

FEASIBILITY STUDY

Energiebeauftragter  
des Landes  
Steiermark

LandesEnergieVerein

JOANNEUM RESEARCH  
Institut für  
Energieforschung

LEV  
Projekt  
Info  
Energie

## Energiewende? Österreich ohne fossile Energieträger



PIE 03/97

*Mit diesem Info-Energie-Blatt wird ein Projekt vorgestellt, das vom JOANNEUM RESEARCH erstellt wurde. Die Finanzierung des Projekts erfolgt gemeinsam vom Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr und dem LandesEnergieVerein im Wege der Bundesländerkooperation.*

Das österreichische Energiesystem ist, wie das der meisten anderen Industriestaaten, überwiegend von fossilen Energieträgern abhängig. Nur etwa ein Viertel (316 PJ) des Gesamtenergieaufkommens von 1286 PJ tragen in Österreich die erneuerbaren Energiequellen Wasserkraft und Biomasse bei (Zahlen von 1995), den Rest decken Erdöl, Erdgas und Kohle.

Aus verschiedenen Gründen wird vielfach der möglichst vollständige Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energieträger gefordert. Einerseits liegen die Gründe dafür in erwarteten wirtschaftlichen und politischen Problemen aufgrund der Verknappung einzelner fossiler Brennstoffe, andererseits in der Sorge um die Aus-

wirkungen der Nutzung fossiler Energieträger auf das Klima (Treibhauseffekt) wie auch in einem unspezifizierten Unbehagen gegenüber einem zu intensiven Einsatz von Technik.

Die allgemein bekannten Stichworte sind: Ozonloch, Waldsterben, Gorleben, Tschernobyl usw.

Wenn auch die Notwendigkeit eines Umstiegs auf erneuerbare Energieträger prinzipiell akzeptiert wird, bestehen sehr unterschiedliche Meinungen darüber, ob er forciert werden soll und ob unsere Gesellschaft unter den damit geänderten Voraussetzungen überleben wird können. Um mehr Klarheit zu bekommen, müssen Antworten auf zwei Fragen gefunden werden:



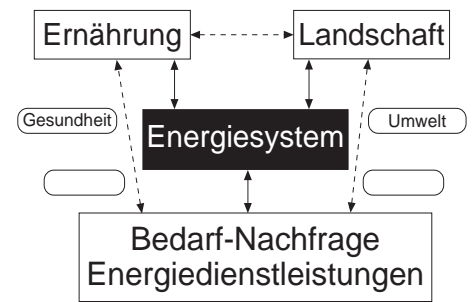
## Fragen

- Kann eine Industriegesellschaft wie beispielsweise Österreich auch ohne den Einsatz fossiler Energieträger funktionieren und bleibt ein Spielraum für die Gestaltung des Energiesystems?
- Auf welche Weise und wie schnell kann der Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energieträger erfolgen, ohne zerstörende Belastungen der sozialen und kulturellen Gefüge hervorzurufen?

Das vorgestellte Projekt befaßt sich mit der ersten Fragestellung. Es untersucht aus heutiger Sicht die prinzipielle Funktionsfähigkeit eines zukünftigen österreichischen Energiesystems ohne

Landschaftsbild und dem Volumen der erbringbaren Energiedienstleistungen. Es war Aufgabe dieses Projektes, diesen Zusammenhang zu illustrieren. Andere, weniger unmittelbare Auswirkungen des Energiesystems auf Gesundheit, Umwelt und andere wichtige Fragen für die Funktionsfähigkeit der Gesellschaft waren nicht Gegenstand des Projektes (siehe Abbildung rechts).

Es wurde ein Rechenmodell zur Abbildung des österreichischen Energiesystems entwickelt. Dieses Modell ermittelt einerseits das (End-)Energieangebot aus den Energiepotentialen für Wasserkraft, Biomasse, Sonnenenergie und Windkraft und andererseits den (End-)Energiebedarf. Beim Bedarf wird von den zu erbringenden



*Zusammenhang zwischen einem Energiesystem ohne fossile Energieträger und einzelnen Aspekten der Zivilisation*

den „Szenarien“ ermittelt, in denen einzelne Annahmen bzw. Annahmegruppen einer vorgegebenen Grundannahme, beispielsweise gleichbleibende Energiedienstleistungen entsprechen. Diese Szenarien liefern Ergebnisse bezüglich des Energiesystems unter der Grundannahme und erlauben darüberhinaus die Ableitung von allgemeinen Aussagen über die Situation eines Energiesystems ohne fossile Energieträger.

