

# Solare Vollversorgung für Europa

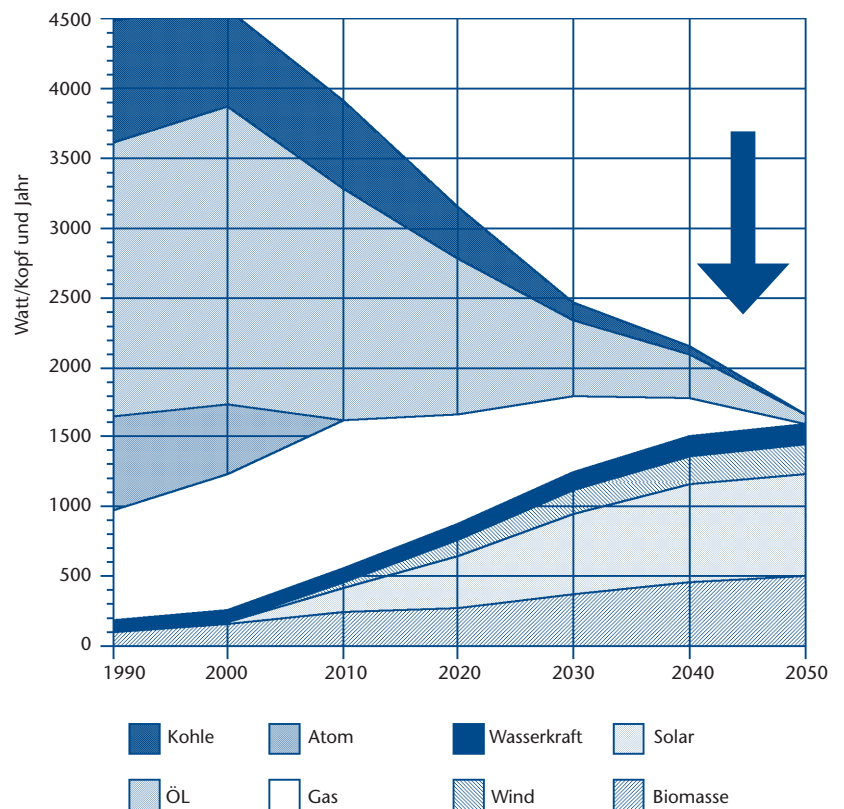
Eine zukunftsfähige Energieversorgung für Europa wird sich auf drei Säulen stützen müssen: erstens auf die erneuerbaren Energien, zweitens auf eine effiziente Nutzung der verfügbaren Ressourcen und drittens auf eine bewusste Entscheidung über einen begrenzten aber ausreichenden Konsum. Sonne-Effizienz-Suffizienz sind die Eckpfeiler einer zukunftsfähigen Energiewirtschaft. In Anbetracht der Tatsache, daß für solch eine Entwicklung die meisten benötigten Technologien bereits entwickelt und erprobt sind, stellen sich zum jetzigen Zeitpunkt die Fragen:

- Wie können regenerative Energien in das europäische Energiesystem mit einem ausreichend hohen Verbreitungsgrad integriert werden? Funktioniert solch ein System dann das ganze Jahr?
- Wie kommen wir dorthin?
- Wie hoch sind die Kosten und der Nutzen einer solchen Strategie?
- Welche anderen ökonomischen, ökologischen und sozialen Ziele können auch realisiert werden?
- Welches sind die wesentlichen Hindernisse und Hemmnisse für solch eine Entwicklung?

Diese Fragen wurden in den letzten Jahren innerhalb verschiedener Projekte untersucht – insbesondere in dem Projekt "Long-Term-Integration of Renewable Energies into the European Energy System and its Potential Economical and Environmental Impacts" [1] und in der Systemanalyse-Gruppe des Wuppertal-Instituts. Wir gingen dabei von "Extrem"-Szenarien mit sehr unterschiedlichen aber ehrgeizigen, ökonomischen, sozialen und ökologischen Zielen aus, die in den nächsten Jahrzehnten erreicht werden sollen. Denn wenn ein europäisches Energiesystem auf der Basis erneuerbarer Energie unter diesen hohen Ansprüchen darstellbar ist, ist die Realisierungswahrscheinlichkeit eines solaren Europas mit weniger ehrgeizigen Zielen und realistischeren Annahmen über die künftige Entwicklung Europas um so höher.

In einem der untersuchten Szenarien, dem "Sustainable Szenario" (siehe Abb. 1 und 2), ist eine Versorgung der EU mit einem Anteil von über 90% erreicht worden. Es zeigt sich in diesem Szenario, daß eine dezentral und regional orientierte Energieversorgung notwendig ist, um die Potenziale an Sonnenenergie auszuschöpfen.

