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: 75 (1984)

Heft: 2

Artikel: Energiereserven und Produktionskapazitäten

Autor: Pouly, Jean

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904342

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: 09.07.2025

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

Energie-Mix in Haushalt und Dienstleistungen Tabelle IV

	Kohle	Öl	Gas	Elektrizität	Übrige *)
USA	2	26	43	29	-
Westeuropa	8	42	31	15	4
UdSSR	22	19	17	12	30
Osteuropa	48	20	10	9	13
Durchschnitt (17 Nationen)	12	31	32	18	7

*) hauptsächlich Fernwärme

pa auf Kohle (48%) basieren, kann Russland bereits Fernwärme (30%) an erster Stelle melden.

Eine Analyse der oben angeführten Verbrauchsstrukturen führt zu zweierlei Schlussfolgerungen. Erstens liegt rein vom Volumen her gesehen ein grosses Sparpotential in diesem Verbrauchssektor vor, und zweitens zeigt die grosse regionale Heterogenität, dass offenbar auch das Substitutionspotential stark ins Gewicht fällt.

Entscheidend für den zukünftigen Energieverbrauch in diesem Sektor ist die Entwicklung folgender Kriterien:
- Bevölkerungswachstum
- Beschäftigtenzahl im Dienstleistungssektor
- Personenzahl pro Haushalt
- Spezifische Wohn- und Arbeitsfläche pro Person
- Alters- und Qualitätsstruktur der Gebäude
- Komfortanspruch

Die Einsparmöglichkeiten bis zur Jahrhundertwende ergeben sich aus einem Vergleich zweier Szenarien: Ein Szenario, das im wesentlichen die seit 1975 feststellbaren Tendenzen fortsetzt, und ein zweites, bei dem konsequent die bekannten Sparmassnahmen durchgeführt werden. Die zum Teil gerechneten und zum Teil geschätzten Resultate sind in Figur 1 dargestellt. Demnach wird der Energieverbrauch im Sparszenario nur unwesentlich grösser sein als 1975 für die betrachteten 17 Industrieländer. Dies bedeutet gegenüber dem heutigen Trend eine Einsparung von 21%.

Bemerkenswert sind ferner die ausserordentlich starken Verschiebungen, weg von den fossilen Brennstoffen hin zur Elektrizität, deren absoluter Verbrauch sich in beiden Fällen bis zum Jahre 2000 mehr als verdoppelt.

5. Energiereserven und Produktionskapazitäten

Jean Pouly

Traditionsgemäss verfasst die Weltenergiekonferenz alle drei Jahre einen «Survey of Energy Resources», der die Energiereserven unserer Erde für jeden Energieträger getrennt in die Kategorien «gesicherte, förderbare Reserven» und «zusätzliche Reserven» teilt, der aber auch Angaben über die Entwicklung der jeweiligen Produktionskapazitäten macht. In groben Zügen bestätigen die neuen Reservezahlen bereits bekannte Grössen der Vorjahre. Sie lassen eine baldige Erschöpfung der Weltenergiereserven derzeit als unwahrscheinlich erscheinen.

Traditionnellement, la Conférence mondiale de l'énergie établit tous les trois ans une Enquête sur les Ressources Energétiques qui, pour chaque source d'énergie, répartit les réserves de notre terre selon les catégories: «réserves prouvées, récupérables» et «réserves additionnelles», mais qui aussi donne des informations sur les capacités de production respectives. En gros, les nouveaux chiffres concernant les réserves confirment les données déjà connues précédemment. Elles font apparaître que l'épuisement prochain des ressources énergétiques du monde est quelque chose d'invraisemblable.

J. Pouly, Stellv. Direktor der Motor Columbus AG, 5401 Baden

Erdöl

Beim Erdöl betragen die «gesicherten, förderbaren Reserven», die unter den heutigen technischen und wirtschaftlichen Bedingungen zur Verfügung stehen, nach neuesten Berechnungen 91 Mia Tonnen Erdöleinheiten (TOE). Die Erdölproduktionskapazität dürfte nach wie vor etwas über 3 Mia Tonnen liegen, während der Verbrauch infolge der Sparmassnahmen und der Erdölsubstitution von 3,2 auf 2,8 Mia Tonnen gesunken ist (s. Fig. 1). Daraus ergibt sich neu eine theoretische Lebensdauer von 33 Jahren, gegenüber 27 Jahren nach den früheren Angaben. Diese Lebensdauer widerspiegelt aber mehr die gegenwärtigen Marktverhältnisse als die Reservesituation.

