

Staatliche Elektrizitätsversorgung.

Beilagen 1—4.

Berlin 1915.

B. 3e

47

B. 3e 47

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305893

Staatliche
Elektrizitätsversorgung.

Beilagen 1—4.

Beilage 1. Technisch-wirtschaftliche Untersuchungen.

- „ 2. Kosten einer nutzbar abgegebenen Kilowattstunde. 1913.
 - „ 3. Stromverbrauchsdichte im Deutschen Reich.
 - „ 4. Zusammenstellung der größten Elektrizitätswerke in Deutschland nach der Dettmarschen Statistik vom 1. April 1913.
-

Die staatliche Elektrizitätswirtschaft.

Technisch-wirtschaftliche Untersuchungen.

Berlin, im Dezember 1915.

Dr. Klingenberg.

III 34082



Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Wie kann der Staat aus der Elektrizitätswirtschaft Einnahmen erzielen?	1
A. Heutiger Zustand der Elektrizitätserzeugung	1
B. Soll der Staat außer der Erzeugung auch die Verteilung der elektrischen Arbeit übernehmen?	2
II. Technische Grundlagen	4
A. Baukosten der Werke	4
B. Brennstoffkosten und Betriebskosten	8
C. Fortleitungskosten des elektrischen Stromes	10
III. Welche Folgerungen für eine staatliche Elektrizitätswirtschaft ergeben sich aus I und II?	16
A. Zukünftiger Zustand der Elektrizitätserzeugung	16
B. Technische Maßnahmen	18
C. Organisatorische Maßnahmen	19
IV. Welche Einnahmen sind aus der staatlichen Elektrizitätswirtschaft zu erwarten?	20
V. Wie können weitere Einnahmequellen geschaffen werden?	28
A. Unmittelbare Besteuerung der Elektrizität	28
B. Mittelbare Besteuerung der Elektrizität	31
C. Wie groß ist der Gesamtertrag aus der staatlichen Elektrizitätswirtschaft und den vorgeschlagenen Steuern?	32
VI. Zusammenfassung	32
Anlage	35

I. Wie kann der Staat aus der Elektrizitätswirtschaft Einnahmen erzielen?

A. Heutiger Zustand der Elektrizitätserzeugung.

Die jetzige Elektrizitätsversorgung Deutschlands durch eine große Anzahl von Einzelwerken hat als rechtliche Grundlage die Verfügung über das Straßeneigentum, weil die Erlaubnis des Straßeneigentümers für die Verlegung der Leitungen nicht umgangen werden kann. Sofern der Straßeneigentümer nicht selbst die Verteilung und den Verkauf der Elektrizität übernahm, hat er in der Regel für die Benutzung der Straßen Abgaben erhoben, ohne daß der verlangten Entschädigung eine eigentliche Leistung gegenüberstand. Die Höhe der Entschädigung richtete sich nicht nach der Inanspruchnahme der Straßen, sondern nach der „Güte“ des Versorgungsgebietes.

Auf diese Weise haben die verschiedenen Straßeneigentümer gewissermaßen für sich gewirtschaftet und, je nachdem es ihnen im einzelnen Falle zweckmäßig erschien, an einen oder mehrere Wegebenutzungsrechte erteilt, wenn sie diese nicht selbst ausüben wollten. Die Grenzen der Versorgungsgebiete haben sich also nicht nach den Verbrauchsverhältnissen gerichtet, sie wurden vielmehr durch zufällige Rechtsverhältnisse bedingt. Die besten Verbrauchsgebiete waren die begehrtesten, ihre Versorgung wurde zuerst und häufig derart in Angriff genommen, daß die der weiteren Umgebung geradezu behindert wurde. Es entstand eine große Zahl von Werken mit verhältnismäßig kleiner Einzelleistung, weil sie nur für den örtlichen Verbrauch bemessen wurden.

Erst die Erkenntnis der durch weiteren Zusammenschluß erreichbaren Vorteile führte zur Überschreitung der ursprünglichen Konzessionsgrenzen, indem sich mehrere Wegeigentümer zu gemeinsamem Vorgehen zusammaten.

Aber auch diese Entwicklungsstufe schuf erst mittelgroße Werke, die heute nicht mehr als Großkraftwerke bezeichnet werden können. Außer den Berliner Elektrizitätswerken gibt es in Deutschland nur zwei wirkliche Großkraftwerke, die Oberschlesischen Elektrizitätswerke und das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk.

Alle anderen öffentlichen Werke können nur als mittlere oder kleine angesprochen werden, obgleich sich unter ihnen Werke mit recht beträchtlicher Leistung befinden, wie z. B. das Kommunale Elektrizitätswerk Mark, das Elektrizitätswerk Westfalen und einige städtische Elektrizitätswerke (Frankfurt, Dortmund, Hamburg usw.).

Einzelnen dieser Werke ist es gelungen, die ihren Bestrebungen entgegenstehenden rechtlichen Schwierigkeiten teilweise zu beseitigen und größere Absatzgebiete zu einheitlicher Stromversorgung zusammenzuziehen. Sie gingen dabei von der Erkenntnis aus, daß es vom wirtschaftlichen Standpunkt richtiger ist, die gesamte Erzeugung in Großkraftwerken zu vereinigen, obgleich die dadurch bedingten größeren Fortleitungskosten des elektrischen Stromes den Vorzug billigerer Erzeugung teilweise wieder ausgleichen. Es besteht natürlich ein Grenzwert, bei dem die beiden entgegengesetzten Wirkungen (auf der einen Seite Herabsetzung der Erzeugungskosten, auf der anderen Erhöhung der Fortleitungskosten) sich aufheben.

Wenn nun auch einige Werke ihren Einflußbereich wesentlich erweitern konnten, so darf man doch nicht übersehen, daß er trotzdem noch immer ein recht bescheidener ist. Gerade die unbeschränkte Möglichkeit, die der Ausdehnung und der zweckmäßigen Gestaltung der Versorgungsgebiete entgegenstehenden rechtlichen Schwierigkeiten zu beseitigen, ist die wesentlichste Grundlage für die Durchführung einer großzügigen Elektrizitätswirtschaft unter staatlicher Leitung. Der Staat allein ist imstande, sich für seine Zwecke, ebenso wie für die Eisenbahnen, die erforderlichen Wegerechte zu verschaffen.

B. Soll der Staat außer der Erzeugung auch die Verteilung der elektrischen Arbeit übernehmen?

Die erste Überlegung führt dann auf eine Monopolisierung der gesamten Erzeugung und Verteilung der elektrischen Arbeit dergestalt, daß der Staat zukünftige Werke selbst erbaut, vorhandene erwirbt und den gesamten Betrieb übernimmt.

So verlockend ein derartiger Vorschlag zunächst erscheinen mag, so begegnet er nach genauerer Prüfung doch einer Reihe schwerer Bedenken. Das staatliche Monopol auf Erzeugung und Einzelverkauf des elektrischen Stromes würde eine umfangreiche und feingegliederte Organisation verlangen, die leicht das Hauptfordernis eines erfolgreichen Betriebes der Elektrizität vermissen lassen könnte, nämlich die Beweglichkeit und schnelle Anpassungsfähigkeit an dauernd wechselnde Aufgaben. Ob es überhaupt möglich ist, eine derartige Wirtschaft von einer zentralen Stelle aus einheitlich zu leiten, scheint zum mindesten sehr fraglich.

Wenn auch zurzeit die Meinungen darüber geteilt sind, ob die Elektrizitätswerke besser im privaten oder im kommunalen bzw. staatlichen Betrieb zu führen sind, so sind sich doch alle Kreise darin einig, daß zur erfolgreichen Einführung der Elektrizität und zur schnellen Erweiterung ihres Absatzgebietes tunlichste Anpassung an die jeweiligen Verhältnisse unerläßliche Voraussetzung ist.

Die Erzeugungskosten der elektrischen Energie hängen, wie später noch ausführlich gezeigt werden wird, von vielen Faktoren ab, die sich dauernd ändern. Ihren Einfluß können nur Persönlichkeiten überblicken, die mit den örtlichen Verhältnissen wohl vertraut sind und über ausgiebige Erfahrung verfügen. Die Kosten einer Kilowattstunde sind kein gleichbleibender oder auch nur annähernd gleichbleibender Wert, sie ändern sich mit der Gegend, den industriellen Verhältnissen, der „Güte“ des Absatzgebietes und den Bahn- und Wasserverbindungen. Aber selbst für den gleichen Ort und dasselbe Werk werden sie wieder durch besondere Umstände beeinflusst.

Infolgedessen ist eine stark differenzierte Tarifbildung nicht nur zweckmäßig, sondern unbedingt nötig; ihre mehr oder weniger richtige Handhabung ist von grundlegendem Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes und auf die Erzeugungskosten des Stromes. Die Geschicklichkeit der verantwortlichen technischen Leiter und der mit dem Verkauf betrauten Beamten ist für eine gedeihliche Entwicklung der Werke ebenso wichtig, wie die technisch richtige Anlage des Werkes. So zweifellos das schnelle Wachsen des Elektrizitätsverbrauches in der heutigen wirtschaftlichen Entwicklung begründet ist, so sicher ist es auch, daß es durch geschickte Anwerbung beträchtlich gesteigert werden kann.

Die vielgestaltigen Aufgaben erfordern ein umfangreiches Personal mit viel Selbständigkeit und Unabhängigkeit. Seine Eingliederung in die normale Beamtenstellung stößt schon deshalb auf Schwierigkeiten, weil sich eine Beteiligung am Gewinn bzw. Umsatz nicht umgehen läßt.

Vom Staate würde die gleichmäßige Behandlung aller Stromverbraucher verlangt werden, was sich wiederum mit der wirtschaftlichen Entwicklung der

Werke nicht verträgt. Der staatliche Einzelverkauf hätte daher zweifellos dauernd öffentliche Angriffe zur Folge und würde die erspriessliche Arbeit der verantwortlichen Persönlichkeiten hindern. Diese Schwierigkeiten treten besonders klar hervor, wenn man berücksichtigt, zwischen wieviel einander widerstrebenden Interessen wirtschaftlicher und politischer Natur ein Ausgleich geschaffen werden muß.

Es darf ferner vorausgesetzt werden, daß der Staat es möglichst vermeiden sollte, in bestehende Rechte einzugreifen und gegebene Verhältnisse von Grund aus umzuändern. Hierüber dürfte in weitesten Kreisen Übereinstimmung herrschen.

Aber auch die Betrachtung des wirtschaftlichen Erfolges der Übernahme bestehender Werke durch den Staat zeigt, daß das Ergebnis nur wenig befriedigen würde.

Das gesamte Anlagekapital der Elektrizitätswerke im Jahre 1913 betrug 2,2 Milliarden Mark. Siegel hat in einer Abhandlung (Preußische Jahrbücher 1915, Heft III) gezeigt, daß bei Annahme von 5 v. H. Verzinsung und 3,5 v. H. für Abschreibung und Tilgung der heutige Reiniüberschuß 147 Millionen Mark beträgt, und daß der Staat zur Erzielung desselben Reiniüberschusses ein Kapital von rd. 2,9 Milliarden Mark anlegen müßte. Hierbei würde sich im günstigsten Falle ein jährlicher Reingewinn von 37 Millionen Mark ergeben, falls man unter Berücksichtigung der voraussichtlich unbegrenzten Dauer des Monopols sich mit einer Abschreibung von nur 2 v. H., d. h. etwa der Hälfte des bisherigen Betrages, begnügen würde, ein Satz, der aber für eine geordnete Wirtschaft zu niedrig wäre. Dabei darf nicht vergessen werden, daß der Staat eine große Anzahl veralteter Werke übernehmen müßte, die heutigen Ansprüchen nicht genügen und in die erhebliche weitere Summen hineingesteckt werden müßten.

Da sich ferner der Wettbewerb der eigenen Anlagen (Fabriken und dergl.) nicht ausschalten läßt, und diese größtenteils billigeren Strom erzeugen können als die Mehrzahl der älteren Werke, so entfielen eines der Haupterfordernisse für die Vergrößerung des Stromabsatzes und die Verbilligung der Elektrizität, nämlich der Anschluß der Industrie an die öffentlichen Elektrizitätswerke. Dieser Anschluß würde weiter erschwert, weil gerade die Industrie mit Rücksicht auf die Art ihrer Erzeugnisse hinsichtlich der Tarifbemessung ein besonders entgegenkommendes Eingehen auf ihre Bedürfnisse und Wünsche verlangt. Das ist aber von der staatlichen Verwaltung nicht zu erwarten.

Diese Schwierigkeiten werden vermieden, wenn der Staat auf den Einzelverkauf verzichtet, sich auf die Erzeugung des elektrischen Stromes beschränkt und seine Verteilung nur soweit übernimmt, als es in Verbindung mit der Erzeugung nötig ist.

Die Verteilung und der Einzelverkauf der elektrischen Energie bleibt dann Sache derjenigen, die sie bisher besorgt haben: der Gemeinden und der Gesellschaften. Ein Eingriff in bestehende Rechte wird vermieden oder auf ein Mindestmaß beschränkt; bestehende mit den örtlichen Verhältnissen vertraute Organisationen bleiben erhalten; die Gefahr, daß Anwerbung und Propaganda nachlassen und daß der kaufmännische Geist infolge bürokratischen Betriebes leiden könnte, wird beseitigt; die Festlegung großer Kapitalien mit verhältnismäßig kleinen Erträgen in teilweise völlig veralteten Werken entfällt und zwischen den Staat und die Einzelabnehmer mit ihren vielfältigen Interessen und Sonderwünschen tritt eine selbständige, in ihren Entschlüssen und Handlungen unabhängige Stelle, was mit Rücksicht auf die Empfindlichkeit des ganzen Problems nur erwünscht ist.

Selbstverständlich wird auch der stromerzeugende Staat feste Tarife für die einzelnen Werke einführen müssen. Sie können jedoch viel einfacher sein und einheitlicher gehandhabt werden als die für den Einzelverkauf erforderlichen.

Die Zusammenfassung der gesamten Stromerzeugung in wenige staatliche Kraftwerke bringt endlich, wie noch gezeigt werden wird, gegenüber der heutigen Art der Erzeugung weitere wirtschaftliche Vorteile, deren geschickte Ausnutzung

mit dazu beitragen dürfte, etwaige Widerstände und Vorurteile, wie sie jeder Neuerung entgegentreten, abzuschwächen oder zu beseitigen.

Bedenken, die sich in der Richtung erheben könnten, daß die bisherigen Verkäufer der elektrischen Arbeit nach der oben skizzierten Neuordnung der Verhältnisse den Stromabnehmern gegenüber zu selbständig werden würden, sind schon deshalb hinfällig, weil die Neuordnung an dem bisherigen Verhältnis zwischen Stromverkäufer und Abnehmer grundsätzlich nichts ändert; außerdem könnte sich der Staat einen gewissen Einfluß auf die Strompreise vorbehalten.

II. Technische Grundlagen.

Um die Beurteilung einer Reihe von Größen, die auf die wirtschaftliche Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie von maßgebendem Einfluß sind, zu erleichtern, empfiehlt sich die Einführung einiger Begriffe, die eine rasche Übersicht über ihre Wirkung auf die Stromkosten gestatten. Ihre Bedeutung ist in der Anlage erläutert.

Mit Hilfe der in der Anlage entwickelten Gleichungen läßt sich der Einfluß verschiedener Größen auf die Stromkosten überblicken, ohne daß es nötig wäre, sich auf bestimmte Belastungskurven festzulegen.

A. Baukosten der Werke.

Die Baukosten von Elektrizitätswerken mit Dampfkraft sind für verschiedene Gegenden Deutschlands praktisch die gleichen. Für die Maschinenausrüstung trifft dies ohne weiteres zu, aber auch die Kosten der Hochbauten, die dem Werte nach größtenteils aus Eisenkonstruktionen bestehen, sind nahezu unabhängig von der Gegend, in welcher der Bau erstellt wird.

In ein und derselben Gegend können dagegen die Kosten der Wasserversorgung die gesamten Baukosten stark beeinflussen; es wird sich jedoch meist ermöglichen lassen, die Baustelle derart zu wählen, daß teure aus dem üblichen Rahmen herausfallende Kunstbauten vermieden werden; dasselbe gilt von den für die Kohlenzufuhr erforderlichen Anlagen, so daß man ohne merklichen Fehler die Gesamtkosten des Werkes überall als gleich annehmen darf.

Die mittleren Baukosten ohne Grundstückskauf für ein ausgebautes Kilowatt betragen unter günstigen Verhältnissen bei kleineren Werken mit Maschineneinheiten von 1000 KW etwa 300 Mark, bei mittleren Werken mit Einheiten von rd. 3000 bis 5000 KW etwa 200 Mark und bei sehr großen Werken mit Turbinen von 15 000 bis 20 000 KW und günstiger Lage etwa 150 Mark; sie nehmen also mit zunehmender Leistung des Werkes stark ab. Erst von einer Zentralleistung von rd. 80 000 bis 100 000 KW an sind kaum noch Ersparnisse zu erzielen; es wird daher aus anderen Gründen häufig besser sein, diese Leistung nicht zu überschreiten und dafür lieber zwei getrennte Werke zu errichten.

