

Solarstrom per Fernleitung von Spanien nach Deutschland

Ergebnisse einer Studie von Henry Kalb und Werner Vogel – Teil I

In solaren Großkraftwerken erzeugter Strom muß nicht, wie oft behauptet, sehr viel teurer sein als der aus Atomkraftwerken. Die Ergebnisse einer hier zusammengefaßt wiedergegebenen Studie sollen das belegen. Sie wurden am Institut für Angewandte Physik der Universität Karlsruhe begonnen und von den Autoren „freischaffend“ weitergeführt. Zum Konzept gehören Solarkraftwerke in Spanien, die den Strom per Fernleitung ins deutsche Verbundnetz einspeisen. Wärmespeicher in Verbindung mit diesen Kraftwerken sollen deren 24-Stunden-Betrieb sicherstellen. Zur Absicherung einer kontinuierlichen Stromlieferung sind außerdem Kohlekraftwerke und Notstromaggregate vorgesehen. – Der vollständige Text des eingereichten Manuskriptes ist leider zu umfangreich, um ihn ungeteilt veröffentlichen zu können. Der zweite Teil, der die hier zunächst abgedruckten Erkenntnisse in größeren Zusammenhängen kommentiert, erscheint im nächsten Heft.

Solar-Turmkraftwerke bestehen aus einem Feld einzeln beweglicher Spiegel (Heliostate), die computergesteuert jeweils so ausgerichtet werden, daß sie das Sonnenlicht auf einen Wärmeempfänger, der sich auf der Spitze eines Turmes befindet, umlenken. Im Wärmeempfänger wird z. B. flüssiges Natrium erhitzt, mit dem am Fuße des Turmes Heißdampf für ein Dampfkraftwerk erzeugt wird, das in konventioneller Weise Strom liefert. Tagsüber wird ein größerer Teil der eingesammelten Wärme zusätzlich dazu verwendet, ein Wärmespeichermedium, das sich in flüssiger Form in großen Isoliertanks befindet, aufzuheizen (z. B. Salzschnmelzen). Mit der so gespeicherten Wärme kann das Dampfkraftwerk anschließend während der Nacht betrieben werden. Derartige Solar-Turmkraftwerke könnten ununterbrochen Strom erzeugen.

Bei der heutigen Energiediskussion wird im allgemeinen davon ausgegangen, daß die Sonnenenergie keinen nennenswerten Beitrag zur Stromerzeugung liefern könne; insbesondere nicht zur Grundlast-Stromerzeugung. Die Sonnenenergie wird im allgemeinen höchstens als eng begrenzt nutzbare zusätzliche Energiequelle angesehen. Daß diese Einschätzung keineswegs zutreffen muß, zeigt die nachfolgende Beschreibung eines neuen Solarstrom-Konzepts. Bei diesem handelt es sich um ein gemischtes System aus Sonnenkraftwerken und Kohlekraftwerken. Mit ihm könnte unter gewissen Umständen sogar ein beachtlicher Teil der Stromversorgung gedeckt werden.

Sonnen- und Kohlekraftwerke im Verbund

Das solare Grundlast-Stromversorgungssystem setzt sich aus vier Hauptteilen zusammen:

1. Aus den eigentlichen Sonnenkraftwerken. Diese sollen in Süd-Spa-

nien errichtet werden, wo günstige Sonneneinstrahlungs-Verhältnisse herrschen. Vorgesehen sind Spiegelkraftwerke nach dem Solarturm-Prinzip in modernster Ausführung. Sie sollen als Grundlastkraftwerke im 24-Stunden-Betrieb laufen; für die Nachtstromerzeugung verfügen sie über eine Wärmespeicheranlage.

2. Aus den Stromübertragungseinrichtungen für den Ferntransport des Stroms nach Deutschland. Hierfür kommen Gleichstrom-Hochspannungsanlagen in Betracht (Leistungsverluste 11 %).

3. Aus zusätzlichen Kohlekraftwerken in Deutschland. Diese dienen als Ersatzkraftwerke. Sie springen immer dann ein, wenn in Spanien aufgrund von Bewölkung die solare Stromerzeugung zurückgeht oder ganz ausfällt. Auf sie entfällt ein Anteil an der Jahrestromerzeugung von etwa 25 %. Für diese Ersatzkraftwerke sind neue, moderne Kohlekraftwerke mit 80%iger Rauchgasentschwefelung vorgesehen. (Unter Umständen können aber auch die heutigen Kohlekraftwerke, wenn sie „ausgemustert“ werden, dafür Verwendung finden).

