Der Ressourcen-Ökobonus – ein Weg zur Reduktion des Energieverbrauchs

Ist Energie zu preiswert oder zu teuer? Was kann man tun, um den Energieverbrauch zu reduzieren? Der Autor schlägt als marktwirtschaftliches Steuerungsinstrument eine Lenkungsabgabe mit pro-Kopf-Rückverteilung vor, das zu einer deutlichen Energieeinsparung und damit Umweltentlastung führen soll. Dieses Modell wird anhand der Wirtschaftseinheit Schweiz vorgestellt, ist aber auf andere Staaten zu übertragen.

G. Ziegler, Winterthur (Schweiz)

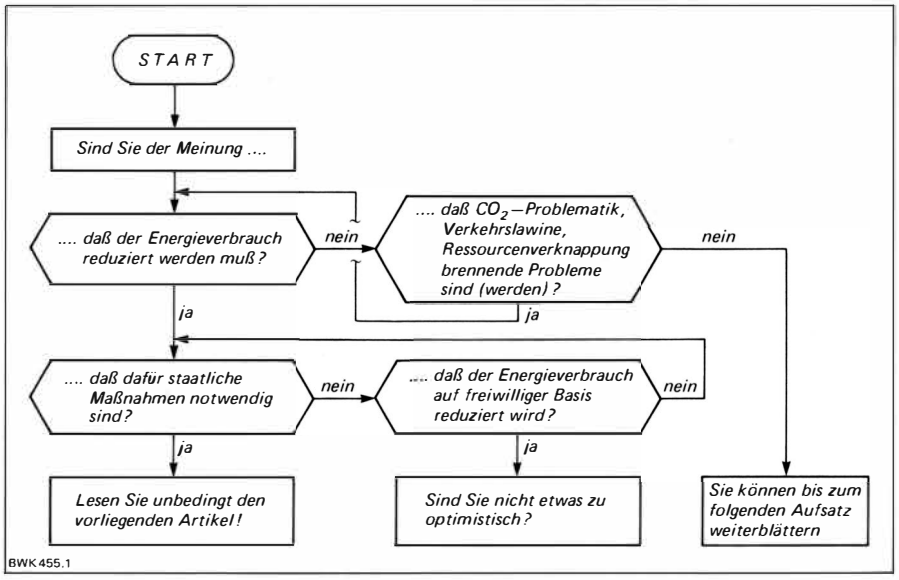


Bild 1: Gedanken am Anfang einer Energiepolitik Diskussion

Gibt es Wege zur Energieeinsparung?

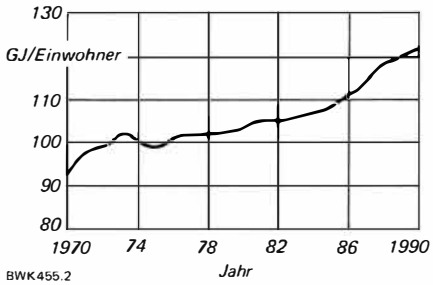
Die Diskussion über eine Reduzierung des Energieverbrauchs – absolut und spezifisch – hält an und spiegelt sich wider in einem Meinungsspektrum, das einerseits die Notwendigkeit hierfür nicht sieht und andererseits bei weiterem Anstieg des Energieverbrauchs eine Weltkatastrophe prophezeit. Auch die Leser dieses Artikels werden sich einem Ausschnitt dieses Meinungsspektrums zuordnen, das sie anhand von *Bild 1* abfragen können.

CO_2-Problematik, Verkehrschaos, Ressourcenverknappung, nukleare Abfälle..., in Tausenden von Artikeln und Untersuchungen werden diese negativen Auswirkungen unseres ständig wachsenden Energiekonsums, *Bild 2,* beschrieben. Es gibt Hunderte von Aufrufen aus allen politischen Lagern für eine Reduktion des Energieverbrauchs. Realistische Konzepte aber, wie dieser Energieverbrauch spürbar einzudämmen wäre, werden selten vorgelegt.

