

Die Vision von der grossflächigen Nutzung der Sonne in der Wüste

Strom aus der Sahara für Europa

Gemäss Schätzungen könnte der weltweite Strombedarf durch Solarkraftwerke in der Wüste auf einem Gebiet von nur 300 × 300 km gedeckt werden. Im Rahmen der Desertec-Industrie-Initiative setzten sich zahlreiche Unternehmen für die Umsetzung eines entsprechenden Vorhabens in der sogenannten Eumena-Region (Europa, Naher Osten und Nordafrika) ein. Hier soll in den nächsten 30 Jahren die Nutzung der Sonnenenergie im grossen Massstab realisiert werden.

Andreas Moglestue

Der Leistungsbedarf des Menschen, verursacht durch seine Aktivitäten auf der Erde, beträgt 15 TW (15 000 GW). Zum Vergleich: Das gesamte in der Nordsee geförderte Öl hat einen Heizwert von etwa 420 GW [1], die in den USA abgebaute Kohle etwa 760 GW [2]. Die weltweite Stromerzeugung beträgt rund 2200 GW [3].

Fossile Brennstoffe, mit denen zurzeit 80–90% des weltweiten Bedarfs gedeckt werden, stehen nicht unbegrenzt zur Verfügung. Dennoch werden sie noch lange der wichtigste Energieträger bleiben. Mittelfristig wird der Verbrauch fossiler Brennstoffe sogar noch steigen. Andere Quellen wie Wind, Biokraftstoffe oder die Kernkraft werden mit grosser Wahrscheinlichkeit eine bedeutende Rolle spielen, wenn es darum geht, die Abhängigkeit von kohlenstoffbasierten Energieträgern zu mindern. Einige dieser Energiequellen verzeichnen bereits jetzt ein rapides Wachstum, sowohl im Hinblick auf ihre Nutzung als auch auf ihren Marktanteil.

Eine bedeutende Energiequelle stellt die Sonne dar. Sie gibt ca. 170 000 TW an die Erde ab, von denen 90 000 TW die Erdoberfläche erreichen. Dies entspricht dem 6000-Fachen des derzeitigen Energieverbrauchs. Mit anderen Worten: Alle 90 Minuten erreicht uns die Menge an Energie, die die gesamte Menschheit in einem Jahr verbraucht. In der Zeit, die der durchschnittliche Leser benötigt, um bis an diese Stelle des Artikels zu gelangen, hat das Äquivalent von drei Mona-

ten Ölförderung in der Nordsee die Erdoberfläche erreicht [4].

Sonne zur Dampferzeugung

Auf immer mehr Dächern von Gebäuden sind Solarzellen zu sehen, die ihren Strom zunehmend auch ins Netz einspeisen. Ein Nachteil der Sonnenenergie ist, dass sie nicht konstant zur Verfügung steht. Das gilt nicht nur für die Nacht, auch am Tag können Wolken die Erzeugungsleistung stark beeinträchtigen.

Allerdings gibt es Regionen auf der Erde, in denen letzteres Problem kaum zum Tragen kommt. In Wüstengebieten ist nicht nur die Sonneneinstrahlung am stärksten, das Wetter ist auch verhältnismässig konstant und vorhersehbar.

Die 12 Unternehmen ABB, Abengoa Solar, Cevital, Deutsche Bank, E.On, HSH Nordbank, MAN Solar Millennium, Münchner Rück, M+W Zander, RWE, Schott Solar und Siemens haben sich in der Desertec-Industrie-Initiative zusammengeschlossen, um Pläne für Sonnenkraftwerke in den Wüstengebieten der sogenannten Eumena-Region (Europa, Naher Osten und Nordafrika) voranzutreiben.

In den geplanten Sonnenkraftwerken in der Wüste sollen keine Fotovoltaikmodule, sondern solarthermische CSP-Anlagen (Concentrating Solar Power) zum Einsatz kommen. In diesen Kraftwerken wird das Sonnenlicht mit Reflektoren gebündelt, um Wasser zu verdampfen. Dieser Dampf treibt dann Turbinen an, wie sie in ähnlicher Form auch in herkömmlichen Wärmekraftwerken zu finden sind.

Diese Art der Stromerzeugung ist unter Wüstenbedingungen nicht nur effizienter und wirtschaftlicher, anders als bei Fotovoltaikanlagen, die bei einsetzender Dunkelheit keinen Strom mehr produzieren, kann hier die Wärme gespeichert werden, damit auch nachts weiter Strom produziert werden kann.

Ausserdem bietet die Verwendung von Turbinen die Möglichkeit, (wenn erforderlich) zusätzlichen Dampf durch Verbrennungsprozesse bereitzustellen, um Reserven aufzustocken oder gar ge-



ABB

Bei grossen Solarparks folgen die beweglichen Solarmodule dem Stand der Sonne.



