Aus dem Vollen können wir nicht mehr schöpfen

Energie bedeutet Lebensqualität

Dr.-Ing. K. Schmitz,
Dr.-Ing. A. Voss, Jülich

Die gegenwärtige Energiesituation ist gekennzeichnet durch unsere Abhängigkeit vom Erdöl, das 51% unseres Bedarfes deckt und dessen Preis sich seit 1973 mehr als verzehnfacht hat. Die Vorräte an Erdöl sind beschränkt und gegen Ende der achtziger Jahre muß damit gerechnet werden, daß der steigende Bedarf nicht mehr gedeckt werden kann. Der rationellen Energienutzung, der Kohle und der Kernenergie fallen die Schlüsselrollen bei der Zurückdrängung des Ölanteils an unserer Energieversorgung und damit bei der Sicherung unserer zukünftigen Energieversorgung zu. Die Nutzung der Sonnenenergie wird bis zum Jahre 2000 dagegen nur einen kleinen Beitrag leisten können. Ob wir die vor uns liegenden Probleme meistern können, wird entscheidend davon abhängen, ob wir alle uns zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten ausschöpfen werden. Die uns bewegenden, dringenden Fragen lauten:
Wo und wofür brauchen wir heute Energie? Wird der Energiebedarf steigen? Welche Energieträger decken unseren Energiebedarf? Wie knapp sind Erdöl und Erdgas wirklich? Wie können wir unsere Energieversorgung sichern? Wo müssen, wie und wo können wir Energie einsparen?

Wenn wir heute in den Massenmedien von Energie sehen, hören oder lesen, dann zumeist im Zusammenhang mit neuen Preiserhöhungen, mit neuen Versorgungsproblemen beim Erdöl, mit teils gewalttätigen Demonstrationen gegen Kernkraftwerke und mit eindringlichen Appellen an uns alle, mit der Energie sparsamer umzugehen. Nähme man allein die Häufigkeit, mit der in den Massenmedien über Energie berichtet wird, als Maßstab für seine politische und gesellschaftliche Bedeutung, so muß man die Energieproblematik zweifelsohne in die Reihe der dringendsten Menschheitsprobleme einordnen.

Und in der Tat ist die Lösung des Energieproblems die zentrale Herausforderung an unsere und die kommende Generation; wobei Erfolg oder Mißerfolg die Zukunft unserer Kinder entscheidend bestimmen werden. Angesichts dieser lebenswichtigen Bedeutung der Energiefrage müssen die widersprüchlichen Äußerungen von sogenannten Fachleuten und Politikern beunruhigen. Die von verschiedenen Interessengruppen feilgebotenen, sich teils widersprechenden Lösungsvorschläge und Maßnahmen sowie die einseitige und teilweise sensationsheischende Berichterstattung in den Massenmedien wirken auf den Normalbürger verunsichernd, für ihn gehört ja der Umgang mit der Energieproblematik nicht zum »täglichen Brot«.

Energie: Grundlage unserer Zivilisation

Die Geschichte und Entwicklung der Menschheit ist eng mit ihren Möglichkeiten der Energienutzung verknüpft. Die Mengen und Arten der Energien, die dem Menschen zur Verfügung standen, haben seine Lebensweise und seinen Lebensstandard zu allen Zeiten entscheidend mitbestimmt. Je mehr Energie er sich nutzbar machen konnte, desto größer waren seine Leistungen und sein Wohlstand.

Die ausreichende Verfügbarkeit von Energie ist heute für uns eine Selbstverständlichkeit. Ohne daß es uns immer bewußt ist, verbrauchen wir alle täglich eine Menge Energie: Wir schalten das Licht an, wir drehen die Heizung auf, wir lassen den Motor an.

In der Energiewirtschaft unterscheidet man zwischen
- Primärenergie
- Sekundärenergie
- Endenergie und
- Nutzenergie

Wie **Abb. 1** zu entnehmen ist, dient die gesamte Energieversorgung letztlich der Deckung des Nutzenergiebedarfs.

