

# Bedeutung von Ökostrom und Regulierungsansätze

Working Paper

Nr. 3



Günter Pauritsch (gunter.pauritsch@e-control.at) 27. März 2002  
Christian Schönbauer (christian.schoenbauer@e-control.at)

# Bedeutung von Ökostrom und Regulierungsansätze<sup>1</sup>

## Inhalt

Kurzfassung

Was ist Ökostrom?

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern innerhalb der Europäischen Union

Entwicklungen in Österreich

Instrumente zur Unterstützung von Ökostrom

## Kurzfassung

Die Anhebung des Anteils erneuerbarer Energieträger an der Stromerzeugung ist eine Zielsetzung Österreichs und auch der Europäischen Union. Österreich hat in diesem für den Klimaschutz wichtigen Prozess eine hervorragende Ausgangsposition, da bereits gegenwärtig mehr als 70 % der elektrischen Energie auf Basis erneuerbarer Energieträger erzeugt wird. Dies ist der höchste Anteil innerhalb der Europäischen Union. Trotzdem wird sich auch Österreich dem Prozess einer weiteren Anhebung nicht entziehen können. Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen verursacht höhere Produktionskosten als Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern. Aufgrund des österreichischen Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetzes sind seit 1. Oktober 2001 neue Instrumente zur Unterstützung erneuerbarer Energieträger in Kraft. Diese werden im nachfolgenden Artikel dargestellt, ebenso wie Entwicklungen in ausgewählten anderen Ländern und eine Bewertung der Kosten.

## Was ist „Ökostrom“?

„Ökostrom“, „Grüner Strom“, „CO<sub>2</sub> freier Strom“ und ähnliche Begriffe werden in Zusammenhang mit umweltverträglicher Stromversorgung oft verwendet, sind aber zumeist unsauber definiert. Geht es um die Zielsetzungen des *Klimaschutzes*, so wären alle Energiearten einzubeziehen, die den Einsatz von fossiler Energie und damit CO<sub>2</sub>-Emissionen vermeiden. Die Nutzung der Kernenergie wird wegen ihres außergewöhnlichen Risikoprofils in diesem Zusammenhang nicht berücksichtigt. Geht es um eine „*ökologisch besonders verträgliche Stromerzeugung*“, so sind neben den Treibhausgasemissionen auch andere Auswirkungen auf Natur und Umwelt – wie etwa der Landschaftsverbrauch durch die Erzeugungsanlagen – zu bewerten, bevor der erzeugte Strom als „Ökostrom“ bzw. „Grüner Strom“ etikettiert wird. Verschiedene Zertifizierungssysteme mit festgelegten Standards werden dafür angeboten und für das Vermarkten des Produktes „Ökostrom“ eingesetzt. Wieder ein anderer Zugang ist für die Fragestellung gegeben, welche Arten der (Öko-)Stromerzeugung eine *besondere finanzielle Unterstützung* über die Marktmechanismen Angebot und Nachfrage hinaus rechtfertigen.

Eine umfassendere Bestimmung der erneuerbaren Energieträger beinhaltet die Richtlinie der Europäischen Union vom 27. September 2001 [1]. Nach den Begriffsbestimmungen dieser Richtlinie umfassen erneuerbare Energiequellen auch die gesamte Wasserkraft ohne Leistungsbegrenzung, sowie den biologisch abbaubaren Anteil von Abfällen aus Industrie und Haushalten. Das besagt aber nicht, dass die gesamte Energie aus erneuerbaren Energiequellen über den Marktpreis hinaus unterstützt werden muss.

---

<sup>1</sup> Veröffentlicht in: e&i, 06/2002

Im Rahmen dieses Artikels wird unter „Ökostrom“ zumeist der gemäß EIWOG 2000 unterstützungswürdige Strom aus erneuerbaren Energiequellen verstanden (Kleinwasserkraft und Ökoanlagen) bzw. bei der Darstellung der Entwicklungen und Zielsetzungen innerhalb der Europäischen Union der umfassendere Begriff gemäß EU-RL 2001/77/EG. Betrachtet man die Perspektive der kommenden 10 Jahre, so wird der größte Anteil der Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energieträger aus

- Wasserkraft-
- Windkraft- und
- Biomasseanlagen

stammen.

