

Wüstenstrom – von der Vision zur Wirklichkeit

Perspektiven solarthermischer Kraftwerke

Die Zeit ist reif für einen Paradigmenwechsel in der Energiepolitik. Der Einsatz Erneuerbarer Energien ist notwendig, um wirksam dem vom CO₂ verursachten Klimawandel zu begegnen und bietet gleichzeitig hervorragende ökonomische Perspektiven. Ein intelligenter Strommix aus dezentral verfügbaren Erneuerbaren Energien und Wüstenstrom kann zur Lösung der globalen Energie- und Umweltprobleme einen zentralen Beitrag leisten und innerhalb von 40 Jahren eine vollständige Versorgung aus Erneuerbaren Energien sichern. Die Sonne ist *die* Energiequelle überhaupt: Nur zwei Prozent der Sahara reichen aus, um die ganze Welt mit Strom aus Solarkraftwerken (CSP = *Concentrated Solar Power*) zu versorgen. Dabei ist es gar nicht notwendig, allein auf solarthermische Kraftwerke zu setzen. Es stehen weltweit weitere dezentrale Erneuerbare Energien wie Wind, Biomasse, Erdwärme, Solarstrom auf Dächern oder Wasserkraft reichlich zur Verfügung.

Sauberer Sonnenstrom aus den Wüsten der Welt! Eine Verwirklichung dieser Idee galt bis vor kurzem als unrealistisch: Solarkraftwerke hielt man für zu ineffizient und zu teuer und vor allem: Die Leitungsverluste beim Transport von Strom über weite Distanzen galten bis vor wenigen Jahren als unüberwindbares Hindernis. Durch grundlegende Verbesserungen bei den solarthermischen Großkraftwerken, den Energiespeichern und vor allem bei den Übertragungsnetzen rückt die Vision vom sauberen, dauerhaften und kostengünstigen Wüstenstrom heute in den Bereich wirtschaftlicher und politischer Machbarkeit.

Neben der Stromproduktion können mit solarthermischen Kraftwerken ebenso

Prozesswärme für verschiedenste Industriezweige geliefert, sowie Meerwasserentsalzungsanlagen betrieben werden. Angesichts gravierender Wasserprobleme in Wüstenregionen und der erheblichen Umweltauswirkungen von konventionell betriebenen Entsalzungsanlagen ergeben sich hierdurch zusätzliche Perspektiven.



Ein weltumspannender Ansatz

Die solarthermischen Kraftwerke können in der Wüste Gobi, den Wüsten im Westen der USA, in Mexiko oder in Indien und Australien errichtet werden und Strom produzieren. Wüstenstrom basiert dabei nicht allein auf der Kraft der Sonne: Der gesamte Mix der Erneuerbaren Energien, ob Wind, Photovoltaik, Biomasse, Erdwärme oder Wasserkraft kann – je nach Standort – in Wüstenstrom-Projekte integriert werden. Der Import von Wüstenstrom aus den sonnenreichen Wüstengebieten der Erde kann somit eine sinnvolle Ergänzung zur dezentralen Nutzung Erneuerbarer Energien sein, damit eine Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien noch schneller erreicht werden kann¹.

¹Angesichts der sich verschärfenden Energie- und Klimakrise kann das Potenzial des Wüstenstroms dafür sorgen, dass wir die Vollversorgung durch Erneuerbare Energien noch frühzeitiger, also bis

Spendenkonto

Postbank, KTO: 2 061 206, BLZ: 200 100 20

Greenpeace ist vom Finanzamt als gemeinnützig anerkannt. Spenden sind steuerabsatzfähig.

Internationale Kooperationen

Wüstenstrom-Konzepte müssen durch gleichberechtigte, internationale Kooperationen erschlossen werden. Die Technologie muss zunächst den Menschen in der jeweiligen Region des Standorts zur Verbesserung ihrer Energie- und Wasserversorgung zu Gute kommen². Zugleich können erhebliche Überschüsse an produziertem Strom in die industriellen Ballungszentren der Welt transportiert werden. Dies geschieht mit hocheffizienten Stromnetzen, so genannten „supergrids“ oder „HGÜ-Netzen“³. Diese Netze können Strom sehr verlustarm und günstig über tausende Kilometer transportieren. Aus europäischer Sicht bietet sich die partnerschaftliche Nutzung von Wüstenstrom aus der MENA⁴-Region (Nahe Osten und Nordafrika) an. Als Beispiel: Strom aus der Sahara könnte von Afrika bis nach Deutschland über 3.000 Kilometer durch die HGÜ-Technik mit lediglich zehn Prozent Verlusten transportiert werden. So kann nach Greenpeace Berechnungen zukünftig fast ein Viertel der europäischen Stromversorgung und etwa 15 Prozent des deutschen Bedarfs durch Wüstenstrom gedeckt werden.

