

Künftige Entwicklung des Energiebedarfs nach Struktur und Menge

Von Dr.-Ing. K. Schmitz und Dr.-Ing. A. Voß, Jülich

1. Das Problem

Nicht erst die jüngsten Ereignisse im Iran und damit zusammenhängend das Problem einer neuerlichen 'Ölkrise' geben Anlaß, besorgt auf unsere zukünftigen Energieversorgungsmöglichkeiten zu schauen. Denn mittlerweile dürfte fast jedermann klar geworden sein, daß die Reichweite der Weltenergievorräte mit heutigen Verbrauchstechnologien erschreckend kurz ist. Neue Technologien, die uns aller Sorgen entheben könnten, sind nicht in Sicht und selbst die hochgelobten 'Regenerativen' stellen keine Problemlösung dar, die schon mittelfristig für spürbare Entlastung sorgen könnte.

Es erhebt sich daher mit aller Dringlichkeit die Frage, wieviel Energie in Zukunft gebraucht wird und wie diese Energie bereitgestellt werden kann. Dabei wird sich zeigen müssen, ob der Energiebedarf noch steigen wird, wie er sich möglicherweise auf die verschiedenen Sektoren der Volkswirtschaft aufteilt und welche Energieträger zur Bedarfsbefriedigung herangezogen werden können. Die Analyse der zukünftigen Versorgungssituation wird ergeben müssen, ob mit Schwierigkeiten in der Bedarfsdeckung zu rechnen ist bzw. welche Wege beschritten werden müssen, um unsere Volkswirtschaft auch in Zukunft ausreichend mit Energie zu versorgen.

2. Der Energiebedarf und seine Determinanten

Der Energieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland ist seit 1950 bis heute ständig angestiegen. Registrierte man vor 29 Jahren nur 135 Mio t SKE (Primärenergie) so sind es nunmehr (1978) 387 Mio t SKE und die letzten Zahlen für das 1. Quartal 1979 lassen ein abermaliges Ansteigen erwarten, um wahrscheinlich erstmals die 400 Mio-Schwelle zu durchbrechen. Im gleichen Zeitraum stand dem Endverbraucher hiervon jeweils rund ein Drittel in Form von Endenergieträgern zur Verfügung, um seinen Bedarf an Nutzenergie bzw. Energiedienstleistung zu befriedigen.

Gleichzeitig mit diesem Anstieg des Energieverbrauchs vollzog sich ein beispielloser Aufschwung des wirtschaftlichen Geschehens in unserem Lande und statistisch läßt sich denn auch eine offensichtliche Parallelentwicklung von Energieverbrauchs- und Wirtschaftswachstum beobachten. Diese drückt sich in der vielzitierten Korrelation von Primärenergieverbrauch und Brutto-sozialprodukt aus und könnte aufgrund ihrer Güte (Korrelationskoeffizient: 0,99) die Vermutung naturgesetzähnlicher Verhältnisse aufkommen lassen. Bei näherem Hinschauen wird diese Vermutung jedoch widerlegt und es muß als fraglich angesehen werden, ob hierauf fundierte Aussagen über eine zukünftige Entwicklung, speziell im Hinblick auf Langfristigkeit, abgestützt werden können. Zu viele Einzeleffekte und -prozesse, die sich überlagern, einander widerlaufen und die zudem sektoral differieren, lassen bei der Anwendung eines solchen Ansatzes Vorsicht geboten erscheinen. Hinzu kommt, daß die Erklärung des Energieverbrauchs durch Wirtschaftswachstum schlechthin als zu simpel angesehen werden muß und eine fundierte Energiebedarfs-schätzung daher detaillierte Sektorenanalysen benötigt, um über die jeweiligen Determinanten der Energienachfrage genauere Aussagen zu erzielen. Denn Energieverbrauch ist kein Selbstzweck. Vielmehr erfüllt Energie die Aufgabe von Dienstleistungsfunktionen. Je nach Bedürfnislage wird sich daher der Bedarf an Energie einstellen oder besser gesagt der Bedarf bzw. die Nachfrage nach Nutzenergie, also der Energieform, die der eigentlichen Bedürfnisbefriedigung dient. Dabei ist zwischen einer direkten Energienachfrage und einer indirekten oder abgeleiteten Energienachfrage zu unterscheiden. Bei der direkten Nachfrage nach Energie ist der Letztverbraucher Konsument der Energie oder Nutznießer einer ihm zuteil gewordenen Energiedienst-