## Sonne und Wind

Für alle Szenarien gilt, daß die wesentlichen Beiträge zur Energieversorgung die Wasserkraft, der Wald und die Landwirtschaft liefern. Solarkollektoren, Photovoltaik und Wind liefern kleinere Beiträge. Trotz der gewagten Annahme, daß alle geeigneten Dachflächen der Wohnhäuser mit Kollektoren und Solarzellen bestückt werden, trüge diese Maßnahme weniger als **10** Prozent zum Energieaufkommen bei. Verantwortlich dafür ist der noch immer



fossile Energieträger und dessen Auswirkungen auf einzelne Aspekte der Zivilisation. Zu diesen Aspekten gehören Ernährung, Landschaft und verschiedene Energiedienstleistungen.

Zu beachten ist bei dieser Fragestellung, daß sich die Ernährungsgewohnheiten ändern müssen, wenn Flächen in großem Ausmaß für die Energieproduktion statt für die Nahrungsmittelproduktion verwendet werden. Das bedeutet beispielsweise weniger tierische und mehr pflanzliche Nahrung. Weiters ändert sich das Landschaftsbild gravierend, wenn etwa Grünland in großem Ausmaß mit Energieholzplantagen bepflanzt wird. Es entsteht damit ein Zusammenhang zwischen den Ernährungsgewohnheiten, dem

Energiedienstleistungen (warme Räume, Verkehr usw.) ausgegangen. Für die Berechnung des Bedarfs wurden die Ansätze des derzeit als möglich angesehenen Standes der Technik zugrundegelegt. Der Stand der Technik bezieht sich beispielsweise auf die Wirkungsgrade von Anlagen und auf die Wärmedämmung.

Die Berechnungen basieren auf etwa 200 Einzelannahmen, die so getroffen werden müssen, daß der Bedarf und das Angebot an Endenergie nicht nur als Summe, sondern auch für die einzelnen Energiearten übereinstimmen. Es werden die Teilsommen für feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe, für Strom oder Niedertemperaturwärme berücksichtigt. Mit diesem Rechenmodell wur-



*Elefantengras*

geringe Gesamtwirkungsgrad der Solarstromerzeugung von **12** Prozent. Bedacht werden muß auch, daß die Herstellung von Siliziumzellen sehr energieaufwendig ist.

Auch für die Windkraft gelten Einschränkungen. Das theoretische Ausbaupotential beträgt nur rund die Hälfte des Potentials für

Solarenergie. Aus Rücksicht auf Siedlungen und den Tourismus wird es nicht zur Gänze realisierbar sein. Für die Windenergie spricht der geringe Energiebedarf für die Bereitstellung und der sehr geringe Flächenverbrauch der Anlagen. Mit Berücksichtigung der Zufahrtswege und der Produktionsminderung durch Abschattung beträgt er nur etwa 69 Hektar pro PJ/a. Energiepflanzen benötigen zur Bereitstellung eines PJ/a zwischen 5000 und 6000 Hektar.

Der Flächenbedarf beziehungsweise der Nutzungskonflikt um Flächen wird eine zentrale Frage der zukünftigen Energiepolitik sein. In erster Linie wird er sich innerhalb der Landwirtschaft zwischen der Lebensmittel- und der Energieproduktion abspielen. Eine Änderung der Ernährungsgewohnheiten bedeutet eine Einschränkung der energie- und flächenintensiven Fleischproduktion. Daran ändert auch die Möglichkeit der Biogasproduktion aus tierischen Extrakten wenig. Auch wenn Deponiegas, Klärgas und das Potential abbaubarer organischer Substanzen aus Gewerbe, Industrie und den Haus-



Öko-Diesel Tankstelle

halten (Biotonne) berücksichtigt werden, wird das nutzbare jährliche Energiepotential aus Biogas nur einen kleinen Prozentsatz ausmachen (siehe PIE 2/96).

## Szenarien

Folgende Szenarien wurden im Zuge der Arbeiten erstellt und diskutiert:

- Gleichbleibende Energiedienstleistungen, das heißt, der derzeitige Umfang der Energiedienstleistungen – gleichviel beheizte Räume, gleich viel Verkehr usw. – wird aufrecht erhalten: Dies gelingt, wenn 32 Prozent des Ackerlandes und 36 Prozent des Grünlandes für den Anbau von Energiepflanzen ge-

nutzt werden. Einschränkungen in den Ernährungsgewohnheiten einerseits und Auswirkungen auf das Landschaftsbild andererseits wären unvermeidlich. Das bedeutet weniger tierische Nahrung und Energieplantagen statt Weiden und Äcker (siehe Abbildung unten).

