

HB NR. 193 VOM 06.10.99 Seite 58 / Forschung und Technik
Aufwindkraftwerk soll Strom rund um die Uhr liefern
Megawatt aus gigantischen Turm-Röhren

Von MICHAEL FRANKEN

"Mensch-Natur-Technik" lautet das anspruchsvolle Motto der Expo 2000. Ein Aufwindkraftwerk sollte als zukunftsweisende Technologie in Hannover präsentiert werden. Doch das Geld fehlt. Nun verstauben die Pläne in den Schubladen eines Stuttgarter Ingenieurbüros.
HANDELSBLATT, Dienstag, 5.10.99

STUTT GART. Jörg Schlaich ist ein Querdenker, ein Visionär der besonderen Art. Überall dort, wo er seine Handschrift hinterlassen hat, ist etwas Besonderes geschaffen worden. In den 70er Jahren plante er eine riesige Hängebrücke über den Ganges. Hunderte Menschen fanden damals Arbeit und Brot beim Bau des Projektes. "Ich musste aber erkennen, dass nur mit einer Lösung der Energieprobleme in den Ländern der Dritten Welt positive Veränderungen auf Dauer zu erreichen sind", meint der 65-jährige Bauingenieur.

Schlaich lehrt an der Universität Stuttgart und kennt sich mit dem Bau von Brücken, Türmen, Dachkonstruktionen und den verschiedenen Verfahren zur Stromproduktion bestens aus. Mit dem tollkühn geschwungenen Dach des Münchener Olympiastadions hat er über deutsche Grenzen hinaus Baugeschichte geschrieben. Doch wenn er von einem ganz besonderen Betonturm erzählt, fängt er an zu schwärmen. "Mit Aufwindkraftwerken können künftige Energieprobleme auf unserem Globus gelöst werden", erklärt er.

Die Grundidee ist simpel, technisch ist das Funktionsprinzip leicht zu vermitteln. Unter einem großen Glasdach wird durch die Sonneneinstrahlung warme Luft erzeugt. Diese strömt zu einer Kaminröhre in der Mitte des Daches und zieht dort nach oben. Je kräftiger der synthetische Sturm in die Röhre hoch zieht, umso stärker drehen sich die Turbinen, die am Fuße des Kamins den stürmischen Aufwind in Generatoren in Elektrizität umwandeln. Das Aufwindkraftwerk besteht also im Wesentlichen aus drei bekannten Techniken: einer hohen Kaminröhre, einem einfachen Glasdach- Warmluftkollektor und Windturbinen mit Elektrogenatoren, die kein Kühlwasser brauchen. "Große Aufwindanlagen sind heute aus technischer Sicht problemlos realisierbar", meint Schlaich.

Die Grundidee stieß schon in den 70er Jahren auf das Interesse des Bundesforschungsministeriums. Der Ölschock hatte die Bonner Politiker wachgerüttelt, alternative Energieerzeugungspotenziale sollten erprobt werden. Im spanischen Manzanares, 150 km südlich von Madrid, entstand eine Pilotanlage mit einer Spitzenleistung von 50 kW. Ein Kamin mit 195 m Höhe und 10 m Durchmesser wurde gebaut, umgeben von einem Kollektor mit 240 m Durchmesser. Die Anlage war mit 180 Sensoren ausgerüstet, die im Sekundenrhythmus Daten erfassen konnten. Sobald die Luftgeschwindigkeit im Turm 2,5 m/s überschritt, lief die Turbine an und koppelte sich automatisch an das öffentliche Netz. Von Mitte 1986 bis Anfang 1989 konnte das Kraftwerk fast ohne Unterbrechungen betrieben werden.

Trotz des Zuschusses von 13 Millionen DM (6,5 Mill. EUR) musste von Anfang an gespart werden: Statt Glaseindeckung gab es nur Kunststofffolien, die versprödeten und im Sturm rissen. Die hohe Röhre bestand aus Blech statt aus Stahlbeton, und die Abspannstangen waren nicht aus korrosionsgeschütztem Material. "Für langlebige Stahlseile fehlte ganz einfach das Geld", erinnert sich Schlaich. Die Folge: Im Frühjahr 1989 krachte die Konstruktion zusammen, ein heftiger Orkan zerstörte die Pilotanlage.