Da man in der Wahl des Bauorts häufig keine freie Hand hat, muß für Grundstückskauf, für Schwierigkeiten in der Wasserversorgung (Rückführung) und der Kohlenzufuhr ein angemessener Zuschlag gemacht werden, der bei den Baukosten von 150 Mark für sehr große Werke mehr ins Gewicht fällt, als bei den für mittlere und kleine Werke angegebenen, da diese ohnehin reichlicher angesetzt wurden. Es wird daher zu den obigen Baukosten gleichmäßig ein Betrag von 30 Mark/KW zugeschlagen.

Die großen Werke sind aber nicht nur wegen der geringeren spezifischen Baukosten überlegen, sondern auch durch ihren Wärmeverbrauch, der denjenigen kleinerer Werke beträchtlich unterschreitet. Endlich nehmen die Kosten für Verwaltung, Bedienung, Kleinstoffe usw. mit steigender Zentralenleistung merkbar ab.

In Abb. 1 sind die Betriebskosten für 1 KWSt für ein sehr großes, ein mittleres und ein kleines Werk in Abhängigkeit vom Ausnutzungsfaktor dargestellt, unter Annahme folgender Grundlagen und unter Berücksichtigung der in solchen Werken zurzeit erreichbaren Wärmeausnutzung.

	Werk			
	I	I	II	III
	Mindestwerte	Durchschnittswerte		
Leistung einer Turbine . . . KW	15 000 bis 20 000	15 000 bis 20 000	5000	1000
Anlagekosten für 1 KW . . . M.	150	180	230	330
Brennstoffkosten f. 10 000 WE Pf.	2,25	2,25	2,25	2,25
Betriebszeitfaktor f	$\frac{1+n}{2}$	$\frac{1+n}{2}$	$\frac{1+n}{2}$	$\frac{1+n}{2}$

Art des Brennstoffes: Steinkohle.

Da zunächst der Einfluß der Größe eines Kraftwerkes auf die Betriebskosten möglichst klar gezeigt werden soll, wurden in die obigen Anlagekosten die Kosten für die Transformatoranlage nicht aufgenommen, weil sie je nach den örtlichen Verhältnissen selbst bei gleicher Kraftwerksleistung große Unterschiede aufweisen können. Die Kurven der Abb. 1 geben also die Betriebskosten für eine niederspannungsseitig gemessene KWSt an.

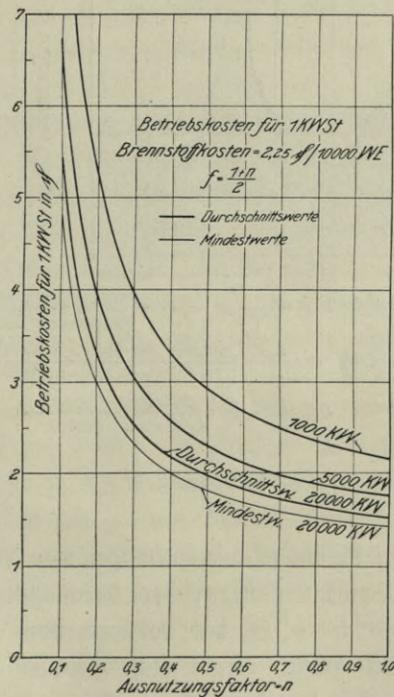


Abbildung 1.

Abb. 1 zeigt, wie stark bei gleichem Ausnutzungsfaktor die Betriebskosten für 1 KWSt durch die Größe des Kraftwerkes beeinflusst werden; nachstehend sind für $n = 0,2$ und $n = 0,4$ und für die drei untersuchten Fälle die erzielbaren Ersparnisse in tabellarischer Form zusammengestellt.

Durchschnittswerte	Kosten in Pf./KWSt			Verhältnismäßige Kosten in v. H. von Werk I		
	Werk					
	I	II	III	I	II	III
Ausnutzungsfaktor . . n	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Kosten für 1 KWSt Pf.	3,30	3,96	5,24	100	120	160
Ausnutzungsfaktor . . n	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Kosten für 1 KWSt Pf.	2,19	2,59	3,32	100	118	151

Unter sonst gleichen Verhältnissen und innerhalb der praktisch am häufigsten vorkommenden Ausnutzungsfaktoren arbeitet also ein sehr großes Kraftwerk gegenüber einem mittleren um rd. 20 v. H. und gegenüber einem kleinen um rd. 55 v. H. billiger. Hierbei sind unter „kleineren Werken“ noch immer Werke mit Maschinenätzen von 1000 KW verstanden. Nach der „Statistik der Elektrizitätswerke in Deutschland“, Jahrgang 1913, sind aber insgesamt rd. 1000 mit Dampf- oder Verbrennungsmaschinen ausgerüstete Werke vorhanden, die einschließlich Reserve eine kleinere Leistung als 2000 KW haben. Ihre Gesamtleistung beträgt rd. 190 000 KW, was eine durchschnittliche Leistung jedes Werkes von nur 190 KW ergibt. Bei derartig kleinen Werken übersteigen die verhältnismäßigen Betriebskosten diejenigen großer Werke um ein vielfaches.

Die kleineren Betriebskosten, die durch günstigere Anlagelkosten und bessere Wärmeausnutzung entstehen, erschöpfen jedoch die Überlegenheit der großen Werke noch nicht. In kleineren örtlichen Werken muß nämlich die ausgebaute Leistung die vorkommende Spitzenbelastung um einen bestimmten Betrag (Reserve) übersteigen. (Abb. 2.) Es ist also für mehrere örtliche Werke die

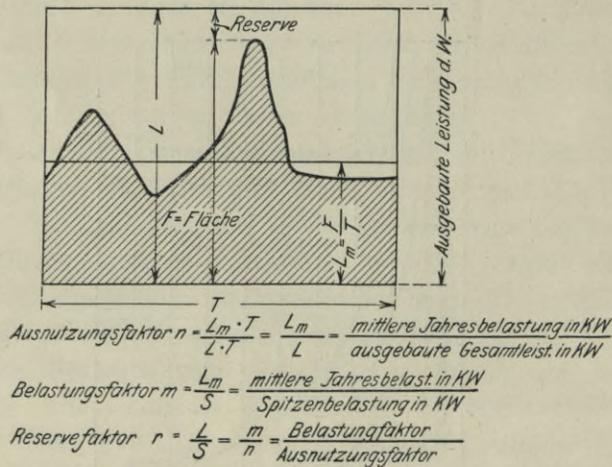


Abbildung 2.

Summe der ausgebauten Leistung um einen gewissen Betrag größer, als die Summe der einzelnen Spitzenleistungen; der durchschnittliche Betrag für Reserve dürfte etwa 25 bis 50 v. H. der vorkommenden Spitzenbelastung sein. Da die Spitzen in einem großen Bezirk nicht gleichzeitig auftreten, kann auch die Reserve in einem großen Kraftwerk kleiner sein, als in Einzelwerken. Der Gleichzeitigkeitsfaktor beträgt etwa 60 bis 80 v. H., d. h. ein großes Kraftwerk erzielt gegenüber mehreren kleinen eine Ersparnis an ausgebaute Leistung von mindestens 20 v. H. und eine dementsprechende Ersparnis an Anlagelkosten. Diese Betrachtung gilt zunächst nur für ein einzelnes großes Werk. Werden jedoch über einen großen Bezirk wenige, günstig gelegene Werke zweckmäßig verteilt und durch Hochspannungsleitungen miteinander verknüpft, so gelten dieselben

Erwägungen für das verkuppelte System gegenüber der großen Zahl von Kleinkraftwerken in erhöhtem Maße. Es ist dann übrigens von untergeordnetem Einfluß, wo die Reservemaschinen stehen, da selbst beträchtliche Leistungen mit mäßigen Verlusten auf weite Strecken übertragen werden können, zumal bei Übertragung kurzer Spitzenbelastungen oder bei Aushilfe infolge von Maschinendefekten unbeschadet der Wirtschaftlichkeit größere Leitungsverluste zugelassen werden dürfen. Da sich im Interesse guten Dampfverbrauches Einheiten unter rd. 3000 KW nicht empfehlen, ist man selbst bei mittleren Werken von 6000 bis 8000 KW gezwungen, eine verhältnismäßig große Maschinenleistung in Reserve zu halten. Bei einem System miteinander gekuppelter, großer Werke hat man in der Verteilung der Reserven auf die verschiedenen Werke nahezu freie Hand, es ist daher unschwer möglich, die Gesamtreserve dauernd auf dem erfahrungsgemäß zulässigen Mindestwert von etwa 20 bis 25 v. H. der Spitzenleistung zu halten. Daß sich hierdurch beträchtliche Ersparnisse gegenüber örtlichen Werken erzielen lassen, liegt auf der Hand.

Endlich aber kann man in dem System verkuppelter, sehr großer Werke einen gleichmäßigeren Charakter der Belastungskurve erzielen. Man wird etwa mit einem Ausnutzungsfaktor von 40 v. H. rechnen können gegen 30 v. H. bei großen, 20 v. H. bei mittleren und 15 v. H. bei kleinen Werken. Damit stellen sich die Kosten für eine KWSt folgendermaßen:

Durchschnittswerte	Kosten für 1 KWSt in			Verhältnismäßige Kosten		
	Pf.	Pf.	Pf.	v. H.	v. H.	v. H.
	Werk					
	I	II	III	I	II	III
Leistung einer Turbine . . . KW	15 000 bis 20 000	5000 bis 10 000	1000	15 000 bis 20 000	5000 bis 10 000	1000
Ausnutzungsfaktor des Werkes . . v. H.	40	30	20	40	30	20
Kosten für 1KWSt Pf.	2,19	3,05	6,50	100	139	297

Unter Berücksichtigung praktischer Verhältnisse erzeugt somit das Großkraftwerk den Strom um rd. 40 v. H. billiger als ein mittleres Werk und dreimal billiger als ein kleines.

Die Kurven der Abb. 1 beweisen überzeugend die überragende Bedeutung eines günstigen Ausnutzungsfaktors, dessen Herbeiführung die Grundbedingung jeder wirtschaftlichen Stromerzeugung ist und selbst erhebliche Unterschiede der Brennstoffkosten ausgleicht. Es muß also im Interesse einer großzügigen Elektrizitätswirtschaft in erster Linie für Verbesserung der Belastungskurven gesorgt werden, um einen günstigen Ausnutzungsfaktor und damit niedrige Stromkosten zu erzielen. Dazu ist aber bei richtiger Anlage das System verkuppelter Großkraftwerke das erste und hervorragendste Mittel.

Die Hauptbelastung tritt in den Abendstunden etwa zwischen 4 und 7 Uhr auf, nach ihr richtet sich die Leistung des Werkes. Gelingt es, Stromverbraucher zu gewinnen, die sich verpflichten, ihren Bedarf ganz oder hauptsächlich in den Zeiten schwacher Belastung zu beziehen, so kann die Stromabgabe ohne Vergrößerung des Werkes und Erhöhung der Anlagekosten erheblich gesteigert werden.

Als Abnehmer, die hierzu in der Lage sind, kommen hauptsächlich Fabriken in Betracht. Anders verhält es sich mit Haushaltungen und ähnlichen Verbrauchern, die hauptsächlich während der Spitzenbelastung Strom entnehmen, deren Strompreise daher die anteiligen Kapitalkosten voll decken müssen. Hieraus erklärt es sich, worauf schon vorstehend hingewiesen wurde, daß verschiedene Tarife nicht nur zweckmäßig, sondern für ein wirtschaftliches Ergebnis unbedingt nötig sind.

B. Brennstoffkosten und Betriebskosten.

Die Personalkosten des Betriebes sind für verschiedene Gegenden ebenfalls annähernd gleich. Für die Zwecke nachstehender Berechnungen dürfen sie jedenfalls als gleich angenommen werden, weil geringe Mehrkosten an der einen Stelle durch Ersparnisse an der anderen ausgeglichen werden.

Während also die Anlagekosten, die Kosten für Verzinsung und Abschreibung, für Bedienung, Verwaltung, Schmier- und Putzmittel nur durch die Größe des Werkes bestimmt werden und nahezu unabhängig von der Belastung sind, nehmen die Brennstoffkosten mit steigender Stromabgabe zu. Sie stellen den veränderlichen Teil der Erzeugungskosten dar.

Im wesentlichen kommen für Deutschland folgende Kohlenarten in Betracht:

- a) Steinkohle mit einem Heizwert von rd. 6000 bis 7700 WE/kg. Hauptfällige Fundorte in Westfalen, in der Saargegend, im Deistergebiet, in Oberschlesien, bei Zwickau und bei Waldenburg.
- b) Hochwertige Braunkohle mit einem Heizwert von 3000 bis 4500 WE. (Hierzu gehören auch die Braunkohlenbriketts.)
- c) Minderwertige Braunkohle mit einem Heizwert von 1900 bis 2500 WE. Hauptfällige Fundorte bei Köln, Helmstedt, Bitterfeld, Senftenberg und Zittau.

Außer dem Heizwert der Kohle sind auf ihren Preis noch die Art der Sortierung, ihre mehr oder weniger große Verunreinigung durch Mineralien, ihr chemisches und physikalisches Verhalten in der Feuerung und etwaige Transportkosten von Einfluß. Bei Werken, die von den Gruben weit entfernt liegen, können die Transportkosten u. U. einen erheblichen Teil der gesamten Kohlenkosten ausmachen, ja zuweilen die eigentlichen Gewinnungskosten der Kohle übertreffen. Infolgedessen kommt für weiteren Bahntransport vorwiegend Kohle von hohem Heizwert in Betracht, während Rohbraunkohle entweder nur auf der Grube oder in ihrer unmittelbaren Nähe mit Vorteil verfeuert wird.

Die verschiedenen Kohlenarten lassen sich in Gruppen teilen, wenn man von den Kosten für 10 000 WE ausgeht. (Preise vom Jahre 1913.)

Kohlenorte	Preis von 1 t ab Zeche M.	Heizwert von 1 kg Kohle WE/kg	Preis für 10 000 WE Pf.
Westfälische Kohle	14,75	7500	1,97
Sächsishe Steinkohle	11,—	6000	1,83
Niederlausitzer Braunkohlenbriketts	8,—	4600	1,74
(Böhmische Braunkohlenbriketts)	7,70	4500	1,71
Oberschlesische Steinkohle	10,50	6500	1,62
(Böhmische Rohbraunkohle)	4,—	4000	1,—
(Falkenauer Rohbraunkohle)	3,50	3800	0,92
(Falkenauer Rohbraunkohle)	2,50	3000	0,83
Bitterfelder Rohbraunkohle	1,43	2050	0,70

Die Zusammenstellung gibt die Gruppierung nur in rohen Umrissen an. Immerhin dürfte ein Wärmepreis von 0,7 Pfennig für 10 000 WE, wie er bei Bitterfelder Braunkohle erreicht wird, nicht zu unterschreiten sein. Dagegen verfeuert die OEW eine Steinkohle von 6000 WE Heizwert bei einem Preis von rd. 5,50 Mark, was einen Wärmepreis von nur 0,91 Pfennig gibt, also weit niedriger ist, als die in obiger Tafel für Steinkohle enthaltenen Preise.

Nach oben hin können die Wärmepreise durch den Transport erheblich steigen und Werte bis etwa 3,0 Pfennig annehmen.

Die billigsten Wärmepreise bestehen auf Braunkohlenfeldern. Das Beispiel der OEW zeigt indes, daß sich bei Verfeuerung von Abfallkohlen auch mit Steinkohle sehr niedrige Wärmepreise erzielen lassen. Wenn es auch nicht möglich sein wird, in Zukunft die Erzeugung der in der Nähe von Steinkohlen-gruben errichteten Werke ausschließlich aus Abfallkohlen zu decken, die nur in beschränkten und dem Wert nicht stets gleichmäßig zufließenden Mengen zur Verfügung stehen, so zeigt sich hier doch insofern ein bedeutsamer Weg, als man häufig derartige Werke so bauen und ihren Betrieb derart wird führen können, daß der konstante Teil ihrer Belastung mit Abfallkohlen bestritten wird, während der veränderliche Teil durch die stets zur Verfügung stehende gute, aber auch teurere Kohle gedeckt wird.

Untersucht man den Einfluß verschiedener Kohlenarten auf die Erzeugungskosten, so muß neben dem Wärmepreis berücksichtigt werden, daß eine Kohle von hohem Heizwert im allgemeinen mit besserem Wirkungsgrad verfeuert wird als eine minderwertige.

Endlich werden die Anlagekosten der Werke für minderwertige Kohle höher, weil die Kesselanlage, die Kohlentransportvorrichtungen, die Rohrleitungen (auch die Bedienungskosten) teurer werden. Auf Braunkohlengruben ist Flußwasser in ausreichender Menge selten vorhanden, man braucht deshalb Rückkühlanlagen, die etwa 12 bis 15 Mark für ein ausgebautes KW kosten.

Die hiernach für verschiedene Kohlenarten in Abhängigkeit vom Aus-nutzungsfaktor durchgeführte Berechnung der Erzeugungskosten berücksichtigt den Wirkungsgrad der Verteuerung von guter Steinkohle mit 80 v. H., den von schlechter Braunkohle mit 76 v. H. Die Anlagekosten für 1 KW ausgebaute Leistung, ohne die Kosten für die Transformatoranlage, wurden für hochwertige Steinkohle mit 170 Mark, für minderwertige Braunkohle mit 190 Mark eingesetzt, die mittleren Baukosten betragen also 180 Mark/KW.