Die Technik: das Prinzip Brennglas

Das physikalische Prinzip solarthermischer Kraftwerke gleicht einem „Brennglas in Groß“. Die Sonneneinstrahlung wird mit der Hilfe hunderter Spiegel gebündelt und direkt auf Röhren mit einem wärmeleitenden Öl konzentriert. Es entstehen Temperaturen von 400 bis 1000 Grad Celsius, die zur Erzeugung von Wärme und Strom genutzt werden: Das heiße Öl erhitzt Wasser, bis es verdampft.

¹spätestens 2050 erreicht werden kann.

²Mehr als 2 Milliarden Menschen haben weltweit noch keine ausreichende Stromversorgung.

³Hochspannung-Gleichstrom-Übertragungsnetze, (Abkürzung: HGÜ), auf englisch „supergrids“

⁴Abkürzung steht für „Middle East & North Africa“

Der Wasserdampf treibt eine Turbine⁵ an, diese wiederum einen Generator, so dass elektrischer Strom entstehen kann.

Unterschiedliche Technologien können angewandt werden

Eine Reihe verschiedener Technologien kann eingesetzt werden, um das Sonnenlicht zu bündeln, zu sammeln und es schließlich umzuwandeln. Die Reflektoren zur Bündelung des Sonnenlichts in solarthermischen Kraftwerken sind entweder lineare Konzentratoren oder Punktkonzentratoren⁶. Es gibt vier hauptsächliche, kommerziell genutzte CSP-Technologien: Parabolrinnen und lineare Fresnel-Kollektoranlagen (mit linearen Konzentratoren) sowie Solarturmkraftwerke und Paraboloidkraftwerke (arbeiten mit Punktkonzentratoren). Parabolrinnen sind die derzeit am häufigsten eingesetzte Technik.



Solarthermisches Kraftwerk in Südspanien: Luftaufnahme des "PS10". Das Solarturm-Kraftwerk produziert mit 624 beweglichen Spiegeln und einer installierten Leistung von 11 Megawatt Strom für 10.000 Menschen. (Foto: ©Greenpeace / Markel Redondo)

Stromproduktion auch in der Nacht möglich

Tagsüber gesammelte Sonnenwärme kann in flüssigen oder festen Medien wie Salzschnmelzen, Keramiken, Beton oder Salzmischungen als Phasenübergangs-

⁵zum Beispiel mithilfe einer Dampf- oder Gasturbine oder einem Stirlingmotor.

⁶Bei linearen Konzentratoren wird die Strahlung etwa um den Faktor 100 verstärkt, so dass Betriebstemperaturen von bis zu 550 Grad Celsius erreicht werden können. Bei Punktkonzentratoren können eine Verstärkung um einen Faktor von über 1.000 und damit Betriebstemperaturen von über 1.000 Grad Celsius erreicht werden.

material gespeichert werden. Nachts kann die Wärme dem Speichermedium wieder entzogen werden, um die Turbine weiterhin anzutreiben. Solarthermische Kraftwerke, die lediglich mit Solarenergie betrieben werden, eignen sich gut für die mittäglichen Spitzenlasten, die im Sommer in Ballungszentren mit beträchtlichem Kühlungsbedarf anfallen (z.B. in Spanien und Kalifornien). In Verbindung mit Wärmespeichersystemen können sie über einen längeren Zeitraum betrieben werden und sogar die Grundlast abdecken.