Weitere erneuerbare Energiequellen, wie Photovoltaik, Klärgas, Deponiegas, Geothermie werden nur geringere Anteile der Stromerzeugung übernehmen können.

## Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern innerhalb der Europäischen Union

Gemäß den Angaben der UCTE [2] wurden in Zentral- und Westeuropa (EU ohne GB, Irland, Schweden, Finnland, Dänemark jedoch mit Schweiz, Polen, Tschechien, Slowakei, Ungarn, Slowenien) im Jahr 2000 insgesamt 1.854 TWh an elektrischer Energie erzeugt.

Davon entfielen

871,4 TWh (47 %) auf konventioneller Wärmekraft,

692,6 TWh (37 %) auf Nuklearenergie und

290,2 TWh (16 %) auf Wasserkraft.

Eine Bilanzierung für die 15 EU-Mitgliedstaaten (inkl. Eigenversorgung) ergibt folgende Anteile an Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Jahr 1997 und Zielsetzungen bis zum Jahr 2010 [1].

Tabelle 1: Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energieträger in der EU

	EE-Strom (TWh)	1997	EE-Strom 1997 (%)	EE-Strom 2010 (%)
Belgien	0,86		1,1	6,0
Dänemark	3,21		8,7	29,0
Deutschland	24,91		4,5	12,5
Griechenland	3,94		8,6	20,1
Spanien	37,15		19,9	29,4
Frankreich	66,00		15,0	21,0
Irland	0,84		3,6	13,2
Italien	46,46		16,0	25,0
Luxemburg	0,14		2,1	5,7
Niederlande	3,45		3,5	9,0
<b>Österreich</b>	<b>39,05</b>		<b>70,0</b>	<b>78,1<sup>1</sup></b>
Portugal	14,30		38,5	39,0
Finnland	19,03		24,7	31,5
Schweden	72,03		49,1	60,0
Vereinigtes Königreich	7,04		1,7	10,0
<b>Gemeinschaft</b>	<b>338,41</b>		<b>13,9 %</b>	<b>22 %</b>

<sup>1</sup> *Österreich* erklärt, dass ausgehend von der Annahme, dass im Jahr 2010 der Bruttoinlandsstromverbrauch 56,1 TWh betragen wird, 78,1 % eine realistische Zahl wäre. Da die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen in hohem Maße von Wasserkraft und somit von den jährlichen Niederschlägen abhängt, sollten die Zahlen für 1997 und 2010 anhand eines Langzeitmodells mit hydrologischen und klimatischen Daten berechnet werden.

Tabelle 1 zeigt, dass in der Europäischen Union bis zum Jahr 2010 der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen von 13,9 % auf 22 % ansteigen soll, wobei auch für die einzelnen Länder Ziele formuliert sind:

Tabelle 2: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen, Zielsetzung lt. EU-RL 2001/77/EG [1]

<i>Land</i>	<i>EE Anteil in 1997 (%)</i>	<i>EE-Zielsetzung für 2010 gemäß EU-RL 2001/77/EG (%)</i>
Österreich	70	78,1
Deutschland	4,5	12,5
UK	1,7	10,0
Frankreich	15	21,0
Italien	16	25,0
EU-Gesamt	13,9	22,0

Die meisten EU-Staaten haben die Implementierung von Unterstützungsinstrumenten bereits eingeleitet. In Deutschland hat das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG [3], beschlossen am 25.02.2000) eine Welle von Investitionen in die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen bewirkt. Besonders signifikant ist die Entwicklung der Windkraft in Deutschland: zum Jahresende 2001 waren etwa 11.000 Windkraftanlagen in Betrieb, die mit einer installierten Leistung von 8.750 MW etwa 11 TWh im Jahr 2001 in das Netz eingespeist haben [4].

