

KERNFORSCHUNGSZENTRUM

KARLSRUHE

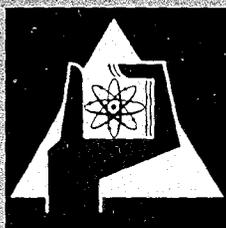
Oktober 1967

KFK 675

Institut für Angewandte Reaktorphysik

Welche Bedeutung hat der elektrische Strom in der
deutschen Volkswirtschaft

D. Faude



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.

KARLSRUHE



KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Oktober 1967

KFK 675

Institut für Angewandte Reaktorphysik

WELCHE BEDEUTUNG HAT DER ELEKTRISCHE STROM
IN DER DEUTSCHEN VOLKSWIRTSCHAFT ?

D.Faude

Gesellschaft für Kernforschung m.b.H., Karlsruhe

I n h a l t

	<u>Seite</u>
Vorbemerkung	
1. Der Energieverbrauch in Deutschland	1
1.1 Einführung	1
1.2 Der Primärenergie-Verbrauch in Deutschland	4
1.3 Der Endenergie-Verbrauch in Deutschland	6
1.4 Die Elektrizitätsversorgung in Deutschland	8
2. Die volkswirtschaftliche Bedeutung des elektrischen Stroms	11
2.1 Gesamter Stromverbrauch und Bruttosozialprodukt	11
2.2 Der Anteil des Stromverbrauchs in den privaten Haushalten	11
2.3 Der Anteil des Stromverbrauchs in der Industrie	12
2.4 Mittelbare und unmittelbare Stromkosten	13
2.5 Die Ermittlung der Stromkosten aus der Analyse des Fertigungsablaufs	15
2.6 Zur Frage der volkswirtschaftlichen Bedeutung des elektrischen Stroms	16

Anhang: Tabellen

Vorbemerkung

Die wirtschaftlichen Probleme der Bereitstellung von billigem elektrischem Strom aus Kernkraftwerken sind Fragen, die im Institut für Angewandte Reaktorphysik im Zusammenhang mit der Entwicklung von schnellen Brutreaktoren ausführlich untersucht worden sind [1], [2]. Eines der Ziele dieser Untersuchungen ist die einheitliche Bestimmung der Stromerzeugungskosten von Kernkraftwerken in einer wachsenden Kernenergiewirtschaft und die Kosteneinsparungen durch Verwendung von Kernenergie gewesen. In diesem Zusammenhang stellte sich auch die Frage, welche Bedeutung dem Faktor "Elektrische Energie" in einer Volkswirtschaft - genauer: in der Volkswirtschaft Deutschlands zukommt.

Um diese Frage genauer zu beleuchten, wird in der vorliegenden Arbeit statistisches Zahlenmaterial zusammengetragen und ausgewertet sowie über einige Arbeiten, die sich mit dieser Frage beschäftigt haben, berichtet.

In einem ersten Teil wird ausführlich über die Energie-Verbrauchs-Bilanz Deutschlands berichtet, um zu zeigen, welchen Anteil der elektrische Strom am Gesamt-Energieverbrauch hat, und um die absolute Höhe des elektrischen Stromverbrauchs zu bestimmen. Dabei wird ein größerer Zeitraum beschrieben, um mögliche Strukturänderungen in der Energieversorgung aufzuzeigen. In einem zweiten Teil wird der Aufwand für elektrischen Strom mit anderen volkswirtschaftlichen Größen in Beziehung gesetzt, um daraus Aussagen über das wirtschaftliche Gewicht der elektrischen Energie herleiten zu können.

Herrn Dr. J. Seetzen sei für die Anregung zu dieser Arbeit und für hilfreiche Diskussionen gedankt.

1. Der Energieverbrauch in Deutschland

1.1 Einführung

Das folgende Kapitel ist als Einführung in die Begriffswelt der Energie-Statistik gedacht und soll zugleich die Problematik von Energiebilanzen aufzeigen.

Energie zeichnet sich durch eine bemerkenswerte Eigenschaft aus: Energie ist im allgemeinen nicht speicherbar und - abgesehen von elektrischer Energie - nicht transportierbar, d.h. Energie muß über Energieträger im Augenblick des Verbrauchs vom Verbraucher selbst erzeugt werden. Der elektrische Strom nimmt eine Sonderstellung ein: Elektrizität an sich ist zwar eine Energieform, sie wird jedoch fast nie in dieser Form wirtschaftlich genutzt, sondern in andere Nutzenergien umgewandelt; im energiewirtschaftlichen Sinne ist daher der elektrische Strom ebenfalls als Energieträger für andere Energieformen anzusehen.

Der volkswirtschaftliche Energie-Markt ist damit im Grunde ein Energieträgermarkt, auf dem die Energieträger ihrem Energiepotential entsprechend gehandelt werden.

Energieträger lassen sich von der Entstehung her in Primär- und Sekundär-Energieträger einteilen. Primärenergieträger sind alle natürlich vorkommenden Energieträger, die noch keine Umwandlung oder Veredelung erfahren haben, also z.B. Stein- und Braunkohle, Erdöl und Erdgas, Holz. Auch Wasserkraftstrom - genauer: die potentielle Energie von Wasser, das zur Stromerzeugung verwendet wird - gehört zu den Primärenergieträgern (nicht jedoch Wasserkraftstrom aus Pumpspeicherwerken); ebenso sind Natururan und Thorium Primärenergieträger.

Nur ein Teil der Primärenergieträger wird in seiner ursprünglichen Form für den volkswirtschaftlichen Prozeß zur Energieerzeugung herangezogen, der größere Teil wird entweder veredelt (z.B. Koks und Kokereigas aus Kohle oder Heizöl und Kraftstoffe aus Erdöl) oder in völlig neue Energieträger umgewandelt (z.B. elektrischer Strom aus Kohle oder Öl). Man spricht jetzt von Edlenergieträgern oder allgemein von Sekundärenergieträgern. Angereichertes Uran oder Plutonium sind also Sekundärenergieträger.

Der End-Verbraucher setzt Primär- oder Sekundär-Energieträger zur Erzeugung von Nutzenergie ein. Nutzenergien sind Wärme, mechanische Energie und Licht. Ein Sonderfall der Nutzenergie ist die Nutzelektrizität für chemische Umwandlungen.

Ausgangspunkt jeder energiewirtschaftlichen Betrachtung in einer Volkswirtschaft ist die Aufstellung einer Primärenergiebilanz. Diese Primärenergiebilanz umfaßt sämtliche während eines Zeitraumes (eines Jahres) im Inland umgesetzten Primärenergieträger und - da eine Volkswirtschaft einen abgeschlossenen Bereich mit Handelsbeziehungen nach außen darstellt - sämtliche exportierten und importierten Mengen an Primär- und Sekundärenergieträgern.

Als Teil der Primärenergiebilanz ergibt sich der Primärenergieverbrauch: das ist der Verbrauch aller im Inland geförderten Primärenergieträger, der Export-Import-Saldo der Primär- und Sekundärenergieträger und der Saldo aus den inländischen Bestandserhöhungen und -verminderungen, zum Zwecke der mittelbaren oder unmittelbaren Energieerzeugung.

Vom Primärenergieverbrauch kommt man über die Umwandlungsbilanz zum Endenergieverbrauch. Der Endenergieverbrauch erfasst alle Primär- und Sekundärenergieträger, die unmittelbar zur Erzeugung von Nutzenergie außerhalb des energiewirtschaftlichen Sektors eingesetzt werden.

Eine Bilanzierung erfordert, daß alle auftretenden Größen in der gleichen Einheit bewertet werden. Für Energiebilanzen bietet sich dafür die Wärmemenge bzw. der Heizwert der einzelnen Energieträger an. Man bezieht alle Energieträger auf den Wärmewert von Steinkohle und wählt als Einheit 1 kg Steinkohleneinheit (SKE); dabei wird festgesetzt:

$$1 \text{ kg SKE} = 7 \text{ 000 Kcal}$$

Damit lassen sich alle festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe über den Durchschnittswert des unteren Heizwertes relativ leicht in die Vergleichsgröße SKE umrechnen. Schwieriger wird die Bewertung des elektrischen Stroms. Man kann eine kWh einmal über den Wärmewert von 860 Kcal bewerten, eine andere Möglichkeit ist die Bewertung über das Wärmeäquivalent, das zur Erzeugung von 1 kWh im Wärmekraftwerk benötigt wird, also zur Zeit ca. 2 800 Kcal (dieser Wert ist vom technischen Fortschritt abhängig). Es hat

sich eingebürgert, die kWh elektr. Strom in Primärenergiebilanzen mit 2800 Kcal ($\approx 0,4$ kg SKE) und in Endenergiebilanzen mit 860 Kcal ($\approx 0,123$ kg SKE) zu bewerten.

Auf die Problematik der Bewertung von Kernbrennstoffen - die Bewertung hängt im Grunde vom Einsatz im jeweiligen Reaktortyp ab - soll hier nicht näher eingegangen werden.

Im folgenden soll etwas näher untersucht werden, welchen Aussagewert Energiebilanzen haben.

Der Primärenergie-Verbrauch sagt über Art und Höhe des Energieeinsatzes noch wenig aus, da nicht zu erkennen ist, für welche Form der Nutzenergie und mit welchem Wirkungsgrad die einzelnen Energieträger eingesetzt werden. Der Endenergie-Verbrauch ist für eine solche Aussage schon eher geeignet, weil die einzelnen Energieträger ihre Einsatzform in Grenzen erkennen lassen. In groben Umrissen wurde nachstehend versucht, die wichtigsten Endenergieträger den einzelnen Nutzenergien zuzuordnen - in Klammern steht jeweils eine Schätzung des Wirkungsgrades bei der Nutzenergieerzeugung.

Einsatz der Energieträger zur Erzeugung von Nutzenergie	Wärme	mech. Energie	Licht
Stein- und Braunkohlenprodukte	fast ausschließlich (30-80%)	sehr gering (< 10 %)	-
Heizöl	ausschließlich (30-80%)	-	-
Kraftstoffe	sehr gering (30-80%)	fast ausschließlich (30-40%)	-
Gase	größtenteils (30-80%)	gering (30-40%)	sehr gering (< 6 %)
el. Strom	teilweise (bis zu 100%)	teilweise (90%)	teilweise (6%)

Im Endenergieverbrauch sind Größen mit unterschiedlichem Umwandlungsgrad, d.h. unterschiedlichem Veredelungsgrad zusammengefasst. Solche Größen sind nicht echt miteinander vergleichbar, weil sie mit verschiedenen hohem Nutzeffekt zur Erzeugung von Nutzenergie eingesetzt werden. Der Veredelungsgrad eines Energieträgers bestimmt die Vielseitigkeit der Verwendbarkeit oder die leichte und bequeme Verfügbarkeit oder den Wirkungsgrad bei der Erzeugung von Nutzenergie, und bestimmt damit auch seinen Preis. Engel [3] spricht von der "Effizienz" der Energieträger. Diese Art von Bewertung ist im Endenergieverbrauch nach Wärmeeinheiten nicht enthalten.