Technische Lösungen für Energieeinsparung, Effizienzsteigerung und den Einsatz regenerativer Energiequellen liegen zum Teil vor, zum Teil wären sie mit vertretbarem Aufwand entwickelbar. Der heutige ökonomische Rahmen (der niedrige Ölpreis und damit niedrige Energiepreis) erschwert/verunmöglicht aber die Anwendung dieser Techniken aus wirtschaftlichen Gründen. Das hier vorgestellte Konzept „Ressourcen-Ökobonus" zeigt einen realistischen marktwirtschaftlichen Weg auf, mit dem eine signifikante Reduktion des Energieverbrauchs auch in der heutigen Energiepreissituation möglich ist.

Das Konzept wird am Falle der Schweiz vorgestellt; es ist aber ohne weiteres auch in anderen Ländern oder in ganz Europa anwendbar. In der Schweiz werden Lenkungsabgaben auf dem Bereich des Umweltschutzes seit geraumer Zeit intensiv diskutiert [1; 2; 10]. So evaluiert der Bundesrat den Ökobonus für die Reduktion des Straßenverkehrs [3]; außerdem wird er 1992 dem Parlament eine CO_2-Lenkungsabgabe nach dem Ökobonusprinzip vorlegen.

Bild 2: Energieverbrauch (Endverbrauch) pro Kopf in der Schweiz. Beim Anteil Heizung ist die jeweilige Witterung über die Heizgradtage berücksichtigt



Das „Ökobonus"-Prinzip

Jeder Bewohner und jede Bewohnerin der Schweiz benötigt Energie: zum Heizen und im Haushalt, für seine privaten und öffentlichen Verkehrsbedürfnisse, am Arbeitsplatz, für Straßenbeleuchtung, im Hallenbad, durch den Konsum energieintensiver Güter usw. Alle belasten dadurch die Umwelt (Abgase, nuklearer Abfall, Abhängigkeit vom Ausland, Ressourcenverknappung) und sollen dafür eine Entschädigung – den Ökozuschlag – bezahlen, die um so höher ist, je mehr Energie sie verbrauchen. Auf der anderen Seite ist jeder auch diesen negativen Auswirkungen ausgesetzt und dafür soll er eine Entschädigung – den Ökobonus – erhalten. Andere, ebenso wichtige Gründe für diese Entschädigung sind, daß so der Ressourcen-Ökobonus staatsquotenneutral (keine zusätzlichen Einkünfte für die Staatskasse), unabhängig vom Teuerungsindex, und sozial vertretbar ausgestaltet werden kann. Konkret bedeutet dies Folgendes:

- Alle Primärenergieträger sollen mit einer markanten Lenkungsabgabe (Ökozuschlag) belastet werden. Das Geld, das durch diese Ökozuschläge zusammenkommt, fließt in eine Energiekasse (und nicht in den Staatshaushalt) und wird am Ende eines Jahres wieder vollständig an alle Bewohner der Schweiz verteilt; jeder erhält einen gleich hohen Betrag: den Ökobonus [4].

Die Folgen dieser Maßnahme sind offensichtlich: Durch den Ökozuschlag wird die Energie merklich teurer und der Energieverbrauch sinkt. Dank der Rückzahlung des Ökobonus bleibt aber die Kaufkraft des Einzelnen im Durchschnitt erhalten; nur die relativen Preisverhältnisse zwischen Energie und Investition verschieben sich zu Ungunsten der Energie. Jeder kann nach wie vor soviel Energie und energieintensive Produkte konsumieren wie ihm notwendig und gerechtfertigt erscheint, aber ein überdurchschnittlich großer Energieverbrauch kann teuer, sogar sehr teuer werden.

Die Ausgestaltung des Ressourcen-Ökobonus

Die Höhe des Ökozuschlages soll sich nach dem angestrebten Reduktionsziel richten. Dabei muß neben der heute im Vordergrund stehenden CO_2-Problematik unbedingt auch die Ressourcenverknappung und der Landschaftsschutz (Wasserkraftwerke) berücksichtigt werden. Man sollte davon ausgehen, daß eine relativ starke Erhöhung des Energiepreises

– sicher weit über 50% – notwendig ist, um den Trend des heute nach wie vor anwachsenden Energieverbrauchs (siehe Bild 2) nachhaltig umzukehren. Die Volkswirtschaft kann sich mit der kleinsten Erschütterung an eine solch neue Energiepreispolitik anpassen, wenn die Preiserhöhung jährlich um einen beschränkten Betrag (10 bis 20%) erfolgt, wobei es sehr wichtig ist, daß diese jährlichen Erhöhungen zum vornherein bekannt und auf etwa 10 Jahre hinaus festgelegt sind.