Sie enthalten (siehe Seite 5) einen angemessenen Betrag für Grunderwerb, für Schwierigkeiten in der Wasserversorgung (Rückkühlung) und der Kohlenzufuhr sowie für „Unvorhergesehenes“ und können unter Zugrundelegen von Friedenspreisen als durchschnittliche Baukosten für Großkraftwerke, wie sie für eine groß-zügige Elektrizitätsversorgung Deutschlands in Frage kommen, angesehen werden.

Bei mittleren Kohlen wurden entsprechende Zwischenwerte gewählt. Das-selbe gilt für Gehälter, Löhne, Steuern und dergl. Für Abschreibung und Ver-zinsung wurden 12 v. H. der Anlagekosten, für Reparaturen 1,5 v. H. der Anlagekosten eingesetzt.

Die errechneten Werte sind in Abb. 3 für verschiedene Wärmepreise und einen Betriebszeitfaktor $f = \frac{1+n}{2}$ eingetragen. Die Kurven stellen also die gesamten Erzeugungskosten einer niederspannungsseitig gemessenen KWSt dar.

Um den Einfluß der höheren Anlagekosten der Werke und des kleineren Wirkungsgrades der Kessel bei schlechter Kohle zu erkennen, wurden zwei Gruppen von Kurven (Steinkohle und Braunkohle) unterschieden, die bei dem ungefähren Grenzwert zwischen den beiden Kohlenarten (siehe die Zusammenstellung der ver-schiedenen Kohlenarten) von 1,5 Pfennig/10 000 WE sich nicht decken und zeigen, wie groß im „Grenzgebiet“ der Einfluß der höheren Anlagekosten usw. von Braunkohle gegenüber Steinkohle mit dem gleichen Wärmepreis etwa ist. Aus Abb. 3 geht hervor, daß die Brennstoffkosten nicht von so entscheidendem Einfluß sind, wie man anzunehmen leicht geneigt ist. Dagegen erkennt man auch hier wieder die starke Wirkung des Ausnutzungsfaktors, die sich zumal bei niedrigen Werten sehr ausprägt. Ein Werk arbeitet mit einem Wärmepreis von 2,5 Pfennig und einem Ausnutzungsfaktor von 30 v. H. ebenso günstig, wie ein anderes mit 20 v. H. Ausnutzungsfaktor und 1,5 Pfennig Wärmepreis (Punkte aa).

Selbst ein Unterschied in den Brennstoffkosten von 1 Pfennig läßt sich durch günstigere Belastung somit leicht ausgleichen.

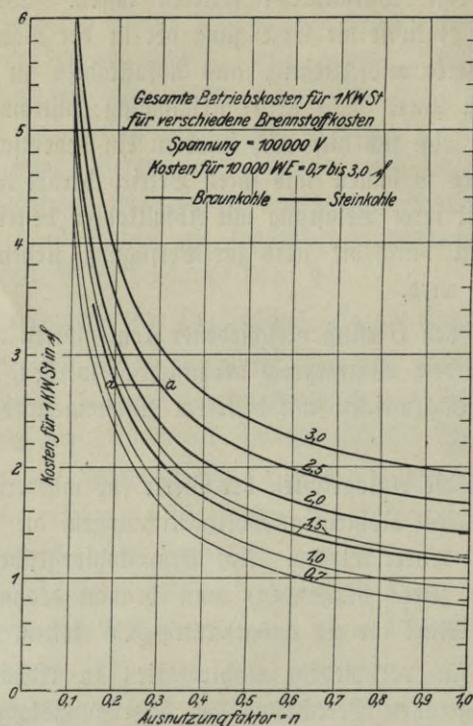


Abbildung 3.

In den Vergleichen der Erzeugungskosten von Werken annähernd gleicher Größe, die sich in der einschlägigen Literatur häufig finden, wird die Ursache der beträchtlichen Unterschiede oft nicht richtig erkannt und auf Gründe zurückgeführt, die tatsächlich von untergeordnetem Einfluß sind. Die Bedeutung der Wirtschaftlichkeit von Kesseln und Maschinen wird dabei vielfach überschätzt und nicht selten als Hauptursache der Unterschiede in den Erzeugungskosten angesehen.

Wenn man auch nicht verkennen wird, daß Berechnungen und Betrachtungen wie die vorliegenden mit Unsicherheiten und gewissen willkürlichen Annahmen behaftet sind, daß ihnen daher unbedingte Zuverlässigkeit nicht beizumessen ist, so haben die obigen Ausführungen immerhin klar die für eine wirtschaftliche Stromerzeugung einzuschlagenden Wege gekennzeichnet, nämlich

1. Errichtung von großen Werken mit Einheiten von 15 000 bis 20 000 KW (dadurch geringe Anlagekosten und höchste Wirtschaftlichkeit).
2. Verkuppelung dieser Werke miteinander (dadurch geringe Reserven und deshalb weitere Verminderung der Anlagekosten, Ausgleich der örtlichen Spitzen und günstiger Ausnutzungsfaktor).
3. Zweckmäßige Organisation und einheitliche Leitung der gesamten Elektrizitätserzeugung (dadurch günstige Belastungskurven, hoher Ausnutzungsfaktor, Ersparnis an Anlagekosten).
4. Wenn möglich Errichtung der Werke auf oder in der Nähe von Gruben (dadurch billige Brennstoffkosten).

C. Fortleitungskosten des elektrischen Stromes.

Die Fortleitungskosten des Stromes auf große Entfernungen hängen zunächst wesentlich von der Wahl der sogenannten „wirtschaftlichen“ Spannung ab. Die betreffenden Berechnungen sind wiederholt an anderer Stelle veröffentlicht. (Bau großer Elektrizitätswerke, Band I, S. 57.) Hierbei hat sich gezeigt, daß eine Spannung von 100 000 Volt aus technischen und geldlichen Gründen für die hier

vorliegende Hochspannungsverteilung als wirtschaftlichste Spannung angesprochen werden kann, so daß diese Tatsache als richtig unterstellt werden soll.

Geht man von dieser Spannung aus, so hängen die Kosten für die Freileitungen lediglich von der konstruktiven Bemessung der Einzelteile ab, die wiederum wesentlich von der Spannweite zwischen den Gestängen beeinflusst wird.

Auch diese Rechnungen sind bereits durchgeführt worden, wobei sich für eine 100 000 Voltleitung 200 bis 240 m als günstigster Wert ergab. (Bau großer Elektrizitätswerke, Band II, S. 97.)

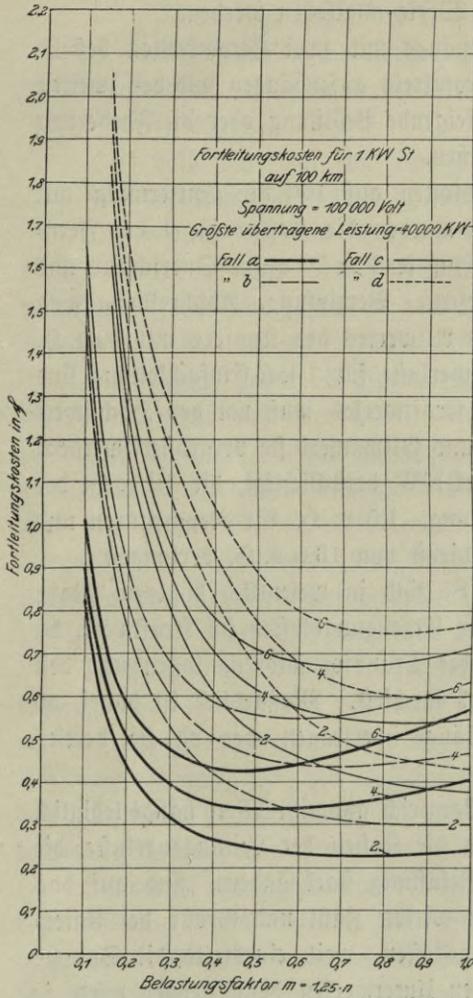


Abbildung 4.

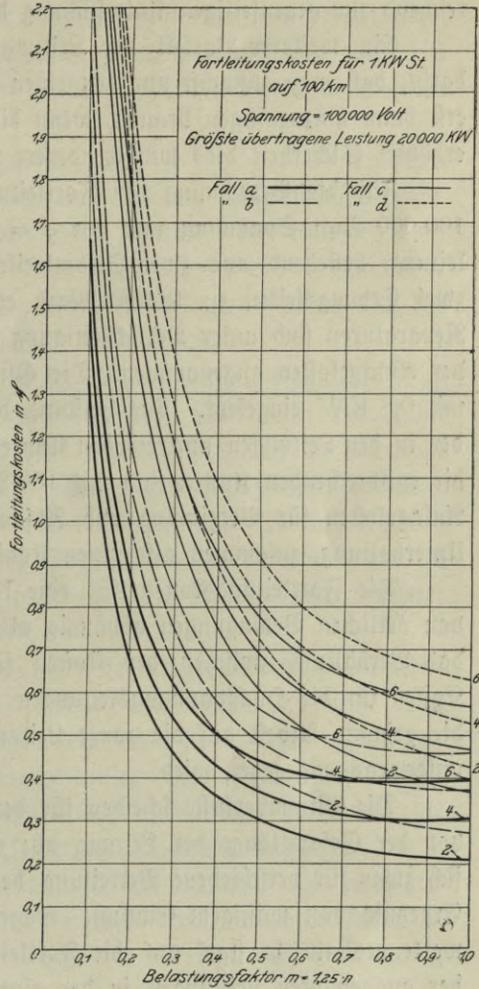


Abbildung 5.

Aus praktischen Gründen und im Interesse einer leichten und sicheren Zugänglichkeit ist es unzumutbar, ein Gestänge mit mehr als zwei Stromkreisen zu belasten, andererseits ist ein einzelner Stromkreis auf einem Leitungsgestänge für die Übertragung großer Energiemengen zu teuer, so daß für die konstruktive Ausbildung der Leitungsgestänge gleichfalls eine Norm vorliegt, nämlich ein Leitungsgestänge mit je einem Stromkreis rechts und links vom Mast und mit zwei Erdungsseilen, im ganzen also mit acht Leitungen.

Nachdem die wirtschaftliche Spannweite und die Konstruktion des Leitungsgestänges festgelegt sind, beschränkt sich jetzt die Frage, auf welche Weise die elektrische Energie am wirtschaftlichsten fortzuleiten ist, lediglich auf die Ermittlung des günstigsten Leitungsquerschnittes.

Berechnungen zeigen, daß nur 70 qmm oder 95 qmm in Frage kommen. Der Einfluß des Unterschiedes in den Leitungsverlusten für 70 qmm und 95 qmm auf die gesamten Übertragungskosten ist jedoch so gering, daß es für die Zwecke unserer Betrachtung genügt, die Berechnung für einen der beiden Querschnitte

durchzuführen. Selbstverständlich kann man mit 95 qmm eine größere Leistung übertragen, doch werden dann die Gestänge soviel schwerer, daß dieser Vorteil ausgeglichen wird. Die mit 95 qmm übertragbare Leistung wird nämlich so groß, daß derartige Leistungen lange Zeit hindurch nicht voll ausgenutzt werden können. Mit 70 qmm lassen sich bei 100 000 Volt 20 000 KW mit einem Stromkreis fortleiten, mit einem Leitungsgestänge also 40 000 KW.

Zur Falle der Beschädigung einer Leitung können immer noch 40 000 KW vorübergehend übertragen werden, wenn man die erhöhten Verluste in Kauf nimmt. Diese Leistung darf aber im allgemeinen bis auf weiteres als ausreichend zur gegenseitigen Unterstützung der Werke angesehen werden.

Ein weiterer Vorteil der Leitungsgestänge mit zwei Stromkreisen besteht darin, daß man zunächst nur den einen Stromkreis aufzuhängen und den zweiten erst dann hinzuzufügen braucht, wenn die steigende Belastung oder die Forderung erhöhter Sicherheit dies wünschenswert machen.

Für die Berechnung der Fortleitungskosten auf 100 km Entfernung mit 100 000 Volt Spannung und $\cos \varphi = 0,8$ wurden die Kosten für 1 km Fernleitung, bestehend aus zwei Stromkreisen von je 3×70 qmm Querschnitt und zwei Erdungsseilen zu 18 000 Mark eingesetzt. Verzinsung, Abschreibung und Reparaturen sind unter Berücksichtigung des Altwertes des Kupfers mit 10 v. H. der Anlagekosten angenommen. Die Glimmverluste für 1 km Einfachleitung sind mit 0,8 KW eingesetzt. Die Leistung des Kraftwerkes muß um den Höchstwert der in den Leitungen auftretenden Kupfer- und Glimmverluste vergrößert werden; die entsprechenden Kosten sind mit 180 Mark/KW berücksichtigt, die 12 v. H. der Anlagekosten für Verzinsung und Abschreibung, 1,5 v. H. für Reparaturen und Unterhaltung, zusammen also einen Kapitaldienst von 13,5 v. H. verlangen.

Die Fortleitungskosten für eine KWSt sind in wesentlich höherem Maße von örtlichen Bedingungen abhängig als die Erzeugungskosten im Kraftwerk, da das Verhältnis zwischen den Kosten für die Transformatoranlagen und den Kosten für die Hochspannungsleitungen stark wechselt. Maßgeblich ist dabei, ob die gesamte Arbeit auf die ganze Leitungslänge übertragen oder ob sie bereits unterwegs abgegeben wird.

Die Glimmverluste scheiden für den Vergleich aus, ihr Wert hängt lediglich von der Gesamtlänge der Leitung ab; auch die Kosten der Leitungsverluste, die sich zwar für verschiedene Verteilung der Belastung stark ändern, sind auf das Ergebnis von mäßigem Einfluß. Dagegen wirken Zahl und Größe der Unterwerke deshalb so stark auf die Fortleitungskosten, weil einestils die Summe der ausgebauten Leistungen in den einzelnen Unterwerken desto größer wird, je größer ihre Zahl ist, und weil andererseits die verhältnismäßigen Baukosten gleichfalls mit der Zahl der Unterwerke beträchtlich wachsen. Es ist nämlich wegen des Einflusses des Gleichzeitigkeitsfaktors und der Reserven die Einzelleistung des Unterwerkes um so größer anzusetzen, je mehr Unterwerke einzurichten sind. Ist nur ein Unterwerk am Ende der Leitung vorhanden, so hat dieses naturgemäß dieselbe Leistung wie das Hochspannungswerk am Anfang der Leitung. Sind aber z. B. zwei Unterwerke von annähernd gleicher Leistung vorhanden, so muß jedes bereits etwas größer als die Hälfte werden, weil jedes der örtlichen Spitze genügen muß. Werden drei Unterwerke eingerichtet, so gilt dies in verstärktem Maße usw.

Der Kapitaldienst und die Wartung der Unterwerke können deshalb die Fortleitungskosten erheblich beeinflussen. Um die Verhältnisse möglichst klar überblicken zu können, wurden die Fortleitungskosten für Übertragung einer Höchstleistung von je 20 000 KW und 40 000 KW auf 100 km und auf eine KWSt bezogen, auf folgende Weise ermittelt:

- a) Außer den Stromkosten der Leitungsverluste wurde lediglich der Kapitaldienst in Ansatz gebracht, der aus den Anlagekosten der

Leitungen und aus der zur Deckung der Leitungsverluste erforderlichen Kraftwerksvergrößerung entsteht.

- b) Zu den unter a) genannten Kosten wurde der Kapitaldienst für die Anlagekosten der beiden Transformatoranlagen im Kraftwerk selbst und am Ende der 100 km langen Leitung zugeschlagen.
- c) Wie unter b), aber unter der Annahme, daß die Hälfte der Leistung auf 50 km, der Rest auf 100 km übertragen wird. Die Glühverluste bleiben dieselben wie für b), die Kupferverluste werden kleiner. Da der Strom auf eine durchschnittliche Entfernung von 75 km ferneleitet wird, wurde bei der Ermittlung der Fortleitungskosten eine entsprechende Umrechnung vorgenommen, um auch hier ebenso wie für a) und b) die mittleren Fortleitungskosten angeben zu können.
- d) Wie unter c) mit dem Unterschied, daß je $\frac{1}{3}$ der übertragenen Leistung nach 33,3 km, 66,6 km und 100 km abgenommen wird.

Die Kosten für die Transformatoranlagen wurden im Fall b) mit 40 Mark/KW, im Falle c) mit 55 Mark/KW und im Falle d) mit 65 Mark/KW eingesetzt. In diesen Zahlen ist der Einfluß des Gleichzeitigkeitsfaktors und der Reserven auf die Größe der Unterwerke bereits berücksichtigt.

Man könnte gegen die Voraussetzungen im Fall c) und d) einwenden, daß die Leitung nicht auf ihrer ganzen Länge mit demselben Querschnitt ausgeführt zu werden braucht. In der Berechnung ist aber vorausgesetzt, daß die Leitungen gleichzeitig zum Belastungsausgleich und zur gegenseitigen Unterstützung mehrerer über ein großes Gebiet verteilter Kraftwerke im Falle von Maschinenschäden dienen sollen. Alle Werte sind zudem für Doppelleitungen berechnet, die im Interesse einer sicheren Stromversorgung selbst für die Übertragung mittlerer Leistungen als erforderlich angesehen wurden.