Zum Zeitpunkt des Einsturzes waren die notwendigen Messungen längst abgeschlossen, der Turm hatte seine Schuldigkeit getan. Ziel des Manzanares-Projektes war es, die grundlegenden

thermodynamischen Zusammenhänge zu erarbeiten, um damit eine qualifizierte Grundlage für die Planung großer Anlagen zu legen.

Unter kommerziellen Gesichtspunkten sind Aufwindkraftwerke nach Auffassung von Schlaich im großen Maßstab realisierbar. Die Leistung eines solchen solaren Großkraftwerks ist proportional zur Intensität der globalen Sonnenstrahlung, der Turmhöhe und der Kollektorfläche. Im Klartext: Man kann die selbe Leistung mit einem hohen Turm und einem relativ kleinen Kollektor oder mit einem relativ niedrigen Turm und einem großen Kollektor erzeugen. Ausschlaggebend sind die Kosten für die einzelnen Komponenten an den jeweiligen Standorten, die die Dimensionierung einer kostenoptimierten Anlage bestimmen. Nach den Erfahrungen mit dieser Technologie im spanischen Manzanares hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass nur große Aufwindkraftwerke effizient arbeiten.

Der umtriebige Schwabe Schlaich hat ein 200-MW-Projekt entwickelt, mit dem heiße Wüsten in sprudelnde Sonnenenergiequellen verwandelt werden könnten. Im Gegensatz zu Kohle- und GuD-Kraftwerken konzentrieren sich bei einer Aufwindstromfabrik die Kosten auf die baulichen Investitionen, da Brennstoffkosten nicht anfallen. Eine 200-MW-Röhre würde etwa 1,5 Mrd. DM (750 Mill. Euro) kosten und bei einer Sonneneinstrahlung von 2 300 kWh/m² auf eine Jahresenergieproduktion von rund 1 500 GWh kommen.

Der Stahlbetonturm für die 200-MW-Turbine würde 1 000 m hoch werden, das umgebende Glasdach hätte einen Durchmesser von mehreren Kilometern. Traum oder alles nur Utopie? Für den habilitierten Sonnenkraftfan Schlaich ist die Sache längst klar. "Aufwindkraftwerke können heute auch in industriell weniger weit entwickelten Ländern gebaut werden", meint er.

Die gewaltigen Ausmaße und die Sonnenscheinintensität prädestinieren südliche, Wüsten geprägte Regionen für die Errichtung von Aufwindkraftwerken. 60 % der Kosten resultieren aus der Erstellung des Glasdaches, das aus einfachen quadratischen Hängedachfeldern konstruiert werden kann.

Die Turbinen stehen prinzipiell den druckgestuften Wasserturbinen näher als den geschwindigkeitsgestuften Windkraftanlagen. Sie sind bereits mit Wasserkraftwerksbauern ausführungsfähig entwickelt und kalkuliert. Man kann viele kleine Horizontalachsenmaschinen benutzen oder ein großes 200-MW-Aggregat mit vertikaler Achse in den Kaminquerschnitt setzen.

Mit Unterstützung von Bauunternehmen, Turbinenherstellern und der Glasindustrie konnten die Investitionskosten von 200-MW- Aufwindkraftwerken verlässlich kalkuliert werden. Experten des Versorgers Energie Baden-Württemberg (EnBW) haben die Stromgestehungskosten im Vergleich zu Kohle und GuD-Kraftwerken ermittelt. Strom aus einem solchen riesigen Turm ist etwa 20 % teurer als aus Kohle. Die Kilowattstunde aus Aufwind, so die EnBW-Berechnung, würde zwischen 12 bis 20 Pfennig liegen und ist damit bereits wesentlich preisgünstiger als Strom aus Fotovoltaikanlagen.

"Je länger die Nutzungsdauer und je niedriger der kalkulierte Zinssatz, umso günstiger wird die Kilowattstunde zu haben sein", meint Wolfgang Schiel, Diplom-Physiker und Mitstreiter von Schlaich.

Es ist unbestritten, dass konventionelle Kraftwerke externe Kosten verursachen, die heute von der Allgemeinheit getragen werden müssen. Der Verbraucher zahlt also heute einen Preis, so eine Untersuchung der DASA in München, der weit niedriger ist als der tatsächliche Preis. "Allein schon wegen der vermiedenen externen Kosten könnte ein Aufwindkraftwerk die Nutzung erneuerbarer Energien wirtschaftlich machen", glaubt Jörg Schlaich.