Harry Lehmann  
Wuppertal-Institut für  
Klima, Umwelt, Energie  
GmbH  
Döppersberg 19  
D-42103 Wuppertal  
harry.lehmann@wuppertalinst.org



Die Nutzung der vor Ort verfügbaren Ressourcen an erneuerbaren Energien bedeutet: an den Küsten mehr die Windkraft, in ländlichen Gebieten mehr die Biomasse, in bebauten Gebieten Photovoltaik sowie mehr passive Nutzung (Solararchitektur) und aktive Wärmenutzung. Der Austausch der Überschüsse der Regionen mit Hilfe eines überregionalen Netzes ist ein weiteres Merkmal dieser Energieversorgungsstruktur. Dieses Netz kann ein Stromnetz oder aber auch ein Gasnetz sein, in das dezentral

Abbildung 1  
Entwicklung der  
Energienachfrage  
und Produktion im  
Sustainable Szenario  
[1]

eingespeist wird. Der Transport von hochwertiger Biomasse ist eine weitere Möglichkeit. Dieses überregionale Netz dient auch der Speicherung von Überschüssen. Das Speichermedium kann Biogas sein oder auch mit Strom erzeugter Wasserstoff. In zentralen Großkraftwerken wird die Energie erzeugt, die noch zur Bedarfsdeckung fehlt. Zentrale Kraftwerke können Wasserkraftanlagen, Biomassekraftwerke oder thermische Solarkraftwerke sein. Auch Kraftwerke, die in anderen Regionen erzeugte Brennstoffe wie zum Beispiel Wasserstoff oder Biogas benutzen, sind Teil des zentralen Teilsystems. Die unterschiedlichen Technologien der erneuerbaren Energien müssen sich dabei mit ihren unterschiedlichen Stärken und Schwächen gegenseitig ergänzen.

Eine wichtige Lehre des Sustainable Szenarios ist die Erkenntnis, daß die Effizienzsteigerung und die Markteinführung erneuerbarer Energien parallel stattfinden muß. Nur dann kann die Verringerung des Verbrauchs an Energien, die gleichzeitige Steigerung an Kosten durch die Markteinführung kompensieren, so daß negative Effekte für die Wirtschaft vermieden werden können. Eine parallele Einführung vermeidet auch das Entstehen sogenannter Investitionsbarrieren.

*Abbildung 2  
Erzeugungsbeitrag  
der verschiedenen  
Energieträger im  
Sustainable Szenario.  
(in Watt Jahr pro Kopf  
der Bevölkerung) [1]*

	1990	2010	2030	2050
Energiepflanzen	0	12	174	280
Biomasse Reststoffe, Industrie	0	70	129	186
Biomasse Reststoffe, andere	0	160	63	34
Wärmepumpen	0	40	78	67
Solarthermische Anlagen (dezentral)	10	68	260	326
Solarthermische Kraftwerke	0	35	138	177
Wind onshore	0	15	41	51
Wind offshore	0	32	126	161
Wasserkraft	81	97	125	137
Wasserspeicher	0	5	8	9
Photovoltaik	0	23	103	153
Fossile und atomare Energietechnologien	4304	3349	1222	82

Die Überprüfung durch ein Simulationsmodell auf Stundenbasis zeigt, daß das "Sustainable Szenario" mit einigen Modifikationen in der Lage ist, ganzjährig und zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort der EU Energie (Strom,

Wärme und Brennstoffe) in ausreichender Menge bereitzustellen.

Wenn man die Effizienzsteigerungen im Industriesektor, im Verkehrssektor und bei den Geräten der Haushalte untersucht, so ist im Szenario mit vorsichtigen Werten gerechnet worden. Die durchschnittliche Steigerung der Effizienz ist 1,6% pro Jahr, verglichen mit dem langjährigen Durchschnitt der letzten Jahre von 1,2%, nur ein Drittel höher. Betrachtet man den Gebäudesektor, so ändert sich das Bild. Um die klimapolitischen Ziele einzuhalten, werden in diesem Sektor, technologisch realisierbare, aber dennoch starke Steigerungen in der Effizienz und der Nutzung solarer Gewinne angenommen. Diese müssen auch im Baubestand umgesetzt und die Sanierungsrate europaweit verdoppelt werden, um die in diesem Szenario dargestellte Entwicklung abbilden zu können.

Selbst unter den für die Potenziale der erneuerbaren Energien restriktiven Annahmen des Sustainable-Szenarios sind genügend Potenziale der einzelnen Technologien vorhanden. Dies Szenario zeigt auf, daß Europa in der Lage ist, sich 100% aus erneuerbaren Energiequellen zu versorgen.