Betrachtet man die Preise pro Wärmeeinheit für verschiedene Endenergie-träger, so ergibt sich folgendes Bild: (Durchschnittspreise 1963 in der BRD nach [4]):

Elektr. Strom	750 DM/tsKE
Kraftstoffe	450 "
Kokereigas	200 "
Heizöl	120 "
Steinkohle	90 "

Die Angabe des Endverbrauchs im Geldwert der einzelnen Energieträger wird also der unterschiedlichen Bewertung beim Einsatz zur Nutzenergie-erzeugung eher gerecht.

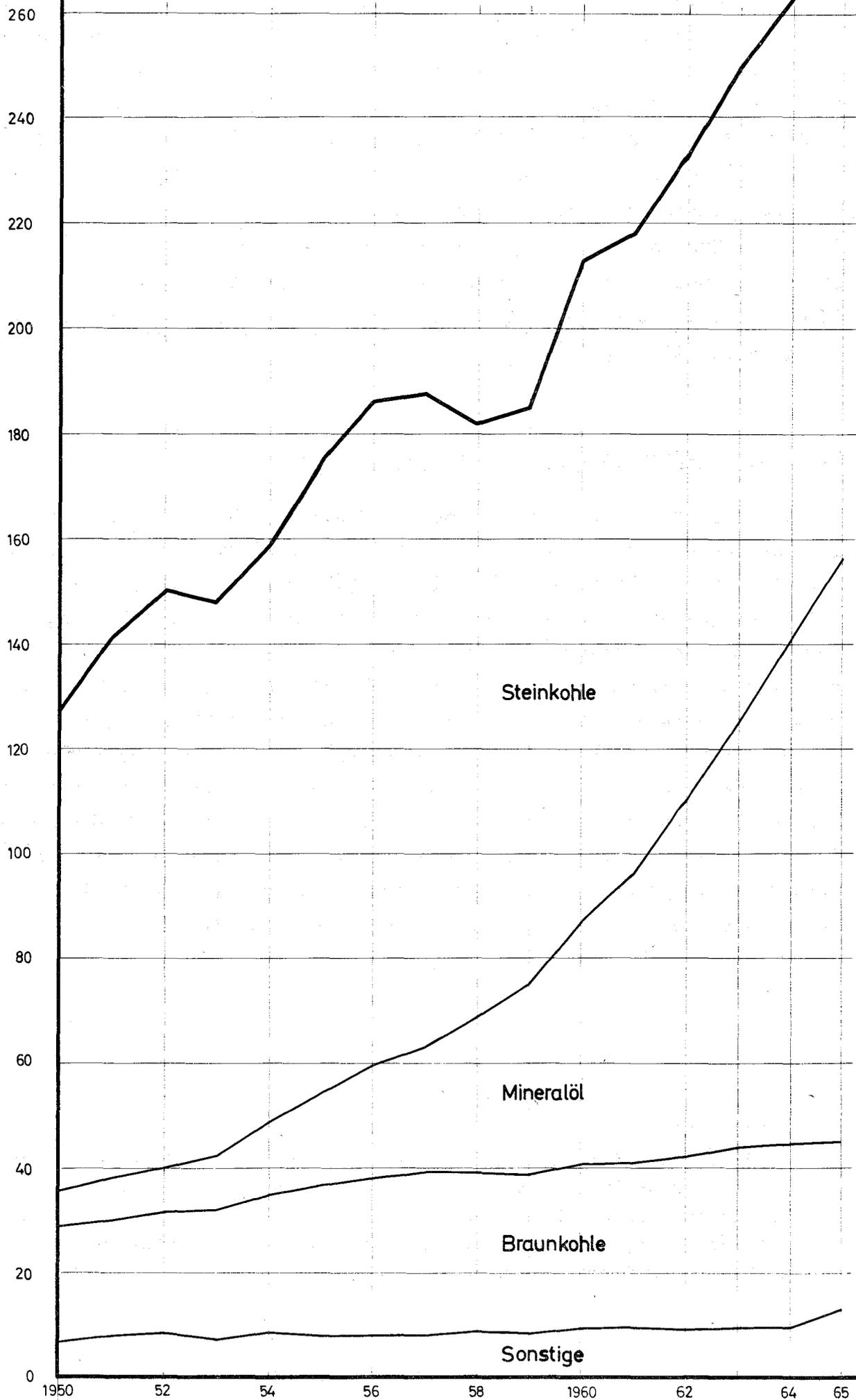
Die bestmöglichen Aussagen über den Einsatz von Energie in einer Volkswirtschaft würde eine "Nutzenergie-Bilanz" erlauben. Allein eine solche Bilanz wäre in der Lage, den effektiven Verbrauch an Nutzenergie anzugeben, während die anderen Bilanzen immer nur einen Behelf darstellen, weil sie den Verbrauch von Energieträgern beschreiben, ohne über deren Verwendung etwas auszusagen. Eine Nutzenergiebilanz läßt sich aber bislang nicht aufstellen, weil die notwendigen Einzelinformationen nicht vorliegen. Deshalb bleibt man auf die Primärenergiebilanz und die Endenergiebilanz in Wärmeeinheiten und im Geldwert vorläufig angewiesen.

1.2 Der Primär-Energieverbrauch in Deutschland

In Tab.1 und Abb.1 sind der Primärenergieverbrauch der BRD und die pro-

Mio f. SKE

Abb.1 Primärenergie-Verbrauch der BRD



ohne Saarland, ohne Westberlin

ohne Westberlin

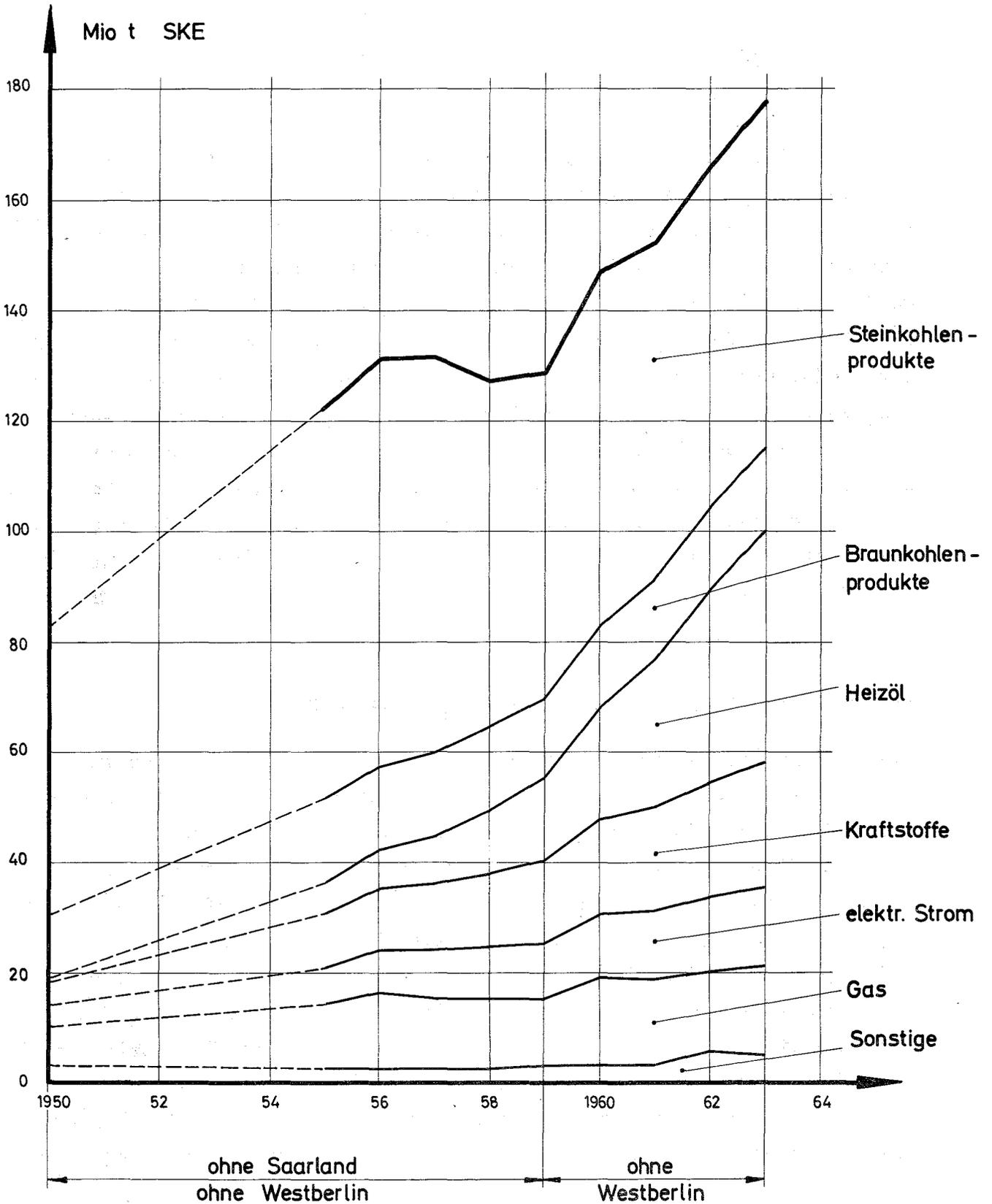
zentualen Anteile der einzelnen Energieträger von 1950-1965 ausgewiesen. Danach hat sich der Primärenergieverbrauch von 1950 bis 1965 gerade verdoppelt, wenn man den Gebietszuwachs berücksichtigt. Der langfristige Strukturwandel der Substitution der Steinkohle durch das Mineralöl ist auffallend: Der Anteil der Steinkohle hat von 72% im Jahre 1950 auf 42% im Jahre 1965 abgenommen, während der Anteil des Mineralöls von 5% auf 41% angewachsen ist. Dieser Strukturwandel hat sich allerdings auf die Elektrizitätserzeugung der BRD noch nicht nennenswert ausgewirkt. Hier sind immer noch Stein- und Braunkohle mit insgesamt ca. 80% an der El.-Erzeugung beteiligt, während der Anteil des Öls noch unter 10% liegt (Angaben für 1965 aus 77).