4. Aus zusätzlichen Notstromaggregaten. Diese werden als Schnelleinschaltreserve benötigt, da die Kohlekraftwerke für einen unvorhergesehenen Start sechs Stunden Anlaufzeit benötigen würden.

Durch die Ersatz- und Schnelleinschaltreserven garantiert dieses Solar-system eine ununterbrochene Stromversorgung. Da der Anteil des Kohlestroms dabei auf ein Minimum reduziert ist, außerdem umweltschonende Kraftwerke mit Rauchgasreinigung vorgesehen sind, ist dieses System äußerst umweltfreundlich. – Die Kohlekraftwerke und Notstromaggregate bringen zwar zusätzliche Kosten mit sich; zusammen mit der Fernstromleitung machen diese aber nur rund 25 Prozent der voraussichtlich zu erwartenden Gesamtinvestitionen aus. Die Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems wird dadurch also nicht grundsätzlich in Frage gestellt.

Hinsichtlich der Standortfrage und der damit verbundenen politischen Problematik wird bei diesem System davon ausgegangen, daß mit dem spanischen Staat ein Abkommen getroffen werden kann, nach dem die europäischen Staa-

ten in Spanien Solaranlagen errichten können, während Spanien dafür im Gegenzug 10 Prozent des dort erzeugten Stroms erhält. Weiter ist angenommen, daß Frankreich für die Stromdurchleitungsrechte 1 Prozent des transportierten Stroms erhält.

Turmkraftwerke

Bei diesem Solarsystem sollen – ausgehend vom derzeitigen Stand der Kraftwerksentwicklung – Turmkraftwerke moderner Konzeption eingesetzt werden. Diese sind gekennzeichnet durch:

– Ein Spiegelfeld aus kostengünstigen „Leichtgewicht“-Heliostaten (System Boeing). Diese „Billig“-Heliostatkonstruktion stellt einen wichtigen Fortschritt auf dem Gebiet der Solarkraftwerke dar. Sie hat beträchtlichen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems.

– Turmanlagen mit Natrium-Wärmeerkreisläufen. Na-Wärmeempfänger sind leicht und haben aufgrund ihrer kompakten Bauweise geringe Verluste.

– Eine Ganz-Nacht-Wärmespeicheranlage nach dem Flüssigsalzprinzip (im Gegensatz zum Schmelzwärmeprinzip).

– Eine Hochtemperatur-Gas- und Dampfturbinenanlage (Eingangstemperatur ca. 700 °C; Trockenkühlung).

Der konventionelle Teil des Kraftwerks hat einen effektiven Wirkungsgrad von 40,5 %. Zusammen mit den Heliostat- und Turmwirkungsgraden (50 % bzw. 81 % im Tagesdurchschnitt) haben die Solarkraftwerke einen Gesamtwirkungsgrad von 16 %.

Für die Flüssigsalz-Wärmespeicher kommen vor allem geschmolzene Chloridsalze in Frage. (Chloridsalzgemische sind ab etwa 400 °C flüssig.) Beim Einspeicherungsvorgang werden diese z. B. von 500 °C auf 800 °C aufgeheizt. – Eine zweite Möglichkeit der Wärmespeicherung besteht darin, das erhitzte flüssige Natrium direkt zu speichern. Für solche Speicher werden allerdings größere Mengen des relativ teuren Natriummetalls benötigt; daher sind sie ungefähr um die Hälfte teurer als die Flüssigsalzspeicher. Von diesem Typ wurden bereits mehrere kleinere Anlagen gebaut.

Die Fernstromleitung nach Deutschland hat eine Länge von 1800 km (Spanien – Frankfurt). Sie wäre damit nur 400 km länger als die bisher längste Gleichstrom-Hochspannungsleitung. (Diese führt vom Cabora-Bassa-Staudamm im Mocambique nach Südafrika; Länge 1400 km. Sie wurde von AEG und Siemens gebaut.) Bei der modernen Gleichstromtechnik betragen die Übertragungsverluste von Spanien nach Deutschland nur 11 %.