In Abb. 4 und 5 sind die Fortleitungskosten je für die übertragene Höchstleistung von 40 000 KW und von 20 000 KW eingetragen, abgestuft nach verschiedenen Strompreisen. Die Abbildungen zeigen die starke Abhängigkeit der Fortleitungskosten von den besonderen Verhältnissen der Fernleitungsanlage. Ein allgemein gültiger Wert für diese Kosten läßt sich daher selbst für eine bestimmte Größe der übertragenen Leistung nicht ohne weiteres angeben.

Immerhin gewähren die beiden Schaubilder, die zunächst nur unter der Voraussetzung gelten, daß sich sämtliche Transformatorwerke auf einer Leitungslänge von 100 km befinden, ein brauchbares Bild zur überschlägigen Beurteilung der Fortleitungskosten unter mittleren Verhältnissen, und zwar um so mehr, als die hohen Kosten der Transformatorwerke und andere Ursachen eine Abnahme kleiner Energiemengen sowieso verbieten.

Man erkennt auch hier wieder den starken Einfluß des Belastungsfaktors (und damit des Ausnutzungsfaktors). Für niedere Werte des Belastungsfaktors ist die Höhe der übertragenen Leistung von großem Einfluß, es wird sich daher bei kleinen Leistungen (10 000 KW und darunter) im allgemeinen empfehlen, nur einen Stromkreis aufzuhängen. Dies wird in vielen Fällen um so eher möglich sein, als die Versorgung ausgedehnter Gebiete zur Anlage von Ringleitungen führt, die hierfür ausreichende Sicherheit bieten.

Mit Hilfe vorliegender Unterlagen kann jetzt ein Bild der Abgrenzung der Versorgungsgebiete zweier mit verschiedenen Stromkosten arbeitender Werke erlangt werden. In Abb. 6 sind unter gewissen, vereinfachenden Voraussetzungen für zwei verschiedene Ausnutzungsfaktoren und für eine übertragene Höchstleistung von 20 000 KW die Grenzkurven zweier 150 km voneinander entfernter Werke eingezeichnet, deren eines 2 Pfennig für 10 000 WE bezahlt, während die Wärmekosten des anderen 3 Pfennig/10 000 WE betragen. Man sieht, daß die Grenzkurve mit steigendem Ausnutzungsfaktor näher an das teurer arbeitende Werk

heranrückt. Die Abgrenzung des Versorgungsgebietes nach der errechneten Linie wird sich jedoch aus vielen Gründen nicht immer erreichen lassen. Um überblicken zu können, wie sich die Stromkosten an einer bestimmten Stelle gegenüber dem erreichbaren niedrigsten Werte erhöhen, wenn der Strom von dem „nicht zuständigen“ Werk bezogen wird, sind deshalb in Abb. 6 noch Linien konstanter Strompreise für beide Werke eingetragen (Kreise um Werk I und Werk II als Mittelpunkte).

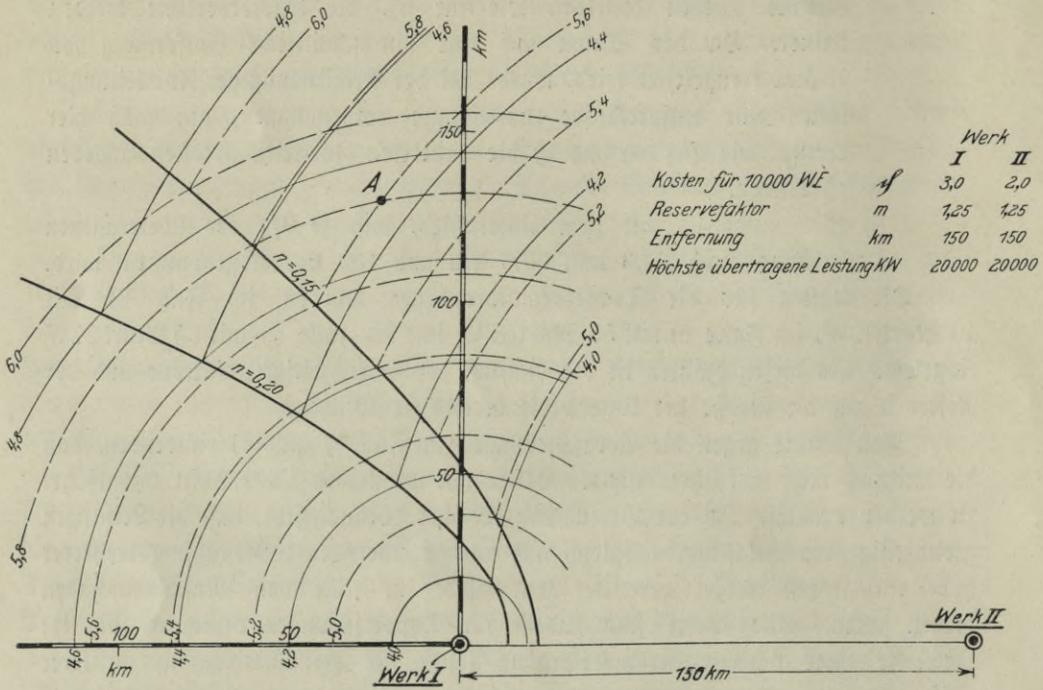


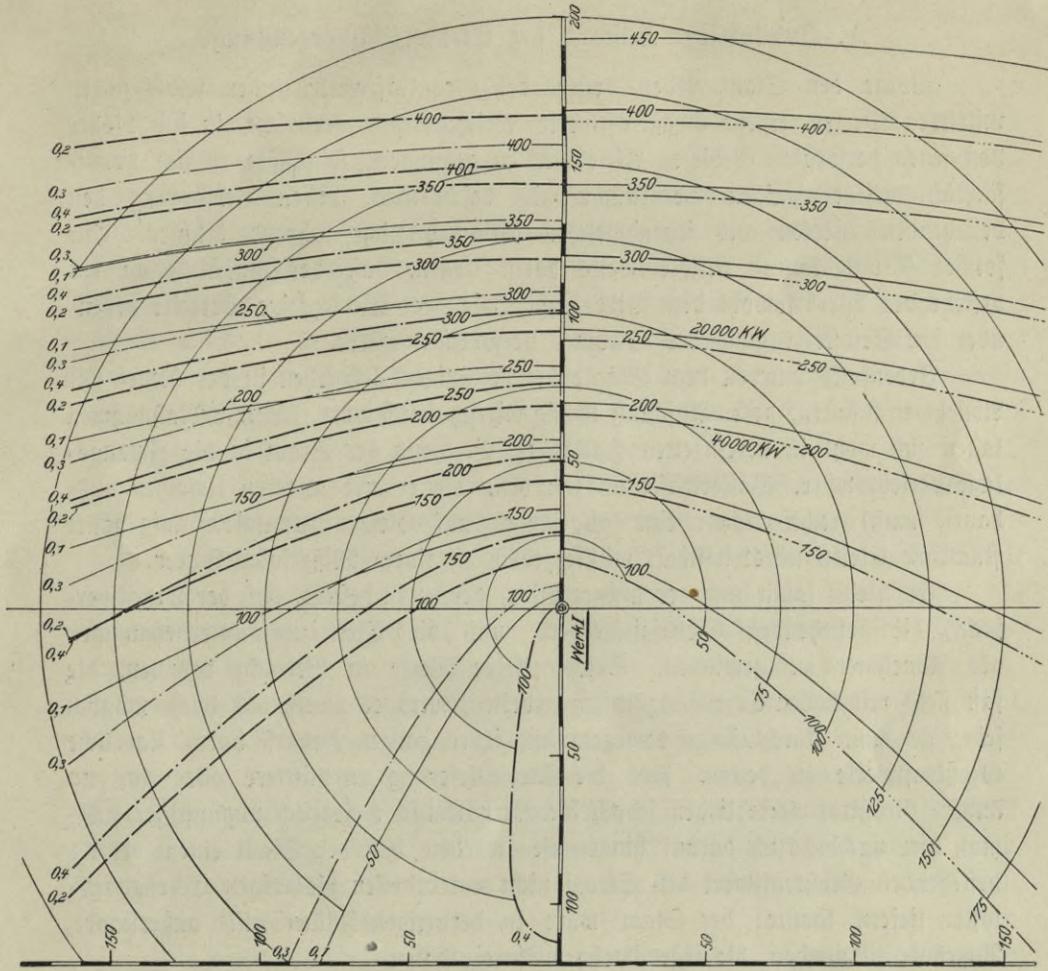
Abbildung 6.

Würde z. B. aus irgendeinem Grunde bei einem Ausnutzungsfaktor von $n = 0,15$ Punkt A von Werk I aus mit Strom versorgt werden, so würden die Kosten für 1 KWSt 5,8 Pfennig betragen, während sie bei Lieferung von Werk II aus sich auf nur 5,6 Pfennig belaufen hätten. Der Unterschied von 0,2 Pfennig ist mit Rücksicht darauf, daß Punkt A von der Grenzlinie 35 km entfernt ist, nicht erheblich und beweist die früheren Ausführungen, daß bei derartigen Berechnungen selbst eine merkbare Abweichung von dem errechneten Werte nach der einen oder anderen Seite auf das Endergebnis nur mäßigen Einfluß hat.

Um die gewonnene Erkenntnis zu vertiefen und auf eine breitere Grundlage zu stellen, wurden in Abb. 7 die Grenzkurven für verschiedene Entfernungen der Kraftwerke (100 bis 400 km) und für verschiedene Ausnutzungsfaktoren bei einem Wärmepreis von 2,5 Pfennig bzw. 2,0 Pfennig eingezeichnet. Je näher die Werke aneinander liegen und je größer der Ausnutzungsfaktor ist, um so kleiner wird das Versorgungsgebiet des mit höherem Wärmepreis arbeitenden Werkes. So liegt zum Beispiel für die in Abb. 7 angenommenen Wärmepreise der Schnittpunkt der Grenzkurve mit der Verbindungslinie beider Werke (Entfernung von 200 km) bei einem Ausnutzungsfaktor von $n = 0,40$ auf km 52, bei $n = 0,30$ auf km 57. Ein Unterschied von nur 0,5 Pfennig für 10000 WE = 20 v. H. der Wärmekosten rückt die Grenzlinie verhältnismäßig nahe an das teurer arbeitende Werk heran. Sollte jedoch z. B. entgegen der Annahme sich später ein Ausnutzungsfaktor von 0,3 einstellen, so würde dadurch die „Grenzkurve“ verhältnismäßig wenig verschoben. Der Fehler, den eine den Rechnungsgrundlagen nicht genau entsprechende Abgrenzung der Versorgungsgebiete verursachen würde, ist somit verhältnismäßig klein.

In der unteren Hälfte von Abb. 7 ist eine weitere Kurvenschar eingezeichnet für eine übertragene Leistung von 20000 KW und einen Wärmepreis von

2,5 Pfennig bzw. 1,5 Pfennig. Ein Vergleich mit den entsprechenden Kurven in der oberen Hälfte zeigt, daß die Grenzkurven um so näher an das teurer arbeitende Werk heranrücken, je größer der Unterschied in den Wärmekosten ist.



Größte übertragene Leistung = 20000 KW
 Übertragungsspannung = 100000 V
 Kosten für 10000 WE Wert I = 2,5 Pf
 " " " Wert II = 2,0 " "
 Ausnutzungsfaktor = n
 Belastungsfaktor = 4,25 · n

---	n = 0,70
---	n = 0,20
---	n = 0,30
---	n = 0,40

Kurve
 Größte übertragene Leistung
 Kosten für 10000 WE Wert I
 " " " Wert II
 Ausnutzungsfaktor
 Belastungsfaktor

---	20000	40000
---	2,5	2,5
---	1,5	2,0
---	0,70	0,70
---	0,25	0,25

Abbildung 7.

Endlich enthält die untere Hälfte der Abb. 7 noch eine zweite Kurvenschar für eine übertragene Leistung von 40 000 KW bei einem Wärmepreis von 2,5 Pfennig, die zeigt, daß je höher die größte übertragene Leistung ist, um so näher sich die Grenzkurven an das Werk mit dem teureren Wärmepreis heranschieben.

„Das Versorgungsgebiet des mit höheren Wärmekosten arbeitenden Werkes wird somit um so kleiner, je höher die größte übertragene Leistung, je größer der Ausnutzungsfaktor und je bedeutender der Unterschied der Wärmepreise ist.“

III. Welche Folgerungen für eine staatliche Elektrizitätswirtschaft ergeben sich aus Teil I und II?

A. Zukünftiger Zustand der Elektrizitätserzeugung.

Wollte der Staat neben bestehenden Großkraftwerken oder selbst neben mittleren Werken eigene Großkraftwerke errichten und versuchen, in den bisher von jenen versorgten Gebieten Abnehmer zu gewinnen, so müßte er sich hauptsächlich auf denjenigen Verbraucherkreis beschränken, dessen Versorgung den bestehenden Werken aus irgendwelchen Gründen nicht lohnend erschien. Ein solcher Grund könnte beispielsweise darin liegen, daß der Anschluß an ein bestehendes Werk sowohl dem Verbraucher wie dem Werke keine Vorteile gegenüber der Selbsterzeugung des Stromes versprechen würde.

Jedenfalls würden dem Staate bei derartigem Vorgehen in der Regel nur Abnehmer zufallen, deren Anschluß wenig wirtschaftlich wäre. Solche Maßnahmen lassen sich wohl in vereinzelten Fällen (z. B. wenn der Staat in die Zwangslage versetzt wäre, Wasserkraft auszunutzen, die er aus anderen Ursachen ausbauen muß) rechtfertigen; eine allgemeine auf diesem Gedanken aufgebaute staatliche Elektrizitätswirtschaft müßte jedoch zu einem Mißerfolge führen.

Es bleibt somit nur der andere Weg, der darin besteht, daß der Staat versucht, die bestehenden Elektrizitätswerke und die Elektrizitätsunternehmungen als Abnehmer zu gewinnen. Soweit kleine Werke in Betracht kommen, die fast stets mit hohen Erzeugungskosten arbeiten, wird es zweifellos leicht möglich sein, sie zum Anschluß zu bewegen und ihren ganzen Bedarf durch staatliche Großkraftwerke zu decken. Für die Stromlieferung an mittlere oder gar an andere Großkraftwerke liegen jedoch die Verhältnisse wesentlich ungünstiger. Es muß hier nachdrücklich darauf hingewiesen werden, daß der Staat einem bereits bestehenden Großkraftwerk den Strom nicht unter dessen bisherigen Erzeugungskosten liefern könnte; der Staat wäre in derartigen Fällen also außerstande, Angebote zu machen, die irgendwelchen Anreiz böten.

Solange also die Erzeugungsverhältnisse eines neuen staatlichen und eines bereits vorhandenen Großkraftwerkes annähernd dieselben sind, darf auf Erzielung wirtschaftlicher Vorteile durch den Bau staatlicher Großkraftwerke nicht gerechnet werden. Selbst gegenüber mittleren Werken hätten staatliche Großkraftwerke nur wenig Aussicht auf Erfolg, soweit es sich um die Lieferung für ihren derzeitigen Absatz handelt.

Vergleicht man allerdings die Selbstkosten des Stromes in einem Großkraftwerk (wobei eine angemessene Verzinsung des angewendeten Kapitals eingerechnet werden soll) mit den sich aus der Statistik ergebenden Erzeugungskosten bestehender mittlerer Werke, so ergibt sich zunächst in vielen Fällen eine zahlenmäßig große Überlegenheit des Großkraftwerkes. Die Folgerung, daß es deshalb dem staatlichen Werke möglich sein müsse, die bisherige Erzeugung auf sich überzuleiten, ist aber trotzdem falsch, weil die vorhandenen Werke auch nach Einstellung ihrer eigenen Erzeugung die Verzinsung und einen Teil der Abschreibungen der durch die staatliche Stromlieferung freierwerdenden Einrichtungen nach wie vor decken müssen; sie sparen also nur die Brennstoffkosten und einen Teil der Abschreibungen und Personalkosten.

Das staatliche Stromlieferungsangebot müßte daher, um annehmbar zu sein, die bisherigen Erzeugungskosten des bestehenden Werkes um die diesem nach Einstellung der eigenen Erzeugung noch verbleibenden Kosten unterschreiten. Derartige Strompreise dürften insbesondere gegenüber den größeren unter den bestehenden mittleren Werken kaum erreichbar sein.

Dagegen erscheint für den Staat die Lieferung des „Zuwachsverbrauches“ aussichtsreich, d. h. desjenigen Bedarfes, der über die derzeitige Leistungs-

fähigkeit der vorhandenen Werke hinaus bei steigender Entwicklung später noch hinzukommt.

Soweit es sich um die Stromerzeugung bestehender Elektrizitätswerke handelt, kann somit zunächst nur mit dem vollständigen Anschluß der kleineren und der Lieferung des Zuwachsverbrauches der mittleren und größeren Werke gerechnet werden.