1.3 Der End-Energie-Verbrauch in Deutschland

Den Endenergieverbrauch der BRD zeigen Tab.2 und Abb.2. Hierfür standen nur Angaben über die Jahre 1950 und 1955 bis 1963 zur Verfügung^{*)}. Betrachtet man den Zeitraum von 1955 bis 1963, so ergibt sich folgendes Bild: Der gesamte Endenergie-Verbrauch ist von 122,3 auf 178,0 Mio tSKE angewachsen, das entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Zuwachsrate von ca. 4%, wenn man den Gebietszuwachs berücksichtigt. Die absolute Höhe des Verbrauchs an Steinkohlenprodukten ist leicht zurückgegangen, die des Verbrauchs an Braunkohlenprodukten etwa konstant geblieben. Der Anstieg des Gesamtenergieverbrauchs ging fast ausschließlich zugunsten des Heizöls und der Kraftstoffe. Der Anteil des elektrischen Stroms ist in den ersten vier Jahren gewachsen, später etwa konstant geblieben. Die durchschnittlichen jährlichen Zuwachsraten für die Einzelenergieträger betragen (ohne Berücksichtigung des Gebietszuwachses):

^{*)} Die Ermittlung des Endenergieverbrauchs aus dem Primärenergieverbrauch über die Umwandlungsbilanz ist sehr aufwendig, und wird von den verschiedenen Stellen nicht nach einheitlichem Vorgehen durchgeführt. Deshalb können Angaben aus verschiedenen Quellen nicht ohne weiteres miteinander verglichen werden.

Abb. 2 Endenergie - Verbrauch der BRD



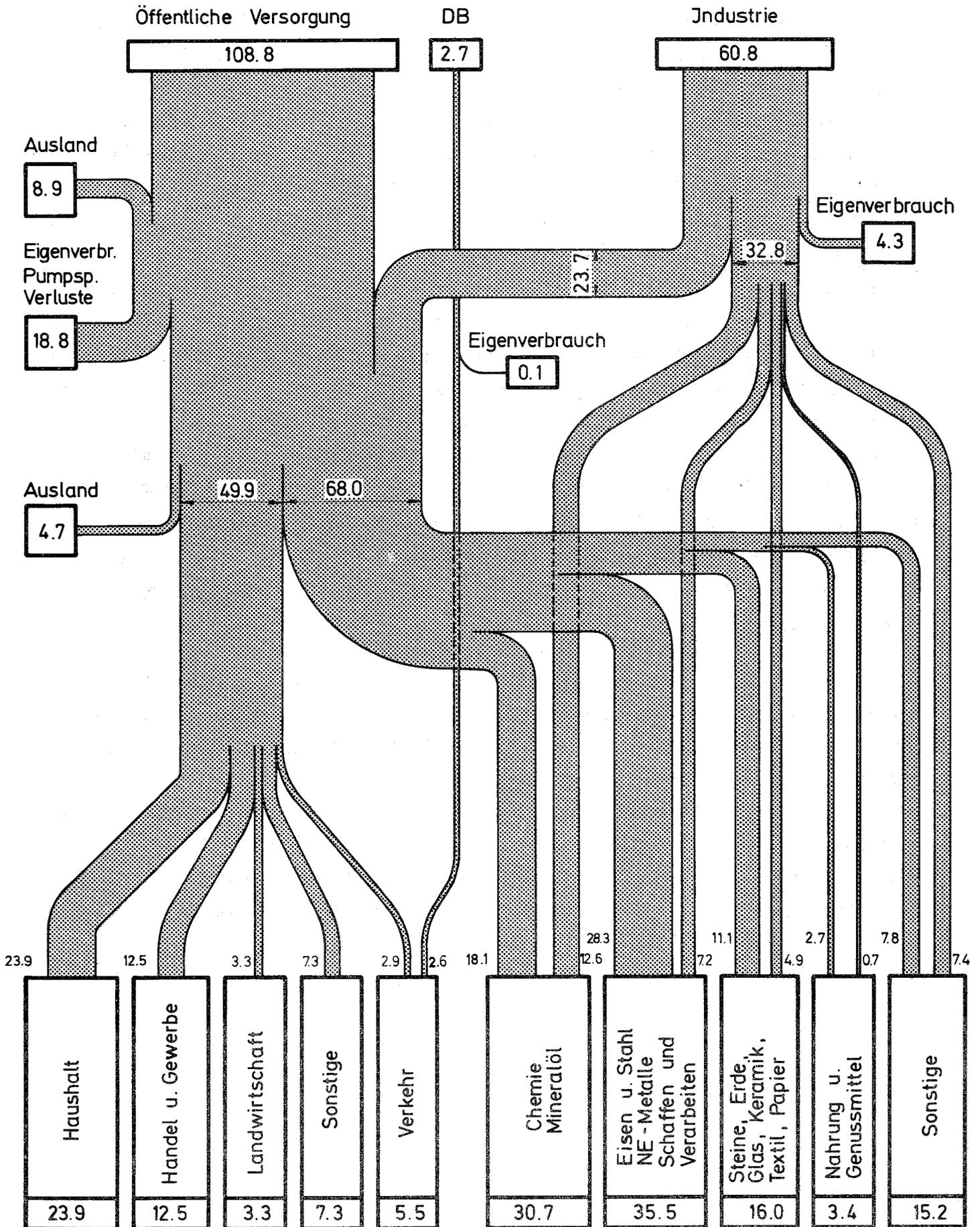
insgesamt	+ 4.8 %
für Steinkohlenprodukte	- 1.4 %
für Braunkohlenprodukte	- 0.2 %
für Heizöl	+32,2 %
für Kraftstoffe	+11.6 %
für Strom	+ 8.7 %
für Gase	+ 3.1 %
für Sonstige	+ 8.6 %

Als Einheit für den Endenergieverbrauch wurde in Tab.2 der Wärmewert der einzelnen Energieträger gewählt. Das ergibt - wie schon erwähnt - eine Unterbewertung der veredelten Energieträger. Die Tab.3 ist aus 47 entnommen und zeigt denselben Endenergieverbrauch im Geldwert - sie wurde ermittelt, indem der Endenergieverbrauch nach Tab.2 mit den durchschnittlichen Preisen der Einzelenergieträger im jeweiligen Jahr bewertet wurde. Man erkennt deutlich die Verschiebung in der Rangordnung zugunsten der Edelenergieträger Strom und Kraftstoffe. Tab.3 hat jedoch den Nachteil, daß Preisänderungen der Energieträger mit eingehen, so daß das Bild über den tatsächlichen Energiezuwachs etwas verwischt wird. In Ermangelung einer Nutzenergiebilanz sind jedoch Tab.2 und Tab.3 gemeinsam recht gut geeignet, ein Bild über den Energie-Einsatz in Deutschland zu vermitteln.

1.4 Die Elektrizitäts-Versorgung in Deutschland

Die Elektrizitäts-Versorgung erfolgt durch Elektrizitäts-Versorgungsunternehmen (EVU) über das öffentliche Versorgungsnetz (öffentlich heißt hierbei, daß das Netz für jeden beliebigen Verbraucher zugänglich ist). Am Elektrizitätsaufkommen sind die Kraftwerke der EVU, die Kraftwerke der Industrie und der Deutschen Bundesbahn und die Stromeinfuhr aus dem Ausland beteiligt. Der Strom aus den Kraftwerken der EVU wird über das öffentliche Netz verteilt, die Kraftwerke der Industrie und der DB speisen einen Teil des erzeugten Stromes in dieses Netz ein, einen Teil verbrauchen sie selbst. Das öffentliche Netz versorgt die Industrie, die DB und alle sonstigen Verbraucher mit Strom. Ein Teil des erzeugten Stroms schließlich wird exportiert. Dieses scheinbar verwirrende Ineinander erklärt sich aus der Tatsache, daß elektrischer Strom als Energieträger

Abb.3 Elektrizitätsfluß der BRD im Jahre 1965
(in Mrd KWh) nach [7]



nicht speicherbar ist, also unmittelbar für den Verbrauch erzeugt werden muß. Tab.4 zeigt die Elektrizitätsbilanz der Bundesrepublik Deutschland von 1953 bis 1965, aufgegliedert nach Aufkommen, Verteilung und Verwendung. Tab.5 zeigt in Erweiterung der Tab.4 den Stromverbrauch ausgewählter Industriezweige. In Abb.3 ist als Beispiel ein vereinfachtes Schema des Elektrizitätsflusses in Deutschland im Jahre 1965 von der Erzeugung bis zum Verbrauch dargestellt. Mit Berücksichtigung der Gebietsveränderungen ergibt sich etwa folgendes Bild: Der gesamte Netto-Stromverbrauch hatte von 1953 bis 1965 eine durchschnittliche jährliche Zuwachsrate von 8,7% und liegt damit wesentlich höher als die gesamte Energiezuwachsrate (ca.4%). Den größten Zuwachs der Einzelverbraucher zeigt der Sektor "Haushalte" mit ca. 14%. Dies zeigt die wachsende Bedeutung des Energiefaktors Strom als Konsumgut, bedingt durch zunehmenden Einsatz elektrisch betriebener Haushaltsgeräte, als Folge von Rationalisierungsmaßnahmen und einem wachsenden Komfortbedürfnis). Handel und Kleingewerbe bzw. Landwirtschaft zeigen ebenfalls eine überproportionale Zuwachsrate von 10% bzw. 9%. Dagegen ist die Zuwachsrate der Industrie mit 7,7% geringer als die gesamte Zuwachsrate. Dies erklärt sich aus dem laufenden technischen Fortschritt, der sich in einer Verringerung des spezifischen Energieverbrauchs je Produktionseinheit auswirken kann (So hat sich z.B. der spezifische Stromverbrauch bei der Aluminiumherstellung von ca. 20 kWh/kg im Jahre 1950 auf ca. 14 kWh/kg im Jahre 1965 verringert).