Als Schnelleinschaltaggregate kommen z. B. größere Dieselmotoranlagen in Betracht. Diese sollen dezentral auf-

Henry Kalb studierte zwischen 1973 und 1980 an der Universität Karlsruhe Physik, wobei er sich ab 1978 verstärkt der solaren Wasserstofftechnik widmete. Werner Vogel studierte während der gleichen Zeit an der gleichen Hochschule Physik, Mathematik und Chemie. In den letzten Jahren seines Studiums wandte er sich der Technik der Brennstoffzellen zu. Beide sind heute freischaffend auf dem Gebiet solarer Stromerzeugungssysteme tätig. Henry Kalb, Karlsburgstraße 6, 7500 Karlsruhe 41.

Wirtschaftlichkeit

Voraussetzung für ein solches Solar-system ist eine ausreichende Wirtschaftlichkeit. Die Stromkosten hängen bei den Sonnenkraftwerken wesentlich von den Investitionskosten ab. Daher soll zunächst der Frage nachgegangen werden, wie hoch die Investitionen für ein solches Solarsystem (im späteren baureifen Stadium) voraussichtlich wären. Wenn dies zu höheren Stromkosten als bei den heutigen Kraftwerken führt, stellt sich die Frage, ob das in Kauf genommen werden kann.

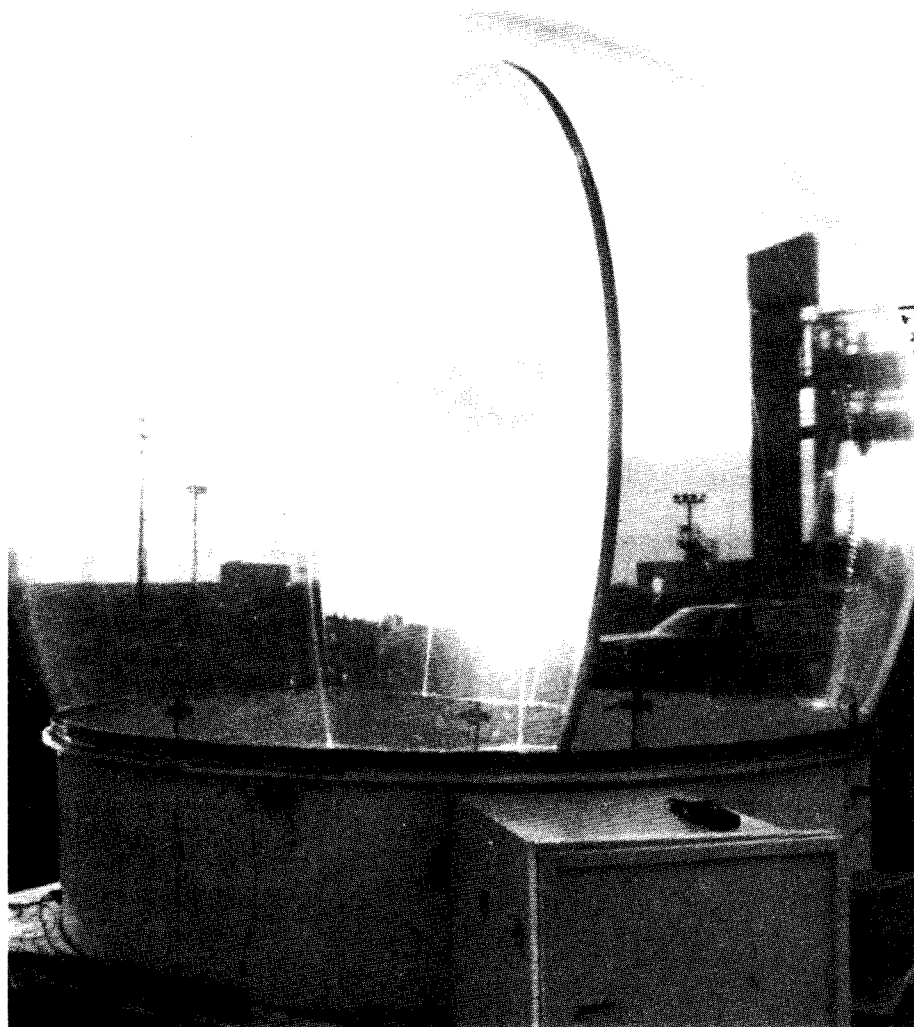
Die Kosten der Stromleitungen, der Kohlekraftwerke und der Notstromaggregate sind im Gegensatz zu denen der Sonnenkraftwerke genau bekannt. Für die Sonnenkraftwerke wurde, um einen vorläufigen Anhaltswert für deren Kosten zu erhalten, eine „Beispielrechnung“ durchgeführt. Diese geht (für die verschiedenen Kraftwerkskomponenten) von den jeweils bedeutendsten Kostenstudien der bisherigen amerikanischen Solarforschung aus und zieht deren Ergebnisse als vorläufigen Maßstab heran.

