



Fotos: Frank Schüssler

Das Parabolrinnenkraftwerk ANDASOL bei Guadix nahe Granada, das sich im Bau befindet. Im Hintergrund die beiden Salzspeicher, mit deren Hilfe bis zu sieben Stunden nach Sonnenuntergang Strom erzeugt werden kann.

Ein „Meer aus Spiegeln“ – aber wo?

Trägt die Solarenergiepartnerschaft zwischen Afrika und Europa zur Verschärfung regionaler Disparitäten in Afrika bei?

Von Frank Schüssler

In Anbetracht der aktuellen Diskussion um die Gefahren des Klimawandels und die zunehmende Verknappung fossiler Energieträger richten sich die Blicke von Politikern, Unternehmern, Journalisten und auch unserer transdisziplinären Arbeitsgruppe zur Zukunft der Energieversorgung immer häufiger gen Afrika. Auf den ersten Blick erscheinen die Potentiale für neue Energieformen des lange Zeit „vergessenen“ Kontinents gigantisch: Entlang der dünn besiedelten Küstenregionen des westlichen Marokkos und der angrenzenden Republik Sahara (von Marokko besetzt) sowie Mauretaniens bestehen große Potentiale für Windkraftanlagen. Aufgrund des Nordost-Passats weht dort der Wind konstant das ganze Jahr über. Besonders überzeugend erscheint jedoch auf Anhieb das Potential für solarthermische Anlagen, das in Nordafrika zwei- bis vierfach höher ist als in Mitteleuropa. Dabei ist allerdings eine sorgfältige Evaluation von möglichen Standorten unter ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Gesichtspunkten von Bedeutung.

Mit der Propagierung der betrieblichen Praxistauglichkeit und nachhaltigen Wirtschaftlichkeit solarthermischer Kraftwerke werden von vielen Akteuren fast reflexartig Forderungen aufgestellt, die entsprechenden Wüstenregionen Nordafrikas in ein „Meer aus Spiegeln“ zu verwandeln (DLR 2005, 2006, 2007). Zwei Aspekte werden dabei häufig nur nebensächlich behandelt oder gar völlig übersehen: Erstens ist es nicht möglich, solare Großkraftwerke überall in der Sahara aufzustellen. Eine sorgfältige Evaluation des Standorts unter ökonomischen, gesellschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten ist unbedingt erforderlich. Bislang wurden keine wissenschaftlichen Studien zur Auswirkung solarer Kraftwerke auf die unterschiedlichen regionalen Ebenen erarbeitet. Zweitens wird oft vernachlässigt, dass über Finanzierungsinstrumente des „Clean-Development-Mechanismus“ (CDM; siehe auch der Artikel von Kirsten Westphal, Seite XY ff.) auch Regionen im subsaharischen Afrika als potentiell geeignete Standorte in Frage kommen. Diesen beiden Aspekten widmet sich dieser Artikel.

Standortwahl für solarthermische Großkraftwerke in Afrika

In drei groß angelegten Studien beschäftigten sich Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit Fragen zu Standorten und Realisierungsmöglichkeiten solarthermischer Kraftwerke (MED-CSP; DLR 2005), mit afrikanisch-europäischen Verbindungen zum Stromimport nach Europa (TRANS-CSP; DLR 2006) und mit Möglichkeiten zur Entsalzung von Meerwasser mit lokal gewonnenem Solarstrom (AQUA-CSP; DLR 2007). Mit Hilfe quantitativer Ver-

fahren unter Einsatz von Geographischen Informationssystemen und Fernerkundungsdaten ermittelten die DLR-Experten anhand eines Ausschlussverfahrens potentiell geeignete Standorte für großtechnische Anlagen (Abbildung 1).

Die Logik erscheint den Solar-Experten einfach: Überall dort, wo Geländesteigungen, bestehende Landnutzungsformen, Wanderdünen, mangelnde Verkehrsinfrastruktur und weitere deskriptive Kriterien den Bau nicht verhindern, sei der Bau solarer Kraftwerke möglich. Einige Kriterien bleiben jedoch unberücksichtigt. In diesem Kontext beleuchten Winker und Preußner, Speitkamp und Stange sowie Leggewie und Westphal in diesem Heft verschiedene wirtschaftliche, historische und politische Aspekte. Doch auch aus humangeographischer Perspektive gibt es weiteren Diskussionsbedarf.

