Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 72 (1981)

Heft: 2

Artikel: Zur Nutzbarkeit "alternativer" Energiequellen aus wirtschaftlicher und energetischer Sicht

Autor: La Roche, U.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-905058

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Im Bereich produktiver Verwendung von Energie wird eine Abkehr vom bisherigen Industrialisierungsmuster zu einer Existenzfrage vieler Entwicklungsländer. Im Rahmen dieses Musters werden vorwiegend solche Technologien übertragen, die in den Industrieländern in einer Phase niedriger Energie- und hoher Arbeitskosten entwickelt wurden. Diese Technologien warfen bereits in der Vergangenheit schwerwiegende beschäftigungspolitische Probleme in Entwicklungsländern auf (steigende Arbeitslosigkeit). Mit der heute grundlegend veränderten Energiepreissituation drohen sie viele dieser Länder aufgrund hoher Energieintensität vor unlösbare Energieversorgungs- und Zahlungsbilanzprobleme zu stellen.

Zusammenfassend könnte man sowohl im Bereich konsumptiver als auch produktiver Verwendung von Energie in Entwicklungsländern die Forderung nach einer Optimierung der vornehmlich technologisch bestimmten Energieverbräuche – Bautechnologien, Wirkungsgrade der Energieanwendung usw. – und nach einer Minimierung der vorwiegend verhaltensbestimmten Energieverbräuche – Individualverkehr, Klimatisierung usw. – erheben.

Literatur

[1] Die Kosten der Energieversorgung in der Schweiz. Schriftenreihe der GEK. Studie Nr. 2, Bern 1976.

[2] *International Energy Agency:* Workshop on Energy Data of Developing Countries, Paris 1979.

[3] *H. Baumberger* und *D. T. Spreng:* Bilanz der «grauen Energie», Neue Zürcher Zeitung vom 30. 6. 1978.

[4] Vgl. zum Beispiel *W. D. Nordhaus:* The Demand for Energy: An International Perspective. Proc. of the Workshop on Energy Demand. II ASA CP-76-1, Luxemburg, S. 511 ff.

Adresse der Autoren

Dr. *H. Baumberger*, stellvertretender Direktor, Motor Columbus AG, 5401 Baden; Dr. *W. Brauchli* und *G. Ruths*, Motor Columbus Ingenieurunternehmung AG, 5401 Baden.

Zur Nutzbarkeit «alternativer» Energiequellen aus wirtschaftlicher und energetischer Sicht

Von U. La Roche

Anlässlich der Weltenergiekonferenz 1980 in München hat es der Autor übernommen zu untersuchen, wie Energiequellen allgemein und im speziellen die erneuerbaren Energien im Hinblick auf ihre Fähigkeit, andere Energien zu ersetzen, zu beurteilen sind. Der nachfolgende Aufsatz fasst diesen Bericht [1] *zusammen.*

Lors de la Conférence mondiale de l'énergie qui s'est déroulée en 1980 à Munich, l'auteur a entrepris d'analyser dans quelle mesure des sources d'énergie, et notamment celles dites renouvelables, sont capables d'en remplacer d'autres. L'article suivant résume l'essentiel de ce rapport [1].

1. Einleitung

Gegenwärtig wird im eher kurzfristigen politischen Erwartungshorizont noch immer in den «Erneuerbaren Energien» eine Hoffnung gesehen, die bei genügender Förderung die Ablösung heutiger Energiequellen möglich machen kann.

Diese erneuerbaren Energien, in Japan kurz als exotische Energien bezeichnet, sind heute so teuer, dass ihre Einführung der Förderung bedarf. Dazu wird u. a. m. von identifizierbarer politischer Seite die Einführung einer Energiesteuer verlangt, die drei Wirkungen hätte: eine Finanzierung der Forschung und Entwicklung, vorzugsweise der erneuerbaren Energien, eine Besteuerung nicht erneuerbarer Energien (Uran, Öl, Kohle, schon gebaute Wasserkraft, Erdgas) und eine Abschöpfung von sog. zusätzlicher Kaufkraft in die allgemeine Bundeskasse. Wie aus [2] hervorgeht, ist die geschätzte Wirkung auf den Energieverbrauch, herrührend aus den 30 % der Steuer für Forschung und Entwicklung, etwa gleich eingeschätzt wie die 70 % des in die allgemeine Bundeskasse abgeführten Restbetrages der sogenannten Energiesteuer.