Obwohl diese amerikanischen Studien wahrscheinlich noch beträchtliche Unsicherheiten enthalten (Kostenänderungen erscheinen sowohl nach oben wie nach unten möglich), wäre kaum zu erwarten, daß die Solarkraftwerke im fertig entwickelten Zustand die so ermittelten Kosten überschreiten. Die tatsächlichen Kosten liegen u.U. sogar deutlich niedriger. Bei den zugrunde gelegten Studien sind nämlich verschiedene Gesichtspunkte, die zu einer Verbilligung von Sonnenkraftwerken führen können, noch nicht berücksichtigt; z.B. technische Weiterentwicklungen, entsprechend große Massenproduktion, spezielle Fertigungsverfahren. Die nachfolgende Beispielrechnung dürfte also eher eine obere Grenze für die zu erwartenden Kosten liefern.

Beispielrechnung

Für die neuartigen „Leichtgewicht“-Heliostate wurden in einer ausführlichen Kostenstudie von Boeing (1978) Gesamtkosten von 52 Dollar je Quadratmeter Spiegelfläche (160 DM/m²) errechnet. Darin sind Kosten für Betrieb und Unterhalt während einer 30jährigen Betriebsdauer von 10,5 USD/m² bereits enthalten. (Eventuell kommen aber noch kleinere Zusatzkosten für den Reflektor hinzu.) Die Kosten für die Natrium-Turmanlagen wurden von dem Kraftwerkskonzern Rockwell/Atomics International ermittelt. Dessen Studie ergab für die Turmanlagen 3,8 Mill. Dollar je Quadratmeter Spiegelfeld (1978). Dies entspricht – den horizontalen Wärmekreislauf (2,5 Mill. DM/km²) eingerechnet – 14 Mill. DM/km² (1980).

In dieser Studie wurden auch die Kosten für den konventionellen Kraftwerksteil (und auch für Natrium-Wärmespeicher) ermittelt. Die Kosten der Wärmetauschanlage des Flüssigsalz-Wärmespeichers wurden ebenfalls, ausgehend von der Rockwell-Studie, (durch Umrechnung) ermittelt. Die übrigen An-



Von Boeing entwickelter „Leichtgewicht“-Heliostat, dessen Daten und Eigenschaften der in diesem Artikel behandelten Studie zugrunde liegen. Unter einer Kunststoffhülle befindet sich ein mit einer Aluminiumfolie bespannter Spiegel. Photo: Boeing

gestellt werden, z. B. bei Transformatorstationen im 10-kV-Netz. Dadurch würden sie auch das allgemeine Stromausfallrisiko weiter vermindern.

Kostengünstiger „Leichtgewicht“-Heliostat

Ein entscheidender Fortschritt in Richtung auf mehr Wirtschaftlichkeit gelang mit der Entwicklung einer neuen Heliostatkonstruktion. Sie verspricht eine wesentliche Senkung der Herstellungskosten und wurde von der Flugzeugfirma Boeing entwickelt. Zu diesem „Leichtgewicht“-Heliostat gehört eine kugelförmige Schutzhülle aus einer durchsichtigen, dünnen Kunststoff-Folie, die durch einen geringen Innendruck sozusagen aufgeblasen wird. Im Innern der Schutzhülle befindet sich der eigentliche Spiegel. Da er von allen Umwelteinflüssen abgeschirmt ist, kann er in einfachster und billigster Form ausgeführt werden; er besteht z. B. nur noch aus einem Metallring, auf den als Spiegelfläche eine spezielle Aluminiumfolie aufgezogen ist. Bei einer neueren Entwicklung befindet sich auf der Rückseite

eine zweite Folie; im dazwischenliegenden Luftraum kann durch Absaugen ein bestimmter Unterdruck erzeugt werden; die Reflektorfolie nimmt dadurch Parabolform an. Bei größeren Heliostat-Durchmessern ist diese Konzentrationsmaßnahme, wie spätere Tests gezeigt haben, notwendig. Solche Heliostate benötigen im Gegensatz zu konventionellen Konstruktionen weder Spiegelglas noch große Mengen an Stahl und Beton noch aufwendige (weil den Windkräften ausgesetzt) Verstell-einrichtungen.