Grundsätzlich sollen alle *Primärenergien* und Ressourcen, deren Nutzung man reduzieren möchte, mit dem Ökozuschlag belastet werden. Dadurch ergibt sich einerseits in der ganzen Umwandlungskette ein Anreiz für eine möglichst effiziente und vollständige Nutzung der eingesetzten Energie, andererseits kein unerwünschtes Ausweichen auf eine andere Primärenergieform. Unter Primärenergien sollen hier die fossilen Energieträger, der nukleare Brennstoff sowie die potentielle Energie der in hydraulischen Werken genutzten Wasserkraft verstanden sein.

Elektrizität als *Sekundärenergie* wird nicht mit dem Ökozuschlag belastet; sie wird aber trotzdem teurer, wenn sie aus der teurer gewordenen Primärenergie hergestellt wird. Elektrizität aus Solar- oder Windkraftanlagen wird logischerweise nicht von der Lenkungsabgabe beeinflußt und wird deshalb konkurrenzfähiger. Das Gleiche gilt für die Sekundärenergie Wärme: Wird sie direkt aus Heizöl hergestellt, wird sie spürbar teurer. Wärme aus der Kraft-Wärme-Kopplung, aus Solaranlagen oder Wärmerückgewinnungs-Anlagen wird nicht teurer; die Wirtschaftlichkeit dieser Installationen steigt. Für inländisches Brennholz und Kehricht ist keine Lenkungsabgabe zu zahlen; es muß mit anderen Maßnahmen dafür gesorgt werden, daß der Abfallberg nicht weiter wächst.

Grundsätzlich soll die Höhe des Ökozuschlags für die einzelnen Primärenergieträger so bemessen sein, daß bei ihrer Umwandlung in einer effizienten Anlage in Elektrizität je die gleiche Preiserhöhung für die dabei erzeugte Elektrizität resultiert. Dies bedeutet, daß wertvollere Primärenergieträger stärker belastet werden als solche, deren Umwandlung und weitere Verwertung schwieriger ist (trivialexergetische Überlegung). An einem zahlenmäßigen Beispiel sind in *Tabelle 1* die Verhältnisse für die einzelnen Primärenergieträger aufgezeigt, für den fiktiven Fall, daß als Ziel die Elektrizität 10 Rp teurer werden soll:

Falls gewünscht, kann auch eine *Substitution von Energieträgern* – z.B. Übergang von Schweröl zu Leichtöl – über die Höhe der Lenkungsabgabe beeinflußt werden. Eine Bemessung des Ökozuschlages einzig auf Grund der CO_2-Emission ist abzulehnen, da diese Maßnahme den Ressourcenverbrauch nicht löst. Bei der Realisierung eines Ressourcen-Ökobonus im realpolitischen Umfeld wird aber wohl eine Mischung aus exergetisch abgestütztem Zuschlag und CO_2-Emissions-Zuschlag am ehesten Zustimmung finden [9]. Bei den *Treibstoffen* ist eine Reduktion nicht nur aus energiepolitischen Überlegungen wünschenswert. Verkehrsunfälle, Zerstörung der Landschaft durch Straßenbau und Lärm sind zusätzliche Gründe für eine verstärkte Reduktion; deshalb ist eine höhere Lenkungsabgabe für Treibstoffe für den Straßenverkehr notwendig und gerechtfertigt.