Das Problem aller Solarkraftwerke ist die Speicherung der Energie. Normalerweise funktionieren solche Anlagen nur bei Sonnenschein. Eine Alternative bietet Schlaichs Aufwindkonstruktion. Ein kontinuierlicher 24-Stunden-Betrieb wird durch unter dem Dach ausgelegte geschlossene

Wasserschläuche garantiert. Sie geben ihre tagsüber gespeicherte Wärme in der Nacht wieder ab. Die meterdicken Schläuche werden einmal gefüllt, sonst gibt es keinen Wasserbedarf.

Neben seiner einfachen Bau- und Funktionsweise - Windturbine und Generator sind die einzigen bewegten Teile - hat das Aufwindkraftwerke eine Reihe von Vorteilen gegenüber anderen Kraftwerkstypen. Die Stromröhre arbeitet nur mit Luft, Wasser für die Kühlung ist nicht erforderlich. In vielen sonnenreichen Ländern, die bereits Trinkwasserprobleme haben, ist dies ein entscheidender Vorteil.

Da die Solarstrahlung nicht konzentriert wird, kann auch die diffuse Strahlung unter dem Glasdach genutzt werden. "Dadurch ist auch ein Kraftwerksbetrieb bei ganz oder teilweise bedecktem Himmel möglich", meint Physiker Schiel. Das ist insbesondere für tropische Länder mit häufig bedecktem Himmel von entscheidender Bedeutung.

Der Wasserspeicher unter dem Kollektordach dient als billiger Energiespeicher und sichert einen kontinuierlichen Betrieb auf rein solarer Basis, ohne fossile Zufeuerung. Schlaich unterstreicht die Vorteile seiner Vision: Schonung der Ressourcen und des Klimas, Entlastung der defizitären Dritte-Welt-Staatshaushalte vom kostspieligen Import fossiler Brennstoffe, hohe Wertschöpfung im Lande durch den Bau des Kraftwerks und den Verkauf der gewonnenen Energie.

Selbst Europa könnte, davon ist Schlaich überzeugt, schon im nächsten Jahrhundert mit Aufwindstrom versorgt werden. Nur 4 % der Sahara-Grundfläche reichen seiner Meinung nach aus, um eine Grundversorgung in der EU zu sichern.

In Nordafrika gewonnener Strom könnte über eine Hochspannungsgleichstromleitung in das europäische Verbundnetz eingespeist werden. Ernsthafte Interessenten für diese Kraftwerkstechnologie gibt es in Indien und Sri Lanka. Ein Team internationaler Ingenieure überprüft die Realisierung eines 200-MW-Projektes im indischen Staat Rajastan. Dort soll in der Wüste Thar das weltweit erste Aufwindkraftwerk entstehen. Die Stromabnahmegarantie des indischen Staates sichere eine achtprozentige Verzinsung des eingesetzten Kapitals. "Amerikanische Investoren haben bereits Interesse signalisiert", erklärt Wolfgang Schiel.

Nur auf der Expo 2000 wird die geplante Röhrenkonstruktion sehr wahrscheinlich nicht zu sehen sein. Was das Atomium für die Weltausstellung in Brüssel war, hätte Schlaichs Aufwindkraftwerk für Hannover werden können.

Gerade für Besucher aus der so genannten Dritten Welt ist die Aufwindstromproduktion eine technisch realisierbare Lösung. "Mit einfacher Technologie kann so relativ preiswert und ohne hohe laufende Brennstoffkosten Sonnenstrom hergestellt werden", meint Rainer Köhne, Mitarbeiter der Deutschen Forschungsgesellschaft Luft- und Raumfahrt (DLR) in Stuttgart. Überall dort, wo riesige Flächen zur Verfügung stehen, lassen sich die riesigen Türme hochziehen. Technisch sei alles machbar, nur gebe es, so Schlaich, vor allem auch hier zu Lande zu wenige mutige Visionäre, die solche Projekte auch anpacken. "Es bedarf einiges an Phantasie, um sich den Aufbruch in eine solare Energiewirtschaft vorzustellen", meint Schlaich.

Angst vor den gigantischen Abmessungen der Kamine kennt der habilitierte Bauingenieur nicht. Schon vor Jahren seien die ersten etwa 600 m hohen Fernsehtürme gebaut worden, der nächste Schritt zum 1 000 m Koloss sei kein Problem. "Unsere Konstruktion bleibt auch bei Orkanen stehen. Franken, Michael