Der elektrische Netto-Verbrauch der Elektrizitäts-Bilanz nach Tab.4 läßt sich nicht ohne weiteres in den Strom-Endenergie-Verbrauch nach Tab.2 überführen. Das kommt daher, weil der Strom-Endenergieverbrauch den energiewirtschaftlichen Industriebereich ausschließt, d.h. den Stromverbrauch von Industrien zur Weiterverarbeitung von Energieträgern. Wenn man vom elektrischen Netto-Verbrauch (Tab.4) den Verbrauch der beiden wichtigsten Zweige der Energiewirtschaft in Bezug auf den Stromverbrauch, nämlich Kohlenbergbau und Mineralölwirtschaft abzieht, erhält man bis auf wenige % den Wert aus der Tabelle des Endenergie-Verbrauchs.

2. Die volkswirtschaftliche Bedeutung des elektrischen Stroms

Im folgenden soll der Aufwand für elektrischen Strom mit anderen volkswirtschaftlichen Größen verglichen werden, um daraus Folgerungen für die Bedeutung des elektrischen Stromes ableiten zu können. Die dabei angeschnittene Problematik gilt sinngemäß für alle Energieträger.

2.1 Gesamter Stromverbrauch und Bruttosozialprodukt

Ein erster Schritt ist, den Aufwand für den verbrauchten Strom mit dem Bruttosozialprodukt (BSP) zu vergleichen. Der Nettostromverbrauch nach Tab.4 wird mit den jeweiligen Strompreisen, die in Tab.6 angegeben sind, bewertet und zum BSP ins Verhältnis gesetzt (Tab.7). Das Ergebnis ist der Anteil der gesamten Elektrizitätsversorgung am BSP mit folgender Einschränkung: Das BSP ist von der Entstehungsseite her die Summe aller Nettowertschöpfungen oder Nettoproduktionen, d.h. der Wert aller hergestellten Güter abzüglich des Wertes der dabei verbrauchten Güter (=Vorleistungen) einschließlich der Abschreibungen und dem Saldo aus indirekten Steuern und Subventionen. Nun stellt aber der Wert des Stromverbrauches nach Tab.7, Spalte 2, den Bruttoproduktionswert dar, d.h. die Nettoproduktion der Elektrizitätswirtschaft zusammen mit Vorleistungen (mit Abschreibungen, Steuern, Subventionen). Der in Tab.7 ausgewiesene Anteil des Stromverbrauches am BSP ist also der Anteil der Elektrizitätswirtschaft einschließlich der Anteile von anderen Industriegruppen (z.B. des Kohlenbergbaus) in dem Umfang, wie sie Vorleistungen für die Elektrizitätswirtschaft erbracht haben, am BSP.

Das Ergebnis zeigt einen nahezu konstanten Anteil des Wertes des Stromverbrauches am BSP von 3,2% - eine wesentliche Veränderung ist nicht festzustellen.

2.2 Der Anteil des Stromverbrauches in den privaten Haushalten

Die nächste Verfeinerung besteht darin, die Ausgaben von einzelnen Verbrauchergruppen mit deren Gesamtausgaben zu vergleichen. Als erste Verbrauchergruppe werden die privaten Haushalte gewählt, eine Verbraucher-

gruppe, die den elektrischen Strom als Konsumgut verwendet. Der Stromverbrauch der Haushalte nach Tab.4 wird mit den Strompreisen für Tarifabnehmer (Tab.6) bewertet und mit den Gesamtausgaben der privaten Haushalte verglichen. Das Ergebnis ist in Tab.8 gezeigt. Der Anteil der Stromkosten an den Gesamtausgaben ist von 1% in 1955 kontinuierlich auf 1,33% in 1965 angestiegen. Diese Tatsache ist umso bemerkenswerter als die Strompreise in diesem Zeitraum um 20% gesunken sind, während der Index der Lebenshaltungskosten im gleichen Zeitraum um ca. 25% gestiegen ist.

2.3 Der Anteil des Stromverbrauchs in der Industrie

Als nächste und weitaus wichtigste Verbrauchergruppe wird die Industrie insgesamt bzw. ausgewählte Industriegruppen untersucht. Hier wird der Aufwand für den elektrischen Strom mit den gesamten Produktionskosten verglichen. Als Vergleichswert wird der Industrie-Umsatz gewählt - als Ersatzgröße für die industrielle Brutto-Produktion, deren Zahlenwerte nicht kontinuierlich verfügbar waren. (Diese beiden Größen unterscheiden sich ganz geringfügig in bezug auf Vorratsänderungen und in bezug auf Produktionsgüter, die im eigenen Produktionsprozess wieder verwendet werden).

Wie bereits erwähnt, wird der Industriestrom teilweise selbst erzeugt, teilweise vom öffentlichen Netz bezogen. Für den folgenden Vergleich wird ein industrieller Einheits-Strompreis verwendet, der sich für jedes Jahr aus dem Preis für Fremdbezug (Tarif für Sonderabnehmer) und dem Preis für Eigenbezug ergibt (Tab.6). Dieser Einheitspreis wird auch bei den einzelnen Industriegruppen in Ermangelung der tatsächlichen Werte zugrunde gelegt, obwohl er die Wirklichkeit nicht korrekt wiedergibt, da der Anteil von Eigen- und Fremdbezug nicht in allen Zweigen gleich ist. So ist der Strompreis bei den Sektoren Kohlenbergbau und Chemie - die den Hauptanteil bei der Eigenerzeugung ausmachen - zu hoch bewertet, bei allen anderen Gruppen etwas zu niedrig. Tab.9 zeigt den Anteil des Stromverbrauchs der gesamten Industrie und ausgewählter Industriezweige (ausgehend von Tab.5) am jeweiligen Umsatz - sprich Brutto-Produktionswert.

Die Einzelwerte schwanken beträchtlich. Den größten Anteil weist der Kohlenbergbau mit 10% auf, gefolgt von den Industriezweigen der Grundstoff-

und Produktionsgüterindustrie (in der Reihenfolge Holz und Papier, NE-Metalle, Chemie, Eisen und Stahl, Steine und Erden, Mineralöl) mit Anteilen von 7 bis herunter zu 2%. Die Industrie der Investitionsgüter (Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektrotechnik), der Verbrauchsgüter und der Nahrung und Genussmittel zeigen die geringsten Anteile mit Werten von 1% und darunter. Der durchschnittliche Gesamtanteil liegt bei 2%. Auch die zeitliche Änderung des Stromanteils ist teilweise bemerkenswert. So gibt es Industriezweige, deren Anteil von 1953 - 1965 gestiegen ist, wie beim Kohlenbergbau, bei Eisen und Stahl und beim Fahrzeugbau. Bei den Industriezweigen Holz und Papier, Elektrotechnik, Verbrauchsgüter und Nahrung und Genussmittel ist der Anteil etwa gleich geblieben. Bei den Industriezweigen Steine und Erden, NE-Metalle, Chemie, Mineralöl und Maschinenbau ist der Anteil gesunken.

Dies führt auf die Problematik des spezifischen Stromverbrauchs in der Industrie, d.h. des Stromverbrauchs je Produktionseinheit, die hier nur erwähnt, aber nicht weiter behandelt werden soll. Der spezifische Stromverbrauch ist das Ergebnis von verschiedenen Entwicklungstendenzen mit teilweise gegenläufiger Wirkung: so bewirkt z.B. die fortschreitende Automatisierung eine Erhöhung; Rationalisierungsbestrebungen bzw. der allgemeine technische Fortschritt können eine Erniedrigung des spezifischen Stromverbrauchs bewirken.

2.4 Mittelbare und unmittelbare Stromkosten

In Tab.9 ist der Aufwand für den unmittelbaren Stromeinsatz beim Produktionsprozess eines Industriezweiges aufgezeigt worden. Was jedoch letztlich interessiert, ist die Frage nach dem Anteil der Stromkosten am jeweiligen Endprodukt eines Industriezweiges. Dies führt auf das Problem der Bestimmung der mittelbaren Stromkosten, d.h. der Stromkosten, die in Vorleistungen bereits enthalten sind. Erst die Summe aus mittelbaren und unmittelbaren Stromkosten ergibt den echten Anteil der Stromkosten am Endprodukt.

Es gibt die Möglichkeit, den durchschnittlichen Anteil der gesamten, d.h. mittelbaren und unmittelbaren Stromkosten aller Industrie-Endprodukte insgesamt zu bestimmen, nämlich über den Wert der industriellen Nettoproduktion. Die Nettoproduktion ist gerade der Wert aller Industrie-Endprodukte zusammen. Der industrielle Nettoproduktionswert wurde zuletzt für das Jahr 1962 ermittelt und betrug damals ca. 170 Mrd.DM. Der durchschnittliche Anteil der

Stromkosten an der Nettoproduktion betrug damit 3,4% gegenüber 2% Anteil an der Brutto-Produktion (siehe Tab.9). Daraus folgt das Verhältnis von gesamten zu unmittelbaren Stromkosten für den Durchschnitt aller Industrie-Endprodukte zu 1,7 : 1. Man sieht, daß die mittelbaren Stromkosten keineswegs zu vernachlässigen sind. Für die Industriezweige im einzelnen ist dieses Verfahren über den Nettoproduktionswert nicht anwendbar, da hierbei über die Herkunft der Vorleistungen keine Aussagen vorliegen.

Um die mittelbaren Stromkosten der einzelnen Industriezweige ermitteln zu können, muß man die Lieferbeziehungen zwischen den einzelnen Industriezweigen kennen. Eine solche Kenntnis vermittelt eine volkswirtschaftliche Input-Output-Tabelle.

47 befaßt sich in einer Modelluntersuchung mit der Bestimmung der mittelbaren und unmittelbaren Energiekosten. In diesem Modell werden - ausgehend von der Input-Output-Tabelle der BRD vom IFO-Institut für das Jahr 1961 - die Erhöhungen der Produktpreise aufgrund von Energiepreiserhöhungen in verschiedenen Wirtschaftszweigen bei folgenden Randbedingungen bestimmt:

- a) Die Energiepreiserhöhungen werden voll in die Produktpreise überwälzt und zwar nach
Verhalten I : der prozentuale Anteil der indirekten Steuern am Produktionswert und die absolute Gewinnspanne bleiben bei der Produktpreiserhöhung konstant
Verhalten II: die prozentualen Anteile der indirekten Steuern und des Gewinns am Produktionswert bleiben bei der Produktpreiserhöhung konstant;
- b) sämtliche Kosten der übrigen Produktionsfaktoren bleiben durch die Energiepreiserhöhungen unbeeinflusst;
- c) die Erhöhung der Produktpreise hat keinen Einfluß auf den Gesamtwirtschaftsablauf.