Tabelle 1: Höhe des Ökozuschlages, wenn eine Preissteigerung von 10 Rp/kWh bei der Elektrizität angestrebt wird

Primärenergieträger	Wasserkraft	Erdgas	Erdöl	Kohle	Nuklearenergie
Wirkungsgrad der effizienten Referenzanlage	90	45	40	38	32
benötigte kWh Primärenergie für 1 kWh (el) (kWh/kWh(el))	1,11	2,25	2,5	2,63	3,13
Notwendige Verteuerung des Primärenergieträgers, damit 1 kWh(el) 10 Rp teurer wird (Rp/kWh Primärenergie)	9,00	4,50	4,00	3,80	3,20

Es liegt auf der Hand, daß alle Energiekonsumenten, inkl. Private, Industrie und Gewerbe, öffentliche Hand, Militär, Flugverkehr (im Gebiet, in dem der Ressourcen-Ökobonus eingeführt wird), Landwirtschaft, Post usw. für die von ihnen verbrauchte Energie den Ökozuschlag zahlen, ist es doch das Ziel, den gesamten Energieverbrauch zu reduzieren.

Der *Ertrag der Lenkungsabgabe* soll pro Kopf der Bevölkerung zurückverteilt werden; am einfachsten geschieht dies als Vergütung bei der Steuerrechnung (Der Schweizer bezahlt seine Steuern über eine separate Rechnung und nicht via Quellensteuer). Durch Verwendung dieses schon bestehenden Verteilkanals wird der administrative Aufwand relativ bescheiden. Zeigt sich in der detaillierten Ausarbeitung des Konzeptes, daß gewisse Rand- oder Berggebiete übermäßig benachteiligt würden, so wäre es auch möglich, die Rückzahlung (aber auf keinen Fall die Lenkungsabgabe) regional zu differenzieren. Es ist ein wesentlicher Bestandteil des Ökobonuskonzepts, daß der gesamte Betrag der Lenkungsabgaben wieder ausbezahlt wird; damit wird der Ökobonus staatsquotenneutral, d.h. der Staatshaushalt profitiert nicht von der Lenkungsabgabe.

Kaufkraft, Teuerung und Index

Eine wichtige Anforderung an Lenkungsmaßnahmen ist die Indexneutralität (In der Schweiz wird der Teuerungsausgleich für den Arbeitnehmer durch den Index beeinflußt). Wie wirkt sich für diesen Problemkreis der Ressourcen-Ökobonus aus? Bei der Einführung dieser Maßnahme werden Preise von energieintensiven Gütern und Dienstleistungen steigen und damit wird auch der Lebenskostenindex (bei heutiger Berechnungsart) ansteigen. Da aber der Ökobonus – der im Durchschnitt genau so groß ist wie die Summe aller durch den Ökozuschlag verursachten Teuerungen – an alle Bewohner ausbezahlt wird, ist es gerechtfertigt und notwendig, daß der Index nicht erhöht wird. Es ist deshalb ein integraler Teil des Ressourcen-Ökobonus-Konzepts, daß die Lenkungsabgabe aus der Indexberechnung ausgeklammert wird. Obwohl die Preise steigen, bleibt die Kaufkraft für den Einzelnen im Durchschnitt erhalten. Als Lenkungsmaßnahme ist der Ressourcen-Ökobonus trotzdem wirksam, da die Preisrelation von Energie gegenüber Investition zu Gunsten der Investition verschoben wird.

Eine Chance für Industrie und Gewerbe

Da der Ökobonus pro Kopf der Bevölkerung ausbezahlt wird, erhalten Industrie, Gewerbe und Verwaltung keine Rückzahlung. Auf den ersten Blick erscheint dies ungerecht; an Hand des nachfolgenden Beispiels werden die wirklichen Zusammenhänge aufgezeigt:

Die Einführung des Ressourcen-Ökobonus erhöht z.B. bei einer Papierfabrik die Betriebskosten. Das Unternehmen wird diese Kosten nach Möglichkeit auf das Endprodukt abwälzen. Der Konsument kann diese Mehrkosten auch bezahlen, denn er erhält ja den Ökobonus; und zwar ausdrücklich nicht um reicher zu werden, sondern um jene Güter, Dienstleistungen und Annehmlichkeiten zu kaufen, die ihm weiterhin notwendig und wichtig erscheinen. Die Papierfabrik verliert primär auch keine Marktanteile an ihre Konkurrenten, denn diese sind ja auch gezwungen, mit der teurer gewordenen Energie ihre Produkte herzustellen. Alle Papierfabrikanten werden sich aber sofort überlegen, wie sie der neuen Energiepreissituation begegnen wollen und werden Maßnahmen ergreifen, die den Energieverbrauch senken. Diese Überlegungen gelten natürlich analog für alle Gewerbetreibenden von der Bäckerei bis zum chemischen Großunternehmen.

