Großbritannien der Kohlepreis rasch nach unten ging, wurde seine Arbeit bald als unnötig erachtet und die Finanzierung seiner Forschung bald nach seinem Tri-

umph auf der Weltausstellung gekürzt. Dennoch setzte sein Assistent Abel Pifre seine Arbeit fort und präsentierte 1882 eine solarbetriebene Druckmaschine, die trotz Bewölkung am Tag ihrer Vorstellung funktionierte und 500 Exemplare pro Stunde von „Le Journal du Soleil“, einer speziell für diese Demonstration geschriebenen Zeitung, druckte.

Aber genau genommen war Mouchot selbst gar nicht der Anfang. Bereits 1767 hatte Horace-Bénédict de Saussure den ersten Solarofen konstruiert und 1838 war es Claude Pouillet, der das Pyrheliometer, ein meteorologisches Strahlungsmessgerät entwickelt hatte. Mit ihm konnte damals schon die direkte Bestrahlungsstärke in Watt pro Quadratmeter aus der Sonnenrichtung gemessen werden! Außerhalb Frankreichs gab es auch jede Menge Erfindergeister. So widmete sich beispielsweise John Ericsson in den 1870er und 1880er Jahren den Solarmotoren. Oder auch Frank Shuman: Das von ihm entwickelte erste Solarkraftwerk der Geschichte, ging in Maadi, 25 km südlich von Kairo, 1913 in Betrieb. Zusammen mit dem englischen Physikprofessor Charles Vernon Boys entwickelte er die Parabolrinne. Sie gilt als Ursprung der heutigen CSP-Parabolrinnen-Technologie. Vor dieser Premiere hatte er bereits seine „First Practical Solar Engine“, eine mit solar erhitztem Äther betriebene Dampfmaschine im Modellmaßstab vorgestellt. 1908 gründete er die „Sun Power Company“ und plante, Anlagen in größerem Stil zu bauen. Der kurz darauf ausgebrochene Erste Weltkrieg bedeutete jedoch ein schnelles Ende. Das billige Erdöl ließ schließlich die Sonnenenergie entbehrlich erscheinen.

Die Motivation dieser Vordenker ist aus heutiger Sicht besonders bemerkenswert. Denn schon damals waren sie von der Überzeugung geleitet, dass das fossile Zeitalter in nicht allzu ferner Zukunft zu Ende gehen würde. Dazu passt im Übrigen sehr gut ein überlieferter Ausspruch von Thomas Alva Edison, der Anfang des 20. Jahrhunderts sagte: „Ich würde mein Geld auf die Sonne und die Solartechnik setzen. Was für eine Energiequelle! Ich



Foto Matthias Hüttmann

Bild 2: Das Originalmodell des Sonnenofens von Mont Louis, hergestellt von Professor Félix Trombe. Man findet es, ganz unscheinbar, in der pittoresken Ausstellung innerhalb der Burgmauern.

hoffe, wir müssen nicht erst die Erschöpfung von Erdöl und Kohle abwarten, bevor wir das angehen.“ Wie es weiterging ist bekannt. Die Möglichkeiten waren da, das Rad der Energiegeschichte bog in eine ganz andere Richtung ab. Betrachtet man die jüngste Solargeschichte, bahnt sich ein ähnlicher Fehler an. Denn die Festlegung auf eine rein elektrische Energieversorgung unter Vernachlässigung der solarthermischen Potentiale könnte fatal sein. Wenn eine Technologie erst einmal zur „vintage technology“ abgestempelt wird, stocken Weiterentwicklungen schnell.

Gestern: Four Solaire Mont Louis und Odeilló

Zurück zu den „pyrénées catalanes“, der heimlichen Oase der französischen

Solargeschichte. Dort in der Cerdagne findet man nicht weit voneinander entfernt beeindruckende solare Bauwerke, die hier kurz vorgestellt werden. Zur Orientierung ist es am einfachsten, sich die interaktive Karte¹⁾ des „Parc naturel des Pyrénées Catalanes entre Andorre et Méditerranée“ auf den Bildschirm zu werfen, dort ist alles eingezeichnet und auch direkt mit weitergehenden Informationen verlinkt.