Die Randbedingungen b) und c) sind zwar volkswirtschaftlich unrealistisch aber notwendig, um den Rein-Effekt von Energiepreisänderungen zu vermitteln.

In Tab.10 werden einige wichtige Werte dieser Modelluntersuchung mitgeteilt und zwar der unmittelbare Strom- und der Gesamtenergieeinsatz und

die Produktpreiserhöhungen bei einer 100%igen Strompreis- bzw. Gesamtenergiepreiserhöhung nach Verhalten I und II in ausgewählten Industriezweigen.

Der Stromanteil am Bruttoproduktionswert stimmt etwa mit den Werten nach Tab.9 überein. Unterschiede ergeben sich aus der unterschiedlichen Definition des Bruttoproduktionswertes und aus der unterschiedlichen Zuordnung von Einzelindustrien zu einem in der Tabelle aufgeführten Industriezweig.

Die Produktpreiserhöhungen infolge Strom- bzw. Gesamtenergiepreissteigerungen sind verglichen mit den unmittelbaren Energiekosten teilweise erheblich. Die Werte bei Verhalten I sind etwa die Anteile am Produktpreis von mittelbaren und unmittelbaren Strom- bzw. Gesamtenergiekosten zusammen. Die Werte sind etwas zu hoch, da der Anteil der indirekten Steuern aus dem Beitrag der Strom- bzw. Gesamtenergiekosten mit enthalten ist. Dieser Beitrag läßt sich nicht ohne weiteres eliminieren, da die Besteuerung teilweise mehrfach erfolgt, je nach der Anzahl der durchlaufenen Fertigungsbetriebe. Erwartungsgemäß sind die mittelbaren Stromkosten bei den Industriezweigen der Investitionsgüterindustrie und der Verbrauchsgüterindustrie höher (etwa Faktor 3 gegenüber den unmittelbaren Stromkosten) als bei den Industriezweigen der Grundstoff- und Produktionsgüterindustrie (etwa Faktor 1.6).

2.5 Die Ermittlung der Stromkosten aus der Analyse des Fertigungsablaufs

Alle bisherigen Betrachtungen über die Ermittlung des Stromkostenanteils bei Fertigungsprodukten gingen von dem nachträglich ermittelten Ergebnis eines Wirtschaftsablaufs aus - sie sind sogenannte ex-post-Analysen. Sie ermitteln Durchschnittswerte für den jeweiligen Bereich, und sind mit den Fehlern der statistischen Erfassung behaftet. Über den Stromkostenanteil für ein bestimmtes Einzelprodukt geben sie keine Aussage.

Ein grundsätzlich anderes Vorgehen ist das Folgende: Man führt für ein gegebenes Endprodukt eine Analyse des Fertigungsprozesses durch, angefangen von der Rohmaterialherstellung; man bestimmt für jeden einzelnen Fertigungsschritt den Strom-Einsatz bezogen auf das Endprodukt, addiert die einzelnen Einsatzmengen und bestimmt deren Wertanteil am Preis des Endprodukts. Man erhält damit die gesamten (mittelbaren und unmittelbaren) Stromkosten für

ein Endprodukt. Diese Methode vermittelt an sich sehr genaue Angaben über den Stromkostenanteil, sie setzt aber eine genaue Kenntnis des Fertigungsablaufes voraus, die in der Praxis nur mit sehr viel Aufwand zu erhalten ist.

In 9 ist ein solches Vorgehen ausführlich behandelt. Es werden die Strom- bzw. Gesamtenergiekostenanteile für Walzstahlfertigerzeugnisse durch eine Analyse des Fertigungsprozesses von der Roheisengewinnung bis zum Endprodukt ermittelt. Der Energieeinsatz wird für jeden einzelnen Fertigungsschritt ermittelt (teilweise geschätzt), die kumulierten Energiemengen mit einem Energiedurchschnittspreis bewertet und mit dem Listenpreis der Erzeugnisse verglichen. Als durchschnittlicher Strompreis wurde 5,5 DPf/kWh angesetzt. Tab.11 zeigt einige Ergebnisse dieser interessanten Studie. Neben dem Stromkostenanteil ist zum Vergleich auch der Gesamtenergieanteil aufgeführt. Der Stromkostenanteil ist teilweise bemerkenswert, insbesondere bei den Elektrostahlerzeugnissen, der durchschnittliche Stromkostenanteil liegt bei 5,5 %.

2.6 Zur Frage der volkswirtschaftlichen Bedeutung des elektrischen Stroms

Die Bedeutung des elektrischen Stroms, allgemeiner der gesamten Energie, in der deutschen Volkswirtschaft läßt sich nicht ohne weiteres in Zahlen ausdrücken. Der Faktor elektrischer Energie kann in der heutigen Industriegesellschaft weder als Produktionsfaktor noch als Konsumfaktor durch andere Faktoren substituiert werden. Allein diese Tatsache zeigt schon die lebensnotwendige Bedeutung des elektrischen Stromes.

Darüber hinaus ist die absolute Höhe des Umsatzes der Elektrizitätswirtschaft bemerkenswert. So lag der Gesamt-Umsatz für elektrischen Strom im Jahre 1965 bei ca. 14 Mrd.DM, und war damit in derselben Größenordnung wie der Umsatz der Industriezweige der Grundstoff- und Produktionsgüter- und der Investitionsgüterindustrie.

Durch Verwendung von Kernenergie werden sich möglicherweise die Strompreise in der Zukunft um ca. 20 bis 30% senken lassen. (Die Stromerzeugungskosten machen etwa 40% der gesamten Stromkosten aus und können durch Kernenergie etwa auf die Hälfte reduziert werden; weitere Einsparungen können in Zukunft

auch bei der Verteilung und den übrigen Kosten angenommen werden.) Damit lassen sich ab etwa 1975 bis 1980, wenn die Kernenergie einen wesentlichen Beitrag zur Elektrizitätsversorgung leisten wird, mehrere Mrd.DM/Jahr einsparen.

Wessels ^[4] zeigt die Bedeutung der Energiekosten, indem er in seiner Modelluntersuchung (siehe S.14) den Einfluß von Energiepreiserhöhungen auf Industrieprodukte mit Preiserhöhungen in den Sektoren Chemie und Eisen und Stahl und deren Einflüsse auf die Industrieprodukte vergleicht.

In Tab.12 sind einige dieser Ergebnisse aufgeführt. Der Vergleich zeigt, daß insgesamt die Auswirkungen von Energiepreisänderungen auf die Endproduktpreise in einzelnen Industriezweigen in derselben Größenordnung liegen, wie die Auswirkungen von Preisänderungen der beiden wichtigsten Zweige der Grundstoffindustrie Chemie und Eisen und Stahl.

Eine andere Vergleichsmöglichkeit zeigt ^[3]. Hier werden die Kosten für den direkten Energieeinsatz mit den Kosten für andere Produktionsfaktoren, nämlich Löhne/Gehälter und Kapital in ausgewählten Industriezweigen verglichen. Tab.13 zeigt einige Resultate dieses Vergleichs für das Jahr 1960. Man ersieht, daß in den Industriezweigen der Grundstoff- und Produktionsgüterindustrie die direkten Energiekosten höher sind als die Kapitalkosten und immerhin durchschnittlich etwa $\frac{2}{3}$ der Personalkosten erreichen. In den Industriezweigen der Investitionsgüterindustrie allerdings überwiegen eindeutig die Personal- und Kapitalkosten die Energiekosten.

Beide Untersuchungen geben nur Vergleichswerte für den Gesamtenergieverbrauch. Die Werte lassen sich ganz grob auf den elektrischen Strom umrechnen, wenn man unterstellt, daß die Stromkosten etwa $\frac{1}{3}$ der Gesamtenergiekosten ausmachen.

Die Frage nach der wachsenden Bedeutung des elektrischen Stromes innerhalb des Gesamt-Energieverbrauchs führt auf die Frage nach der Substituierbarkeit einzelner Energieträger durch Strom. Allgemein kann festgestellt werden, daß elektrischer Strom nur sehr langfristig andere Energieträger substituieren kann, da der Einsatz von elektrischem Strom mit sehr aufwendigen Energiewandlern und einem aufwendigen Verteilernetz verbunden ist.

Für die Zukunft läßt sich etwa folgende Abschätzung machen:

Die Nutzenergie "Licht" wird bereits heute fast ausschließlich von elektrischem Strom erzeugt, eine Substitution durch andere Energieträger ist ausgeschlossen. Die Tendenz ist: Zunahme etwa proportional zum Gesamtenergiezuwachs.

Bei der Nutzenergie "mechanische Energie" besteht ein echter Wettbewerb zwischen den Kraftstoffen und dem elektrischen Strom. Dieser Wettbewerb wird sich z.B. im Sektor "Verkehr" bei den schienengebundenen Fahrzeugen aus echten Kosten-Gesichtspunkten zugunsten des elektrischen Stromes verschieben. Die Tendenz ist hier: Zunahme überproportional zum Gesamtenergiezuwachs. Dagegen wird der elektrische Strom im Straßenverkehr auch in der Zukunft vorerst kaum eine Rolle spielen. Hier können wohl nur sehr harte Sicherheitsanforderungen in Bezug auf Luftverunreinigungen dem elektrischen Strom eine Chance zugunsten der Mineralölprodukte bieten. Im Bereich der Industrie-Produktion ist der elektrische Strom aufgrund der vielseitigen Einsatzmöglichkeit gegenüber anderen Energieträgern bei der Erzeugung von mechanischer Energie im Vorteil, und wird auch in der Zukunft sicher nicht durch andere Energieträger verdrängt. Die Tendenz ist: Zunahme leicht überproportional zum Gesamtenergiezuwachs.

Die Nutzenergie "Wärme" wird überwiegend von den Kohle- und Mineralölprodukten erzeugt; der elektrische Strom als Edelenenergieträger ist hier fast immer zu teuer (siehe Aufstellung auf S. 4). Im Bereich der Industrie-Produktion wird der elektrische Strom zur Wärmeerzeugung, abgesehen von den Verfahren zur Erschmelzung von hochwertigen Metallegierungen, wenig an Einfluß gewinnen. Im Konsumbereich, wo Kostenfragen keine so entscheidende Rolle spielen, kann mit einer Zunahme des elektrischen Stromes für Wärmeerzeugung (z.B. Raumheizung) zu rechnen sein. Die Tendenz insgesamt ist: Zunahme leicht überproportional zum Gesamtenergiezuwachs. Als völlig neue Anwendungsmöglichkeit sei noch die direkte Wärmeausnutzung aus Kernenergie (z.B. für Prozess- und Heizdampf in der Chemie oder die Meerwasserentsalzung) für die Zukunft erwähnt.