Entscheidend für diesen Boom sind:

- ein für Investoren attraktives Einspeisetarifmodell gemäß EEG, das den Investoren bis zu 20 Jahre lang eine Abgeltung des erzeugten Stroms weit über dem Marktwert garantiert
- ein System eines bundesweiten Lastenausgleichs, über das die Mehraufwendungen der Windkraftherzeugung auf alle Abnehmer in Deutschland verteilt werden
- eine Abnahme der Windkraft auf der Ebene der Regelzonen, auf der ein Ausgleich der fluktuierenden und schwer prognostizierbaren Windenergie leichter und effizienter möglich ist als auf der Verteilnetzebene

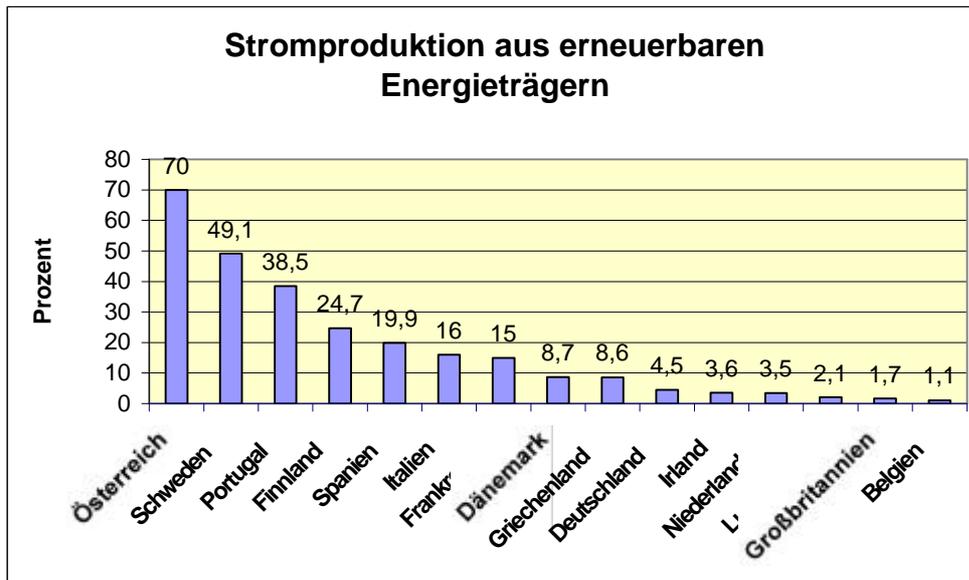
Der Windkraftanteil ist in Deutschland gegenwärtig zwischen 3,5 % bis 4 % und wird in den nächsten 3 - 4 Jahren voraussichtlich auf etwa 6 % ansteigen, danach ist nur mehr ein geringerer Anstieg von On-shore Windkraft zu erwarten, weil die günstigsten Standorte bis dahin bereits genutzt werden. Ein weiterer Ausbau ist abhängig davon, ob auch Off-shore-Wind genutzt werden wird. Mit Off-shore-Potenzialen kann der Windkraftanteil in Deutschland auf bis zu 25 % im Jahr 2030 ansteigen. Das Off-shore-Windkraftprogramm ist im Detail noch nicht entscheidungsreif, da technisch eine Voraussetzung die Weiterentwicklung der einzelnen Windkraftmodule auf Leistungseinheiten von 5 MW (derzeit 2 MW) ist bzw. ist die erforderliche Machbarkeitsanalyse nicht abgeschlossen.

Ein vom EEG-System in Deutschland abweichendes System ist das System in Großbritannien. Hier wurde den einzelnen Stromversorgern als Zielsetzung ein Anteil von 10 % für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen verbindlich vorgeschrieben, und zwar in Form eines stufenweisen Anstiegs, beginnend mit einem Ziel von 3 % in den Jahren 2002/2003. Falls ein Stromversorger das Ziel nicht erreicht, ist er verpflichtet, sogenannte „Renewable Obligation Certificates (ROCs)“ zu kaufen. Die Einnahmen aus dem ROCs-Verkauf werden an die Investoren in Erzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energie vergeben.