Die bestehenden Werke werden jedoch für die Lieferung des Zuwachsverbrauches wiederum nur Preise zahlen können, die nicht höher sind, als ihre eigenen sein würden, wenn sie sich Maschinen und Einrichtungen neuester Bauart beschafften. Sie sind also gewissermaßen in ebenso günstiger Lage wie das staatliche Großkraftwerk, mit dem einzigen Unterschiede, daß dieses Maschinenätze größerer Einzelleistung aufstellen kann, als sie bei der Vergrößerung der alten Werke in Betracht kämen. Dagegen ist das staatliche Werk mit den Fortleitungskosten belastet, die diesen Vorteil verringern oder aufheben. Immerhin wird in der Regel eine Überlegenheit des staatlichen Werkes verbleiben, doch darf der erzielbare Gewinn nicht überschätzt werden.

Trotz dieser zunächst nur wenig verheißungsvoll erscheinenden Aussichten bleiben der staatlichen Elektrizitätsversorgung dennoch große Vorteile, die, wie schon vorstehend ausgeführt wurde, hauptsächlich in der Verkupplung der Werke miteinander bestehen. Den ersten Rang nimmt dabei die Verbesserung des Ausnutzungsfaktors ein, die sich umso stärker geltend machen wird, je verschiedenartiger der Charakter der Belastungskurven der Verbraucher ist. Bei der Verbindung zweier Belastungskurven, deren jede den Ausnutzungsfaktor 30 v. H. hat, entsteht nämlich nur dann eine gemeinsame Kurve mit gleichem Ausnutzungsfaktor, wenn die Spitzen beider Einzelkurven sich decken. Das ist jedoch glücklicherweise höchst selten der Fall. Durch das Zusammenschalten von Industrie- und Straßenbahnbelastung mit dem Stromverbrauch für Beleuchtung, Landwirtschaft und Kleingewerbe werden um so bessere Belastungsverhältnisse geschaffen, je inniger ihre Durchmischung ist.

Für einen besonderen Fall, nämlich für Großstädte, ist die Berechnung der erzielbaren Verbesserung schon einmal durchgeführt worden. (Bau großer Elektrizitätswerke, Bd. II, S. 127.) Hierbei hat sich z. B. ergeben, daß man durch Zusammenschalten von 25 v. H. Lichtstrom, 25 v. H. Kraftstrom und 50 v. H. Bahnstrom auf einen gemeinsamen Belastungsfaktor von 39,3 v. H. kommt, also sehr günstige Belastungsverhältnisse erreicht. Es ist dies u. a. deshalb bemerkenswert, weil man dadurch häufig nicht nur den Bahnstrom ebenso billig oder billiger erzeugen kann, als es in einem reinen Bahnkraftwerk der Fall wäre, sondern gleichzeitig auch die Erzeugungskosten des Lichtstromes beträchtlich ermäßigt.

Durch Verkupplung der Werke lassen sich endlich die Wasserkräfte wesentlich besser und wirtschaftlicher ausnutzen, als es bisher, solange sie nur den örtlichen Verbrauch deckten, der Fall war. Ein großes verkuppeltes Leitungsnetz stellt gleichsam einen sehr aufnahmefähigen Behälter dar, in den sich alle vorhandene Wasserkraft ergießen kann. Während früher das Wasser zu Zeiten kleinen Strombedarfes unausgenutzt wegfloß (Niederdruckwasserkräfte), falls es nicht in Stauweihern aufgespeichert werden konnte, läßt sich jetzt der letzte Wassertropfen in Arbeit verwandeln.

Zu diesen Vorteilen der Verkupplung treten die schon vorher geschilderten: Große Betriebssicherheit, beliebige Verteilung der Reserven auf die einzelnen Kraftwerke, die Möglichkeit, die gesamte ausgebaute Leistung des verkuppelten Systems gegenüber der von Einzelwerken erheblich herabzusetzen u. a. m., auf die hier nochmals hingewiesen sei.

Der Einfluß einer dieser Größen auf die Wirtschaftlichkeit ist im Einzelfalle vielleicht nicht besonders groß, zusammengefaßt machen sie aber soviel aus, daß dadurch die Überlegenheit des Systems klar hervortritt.

Auf zwei Punkte mehr nebensächlicher Natur, deren geldlicher Einfluß sich nicht ohne weiteres feststellen läßt, möge noch kurz aufmerksam gemacht werden. Infolge der beträchtlich kleineren Anlagekosten großer Werke gegenüber kleineren wird das gesamte Kapital nur einen Bruchteil derjenigen Summe ausmachen, die angelegt werden müßte, wenn der steigende Stromverbrauch weiter durch die heutige Art der Elektrizitätswirtschaft gedeckt werden würde. Ferner wird unser wichtigster Naturertrag, die Kohle, vollkommener ausgenutzt werden als heute. Beides muß, vom volkswirtschaftlichen Standpunkte betrachtet, als erwünscht bezeichnet werden.

Für die staatliche Elektrizitätswirtschaft kann endlich die Verbindung von Anlagen für Nebenproduktengewinnung mit den Elektrizitätswerken zu weiterer Verbilligung des Stromes führen.

Die Gewinnung der Nebenprodukte ist, wie viele Berechnungen gezeigt haben, nur dann lohnend, wenn der Betrieb unter gleichmäßiger Belastung Tag und Nacht durchgeführt wird. Es kann deswegen nur diejenige Leistung der Werke hierfür herangezogen werden, die als Mindestleistung auch des Nachts vorhanden ist. Das ist aber bei einem einzelnen Großkraftwerke so wenig, daß man bisher von dem Ausbau abgesehen hat. Auch die technische Entwicklung der Anlagen ist noch nicht so weit fortgeschritten, daß alle Schwierigkeiten als überwunden gelten können.

Durch Verkuppelung der staatlichen Werke werden jedoch Verhältnisse geschaffen, die auch zu Zeiten schwacher Belastung beträchtliche Arbeitsmengen unterzubringen erlauben. Die auf Gewinnung der Nebenprodukte gerichteten Bestrebungen erhalten somit einen neuen Anstoß; es darf deshalb auf eine weitere Herabsetzung der Stromkosten mit großer Wahrscheinlichkeit gerechnet werden.

Ganz ähnlich verhält es sich mit den großen Energiemengen, die in den Gicht- und Hochofengasen der Hüttenwerke zur Verfügung stehen.

Man sieht, wie weite Kreise auch in technischer Hinsicht die Einführung staatlicher Elektrizitätswirtschaft zieht und welche Fülle technischer und wirtschaftlicher Aufgaben ihrer Lösung harret.

B. Technische Maßnahmen.

Es sind verhältnismäßig wenige große Werke (für Preußen etwa 25) mit Einheiten von 15 000 bis 20 000 KW an geeigneten Punkten zu errichten. Hierfür kommen hauptsächlich die Steinkohlenbergwerke und die Braunkohlengruben in Betracht unter Berücksichtigung der Dichte und des mit Mittelspannung noch erreichbaren Verbrauches, wobei auf die Verfeuerung von Abfallkohle und Ausnutzung etwa vorhandener Abwärme besonderer Wert zu legen ist. Weitere geeignete Punkte sind wegen der billigen Frachtkosten Seehäfen und an Wasserstraßen gelegene Orte.

Die Leistung der Kraftwerke würde im allgemeinen 80 000 bis 100 000 KW nicht überschreiten. Sie sind untereinander mit Hochspannungsleitungen von 100 000 Volt derart zu verbinden, daß sie sich gegenseitig mit 20 000 bis 40 000 KW unterstützen können. Die Leitungen müssen zwischenliegende größere Verbrauchsorte berühren, die Zahl der Anzapfungen ist jedoch möglichst zu beschränken. An das Hochspannungsnetz sind die Wasserkräfte anzuschließen, deren weiterer Ausbau sich nunmehr nach der mittleren Wassermenge richtet und nicht mehr auf die kleinste Wassermenge zugeschnitten zu werden braucht.

Der Betrieb ist dann so zu führen, daß der Ausnutzungsfaktor der am billigsten arbeitenden Werke tunlichst hoch gehalten wird. Die anderen Werke werden als Spitzenwerke gebaut und betrieben.

In den Unterwerken wird der Strom auf eine Spannung von 10 000 bis 20 000 Volt heruntertransformiert und mit dieser Spannung an die vorhandenen

Werke abgeliefert. Als Lieferungsorte sind auch die Kraftwerke selbst anzusehen. Die Höhe der Mittelspannung richtet sich nach der in den vorhandenen Verteilungsleitungen herrschenden Spannung; immerhin wäre es erwünscht, wenn auch für die weiterhin zu bauenden und zu unterhaltenden Verteilungsnetze gewisse Normen festgelegt würden.

Es ist selbstverständlich, daß die Großkraftwerke allen technischen Bedingungen für gutes Zusammenarbeiten genügen müssen. Sie werden daher einheitliche Erzeugungsspannung, einheitliche Oberspannung und gleiche Periodenzahl erhalten; endlich müssen sie die gleichen Regulierungsbedingungen erfüllen. Dies gilt auch für solche Betriebe, die etwa staatlichen Großkraftwerken gegenüber als Stromlieferer auftreten, wie z. B. Berg- und Hüttenwerke und dergl.

Es dürfte sich ferner empfehlen, für alle Kraftwerke die Umdrehungszahlen und Leistungen der Maschinensätze gleichartig zu wählen und diesen die Leistungen und den Regulierbereich der Transformatoren anzupassen. Selbst die Anbaumaße der Generatoren werden sich ohne Schwierigkeit für verschiedene Erzeugnisse vereinheitlichen lassen, so daß ein Generator ohne weiteres gegen einen anderen ausgetauscht werden kann. Ferner wäre eine einheitliche Festlegung der Erregerspannung und der Spannung der Betriebsmotoren in den Kraftwerken wünschenswert. Soweit noch Einfluß auf die Mittelspannung der Großabnehmer genommen werden kann, d. h. überall da, wo Neuanlüsse errichtet werden, müßte man auf Einführung einer einheitlichen Mittelspannung (15 000 Volt) hinwirken, damit die Zahl der verschiedenen Transformatorenarten klein wird.

Um das Zusammenarbeiten der staatlichen Großkraftwerke unter sich und mit den bestehenden Werken zu erleichtern, sind sie durch Fernsprecher miteinander und mit der Betriebszentrale des „Elektrizitätsamtes“ (Siehe III C) zu verbinden; an dasselbe Fernsprechnetz werden auch die Unterwerke sowie wichtige Verteilungsstellen angeschlossen.

C. Organisatorische Maßnahmen.

Für die Erledigung der durch die Verstaatlichung der Elektrizitätserzeugung entstehenden organisatorischen Arbeiten wird die Schaffung einer Zentralstelle nötig, die hier kurz „Elektrizitätsamt“ genannt werden möge.

Das Amt erhält eine technische und eine kaufmännische Abteilung, denen eine kleine juristische Abteilung für die Bearbeitung von Rechtsfragen, die Führung von Prozessen, die Abfassung von Verträgen usw. zur Seite steht. Endlich wird noch eine statistische Abteilung angegliedert, die eine Bau- und Betriebsstatistik zu führen hat.

Die technische Abteilung zerfällt in eine Bauabteilung und in eine Betriebsabteilung.

Aufgabe der Betriebsabteilung ist die Überwachung der Kraftwerke, die Prüfung der Betriebsergebnisse, die Beratung und Unterstützung der Leiter der verschiedenen Werke. Daneben hat sie die erforderlichen Gewährleistungsversuche durchzuführen und technische Neuheiten auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen und gegebenenfalls für ihre Einführung zu sorgen.

Die Betriebsabteilung gliedert sich nach den einzelnen Kraftwerken und deren Versorgungsbereich, die in Gruppen zusammengefaßt werden; ihr unterstehen die verschiedenen Kraftwerke, die zugehörigen Netzstrecken und Unterwerke.

Der Betriebsabteilung untersteht ferner die Betriebszentrale, die mit den einzelnen Kraftwerken telephonisch verbunden ist und die Belastungsverteilung u. ä. regelt.

Die Bauabteilung hat je eine Unterabteilung für den eigentlichen Kraftwerksbau und für den Bau der Leitungen und Unterwerke. Dazu kommt noch

eine Architekturabteilung, welche die Hoch- und Tiefbauten für die Kraftwerke und Unterwerke entwirft, und eine Schalttafelabteilung, in der die Schaltanlagen bearbeitet werden.

Die kaufmännische Abteilung besteht aus einem Einkaufsbüro für die Beschaffung sämtlicher Rohstoffe, aus je einer Abrechnungsstelle für die Bauten und die Betriebe, sowie einer Buchhalterei mit Hauptkasse. Ihr sind die einzelnen Betriebe zur Abrechnung verpflichtet, sie überprüft die Geldwirtschaft der verschiedenen Kraftwerke mit den zugehörigen Netzstrecken und Unterwerken.

Die örtlichen Betriebsorganisationen haben wieder ein technisches und ein kaufmännisches Büro, ihr Wirkungskreis beschränkt sich auf ein Kraftwerk mit den zugehörigen Leitungen und Unterwerken.

Einem der Kraftwerke wird ein Hauptlaboratorium zugeteilt, das jedoch unmittelbar der technischen Abteilung des Elektrizitätsamtes untersteht und sich mit Untersuchungen grundsätzlicher Art beschäftigt. Daneben haben die Kraftwerke noch eigene, kleinere Laboratorien für die alltäglichen Untersuchungen, wie Zählereichung, Einstellen der Relais usw., in der schon heute üblichen Weise.

Wie man sieht, geht der vorstehende Organisationsvorschlag von der Erwägung aus, daß es richtig ist, die gesamte Elektrizitätswirtschaft ähnlich zu organisieren, wie dies heutzutage bei privaten Unternehmungen der Fall ist. Die einzelnen Kraftwerke würden daher wie gesonderte Gesellschaften abrechnen. Mit dem von einem Werk an ein anderes gelieferten Strom würde also der Empfänger zu belasten sein, die entsprechenden Einnahmen erschienen daher bei dem liefernden Kraftwerk als Eingang.

Diese Art der Verrechnung hat den großen Vorteil, daß die Übersicht über den Betrieb nicht verloren geht, und daß sich etwaige Fehler in der Betriebsführung oder in der Art der Stromverteilung auf die verschiedenen Kraftwerke schnell bemerkbar machen. (Siehe Verwaltungsplan.)

IV. Welche Einnahmen sind aus der staatlichen Elektrizitätswirtschaft zu erwarten?

Um beurteilen zu können, welche Einnahmen aus der staatlichen Elektrizitätswirtschaft zu erwarten sind, ist es notwendig, sich ein Bild von dem bisherigen und dem zukünftig zu erwartenden Elektrizitätsverbrauch zu machen.

Die Entwicklung der Elektrizitätswerke geben die beiden folgenden Zusammenstellungen wieder. (Aus den „Preussischen Jahrbüchern“, Juni 1915.)

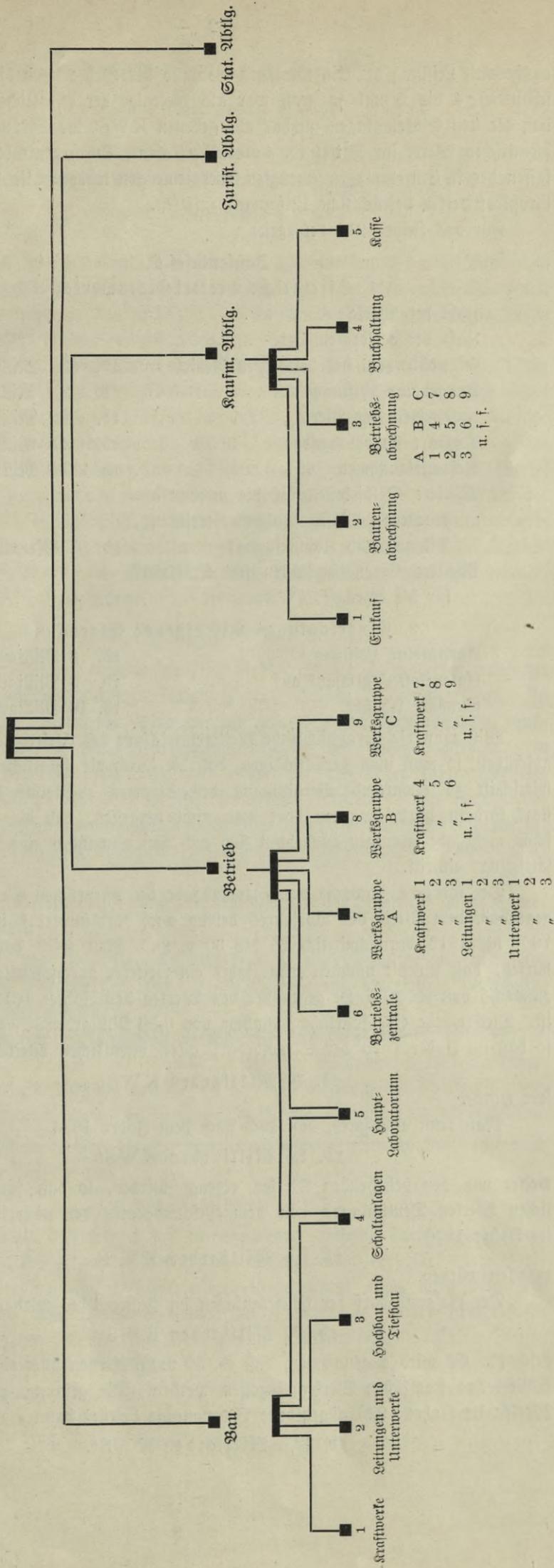
Zahlentafel 1.