leistung. Aufbauend auf einem bei ihm subjektiv vorhandenen Bedürfnis nach z. B. einer bestimmten Umgebungstemperatur, Lichtverhältnissen usw. entwickelt sich ein Bedarf an Wärme, Helligkeit, Transportkilometern etc. Dieser Bedarf läßt sich aufgrund von technischen Anlagen unter Einsatz von Energieträgern befriedigen. In Abhängigkeit von Aufenthaltsort, Haushaltsbudget, Verfügbarkeit einzelner technischer Systeme und Energieträgern etc. wird der Konsument versuchen, entsprechend einer individuellen Nutzenfunktion, diesen Bedarf für ihn angemessen zu decken. Das Resultat ist die effektiv gewordene Nachfrage nach einem bestimmten Energieträger bzw. seinem Nutzungssystem. Indirekt hingegen fragt der Konsument Energie nach, indem er Produkte und Güter, die nicht Energie sind, einkauft und die seiner individuellen Bedürfnisbefriedigung dienen, die aber zu ihrer Produktion auch wiederum den Einsatz von Energie erfordern, und zwar auf allen Rohstoffgewinnungs- und weiterverarbeitungsstufen.

In der Summe aus direkter und indirekter Energienachfrage erhält man die Nachfrage nach Endenergie in einer Volkswirtschaft, aufgeteilt nach Sektoren und Endenergieträgern.

In der Vergangenheit hat die Änderung und Entwicklung der Bedürfnisstrukturen der Verbraucher einen enormen Einfluß auf die Energieverbrauchsstruktur sowohl sektoral als auch nach Energieträgern gehabt (Bild 1).

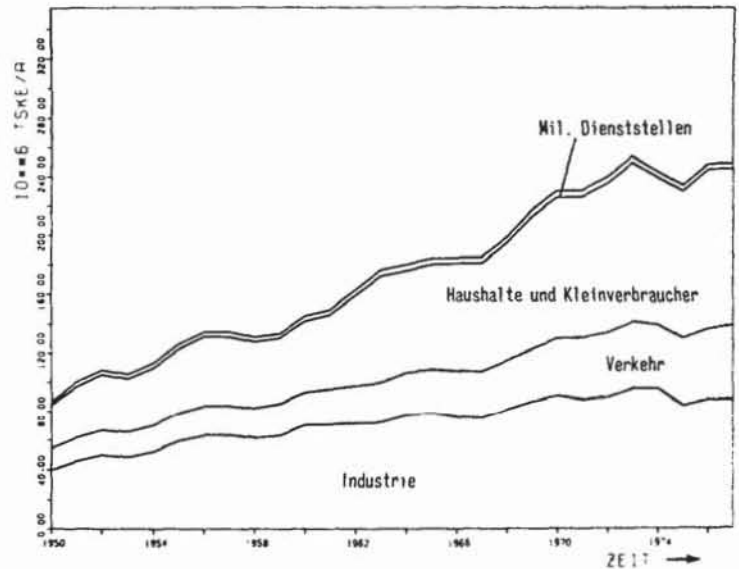


Bild 1: Endenergieverbrauch nach Sektoren 1950—1977

Abgesehen von der Tatsache, daß der Endenergieverbrauch sich von 1950 bis heute nahezu verdreifacht hat, fällt die anteilmäßige Verschiebung zwischen den einzelnen Abnehmergruppen Industrie, Haushalte und Kleinverbraucher sowie Verkehr besonders auf. Betrug 1950 der industrielle Energieverbrauch noch fast die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs, so beträgt er heute nur noch 35 %. Genau entgegengesetzt war die Entwicklung im Bereich Haushalte und Kleinverbraucher. Dieser hat seinen Anteil von 1950 35 % auf heute 43 % gesteigert. Der Verkehrssektor ist relativ stabil geblieben. Von 17 % stieg sein Anteil auf heute 21 %.