Um den Energieinhalt verschiedener Energieträger vergleichen zu können, muß man ihn auf eine gemeinsame Maßeinheit beziehen. In der Energiewirtschaft werden heute verschiedene Maßeinheiten wie z. B. die KWh oder das Joule benutzt. Wir wollen hier die »Tonne Steinkohlen-Einheit«, abgekürzt »t SKE«, benutzen. Dabei entspricht 1 »t SKE« dem Energieinhalt einer Tonne Steinkohle. **Abb. 2** veranschaulicht den Energieinhalt verschiedener Primärenergieträger.

Wir verbrauchen Energie aber nicht nur direkt, wie eben in den Beispielen angedeutet, sondern auch indirekt. Denn alle Erzeugnisse aus Industrie und Handwerk werden ja mit Hilfe von Energie hergestellt. So steckt also Energie in allen Dingen, die uns täglich begegnen und die wir verbrauchen.

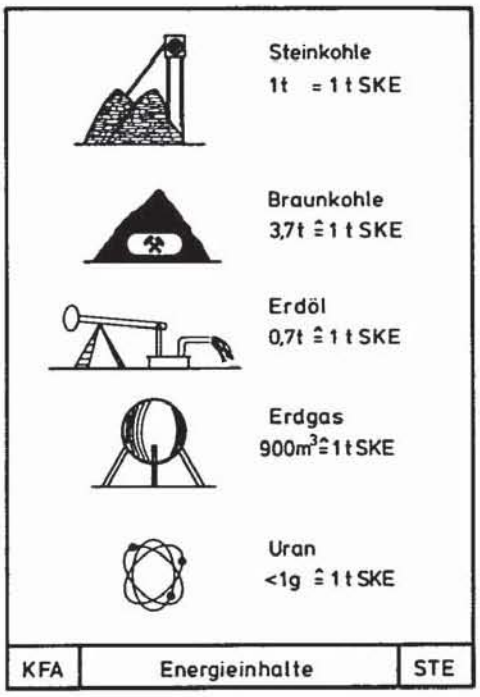


Bild 2

Die Weltenergiesituation

Die letzten 100 Jahre sind durch eine stetige Energieverbrauchssteigerung gekennzeichnet, wenngleich Wirtschaftskrisen und Weltkriege diese Entwicklung auch hin und wieder für kurze Zeiträume unterbrochen haben **(Abb. 3).** Heute beträgt der Weltenergieverbrauch mehr als 9 Mrd. t SKE pro Jahr.

Wurde zu Anfang vorwiegend Kohle zur Energieerzeugung herangezogen, so hat sich das Bild mit Beginn der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts grundlegend geändert. Erdöl und in letzter Zeit auch Erdgas haben gewaltige Marktanteile an sich ge-