Tabelle 1 zeigt einige ökonomische, gesellschaftliche bzw. soziale Indikatoren für regionale Disparitäten auf der räumlichen Ebene von Nationalstaaten in Nordafrika – dazu im Vergleich auch von Deutschland und Frankreich. Was

lässt sich daraus ableiten? Einerseits ist schon auf dieser relativ groben räumlichen Basis die Heterogenität der nordafrikanischen Staaten zu erkennen, die bei allen Planungen zu berücksichtigen ist. Verfeinert man die Daten weiter räumlich, indem man sie auf die Ebene von Provinzen oder Distrikten auflöst, so kann man wesentlich größere regionale Disparitäten erkennen. Da es sich bei solarthermischen Kraftwerken um technische Großprojekte industrieller Dimension handelt, die einen hohen Erstellungs- und Wartungsaufwand erfordern, weisen diese nicht nur verschiedene „harte“ Standortbedingungen oder -voraussetzungen auf, wie in den DLR-Studien beschrieben.

Für ein besseres Verständnis wagen wir nun einen kleinen Ausflug in die traditionelle wirtschaftsgeographische Standortlehre: Bei der Wahl von Standorten kann man für unsere Anwendung zunächst zwischen kostenminimalen (Weber 1909) und behavioristischen (Pred 1967) Prozessen unterscheiden, wobei letztere nicht immer nach rein rationellen, objektiven Kalkulationen ablaufen. Handelt es sich nach Weber

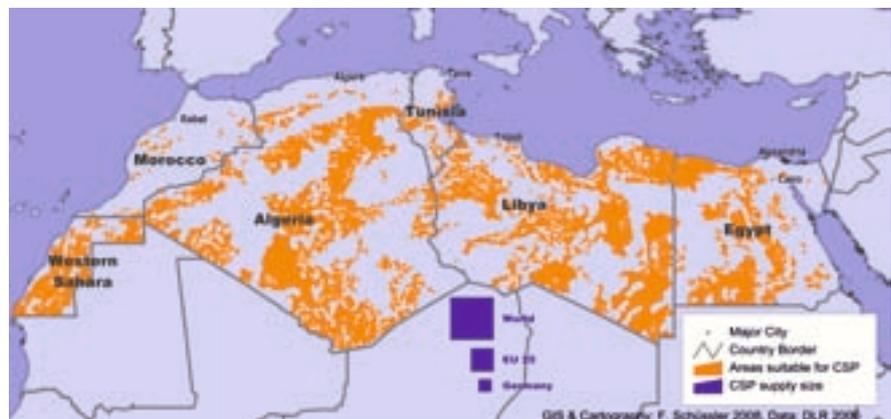


Abb. 1: Geeignete Flächen für CSP in Nordafrika und theoretische Größen von CSP zur Versorgung von Deutschland, Europa und der Erde. Quelle: Schüssler 2008

bei der Standortentscheidung um die Aktion eines rationellen „Optimizers“, der ausschließlich Kosten minimiert, so muss man gemäß PRED von eingeschränkten Standortkenntnissen und individuellen Präferenzen der suchenden Akteure ausgehen, die somit dem Modell eines abwägenden „Satisfizers“ entsprechen. Wie werden die Einflüsse von Planern oder Politikern integriert, die maßgeblich auf die Standortwahl einwirken können? Welche Rolle spielen Agglomerationsvorteile und interne Ersparnisse (economies of concentration and scale) bei der Standortwahl?

Die sozio-ökonomischen Prozesse der Standortwahl sind auch mit der Standortentscheidung nicht abgeschlossen. Stattdessen strahlen neue industrielle Standorte größerer Dimension erhebliche Standortwirkungen nach außen ab. In der wirtschaftsgeographischen Fachliteratur spricht man aus diesem Grunde nicht mehr isoliert von „Standortfaktoren“, sondern in stärker evolutionärer Sicht von einem „Standortprozess“, der sich vollzieht: „Indus-

tries create regional resources and not the other way round“ (Storper u. Walker 1989: 96). Dies ist in der vorhandenen Literatur inklusive der zahlreichen Studien und von den Akteuren bislang nur unzureichend berücksichtigt worden.