Nach Energieträgern aufgeschlüsselt ergibt sich eine Situation gemäß Bild 2: Die starke Ausweitung des Mineralölverbrauchs — in letzter Zeit auch von Gas und Strom — hat dazu geführt, daß die festen Brennstoffe wie Kohle, Koks, Briketts, Brennholz etc. nahezu völlig verdrängt wurden. Man sieht, daß das Mineralöl heutzutage knapp 60 % an der Endenergiebedarfsdeckung

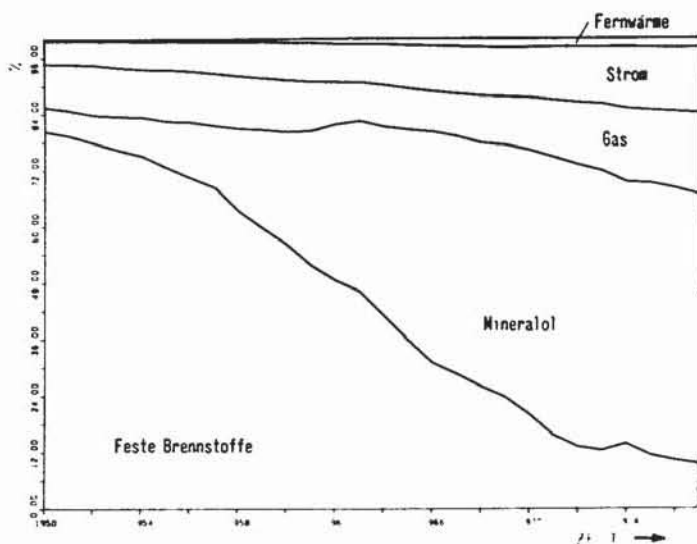


Bild 2: Struktur des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern 1950-1977

ausmacht, daß also die Strukturen der Energienutzungssysteme in hohem Maße auf eine Verfügbarkeit von Mineralöl basieren.

Diese Situation muß zumindest als bedenklich angesehen werden, da allgemein die Versorgungslage in bezug auf Mineralöl als kritisch angesehen wird, speziell im Hinblick auf eine längerfristige, wahrscheinlich aber schon mittelfristige Verfügbarkeit

Im folgenden soll kurz auf die wichtigsten energieverbrauchenden Sektoren eingegangen werden, um Tendenzen einer zukünftigen Entwicklung sektoral zu erfassen.

2.1 Haushalte und Kleinverbraucher

Wie schon erwähnt, verzeichnete der Sektor Haushalte und Kleinverbraucher 1977 mit einem Anteil von 42,7 % den höchsten Endenergieverbrauch aller Sektoren. Von 30 Mio t SKE im Jahre 1950 stieg er auf 107 Mio t SKE im Jahre 1977. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 4,8 %/a. Wie beim gesamten Endenergieverbrauch, so deckt auch in diesem Sektor das Mineralöl weit mehr als die Hälfte des Endenergiebedarfs, nämlich 59 %, während auf die übrigen Energieträger weit geringere Anteile entfallen: Feste Brennstoffe 7 %, Gas 16 %, Strom 15 % und Fernwärme 3%. Spätestens mit der Frage warum diese Energie verbraucht wird, muß eine Auftrennung des Aggregats Haushalte und Kleinverbraucher vorgenommen werden, da wir es auf der einen Seite mit einem relativ homogenen Bereich, den privaten Haushalten zu tun haben, auf der anderen Seite aber eine sehr heterogene Gruppe vorfinden.

Eine Aufteilung des Energieverbrauchs des Sektors Haushalte und Kleinverbraucher auf die beiden Teilbereiche läßt erkennen, daß von den heute eingesetzten 110 Mio t SKE Endenergie gut 60 % in den Bereich der privaten Haushalte fließen und knapp 40 % von den sog. Kleinverbrauchern benötigt werden. In beiden Sektoren wird der überwiegende Anteil für die Wärmebereitstellung eingesetzt, genauer gesagt: mehr als 90 %. Ein relativ geringer Restanteil an „Sonstiges“ (10 %) — hierunter Licht und Kraft — macht deutlich, wo eine sparsamere oder rationellere Energieverwendung anzusetzen hat, bzw., wo die größten Erfolge zu erwarten sind.

Der Raumheizwärmebedarf in den beiden Sektoren wird weitgehend von den gleichen Bestimmungsgrößen beeinflusst. Abgesehen von der Bevölkerungsentwicklung, die nur einen Einfluß auf den privaten Bereich hat, sind dies:

- die Wohnungsgröße
- die Beheizungsstruktur und die Heizgewohnheiten sowie
- die Bauweise der Gebäude

Der erwartete Rückgang in der Bevölkerungsentwicklung in der Bundesrepublik Deutschland sowie die zukünftigen Bauweisen der Gebäude (Verordnungen für höheren Wärmeschutz) lassen keinen zusätzlichen Bedarf an mehr Raumheizwärme erwarten. Die Wohnungsgrößen hingegen sowie die Beheizungsstrukturen

(Übergang von Einzel- auf Sammelheizung) und die damit verknüpften Heizgewohnheiten lassen jedoch zusätzliche Impulse für eine Verbrauchssteigerung erkennen.