Insgesamt kann man annehmen, daß die Bedeutung des elektrischen Stroms im Rahmen des Gesamtenergieverbrauchs auch in der Zukunft weiterhin zunehmen wird. Die bisherige jährliche Zuwachsrate für den elektrischen Stromver-

brauch von etwa 7 bis 8% (gegenüber 4% für die Gesamtenergie) wird auch für die nähere Zukunft als gültig anzusehen sein.

Aus dem bisher gesagten geht deutlich hervor, daß nicht nur die Bereitstellung von elektrischem Strom überhaupt, sondern die Bereitstellung von billigem elektrischem Strom volkswirtschaftlich bedeutsam ist. Dies gilt in ganz besonderem Maße für den Bereich der Industrieproduktion. Engel hat in [3] auf die Notwendigkeit von billiger Energie, insbesondere für die Wettbewerbsfähigkeit im Exportgeschäft hingewiesen. Ein Strompreisvergleich im EWG-Raum unterstreicht diese Tatsache; die Strompreise für Sonderabnehmer betragen im Jahre 1965 [10]:

EWG-Gesamtdurchschnitt	1,62 US-cents
Deutschland	1,88 "
Frankreich	1,35 "
Italien	1,55 "
Niederlande	1,40 "
Belgien	1,74 "

Deutschland hat also im EWG-Raum den höchsten Strompreis und liegt 16% über dem EWG-Durchschnitt.

Im Konsumbereich (private Haushalte) richtet sich der Stromverbrauch weniger nach Kosten-Gesichtspunkten, mehr nach dem Komfortbedürfnis, so daß Strompreisänderungen keinen großen Einfluß auf den Verbrauch ausüben, zumal die Kosten für die Anschaffung der Geräte zur Verwendung des elektrischen Stroms im allgemeinen mehr ins Gewicht fallen als die Kosten für den Stromverbrauch selbst.

Abschließend sei eine Bemerkung zitiert, die der Leiter der indischen Delegation, H.Bhaba, auf der Genfer Atomkonferenz 1964 gemacht hat: "There is no power as expensive as no power" - zu deutsch etwa: Niemand kann es sich leisten, ohne Energie auszukommen. Als Ergebnis dieser Studie kann der Satz in Beziehung auf die deutsche Volkswirtschaft erweitert werden: Niemand kann es sich leisten, ohne billige (elektrische) Energie auszukommen.

L i t e r a t u r

- 1 H.Grümm, D.Gupta, W.Häfele, P.Jansen, E.Schmidt, J.Seetzen: "Kernbrennstoffbedarf und Kosten verschiedener Reaktortypen in Deutschland"
KFK-366 (1965)
- 2 H.Grümm, D.Gupta, W.Häfele, P.Jansen, M.Recker, W.Schmidt, J.Seetzen: "Ergänzendes Material zum Bericht Kernbrennstoffbedarf und Kosten verschiedener Reaktortypen in Deutschland (KFK-366)"
KFK-466 (1966)
- 3 C.Engel: "Industrielle Energiekosten - Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaftswachstum"
BP Benzin und Petroleum AG., Abteilung Information und Volkswirtschaft, Hamburg (1967)
- 4 Th.Wessels: "Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Energiekosten"
Schriftenreihe des Energiewirtschaftlichen Instituts der Universität Köln, Band XI, Verlag R.Oldenbourg, München (1966)
- 5 Ringbuch der Energiewirtschaft
Herausgegeben vom Verein Deutscher Elektrizitäts-Werke, Frankfurt
- 6 Angaben über den Primär- und Endenergieverbrauch der Bundesrepublik Deutschland
Zeitschrift Erdöl und Kohle, Erdgas, Petrochemie
Jg.Nr.17, Heft 7 und 12 (1964), Jg.Nr.18, Heft 5 (1965)
Jg.Nr.19, Heft 2 und 8 (1966), Jg.Nr.20, Heft 4 (1967)
- 7 "Die Elektrizitätswirtschaft in der Bundesrepublik für das Jahr 1965"
Zeitschrift Elektrizitätswirtschaft Jg.Nr.65, Heft 19 (1966)
- 8 "Statistisches Jahrbuch der Bundesrepublik Deutschland"
Herausgegeben vom Statistischen Bundesamt Wiesbaden, verschiedene Jahrgänge

[97

H.Wenzel, H.Schaefer: "Bestimmung des Energiekostenanteils am Listenpreis ausgewählter Walzstahlfertigerzeugnisse als Maß für den Einfluß der Energiepreise auf die Wettbewerbsfähigkeit der Eisenschaffenden Industrie"

Forschungsberichte des Landes NRW Nr.1706, Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen (1966)

[107

"Energiestatistik 1950-1965", Statistisches Jahrbuch der EWG (1966)

Tab.1

Primärenergie-Verbrauch der BRD

	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
	i n M i o t S K E															
Gesamt	126,9	140,9	150,0	148,2	159,4	175,1	186,3	187,5	182,2	185,0	213,2	217,6	233,0	249,5	263,0	270,9
davon:																
Steinkohle	91,8	102,7	109,9	105,8	111,1	121,1	126,5	125,3	113,8	110,5	126,3	121,4	122,8	124,4	122,1	114,7
Braunkohle	22,1	22,3	23,1	24,2	26,1	28,9	29,9	30,7	30,5	30,1	31,0	31,2	32,6	34,3	35,1	32,1
Mineralöl	6,5	7,9	8,6	10,6	13,8	17,4	21,6	23,5	29,2	36,0	46,5	55,6	68,5	81,4	96,3	111,2
Sonstige	6,5	8,0	8,4	7,6	8,4	7,7	8,3	8,0	8,7	8,4	9,4	9,4	9,1	9,4	9,5	12,9
	i n % des Gesamt - Verbrauchs															
Steinkohle	72,4	72,9	73,3	71,4	69,7	69,2	67,9	66,8	62,5	59,7	59,2	55,8	52,7	49,9	46,4	42,4
Braunkohle	17,4	15,8	15,4	16,3	16,4	16,5	16,0	16,4	16,7	16,3	14,5	14,3	14,0	13,7	13,3	11,8
Mineralöl	5,1	5,6	5,7	7,2	8,7	9,9	11,6	12,5	16,0	19,5	21,8	25,6	29,4	32,6	36,6	41,0
Sonstige	5,1	5,7	5,6	5,1	5,2	4,4	4,5	4,3	4,8	4,5	4,5	4,3	3,9	3,8	3,7	4,8
	ohne Saarland, ohne Westberlin										ohne Westberlin					

Quelle: /57, /67

Tab.2

Endenergie-Verbrauch der BRD (in Wärmemengen)

	1950	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
	i n M i o t S K E									
Gesamt	82,4	122,3	131,2	131,6	126,8	128,5	146,9	151,9	166,1	178,0
davon:										
Steinkohlen- produkte	51,6	70,8	73,9	71,6	62,3	58,4	64,5	60,8	61,7	63,1
Braunkohlen- produkte	11,6	15,2	15,1	15,3	15,6	14,4	14,7	14,6	14,8	14,9
Heizöl	1,0	4,5	7,1	8,4	11,5	14,9	20,6	26,7	35,1	42,0
Kraftstoffe	4,0	9,7	11,2	11,6	13,1	14,9	17,1	19,0	21,2	23,3
Strom	4,1	7,2	8,0	8,7	9,0	10,0	11,4	12,2	13,0	14,0
(in Mrd.kWh)	33,4	58,6	65,1	70,8	73,3	81,4	92,8	99,3	105,8	114,0
Gase	7,3	12,3	13,3	13,3	12,7	12,9	15,6	15,6	14,6	15,7
Sonstige	2,8	2,6	2,6	2,7	2,6	3,0	3,0	3,0	5,7	5,0
	i n % des Gesamt - Verbrauchs									
Steinkohlen- produkte	62,6	57,9	56,5	54,4	49,1	45,5	43,9	40,0	37,1	35,4
Braunkohlen- produkte	14,1	12,4	11,5	11,6	12,3	11,2	10,0	9,6	8,9	8,4
Heizöl	1,2	3,7	5,4	6,4	9,1	11,6	14,1	17,6	21,1	23,6
Kraftstoffe	4,8	7,9	8,5	8,8	10,3	11,6	11,6	12,5	12,8	13,1
Strom	5,0	5,9	6,1	6,7	7,1	7,8	7,8	8,0	7,8	7,9
Gase	8,9	10,1	10,0	10,1	10,0	10,0	10,6	10,3	8,9	8,8
Sonstige	3,4	2,1	2,0	2,0	2,1	2,3	2,0	2,0	3,4	2,8
	ohne Saarland, ohne Westberlin						ohne Westberlin			

Quelle: /57, /67

Tab.3

Endenergie-Verbrauch der BRD (in Geldwert)

	1950	1955	1958	1959	1960	1961	1962	1963
	in Mrd. DM							
Gesamt	8,8	18,9	23,6	24,9	28,0	29,6	32,5	36,2
davon:								
Steinkohlen- produkte	2,8	6,2	6,3	5,9	6,6	6,2	6,3	6,9
Braunkohlen- produkte	0,7	1,1	1,6	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9
Heizöl	0,1	0,5	1,1	1,3	1,7	2,3	3,2	4,1
Kraftstoffe	1,6	4,2	5,9	6,8	7,6	8,3	9,3	10,7
Strom	2,5	5,1	6,6	7,3	8,2	8,8	9,3	10,0
Gase	0,7	1,4	1,7	1,7	1,9	1,9	2,0	1,9
Sonstige	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7
	in % des Gesamt - Verbrauchs							
Steinkohlen- produkte	32	33	27	24	24	21	19	19
Braunkohlen- produkte	8	6	7	6	5	5	5	5
Heizöl	1	3	4	5	6	8	10	11
Kraftstoffe	18	22	25	27	27	28	29	30
Strom	28	27	28	29	29	30	29	28
Gase	8	7	7	7	7	6	6	5
Sonstige	5	2	2	2	2	2	2	2
	ohne Saarland ohne Westberlin				ohne Westberlin			

Tab.4 Elektrizitätsbilanz der BRD (in 10⁹ kWh)