- Erhöhte Energiedienstleistungen, das heißt, es wird angenommen, daß die Energiedienstleistungen entsprechend den aktuellen Prognosen steigen. Die Berechnungen zeigen, daß dies nur möglich sein kann, wenn neben einer nahezu vollständigen Ausnutzung aller Ressourcen an Wasserkraft und Windkraft 43 Prozent des Ackerlandes und 43 Prozent des Grünlandes zur Energieproduktion herangezogen werden. Alleine aus diesen Zahlen wird klar, daß unter diesen Annahmen die Ernährungsgewohnheiten und die Landschaft großen Änderungen unterworfen werden.
- Verminderte Energiedienstleistungen, das heißt, es wird angenommen, daß in Zukunft lieber ein Verzicht auf Energie-

dienstleistungen – kleinere beheizte Flächen, weniger Verkehr usw. – in Kauf genommen wird, als eine allzu starke Veränderung von Ernährungsgewohnheiten und Landschaft. Bei einer relativ moderaten Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen für die Energieproduktion von 12 Prozent bei Grünland und 20 Prozent bei



Ackerland sowie einer beschränkten Ausschöpfung der Potentiale der anderen Energiequellen würden vor allem die Energiedienstleistungen für industrielle gewerbliche Zwecke und die Mobilität sinken, kaum jedoch für Raumwärme und Warmwasser.

Bericht: M. Lauer, et al.: Energiebedarfsdeckung nach einem Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energieträger – Möglichkeiten und Grenzen am Beispiel Österreichs; JOANNEUM RESEARCH, IEF, Graz, 1995

### Weiterführende Literatur:

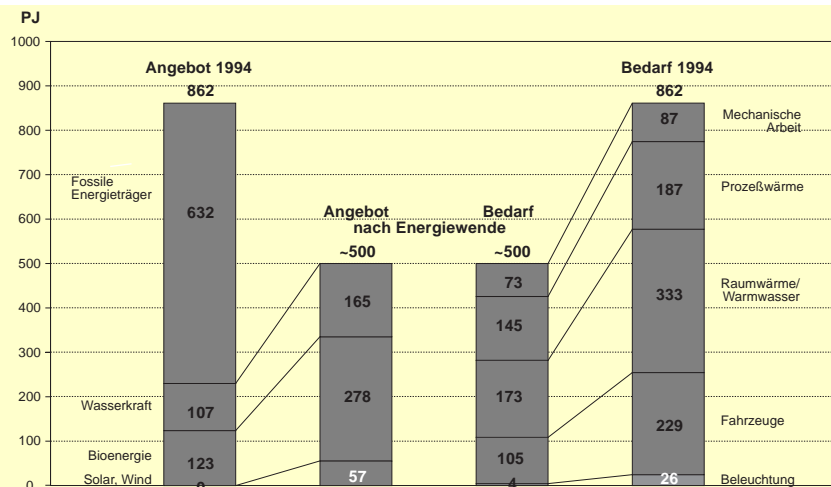
Döcker U. et al.: Ernährungsweisen und Eß- und Trinkkulturen in Österreich; Band I, Wien, 1994

Energiebericht 1996 der Österreichischen Bundesregierung; Bundesministerium für Wirtschaftliche Angelegenheiten, Wien, 1996

Johansson T.: Renewable Energy, Sources for Fuel and Electricity; Island Press, Washington DC, 1993

Schauer K.: Ein nachhaltiges Energiesystem für Österreich mit Solartechnologien und Biomasse; Institut für Verfahrenstechnik, TU-Graz, 1994

Schleicher S.: NUP Nationaler Umweltplan für Österreich, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien, 1994



Bedarf und Angebot an Endenergie in PJ im Jahr 1994 (siehe Energiebericht 1996) und nach einer Energiewende (Szenario gleichbleibende Energiedienstleistungen). Der Bedarf und das Angebot sind trotz gleichbleibendem Volumen der Energiedienstleistungen wesentlich niedriger als 1994, weil der umfassende Einsatz der technischen Möglichkeiten vorausgesetzt wird.