Chancen durch den Clean-Development-Mechanismus

Zum zweiten Kritikpunkt: Von den Akteuren und in der Literatur über solarthermische Großkraftwerke bleibt weitgehend unberücksichtigt, dass über Instrumente des „Clean Development Mechanism“ (CDM) auch andere Regionen im subsaharischen Afrika ausgezeichnete Voraussetzungen für den Bau solarthermischer Kraftwerke bieten. In Namibia und dem Kalahari-Becken von Botswana und Südafrika ließen sich ebenfalls ideale Standorte finden.

In diesem Falle könnte die gewonnene Energie zwar nicht nach Europa exportiert werden, wäre aber für die Entwicklung des südlichen Afrikas von

großer Bedeutung. Über den Handel mit „Certified Emission Reductions“ (CER) könnte jedoch ein attraktiver Investitionsanreiz im Rahmen einer Mischfinanzierung (z.B. Public Private Partnership) gegeben werden.

Bislang wurden allerdings in Afrika nur zwei Prozent aller weltweit gestellten Anträge im Rahmen des CDM registriert. Es steht zu befürchten, dass es aufgrund des verhältnismäßig niedrigen CDM-Investmentklimaindex für das subsaharische Afrika so bleibt (siehe Tabelle 1). Somit werden die größten internationalen Kapitalströme an CER nicht in die Länder fließen, die Kapital am dringendsten benötigen, und Afrika wird die kapitalärmste Region der Erde bleiben (Collier 2008: 116).

Regionale Disparitäten aufgrund industrieller Großprojekte

Regionale Disparitäten verdeutlichen Unterschiede der Ausprägung von Indikatoren in definierten räumlichen Einheiten, z.B. internationale Unterschiede

Tabelle 1: Indikatoren für den Entwicklungsstand, politischen Status und Investitionssicherheit in Nordafrika

Land/Region	BIP ¹	GINI ¹	HDI ¹	RKS ¹	FS ²	ER ¹	Kyoto ¹	CDM IKI ³
Algerien	7062	35	0,73	34	Not free	98	2005	49
Ägypten	4337	34	0,71	28	Not free	98	2005	70
Libyen	10335	82	0,82	18	Not free	97	2006	34
Mauretanien	2234	39	0,55	78	Partly free	-	2005	37
Marokko	4555	36	0,65	36	Partly free	85	2002	75
Tunesien	8371	40	0,77	20	Not free	99	2003	78
Subsaharisches Afrika	1998	> 50	0,49	102	Mostly not free	26	-	< 40
Deutschland	29461	28	0,94	4	Free	100	2002	-
Frankreich	30386	33	0,95	4	Free	100	2002	-

BIP: Bruttoinlandsprodukt pro Kopf, GINI-Index, HDI: Human Development Index, RKS: Rate der Kindersterblichkeit (pro 1000 Lebendgeborene), FS: Freedom Status, ER: Elektrifizierungsrate, Kyoto: Jahr der Ratifizierung des Kyoto-Protokolls, CDM IKI: Clean-Development-Mechanismus Investitionsklima-Index ¹ Quelle: UNDP (2008), ² Quelle: Freedomhouse.org (2008), ³ Quelle: DEG (2008)

zwischen Nationalstaaten oder intranationale Unterschiede innerhalb eines Staates. Disparitäten entstehen durch unterschiedliche naturräumliche Ausstattung (z.B. lokale Solarstrahlung) und deren Inwertsetzung durch Wachstumspole (z.B. durch solarthermische Kraftwerke), aber auch durch verschiedene Standortbewertungen bzw. -entscheidungen der Öffentlichen Hand (z.B. Förderprogramme) sowie Segregationsprozesse als disproportionale Verteilung von Bevölkerungsgruppen.

Bezüglich der wirtschaftlichen Ungleichheiten wurden in geographischen Raumwirtschaftstheorien einige Modelle für die Entwicklung der Disparitäten von Löhnen entwickelt. Die Sozialgeographie untersucht hingegen, wie die Lebenschancen und Teilhabemöglichkeiten von Individuen oder Gruppen durch Disparitäten beeinflusst werden.

