

Solarthermische Kraftwerke — Verbund Afrika – Europa Carl-Jochen Winter, Überlingen¹

Solarthermische Kraftwerke sind nichts Neues. 350 MW_e sind seit den 1970er Jahren in Kalifornien in Betrieb, erbaut und betrieben von amerikanischen und israelischen Firmen. Die Kraftwerke tun ihre Pflicht, ohne viel Aufhebens; die Wirkungsgrade sind besser als diejenigen der Photovoltaik (die aber sehr wohl aufholt!). Solarthermische und photovoltaische Anlagen unterscheiden sich in zwei kardinalen Dingen: erstere nutzen „nur“ die solare Direktstrahlung, können aber über Wärmespeicher (etwa Salzschnmelzen) auch nachts oder bei Wolkenbedeckung betrieben werden; letztere verwenden die solare Gesamtstrahlung (direkter und diffuser Anteile), sind aber ausschließlich auf die Tageseinstrahlung der Sonne angewiesen.

Gleichfalls seit den 70er Jahren wird in Almeria, Spanien die Plataforma Solar betrieben, ein ausgedehntes Versuchszentrum für die Entwicklung und Erprobung besonders solarthermischer Kraftwerke, errichtet, weiterentwickelt und finanziert von einer Reihe von OECD-Staaten (später stießen auch andere hinzu) im Rahmen des IEA-Implementing Agreements SSPS - Small Solar Power Systems, später SolarPaces – Solar Power and Chemical Energy Systems. Hunderte von Millionen US-\$ wurden investiert. Deutschland hat bis heute eine führende Rolle inne. — Auf der Grundlage des Erlernten wurden und werden in Spanien in letzter Zeit eine Reihe von 50 MW_e – Kraftwerken gebaut, sowohl des Parabolrinntyps, als auch des Solarturmtyps. Im ersten Fall reflektieren parabolisch geformte Spiegel, der Sonne einachsigt nachgeführt, die Solarstrahlung auf ein im Fokus installiertes, Thermoöl durchströmtes Receiverrohr; die aufgenommene Wärmemenge wird in einem Wärmetauscher auf einen mehr oder minder konventionellen Wasserdampfkreislauf mit Dampfturbine übergeben; im zweiten Fall reflektieren zweiachsigt der Sonne nachgeführte Heliostate die Strahlung in einen auf der Spitze eines Turms befindlichen „Punkt“receiver, dem ein Luftkreislauf mit Gasturbine oder ein Wasserdampfkreislauf nachgeschaltet ist. – Alle Technik hat inzwischen Jahrzehnte der Erprobung hinter sich, die gewonnenen Erfahrungen lassen die Errichtung kommerzieller Kraftwerke zu, die technischen Risiken sind klein. Die industriellen Vorbereitungen lassen erwarten, bei Ausschreibungen mit mehreren potenten Anbietern rechnen zu können. Wie das bei internationalen Anlagen üblich ist, bleiben die Aufgaben der Finanzierung und des internationalen Vertragsgeschäfts.

Nun zu den solarthermischen Kraftwerken in Nordafrika: Eigentlich trivial, darauf eingehen zu müssen, Solarkraftwerke brauchen die Sonneneinstrahlung, deren Intensität in nur wenigen europäischen Gegenden (südliches Spanien, Sizilien, südliches Griechenland) an diejenige Nordafrikas heranreicht. Erforderliche 2000 Watt/m² sind ein guter Daumenwert, der in Europa selten bis nie erreicht wird (z. Vgl. gute Werte in Deutschland sind 700 bis 900 Watt/m² und diese auch nur in 1000 (bis 1500) Stunden im Jahr, Freiburg ist die deutsche Stadt mit der längsten jährlichen Sonnenscheindauer, 1800 Stunden!). Solarthermische Kraftwerke werden also nie in Deutschland stehen, die nächste infragekommende Weltgegend ist Nordafrika. Hier allerdings sind die geografischen und solaren Intensitätspotentiale so,

¹ Prof. Dr.-Ing. C.-J. Winter, Obere St.-Leonhardstr. 9, 88662 Überlingen, T/F +49 7551 944 5940/1, cjwinter.ENERGON@t-online.de, www.itsHYtime.de

dass — ein Gedankenexperiment — Flächenkarrees für den gesamten Strombedarf etwa Deutschlands oder Europas oder auch der ganzen Welt „verschwinden“: Die Frage nach dem Potential ist beantwortet, sie muss nicht mehr gestellt werden.

Wo liegen die Probleme? — Zwei Fragen stellen sich (vor einer Summe weiterer):

- Sind die notwendigen internationalen Regelungen von der Art, dass sie vertragsgerecht gelöst werden können, nicht nur für die Errichtung der Anlagen, sondern auch für den jahrzehntelangen Betrieb?
- Wie wird erzeugte Sekundärenergie — Strom oder Wasserstoff — von Nordafrika nach Europa transportiert?