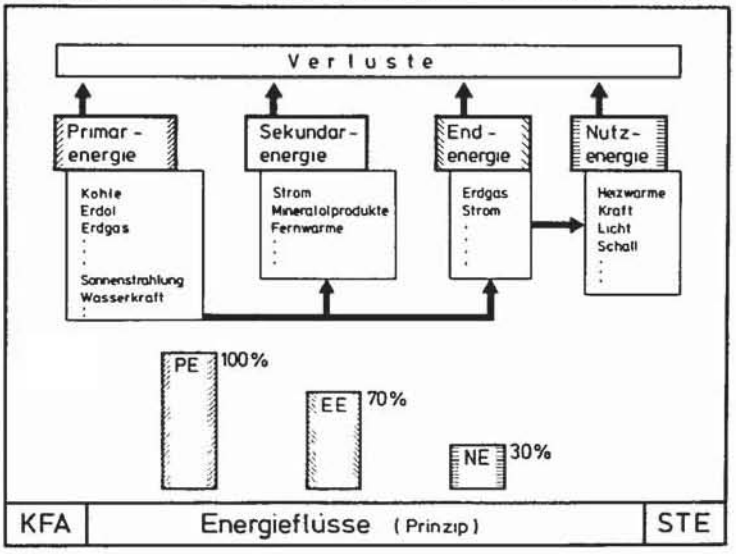
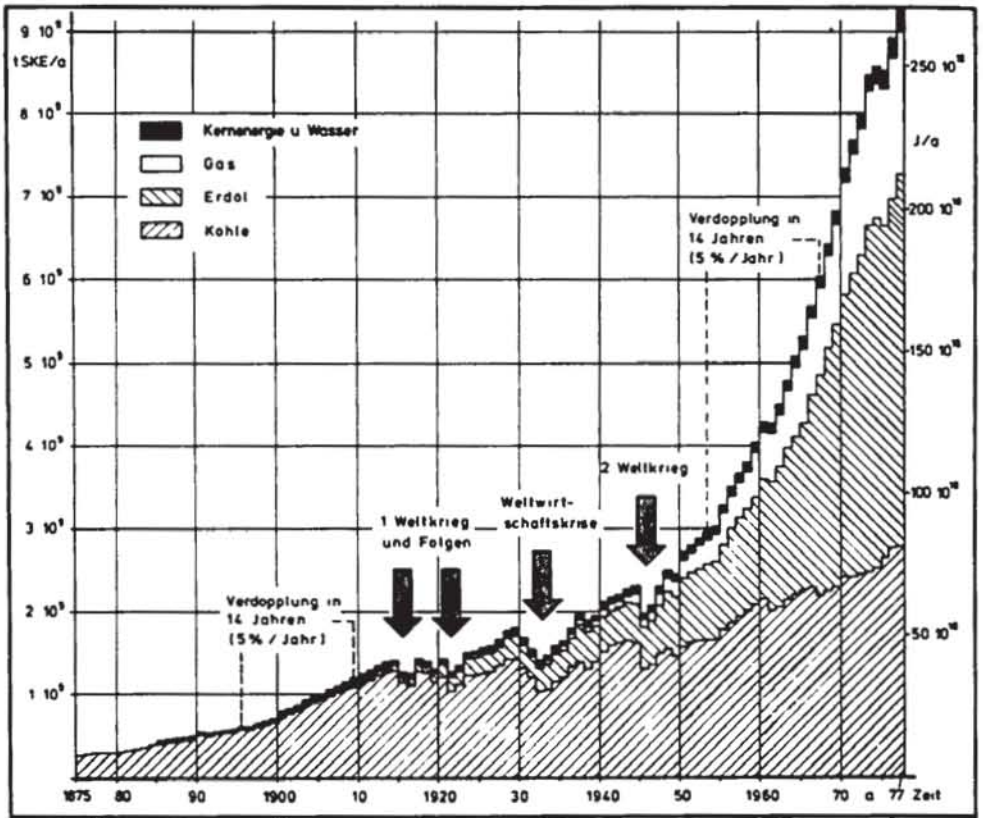


Bild 1

rissen und stellen heutzutage mehr als 60% des weltweiten Energieaufkommens, was vor dem Hintergrund der nachfolgend noch beschriebenen Reservensituation ernsten Anlaß zur Beunruhigung gibt.
Von der gesamten Weltenergieproduktion verbrauchten die Nationen Westeuropas und Nordamerikas sowie Japan, die einen Anteil an der Weltbevölkerung von knapp 20% haben, fast 60% (siehe **Abb. 4),** während die Regionen der südlichen Halbkugel – Afrika, Asien, Australien und Südamerika – einen Verbrauchsanteil von 13% haben, obwohl hier mehr als 50% der Erdbevölkerung zu Hause sind. Das bestehende Nachholpotential in diesem Teil der Erde ist dementsprechend hoch, so daß noch erhebliche Steigerungen des weltweiten Energieverbrauchs möglich und zu erwarten sind.

Energiesituation in der Bundesrepublik Deutschland

In der Bundesrepublik Deutschland gibt es drei große Energieverbrauchssektoren. Wie aus der **Abb. 5** hervorgeht, sind dies die Bereiche Haushalte und Kleinverbraucher, Industrie sowie Verkehr. Von der insgesamt verbrauchten Endenergie in Höhe von 260 Mio. t SKE im Jahre 1978 gingen 45% in die Haushaltungen und den Kleinverbrauch, 34% in die Industrie und 21% in den Verkehr.
Die Gruppe Haushalte und Kleinverbraucher umfaßt zwei Bereiche. Zum einen die privaten Haushalte, zum anderen Betriebe, die zu einem großen Teil zum Dienstleistungsbereich gezählt werden. Im einzelnen handelt es sich um Handel und Gewerbe, um öffentliche Einrichtungen und die Landwirtschaft. Für beide Gruppen gilt, daß der überwiegende Einsatz an Endenergieträgern für Raumheizzwecke erfolgt. Insgesamt, so rechnet man, werden hierfür mehr als 80% verwendet, das sind 34% des gesamten Endenergieverbrauchs. In **Abb. 6** sehen wir, daß insgesamt 83% der eingesetzten Energie in die Raumheizung gehen und daß Beleuchtung, Kochen, Warmwasser und elektrische Geräte einen weitaus geringeren Anteil haben. Aus diesen Zahlen kann man schon entnehmen, daß eine wirkungsvolle Energieeinsparung im privaten Bereich bei der Raumheizung ansetzen muß.