Jahr	Zahl der öffentlichen Elektrizitätswerte	Zahl der versorgten Leistungen	Gesamtanfangswert in 1000 KW	Ausgebaute Leistung der		Nutzbar abgegebene KWSt der		Verhältnismäßige Zunahme gegenüber dem Vorjahr in v. H. des letzten Wertes					
				öffentl. Werte 1000 KW	Einzelanlagen 1000 KW	öffentl. Werte Million. KWSt	Einzelanlagen Million. KWSt	Zahl der öffentl. Elektrizitätswerte v. H.	Gesamtanfangswert v. H.	Ausgebaute Leistung der		Nutzbar abgegeb. KWSt der	
										öffentl. Werte v. H.	Einzelanlagen v. H.	öffentl. Werte v. H.	Einzelanlagen v. H.
1905	1175	2000	650	520	3000	480	3000	—	—	—	—	—	—
1907	1530	3300	1100	730	3900	730	3700	30,2	69,3	40,4	30,0	52,0	23,3
1909	1978	4600	1870	1000	5100	1200	5000	29,2	70,0	37,0	30,8	64,4	35,1
1911	2526	10500	2480	1300	6600	1800	8000	27,7	32,6	30,0	29,5	50,0	60,0
1913	4040	12650	3730	2000	8000	2800	10000	60,0	50,5	53,8	21,2	55,6	25,0

Die Zusammenstellung zeigt das andauernd starke Wachsen sowohl der ausgebauten Leistung der öffentlichen Werke und der Einzelanlagen, als auch der Anzahl der nutzbar abgegebenen KWSt. Ferner erkennt man, daß die

Verwaltungsplan

Haupt-Elektrizitäts-Amt



ausgebaute Leistung der Einzelanlagen während der Jahre 1905 bis 1913 durchschnittlich 4 bis 5 mal so groß war als diejenige der öffentlichen Werke, und daß die von Einzelanlagen nutzbar abgegebenen KWSt die Stromerzeugung der öffentlichen Werke im Mittel rd. 4 mal übertrafen. Durch zentrales Zusammenfassen der in Einzelanlagen erzeugten Energiemengen würden also den staatlichen Großkraftwerken beträchtliche Leistungen zufallen.

Für das Jahr 1913 betragen:

Zahlentafel 2.

1. Öffentliche Elektrizitätswerke.

Zahl der Werke	4 040
Zahl der versorgten Orte	12 650
Einwohnerzahl der versorgten Gebiete	rd. 45 Millionen
Ausgebaute Leistung	rd. 2 Millionen KW
Anlagewert der Werke	rd. 2,2 Milliarden Mark
Nutzbare Stromabgabe	rd. 2,8 Milliarden KWSt
Gesamteinnahmen	rd. 420 Millionen Mark
Mittlere Selbstkosten für die nutzbar abgegebene KWSt (ohne Verzinsung, Tilgung und Abschreibung)	rd. 7 Pfennig
Mittlere Erzeugungskosten frei Kraftwerk für die erzeugte KWSt	rd. 4 „

2. Einzelanlagen mit eigener Erzeugung.

Ausgebaute Leistung	rd. 8 Millionen KW
Anlagekosten geschätzt auf	rd. 3 Milliarden Mark
Nutzbare Abgabe	rd. 10 Milliarden KWSt.

Will man die voraussichtliche Weiterentwicklung des Elektrizitätsverbrauches abschätzen, so muß man berücksichtigen, daß die durch die staatliche Elektrizitätswirtschaft zu erwartende Verbilligung des Stromes zweifellos den Verbrauch stark fördern wird, dagegen darf man nicht vergessen, daß die besten Gebiete schon mehr oder weniger ausgebaut sind und daß allmählich eine „Elektrizitäts-sättigung“ eintritt.

Der jährliche Zuwachs der Stromabgabe der öffentlichen Elektrizitätswerke gegenüber dem Werte des Vorjahres betrug nach Zahlentafel 1 in den Jahren 1907 bis 1913 durchschnittlich 25 bis 30 v. H. Man wird daher annehmen dürfen, daß für die nächsten zehn Jahre ein weiterer durchschnittlicher jährlicher Zuwachs von rd. 20 v. H. gegenüber den Werten des Jahres 1913 zu erwarten ist. Dies würde eine jährliche Zunahme von 0,56 Milliarden KWSt ausmachen, so daß im Jahre 1926 der Strombedarf aller öffentlichen Werke Deutschlands

rd. 10 Milliarden KWSt

sein würde.

Man kann annehmen, daß auch nach dem Jahre 1926

rd. 1,5 Milliarden KWSt

weiter von den bestehenden Werken erzeugt werden, so daß sämtlichen staatlichen Werken Deutschlands von dem Gesamtbedarfe der öffentlichen Anlagen im Jahre 1926

rd. 8,5 Milliarden KWSt

zufallen würden.

Der Gesamtbedarf der Einzelanlagen im Jahre 1926 wird auf

rd. 20 Milliarden KWSt

geschätzt. Es wird angenommen, daß rd. 30 v. H. hiervon oder rd. 6 Milliarden KWSt aus staatlichen Werken bezogen werden. Die gesamte, von staatlichen Werken im Jahre 1926 abgegebene Strommenge beträgt dann

rd. 14,5 Milliarden KWSt.

Davon dürften auf Preußen rd. 70 v. H. oder
rd. 10 Milliarden KWSt
entfallen.

Zu ihrer Erzeugung und zur Deckung der Fortleitungsverluste ist für einen Ausnutzungsfaktor von 0,4 eine ausgebaute Leistung aller staatlichen Werke von
rd. 2,93 Millionen KW
nötig.

Sollte entgegen den obigen Annahmen der Stromverbrauch von 10 Milliarden KWSt im Jahre 1926 noch nicht erreicht werden, so wäre dies auf die Wichtigkeit vorliegender Berechnung ohne Einfluß, da dann lediglich die errechnete Wirtschaftlichkeit später erreicht werden würde.

Die Zahl der erforderlichen Dampfkraftwerke ist etwa 25 bis 30, hinzu kommen noch einige Wasserkraftwerke, die jedoch — soweit sie nicht schon bestehen — teilweise auch mit Rücksicht auf andere, mit der staatlichen Elektrizitätswirtschaft nicht zusammenhängende Gründe ausgebaut werden müßten. Ihre Baukosten (die bedeutend höher sind als diejenigen entsprechender Dampfkraftwerke) dürfen daher hier nicht voll in Rechnung gesetzt werden. Die Anlagekosten der Dampfkraftwerke einschließlich eines angemessenen Zuschlages für Grunderwerb, Kühlwasserversorgung und „Unvorhergesehenes“, aber ausschließlich der Transformatorkosten können im Mittel zu 180 Mark/KW veranschlagt werden. (Siehe Seite 9.) Das Anlagekapital ist somit:

rd. 530 Millionen Mark.

Zu dieser Summe kommen noch die Kosten für die Transformatoranlagen und die Hochspannungsleitungen, soweit sie vom Staate zu errichten sind. Zu ihrer Ermittlung wurde für Preußen und die kleineren Bundesstaaten (ausschließlich Sachsen, Bayern, Württemberg, Baden und Elsaß-Lothringen) ein Leitungsplan entworfen (Abb. 8), der jedoch nur als erster informativischer Versuch zu betrachten ist. Die Kraftwerke wurden entsprechend der Verbrauchsdichte an den hierfür voraussichtlich in Betracht kommenden Punkten eingezeichnet und nach vier Größen abgestuft (100 000 KW, 75 000 KW, 50 000 KW, 30 000 KW).

Für die Verbindungs- und Verteilungsleitungen wurden folgende Abmessungen gewählt:

- a) Für eine Leistung von 80 000 KW zwei Gestänge mit zusammen vier Stromkreisen von je 3×70 qmm Querschnitt, Baukosten 36 000 Mark/km;
- b) Für eine Leistung von 40 000 KW ein Gestänge mit zwei Stromkreisen von je 3×70 qmm Querschnitt, Baukosten 18 000 Mark/km;
- c) Für eine Leistung von 20 000 KW ein Gestänge mit vorläufig einem Stromkreis von 3×70 qmm Querschnitt, Baukosten 14 000 Mark/km.

Die Rechnung ergibt für Preußen eine gesamte Leitungslänge von rund 13 700 km im Betrage von

rd. 220 Millionen Mark.

Abb. 8 zeigt, daß sich in den Grenzgebieten zwischen Preußen und seinen Anliegern auch bei getrennter Elektrizitätswirtschaft der verschiedenen Bundesstaaten eine Verbindung der beiderseitigen Leitungsnetze nicht wird vermeiden lassen, falls sich nicht unnütze Ausgaben und verminderte Betriebssicherheit für beide Teile ergeben sollen. Eine Verrechnung zwischen den beteiligten Stellen wäre übrigens leicht durchzuführen.

Hierzu kommen die Kosten für die Transformatoranlagen im Kraftwerk selbst und im Netz. Es wurde angenommen, daß 20 v. H. der abgegebenen Arbeit in unmittelbarer Nähe der Kraftwerke verbraucht werden und daher nicht trans-

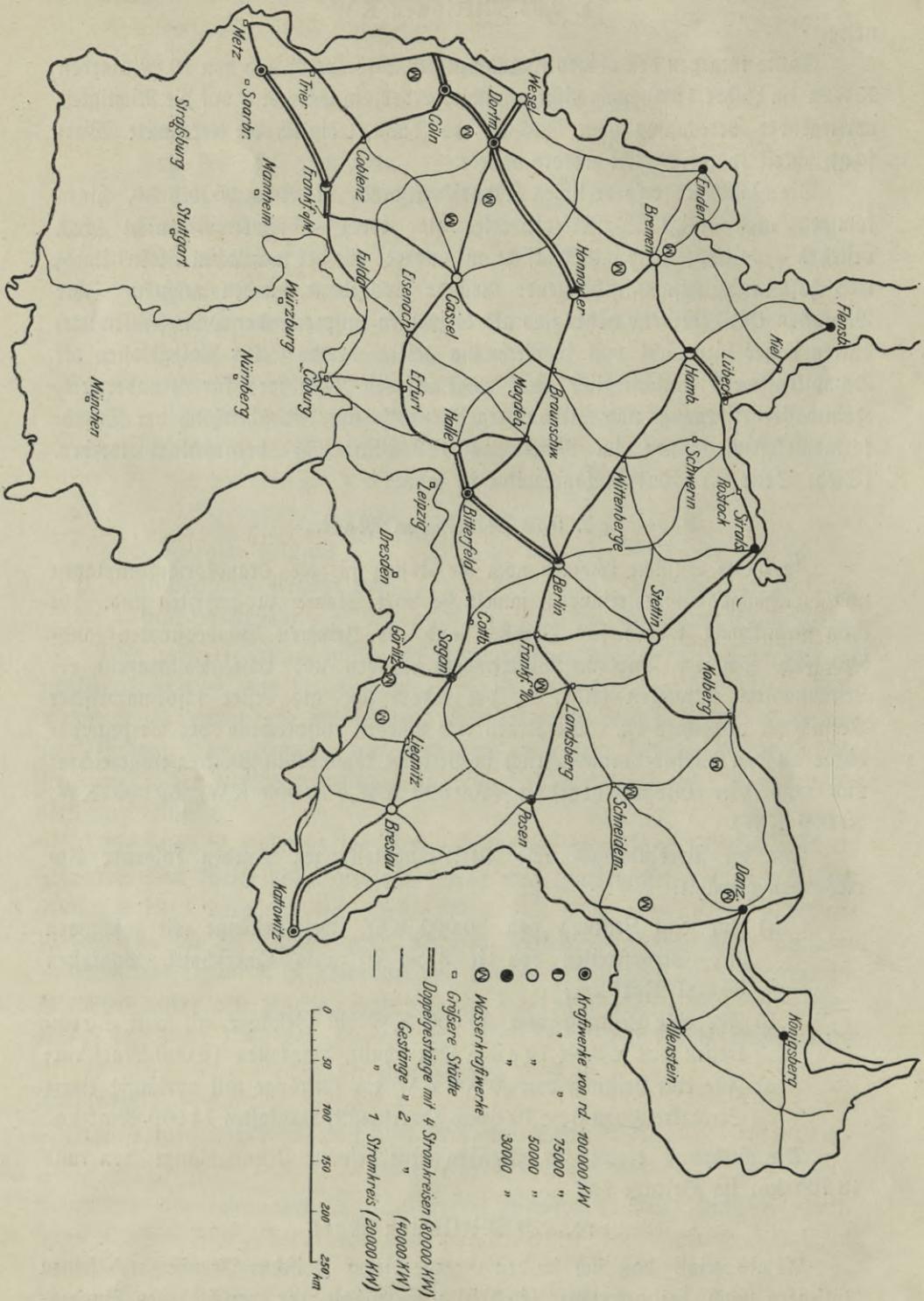


Abbildung 8.

formiert werden müssen; ferner wurde angenommen, daß die Gesamtleistung der Netzwerke diejenige der Transformatoranlagen in den Kraftwerken selbst um rd. 50 v. H. übersteigt.

Da die durchschnittliche Einzelleistung eines Netzwerkes bedeutend kleiner ist als diejenige einer Kraftwerks-Transformatoranlage, betragen unter den obigen Voraussetzungen die durchschnittlichen Anlagelkosten für die Transformatorwerke 52 Mark/KW, bezogen auf die gesamte ausgebaute Leistung der Kraftwerke.

Die Kosten für die Transformatorwerke sind somit

rd. 150 Millionen Mark,

und die Gesamtkosten für die Transformatorwerke und die Hochspannungsleitungen

rd. 370 Millionen Mark.

Zur Deckung der Leitungsverluste muß die Gesamtleistung der Kraftwerke etwas erhöht werden. Die entsprechenden Anlagelkosten sind in dem oben angegebenen Betrag von 530 Millionen Mark mitenthalten.

Die Fortleitungskosten des Stromes setzen sich zusammen aus:

- a) dem Betrag für Verzinsung, Abschreibung, Unterhaltung und Reparaturen der Leitungen (10 v. H. des Anlagekapitals),
- b) dem entsprechenden Betrag für die Vergrößerung der Kraftwerke, die zur Deckung der Leitungsverluste nötig ist (13,5 v. H. des Anlagekapitals),
- c) den Stromkosten für die Kupfer- und Glühm-Verluste in den Leitungen.

Diese umfangreichen Berechnungen wurden so durchgeführt, daß die Fortleitungskosten für 1 KWSt sowohl einschließlich als auch ausschließlich der anteiligen Verzinsung des für die Leitungen und die erforderliche Kraftwerksvergrößerung angelegten Kapitals festgestellt wurden.

Es betragen die Fortleitungskosten für 1 KWSt (bezogen auf die insgesamt abgegebenen KWSt der Kraftwerke)

einschließlich einer Grundverzinsung von 5 v. H. des Kapitals 0,550 Pf.
ausschließlich " " " 5 v. H. " " 0,336 "

Aus naheliegenden Gründen erscheint es im allgemeinen angebracht, diejenigen Abnehmer, die in unmittelbarer Nähe der Kraftwerke liegen, und deren Stromverbrauch nicht transformiert zu werden braucht, vor den übrigen nicht zu bevorzugen und die Fortleitungskosten auf alle Verbraucher gleichmäßig umzulegen.

Die Fortleitungskosten für 1 KWSt wurden daher nicht auf die transformierte bezogen, sondern für die insgesamt abgegebene Strommenge berechnet.

Auf Seite 7 und in Abb. 2 wurde gezeigt, daß bei einem Wärmepreis von 2,25 Pfennig/10 000 WE die Kosten für 1 KWSt in einem Werke mit

Einheiten von 15 000 bis 20 000 KW . .	2,19 Pfennig (Großkraftwerk)
" " 3 000 " 5 000 KW . .	3,05 " (Mittelkraftwerk)

betragen.

Die Durchschnittsleistung einer Maschine der größeren unter den bestehenden Werken kann zu rd. 3000 bis 5000 KW angenommen werden. Der Staat könnte also den Strom an die bestehenden Werke zu dem Preise verkaufen, der den durchschnittlichen Betriebskosten von Werken entspricht, die Maschineneinheiten von 3000 bis 5000 KW haben. Es würden dann allgemein dieselben günstigen Verhältnisse geschaffen, wie sie zurzeit nur bei einigen größeren Werken bestehen. An 1 KWSt würde der Staat demnach den Unterschied zwischen den Erzeugungskosten eines Werkes mit 15 000 KW-Maschinen und eines Werkes mit 5000 KW-Maschinen verdienen, vermindert um die Fortleitungskosten. Da es sich hier um den Unterschied zweier Größen und nicht um ihre absoluten Werte handelt, ist

die Höhe der Brennstoffkosten ohne wesentlichen Einfluß. Man darf daher mit genügender Genauigkeit den Unterschied zwischen 2,19 Pfennig und 3,05 Pfennig = 0,86 Pfennig annehmen. Hiervon sind die Fortleitungskosten im Betrage von 0,550 Pfennig (bzw. 0,336 Pfennig) in Abzug zu bringen, so daß sich für den Staat ein Überschuß von 0,31 Pfennig/KWSt (bzw. 0,524 Pfennig/KWSt) ergibt.