Die Vision von Deserotec sieht ein Netz aus Übertragungs-Superhighways vor, das grosse Sonnenwärme-, Wind- und andere Kraftwerke mit Verbrauchsschwerpunkten verbindet.

gemischte Erzeugungsprozesse zu realisieren. Eine weitere wichtige Möglichkeit ist die Kraft-Wärme-Kopplung, bei der die anfallende Abwärme für andere Zwecke genutzt wird.

Grundgedanke ist nicht neu

Der Grundgedanke der konzentrierten Sonnenenergie ist alles andere als neu. Schon vor 22 Jahrhunderten hatte Archimedes die Idee, das Sonnenlicht mithilfe beweglicher Spiegel zu bündeln, um feindliche Schiffe in Brand zu setzen. Moderne CSP-Kraftwerke dienen zwar friedlicheren Zwecken, doch das Prinzip ist das gleiche: Bewegliche Spiegel folgen kontinuierlich dem Lauf der Sonne, um eine maximale Energieausbeute zu gewährleisten. Das reflektierte Licht wird in einem Brennpunkt konzentriert, in dem die Temperatur mehrere 100 °C erreichen kann.

Kraftwerke, die nach diesem Prinzip funktionieren, gibt es bereits seit den 1980er-Jahren in Kalifornien, und im Laufe der Zeit kamen weitere Anlagen an anderen Standorten hinzu. Als Bei-

spiel sei Extresol genannt. Extresol ist eine CSP-Anlage mit 100 MW, die derzeit in der spanischen Region Extremadura errichtet wird. Leittechnik, von ABB geliefert, erlaubt es, die 1248 Parabolspiegel mit einer Genauigkeit von 0,03° dem Lauf der Sonne nachzuführen. Überschüssige Wärme wird in dieser Anlage in Flüssigsalztanks gespeichert, damit auch nachts Strom erzeugt werden kann. Die Inbetriebnahme der ersten 50 MW ist bereits Ende 2009 vollzogen worden, die der zweiten 50 MW sechs Monate später geplant.

Die Regionen, in denen diese CSP-Kraftwerke vorgesehen sind, profitieren nicht nur von neuen Arbeitsplätzen, die mit dem Projekt verbunden sind, sondern auch von den weitreichenden Vorteilen einer kostengünstigen und nachhaltigen Energieversorgung. Diese Energie kann beispielsweise zur Versorgung von Entsalzungsanlagen für die Trinkwassergewinnung und Bewässerung eingesetzt werden und somit heute benachteiligten Regionen völlig neue wirtschaftliche Perspektiven eröffnen.

Transport ist machbar

Das Sonnenlicht einzufangen und in Elektrizität umzuwandeln, ist aber nur ein Teil des Ganzen. Anschliessend muss ein Teil der erzeugten Elektrizität nach Europa transportiert werden. Hier kommt die Hochspannungs-Gleichstromübertragung (HGÜ) ins Spiel. In Umrichterstationen wird die erzeugte Spannung hochtransformiert, um eine verlustarme Übertragung über grosse Entfernungen zu ermöglichen. Die Verluste einer HGÜ-Leitung betragen auf 1000 km nur ca. 3%. Zudem kann die Energie über Seekabel übertragen werden, was eine direkte Verbindung durch das Mittelmeer nach Europa ermöglicht.

Vor Kurzem etwa hat die ABB in China eine 1060 km lange HGÜ-Verbindung mit einer Übertragungsleistung von 3 GW zwischen dem Wasserkraftwerk am Drei-Schluchten-Damm und der Stadt Shanghai fertiggestellt. Zuvor wurden bereits zwei 500-kV-HGÜ-Verbindungen mit einer Leistung von 3000 MW zwischen dem Drei-Schluchten-Damm und Changzhou bzw. Guang-

dong realisiert. In Europa wurde kürzlich die NorNed-Verbindung in der Nordsee zwischen den Niederlanden und Norwegen fertiggestellt. Diese 580 km lange Verbindung – das längste Seekabel der Welt – hat eine Übertragungsleistung von 700 MW.

Einbindung der Mittelmeerunion

So ehrgeizig die technische Umsetzung auch klingen mag, die grössten Hürden liegen in der Schaffung der politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, um eine solche Entwicklung zu ermöglichen. Dazu sieht die Desertec-Industrie-Initiative die Einbindung der Mittelmeerunion vor, die ursprünglich gegründet wurde, um die Zusammenarbeit zwischen den Ländern dieser Region zu verbessern und zu vereinfachen.