An zusätzlichen Reserven dürften rund 200 Mia TOE vorhanden sein, doch ist es fraglich, ob diese bei der gegenwärtig sinkenden Tendenz der Weltmarktpreise noch abbaubar sind. Verschiedene grosse Projekte haben in den letzten Jahren an Attraktivität eingebüsst oder sind ganz aufgegeben worden. In den Vereinigten Staaten beispielsweise ist zwischen 1980 und 1982 die Anzahl der Sondierbohrungen um 40%, d.h. von 4000 auf 2500 zurückgegangen. Auch die Vorhaben für die Ausbeutung von Ölschiefer und Teersanden, deren gesicherte, förderbare Reserven mit etwa 22 Mia TOE angegeben werden, haben stark an Bedeutung verloren. Da längerfristig jedoch wieder mit einem Anstieg des Erdölverbrauchs gerechnet werden muss, kommt dieser Entwicklung nur temporärer Charakter zu.

Das Institut français du pétrole (IFP) hat für die Weltenergiekonferenz den Versuch unternommen, sechs verschiedene Prognosen (Chevron, Exxon, Shell, Chase Manhattan Bank, IEA, IFP) über die zukünftige Erdölproduktion und den Erdölverbrauch zu analysieren und eine Synthese daraus zu machen. Daraus ergibt sich die in Tabelle I dargestellte Gegenüberstellung. Aus diesen Zahlen muss der Schluss gezogen werden, dass das Risiko von Verknappungserscheinungen beim Erdöl weiterhin bestehen bleibt.

Erdgas

Das Erdgas weist gesicherte, förderbare Vorräte von 81 000 Mia m³ auf.

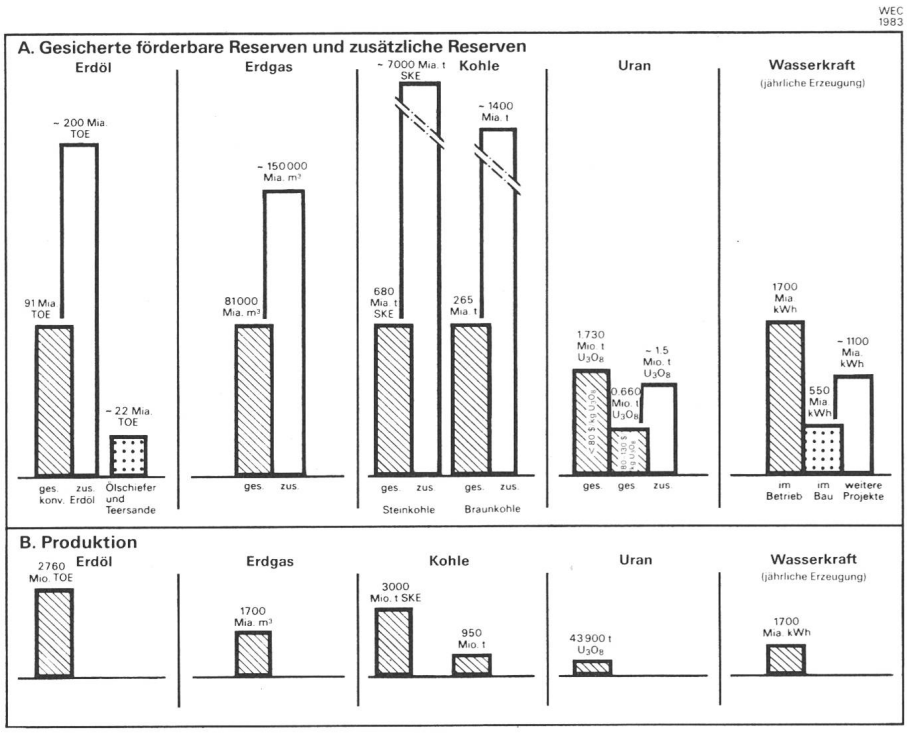

Fig. 1 Weltweite Energiereserven und Verbrauch

Der gegenwärtige Verbrauch liegt bei 1700 Mia m³, was eine theoretische Lebensdauer der Reserven von rund 50 Jahren ergibt. Da sich in Zukunft der Verbrauch von Erdgas zur Deckung der Weltenergienachfrage wesentlich vergrössern wird, dürfte sich diese Lebensdauer verringern.