Wie sich während eines umfassenden zweijährigen Testprogramms, das im Auftrag des US-Energieministeriums durchgeführt worden war, gezeigt hat, ist der Boeing-Heliostat bei entsprechender Materialauswahl von der Stabilität her voll einsatztauglich; sowohl z. B. hinsichtlich der Windstabilität als auch in bezug auf das Verhalten bei kleinen Undichtigkeiten der Hülle. Außerdem sind Verletzungen der Hülle wegen des Bodenabstandes relativ selten. – Diese Boeing-Konstruktion hat gemeinsam mit den Na-Turmkreisläufen und den Sonnen speichern die Aussichten der Sonnenkraftwerke wesentlich verbessert.

gaben zu diesem Wärmespeichertyp wurden anhand anderer amerikanischer Studien ergänzt.

Danach wären Flüssigsalzspeicher etwa ein Drittel billiger als Natrium-Speicher. Alle Kostenangaben wurden mit einem Kurs von 1 Dollar = 2,50 DM umgerechnet und auf 1980 übertragen. Für eine Anlage von 1302 MW brutto ergeben sich – nach Abzug der Stromabgaben an Spanien und Frankreich sowie der Übertragungsverluste – Investitionskosten, wie sie nachstehend aufgeführt sind. (Die Größe des Spiegel-felds ist so berechnet, daß das Kraftwerk bei einer Sonneneinstrahlung von 8 kWh/m² täglich (direkt, normal) die volle Leistung erreicht. In Spanien entspricht dies einem Jahresauslastungs-anteil von etwa 77 %.) Das Grundstück (spanische Steppenböden) wurde mit 5 DM/m² angesetzt. Die Kosten für die Stromleitung, die Kohlekraftwerke und Motoraggregate und (zum Vergleich) für die Kernkraftwerke sind entsprechend den heutigen Preisen eingesetzt. Für 1000 MW (netto) ergibt sich damit ein Gesamt-Investitionsaufwand von rund 12 Mrd. DM.

Das Solarsystem würde damit also ungefähr die 4fache Investitionssumme verglichen mit Kernkraftwerken erfordern. Dennoch ergeben sich im Endeffekt nur ungefähr 2,5mal höhere Stromerzeugungskosten. Die Stromkosten werden außer von den Kapitalkosten noch von den Brennstoffkosten beeinflußt (und von den Kosten für Betrieb und Unterhalt). An Brennstoffkosten fällt beim Solarsystem nur die Kohle für die Ersatzkraftwerke an.

Nach dieser Beispielrechnung wäre der Solarstrom nur ungefähr zweieinhalbmal so teuer wie Kernenergiestrom und nur ungefähr um die Hälfte teurer als der heutige Steinkohlestrom. In der Aufstellung sind die realen (inflationsbereinigten) Kapitalkosten angegeben (Real-Annuität 7,4 %). So ergeben sich zusammen mit den Brennstoff- und Betriebskosten (1980) direkt die realen Stromkosten im Geldwert von 1980. – Die genannten Heliostatkosten (160 DM/m²) beziehen sich auf die einfache, gespannte Reflektorfolie. Setzt man für zusätzliche Konzentrationsmaßnahmen z.B. 30 DM/m² an, so erhöht sich die Investitionssumme um weitere 800 Mill. DM. (Die Stromkosten steigen dadurch nur um 5 % auf 13,7 Pf/kWh.)

Volkswirtschaftliche Auswirkungen

Angesichts der höheren Stromkosten bleibt die Frage, welche volkswirtschaftlichen Auswirkungen das alles hätte. Bei der gegebenen Kostendifferenz würden sich die Auswirkungen durchaus noch in einem vertretbaren Rahmen halten; auch dann, wenn der (derzeitige) Grundlaststrom ausschließlich auf diese Art erzeugt würde. (Annahme: installierte Leistung der Sonnenkraftwerke 25 000 MW_{el} (netto); Stromerzeugung des Solarsystems 220 TWh/a; Gesamtstromerzeugung BRD [1980 öffentl. Netz] 290 TWh.) Bei der Kostendif-