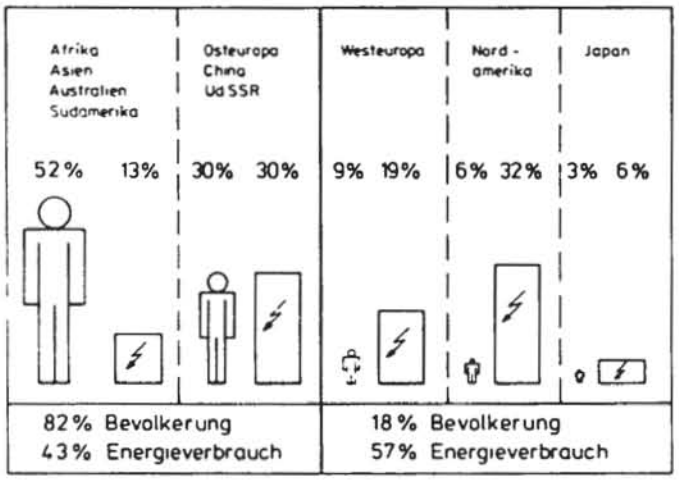


KFA | Entwicklung der Weltenergieproduktion | STE

Bild 3

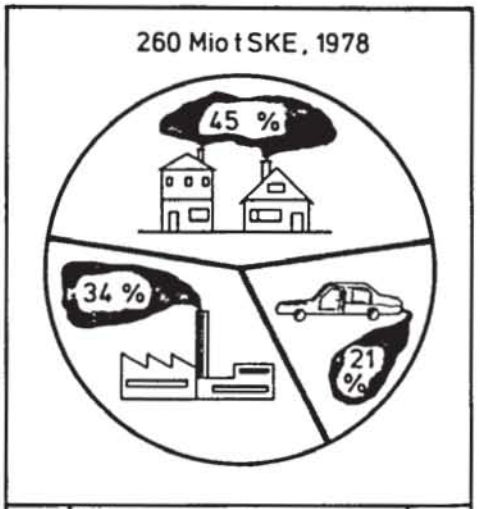
Privatverbrauch sehr hoch

Die Wohnbevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland hat in den letzten drei Jahrzehnten von 50 Mio. auf heute 61 Mio. zugenommen. Aufgrund von Beobachtungen der Bevölkerungsentwicklung kann angenommen werden, daß diese Zahl wieder abnehmen wird. Von daher wird also kein zusätzlicher Anstoß für einen Bedarf an mehr Raumheizwärme zu erwarten sein. Die Wohnungsgröße wird aber auch in Zukunft noch zunehmen, da insbesondere der Pro-Kopf-Bedarf anscheinend noch keine Sättigung erreicht hat. 1950 betrug dieser 14 m²; heute das Doppelte. Bei neuerrichteten Einfamilienhäusern liegt man heutzutage bei 50 m² pro Kopf. Daraus läßt sich ableiten, daß auch in Zukunft eine Zunahme des Raumheizwärmebedarfs aufgrund der Wohnflächenentwicklung zu erwarten ist. Diese Tendenz wird um so stärker sein, als eine steigende Einkommensentwicklung die Wohnflä-