## Zusammenfassung

Neben diesen aus den Szenarien abgeleiteten Aussagen können noch folgende, zumindest für Österreich gültige Aussagen getroffen werden:

Die Ergebnisse zeigen, daß ein funktionierendes österreichisches Energiesystem auch ohne fossile Energieträger denkbar ist. Veränderungen in der Ernährung, der Landschaft und dem Volumen der Energiedienstleistungen sind dabei zu erwarten. Wind, Solarkollektoren und Photovoltaik liefern

kleine Beiträge. Wesentlich für die Energieversorgung nach einem Umstieg sind die Wasserkraft, der Wald und die Landwirtschaft.

Besonders schwierig wird nach einem Umstieg die Versorgung mit den benötigten flüssigen Brennstoffen werden, auch dann, wenn erhebliche Anteile der Verkehrsdienstleistungen mit elektrischer Energie abgedeckt werden. Der Großteil der flüssigen Brennstoffe muß aus Holz hergestellt werden. Raps und Getreide können nur einen relativ kleinen Teil des Bedarfs abdecken.

## LandesEnergieVerein

Der LandesEnergieVerein ist seit Juli 1997 auch im Internet vertreten. Auf der Homepage werden die Geschichte des Vereines, die derzeitigen Tätigkeitsschwerpunkte, die Mitarbeiter, die Mitglieder präsentiert. Es gibt Links zu anderen Institutionen, so auch zu JOANNEUM RESEARCH, dem Ersteller der hier präsentierten Studie. Darüber hinaus sind Listen der Publikationen des LEV enthalten und es wurde begonnen, Informationsbroschüren zu verschiedenen Energiethemen zum Herunterladen anzubieten.

Informationen erhalten Sie unter:

<http://www.lev.at>

## SUMMARY

The study deals with the question, whether an energy system of an industrialised country (like Austria) can be based only on renewable energy sources. A model for a sustainable energy system was designed, describing, how the energy service demand is met by renewable energy sources. Using this model three scenarios were calculated, one with the assumption of constant energy service demand, one assuming increased energy service demand (according to forecasts) and one assuming reduced energy service demand - this one has minimal effects on landscape and nutrition habits. The results of the calculations shows, that the energy service demand can be met by renewable energy sources only, with stringent changes in land use and food production as well as in nutrition habits. In each of the three scenarios more than 50 % of the primary energy is produced with biomass from forest and agriculture. Wind and solar energy have only very restricted potentials compared to biomass and hydropower. In any case the supply of liquid fuels for transportation will be very difficult, even if considerable shares of transportation services are covered with electric power.



# LEV Projekt Info Energie



FEASIBILITY STUDY

Energiebeauftragter  
des Landes  
Steiermark  
  
LandesEnergieVerein  
  
JOANNEUM RESEARCH  
Institut für  
Energieforschung

### Information:

Landesenergiebeauftragter  
LandesEnergieVerein Steiermark  
Energieberatungsstelle des Landes  
alle: A-8010 Graz, Burggasse 9, Österreich / Austria

Tel. 0316/877-4555 / Fax 0316/877-4559  
Tel. 0316/877-3389 / Fax 0316/877-3391  
Tel. 0316/877-3413 / Fax 0316/877-3414

In der Steiermark wurde schon vor mehr als zehn Jahren mit dem Aufbau einer Energiedatenbank begonnen. Der Mangel an energierelevanten Datengrundlagen stellte dabei ein großes Problem dar und bedurfte einiger Detailstudien. Seit 1987 werden die von ADIP Graz ausgearbeiteten Energiebilanzen und Energieflußbilder in der Steiermark zur Darstellung des Energiesystems des Landes herangezogen. Das Energieflußbild zeigt den Weg von der Aufbringung bis zur Nutzung nach Art der Verwendung und nach Verbrauchssektoren gegliedert. Der vorliegenden Studie zugrunde liegt der Energiefluß Österreichs 1994, herausgegeben von der Energieverwertungsagentur, enthalten im Energiebericht 1996 der Österreichischen Bundesregierung.

Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr

Tel. 0222/5312-0\* (DI Michael Paula)

JOANNEUM RESEARCH, Institut für Energieforschung  
A-8010 GRAZ, Elisabethstraße 11a, Österreich / Austria

Tel. 0316/876-338 / Fax 0316/876-320

## PIE 03/97

### Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Verleger:  
LandesEnergieVerein Steiermark  
A-8010 Graz, Burggasse 9/II  
Konzept, Inhalt: M. Lauer, H. Rally  
Layout, Satz: W. Jilek, J. Srienc, H. Rally  
Fotos: H. Scheuer, LEV; J. Ilgerl,  
JOANNEUM RESEARCH  
Für den Inhalt verantwortlich: G. Ulz

LEV PROJEKT INFO ENERGIE 3/97