Heliostate (Syst. Boeing; 160 DM/m ²)	4200 Mill. DM
Turmanlagen (Na-Kreisläufe)	1300 Mill. DM
Wärmespeicher (Flüssigsalzspeicher)	1200 Mill. DM
Gas-Dampf-Turbinenanlage ($\eta = 40\%$)	500 Mill. DM
Grundstück (5 DM/m ²)	400 Mill. DM
Solkraftwerk gesamt	8600 Mill. DM
(Brutto 1302 MW; nach Stromabgabe an Spanien und Frankreich [10 % + 1 %] und Stromübertragungsverlusten [11 %]; netto 1000 MW)	
Stromübertrag. Anlage (Gleichstrom; 1800 km)	700 Mill. DM
Steinkohlekraftwerk (80 % Entschwefelung)	1600 Mill. DM
Schnelleinschaltreserve (Notstromaggregate)	650 Mill. DM
Investitionen insgesamt (1000 MW)	11600 Mill. DM

Abschätzung der Investitionskosten je 1000 MW für das hier vorgestellte Versorgungskonzept (Geldwert 1980); ein Atomkraftwerk mit Druckwasserreaktor kostet (je 1000 MW) im Vergleich dazu 3100 Mill. DM, ein Kohlekraftwerk (80 % entschwefelt) rund 1600 Mill. DM.

ferenz von 7,5 Pf./kWh zur Kernenergie würden die Mehrkosten des Solarsystems 16,5 Mrd. DM pro Jahr ausmachen. Dies entspricht rund 1,1 % des Bruttosozialprodukts (1980), bzw. etwa einem Drittel des derzeitigen jährlichen Produktivitätsfortschrittes. (Bei Solarstromkosten von 13,7 Pf/kWh würden sich die Mehrkosten auf 18 Mrd. DM/a erhöhen.)

Es ist aufschlußreich, diese Kosten mit anderen volkswirtschaftlichen „Belastungen“ zu vergleichen. Die Mehrkosten von 16,5 Mrd. DM entsprechen beispielsweise nur einer Ölpreiserhöhung um 10,8 Pf/l (1980). Die Belastung durch den vollständigen Verzicht auf Kernenergie wäre nur halb so hoch wie bei der Ölpreiserhöhung der Jahre 1979/80. Bezüglich der heutigen Ölimportmenge (1985) entsprechen die Mehrkosten einer Preiserhöhung von 14 Pf/l. Ein Wiederanstieg des Ölpreises von beispielsweise 26 \$/barr auf 33 \$/barr hätte bereits die gleichen Folgen wie der Verzicht auf die Kernenergie. (1980 lag der Ölpreis bei 33 \$/barr.)

Diese Mehrkosten würden also keinesfalls eine „untragbare“ Belastung für die Volkswirtschaft darstellen. Sie wären durchaus vergleichbar mit anderen Belastungen. Angesichts der fortschreitenden Produktivitätssteigerung könnte man sie sich eventuell durchaus leisten. Die wirklichen Kosten können außerdem – wegen der Weiterentwicklungsmöglichkeiten – noch deutlich niedriger sein. Ein Vorteil der Mehrkosten bestünde darin, daß man damit alle Gefahren und Bedenken, die mit der Kernenergie verbunden sind, ausschalten könnte.

Standardisierte Massenprodukte

Zusätzlich zu den bereits angedeuteten Verbilligungsmöglichkeiten auf der Produktionsseite (große Serienproduktion, Montage der Heliostaten per Roboter, konsequente Standardisierung und Segmentbauweise bei den Strahlungsempfängertürmen) gibt es noch eine

Reihe kraftwerktechnischer Weiterentwicklungsmöglichkeiten: etwa besseres Folienmaterial für die Schutzhülle der Heliostate (zur Verringerung der Verluste), abstrahlungsärmeres Oberflächenmaterial für die Strahlungsempfänger, optimierte Wärmetauscher für den Salzwärmespeicher; außerdem noch eine Reihe konstruktiver (materialunabhängiger) Verbesserungsmöglichkeiten. Ein weiterer Pluspunkt wäre die Verwendung „gebrauchter“ Kohlekraftwerke als Ersatzkraftwerke. Eine Reduzierung der Stromkosten um 20 bis 30 % scheint vorstellbar. (Bei 20 % ist ein eventueller Mehraufwand für die Reflektorscheibe [30 DM/m²] bereits einkalkuliert.)