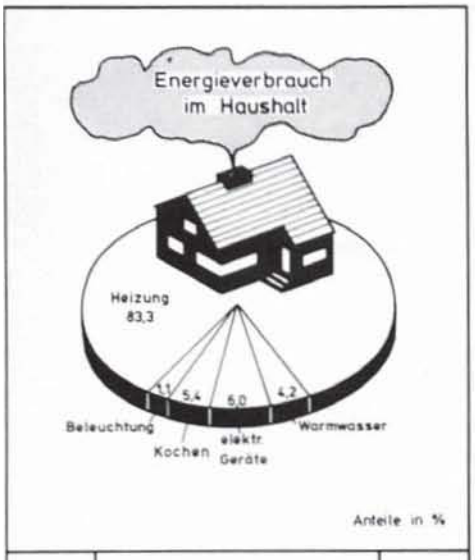
KFA | Energieverbrauch im Vergleich zur Bevölkerung | STE

Bild 4



KFA | Endenergieverbrauch in den Sektoren Haushalte und Kleinverbraucher, Industrie und Verkehr | STE

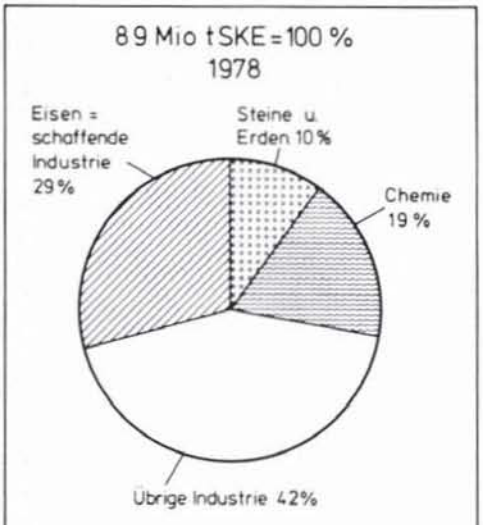
Bild 5



KFA	71,4 Mio t SKE (1978)	STE

Bild 6

chenvergrößerung begünstigt. Wirtschaftliches Wachstum wird also den Energieverbrauch in diesem Verbrauchssektor im Sinne einer Steigerung beeinflussen. Die Beheizungsart und die Heizgewohnheiten sind ebenfalls Größen, die bei der Beurteilung des Raumheizwärmebedarfs berücksichtigt werden müssen. So ist z. B. mit einem Übergang von Einzelofenheizung auf Sammelheizung eine durchschnittliche Verbrauchszunahme von ca. 35% verbunden. Dies ist nicht zuletzt dadurch bedingt, daß sich bei Vorhandensein einer Sammelheizung auch die Heizgewohnheiten ändern. Sammelheizung bedeutet mehr Bequemlichkeit und schafft einfache Möglichkeiten, die Behaglichkeit zu vergrößern, indem mehr Räume beheizt werden, als dies bei Einzelöfen üblich war. Mit steigendem Einkommen steigt auch das Bedürfnis nach mehr Komfort, so daß man auch hier wieder eine Wechselwirkung zwischen Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch beobachten kann. Die Tatsache, daß von 1965 bis heute der Anteil



KFA	Energieverbrauch in der Industrie	STE

Bild 7

sammelbeheizter Wohnungen von 24% auf über 65% angestiegen ist, läßt die Richtung für die Zukunft erkennen.
Trotz dieser steigenden Tendenzen wird man aufgrund wichtiger technologischer Neuerungen einen dämpfenden Effekt erzielen. Besondere Erwähnung verdienen hierbei die verstärkte Wärmedämmung von Wohngebäuden, effizientere Heizungsanlagen, neue Heizsysteme u. a. Stagnation bzw. Rückgang des Energieverbrauchs sind deshalb in diesem Verbrauchsbereich längerfristig durchaus realistisch.

Industrie verbraucht weniger

Der Endenergieverbrauch der Industrie betrug im Jahre 1978 89 Mio. t SKE (siehe **Abb. 7).**
Mit einem Anteil von 29% war die eisenschaffende Industrie der größte industrielle Energieverbraucher, gefolgt von der Chemie mit 19% und der Steine und Erden-Industrie mit 10%. Alle übrigen Industrien dagegen hatten daran nur einen Anteil von zusammen 42%
Seit jeher war die Industrie bestrebt, die Energiekostenbelastung niedrig zu halten. Sie liegt heute bei durchschnittlich 4% der Herstellkosten. Auch in Zukunft wird daher der rationelle Einsatz von Energie ein wichtiges Unternehmensziel bleiben.