Die zusätzlichen Reserven liegen in der Grössenordnung von 150 000 Mia m³. Ein grosser Teil dieser zusätzlichen Reserven befindet sich im Mittleren Osten, in Asien und in Nordafrika. Daraus muss gefolgert werden, dass der Anteil Nordamerikas und Westeuropas an der Welterdgasförderung, der heute noch 55% beträgt, langfristig auf rund ein Drittel zurückgehen wird.

Es ist nicht auszuschliessen, dass die Gesamtvorräte an Erdgas in Wirklichkeit höher sind als heute angenommen. Insbesondere im Mittleren Osten liegen sehr wahrscheinlich noch grosse, heute unbekannte Erdgasfelder. Eine zunehmende Bedeutung an der Erdgasproduktion dürfte ferner längerfristig auch Erdgas aus unkonventionellen Quellen gewinnen.

Weltweite Bilanz der Erdölproduktion
(in Mia TOE)
Auswertung von sechs Prognosen
(Chevron, Exxon, Shell,
Chase, IEA, IFP)

Tabelle I

	1990	2000
Erdölproduktion		
- OPEC	1,4 ±0,2	1,6 ±0,2
- Ausserhalb OPEC	1,9 ±0,2	2,1 ±0,2
Total	3,3 ±0,4	3,7 ±0,4
Erdölverbrauch	3,25±0,15	3,65±0,15

WEC 1983

Kohle

Die gesicherten, förderbaren Steinkohlevorräte werden neu mit 680 Mia Tonnen Steinkohleeinheiten (SKE) beziffert; die gesicherten, förderbaren Braunkohlereserven liegen bei 265 Mia Tonnen. An zusätzlichen Reserven werden bei der Steinkohle rund 7000 Mia Tonnen SKE und bei der Braunkohle rund 1400 Mia Tonnen geschätzt. Verschiedene Länder haben gegenüber 1980 ihre Zahlen revidiert. Die gesicherten, förderbaren Kohlereserven haben insgesamt zugenommen. Die zusätzlichen Reserven dagegen haben um rund 30% abgenommen, was auf strenger angewendete Kriterien zu deren Erfassung hinweist.

Die gewinnbaren Kohlevorräte betragen ein Mehrfaches der Reserven aller anderen fossilen Energieträger zusammen. Sie weisen eine vorteilhafte geographische Verteilung auf. Die Kohlevorräte liegen vorwiegend in den Industrieländern und in den Entwicklungsländern der nördlichen Hemisphäre. Die Kohle kann deshalb ganz wesentlich zur wirtschaftlichen Entwicklung der Industrieländer, aber auch der stark bevölkerten Entwicklungsländer im asiatischen Raum beitragen.

Der Weltkohlehandel (Total der Exporte) ist im Jahre 1982 gemäss den Angaben der IEA auf 273,4 Mio Tonnen angestiegen; im Jahre 1980 hatte er noch 258,1 Mio Tonnen betragen. Im Vergleich zu den Erwartungen ist diese Ausweitung relativ bescheiden. Die Umstellung auf Kohle ist nicht in dem Ausmass erfolgt, wie das noch vor drei Jahren erwartet worden war. Bei der Anwendung der Kohle ist die Beherrschung des Umweltschutzproblems sehr wichtig geworden. In dieser Richtung dürften noch weitere Anstrengungen notwendig sein. Auch könnten die neuen Kohletechnologien (Wirbelschichtverbrennung, Kohlevergasung und -verflüssigung) längerfristig von einiger Bedeutung sein.