Regionen für den Einsatz von solarthermischen Kraftwerken

Typische Regionen für den Einsatz von solarthermischen Kraftwerken sind Gebiete ohne hohe atmosphärische Luftfeuchtigkeit, Staub und Dunst: dazu zählen Steppen, Buschland, Savannen, Halbwüsten und echte Wüsten⁷. Das enorme Potenzial, das diese Regionen an Sonnenenergie zu bieten haben, übersteigt bei weitem den eigenen Strombedarf. Somit kann Solarstrom in andere Regionen exportiert werden, in denen eine große Stromnachfrage und geringere Sonnenressourcen bestehen.

Verlustarme Übertragungsnetze

Für den Transport von Strom aus den Wüstengebieten in Afrika oder dem Nahen Osten nach Europa müssen die derzeitigen konventionellen Stromnetze erweitert werden. Die Ausweitung des Stromnetzes sollte mit Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsnetzen (HGÜ) erfolgen. Hierbei handelt es sich um hocheffiziente Stromnetze, die den Strom über lange Strecken zu wirtschaftlichen Kosten übertragen können. Auf 1.000 Kilometer haben HGÜ-Netze weniger als drei Prozent Stromverluste. Auf dem Weg zwischen

Nordafrika und Deutschland (3.000 Kilometer) kann Wüstenstrom mit etwa zehn Prozent Verlusten und Kosten von ein bis zwei Cent pro Kilowattstunde transportiert werden.

Die HGÜ-Technik ist seit vielen Jahren erprobt und wird in vielen Ländern der Erde wie in China, Indien und den USA sowohl über Land als auch unter Wasser verwendet. Auch in Europa gibt es diese Technik. Sie wird zum Beispiel zur Stromübertragung in der Nord- und Ostsee angewendet (Seekabel). Diese Gleichstromnetze werden zukünftig zu einem Strom-Verbundnetz erweitert, um große Mengen an Strom aus den Offshore Windparks sowie von Wasserkraft aus Skandinavien in das europäische Netz zu integrieren.



Verlustarme Übertragungsnetze: Die Verbindung von Stromnetzen mit HGÜ-Leitungen sind Schlüsselfaktoren für das wirtschaftliche Überleben der ganzen Region. (Abb.: ©DESERTEC Foundation)

Die Studie „Globaler Ausblick auf die Entwicklung solarthermischer Kraftwerke 2009“

Bei der Studie handelt es sich um den dritten Report von Greenpeace, dem Europäischen Solarthermischen Verband (ESTELA) und dem internationalen Netzwerk SolarPaces. Die Studie gibt einen aktuellen Überblick über den Stand der Technologie und über die Entwicklungen in den einzelnen Regionen der Welt. Zudem erhebt sie in unterschiedlichen Szenarien eine Marktprognose für die Entwicklung solarthermischer Kraftwerke bis 2050. Dabei werden in verschiedenen

⁷Ideal sind Regionen zwischen den nördlichen und südlichen 40. Breitengraden. Zu den idealen Gebieten der Welt zählen der Südwesten der USA, Mittel- und Südamerika, Nord- und Südafrika, die Mittelmeerländer Europas, der Nahe und Mittlere Osten, Iran, die Wüstenebenen Indiens, Pakistan, die ehemalige Sowjetunion, China und Australien.

Entwicklungspfad die daraus resultierenden Energiepotenziale, sowie die ökologischen und ökonomischen Effekte abgeleitet. Abschließend werden Empfehlungen an die Politik formuliert.

Ergebnisse der Studie

Die Kraftwerke, die Speicherkapazitäten und die erforderlichen Übertragungsnetze sind technisch so weit entwickelt, dass die Vision vom sauberen Wüstenstrom in die Tat umgesetzt werden kann. Solarthermische Kraftwerke können nach der Windkraft und der Photovoltaik zum nächsten globalen Exportschlager der Erneuerbaren Energien werden. Sie benötigen für nur wenige Jahre eine Anschubfinanzierung. Bislang fehlt weltweit jedoch ein deutliches politisches Signal.

Ein Viertel des weltweiten Strombedarfs kann zukünftig in solarthermischen Kraftwerken umweltfreundlich, preiswert und zuverlässig erzeugt werden. Solarthermische Kraftwerke können zukünftig damit dreimal mehr Strom produzieren als alle derzeitigen Atomkraftwerke der Welt zusammen.