Neben diesen technischen Entwicklungsmöglichkeiten gibt es zahlreiche andere Faktoren, die zu einer Verringerung des Kostenabstandes zur Kernenergie führen könnten. So muß bei den Sonnenkraftwerken berücksichtigt werden, daß sie größtenteils aus sehr langlebigen Systemteilen bestehen (Türme, Heliostat-Teile, Speichermedium, Stromleitungen, Ersatz- u. Reservekraftwerke usw.), so daß in Wirklichkeit eine längere Nutzungsdauer eingesetzt werden müßte als bei Kernkraftwerken. In der Beispielrechnung wurden für das Solarsystem und für Kernkraftwerke gleiche Nutzungsdauer angesetzt. Bei 25 Jahren Nutzungsdauer würden die Solarstromkosten z.B. nur noch 11,7 Pf/kWh betragen.

Bei den Kernkraftwerken müßte ohnehin berücksichtigt werden, daß diese sich verteuern, wenn man zu Uran sparenden Reaktorstrategien übergehen muß. So werden z.B. allein für die jetzt geplante Wiederaufarbeitung von der Deutschen Gesellschaft für Wiederaufarbeitung Mehrkosten von 1,5 Pf/kWh (1983) (nominal) angegeben. Beim Schnellen Brüter wären die Mehrkosten wahrscheinlich noch beträchtlich höher.

Schließlich ist zu bedenken, daß bei einem eventuellen Rückgang der (Real-) Zinsen der kapitalintensive Solarstrom noch einmal wesentlich billiger würde. So würde z.B. ein realer Zinsrückgang

	Solarsystem	Steinkohle- kraftwerk	Kern- kraftwerk
(Invest. je 1000 MW: (Auslastung:	11,6 Mrd. DM) 8760 h/a)	(1,6 Mrd. DM) (8000 h/a)	(3,1 Mrd. DM) (8000 h/a)
Kapitalkosten* (real)	9,8	1,5	2,9
Kohlekosten (bzw. Urankreisl.)	1,8	6,0	1,8
Personal, Instandhaltung (Entschwefelung)	1,4**	1,5	0,8
Stromerzeugungskosten	13,0 Pf/KWh	9,0 Pf/KWh	5,5 Pf/KWh

* Zins 8 %, Infl. 4 %, Abschr.zeit 20 Jahre (reale Annuität 7,4 %)

** Die Personal- und Instandhaltungskosten des Heliostatenfelds sind bereits in den Kapitalkosten eingerechnet (0,7 Pf/KWh)

Stromerzeugungskosten im Vergleich, wobei es vor allem auf den jeweiligen relativen Kostenabstand ankommt. Die Nominalkosten, etwa bezogen auf das Jahr 1992, müßten höher ausfallen. Für die volkswirtschaftliche Rechnung sind die Realkosten in einem Bezugsjahr maßgeblich.

um 2 % den Solarstrom um weitere 2,0 Pf/kWh verbilligen, die Kernenergie dagegen nur um 0,7 Pf/kWh.

Berücksichtigt man nur die längere Nutzungsdauer (25 Jahre) und die Wiederaufarbeitung, so reduziert sich der Kostenabstand zur Kernenergie bereits von 7,5 Pf/kWh auf 5,2 Pf/kWh (bei 2 % Realzinsen auf 3,9 Pf/kWh). Dazu kommen, wie gesagt, noch die technischen Weiterentwicklungsmöglichkeiten. (Eine Verbilligung von nur 20 % würde den Kostenabstand auf 2,8 Pf/kWh reduzieren; dies wäre nur noch rund ein Drittel der ursprünglichen Mehrkosten. Damit würden [bei 25 Jahren] bereits die Kosten des heutigen Steinkohlestroms erreicht.) Es ist also keinesfalls auszuschließen, daß sich die späteren Mehrkosten auf einen kleinen Teil der jetzt anhand der Beispielrechnung ermittelten reduzieren. Da man sich aber bereits die jetzigen Kosten mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit leisten könnte, wird man sich die dann verbleibenden Mehrkosten praktisch sicher leisten können – zumindest dann, wenn die Kosten des Steinkohlestroms erreicht werden.

Das hier Gesagte gilt allerdings nur, wenn die derzeitigen amerikanischen

Kostenangaben richtig sind und nicht – etwa aufgrund grober Fehler – nach oben revidiert werden müssen. Sollte sich das als notwendig erweisen, würde dies aber durch Weiterentwicklungen, eine längere Nutzungsdauer usw., immer noch tendenziell ausgeglichen. Im Endeffekt könnten sich dann etwa die jetzigen Kosten der Beispielrechnung ergeben.