Der ‚sonstige‘ Energieverbrauch wird zum überwiegenden Teil durch den Einsatz stromverbrauchender Geräte bewirkt. Aus diesem Grund ist die Ausstattung mit Elektrogeräten ein Indikator für Zukunftsentwicklungen. Hat man bei Kühlschränken und Waschmaschinen heute schon weitgehend eine Sättigung erreicht — 93 % bzw 89 % aller Haushalte sind hiermit ausgestattet —, so gibt es z. B. bei Gefriergeräten, Geschirrspülern, Saunen, Solarien, etc. sicher noch große Potentiale.

2.2 Industrie

Der Energieverbrauch der Industrie betrug im Jahre 1977 88 Mio t SKE. Der Anteil am gesamten Endenergieverbrauch lag bei 35,3 %.

Der größte Energieverbraucherbereich in der Industrie ist der Bereich Grundstoff- und Produktionsgütergewerbe mit 69,4 %, während die übrigen Gruppen Investitionsgüter produzierendes Gewerbe (12,3 %), Verbrauchsgüter produzierendes Gewerbe (10,2 %), Nahrungs- und Genussmittelgewerbe (7,3 %) sowie übriger Bergbau (0,8 %) in der Summe auf 30,6 % kamen.

Mit einem Anteil von 29,1 % ist die Eisenschaffende Industrie der größte industrielle Energieverbraucher, gefolgt von der Chemie mit 18,3 % und der Steine und Erden Industrie mit 10,1 %.

Konjunkturelle Einflüsse haben schon immer den Energieverbrauch der Industrie stark geprägt. Besonders auffällig ist dies in Zeiten wirtschaftlicher Rezession wie 1966/67 und 1974/75 sowie bei Strukturkrisen wie das Beispiel Stahlindustrie aus der jüngsten Vergangenheit belegt. So konnte man im Zeitraum 1965 bis 1967 und 1973 bis 1975 einen Rückgang des industriellen Energieverbrauchs um 4 bzw. 12 % beobachten. Der Rückgang der Stahlproduktion um 14 Mio t unter die Rekordmarke von 53 Mio t im Jahre 1974 ließ auch den Energieverbrauch in der Eisenschaffenden Industrie um annähernd 20 % zurückgehen. Heute (1977) beträgt er nur noch 25,7 Mio t SKE gegenüber 1974 33,4 Mio t SKE.

Ein wichtiger Faktor zur Beurteilung zukünftiger Energieverbräuche im Industriebereich ist auch der spezifische Energieeinsatz* für Produktionszwecke. Die Vergangenheit zeigt, daß für alle industriellen Wirtschaftsbereiche der spezifische Energieverbrauch rückläufig gewesen ist. Seit jeher war die Industrie nämlich bestrebt, die Energiekostenbelastung niedrig zu halten. Sie liegt heute bei durchschnittlich 4 %.

Auch in Zukunft wird daher der rationelle Einsatz von Energie ein wichtiges Unternehmensziel bleiben.

Neben dem Rückgang des spezifischen Endenergieverbrauchs war die vergangene Entwicklung im Industriebereich auch durch Verschiebungen der Endenergieträgerstruktur gekennzeichnet. Die festen Brennstoffe, deren Anteil 1950 bei 74 % lag, sind durch Mineralöl, Gas und Strom auf einen Anteil von 17,5 % zurückgedrängt worden. Dabei ist aber in den letzten Jahren eine Stabilisierung eingetreten. Auch der Anteil des Mineralöls ist in den letzten Jahren rückläufig und ist heute mit 31,8 % kaum höher als der des Gases mit 29,8 %. Gas und Strom sind die beiden Energieträger, die heute einen wachsenden Anteil zu verzeichnen haben.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß für die Zukunft die Entwicklung des industriellen Energieverbrauchs entscheidend von den folgenden drei Faktoren bestimmt wird:

- von der Entwicklung der industriellen Produktion, d. h. von der Wirtschaftsentwicklung,
- von Änderungen der Industriestruktur, z. B. relativer Rückgang des Anteils der Grundstoffindustrie an der Wertschöpfung der Industrie und
- von der weiteren Entwicklung der spezifischen Energieverbräuche, d. h. auch von dem Umfang gezielter Maßnahmen zur rationelleren Energienutzung.