Uran

Die gesicherten, förderbaren Uranreserven, gewinnbar bis zu Kosten von 80 \$/kg U_3O_8, betragen neu 1,73 Mio Tonnen U_3O_8. Die gesicherten, förderbaren Reserven bei Kosten zwischen 80 und 130 \$/kg U_3O_8 betragen 0,66 Mio Tonnen U_3O_8. Dazu kommen zusätzliche Reserven in der Grössenordnung von 1,5 Mio Tonnen U_3O_8. Insgesamt sind damit die Uranreserven etwas geringer als bei früheren Schätzungen, was auf die gesunkenen Weltmarktpreise (die gegenwärtig bei etwa 28 \$/lb. U_3O_8 liegen) zurückgeführt werden kann. Verschiedene Uranproduktionsstätten mit hohen Gestehungskosten sind geschlossen worden, und ihre Vorräte figurieren teilweise nicht mehr in den Reserveschätzungen. In den zusätzlichen Reserven nicht enthalten sind etwa 0,9 Mio Tonnen U_3O_8 aus der Phosphatproduktion in Marokko, da deren Gewinnung von der Ausbeutung der Phosphatvorräte abhängt.

Die Produktion hat mit 43 900 Tonnen U_3O_8 einen neuen Rekordstand erreicht. Den grössten Zuwachs wiesen Australien, Südafrika und Kanada mit insgesamt etwa 5000 Tonnen auf. Die Explorationstätigkeit ist infolge der gedrückten Weltmarktpreise stark zurückgegangen. Grössere Anstrengungen sind erst wieder mit steigender Nachfrage zu erwarten. Insgesamt gibt es Uranvorräte, die bei der Verwendung in Leichtwasserreaktoren mit Wiederaufbereitung auf Primärenergiestufe in der Nähe der gesicherten,

förderbaren Erdölvorräte liegen. Die theoretische Lebensdauer dieser Vorräte bewegt sich in der Grössenordnung von 100 Jahren. Bei einem starken Zuwachs der Kernenergie könnte sich diese Situation ändern. In diesem Falle ist der Einsatz von Brüterreaktoren vorgesehen, welche die Uranvorräte um einen Faktor 60 besser nutzen könnten.

Der Kernenergie kommt beim Ersatz des Erdöls eine wichtige Rolle zu. Erdöl, Kohle und Erdgas müssen künftigen Generationen noch als Rohstoffe für die Chemie und Pharmazeutik zur Verfügung stehen. Sie könnten in der Wärmeerzeugung durch Kernbrennstoffe ersetzt werden. Die Vorteile lägen vor allem auf dem Gebiete des Umweltschutzes. Die Probleme mit den aus Kernkraftwerken stammenden radioaktiven Abfällen sind beherrschbar.

Wasserkraft

Die im Betrieb stehenden Wasserkraftwerke weisen eine Produktion von jährlich 1700 Mia kWh auf. Dazu kommen weitere 550 Mia kWh von im Bau befindlichen Wasserkraftwerken und rund 1100 Mia kWh an weiteren Projekten. Gegenüber der letzten Erhebung im Jahre 1978 ist damit eine Zunahme bei den im Betrieb stehenden Wasserkraftwerken von 18% festzustellen. Die im Bau befindlichen Kraftwerke haben um rund 7% abgenommen, die geplanten Kraftwerke dagegen um 36% zugenommen. Könnten alle diese Anlagen gebaut werden, so wären damit rund 20% des gesamten theoretischen Wasserkraftpotentials unserer Erde von 16 000 Mia kWh ausgenutzt. In Westeuropa beträgt der Ausbaugrad des Wasserkraftpotentials bis zu 60% (in gewissen Ländern über 90%). In Nordamerika dagegen beträgt die Ausnutzung rund 40%, in Südamerika 30%, in Afrika 10%, in Asien 15% und in Südostasien rund 50%.

Die Wasserkraft ist gerade für Entwicklungsländer von besonderer Bedeutung. Diese Energieform hat wie keine zweite zur wirtschaftlichen Entwicklung einzelner Regionen beigetragen. Leider sind Wasserkraftwerke aber sehr kapitalintensiv, so dass Projekte oft an der Finanzierung scheitern. Verschiedene Wasserkraftprojekte sind in Kombination mit Bewässerungsanlagen geplant. Damit kommt der Wasserkraft neben der Energieerzeugung auch für die Agrikultur entscheidende Bedeutung zu.