Neben der Bereitstellung öffentlicher Informationen befasst sich die Desertec-Industrie-Initiative mit der Durchführung von Machbarkeitsstudien zu den politischen, organisatorischen, finanziellen, technologischen und ökologischen Aspekten des Projekts. Das Ziel ist ein Rollout-Plan, der beschreibt, wie bis zum Jahr 2050 etwa 15% des europäischen Bedarfs an elektrischer Energie gedeckt werden können. In einem zweiten Schritt soll eine Reihe von kleineren Referenzprojekten identifiziert und spezifiziert werden, um die Machbarkeit des Konzepts zu testen und zu demonstrieren.

Superhighway als Ziel

Ziel der Desertec-Industrie-Initiative ist ein Netz aus «Übertragungs-Superhighways», das die Erzeugungs- und Verbrauchsschwerpunkte in der Eumena-Region miteinander verbindet. Neben CSP-Kraftwerken sollen auch grosse On- und Offshore-Windparks, Wasserkraftwerke und sogar einige Biomasse- und Erdwärmekraftwerke in dieses Supernetz eingebunden werden. Die Integration dieser Anlagen in das vorhandene Stromnetz ist mit vielen Herausforderungen verbunden – zum Beispiel im Hinblick auf Veränderungen im Betrieb konventioneller Kraftwerke und die Anpassung des Netzes an die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien.

Obwohl die Desertec-Industrie-Initiative formell 2008 gegründet wurde, gehen ihre Ursprünge auf Pläne der Deutschen Gesellschaft Club of Rome (einer globalen «Ideenfabrik», die sich mit politischen Fragen und Themen wie Umweltschutz, Hunger, Wasserknappheit usw.



ABB

Die HGÜ-Kabel für den Stromtransport über das Meer werden mithilfe eines speziellen Verlegeschiffs auf dem Meeresboden platziert.

befasst) aus den 1990er-Jahren zurück. Eine im Jahr 2006 veröffentlichte Studie des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) zu einem möglichen Trans-Mediterranean Solarstromverbund [5] lieferte ermutigende Ergebnisse. Bereits 1992 wiederum präsentierte der damalige ABB-Entwicklungsleiter für die HGÜ-Technologie, Gunnar Asplund, die Vision eines europäischen Stromnetzes der Zukunft. Seine Idee weist erstaunliche Ähnlichkeiten mit den heutigen Zielen der Desertec-Industrie-Initiative auf.

Ausblick

Die Desertec-Industrie-Initiative plant für die kommenden drei Jahre verschiedene Machbarkeitsstudien. Bei einem positiven Ergebnis und entsprechender politischer und finanzieller Unterstützung werden die CSP-Kraftwerke in der Wüste voraussichtlich einen deutlichen Einfluss auf den Energiemarkt von morgen ausüben. Auch wenn Pilotanlagen vielleicht schon früher in Betrieb gehen, wird ein grösserer Beitrag zur Stromversorgung der Region jedoch erst in einigen Jahrzehnten möglich sein.

Auch wenn sich die Desertec-Industrie-Initiative vorrangig auf die Eumena-

Region konzentriert, lässt sich das Konzept auf andere Wüstenregionen der Welt, z. B. in Amerika, Australien oder Asien, übertragen, wodurch der weltweite CO₂-Ausstoss in einem bisher unvorstellbaren Mass reduziert werden könnte.

Link

■ Weitere Informationen über Desertec finden sich unter www.desertec.org.

Referenzen

- [1] In der Nordsee werden ca. 6 Mio. Barrel am Tag gefördert. Der Heizwert eines Barrels beträgt ca. 6,1 GJ.
- [2] In den USA werden jährlich etwa 1000 Mt Kohle abgebaut. Der Heizwert von 1 kg Kohle beträgt etwa 24 MJ.
- [3] 19 Billionen kWh.
- [4] Ausgehend von einer durchschnittlichen Lesegeschwindigkeit von 250–300 Wörtern in der Minute.
- [5] Die Studie «Trans-Mediterranean Interconnection for Concentrating Solar Power» wurde vom deutschen Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in Auftrag gegeben.

Angaben zum Autor

Andreas Moglestue ist Chefredaktor von ABB Review.

ABB Group, 8050 Zürich,
andreas.moglestue@ch.abb.com

Résumé

Nouvelle énergie provenant du soleil

Vision de l'utilisation de l'énergie solaire sur une grande surface dans le désert

Selon des estimations, le besoin mondial en énergie électrique pourrait être couvert par des centrales solaires installées dans le désert sur une surface de seulement 300 × 300 km. A cela s'ajoute qu'environ 90 % de la population mondiale vivent à 3000 km au maximum d'un désert. Dans le cadre de l'initiative industrielle Desertec, de nombreux entrepreneurs s'engagent en faveur de la mise en œuvre d'un tel projet dans la région appelée Eumena (Europe, Proche-Orient et Afrique du Nord). Dans ces régions, l'énergie solaire devrait pouvoir être utilisée à grande échelle dans les 30 prochaines années.

AES