Weicht man die ökologischen Ziele des Sustainable Szenarios (insbesondere die ökologische Landnutzung/Landwirtschaft) etwas auf, so erhöhen sich die Potenziale drastisch. Gibt man die sicherlich nicht realistische Szenarioannahme der "Eigenversorgung" Europas mit Energie auf, so können andere Quellen hinzugezogen werden, wie z. B. solarthermische Kraftwerke in Nordafrika, Wasserenergie aus Kanada oder Biomasse aus Rußland.

Die Kosten des erneuerbaren Energiesystems sind ca. 25% höher als die eines "fossilen" Referenzsystems. Die benötigten Investitionen sind in der Größenordnung eines Fünftels des Umsatzes der europäischen Energiewirtschaft. Dieses Kapital kann leicht aufgebracht werden durch die im Szenario frei werdenden Mittel aus nicht mehr benötigten Importen an fossilen Brennstoffen. Für die Errichtung und den Betrieb der erneuerbaren Energien müssen brutto 4 Millionen Arbeitsplätze bis zum Jahre 2050 geschaffen werden. Sie sind hauptsächlich

lich im Bereich der Biomasse zu suchen. Von den 1,6 Millionen Personenjahren, die jährlich für den Betrieb von Biomasseanlagen nötig sind, werden zwei Drittel durch Arbeitsplätze in der Land- und Forstwirtschaft abgedeckt.

Am Anfang einer Einführung erneuerbarer Energietechnologien entstehen zunächst überproportional viele Arbeitsplätze, von denen später einige durch Rationalisierungsprozesse in der Wirtschaft wieder eingespart werden. Diese langfristige Studie steht nicht im Widerspruch zu den anderen zitierten Untersuchungen.

Zur Ermittlung der Nettoarbeitsplätze wurden die Arbeitsplatzeffekte für ein "fossilen" Referenzfall berechnet. Vergleicht man die Beschäftigungseffekte des Sustainable Szenarios mit denen des Referenzfalls, ergeben sich für das auf erneuerbaren Energien basierende System Beschäftigungsmehreffekte in Höhe von 340.000 bis 580.000 zusätzlichen Personenjahren. In diesen Zahlen sind die Arbeitsplätze im Bereich passive Sonnenenergienutzung nicht eingerechnet. Die in dieser Studie berechneten Nettowerte können als niedrige und vorsichtige Abschätzungen betrachtet werden.

Die Berechnungen der Szenarien im LTI-Projekt [1] zeigten deutlich, daß erneuerbare Energien das Potenzial besitzen, eine solare Energieversorgung Europas zu realisieren. Obwohl hierfür schon viele ausgereifte Technologien zur Verfügung stehen, ist ihr derzeitiger Erfolg auf dem Energiemarkt sehr begrenzt, da er durch zahlreiche Hindernisse und Engpässe behindert wird.

Die Instrumente zur Förderung der regenerativen Energien sind abhängig vom Zielwert und den Etappen, in denen die erneuerbaren Energien eingeführt werden sollen. Geeignete politische Rahmenbedingungen zu schaffen, um effiziente Energienutzung und erneuerbare Energietechnologien schnell in den Markt einzuführen, erfordert die Umsetzung eines Bündels an Maßnahmen. Diese Maßnahmen, diese Handlungsoptionen sind bestimmt durch die Menge der Hemmnisse, die der Markteinführung erneuerbarer Energietechnologien entgegenstehen. Ein banales Hemmnis ist die Tat-

sache, daß der Energiemarkt schon besetzt ist und die heute den Markt Beherrschenden wenig Interesse zeigen, selber erneuerbare Energietechnologien einzuführen. Die Anstrengungen zur Markteinführung der erneuerbaren Energietechniken müssen daher technologischer und ökonomischer Natur sein.

Wichtigste Maßnahme ist, sofort anzufangen. Denn jeder Tag, an dem noch Gelder in ein "fossiles" System investiert werden, ist einer der das Klimaproblem schwieriger macht. Deshalb muss mit der Umsetzung der "Sonnenstrategie" sofort begonnen werden.

*Abbildung 3  
Anteile der verschiedenen erneuerbaren Energietechnologien im Sustainable Szenario im Jahr 2050 (in vH); [1]*

Technologie	bereitgestellte Energie	installierte Leistung	jährliche Kosten
Biomasse	31,8%	12,0%	41,4%
Wärme aus Solarthermie	20,5%	40,8%	9,9%
Windenergie	13,6%	10,4%	6,9%
Strom aus Solarthermie	11,3%	7,1%	2,6%
Photovoltaik	9,8%	18,2%	13,3%
Wasserkraft	8,8%	7,7%	21,2%
Wärmepumpen	4,3%	3,8%	4,6%

## Literatur

- [1] "Long-Term Integration of Renewables Energy Sources into the European Energy System", LTI Research Team, Physica Verlag, 5/98
- [2] Lehmann H., Reetz, T. : "Zukunftsenergien - Strategien einer neuen Energiepolitik"; Birkhäuser; Basel, Berlin 1995