Ausschlaggebend für diese Konzentration an Monumenten war wohl Félix Trombe, einer der Pioniere der Solartechnik. Er ist vor allem durch die 1956, zusammen mit dem Architekten Jacques Michel entwickelte Speicherwand zur passiven Nutzung von Sonnenenergie in Wohnhäuser, die sogenannte Trombe-Wand, bekannt.



Foto Matthias Hüttmann

Bild 3: Die Spiegel des Sonnenofens stehen auf der Stadtmauer der historischen Zitadelle von Mont Louis. Rechts der Paraboloid, links der plane Heliostat. In dem grauen Container vor dem Paraboloid befindet sich der Schmelzofen.

Der Chemiker, Ingenieur und Höhlenforscher, 1985 verstorben, hatte aber bereits 1949 den Prototyp eines Sonnenofens in Mont-Louis²⁾ errichtet. Die zwei großen Spiegel, ein Paraboloid und ein planer Heliostat, stehen innerhalb der Mauern der historischen Zitadelle. Durch die beiden Spiegel wird das Sonnenlicht auf einen einzigen Punkt konzentriert. Der im Zentrum der beiden Spiegel befindliche Solarschmelzofen hat eine Leistung von etwa 50 kW, die Hitze steigt dort auf mehr als 3.000 °C. Der erste Doppelreflexions-Solarofen der Welt wird heute noch dazu genutzt, künstlerische Keramik zu brennen, Bronze oder Aluminium zu schmelzen und Alltagsgegenständen herzustellen. Aber auch sonst dient er noch als funktionstüchtige Kulisse für Vorführungen vor Ort. Ein Besuch lohnt sich, die Technik wird anschaulich und unterhaltsam erklärt. Für diese kleine, lehrreiche Zeitreise ist die Örtlichkeit nahezu perfekt, schließlich hat Mont-Louis seine Existenz dem Sonnenkönig Louis XIV zu verdanken. Sein Architekt Sébastien Le Prestre de Vauban hat die Festung entworfen. So wirbt man vor Ort heute noch stolz mit Cité du Soleil-Roi, der Stadt des Sonnenkönigs.

Nachdem Trombe einige Jahre an diesem Solarschmelzofen gearbeitet hatte, wurde im nahen Odeilló nach seinen Plänen ein Sonnenofen mit der Leistung von 1 MW aufgebaut. Diese Pilotanlage, 1970 in Betrieb genommen, war ursprünglich für die Materialforschung errichtet worden. Der „Four Solaire“³⁾ besitzt als bewegliche Heliostaten 63 ausrichtbare Planspiegel und einen Parabolspiegel von 2.000 m², welcher sich aus 9.130 kleinen Konkavspiegeln zusammensetzt. So kann die konzentrierte Sonnenwärme im Fokus auf über 3.500 °C steigen. Der Parabolspiegel ist gleichzeitig das Forschungsgebäude. Ein ähnliches Bauwerk steht im Übrigen in usbekischen Parkent bei Taschkent an den Westausläufern des Tianshan-Gebirges. Der ebenso imponierende Sonnenofen⁴⁾ ist rund 50 Meter hoch, auf ihn sind 62 große Spiegel gerichtet. Er ist allerdings erst seit 1981 in Betrieb. Das Überbleibsel aus Sowjetzeiten erreicht in seinem Brennpunkt „nur“ 3.000 °C.

Heute und Morgen: Thémis und eLLO

Ende der 70'er Jahre, nach dem einschneidenden Ölshock, beschloss Frankreich alternative Möglichkeiten zur Stromerzeugung zu entwickeln. Dazu sollte vor allem das 1983 bei Targasonne errichtete Solarkraftwerk Thémis⁵⁾, das mutmaßlich erste thermodynamische Turmkraftwerk der Welt, dienen. Bei der