Die Schlußfolgerung ist also, daß Industrie und Gewerbe nicht den Privaten subventionieren, sondern daß schließlich der Konsument die Mehrkosten jenes Energieverbrauches bezahlt, die er durch seinen Konsum verursacht. Dies bedeutet auch, daß der Konsument einen Teil des Ökobonus für verteuerte Güter braucht und nur einen Teil für den direkten Energiekauf einsetzt.

Natürlich wird der Ressourcen-Ökobonus auch eine gewünschte Veränderung der Wettbewerbsstruktur der konsumierten Güter bewirken. Energieintensive Güter (z.B. Zement) werden spürbar teurer und durch energiesparsamere Produkte (z.B. Holz, Natursteine) ersetzt, wo dies technisch möglich ist. Auch aus diesem Grunde ist es wichtig, daß der Ökobonus dem letzten Glied der Wirtschaftskette, dem Konsumenten, ausbezahlt wird.

Der Ressourcen-Ökobonus begünstigt und erleichtert auch die Entwicklung energiesparender Verfahren und Produkte; im Gegensatz zur Entwicklung mit Subventionen werden aber auf diese Weise die Produkte mit den besten Erntefaktoren am meisten gefördert.

Der Bonus ist für Industrie und Gewerbe keine Bedrohung, er ist eine Chance [5]: Investitionsvorhaben für Isolation und Wärmerückgewinnung, für energiesparendes Bauen und Alternativenergieanlagen bleiben nicht länger Projekte; sie werden realisiert, da die Amortisationszeiten kürzer geworden sind.

Der Ressourcen-Ökobonus schafft, effizienter als eine Flut von Vorschriften und Subventionen, die notwendigen wirtschaftlichen Randbedingungen für die Entwicklung und Vermarktung von energiesparenden Produkten und Prozessen.

Die Probleme an der Grenze sind lösbar

Wäre die Schweiz wirtschaftlich eine Insel, so würden die Mechanismen der freien Marktwirtschaft, versehen mit den ökologischen Leitplanken des Ressourcen-Ökobonus, für eine für die Wirtschaft und Konsumenten akzeptable Verringerung des Energieverbrauches sorgen. In der realen verflochtenen Wirtschaftslage bedeutet aber die Einführung des Ökobonus, daß die Schweiz zu einem Hochenergiepreisland wird und daß vor allem die mit dem Ausland konkurrierende Industrie stark pönalisiert würde. Welche Optionen stehen hier offen?

Die sinnvollste Möglichkeit ist die europaweite Einführung [6] des Ressourcen-Ökobonus. Jedes Land erhebt eine gleichhohe Lenkungsabgabe auf Energie und verteilt diese Gelder wieder pro Kopf an seine Bevölkerung. Vorteilhaft wirkt sich dabei aus, daß dieses Konzept unabhängig von der jeweiligen Steuer und Abgabestruktur der einzelnen Länder ist. Angesichts der erklärten Absicht der Europäischen Gemeinschaft, bis zum Jahre 2000 den CO_2-Ausstoß zu stabilisieren (einige Länder setzen ihre Ziele wesentlich höher) ist eine europäische Einführung des Ressourcen-Ökobonus nicht utopisch, sondern ein notwendiger Schritt.

Eine Möglichkeit zur Einführung des Ressourcen-Ökobonus in einem abgegrenzten Wirtschaftsraum ist die Belastung der mit Gütern importierten „grauen" Energie. Güter, bei denen die Energiekosten einen hohen Anteil (>10%) der Gesamtkosten darstellen (und dies sind wenige Produkte wie z.B. Zement, Glas), würden beim Import/Export aus Ländern, die noch keine vergleichbaren Energielenkungsabgaben eingeführt haben, mit einer entsprechenden Abgabe belastet/entlastet.