*) Endenergieeinsatz pro Nettoproduktionseinheit

2.3 Verkehr

Der Energieverbrauch im Bereich Verkehr kann folgenden Verbrauchsgruppen zugeordnet werden:

- Bahnen
- Straßenverkehr
- Luftverkehr und
- Küsten- und Binnenschifffahrt.

Die überwiegende Rolle beim Energieverbrauch spielt der Straßenverkehr. Dies wird unmittelbar deutlich durch die Tatsache, daß vom gesamten Endenergieverbrauch des Verkehrssektors in Höhe von 51,2 Mio t SKE im Jahre 1977 über 86 % auf den Straßenverkehr entfielen. Dadurch ist gleichzeitig auch die überwiegende Nachfrage nach bestimmten Brennstoffarten, nämlich nach Vergaser- und Dieselmotoren im Sektor Verkehr bedingt. Über 97 % des Verbrauchs entfielen 1977 auf flüssige Brennstoffe, nur 2,2 % auf Strom und 0,3 % verblieben für feste Brennstoffe, die 1950 noch einen Anteil von 75 % hatten.

In Kürze sollen im folgenden die wichtigsten Fakten in bezug auf den Energieverbrauch im Verkehrssektor aufgelistet werden:

- der Energieverbrauch im Verkehrssektor wird überwiegend durch den Personenverkehr verursacht.
- der bedeutendste Verkehrsträger ist 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 21,3 % an der gesamten Personenverkehrsleistung.
- Im Bereich des Güterverkehrs erbringt der Straßenverkehr etwa die Hälfte der Transportleistung, wobei er mehr als 75 % der Energie des Güterverkehrs verbraucht.
- Eisenbahnen und Binnenschifffahrt, die einen wesentlich geringeren spezifischen Energieverbrauch haben, erbringen mit einem Anteil von etwa 20 % am Energieverbrauch etwa 49 % der Transportleistung.

Der Bestand an PKWs und Kobmis hat seit 1970 von 13,9 auf heute 20 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 PKWs erhöht hat, ist in den letzten Jahren der durchschnittliche Benzinverbrauch je 100 Kilometer mit 11,2 Liter konstant 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 PKWs 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.

3. Regionale Verteilung des Energiebedarfs

Für die Anwendung dezentraler Technologien, aber auch generell für die Verteilung leitungsgebundener Energien ist neben der absoluten Höhe des Wärmebedarfs auch die regionale Verteilung dieses Bedarfs außerordentlich wichtig. Denn die Gestehungskosten sind abhängig von den Abnahmemengen.

Ein wichtiger Bestimmungsfaktor für die Höhe des Wärmebedarfs in einer Siedlungsstruktur ist die Einwohnerdichte. Diese schlägt sich in der Gebäudestruktur nieder. Weiterhin sind die Bauweise, die Nutzungsart der Gebäude, das Klima und die Komfortansprüche der Bewohner maßgebend.

In der Bundesrepublik Deutschland gibt es 24 Verdichtungs-räume, in denen 27 Mio Menschen leben. Die Fläche umfaßt ca. 18 Tsd km². Dies bedeutet, daß 45 % der Gesamtbevölkerung etwa 7 % der bundesrepublikanischen Grundfläche bewohnen. In Tabelle 1 ist eine Zuordnung der Bevölkerung auf verschiedene Stadtgrößenklassen vorgenommen worden. Man sieht, daß in 13 Städten 11,6 Mio Menschen leben, das sind 18,7 % der Gesamtbevölkerung, während 25 Mio Menschen in Gemeinden kleiner als 20 Tsd Einwohner leben.