## Entwicklungen in Österreich

Österreich hat von den 15 Mitgliedstaaten der Europäischen Union den bei weitem höchsten Anteil an Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen. Die Abbildung 1 zeigt die Anteile im Jahr 1997 in den einzelnen Mitgliedstaaten der Europäischen Union, die auch die Basiswerte für die vereinbarte Anhebung des Anteils bis zum Jahr 2010 darstellen (Zielwert für Österreich 78,1 %, siehe oben).

Abbildung 1: Anteil der Stromerzeugung in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union, Stand 1997 (Basiswerte lt. [1])



Der sehr hohe Anteil von 70 % Stromaufbringung über erneuerbare Energieträger in Österreich wird überwiegend über Großwasserkraft aufgebracht:

- Großwasserkraft (> 10 MW, etwa 60 %)
- Kleinwasserkraft (< 10 MW, etwa 8 %)
- Sonstige Ökoanlagen, die unterstützt werden (4 % Ziel ab 2007 nach EIWOG 2000)
- Erneuerbare gemäß EU-Definition, die keiner Unterstützung bedürfen (Ablauge, Abfallgruppen, Hausmüll, Klärschlamm uam)

## Instrumente zur Unterstützung von Ökostrom

Eine der Zielsetzungen des EIWOG 2000 besteht darin, *den hohen Anteil erneuerbarer Energien in der österreichischen Elektrizitätswirtschaft weiter zu erhöhen*. Neben der Verminderung von Treibhausgasemissionen soll damit auch die Auslandsabhängigkeit der Energieversorgung vermindert werden. Um dies zu erreichen, wurden zwei Instrumente zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern eingeführt.

Die Förderung von Kleinwasserkraftwerken, das sind Kraftwerke mit einer Engpassleistung bis 10 MW, erfolgt über ein Kleinwasserkraft-Zertifikatssystem. Stromhändler mit Sitz im Inland haben beginnend mit Jänner 2002 den Nachweis zu erbringen, dass 8% ihrer Abgabe von elektrischer Energie an Endverbraucher aus inländischen Kleinwasserkraftwerksanlagen stammt. Dieser Nachweis wird durch den Erwerb von Kleinwasserkraft-Zertifikaten erbracht. Die erste Bilanzierungsperiode für den Nachweis läuft von Jänner 2002 bis September 2002.

Eine zweite Regelung wurde für die Förderung von Ökoenergie, das ist elektrische Energie, die auf Basis der Energieträger feste oder flüssige heimische Biomasse, Biogas, Deponie- und Klärgas, Geothermie, Wind- und Sonnenenergie erzeugt wird. Darüber hinaus erfolgt auch eine Förderung von Mischfeuerungsanlagen mit hohem biogenem Anteil und der Verbrennung von Abfällen mit hohem biogenem Anteil.

Seit Oktober 2001 sind Verteilernetzbetreiber verpflichtet, elektrische Energie aus Erzeugungsanlagen, die an ihr Verteilernetz angeschlossen sind und die von den jeweiligen Landesregierungen als Ökoanlagen anerkannt wurden, abzunehmen.

Derzeit hat die Menge aus Ökoanlagen 1% der Stromabgabe an die an das Verteilernetz angeschlossenen Endverbraucher zu betragen. Diese Quote wird bis zum 1. Oktober 2007 in mehreren Schritten bis auf 4% angehoben werden.

Die Abnahme der Ökoenergie durch den Verteilernetzbetreiber erfolgt zu Mindestpreisen, die von den Landeshauptmännern festzulegen sind. Wenn die Aufwendungen für die Abnahme der Ökoenergie, die Erlöse, welche der Verteilernetzbetreiber aus dem Verkauf der Energie erzielen kann, übersteigen, so ist ihm dieser Mehraufwand in Form eines Zuschlages zum Systemnutzungstarif zu ersetzen. Die Höhe dieses Zuschlages wird durch Verordnung des jeweiligen Landeshauptmannes festgelegt.