Eine weitere Möglichkeit wäre die Auszahlung einer Kompensation an stark energieintensive Industriebetriebe. Dabei ist es wesentlich, daß diese Zahlung nicht in Abhängigkeit der verbrauchten Energiemenge erfolgt, sondern abhängig von der erzeugten Produktmenge (also pro Tonne Zement und nicht pro Tonne verbrauchten Brennstoff). Auf diese Weise bleibt der Anreiz – möglichst energie-effizient zu produzieren – erhalten.

Vorzüge der Rückverteilung

Lenkungsabgaben zur Erhöhung des Energiepreises werden von den verschiedensten Seiten gefordert [7]. Wie die erhobenen Gelder aber zu verwenden sind, darüber gibt es verschiedene Konzepte; Einigkeit besteht nur bei der Forderung, daß die Gelder nicht in den Staatshaushalt fließen dürfen. In der Diskussion über die Verwendung der Abgaben muß man sich vor Augen halten, daß z.B. bei einer Verdoppelung der Energiepreise in der Schweiz rd. $15 \cdot 10^9$ Franken pro Jahr zusammenfließen. Diese Summe übersteigt bei weitem die Gelder, die nutzbringend für die Energieforschung oder die Sanierung der Wälder verwendet werden können. Eine Reduktion der Steuern, wie sie immer wieder vorgeschlagen wird, ist sozial nicht neutral, profitieren doch davon in erster Linie die großen Steuerzahler, während die Reduktion für den sozial Schwachen minimal ist.

Nur mit der Rückverteilung pro Kopf, dem Charakteristikum des Ressourcen-Ökobonus, ist es möglich, die Lenkungsabgabe so hoch anzusetzen, daß der Energieverbrauch sinkt und gleichzeitig eine Lösung gefunden wird, welche weder die Staatsquote erhöht noch die Teuerung anheizt und zudem sozial vertretbar ist. Schließlich ist sie transparent, denn jeder Bewohner weiß, was mit seiner Lenkungsabgabe geschieht; er entscheidet ja selbst über die Verwendung.

Realpolitisches Umfeld

Viele Politiker sprechen heute vom Energiesparen. In allen Parteiprogrammen hat Ressourcenschonung heute einen großen Stellenwert. Namhafte Ökonomen empfehlen dringend die Ergänzung des Umweltschutzin-

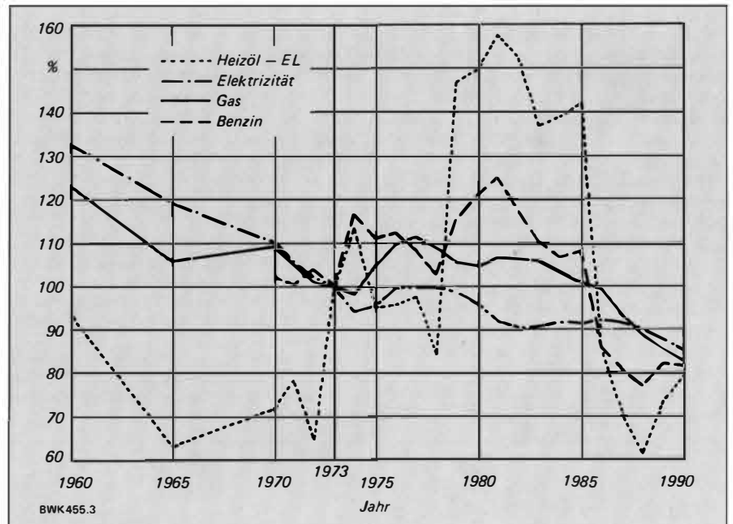


Bild 3. Entwicklung der relativen Konsumentenpreise (teuerungsbereinigt) für Energie in der Schweiz (1973: 100%) [8]

WARUM?

- Warum steigt jedes Jahr der Energieverbrauch?
- Warum werden solare Energieanlagen, Erdwärmepumpen, Sparlampen usw. so zögernd gekauft, obwohl seit Jahren fertig entwickelte Modelle auf dem Markt sind?
- Warum ist der Treibstoffverbrauch kein gewichtiges Entscheidungskriterium beim Autokauf?
- Warum sind staatliche Vorschriften über die Wärmedämmung von Gebäuden notwendig?
- Warum werden Eintagesflugreisen ans Mittelmeer zu lächerlich niedrigen Preisen angeboten?
- Warum ist die individuelle Heizkostenabrechnung bei Mehrfamilienhäusern nicht überall eingeführt?
- Warum ist der Trend zur Wegwerfgesellschaft nach wie vor ungebrochen?