Innerhalb der mit Solarkraftwerken ausgestatteten Länder wird durch die europäischen Direktinvestitionen und lokale Kapitalanlagen ein höheres Nationaleinkommen zu erwarten sein: Bereits jetzt werden große Grundstücke gehandelt, Arbeitskräfte für Aufbau und Betrieb müssen bezahlt werden, und Steuern werden eingenommen. Wie die volkswirtschaftlichen Einnahmen verteilt werden ist eine zweite Frage: Der GINI-Index als Maß der Einkommensverteilung ist in den nordafrikanischen Ländern durchweg höher als z.B. in Deutschland oder Frankreich (siehe Tabelle 1). Dies bedeutet, dass vermutlich wieder die Eliten der Länder stärker von den Investitionen profitieren werden.

Nach einer zu erwartenden Investitionswelle werden größere Disparitäten auf intrakontinentaler Ebene zu erwarten sein. Aufgrund der organisatorischen Einbettung der nordafrikanischen Staaten in die Mittelmeerunion und der dadurch erhöhten Investitionssicherheit ist davon auszugehen, dass zahlreiche Projekte im Maghreb realisiert werden. Das subsaharische Afrika bleibt außen vor und wird wieder einmal von der Entwicklung abgehängt.

Fazit und Bewertung

Die teils unterschwellig, teils direkt geäußerte Hoffnung von politischen Ak-



Abb. 2: Solarturmkraftwerk PS10 bei Sanlúcar la Mayor, westlich von Sevilla. 120 Spiegel fokussieren Sonnenlicht auf einen 115 m hohen Turm. So werden 6.000 Haushalte mit Elektrizität versorgt.



Dr. Frank Schüssler

Institut für Geographie

Senckenbergstraße 1

35390 Gießen

Telefon: 0641 99-36203

E-Mail: Frank.Schuessler@geogr.uni-giessen.de

Frank Schüssler, Jahrgang 1968, arbeitet seit 2004 im Bereich Anthropogeographie des Instituts für Geographie der Universität Gießen. Sein Studium der Geographie, Volkswirtschaftslehre, Soziologie und Angewandten Informatik schloss er 1998 in Gießen mit dem Diplom ab. 2000 wurde er mit einer Arbeit über Geomarketing, Anwendungen Geographischer Informationssysteme im Einzelhandel promoviert. Von 1996 bis 2004 arbeitete Dr. Schüssler als Consultant und Trainer für Geographische Informationssysteme in der Wirtschaft und kehrte 2004 an die Universität zurück. Schwerpunkte seiner Arbeit sind die Geographische Energieforschung und die Geographische Entwicklungsforschung. Seit ihrer Gründung ist er in der transdisziplinären Arbeitsgruppe zur Zukunft der Energieversorgung aktiv. Weitere Projekte betreffen die Mensch-Umwelt-Forschung im nördlichen Iran und das Coaching lokaler Organisationen zur Erstellung des Nationalatlas von Afghanistan.



teuren, nahezu der gesamte Kontinent Afrika werde durch das einfließende (private) Kapital für solarthermische Kraftwerke einen Aufschwung erfahren und sich vom Tropf der Entwicklungshilfe lösen können, wird sich in absehbarer Zukunft wohl nicht erfüllen. Stattdessen werden durch den erwarteten Boom solarthermischer Großkraftwerke in Afrika sowohl regionale Disparitäten nach geographischer Länge als auch internationale Disparitäten nach geographischer Breite in unterschiedlichen Ausmaßen auftreten.