Hintergrund: Bis 2050 können Solarkraftwerke (circa 10.000 Stück) mit einer Gesamtkapazität von 1.500 Gigawatt installierter Leistung bis zu 7.800 Terrawattstunden Strom produzieren. Zum Vergleich: In 2007 haben alle 439 Atomkraftwerke der Welt 2,600 Terrawattstunden Strom produziert, was einem Anteil von 14 Prozent der Gesamtproduktion dieses Jahres entsprach.

Mit solarthermischen Kraftwerken können bis 2050 4,7 Milliarden Tonnen klimaschädliches Kohlenstoffdioxid vermieden werden. Diese Einsparung entspräche dem sechsfachen Volumen des derzeitigen CO₂ - Ausstoßes in Deutschland. Auch für die Weltwirtschaft wäre die Technologie ein Konjunkturmotor: Jährlich könnten durch die grüne Industrie 15 Milliarden Euro an zusätzlichen Investitionen ausgelöst und damit bis 2050 über 2 Millionen Arbeitsplätze geschaffen werden.

Bereits 2020 kann die Zahl der Arbeitskräfte auf über 200.000 steigen. Diese Zahlen beziehen sich auf den Bau und den Betrieb der Anlagen.

Status Quo

In den vergangenen fünf Jahren expandierte die CSP-Branche mit hohem Tempo: Eine einst neue Technologie hat sich inzwischen zur massentauglichen Lösung für die Stromherstellung entwickelt. Ende 2008 trugen solarthermische Kraftwerke zwar erst mit 436 Megawatt installierter Leistung zur weltweiten Stromversorgung bei. Die aktuell im Bau befindlichen Anlagen, überwiegend in Spanien, werden bis 2011 aber mindestens weitere 1.000 Megawatt beitragen. In den USA sind Anlagen mit 7.000 Megawatt geplant und in der Entwicklung. In Spanien sollen Anlagen mit einer Leistung von 10.000 Megawatt gebaut werden. Diese könnten bis zum Jahr 2017 ans Netz gehen.

Kostenentwicklung

Die Stromerzeugungskosten eines solarthermischen Kraftwerks liegen derzeit bei 15 Eurocent/kWh an Standorten mit hoher Sonneneinstrahlung und bei 23 Eurocent/kWh an Standorten mit niedriger, durchschnittlichen Sonneneinstrahlung. Mit zunehmender Größe der Anlage, höheren Fertigungskapazitäten für die Komponenten und einer höheren Anzahl entsprechender Lieferanten, sowie Verbesserungen durch F&E, werden die Kosten voraussichtlich auf acht Eurocent/kWh sinken. Damit werden solarthermische Kraftwerke bereits in fünf bis 10 Jahren konkurrenzfähig zu Mittellastkraftwerken (zum Beispiel Kohlekraftwerke) sein.

Politische Empfehlungen

Die Studie empfiehlt unterschiedliche politische Maßnahmen für den forcierten Ausbau solarthermischer Kraftwerke:

- Globale Klimaschutzmechanismen: Kyoto-Instrumente wie CDM (Cleaner

Development Mechanism) und JI (Joint Implementation) für solarthermische Kraftwerke zu öffnen.

- Nationale Einspeisegesetze für solarthermische Kraftwerke zu etablieren.
- Das europäische Stromnetz für Solarstrom aus Nordafrika zu öffnen und zu erweitern.
- Überregionale Einspeisetarife wie zwischen Europa, Afrika und dem Nahen und mittleren Osten zu entwickeln.
- Der Solarplan für die Mittelmeerunion muss weiterentwickelt und konsequent umgesetzt werden.
- Eine Erhöhung der Haushalte für Forschung und Entwicklung von Solartechnologie.

Initiative mit Club of Rome und DESERTEC-Foundation

Angesichts der dramatischen Beschleunigung des Klimawandels und der sich zuspitzenden Energiekrise wird ein radikaler Umbau der Energieversorgung unausweichlich. Daher versucht Greenpeace gemeinsam mit dem Club of Rome Deutschland und der DESERTEC Foundation das Thema Wüstenstrom auf die politische Agenda zu setzen. Greenpeace und der Club of Rome haben eine Studie in Auftrag gegeben, die die ökonomischen Chancen der weltweiten Nutzung von solarthermischen Kraftwerken für deutsche Unternehmen untersucht hat.