	STRUKTURDATEN				WÄRMEBEDARF H u. K	
	Häufigkeit	Einwohner E 10 ⁶	Bebaute Fläche F _B km ² _{F_B}	Einwohner- dichte E/km ² _{F_B}	Anschlußwert P _{AW} 10 ³ MW	Anschlußdichte Q _A MW/km ² _{F_B}
SGK I > 500 000	13	11,6	1595	7285	64,71 20,8	40,6
SGK II 100 - 500 000	56	10,4	1570	6617	52,99 17,0	33,8
SGK III 20 - 100 000	394	14,9	3294	4532	73,64 23,7	22,4
SGK IV 0 - 20 000	10460	25,0	7422	3375	119,99 38,5	15,5
BRO	10923	61,9	13881	4466	311,33 100	22,4

Tabelle 1: Kriterien zur Beurteilung der Stadtgrößenklassen (SGK)

Bezieht man die Einwohnerzahlen auf die bebauten Flächen, so erhält man die Einwohnerdichten. Zieht man nun noch die Wärmeanschlußdichte hinzu, so erhält man die Wärmeanschlußdichten in den verschiedenen Stadtgrößenklassen. Sie schwanken von 15,5 bis 40,6 MW/km² bebauter Fläche.

In den einzelnen Städten und Gemeinden ist natürlich keine gleichmäßige Verteilung der Wärmeanschlußdichten über der Fläche gegeben. Meist hat man in der Stadtmitte eine Kernzone mit hohem Wert für die Wärmeanschlußdichte; am Stadtrand eine geringere Wärmeanschlußdichte. Eine Analyse in den einzelnen Stadtgrößenklassen spiegelt Bild 3 wider. Für den Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher ist hier die Verteilung des Anschlußwertes der Bundesrepublik nach Wärmedichte-Klassen aufgetragen. Man sieht, daß über 65 % des gesamten Anschlußwertes des Wärmebedarfs auf Wärmedichten von 0—40 MW/km² bebauter Fläche entfallen. Die Spitzenwerte der Wärmedichten im Bereich von 120—200 MW/km², die in den Kernzonen der Großstädte erreicht werden, haben nur einen Anteil von 2,5 % an der gesamten Wärmeanschlußleistung. Demgegenüber sind Wärmedichten von weniger als 10 MW/km², die in dünnbesiedelten Gebieten anzutreffen sind, mehr als doppelt so häufig. Damit wird deutlich, daß Wärmeversorgungssysteme, die im Bereich relativ geringer Wärmedichte wirtschaftlich sind, das größte Marktpotential haben.

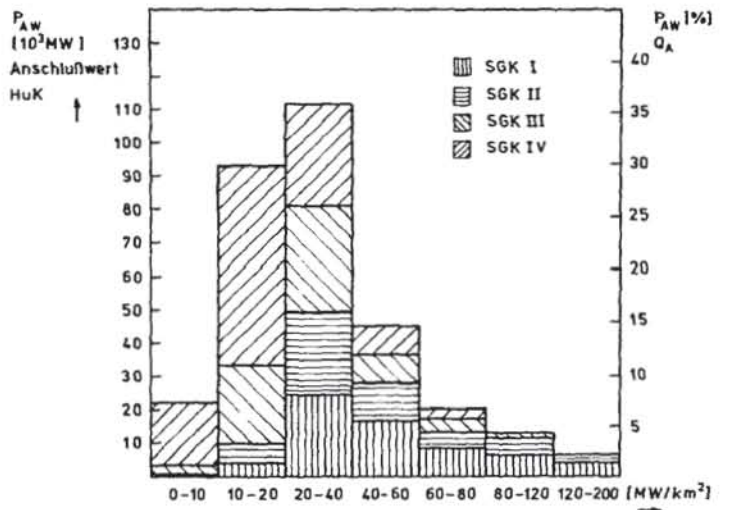


Bild 3: Verteilung des Anschlußwertes der Bundesrepublik Deutschland nach Wärmedichteklassen (1974)

4. Projektionen

Im folgenden soll versucht werden, einen quantitativen Ausblick auf zukünftige Energieverbrauchsentwicklungen zu geben /1/. Basis hierzu waren detaillierte Sektorenanalysen wie oben vereinfacht wiedergegeben. Zentrale Fragestellung war aber nicht im Sinne einer Prognose, wie sich der zukünftige Energieverbrauch am wahrscheinlichsten entwickeln wird. Vielmehr sollte untersucht werden, wie 'sensibel' der Energiebedarf auf Wirtschaftswachstum, Energieeinsparung und rationellen Ener-