Verglichen mit dem Schnellen Brüter sieht die Situation ohnehin noch günstiger aus; der Kostenabstand reduziert sich weiter und kann außerdem (wegen der besonderen Nachteile des Schnellen Brüters) noch leichter akzeptiert werden. Bei den gegebenen Weiterentwicklungsmöglichkeiten der Sonnenkraftwerke ist es sogar denkbar, daß gegenüber dem Schnellen Brüter volle Kostengleichheit erreicht wird. Da die Solarenergie die Stromversorgung aber „noch langfristiger“ sichern könnte als der Schnelle Brüter, müßte dieser Weg der zukünftigen Stromerzeugung mit der gleichen Ernsthaftigkeit verfolgt werden.

Fortsetzung im nächsten Heft

Hennicke / Johnson / Kohler / Seifried
**Die Energiewende
ist möglich**
Für eine neue Energiepolitik
der Kommunen S. Fischer



»Nur bei mehr Autonomie
der Kommunen ist eine
ökologische Energiepolitik möglich.«

Eine Publikation des
Öko-Instituts
Freiburg/B.

Widersprüche

Unser Energiesystem ist von ungelösten Problemen und wachsenden Widersprüchen gekennzeichnet. Das Öko-Institut legt das ausführlich dar und behauptet:

- Gegen Umweltschäden wird zwar kostspielig, aber nur unzureichend vorgegangen.
- Im Stromsektor bestehen noch immer Überkapazitäten. Für die zu verstromende deutsche Steinkohle sind in den 90er Jahren akute Absatzprobleme absehbar. Das Großverbundsystem der Elektrizitätswirtschaft wird infolge seiner überlangen Planungszeiten immer unflexibler und weniger anpassungsfähig.
- Die Atommüllprobleme der Atomindustrie sind nach wie vor ungelöst, und die in Schwandorf geplante Wiederaufarbeitungsanlage verspricht ein neuerliches Finanz- und Umweltabenteuer zu werden.
- Die erschöpfbaren Ressourcen der Erde werden weiterhin intensiv geplündert.
- Gesellschaftliche Ressourcen werden forciert statt in die rationelle Energieumsetzung in den ineffizienten Ausbau der Versorgung fehlgeleitet.
- Die Ziele der Ökonomie und Ökonomie werden heute immer noch in unverantwortlicher Weise gegeneinander ausgespielt, besonders dort, wo es nur ökonomische Interessen einer Minderheit sind, die von ökologischen Anforderungen tangiert werden.
- Die Energiekostenlast der Haushalte steigt ständig.
- Die Nutzung der Atomenergie zu kommerziellen und militärischen Zwecken vermischt sich auf eine immer bedrohlichere Weise.

Fortsetzung nächste Seite

Energieversorgung dezentralisieren

1980 trat das Feiburger Öko-Institut mit seiner Studie „Energiewende – Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran“ an die Öffentlichkeit. Ihre Autoren betonen immer wieder, daß unser Energiesystem aus zwei Komponenten besteht, der Bereitstellung und der Nutzung von Energie. Unter gewissen Annahmen kamen sie zu dem Ergebnis, daß der Endenergieverbrauch der Bundesrepublik bis zum Jahre 2030 auf etwa 60 Prozent des Verbrauchs von 1973 gesenkt werden könne. Die Studie wurde damals schnell als Werk von Dilletanten diffamiert, aber zahlreiche Kernaussagen konnten letztlich selbst „Fachleute“ nicht mehr ohne weiteres vom Tisch wischen.

Mit den Ergebnissen des zweiten Forschungsprojektes des Öko-Instituts

zum Thema „Energiewende“, die vom S. Fischer Verlag unter dem Titel „Die Energiewende ist möglich“ herausgebracht wurden, wird das noch weniger gelingen. Hier wird kein neues Energieszenario entwickelt. Vielmehr werden die organisatorischen, rechtlichen und institutionellen Hemmnisse analysiert, die der Verwirklichung der „Energiewende“ entgegenstehen. Das geschieht derart umfassend und akribisch genau, daß es als große Zusatzleistung gewertet werden muß, die Ergebnisse in Form eines gut verständlichen Sachbuches präsentiert zu bekommen. Etwa zwei Drittel des Buches sind der Analyse gewidmet, der Rest entwirft eine Durchsetzungsstrategie für eine „neue Energiepolitik der Kommunen.“