Die DESERTEC Foundation ist eine Initiative der Deutschen Gesellschaft des Club of Rome, einem weltweiten Netzwerk von Wissenschaftlern, Politikern und Unternehmern. Die Stiftung wurde Anfang 2009 in Berlin gegründet und verfolgt das Ziel, die Lebensgrundlagen der Menschheit durch eine nachhaltige, entwicklungs- und friedensfördernde Form der Energiegewinnung sicherzustellen. Kernpunkt der Stiftungsarbeit ist das schon seit einigen Jahren von der TREC (Trans-Mediterranean

Renewable Energy Cooperation)-Initiative verfolgte DESERTEC-Konzept.

Die Studie: Ökonomische Chancen für deutsche Unternehmen⁸

Die beim Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie in Auftrag gegebene Studie hat die ökonomischen Chancen der weltweiten Nutzung von solarthermischen Kraftwerken für deutsche Unternehmen untersucht. Die Untersuchung bezieht sich auf die durch den Bau der Kraftwerke geschaffene Wertschöpfung bzw. Arbeitsplätze. Zu Grunde gelegt wurden die verschiedenen Ausbaupfade der Greenpeace Studie „Weltweiter Ausblick auf die Entwicklung solarthermischer Kraftwerke 2009“. Die Ergebnisse sind eindrucksvoll. Durch den weltweiten Bau solarthermischer Kraftwerke können deutsche Unternehmen von 2010 bis 2050 mit einer Wertschöpfung von bis zu zwei Billionen Euro profitieren. Allein im Jahr 2050 würden für den Bau der Kraftwerke etwa 240.000 Arbeitsplätze benötigt. Deutsche Generalunternehmer, die für die Konzeption, Planung und den Bau der solarthermischen Kraftwerke verantwortlich sind, können ihre starke Marktstellung weiter ausbauen. Das gilt ebenso für Firmen, die Receiver, Spiegel oder Turbinen zuliefern. Die Zahl der Beschäftigten jener deutschen Unternehmen könnte gemessen an der weltweiten Beschäftigung einen Anteil von über 40 Prozent betragen. Weltweit sind für den Bau der Kraftwerke im Jahr 2050 bis zu 582.000 Arbeitsplätze möglich.

Greenpeace fordert

- Die Bundesregierung muss das Thema Wüstenstrom auf die Agenda des nächsten G 8-Gipfels in Italien und der Klimakonferenz in Kopenhagen setzen.
- Die Bundesregierung sollte eine „Europäische Wüstenstrom-Taskforce“ mit Vertretern der Regierung, der Wissen-

⁸ Genauer Titel der Studie: Ökonomische Chancen für die deutsche Industrie resultierend aus einer weltweiten Verbreitung von CSP (Concentrated Solar Power)-Technologien.

schaft, der Industrie und den Umweltverbänden einrichten. Das Ziel: Entwicklung einer Road-Map für den Ausbau eines überregionalen Stromnetzverbundes.

- Deutschland und die Europäische Union sollten gemeinsam mit Wüstenstaaten der MENA-Region Fördergesetze (Einspeisetarife) für die Erzeugung und den Import von Strom aus den Wüsten entwickeln.
- Die Bundesregierung sollte den Forschungsetat für solarthermische Kraftwerke von derzeit acht Millionen Euro jährlich auf das Niveau der Kernfusionsforschung von über 130 Millionen Euro anpassen.

Lesetipps

- „Globaler Ausblick auf die Entwicklung solarthermischer Kraftwerke 2009“, Greenpeace 2009. Download: www.greenpeace.de
- „energy (r)evolution – a sustainable global energy outlook“, Greenpeace international 2008. Download unter: www.greenpeace.de
- „Trans-Mediterraner Solarstromverbund“, DLR 2006. Download: www.dlr.de
- „Fragen zum Wüstenstrom“, DLR 2009. Download: www.dlr.de/tt/wuestenstrom
- „Red Paper – das DESERTEC Konzept im Überblick“, DESERTEC Foundation 2008. Download: www.desertec.org
- Ökonomische Chancen für die deutsche Industrie resultierend aus einer weltweiten Verbreitung von CSP (*Concentrated Solar Power*) –Technologien. Studie im Auftrag von Greenpeace Deutschland, der Deutschen Gesellschaft Club of Rome und der DESERTEC Foundation. Download: www.greenpeace.de oder www.desertec.org