Eine Hauptursache bei all diesen Problemkreisen ist der niedrige Energiepreis

strumentariums durch marktwirtschaftliche Maßnahmen. Auf Internationalen Konferenzen erörtern Staatsoberhäupter, ob und wie der Energieverbrauch zu senken wäre. All dies sind Ziele, Programme, Versprechungen, aber keine konkreten Realisierungswege.

Ist es in diesem Umfeld nicht ein Gebot der Stunde, ein Konzept gründlich und ernsthaft zu evaluieren, das alle Forderungen erfüllt, die an eine langfristige Energie- und Ressourcenpolitik gestellt werden müssen? Daß im heutigen Zeitpunkt die gesetzlichen Voraussetzungen für eine sofortige Realisierung des Ressourcen-Ökobonus fehlen, darf nicht dazu verleiten, ihn aus den zu prüfenden Lösungen zu streichen. Im Gegenteil: Parallel zur Ausarbeitung von Geboten und Vorschriften, für die gesetzliche Grundlagen schon vorhanden sind, ist es dringend notwendig, heute das Feld für greifende ökologische Leitplanken zur Marktwirtschaft vorzubereiten und diese so rasch wie möglich einzuführen.

Schrifttum

[1] *Rechsteiner, R.:* Umweltschutz per Portemonnaie, Wege zur sauberen Wirtschaft, 1990, Unionsverlag Zürich.

[2] *Meier, R.; Walter, F.:* Umweltabgaben für die Schweiz, 1991, Verlag Rüegger Chur/Zürich.

[3] *Schneider, B.:* „Der Ökobonus", Vorschläge zur Realisierung des Modells, 1989, Verkehrsclub der Schweiz, Herzogenbuchsee Schweiz.

[4] *Ziegler, G.:* Reduktion des Energieverbrauchs ohne Vorschriften 1984 (Ausgangspunkt der Ökobonusdiskussion) Typoscript Winterthur.

[5] *Speich, Ch.:* Der Ressourcen-Ökobonus, ein Alraun gleichermaßen für Umwelt und Wirtschaft. Die Weltwoche, 15. Nov. 1990, S. 45.

[6] *Brunetti, A.:* Die ökologischen Kosten von EG 92, Neue Zürcher Zeitung 23.7.1990, S. 7.

[7] *Weizsäcker, E.U. von:* Erdpolitik, 1989, Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt.

[8] Schweizerische Gesamtenergiestatistik 1990, Bundesamt für Energiewirtschaft Bern.

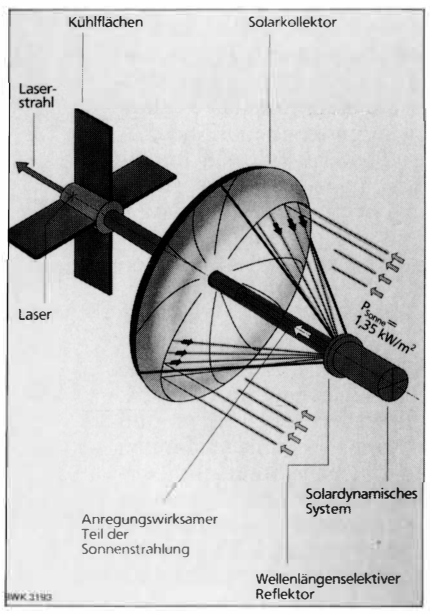
[9] A Community Strategy to limit Carbon Dioxide emissions and to improve energy efficiency, (Entwurf der EG CO_2-Lenkungsabgabe) 26.9.1991.

[10] *Mauch, S.:* Ökologische Steuerreform Schweiz, 1992, Infras Zürich.