In den nordafrikanischen Ländern gleicher Breite werden interregionale Disparitäten innerhalb der einzelnen Maghreb-Staaten zu beobachten sein. Durch Investitionen von mehreren Hundert Millionen Euro pro Kraftwerk, die in den ländlichen Raum hineinfließen, werden für die Errichtung der An-

lagen Arbeitskräfte aus den Städten angezogen und regionale Wachstumszentren gebildet. Diese Tendenz ist selbst bei den Standorten der spanischen Solarkraftwerke bei Guadix und Sanlúcar la Mayor in Andalusien (siehe Abb. 2 und Abb. 3) zu beobachten, in denen zahlreiche Firmen mit Arbeitern aus den größeren Städten Granada oder Sevilla beschäftigt sind. Auch für die Wartung und Reparatur der Anlagen wird lokales Personal benötigt. In Algerien, Marokko und Tunesien wird es also Regionen geben, die bislang weder bevölkert noch wirtschaftlich relevant waren und die plötzlich als Wirtschaftsinseln auf der Landkarte erscheinen.

Als Förderung internationaler Disparitäten nach geographischer Breite kann man die Priorisierung von Investitionsentscheidungen für solare Kraftwerke in Nordafrika zu Ungun-

ten von CDM-Investitionen im Raum des subsaharischen Afrikas bezeichnen. Wie sehr das subsaharische Afrika von der wirtschaftlichen Entwicklung im erweiterten Maghreb abhängig ist, verdeutlicht Tabelle 1. Selbst im gebeutelten Mauretanien, das von einer Militärjunta regiert wird, ist das Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf höher als im südlichen Afrika. In den anderen nordafrikanischen Staaten beträgt das BIP pro Kopf mindestens das Zweifache bis Fünffache im Vergleich zum südlichen Afrika.

Abschließend sei nochmals betont, dass es sich bei solarthermischen Großkraftwerken um wichtige Bausteine eines Energiemix im 21. Jahrhundert handeln wird, deren Boom auch aufgrund des Solarplans der Mittelmeerunion (siehe auch den Artikel von Westphal, Seite ZAff.) unmittelbar bevor-



Abb.3: In Bau befindliches Parabolrinnen-
kraftwerk ANDASOL bei Guadix Provinz
Granada. Das Kraftwerk wird 310 Mio Euro
kosten und 200.000 Menschen mit Elektrizität
versorgen.

steht. Dennoch oder gerade deshalb sollte bei der Planung solcher Großanlagen ein sorgfältiger Entscheidungsprozess nicht nur unter „harten“ Standortfaktoren erfolgen, sondern auch „weiche“ Kriterien sollten berücksichtigt und die Standortauswirkungen in Form von Szenarien einbezogen werden. Dann ist es möglich, der „Energie-wende“ gelassen entgegen zu schauen: “It is necessary to discuss CSP projects and its effects intensively and to pave the way for the realization of this revolutionary idea” (Töpfer 2007: 8). Im Sinne Colliers fehlt es in Afrika an privatem Kapital, das „theoretisch die Globalisierung bereitstellen kann“ (Collier 2008: 117). In China hat dies funktioniert. Ob in Afrika solarthermische Kraftwerke zur Generierung von Wachstumspolen genutzt werden können und dies positive Auswirkungen

auf die Volkswirtschaften vieler Länder haben kann, bleibt zumindest offen. •

LITERATUR

- Collier, P. (2008): Die unterste Milliarde. Warum die ärmsten Länder scheitern und was man dagegen tun kann. (C.H. Beck) München.
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) (2005): MED-CSP. Concentrating solar power for the Mediterranean region. Final Report. (DLR) Stuttgart.
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) (2006): TRANS-CSP. Trans-Mediterranean interconnection for concentrating solar power. Final Report. (DLR) Stuttgart.
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) (2007): AQUA-CSP.

Concentrating solar power for seawater desalination. Final Report. (DLR) Stuttgart.

- Schüssler, F. (2008): Energy Partnership Africa – Europe: Concentrated Solar Power between Technical Realisation and Ethic Responsibility. In: Erdkunde. Archiv für wissenschaftliche Geographie. 62. Jg., H. 3, S. 221-230.
- Storper, M. u. R. Walker (1989): The capitalist imperative. Territory, technology and industrial growth. (Basil Blackwell) New York, Oxford.
- Töpfer, K. (2007): Decarbonisation of energy supply – central challenge for mankind. In: Knies, G., Möller, U. a. M. Straub (Ed.) (2007): Clean power from deserts. The DESERTEC concept for energy, water and climate security. White book. www.desertec.org (21.07.2008).