Infolge der Verkuppelung kommt der Staat, wie auf Seite 6 dargelegt wurde, mit kleineren Reserven aus als einzelne Werke und braucht daher für dieselbe Strommenge weniger Anlagekapital. Dieser Vorteil wird noch durch die an sich billigere Bauweise verstärkt.

Die nutzbar abgegebene Kilowattstunde wird daher durch den Kapitaldienst für die Reserven weniger belastet. Eine in dieser Richtung durchgeführte Berechnung ergab eine Überlegenheit der staatlichen Werke von rd. 0,10 Pfennig/KWSt. Um diesen Betrag kann der Staat über die oben ermittelten Werte hinausgehen, so daß sich sein Überschuß auf 0,41 Pfennig/KWSt (bzw. 0,624 Pfennig/KWSt) erhöht. Wahrscheinlich wird der Vorteil noch größer werden und etwa 0,15 bis 0,20 Pfennig/KWSt betragen; der Sicherheit wegen ist aber die Berechnung mit 0,10 Pfennig/KWSt weiter durchgeführt.

Man wird vielleicht einwenden, daß die vorstehend angegebenen Überschüsse zu niedrig angesetzt seien, da die große Zahl der kleinen Werke zurzeit mit erheblich höheren Eigenkosten arbeitet, als der Strompreis beträgt, den sie in Zukunft dem Staat bei Zugrundelegen des errechneten Überschusses von 0,41 Pfennig/KWSt zu bezahlen hätten.

Dem ist entgegenzuhalten, daß Werke unter 2000 KW ausgebauter Leistung auch in Zukunft in der Regel nicht unmittelbar an das staatliche Hochspannungsnetz angeschlossen werden können, sondern ihren Strom aus zweiter Hand, nämlich von den Besitzern der Mittelspannungs-Verteilungsleitungen beziehen müssen. Es ist aus technischen Gründen nicht erwünscht, daß von den 100 000 Volt-Leitungen kleinere Leistungen als etwa 2000 KW abgezapft werden. Wollte man dies jedoch unter Hintanfesen solcher Bedenken trotzdem tun, so würden die Kosten für Transformatorwerke die der Rechnung zugrunde liegenden ganz erheblich übersteigen, wodurch die Fortleitungskosten für die kleineren Werke entsprechend erhöht würden.

Die kleineren Werke müssen also auch im Falle staatlicher Stromlieferung außer den Fortleitungskosten der staatlichen Hochspannungsleitung noch die Kosten der Mittelspannungs-Verteilung tragen, so daß sich der von ihnen künftig zu bezahlende Strompreis ihren derzeitigen Erzeugungskosten nähert.

Endlich darf der Einfluß des Stromverbrauches der kleineren Werke auf die Berechnungen nicht überschätzt werden. Er fällt zwar zurzeit merkbar ins Gewicht, im Jahre 1926, wenn der Stromverbrauch auf den mehrfachen Betrag seines heutigen Wertes gestiegen sein wird, spielt er aber eine geringe Rolle, da kleinere Werke kaum noch gebaut werden dürften.

Es fragt sich, welcher Verzinsung des aufgewendeten Kapitals der Überschuß von 0,41 Pfennig/KWSt entspricht.

Bei dem Vergleich der Betriebskosten eines „Großkraftwerkes“ und eines „Mittelkraftwerkes“ waren die durchschnittlichen Baukosten für 1 KW zu 180 Mark und zu 230 Mark angesetzt worden (Teil II, S. 5), indem man in beiden Fällen mit einer Verzinsung des Anlagekapitals von 5 v. H. rechnete. Auch bei der Berechnung der Fortleitungskosten war eine Verzinsung von 5 v. H. zugrunde gelegt worden.

Man erhält somit folgende Bilanz:

Anlagekosten der staatlichen Werke	rd. Mark 530 Millionen
„ „ „ Leitungen	„ „ 220 „
„ „ Transformatorwerke	„ „ 150 „
	<hr/>
Gesamtanlagekosten rd. Mark	900 Millionen.

Überblick über die Grundlagen einer staatlichen Elektrizitätsversorgung
im Jahre 1926.

Zustand im Jahre 1926	Bezeichnung	Für Preußen
1. Jährliche nutzbare Stromabgabe der staatlichen Großkraftwerke	Milliard. KWSt	10,0
2. Ausgebaute Leistung der staatlichen Großkraftwerke	Millionen KW	2,93
3. Anlagekosten der staatlichen Großkraftwerke ohne Transformatorwerke	Millionen M.	530
4. Anlagekosten der Transformatorwerke	Millionen M.	150
5. Anlagekosten der staatlichen Hochspannungsleitungen	Millionen M.	220
6. Gesamte Anlagekosten der Werke und Hochspannungsleitungen	Millionen M.	900
7. Gesamte Anlagekosten für 1 KW ausgebaute Leistung	M.	307
8. Fortleitungskosten für 1 nutzbar abgegebene KWSt:		
a) einschl. Grundverzinsung der Anlagekosten der Leitungen von 5 v. H.	Pf./KWSt	0,550
b) ausschl. Grundverzinsung der Anlagekosten der Leitungen von 5 v. H.	Pf./KWSt	0,336
9. Ersparnis auf 1 nutzbar abgegebene KWSt infolge der Verkupplung	Pf./KWSt	0,100
10. Unterschied der Betriebskosten für 1 KWSt von „Großkraftwerk“ und „Mittelkraftwerk“	Pf./KWSt	0,86
11. Überschuß auf 1 nutzbar abgegebene KWSt:		
a) einschl. Verzinsung der Anlagekosten der Leitungen	Pf./KWSt	0,41
b) ausschl. Verzinsung der Anlagekosten der Leitungen	Pf./KWSt	0,624
12. Jährliche Gesamteinnahmen einschließlich 5 v. H. Grundverzinsung der Anlagekosten der Werke und Leitungen	Millionen M.	86,0
13. Entsprechende Verzinsung des gesamten Anlagekapitals	v. H.	9,56
14. Jährl. Reingewinn über die 5 v. H. Grundverzinsung der gesamten Anlagekosten hinaus	Millionen M.	41

Einnahmen:

5 v. H. Verzinsung der gesamten Anlagekosten	rd. Mark 45 Millionen
Überschuß aus dem Stromverkauf = 10 Milliarden ×	
0,41 Pfennig =	" " 41 "
Gesamte Reineinnahme	rd. Mark 86 Millionen
" " in v. H. des Anlagekapitals	rd. v. H. 9,56.

Der Reingewinn über die Grundverzinsung von 5 v. H. hinaus beträgt somit für ganz Deutschland 4,56 v. H. des Anlagekapitals oder rd. 38,8 Millionen Mark.

Nach dem Jahre 1926 wird die Verzinsung des in den Werken angelegten Kapitals allmählich über die ermittelten Werte steigen, da mit weiterem Anwachsen des Stromverbrauches das vorhandene Verteilungsnetz besser ausgenutzt wird und die Fortleitungskosten sinken.

Die aus der staatlichen Elektrizitätswirtschaft sich ergebenden Überschüsse, deren Höhe wohl manche Erwartungen enttäuscht, entsprechen durchaus den Erträgnissen großer neuzeitlicher Elektrizitätswerke und überraschen Kenner der einschlägigen Verhältnisse nicht. Auch bei den großen und gut geleiteten heutigen

Werken verzinst sich das gesamte angelegte Kapital in der Regel mit höchstens 8—9 Prozent.

Die Einführung staatlichen Betriebes mag daher manchem wenig verlockend erscheinen. Eine derartige Beurteilung würde aber die zahlreichen, unter I bis IV entwickelten Vorteile übersehen, die nur durch das Eingreifen des Staates erreicht werden können. Sie würde dem Umstande nicht Rechnung tragen, daß der staatliche Eingriff nicht nur zu einer Einnahmequelle, sondern auch zu einer Stütze des Wirtschaftslebens führen soll.

Diese Aufgabe wird zweifellos gut erfüllt, weil hier einer der seltenen Fälle vorliegt, in denen die Einnahmen nicht durch Verteuerung des Erzeugnisses, sondern durch technische Überlegenheit erzielt werden.

Will oder muß der Staat aus dem Elektrizitätsverkauf sich größere Einnahmen verschaffen, so lassen sich diese nur durch Maßnahmen erzielen, die auf eine Besteuerung der Elektrizität hinauslaufen.

V. Wie können weitere Einnahmequellen geschaffen werden?

A. Unmittelbare Besteuerung der Elektrizität.

Die Besteuerung ist in verschiedenen Formen denkbar:

1. als allgemeine Steuer auf die erzeugte Elektrizität, etwa derart, daß jede erzeugte Kilowattstunde mit einem festen Betrage belastet wird;
2. als Besteuerung der verkauften Elektrizität, indem entweder
 - a) jede Elektrizitätsrechnung um einen festen Prozentsatz erhöht wird oder indem
 - b) eine prözentuale Staffelung eingerichtet wird, die sich nach der Höhe des Verkaufspreises richtet;
3. als Besteuerung, die sich nach dem Verbrauchszwecke staffelt, z. B.:
 - a) Lichtsteuer,
 - b) Kraftsteuer,

Letztere gegebenenfalls wiederum abgestuft nach dem Verwendungszweck und nach dem Verkaufspreise.

Bei der Erörterung der einzelnen Steuerentwürfe soll die Voraussetzung gemacht werden, daß Steuerformen, die die Anwendung der Elektrizität wesentlich hindern, und solche, die den Wettbewerb der einheimischen Industrie gegenüber dem Auslande schwächen, nicht empfehlenswert sind.

Im steuertechnischen Verfahren würde sich die unter 1 angegebene Form am besten erfassen lassen. Die erzeugte Elektrizität wird in allen öffentlichen und in den meisten privaten Erzeugungstätten schon heute gemessen; wo dies nicht der Fall ist, lassen sich entsprechende Einrichtungen leicht schaffen. Die Zähler sind eich- und plombierbar, so daß die erzeugte Elektrizitätsmenge einwandfrei festgelegt werden kann.

Bei der allgemeinen festen Steuer auf die erzeugte Elektrizität wäre zunächst zu entscheiden, ob eine solche Steuer sich auf die öffentlichen Elektrizitätswerke zu beschränken hat, d. h. auf solche Elektrizitätswerke, die aus dem Stromverkauf ein Geschäft machen, oder ob sie auch auf Werke auszudehnen ist, die lediglich für den Eigenbedarf des Erzeugers arbeiten.

Würde man nur die öffentlichen Elektrizitätswerke besteuern, so würde zweifellos ein außerordentlich starker Rückgang industrieller Anschlüsse eintreten dessen schädliche Folgen aus nachstehenden Erwägungen hervorgehen.

Das öffentliche Elektrizitätswerk, das sich um industrielle Anschlüsse bemüht, hat gewissermaßen als Konkurrenten den Verbraucher selbst, da dieser nicht auf den Anschluß angewiesen ist und seinen Kraftbedarf in verhältnismäßig einfacher und billiger Weise selbst decken kann. Das öffentliche Elektrizitätswerk ist ferner mit beträchtlichen Fortleitungskosten behaftet, die im Falle der eigenen Erzeugung fortfallen. Es bleibt ihm somit nur der Vorsprung, der aus seiner größeren und damit billigeren Erzeugung erwächst. Dieser ist aber um so kleiner, je größer der Verbrauch des Abnehmers ist; mit anderen Worten: industrielle Anschlüsse lassen sich überhaupt nur bis zu einem gewissen Verhältnis der Maschinengröße des Werkes zu den Maschinengrößen des Abnehmers gewinnen. Andererseits ist gerade der Anschluß großer industrieller Anlagen für die Elektrizitätswerke besonders wünschenswert, weil dadurch der Ausnutzungsfaktor verbessert wird und weil seine Verbesserung auch die Erzeugungskosten für die übrigen Abnehmer herabsetzt. Diese Erwägung veranlaßt die Elektrizitätswerke, bei der Preisbemessung für industrielle Verbraucher bis zur äußersten Grenze zu gehen.

Die Erfahrung zeigt, daß es den Werken noch möglich ist, industrielle Anschlüsse zu gewinnen, deren Anschlußwert 10—15 v. H. der Maschinenleistung des Werkes beträgt.

Ein Elektrizitätswerk, das Maschinenfäße von je 2000 KW hat, wird demnach im allgemeinen Fabriken mit einem Anschlußwert bis zu 200—300 KW versorgen können.

Jede Besteuerung der Elektrizitätserzeugung, die sich auf öffentliche Elektrizitätswerke beschränkt, setzt diese Grenze außerordentlich stark herab. Sollen dem Staate aus solcher Besteuerung nennenswerte Einnahmen erwachsen, so muß die Steuer mehrere Zehntel Pfennig betragen. Eine Steuer von beispielsweise $\frac{3}{10}$ Pfennig würde aber die vorstehend erwähnte Anschlußmöglichkeit von 200 KW schätzungsweise schon auf den vierten Teil, d. h. auf 50 KW heruntersdrücken und damit den Versorgungsbereich der öffentlichen Elektrizitätswerke in sehr hohem Maße beeinträchtigen.

Ein Ausweg aus dieser Schwierigkeit könnte zunächst dadurch geschaffen werden, daß man die privaten Elektrizitätswerke gleichfalls heranzieht, man würde also überhaupt alle in Deutschland erzeugte Elektrizität mit der gleichen Steuer belegen. Aber auch dieser Weg ist aussichtslos. Die Fabriken sind nicht unbedingt auf elektrische Kraftübertragung in ihren Anlagen angewiesen, sie können die Kraft auch auf andere Weise, z. B. durch Transmissionen übertragen.

Infolge der Steuer würden deshalb viele Fabriken, insbesondere neuerrichtete, wieder zum Transmissionsantrieb zurückkehren und nur dort elektrische Übertragung anwenden, wo ihnen dies unvermeidbar erscheint. Da obendrein schnelllaufende, mit Kugellagern ausgerüstete Transmissionsanlagen einen sehr guten Wirkungsgrad besitzen, so würde die elektrische Kraftübertragung in den Fabriken zurückgedrängt werden, und zwar um so mehr, als die Fabrikanten sich wegen der höheren Anlagekosten ohnehin nur schwer zur Einführung elektrischen Betriebes entschließen. Lediglich die ziffernmäßig nicht festlegbaren mittelbaren Vorteile, nämlich Vielseitigkeit der Anwendung, Verringerung der Betriebsgefahren, leichtere Umstellbarkeit u. ä., haben der elektrischen Kraftübertragung Eingang in den Fabrikbetrieb verschafft. Diese Entwicklung würde wieder verloren, zum mindesten aber stark gehemmt werden, wenn auch die Eigenerzeugung industrieller Elektrizität mit einer Steuer belastet würde.

Der jetzt noch verbleibende Weg, überhaupt alle Arbeitserzeugung, sowohl elektrische wie mechanische, zu besteuern, scheitert an der Unmöglichkeit einer einigermaßen zuverlässigen Messung und Registrierung mechanischer Arbeit.

Auch für den unter 2 gemachten Vorschlag, die verkaufte Elektrizität zu besteuern, gelten die gleichen Erwägungen, soweit industrielle Anschlüsse in

Betracht kommen. Es würde immer die mechanische Arbeitserzeugung frei bleiben müssen, und daraus würde notwendigerweise wiederum eine starke Verschiebung zuungunsten elektrischer Kraftübertragung folgen.

Dagegen läßt sich der unter 3 erörterte Fall der Besteuerung nach Kategorien für Beleuchtungs Elektrizität durchführen.

Zunächst kann festgestellt werden, daß Beleuchtungs Elektrizität an sich eine Belastung wohl verträgt, wenn dadurch das Verhältnis zu anderen Lichtquellen (Gas und Petroleum) nicht geändert wird. Der Stromverbrauch elektrischer Lichtquellen hat sich in den letzten Jahren auf einen Bruchteil des früheren verringert. Die Tarife sind überall herabgesetzt worden, so daß die elektrische Beleuchtung heute aus einer Luxusbeleuchtung zu einer volkstümlichen geworden ist. Ihrer allgemeinen Einführung stehen nicht so sehr die verhältnismäßig niedrigen Betriebskosten als die hohen Kosten der erstmaligen Einrichtung entgegen. Die Betriebskosten kommen denen der Gasbeleuchtung sehr nahe, die durch Einführung des hängenden Gasglühlichtes gleichfalls wesentlich verbilligt wurde.

Sofern durch die Steuer alle Lichtquellen gleichmäßig getroffen werden, etwa in der Art, daß die Besteuerung der Kerzenstunde die gleiche wird, stehen der Einführung einer Besteuerung für Beleuchtungsgas und Beleuchtungs Elektrizität wesentliche Bedenken nicht entgegen. Schwierigkeiten entstehen nur dort, wo getrennte Zähler für Lichtgas und Kraftgas und für Beleuchtungs Elektrizität und Kraftelektrizität fehlen; sie sind aber überwindbar, wenngleich die Lösung nicht in einer zwangsweisen Einführung getrennter Zähler gesucht werden darf. Die Werke müssen zunächst veranlaßt werden, bei der Ausstellung der Rechnungen den auf die Beleuchtung entfallenden Teilbetrag getrennt aufzuführen; die Steuer erscheint dann als prozentualer Aufschlag dieser Teilbeträge.