Im Zuge ihrer Aufsichtstätigkeit ist die Elektrizitäts-Control GmbH als Regulierungsbehörde gemäß EIWOG [5] verpflichtet, die Erfüllung der Ökoenergie-Zielquoten zu prüfen. Während es sich bei der 8 %-Quote für Kleinwasserkraftwerke im Wesentlichen um die Sicherung eines bereits gegebenen Bestandes handelt, ist die 4 %-Quote für Ökoanlagen nur über Neuinvestitionen zu erreichen (der gegenwärtige Anteil ist zwischen 0,5 % und 1 %).

Bezogen auf eine jährliche Gesamtabgabe aus öffentlichen Netzen von etwa 50 TWh (nach einem gewissen Zuwachs bis zum Jahr 2007) entspricht die Erreichung einer 4 %-Quote durch Ökoanlagen einer jährlichen Stromerzeugungsmenge von etwa 2 TWh. Die anteilmäßig wichtigsten erneuerbaren Energiequellen zur Erreichung dieses Zieles werden Windkraft und Biomasse sein.

Eine detaillierte Einschätzung, welche Anteile die verschiedenen erneuerbaren Energiequellen zur Erreichung des Zieles beitragen werden, ist nur bedingt möglich. Sollten etwa die Zuführung von Biomasse in kalorischen Kraftwerken kostengünstig und die Biomasseaufbringung effizient gelöst werden, so werden die Biomasseanteile wesentlich höher sein als ohne die Nutzung dieser Potenziale.

Mit nach heutigem Wissensstand realistischen Annahmen bedeutet die Erreichung des „4 %-Zieles Ökostrom“ die Neuerrichtung von

- Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von etwa 500 MW<sub>el</sub> und
- Biomasseanlagen mit einer Gesamtleistung von etwa 250 MW<sub>el</sub>

Die günstigsten Standorte für die Nutzung von Windkraft sind in den östlichen Bundesländern Niederösterreich und Burgenland, in geringerem Ausmaß auch in Oberösterreich. Im Vergleich dazu gibt es in den westlichen Bundesländern nur eine sehr geringe Anzahl günstiger Standorte. Das bedeutet, dass ein großer Teil der etwa künftigen Windkraftanlagen in einem sehr begrenzten regionalen Gebiet errichtet würde.

Um eine solche Menge an Energie aus Windkraftanlagen in die Gesamtversorgung zu integrieren sind folgende technische und wirtschaftliche Aspekte, die hier nicht näher behandelt werden, zu berücksichtigen:

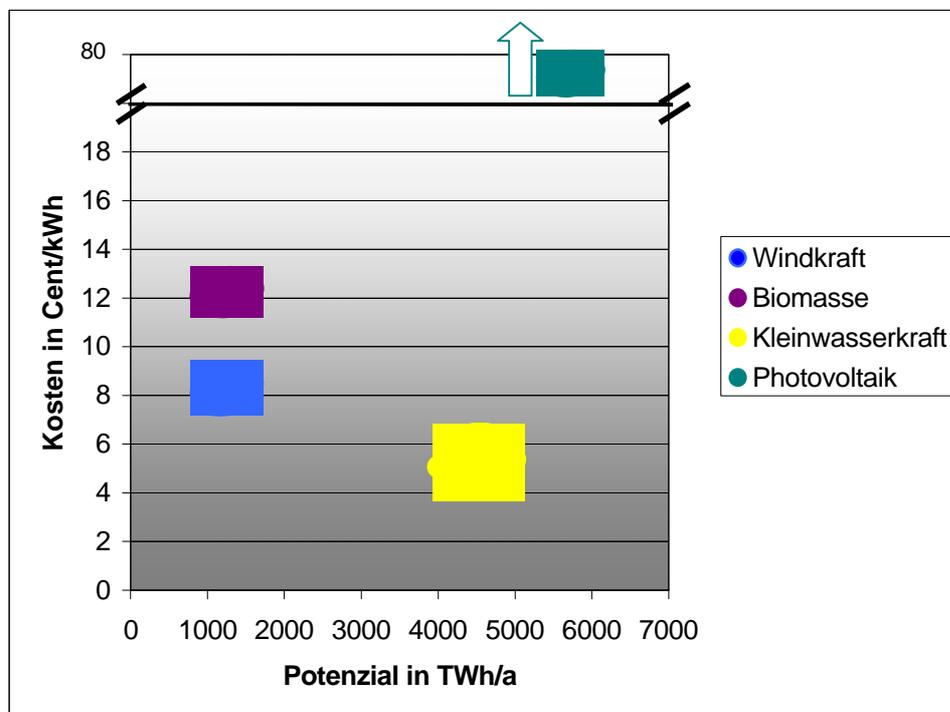
- Technische Anschlussmöglichkeiten an die Netze
- Bewertungen, welche Netzebene für die Abnahme am besten geeignet ist