	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
Aufkommen													
Inlanderzeugung													
Öffentliche Elektr.Werke	36,4	41,5	46,6	52,0	56,3	57,5	62,7	70,4	75,2	81,7	89,6	103,1	108,8
Industrie	24,0	26,4	29,1	32,3	34,6	36,7	39,2	44,5	47,7	51,9	55,7	59,2	60,8
Deutsche Bundesbahn	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,5	2,7
Inland gesamt	61,0	68,5	76,5	85,1	91,8	95,3	103,2	116,4	124,6	135,4	147,3	164,8	172,3
+ Einfuhr	2,2	2,5	3,0	3,4	3,6	4,6	4,9	6,0	6,1	5,6	6,3	6,3	8,9
- Ausfuhr	0,9	1,3	1,7	2,0	2,6	2,2	2,0	1,8	1,8	2,5	3,9	5,3	4,7
Brutto-Verfügung	62,3	69,7	77,8	86,5	92,8	97,7	106,1	120,6	128,9	138,5	149,7	165,8	176,5
- Eigenverbrauch, Pumpspeicher, Übertragungsverluste öffentl. Netz	7,8	8,3	8,7	9,3	10,6	11,3	12,2	13,2	14,1	15,6	17,1	19,1	18,8
- Eigenverbrauch Industriekraftwerke + DB	1,8*)	2,0*)	2,2*)	2,4*)	2,6*)	2,7*)	2,9*)	3,3*)	3,6*)	3,9*)	4,2*)	4,3	4,4
Netto-Verfügung	52,7	59,4	66,9	74,8	79,6	83,7	91,0	104,1	111,2	119,0	128,4	142,4	153,3
Verteilung													
Öffentliches Netz													
Eigenerzeugung	28,6	33,2	37,9	42,7	45,7	46,2	50,5	57,2	61,1	66,1	72,5	84,0	90,0
Industrie-Einspeis.	5,0	6,0	6,8	8,2	9,8	10,7	12,1	14,0	16,2	19,3	22,0	24,3	23,7
Einfuhr/Ausfuhr-Saldo	1,3	1,2	1,3	1,4	1,0	2,4	2,9	4,2	4,3	3,1	2,4	1,0	4,2
Öffentliches Netz gesamt	34,9	40,4	46,0	52,3	56,5	59,3	65,5	75,4	81,6	88,5	96,9	109,3	117,9
Industrie-Eigen-Verbrauch	17,3	18,4	20,2	21,7	22,3	23,4	24,2	27,2	27,9	28,7	29,6	30,8	32,8
DB-Eigenverbrauch	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9	2,3	2,6
Gesamt-Verteilung	52,7	59,4	66,9	74,8	79,6	83,7	91,0	104,1	111,2	119,0	128,4	142,4	153,3
Verwendung													
Industrie													
aus öffentl. Netz	21,5	25,5	29,1	32,6	35,5	36,5	40,8	47,3	50,4	53,2	57,0	64,1	68,0
aus Eigenanlagen	17,3	18,4	20,2	21,7	22,3	23,4	24,2	27,2	27,9	28,7	29,6	30,8	32,8
Industrie gesamt	38,8	43,9	49,3	54,3	57,8	59,9	65,0	74,5	78,3	81,9	86,6	94,9	100,8
Verkehr													
aus öffentl. Netz	1,6	1,7	1,9	1,9	2,1	2,1	2,2	2,3	2,2	2,5	2,9	3,0	2,9
aus DB-Eigenanlagen	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9	2,3	2,6
Verkehr gesamt	2,1	2,3	2,6	2,7	2,9	3,1	3,5	3,8	3,9	4,3	4,8	5,3	5,5
Handel + Kleingewerbe	3,6	4,0	4,6	5,2	5,6	6,0	6,6	7,4	8,2	9,1	10,0	11,3	12,5
Landwirtschaft	1,1	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3
Haushalte	4,6	5,2	5,9	7,1	8,1	9,3	10,4	12,2	13,9	16,0	18,4	21,2	23,9
Sonstige	2,5	2,9	3,2	4,1	3,6	3,7	3,7	4,2	4,7	5,3	5,9	6,7	7,3
Netto-Verwendung	52,7	59,4	66,9	74,8	79,6	83,7	91,0	104,1	111,2	119,0	128,4	142,4	153,3
	ohne Saarland, ohne West-Berlin							ohne Westberlin					

*) geschätzt

Quelle: 87

Tab.5

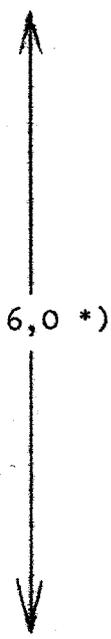
Stromverbrauch der Industrie - Ausgewählte Industriezweige (in 10⁹ kWh)

	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
Industrie gesamt	38,8	43,9	49,3	54,3	57,8	59,9	65,0	74,5	78,3	81,9	86,6	94,9	100,8
davon:													
Kohlenbergbau	6,2	6,6	7,3	8,0	8,6	9,1	9,2	10,5	11,0	11,7	12,2	12,7	12,7
Steine und Erden	2,2	2,4	2,7	2,9	2,9	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4	4,5	5,1	5,4
Eisenschaff.Industrie (einschl.Gießereien, Zieh-u.Kaltwalzwerke)	5,2	6,0	7,2	8,1	8,7	8,9	9,7	12,2	12,5	12,7	13,1	14,9	15,6
NE-Metalle (einschl. Gießereien)	3,2	3,8	4,0	4,1	4,2	4,0	4,4	4,8	5,0	5,0	5,6	6,0	6,3
Chemie	10,1	11,8	13,0	14,5	16,0	16,6	18,0	20,1	20,9	21,8	23,4	25,5	27,0
Mineralölverarbeitung	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0	2,1	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,7
Holz,Zellstoff,Papier	1,9	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1	3,3	3,6	3,7	3,8	4,0	4,3	4,4
Maschinenbau	1,1	1,3	1,5	1,7	1,7	1,8	1,8	2,1	2,3	2,4	2,5	2,7	3,0
Fahrzeugbau (einschl. Luftfahrzeugbau)	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5	1,8	2,3	2,6	3,1	3,4	3,8	4,2
Elektrotechnik	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1	2,4	2,6	2,8
Verbrauchsgüter	3,2	3,6	4,0	4,4	4,6	4,7	5,1	5,8	6,1	6,4	6,8	7,3	7,9
Nahrung u.Genußmittel	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	3,0	3,2	3,4
	ohne Saarland, ohne West-Berlin							ohne West-Berlin					

Quelle: /87

Tab.6

Entwicklung der Strompreise in der BRD

	öffentliches Netz			Eigenverbrauch von Industrie und DB (DPf/kWh)
	Tarifab- nehmer (DPf/kWh)	Sonderab- nehmer (DPf/kWh)	Gesamt Durchschnitt (DPf/kWh)	
1953	19,2	7,3	10,8	 6,0 *)
1954	18,8	6,9	10,2	
1955	18,0	6,9	9,9	
1956	16,9	6,9	9,7	
1957	16,8	7,2	9,8	
1958	16,6	7,4	10,2	
1959	16,5	7,4	10,0	
1960	16,2	7,4	10,0	
1961	15,8	7,5	10,0	
1962	15,3	7,3	9,9	
1963	14,7	7,2	9,8	
1964	14,5	7,1	9,7	
1965	14,3	7,5	9,9	

*) geschätzt

Quelle: [7]

Tab.7

Anteil des Stromverbrauchs am Brutto-Sozial-Produkt in der BRD

	Wert des Stromverbrauchs (Mrd.DM)	Brutto-Sozial- Produkt (Mrd.DM)	Anteil des Strom- verbrauchs am BSP (%)
1953	4,9	147,1	3,3
1954	5,3	157,9	3,4
1955	5,8	180,4	3,2
1956	6,4	198,8	3,2
1957	6,9	216,3	3,2
1958	7,5	231,5	3,2
1959	8,1	250,9	3,2
1960	9,3	282,4	3,3
1961	9,9	310 *)	3,2
1962	10,6	337 *)	3,2
1963	11,4	358 *)	3,2
1964	12,6	413,8	3,1
1965	13,8	448,8	3,1

*) geschätzte Werte

bis 1959 ohne Saarland und West-Berlin

bis 1963 ohne West-Berlin

Quelle für das BSP: 87

Tab.8

Anteil des Stromverbrauchs der privaten Haushalte in der BRD

	Wert des Strom- verbrauchs (Mrd.DM)	Gesamt-Ausgaben (Mrd.DM)	Anteil des Strom- verbrauchs an den Gesamtausgaben (%)
1955	1,062	103,4	1,02
1956	1,200	115,1	1,04
1957	1,361	125,6	1,08
1958	1,544	137,7	1,12
1959	1,716	146,5	1,17
1960	1,976	163 *)	1,21
1961	2,196	179 *)	1,22
1962	2,448	196 *)	1,24
1963	2,705	207 *)	1,30
1964	3,074	232,8	1,32
1965	3,418	255,6	1,33

*) geschätzt

bis 1959 ohne Saarland und West-Berlin

bis 1963 ohne West-Berlin

Quelle für Gesamtausgaben der privaten Haushalte: 8

Tab.9 Anteil des Stromverbrauchs ausgewählter Industriezweige am Umsatz (Bruttoproduktion)

Angaben in der Reihenfolge: Umsatz (Bruttoproduktion) Mrd.DM
Wert des Stromverbrauchs Mrd.DM
Anteil des Stromverbrauchs
am Umsatz (Bruttoproduktion) %