Die Autoren von [2] gehen davon aus, dass im Falle der Energiesteuer eine periodische Überprüfung von Steuersatz und der Progression der Energiesteuer in Form eines steuerfreien Energiebetrags durch das Parlament geschehen wird. In Anbetracht der bekannten Umwandlung der seinerzeitigen Wehrsteuer in eine allgemeine Bundessteuer mit progressionsverschärfenden Einlagen und dem neulichen Ausspruch von Bundesrat Willi Ritschard, derzeit Vorsteher des Eidg. Finanzdepartements, «der Treibstoffzoll könnte gut von seiner teilweisen Zweckbindung für den Strassenbau befreit werden, mit dem Zuckerzoll unterstützt man schliesslich auch nicht die Kariesbekämpfung», wird der realpolitische Gehalt einer auf lange Sicht auch nur zu 30 % zweckgebundenen Energiesteuer nüchtern zu beurteilen sein.

Unbestritten in dieser Auseinandersetzung über die Energiesteuer ist aber heute das Primat der Förderungswürdigkeit sogenannter erneuerbarer Energien oder der exotischen Energien, wie sie die Japaner etwas präziser bezeichnen.

2. Der Erntefaktor als Beurteilungsmaßstab

Um es vorwegzunehmen: Eine Energiequelle wird beurteilt nach der Erschöpfbarkeit der beanspruchten Ressourcen und nach dem Energieertrag nach Abzug der zur Erschliessung nötigen Energieaufwendungen, charakterisiert durch einen Erntefaktor. Es zeigt sich dann quantitativ, wie Energien mit kleinem Erntefaktor, d. h. kleines Verhältnis von gewonnener Energie (Kartoffelernte) zu für die Erschliessung notwendigem Aufwand (Saatgut), sehr grosse Zeiträume brauchen, um ohne zusätzlichen Mehrverbrauch an Energie andere Energien zu ersetzen; gerade sogenannte Erneuerbare Energien haben aber kleine Erntefaktoren.

Die Werte der Erntefaktoren für die wichtigsten in Frage kommenden Energietechniken und Erneuerbaren Energien sind heute grösstenteils bekannt. Sie werden auf Grund der zu ihrer Erschliessung notwendigen Aufwände an Material und Dienstleistungen ermittelt.

Die Erntefaktoren einiger Energietechniken sind in Tabelle I wiedergegeben.

Die untere Grenze des Erntefaktors von 2 bei den alternativen Energietechniken ist willkürlich; sie liegt bei gegenwärtig propagierten Projekten oft noch tiefer. Sogar wenn man auf den Verbrauch von Energie verzichtet, ist der Erntefaktor

Tabelle I

Energietechnik	Erntefaktor
Wasserkraft, Brüter	20...40
Leichtwasserreaktor, Kohle, Geothermik [1])	6...20
Biomasse, Sonnenenergie [2])	2...6
Einsparung durch besseren Gebrauch [3])	2...6
Einsparung durch Verbrauchsverzicht [3])	2...?

[1]) Mit Einschluss Niedertemperaturwärme als Nutzenergie [8].
[2]) Kein Unterschied zwischen elektrischer Energie und Niedertemperaturwärme berücksichtigt.
[3]) Einsparung als «unsichtbare Energiequelle» hat eine Begrenzung von vielleicht 20 bis 50% des gegenwärtigen Energieverbrauchs, darüber hinaus ist mit höheren Kosten bzw. Verlusten anderswo zu rechnen.

Mindestgrösse für Erntefaktoren Tabelle II

B \ A	− 5	− 2	± 0	+ 2	+ 5%
10	33	53	62	72	84
30	4,5	8,8	12	15	20
80	< 1	1,7	3,8	6,4	11

A = Jährliche Bedarfsänderung (%).
B = Zeitraum für 50% Substitution (Jahre).

begrenzt, weil Unterhalts- und Amortisationskosten für die Erhaltung nicht gebrauchter Infrastrukturen anfallen. Nichtbetrieb ergibt zum Beispiel folgende Erntefaktoren (ungefähres Verhältnis von Brennstoffkosten zu übrigen Kosten):

Wasserkraft	≦ 0,1
Leichtwasser KkW	0,2
Hausheizung	2...3

Die Berechnung des Erntefaktors liefert eine Zahl, die für lange Zeithorizonte verlässlich ist, weil sie typisch ist für die sich relativ langsam verändernde Produktionstechnik.

Man kann deshalb mit diesem Kriterium, über die für Energiesysteme langen Zeiträume, arbeiten.

In Analogie zu einer finanziellen Bewertung gibt die Grösse des Erntefaktors an, was eine spezifische Energietechnik (Erschliessungsart einer Quelle) zu leisten imstande ist:

1. Je grösser der Erntefaktor ist, um so schneller kann ein neues System aufgebaut werden, wobei ein Teil der neu produzierten Energie zum Ausbau verwendet wird (kein zusätzlicher Energiebedarf zum Aufbau der über den Beitrag des neuen Systems hinausgeht).

2. Mit einem Erntefaktor in der Nähe von 1 hat man ein Energiesystem, das sich wie ein Speicher verhält (einfache Verlagerung der Verfügbarkeit der Energieproduktion in die Zukunft).