Zur ersten Frage: Die Staaten Nordafrikas sind elektrisch nach wie vor jeweils nahezu autark; ein Verbundnetz etwa nach dem Muster Europas existiert nicht, Stromaustausch zwischen einzelnen Staaten gibt es so gut wie nicht. Für den wahrscheinlichen Fall, dass von den Kraftwerken und ihren Netzen mehrere Staaten berührt werden, müssen internationale Vertragswerke geschaffen werden. In jedem Fall wird ein beteiligter Staat erwarten, dass er am Bau und an der Nutzung der Installationen beteiligt wird. Mustervertragswerke können diejenigen für die Öl- und Gasnetze bilden, die in der Regel gleichfalls mehrere Durchgangsstaaten erfassen müssen.

Zur zweiten Frage: Es ist durchaus nicht ohne weiteres klar, dass die gewonnene Sekundärenergie grundsätzlich Strom sein wird! Immer gilt es abzuwägen, wo die größeren Vorteile liegen, bei Strom oder Wasserstoff! Zur Technik: Ja, ein Solarkraftwerk macht zunächst immer erst Strom, dessen Verwendung in naheliegenden Netzen keine Probleme aufwirft. Ist er über sehr lange Strecken zu transportieren, werden die Verluste bei der Überleitung von Drehstrom prohibitiv hoch. Hier wird in der Regel auf HGÜ – Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung übergegangen, wie sie an manchen Stellen der Welt in Betrieb ist und ihre Verlässlichkeit bewiesen hat (Skandinavien-Mitteleuropa, China, USA, ...). Das verlangt die zweimalige Umwandlung Drehstrom-Hochspannungsgleichstrom-Drehstrom. Sie ist verlustbehaftet. Übertragungsleitungen von Nordafrika nach Südeuropa gibt es bisher nicht. —

Nun zum Wasserstoff, auch hier stellen sich Vor- und Nachteile: Er wird mit Hilfe des solaren Stroms aus Wasser elektrolysiert, der Elektrolyseur folgt dem zeitlich schwankenden Solarenergieangebot ziemlich problemlos (www.Hysolar.com), der Wasserstoff wird gasförmig in bestehenden Erdgasleitungen zu 10 bis 15% Anteil mittransportiert (www.naturalhy.net) und in Europa durch Membrane oder Druckwechsel vom Erdgas wieder getrennt. Für den Fall also, dass am Zielort ein sauberer chemischer Energieträger nachgefragt wird und kein elektrischer, etwa in den künftigen Brennstoffzellen der Hausheizungen oder der Automobile, ist Wasserstoff im Vorteil: die Umwandlungskette sieht nur die einmalige Umwandlung Strom-Wasserstoff vor. Wird nicht gasförmiger, sondern verflüssigter Wasserstoff am Zielort nachgefragt, ist zu entscheiden, die Verflüssigungsanlagen in Europa zu nutzen oder am südlichen Ufer des Mittelmeeres zu investieren, ein Erdgasverflüssiger ist dort in Betrieb, der Transport von LH₂ geschähe mithilfe kryogener Tankschiffe, vergleichbar den heutigen LNG-Tankern bei anderer Temperatur (minus 253°C). —

Mit einem spezifischen Problem muss sich Wasserstoff auseinandersetzen: Woher kommt das Wasser für die Elektrolyseure? Fossiles Wasser zu nutzen, verbietet sich auf längere Sicht aus Gründen der Ökologie und der Nachhaltigkeit, die Natur füllt die Reservoirs erst nach Jahrtausenden wieder auf. Eine Idee ist, die Kryotankschiffe auf ihrer Rückfahrt für den Wassertransport zu nutzen, die bei Leerfahrt ohnedies Ballastwasser mitführen. Für sehr lange

Übertragungsstrecken >1000 km hat das Institut of Gas Technology in Chicago schon vor langem veröffentlicht, dass Wasserstoff gegenüber Strom im Vorteil ist.

Das Fazit: Strom und Wasserstoff aus Solarkraftwerken sind betrieblich umwelt- und klimaökologisch sauber und nachhaltig. Solarthermische Kraftwerke im Verbund dienen Afrika wie Europa, gegebenenfalls Zertifizierungshandel eingeschlossen. Die Technik bietet keine unüberwindlichen Hürden, die Plataforma Solar de Almeria hat die Erfahrung aus jahrzehntelanger Forschung und Entwicklung und schreibt sie fort.

Ob letztlich Strom oder Wasserstoff nach Europa geliefert werden wird (oder Beide) ist abzuwägen, es wird die Marktentwicklung mitbestimmen. Die Klimaentwicklung mag den Aufbau der sauberen Wasserstoffenergiewirtschaft eher erzwingen als heute noch geahnt — und eingestanden wird.

Literatur:

Carl-Jochen Winter, Joachim Nitsch (Eds.), Hydrogen as an Energy Carrier, Technologies, Systems, Economy, Springer Verlag, 1988, ISBN 3-540-18896-7

C.-J. Winter, R. L. Sizmann, L. L. Vant-Hull (Eds), Solar Power Plants, Springer, 1991, ISBN 3-540-18897-5

Carl-Jochen Winter, Hydrogen Energy – Abundant, Efficient, Clean, A Debate over the Energy-System-of-Change, ew-special 1/2009, www.itsHYtime.de

Carl-Jochen Winter, Hydrogen Energy — Abundant, Efficient, Clean, A Debate over the Energy-System-of-Change (enhanced edition), Elsevier, International Journal of Hydrogen Energy, Vol 34, Issue 1481, July 2009, ISSN 0360-3199, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2009.05.063>