	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
Durchschn.Industrie-Strompreise (DPf/kWh)	6,72	6,52	6,53	6,54	6,74	6,85	6,88	6,89	6,96	6,84	6,79	6,74	7,01
Industrie gesamt	126,2 2,728 2,1	140,9 2,993 2,1	166,5 3,363 2,0	185,6 3,703 2,0	199,6 4,071 2,0	205,1 4,288 2,1	223,7 4,672 2,1	258,2 5,360 2,1	277,9 5,700 2,1	294,6 5,869 2,0	305,8* 6,165 2,0	346,8 6,686 1,9	374,6 7,375 2,0
Kohlenbergbau	6,1 0,417 6,8	6,4 0,430 6,7	7,0 0,477 6,8	7,9 0,522 6,6	8,3 0,580 7,0	7,8 0,623 8,0	7,5 0,633 8,4	9,4 0,723 7,7	9,1 0,765 8,4	9,2 0,800 8,7	9,7* 0,828 8,5	9,3 0,856 9,2	8,8 0,890 10,1
Steine und Erden	3,7 0,148 4,0	4,1 0,156 3,8	4,8 0,176 3,7	5,2 0,189 3,6	5,5 0,195 3,5	5,7 0,206 3,6	6,5 0,234 3,6	7,3 0,255 3,5	8,2 0,285 3,5	9,1 0,301 3,3	9,5* 0,306 3,2	11,3 0,344 3,0	11,9 0,379 3,2
Eisenschaff.Industrie (einschl.Gießereien, Zieh-u.Kaltwalzwerke)	12,5 0,349 2,8	14,0 0,391 2,8	18,3 0,470 2,6	20,8 0,529 2,5	21,7 0,586 2,7	20,3 0,610 3,0	21,4 0,667 3,1	27,6 0,841 3,0	27,5 0,870 3,2	26,0 0,869 3,3	24,5* 0,889 3,6	28,7 1,004 3,5	29,7 1,094 3,7
NE-Metalle (einschl. Gießereien)	2,7 0,215 8,0	3,3 0,248 7,5	4,0 0,261 6,5	4,3 0,268 6,2	3,9 0,283 7,2	3,8 0,274 7,2	4,3 0,303 7,0	5,3 0,331 6,2	5,3 0,348 6,6	5,1 0,342 6,7	5,1* 0,380 7,4	6,4 0,404 6,3	7,3 0,442 6,0
Chemie	10,1 0,679 6,7	11,6 0,769 6,6	13,2 0,849 6,4	14,6 0,947 6,5	16,4 1,078 6,6	17,3 1,137 6,6	19,8 1,238 6,3	22,4 1,385 6,2	23,5 1,455 6,2	25,0 1,491 6,0	27,0* 1,589 5,9	30,8 1,719 5,6	33,7 1,893 5,6
Mineralölverarbeitung	2,0 0,094 4,7	2,6 0,098 3,8	3,1 0,104 3,4	3,4 0,124 3,6	3,7 0,135 3,6	4,4 0,144 3,3	6,3 0,165 2,6	7,8 0,179 2,3	8,8 0,195 2,2	10,0 0,205 2,1	11,1* 0,217 2,0	11,4 0,229 2,0	12,5 0,259 2,1
Holz,Zellstoff,Papier	1,8 0,128 7,1	2,0 0,143 7,1	2,3 0,157 6,8	2,4 0,176 7,3	3,3 0,195 5,9	3,3 0,212 6,4	3,4 0,227 6,7	3,7 0,248 6,7	3,8 0,257 6,8	3,8 0,260 6,8	3,8* 0,271 7,1	4,1 0,290 7,1	4,2 0,308 7,3
Maschinenbau	10,6 0,074 0,7	12,1 0,085 0,7	15,0 0,098 0,7	16,8 0,111 0,7	18,2 0,115 0,6	19,0 0,123 0,6	20,4 0,124 0,6	24,5 0,145 0,6	28,5 0,160 0,6	30,7 0,164 0,5	31,2* 0,170 0,5	35,0 0,182 0,5	38,6 0,210 0,5
Fahrzeugbau(einschl. Luftfahrzeugbau)	5,6 0,047 0,8	6,6 0,052 0,8	8,5 0,065 0,8	9,4 0,078 0,8	10,1 0,094 0,9	11,7 0,102 0,9	13,9 0,124 0,9	16,6 0,158 1,0	19,0 0,181 1,0	21,3 0,212 1,0	23,5* 0,231 1,0	26,2 0,256 1,0	27,6 0,294 1,0
Elektrotechnik	6,3 0,048 0,7	7,9 0,059 0,7	10,2 0,071 0,7	11,7 0,078 0,7	13,1 0,088 0,7	14,6 0,096 0,7	16,4 0,110 0,7	19,4 0,124 0,6	21,5 0,139 0,6	23,1 0,144 0,6	24,3* 0,163 0,6	28,5 0,175 0,6	31,6 0,196 0,6
Verbrauchsgüter	27,1 0,215 0,8	29,1 0,235 0,8	32,7 0,261 0,8	36,3 0,287 0,8	39,0 0,310 0,8	38,7 0,322 0,8	41,5 0,351 0,8	46,8 0,400 0,8	50,5 0,425 0,8	54,4 0,438 0,8	56,0* 0,462 0,8	63,7 0,492 0,8	69,7 0,554 0,8
Nahrung u.Genußmittel	20,7 0,101 0,5	22,3 0,104 0,5	24,5 0,111 0,5	28,0 0,124 0,4	30,1 0,142 0,5	31,5 0,151 0,5	33,2 0,158 0,5	34,8 0,165 0,5	37,3 0,174 0,5	40,4 0,185 0,5	42,3* 0,204 0,5	49,5 0,216 0,4	53,4 0,238 0,4
	ohne Saarland, ohne West-Berlin							ohne West-Berlin					

* geschätzt

Quelle für den Umsatz: 87

Tab.10

Auswirkungen von Energiepreisänderungen auf die Produktpreise in ausgewählten Industriezweigen

	Anteil am Brutto-Produktionswert von		Verhalten I Erhöhung der Produktpreis bei einer Preissteigerung von 100 % bei		Verhalten II	
	Strom (%)	Energie-ges. (%)	Strom (%)	Energie-ges. (%)	Strom (%)	Energie-ges. (%)
Steine und Erden	2,9	10,3	4,6	13,8	6,2	18,6
Eisen und Stahl	1,5	5,9	6,0	19,2	7,0	22,2
NE-Metalle	3,6	5,4	7,4	11,8	11,2	18,2
Chemie	5,9	12,0	10,2	20,6	11,8	23,6
Mineralölverarbeitung	2,1	37,5	7,0	100,0	6,6	100,0
Zellstoff-Papier	4,9	8,5	9,6	16,8	10,8	19,6
Maschinenbau	0,6	1,4	3,0	7,6	4,2	10,4
Fahrzeugbau	0,9	2,3	4,0	9,6	4,6	11,4
Elektrotechnik	0,7	1,7	3,2	6,8	4,4	9,6
Textil(Verbrauchsgüter)	0,8	2,0	3,6	7,4	4,8	10,4
Nahrung u. Genußmittel	0,5	1,6	2,4	6,2	4,4	11,4

Verhalten I: konstanter Anteil der indirekten Steuern; konstanter Gewinn

Verhalten II: konstanter Anteil von indirekten Steuern und Gewinn

Quelle: 47

Tab.11

Energiekostenanteil am Listenpreis von Walzstahlfertigerzeugnissen

	Thomasstahl		Oxygen-Stahl		SM-Stahl		Elektro-Stahl	
	Strom (%)	Energie-ges. (%)	Strom (%)	Energie-ges. (%)	Strom (%)	Energie-ges. (%)	Strom (%)	Energie-ges. (%)
Formstahl	4,5	23,9	4,6	19,9	3,0	14,1	12,1	15,1
Stabstahl schwer	4,3	22,8	4,4	19,1	2,8	13,5	11,6	14,5
mittel	5,5	27,1	5,5	22,7	3,8	16,7	13,1	17,7
fein	5,7	26,6	5,6	22,3	3,9	16,4	13,7	17,5
Walzdraht	6,2	27,2	6,1	22,7	4,5	16,9	12,5	17,9
Bandstahl	4,7	23,2	4,7	19,5	3,2	14,2	11,4	15,1
Grobblech	5,2	26,6	5,1	21,7	3,5	15,9	11,4	17,0
Feinblech	5,6	23,6	5,6	20,0	4,2	15,2	11,9	16,0

Der durchschnittliche, d.h. horizontal und vertikal gemittelte Anteil beträgt für Strom 5,5%, für Energie gesamt 19,5 %.

Quelle: 97

Tab.12

Auswirkungen von Preisänderungen der Sektoren Energie, Chemie, Eisen und Stahl auf die Produktpreise in ausgewählten Industriezweigen

	Verhalten I			Verhalten II		
	Erhöhung der Produktpreise bei einer Preissteigerung von 100 % bei					
	Chemie (%)	Eisen u.Stahl (%)	Energie (%)	Chemie (%)	Eisen u.Stahl (%)	Energie (%)
Steine und Erden	2,4	3,0	13,8	3,6	4,2	18,6
Eisen und Stahl	2,6	100,0	19,2	3,4	100,0	22,2
NE-Metalle	3,0	1,4	11,8	5,0	4,6	18,2
Chemie	100,0	3,8	20,6	100,0	4,6	23,6
Mineralölverarbeitung	6,8	4,4	100,0	6,6	4,2	100,0
Zellstoff, Papier	7,2	2,4	16,8	8,8	3,2	19,6
Maschinenbau	3,4	19,6	7,6	5,0	22,8	12,4
Fahrzeugbau	6,0	16,1	9,6	7,2	17,0	11,4
Elektrotechnik	4,8	6,0	6,8	6,4	7,6	9,6
Textil (Verbrauchsgüter)	13,2	1,4	7,4	16,4	2,4	10,4
Nahrungs-u.Genußmittel	4,6	2,0	6,2	9,4	4,0	11,4

Verhalten I: konstanter Anteil der indirekten Steuern; konstanter Gewinn

Verhalten II: konstanter Anteil von indirekten Steuern und Gewinn

Quelle: 47

Tab.13

Vergleich von direkten Energiekosten, Personalkosten, Kapitalkosten mit dem Umsatz in ausgewählten Industriezweigen für das Jahr 1960

	Umsatz Mrd.DM	Direkte Energiekosten		Personalkosten*)		Kapitalkosten**)	
		Mrd.DM	% vom Umsatz	Mrd.DM	% vom Umsatz	Mrd.DM	% vom Umsatz
Steine und Erden	7,5	0,8	11	1,7	23	0,7	9
Eisen und Stahl	27,7	2,8	10	4,4	16	2,2	8
NE-Metalle	4,8	0,4	8	0,6	12	0,3	6
Chemie(einschl.Kohlenwertstoff)	23,1	2,1	9	3,5	15		
Holzschliff, Zellstoff, Papier u.Pappe	3,7	0,4	11	0,7	19		
Maschinenbau	25,2	0,3	1	6,3	25	1,5	6
Fahrzeugbau	17,0	0,2	1	2,9	17	1,0	6
Elektrotechnik	20,7	0,2	1	5,0	24	1,1	5
Textil	16,6	0,3	2	3,2	19	1,0	6

*) Löhne und Gehälter

**) Summe aus Abschreibungen auf Sachanlagen und Zinsaufwand

Quelle: 37