Straßenverkehr schluckt 86% des Gesamtverbrauchs im Verkehrssektor

Die überwiegende Rolle beim Energieverbrauch im Verkehrssektor spielt der Straßenverkehr. Dies wird deutlich, weil vom sogenannten Endenergieverbauch des Verkehrssektors in Höhe von 54,2 Mio. t SKE im Jahre 1978 über 86% auf den Straßenverkehr entfielen. Dadurch ist gleichzeitig auch die überwiegende Nachfrage nach bestimmten Brennstoffarten, nämlich nach Vergaser- und Dieselkraftstoffen im Sektor Verkehr bedingt. Über 97% des Verbrauchs entfielen 1978 auf flüssige Brennstoffe, nur 2,2% auf Strom und 0,3% verblieben für feste Brennstoffe, die 1950 noch einen Anteil von 75% hatten; die Dampflokomotive steht heute im Museum.
Der Energieverbrauch im Verkehrssektor wird überwiegend durch den Personenverkehr verursacht. Der bedeutendste Verkehrsträger ist hierbei der Personenindividualverkehr. Personenkraftwagen, Kombis und Krafträder verbrauchen fast 63% der Energie im Verkehrssektor. Auf den gesamten öffentlichen Personenverkehr entfallen lediglich 13% des Energieverbrauchs bei einem Anteil von 21% an der gesamten Personenverkehrsleistung.
Im Bereich des Güterverkehrs erbringt der Straßenverkehr etwa die Hälfte der Transportleistung, wobei er mehr als 70% der Energie des Güterverkehrs verbraucht. Eisenbahnen und Binnenschiffahrt, die einen auf das Transportgewicht gerechnet wesentlich geringeren Energieverbrauch haben, erbringen mit einem Anteil von etwa 20% am Energieverbrauch des Güterverkehrs etwa 46% der Transportleistung.
Der Bestand an Pkw und Kombi hat seit 1970 von 13,9 auf heute fast 23 Millionen zugenommen. Gleichzeitig hat sich aber die durchschnittliche jährliche Fahrleistung um 8% auf 13 200 km verringert. Die Gründe hierfür liegen unter anderem in der Zunahme der Zahl der Zweitwagen, die weniger benutzt werden. Obwohl sich der Hubraum der Pkw erhöht hat, ist in den letzten Jahren der durchschnittliche Benzinverbrauch je 100 km mit 11,2 l gleich geblieben. Für die Zukunft ist zu erwarten, daß bei Weiterentwicklung der Motoren und bei einem erhöhten Anteil von Dieselfahrzeugen trotz eines weiter steigenden Pkw-Bestandes Sättigungserscheinungen im Kraftstoffverbrauch der privaten Pkw eintreten werden. Für die zukünftige Entwicklung der Güterverkehrsleistung und damit des Energieverbrauchs für den Güterverkehr wird in erster Linie die industrielle Entwicklung entscheidend sein. Darüber hinaus ist von Bedeutung, ob der Trend: weg von der Bahn hin zur Straße, sich weiter fortsetzen wird.

Dr.-Ing. Kurt Schmitz (33 Jahre)

Seit 1974 wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung der Kernforschungsanlage Jülich GmbH. Heute stv. Leiter der Programmgruppe. Aufgabengebiet: Forschung auf dem Gebiet energiewirtschaftlicher Systemanalysen und -prognosen. Erarbeitung und Anwendung von Planungsinstrumenten für die Energiewirtschaft. Schwerpunkt: Analyse der Entwicklungsmöglichkeiten von Energiebedarf und Energieversorgung in der Bundesrepublik Deutschland. Ca. 50 nationale und internationale Veröffentlichungen und Vorträge aus dem Aufgabengebiet.