- Management der Ausgleichsenergie / Regelenergie für stark fluktuierende und nur begrenzt prognostizierbare Einspeisung aus Windkraftanlagen
- Weitere technische Auswirkungen (z. B. Blindstromproblematik)
- Fairer Lastenausgleich für die Mehraufwendungen

Eine Gesamtbewertung dieser Aspekte ist nur nach sorgfältiger Analyse anhand konkreter Standortsituationen möglich. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass das technisch-wirtschaftliche Management der Anhebung des Ökostromanteils im beschriebenen Ausmaß möglich ist.

Die Produktionskosten für elektrische Energie aus erneuerbaren Energieträgern sind in Abbildung 2 in Form von Abschätzungen der Durchschnittskosten dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass die Produktionskosten für Kleinwasserkraft im Durchschnitt geringer sind, als die Kosten für Windkraft, und diese wiederum kostengünstiger ist, als Stromerzeugung aus Biomasse.

Abbildung 2: Produktionskosten für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen in Österreich, Abschätzungen von durchschnittlichen Kosten



Für eine korrekte Interpretation der Graphik ist die unterschiedliche Wertigkeit der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen zu berücksichtigen: Während Windkraft nur in Zeiten genutzt werden kann, in denen entsprechende Windstärken vorhanden sind, kann der zeitliche Einsatz von Biomasse bei ausreichender Verfügbarkeit weitgehend frei gewählt werden.

Bei Nutzung von Windkraft muss eine ausreichende Redundanz an Erzeugungskapazitäten zur Versorgung in windstillen (oder zu windstarken) Perioden geschaffen werden. Die Investition in Windkraftanlagen vermindert bei gleicher Versorgungssicherheit daher nur wenig die Investition in andere Stromerzeugungskapazitäten, nämlich um etwa 7 % bis 15 %. Bei Biomasse dagegen werden die Investitionsnotwendigkeiten in andere Stromerzeugungskapazitäten um etwa 50 % vermindert.

Die innerhalb der Europäischen Union und in Österreich beschlossene Anhebung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen stellt eine Herausforderung an die Stromversorgung und die Regulierung dar. In den nächsten Jahren werden die Weichen für die zukünftige Versorgung gestellt, die Auswirkungen werden über Jahrzehnte gegeben sein.

Es ist eine entsprechend sorgfältige Herangehensweise an diese Thematik erforderlich, um sicher zu stellen, dass sämtliche technischen und volkswirtschaftlichen Aspekte optimal berücksichtigt werden.

**Literatur:**

- [1] EU-RL 2001/77/EG: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. September 2001 zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt
- [2] UCTE 2000: Informationen auf [www.ucte.org](http://www.ucte.org): „Nettoerzeugung 2000“ (Union für die Koordinierung des Transportes elektrischer Energie)
- [3] EEG: Erneuerbaren Energien Gesetz Deutschland: Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien, beschlossen am 25.02.2000
- [4] VWEW Fachkongress Bremen, 2002: „Windkraft in Deutschland“, 28.02.2002 und 01.03.2002
- [5] EIWOG 2000: Elektrizitätswirtschafts- und –organisationsgesetz idF BGBl I 2000/121