gieeinsatz reagiert. Mit einer derartigen Fragestellung sollte aufgezeigt werden, ob in Anbetracht von Primärenergie- und Technologieverfügbarkeiten Schwierigkeiten in der Energieversorgung zu erwarten sind, insbesondere im Hinblick auf langfristige Konsequenzen. Für zwei Wachstumsmfälle*) wurden der Endenergie- und Primärenergiebedarf errechnet unter der Prämisse, daß die historischen Trends in den Energiebedarfs- und -versorgungsstrukturen auch in Zukunft anhalten werden (Fortschreibungsszenarien). Neue Technologien wie z. B. Sonnenenergienutzung, Kohlevergasung etc. spielen jedoch keine Rolle. Das Ergebnis ist in Tabelle 2 dargestellt. Für den 3-2-1 Fall ist aus Bild 4 auch die strukturelle Entwicklung erkennbar. Es ist deutlich erkennbar, daß selbst bei mäßigem Wirtschaftswachstum (3-2-1 Fortschreibungsszenario), die zu erwartende Energieträgerstruktur nicht realisierbar ist, da die Verfügbarkeitsgrenzen einzelner Primärenergieträger schon mittelfristig deutlich überschritten würden. Dies trifft in hohem Maße für das Mineralöl zu. Ein höheres wirtschaftliches Wachstum würde diese Situation verschärfen.

Fall	Endenergieverbrauch (Mio t SKE)	Primärenergieverbrauch (Mio t SKE)
3-2-1 Fall	345	583
4-3-2 Fall	409	698

Tabelle 2: Endenergie- und Primärenergieverbrauch im Jahr 2000 für zwei Wachstumsmfälle

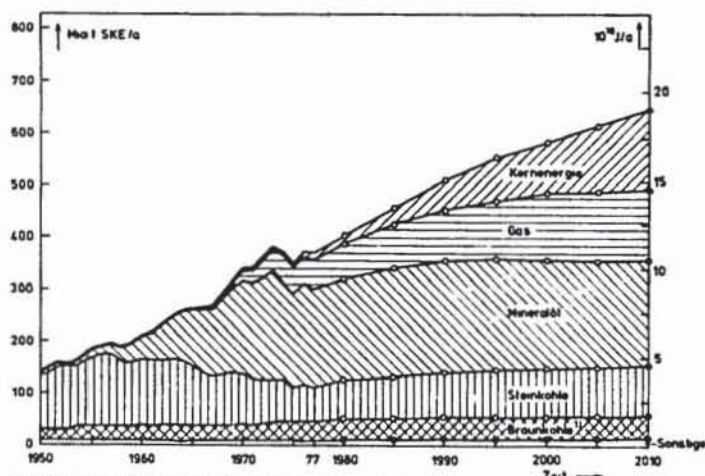


Bild 4: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs (Fortschreibungsszenario 3-2-1 Fall)

Ein Ausweg aus dieser Lage kann nur gesehen werden, wenn unverzüglich folgende wesentliche Schritte eingeleitet werden:

1. Das Energiesparen muß forciert werden. Langfristig wäre dann eine Primärenergieersparnis von 16 % möglich (Jahr 2000). Jedoch nur, wenn alle Sektoren in der Volkswirtschaft mit einbezogen werden.
2. Kohle muß in großen Mengen bereit stehen, um über ihre Veredelung zu gasförmigen und flüssigen Kohlenwasserstoffen Mineralöl und langfristig auch Naturgas zu substituieren.
3. Die Kernenergie muß fester Bestandteil einer Energieversorgungskonzeption für die Bundesrepublik Deutschland sein, und zwar nicht nur zur Stromerzeugung, sondern auch zur Bereitstellung von Prozeßwärme.

Gemeinsam wären diese drei Maßnahmen in der Lage, die Zukunft unserer Energieversorgung auch langfristig, d. h. bis neue Systeme wie Kernfusion, großtechnische Nutzung der Solarenergie etc. zur Verfügung stehen, zu sichern, ohne daß ein aus vielen Gründen notwendiges wirtschaftliches Wachstum von der Energieseite her gefährdet wäre.

*) Angenommenes durchschnittliches jährliches Wirtschaftswachstum für
 3-2-1 Fall 1975-85 3 %, 1985-00 2 %, 2000-10 1 %
 4-3-2 Fall 1975-85 4 %, 1985-00 3 %, 2000-10 2 %

Literatur:
 /1/ Schmitz, K
 Langfristplanung in der Energiewirtschaft
 (Eine Computersimulation für die Bundesrepublik Deutschland)
 Basel, Boston, Stuttgart, 1979