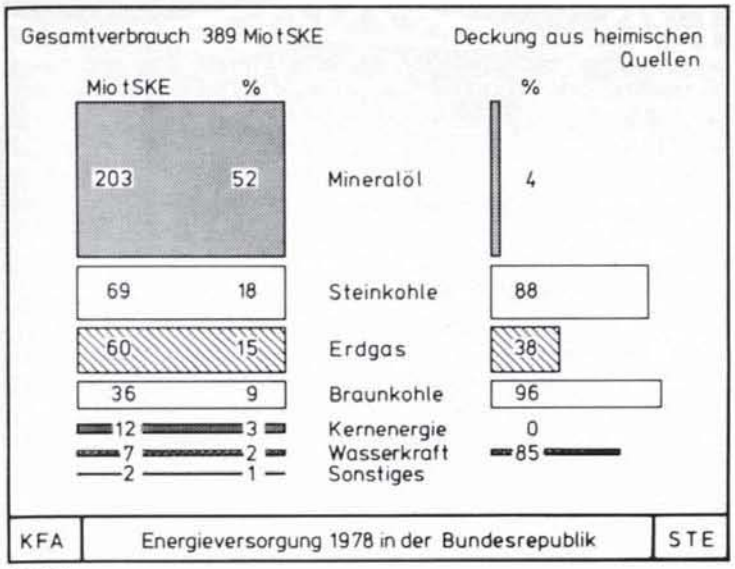


Bild 8

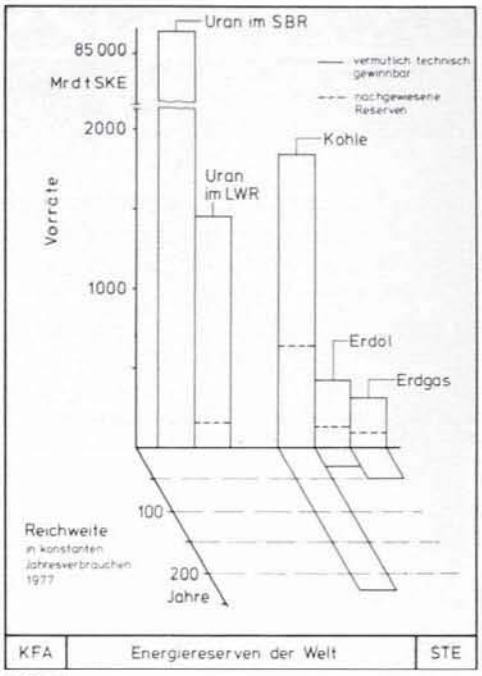


Bild 9

Wie lange reicht das Öl?

Der Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland betrug im Jahre 1978 389 Mio. t SKE **(Abb. 8).** Das Erdöl hatte dabei mit 52% den größten Anteil, gefolgt von der Steinkohle (18%), dem Erdgas (15%) und der Braunkohle (9%). Der Anteil der Kernenergie lag bei 3% und war damit nicht wesentlich größer als der der Wasserkraft und sonstigen Energieträger. Insgesamt mußten fast zwei Drittel der verbrauchten Primärenergie eingeführt werden. Beim Erdöl, unserem derzeit wichtigsten Energieträger, waren es sogar 96%. (Erste bekanntgewordene Zahlen für 1979 – Primärenergieverbrauch: 412 Mio. t SKE – verändern dieses Bild nur unwesentlich.)

Wenn wir also auch in Zukunft mit einer weiteren Steigerung des Energieverbrauchs zu rechnen haben, so gewinnt die Frage nach den vorhandenen Energiereserven eine besondere Bedeutung. In **Abb. 9** sind Schätzungen über die Weltvorräte der verschiedenen im Erdboden liegenden, sogenannten fossilen Energieträger sowie des Kernbrennstoffs Uran aufgetragen.

Uran reicht am längsten

Unter den fossilen Energievorräten herrscht die Kohle vor. Ihre Vorräte sind erheblich größer als die von Erdöl und Erdgas. Bei der Beurteilung der Uranvorräte ist es notwendig, zwischen einer Nutzung in den gegenwärtigen Leichtwasserreaktoren und dem in der Entwicklung befindlichen »Schnellen Brutreaktor« zu unterscheiden.

Bei Einsatz in einem Brutreaktor ist aus denselben Uranmengen etwa 60 mal soviel Energie gewinnbar. Dies sind dann Energiemengen, die die der fossilen Energievorräte um mehr als das Dreißigfache übersteigen.