BWK 455

Lasersatelliten zur Energieversorgung im Weltraum

Energie ist ein kostbares Gut, nicht nur auf der Erde, sondern auch im Weltall. Auch Satelliten brauchen Energie. Gewöhnlich sind sie daher mit großen Sonnenpaddeln, bestückt mit Solarzellen, versehen. Die Solarzellen wandeln die Sonnenstrahlung in elektrische Energie um. Die Sonnenpaddel und die notwendigen Energiespeicher tragem zum Gewicht eines Satelliten bei und machen damit seinen Start entsprechend teurer.



Solargepumptes weltraumgestütztes Lasersystem
Bild: DLR

Dieser Zusammenhang von Startgewicht und Startpreis war einer der Ausgangspunkte einer Studie bei der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR). Die Wissenschaftler des Stuttgarter Instituts für Technische Physik entwickelten folgendes Szenario: Satelliten in niedriger Erdumlaufbahn versorgen sich zukünftig nicht mehr autark mit Energie, spezielle Lasersatelliten übernehmen die Rolle des Energiespenders. Später einmal könnten solche Lasersatelliten, ausgebaut zu Energiestationen, auch eine Mondstation oder die Erde mit Energie versorgen.

Bisher sind Satelliten in ihrer Energieversorgung autark – mit allen damit verbundenen Nachteilen: Die Solarzellen und die Energiespeicher erhöhen das Startgewicht; in niedrigen Umlaufbahnen tritt der Satellit immer wieder in den Schatten der Erde und kann kein Sonnenlicht empfangen; die Sonnenpaddel mit den Solarzellen erhöhen unnötig die Reibung in der Hochatmosphäre und führen den verfrühten Absturz des Satelliten herbei. Diese Nachteile würden bei Verwendung energieversorgender Lasersatelliten nicht auftreten.

Lasersatelliten machen nur dann Sinn, wenn die Umwandlungskette Sonnenenergie – Laserenergie – Elektrische Energie eine hohe Effizienz aufweist. Darüber hinaus muß gewährleistet sein, daß die technischen Systeme wartungs- und versorgungsfrei arbeiten.

Bei diesem Vorgehen – so das Ergebnis einer Studie der DLR – könnte ein solargepumpter Festkörperlaser eine geeignete Laserquelle sein (z.B. ein gekühlter Nd:Cr:GSGG-Laser (GSGG steht für Gadolinium-Scandium-Gallium-Granat) oder ein Nd:YAG-Laser). Bei einem solchen solargepumpten System regt die gebündelte Sonnenstrahlung einen Laser an (s. *Bild*). Der energiereiche Laserstrahl wird zu einem anderen Satelliten geschickt und dort in elektrische Energie umgewandelt.

Nach dem gleichen Prinzip könnte in fernerer Zukunft auch eine Mondstation oder die Erde mit Energie versorgt werden. Wegen der um mehrere Größenordnungen höheren Leistungsanforderungen reichen hierfür Lasersatelliten jedoch nicht mehr aus, sondern es wären regelrechte Energiestationen notwendig.

Die DLR-Studie zeigt ferner, daß man die Sonnenenergie optimal nutzen würde, wenn man das Sonnenspektrum für verschiedene Energiewandler im Lasersatelliten aufteilen würde. Dadurch wäre ein hoher Umwandlungswirkungsgrad zu erreichen.

BWK 3193

WHO'S WHO der Solarenergie

Zum dritten Mal gibt der Bundesverband Solarenergie e.V., BSE, als Verband der deutschen solartechnischen Industrie, seinen SOLAR WHO'S WHO heraus. Der mit zahlreichen informativen Fotos und instruktivem Text ausgestattete Band im DIN A4 Format vermittelt nach Angaben des BSE in drei Sprachen (deutsch, englisch, spanisch) einen Überblick über die Liefermöglichkeiten nahezu aller maßgeblichen Hersteller der deutschen solartechnischen Industrie, soweit sie im BSE vertreten sind. Alles, was Rang und Namen in jenem Industriezweig hat, der sich mit der Nutzung der regenerativen Energiequelle Sonne befaßt, ist demnach in diesem Heft zu finden.

Der BSE SOLAR WHO'S WHO wird verlegt und vertrieben von der Gesellschaft für Kommunikationstechnik und Medienarbeit mbH, Düsseldorf, hat rd. 100 Seiten und kostet 21 DM. BWK 3230