Foto Matthias Hüttmann

Bild 4: Der Sonnenofen von Odeilló, einer der größten Solarschmelzöfen der Welt

Planung arbeitete das Nationale Zentrum für wissenschaftliche Forschung (CNRS) und Électricité de France (EDF) zusammen. Targasonne in der Cerdagne ist dafür der ideale Standort. Mit fast 2.400 Sonnenstunden pro Jahr auf einer Meereshöhe von 1.650 Metern sind die Rahmenbedingungen, auch wegen des hohen Anteils an direkter Sonneneinstrahlung, nahezu perfekt. Und zu Beginn war Thémis durchaus eine international beachtete Referenzanlage für die Umwandlung von Solarenergie in Elektrizität. Jedoch lief während der ersten Jahre des Betriebs nicht immer alles rund, es gab oft langwierige Stillstände. Das führte letztendlich auch dazu, dass der Standort von 1987 bis 2004 vor allem der astrophysikalischen Forschung diente. Erst 2003 beschloss man das Solarkraftwerk zu sanieren, um es in einer dritten Stufe wieder seinem eigentlichen Zweck,

der Förderung von Energieforschung und Innovationen zuzuführen. Gleichzeitig wurde es auch um eine hochwertige Ausstellung erweitert, welche einen großen Bogen der Solargeschichte, von den ersten großen Kulturen bis heute spannt. So werden dort heute Trainingskurse, Konferenzen und Energieveranstaltungen, aber auch Wissenschaftstourismus und Umweltbildung angeboten. Gegenwärtig arbeitet man in Thémis an der Weiterentwicklung konzentrierter solarthermischer wie photovoltaischer Systeme.

Zukunft: In Llo en Cerdagne steht seit kurzem das weltweit erste thermodynamische Fresnel-Kraftwerk mit Energiespeicherkapazität. Das in den östlichen Pyrenäen gelegene eLLO-Solarkraftwerk⁶⁾ hat eine Kapazität von 9 MW Strom. Es kann somit den Strom für mehr als 6.000 Haushalte bereitstellen. Die Anlage steht auf einem 36 ha großen Ge-

lände, besitzt 95.200 Spiegel auf 23.800 Kollektoren mit einer Gesamtfläche von 153.000 m². Die zentral gesteuerten Spiegel werden der Sonne nachgeführt und konzentrieren die Energie auf feste Empfängerrohre. Diese sind 10 Meter über dem Boden angebracht. Im Inneren des Empfangsrohrs zirkuliert Wasser, das erhitzt und dann in Dampf umgewandelt wird. Der so erzeugte Dampf kann direkt in industriellen Prozessen verwendet oder zur Erzeugung von Elektrizität, Wärme, Frischwasser oder Kälte verwertet werden. Er kann auch in Tanks über Nacht gespeichert werden, damit er zeitverschieben verwendet werden kann.

Tipp: Sollten Sie einmal in dieser, im Übrigen sehr schönen, Landschaft vorbeikommen, nehmen Sie sich die Zeit und besuchen Sie die fantastische Thémis-Ausstellung.

Und nehmen Sie unbedingt auch einer Vorführung in Mont-Louis teil, die beeindruckende Darbietung mit viel Liebe zum Detail ist äußerst lehrreich.

Fußnoten

- 1) www.pyrenees-catalanes.com/sites/default/files/medias/documents/pyrenees_catalanes.pdf
- 2) www.mont-louis.net/patrimoine/foursolaire
- 3) www.foursolaire-fontromeu.fr/
- 4) Konzentrierte Solartechnik in Zentralasien, SONNENENERGIE 5/2010
- 5) www.laregion.fr/Themis-Solaire-Innovation
- 6) www.suncnim.com/en/ello-worlds-first-fresnel-thermodynamic-power-plant-energy-storage-capacity

ZUM AUTOR:

► **Matthias Hüttmann**
 Chefredakteur der SONNENENERGIE
 huettmann@dgs.de



Foto Matthias Hüttmann

Bild 5: Der Solarturm von Thémis und die Heliostaten-Spiegel bei Targasonne, zu seinen Füßen befindet sich das große Ausstellungszentrum.



Foto Matthias Hüttmann

Bild 6: eLLO-Fresnel-Solarkraftwerk bei Llo. Hell erleuchtet: die festen Empfängerrohre durch die Wasser zirkuliert, welches in Dampf umgewandelt wird.