3. Ein Erntefaktor von zum Beispiel 5 für eine Anlagenlebensdauer von 30 Jahren entspricht grob einer Anlage mit 5% Jahreszins (Rückgewinnungsrate des Erschliessungsaufwandes).

Wenn man nun für verschiedene Zeiträume den für eine Substitution von 1% auf 50% erforderlichen Erntefaktor bestimmt (Bauzeit einer Anlage jeweils 5 Jahre, Lebenszeit 30 Jahre), ergibt sich ein Bild gemäss Tabelle II.

– Mit einem Zeithorizont von 10 Jahren gibt es nur Lösungen mit einer starken Abnahme des Energieverbrauchs von mehr als −5% p.a. und gleichzeitiger Abstützung auf Techniken mit höchstem Erntefaktor wie Wasserkraftwerke und Brüter.

– Mit 30 Jahren als Zielhorizont kommen für Bedarfsabnahme −5% p.a., bis Bedarfszunahme +5% p.a. Geothermik, Leichtwasserreaktoren und Kohle in Frage, in der zitierten Reihenfolge.

– Hat man 80 Jahre Zeit zum Ersatz von Erdöl und Gas, dann genügt für maximal Nullwachstum des Bedarfes Sonnenenergie und Biomasse sowie Energiesparen durch besseren Gebrauch. Für +2% p.a. Wachstum und mehr sind mindestens Geothermik, Kohle und Kernreaktor ohne Brüter (abgesehen von der Uranverfügbarkeit) nötig.

3. Schlussfolgerungen

Nach der neuerlichen, gewiss nicht pessimistischen Bewertung der Erdöl- und Erdgasversorgungslage anlässlich der 11. Weltenergiekonferenz in München 1980 erscheint es eher unwahrscheinlich, dass die Zeitspanne, die zum Ersatz von bezahlbarem Erdöl und Erdgas zur Verfügung steht, mehr als 30 Jahre betragen wird.

Weiteres Zuwarten wird die Zahl der offenstehenden Optionen verringern. Zeit zurückgewinnen kann man nur bei Konzentration der eingesetzten Mittel auf Techniken mit hohem Erntefaktor und nicht, wie weitherum geglaubt und behauptet wird, indem man fast jede beliebige Technik fördert, sofern sie nur einen auch bescheidenen Beitrag an die Energieversorgung zu leisten verspricht.

Auch Versorgungssicherheit um jeden Preis kommt an der Bedingung nicht vorbei, dass die entsprechende Energie verfügbar sein müsste, was auch zu beliebigen Kosten auf die oben hergeleitete Situationsbeurteilung führen muss.

Die offizielle bis offiziöse Energiepolitik in der Schweiz befindet sich zum Teil in bemerkenswertem Gegensatz zu einer durch Not beschränkten, vorgegebenen Marschrichtung (die sich zum Beispiel in Japan bereits deutlich zeigt):

– Es wird eine Energiesteuer mit Verfassungsartikel beantragt, die vornehmlich die neuen und erneuerbaren Energien fördern soll mit der unausgesprochenen Option, diese politisch später zu einer zweiten «Wehrsteuer» ohne Zweckbindung werden zu lassen.

– Zur Rechtfertigung der erneuerbaren Energien wird die bei näherer Untersuchung unhaltbare These der auslandunabhängigen Versorgungssicherheit angeführt [3].

– Die Forschungsbudgets Energie zeigen heute die zu fordernde Konzentration der Mittel auf Techniken mit hohem Erntefaktor. Diese Ausrichtung ist aber eher dem Pragmatismus der Vergangenheit und der gegenwärtigen Trägheit der beteiligten Institutionen als einer klaren Zielvorgabe zuzuschreiben.

– Es wird kurzsichtig übersehen, dass auch beliebige Forschungsanstrengungen den Sachverhalt nicht zu ändern vermögen, wonach eine Energietechnik, die infolge hohen Erschliessungsaufwandes eine Energiesenke darstellt, auf lange Sicht auch eine volkswirtschaftliche Verlustquelle sein wird.

Literatur

[1] *La Roche U., Möller U.:* Zur Nutzbarkeit «alternativer» Energiequellen aus wirtschaftlicher und energetischer Sicht. Brennstoff, Wärme Kraft VDI, Nr. 9, September 1980.

[2] *Mauch P., Ledergerber E., Ott W.:* Assessing energy tax systems Energy policy, September 1980, p. 213...228.

[3] *L. Schmid:* Referat zur Sicherheitspolitik und Technik. Vortragstagung ETHZ vom 31. Oktober 1980 (z.B. NZZ Nr. 256 vom 3. November 1980).

Adressen der Autoren

Dr. *U. La Roche,* BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., 5401 Baden.