Es bleibt festzustellen, daß die Vorräte der wegen ihrer Anwendungsfreundlichkeit so beliebten Primärenergieträger Erdöl und Erdgas, die heute zwei Drittel unseres Bedarfs decken, weltweit nur einen Anteil von 25% an den heute bekannten Reserven der fossilen Primärenergie haben. Dieses krasse Mißverhältnis zwischen Reserven und Verbrauch ist ein wichtiger Grund, der unsere heutige Abhängigkeit von diesen Energiequellen so bedenklich macht.

Abhängig von der OPEC

Schauen wir uns die Versorgung mit diesen beiden Energieträgern noch etwas genauer an. Beginnen wir mit dem Erdöl. Der überwiegende Teil des von uns importierten Mineralöls kommt aus den sogenannten OPEC-Ländern, einem Kartell der wichtigsten Erdöl exportierenden Länder. In den in der OPEC zusammengeschlossenen Ländern sind etwa 65% der heute bekannten Erdölreserven der Welt konzentriert. **Abb. 10** macht diesen Sachverhalt deutlich und zeigt insbesondere die Bedeutung des Nahen Ostens mit seinen enormen und dazu noch billig zu fördernden Erdölreserven. Die Förderung von Erdöl dürfte zwischen 1985 und 1995 ihr Maximum erreichen, um danach dann langsam abzufallen. Erdöl wird deshalb den zukünftig wachsenden Weltenergiebedarf nicht decken können. Hinzu kommt noch, daß wegen der vornehmlichen Konzentration der Erdölreserven im Nahen Osten wir auch in Zukunft mit der Gefahr leben müssen, daß das Erdöl auch als politische Waffe eingesetzt wird.

(Fortsetzung folgt)

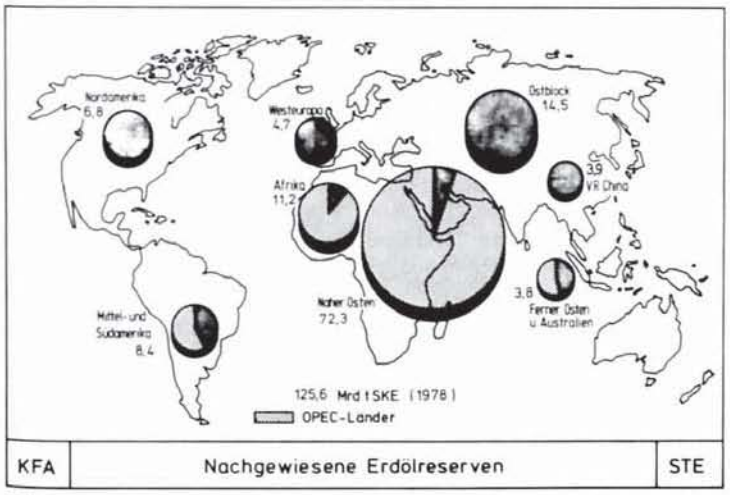


Bild 10

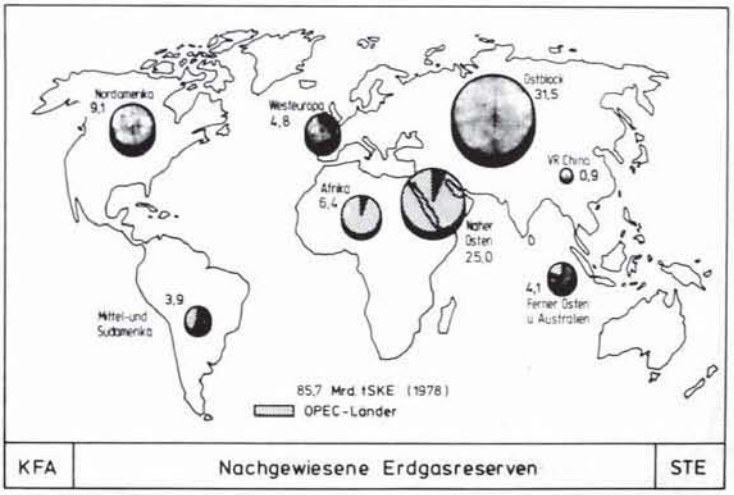


Bild 11