Schlussfolgerungen

Entgegen der landläufigen Meinung gehen die Energiereserven der Welt noch nicht zur Neige; Vorräte sind noch reichlich vorhanden. Das Problem besteht darin, sie rechtzeitig und in gewünschtem Ausmass bereitzustellen. Dies wirft grosse technische und finanzielle Probleme auf. Aber auch die Politik spielt eine immer grössere Rolle. Bei der Entwicklung der Energiereserven kommt den Industrieländern eine besondere Verantwortung zu, denn sie verfügen in erster Linie über die technischen und finanziellen Mittel, die dafür notwendig sind. Neue Technologien, wie beispielsweise die «verbesserte» Kohle oder die Kernenergie, müssen deshalb vorzugsweise in den Industrieländern eingesetzt werden. In den Entwicklungsländern sollten dagegen vor allem bewährte und einfache Energieträger wie die Wasserkraft, das Holz, aber auch das Erdöl und das Erdgas zum Einsatz kommen.

Die fossilen Brennstoffe – Erdöl, Erdgas und Kohle –, die gegenwärtig rund 80% des Weltenergiebedarfs dekken und deren Anteil auch in Zukunft noch über zwei Drittel des Weltenergieverbrauchs ausmachen dürfte, bilden das Rückgrat der Weltenergieversorgung. Von ihrer Verfügbarkeit wird die Versorgungssicherheit noch lange Jahre abhängig bleiben (s. Fig. 2).

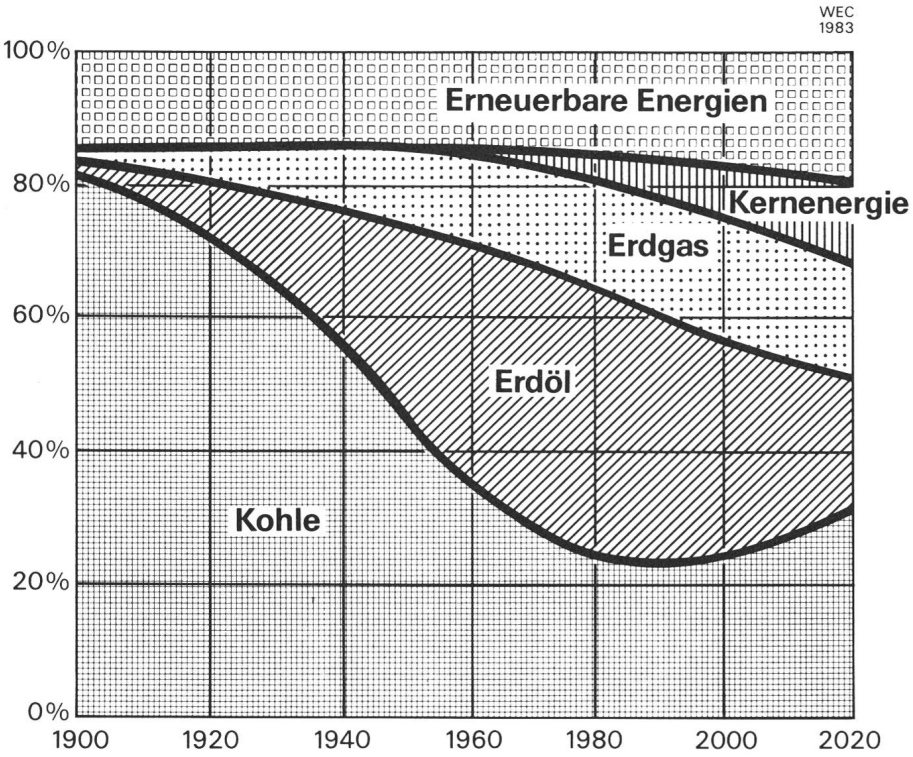

Fig. 2 Rollenverteilung der Energieträger in der Weltenergieversorgung