Die Grundsätze, nach denen im Falle gemeinschaftlicher Zählung die Teilbeträge für Beleuchtung zu ermitteln sind, müssen durch Kommissionen der zuständigen Fachverbände unter Zuziehung von Staatskommissaren festgelegt werden. Hierbei kann die Teilung für Gas etwa nach der Zahl der vorhandenen Brenner oder nach Erfahrungszahlen, für Elektrizität nach der Zahl der angeschlossenen Apparate und Motoren bestimmt werden. Die Trennung läßt sich bei Elektrizität einfacher als bei Gas durchführen, weil größere Motoren stets besondere Zähler haben. Schwierigkeiten würden sich nur bei solchen Lichtverbrauchern ergeben, die ihren Bedarf selbst erzeugen (Fabriken). Aber auch bei diesen lassen sich besondere Lichtzähler verhältnismäßig leicht anbringen; ihre Kontrolle und Ablesung könnte dem nächsten öffentlichen Elektrizitätswerk übertragen werden.

Sichere Unterlagen über die jährliche Stromabgabe für Beleuchtungszwecke in Deutschland bestehen m. W. nicht. Nimmt man an, daß $\frac{1}{10}$ der Gesamtstromerzeugung für Lichtzwecke verbraucht wird, so ergibt dies für das Jahr 1913 rd. 1,28 Milliarden KWSt, ein Betrag, der allerdings ziemlich hoch erscheint.

Im Jahre 1926 wird der Lichtstromverbrauch auf rd. 2,4 Milliarden KWSt geschätzt.

Die nutzbare Gaserzeugung für Beleuchtung betrug im Jahre 1913 rd. 1100 Millionen cbm und wird für 1926 auf rd. 1300 Millionen cbm geschätzt.

Nimmt man den mittleren Preis für 1 KWSt Lichtstrom zu 25 Pfennig und für 1 cbm Gas zu rd. 12 Pfennig an, so würde eine Besteuerung von 10 v. H. des Verkaufspreises im Jahre 1926 erbringen:

an Elektrizitätssteuer	rd. 60 Millionen Mark
an Gassteuer	rd. 16 Millionen Mark
	<hr/>
zusammen also rd.	76 Millionen Mark.

Es bleibt noch zu erwägen, ob nicht im Interesse der Förderung der inländischen Lichtquellen die Besteuerung des Leuchtpetroleums verhältnismäßig hoch, mit etwa 20 v. H. seines Verkaufspreises, empfehlenswert wäre.

B. Mittelbare Besteuerung der Elektrizität.

Vorstehend wurde ausgeführt, daß sich eine unmittelbare Besteuerung der Kraftelektrizität deswegen nicht durchführen läßt, weil zum Ausgleich auch die mechanische Kraft der gleichen Besteuerung unterworfen werden müßte.

Eine mittelbare Besteuerung beider Energiearten läßt sich jedoch erreichen, wenn man hierzu ihre gemeinsamen Quellen, die Kohle und die Wasserkräfte, heranzieht. Wünschenswert wäre die Trennung der Kohle nach dem Verwendungszweck in Kohle für Wärmezeugung und Kohle für Kräftezeugung, was aber undurchführbar ist, weil vielfach die Kohle gleichzeitig beiden Zwecken dient und weil große Energiebeträge aus Abwärme (Hochofengase, Koks-ofengase, Abdampf usw.) gewonnen werden.

Es bleibt somit nur der Ausweg, daß auch die „Wärmekohle“ der gleichen Besteuerung unterworfen wird, die dann, weil etwa die dreifache Gesamtmenge in Betracht kommt, entsprechend niedriger gehalten werden kann. Die Kohle ist an den Erzeugungstellen leicht zu fassen; die Steuer würde sich entweder vorhandenen Richtpreisen anpassen oder nach dem Heizwert der Kohle bemessen werden. Hierbei müßte auch auf die chemischen und physikalischen Eigenschaften Rücksicht genommen werden. Normen lassen sich schaffen.

Ein brauchbarer Weg wäre vielleicht der, daß minderwertige Kohlen, die zwar dem Wärmepreis nach billig sind, bei denen aber die Transportkosten eine größere Rolle spielen und die Absatzmöglichkeit einengen, durch die Steuer verhältnismäßig weniger belastet werden. Es ist dies schon deshalb wünschenswert, weil die bestehenden Preis- und Absatzverhältnisse der verschiedenen Kohlenarten zueinander durch die Besteuerung im allgemeinen tunlichst nicht verschoben werden dürfen.

Schwieriger gestaltet sich die Besteuerung der Wasserkräfte, bei denen man durch folgende Überlegung zum Ziel kommt:

Rechnet man, daß in neuzeitlichen Großkraftwerken zur Erzeugung einer Kilowattstunde rd. 6500 Wärmeeinheiten nötig sind, so läßt sich aus der Besteuerung der Kohle der Betrag errechnen, der in Großkraftwerken auf die erzeugte Kilowattstunde entfällt. Der gleiche Betrag wäre für die erzeugte Kilowattstunde der Wasserkräfte in Ansatz zu bringen. Soweit sie mechanische Kraft unmittelbar abgeben, muß durch hydraulische Messungen und aus Aufzeichnungen der Pegelstände die durchschnittliche Leistung berechnet werden. Dies Verfahren ist zwar umständlich, es kommt aber nur für verhältnismäßig wenige mittlere und kleinere Wasserkräfte zur Anwendung. Die erforderlichen Messungen und Aufzeichnungen könnten von den Dampfkesselrevisionsvereinen durchgeführt werden.

Immerhin darf man die Erträgnisse der Besteuerung von Wasserkräften nicht überschätzen, da es sich mit Rücksicht auf die ohnehin schwierige Lage vieler Besitzer von kleinen Wasserkräften (z. B. der Kleinmüller) empfehlen wird, unterhalb einer gewissen Leistung Wasserkräfte überhaupt nicht zu besteuern. Dies scheint schon mit Rücksicht darauf geboten, daß die Umständlichkeit und Kostspieligkeit der Steuererhebung in keinem Verhältnis zu der erreichbaren Einnahme steht. Die Steuer wird daher vorwiegend auf größere Wasserkräfte, etwa von 50 bis 100 PS an, zu beschränken sein und mit steigender Leistung etwas zunehmen können.

Ihr Ertrag wird für das Jahr 1926 auf rd. 3 Millionen Mark geschätzt.

Der Besteuerung der Energieträger Kohle und Wasser steht als wesentliches Bedenken die Verminderung der Wettbewerbsfähigkeit unserer Industrie gegenüber dem Auslande entgegen. Dieses Bedenken ist um so ernster, als ohnehin der Auslandsmarkt nach dem Kriege erschwert sein wird. Wenngleich die anteiligen Kraftkosten für viele Ausführgegenstände ihrem Verkaufspreise gegenüber verschwindend klein sind, so gibt es doch Stoffe, insbesondere solche aus Eisen,

deren Ausführmöglichkeit durch eine Steigerung der Wärme- und Kraftkosten wesentlich beschränkt werden würde.

Es sind deshalb Maßnahmen notwendig, die diese unerwünschte Wirkung wieder aufheben. Sie können bestehen in Ausführprämien oder in Frachterleichterungen in solcher Höhe, daß die vermehrten Herstellungskosten wieder ausgeglichen werden.

Unter diesen Voraussetzungen stehen einer mäßigen Besteuerung der Kohle und der Wasserkraft für den Inlandsabsatz ernstliche Bedenken nicht mehr entgegen.

In der Zusammenstellung auf S. 8 sind die durchschnittlichen Kohlenpreise und die Preise für 10 000 WE Heizwert der hauptsächlichsten Kohlenarten enthalten. Für eine überschlägige Berechnung genügt es, wenn man den mittleren Wärmepreis der Steinkohle zu rd. 1,7 Pfennig und denjenigen von Braunkohle zu rd. 1,1 Pfennig annimmt. Bei einem mittleren Heizwert von 6500 WE/kg für Steinkohle und von 2700 WE/kg für Braunkohle ist der mittlere Preis von 1 t Steinkohle rd. 11 Mark, der von 1 t Braunkohle rd. 3 Mark. Bei einem Steuersatz von 10 v. H. würde also 1 t Steinkohle mit rd. 1 Mark und 1 t Braunkohle mit rd. 0,30 Mark belastet.

Im Jahre 1910 betrug die Kohlenförderung Deutschlands 151 Millionen t Steinkohle und 68 Millionen t Braunkohle. Für das Jahr 1926 wird sie geschätzt auf 200 Millionen t Steinkohle und 90 Millionen t Braunkohle; damit würde das Steuererträgnis im Jahre 1926 aus der Steinkohle 200 Millionen Mark, aus der Braunkohle 27 Millionen Mark, insgesamt also 227 Millionen Mark sein.

Von dieser Summe ist ein Betrag für Ausführprämien abzuziehen, dem Einnahmen aus Zöllen auf eingeführte Kohle gegenüberstehen. Es werde angenommen, daß sich der errechnete Steuerertrag dadurch auf

rd. 200 Millionen Mark

ermäßigt.

Der Einfluß der Kohlenbesteuerung auf die Stromkosten großer Werke ist nur ein mäßiger, nämlich rund 0,1 bis 0,15 Pfennig/KWSt.

C. Wie groß ist der Gesamtertrag aus der staatlichen Elektrizitätswirtschaft und den vorgeschlagenen Steuern?

Die Erträgnisse aus der staatlichen Elektrizitätswirtschaft und den vorgeschlagenen Steuern wurden vorsichtig angesetzt und werden wahrscheinlich überschritten werden.

Es betragen im Jahre 1926 die Einnahmen für ganz Deutschland aus

a) der staatlichen Elektrizitätswirtschaft	41	Millionen	Mark
b) der Steuer für Lichtelektrizität	60	"	"
c) der Steuer für Beleuchtungsgas	16	"	"
d) der Wasserkraftbesteuerung	3	"	"
e) der Kohlensteuer	200	"	"

Gesamte Einnahmen im Jahre 1926 320 Millionen Mark.

VI. Zusammenfassung.

1. Die Zusammenfassung großer Gebiete zu einer einheitlichen und großzügigen Elektrizitätswirtschaft läßt sich mit dem heutigen System der Einzelanlagen nicht erreichen. Nur der Staat ist imstande, die entgegenstehenden rechtlichen Schwierigkeiten zu beseitigen; hieraus folgt die Notwendigkeit des staatlichen Eingriffs.

2. Es empfiehlt sich nicht, den staatlichen Betrieb auch auf die Verteilung elektrischer Arbeit zu erstrecken. Die Verteilung muß vielmehr Sache derjenigen bleiben, die sie heute schon besorgen. Der Staat muß sich auf die Erzeugung des Stromes und die Verkupplung der Kraftwerke durch Hochspannungsleitungen beschränken.
 3. Das Übergewicht großer Werke gegenüber mittleren und kleinen entsteht durch die geringeren Erzeugungskosten des Stromes, durch die Ausnutzung billiger Brennstoffe und vor allem durch die Verkupplung der Werke, die zur Verbesserung des Ausnutzungsfaktors und zur Verminderung der Reserven führt. Diese Vorteile werden durch die erhöhten Umformungs- und Fortleitungskosten zwar vermindert, als Endergebnis bleibt jedoch eine ziffermäßige Überlegenheit des staatlichen Betriebes.
 4. Es werden Untersuchungen über die gegenseitigen Versorgungsgrenzen mehrerer mit verschiedenen Brennstoffen arbeitenden Großkraftwerke angestellt.
 5. Ein staatlicher Wettbewerb mit den bestehenden großen und mittleren Werken würde zu einem Mißerfolg führen. Der Staat kann deshalb nur auf dem Wege vorgehen, daß er die bestehenden Werke als Abnehmer zu gewinnen sucht. Für die bereits vorhandene Erzeugung ist dies nur teilweise möglich, dagegen läßt sich der Zuwachs fast restlos für die staatlichen Werke sichern.
 6. Der Staat muß zu diesem Zwecke eine Anzahl von Großkraftwerken an geeigneten Stellen errichten, sie mit 100 000 Volt-Leitungen untereinander verbinden und an diese Umformerwerke anschließen, die zur Versorgung der Verteilungsorganisationen dienen. Die Einführung einer Reihe von technischen Normalien ist hierbei wünschenswert.
 7. Es muß ferner eine einheitliche staatliche Organisation für diese Aufgaben geschaffen werden.
 8. Unter Voraussetzung der zu erwartenden Entwicklung darf für das Jahr 1926 mit folgenden Zahlen für Preußen gerechnet werden:
 - Gesamte Erzeugung der staatlichen Werke 10,0 Milliarden KWSt.
 - Anlagekapital 900 Millionen Mark.
 - Jährlicher Reingewinn 41 Millionen Mark.
 9. Weitere Einnahmen lassen sich nur durch eine Besteuerung erzielen. Von den vielen möglichen Steuerformen empfiehlt sich eine unmittelbare Besteuerung der Beleuchtungselektrizität und des Beleuchtungsgases in Höhe von 10 v. H. des Rechnungsbetrages und eine mittelbare durch Besteuerung der Kohle. Insgesamt wird ein Erträgnis aus der Elektrizitätswirtschaft und den Steuern für 1926 von 320 Millionen Mark errechnet.
-

Erläuterung der grundlegenden Begriffe.

Obgleich die Bedeutung der folgenden Begriffe in der technischen Literatur (E. T. Z. 1912, Heft 29 und ff.; E. T. Z. 1915, Heft 17; Bau großer Elektrizitätswerke, Berlin 1913) wiederholt erläutert worden ist, mögen sie der Vollständigkeit halber nochmals aufgeführt werden.

Es bedeutet (Abb. 2):

1. Ausnutzungsfaktor des Werkes

$$n = \frac{\text{mittlere jährliche Nutzleistung des Werkes in KW}}{\text{ausgebaute Gesamtleistung des Werkes in KW;}}$$

2. Betriebszeitfaktor des Werkes

$$f = \frac{\text{Gesamtbetriebszeit aller Maschinen}}{\text{maximal mögliche Betriebszeit aller Maschinen;}}$$

3. Belastungsfaktor des Werkes

$$m = \frac{\text{mittlere jährliche Nutzleistung des Werkes in KW}}{\text{Spitzenbelastung des Werkes in KW;}}$$

4. Reservefaktor des Werkes

$$r = \frac{\text{ausgebaute Maschinenleistung des Werkes in KW}}{\text{Spitzenbelastung des Werkes in KW;}}$$

$$= \frac{m}{n} = \frac{\text{Belastungsfaktor des Werkes}}{\text{Ausnutzungsfaktor des Werkes.}}$$

Dennt man ferner:

5. $\frac{a}{L} = a_w =$ stündlichen Leerlauf-Wärmeverbrauch in WE, bezogen auf 1 KW Volleistung des Werkes (siehe Abb. 9);
6. $\frac{b}{L} = b_w =$ zusätzlichen stündlichen Wärmeverbrauch in WE, bezogen auf 1 KW Volleistung des Werkes (siehe Abb. 9);

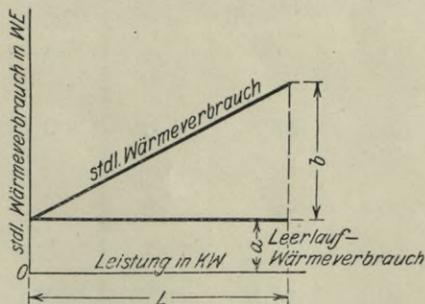


Abbildung 9.

7. $c =$ mittlere jährliche Betriebs- und Kapitalkosten (ausschließl. Brennstoffkosten) für eine Stunde und ein ausgebautes KW in Pfennig
- $$= \frac{\text{mittlere jährliche Betriebs- und Kapitalkosten in Pf.}}{\text{ausgebaute Leistung in KW} \times 8760;}$$
8. $g =$ Brennstoffkosten in Pfennig für 1 WE,
so ist der

9. mittlere jährliche Wärmeverbrauch für 1 KWSt

$$W_m = \frac{f}{n} a_w + b_w \quad \text{WE/KWSt}$$

und die

10. mittleren jährlichen Betriebskosten (einschließl. Brennstoffkosten, Kapitalkosten usw., aber ausschließl. Fortleitungskosten) für 1 KWSt in Pfennig

$$K = \frac{c}{n} + \frac{f}{n} g \cdot a_w + g b_w \quad \text{Pf./KWSt.}$$

Der Betriebszeitfaktor f kann höchstens gleich 1 sein, und zwar dann, wenn sämtliche Maschinen (auch die Reservemaschinen) dauernd laufen und kann nicht kleiner als n werden. Für die weiteren Berechnungen genügt es, wenn man für f das Mittel aus den beiden Grenzwerten einsetzt, nämlich:

$$f = \frac{1 + n}{2}, \text{ dann wird}$$

$$9a. \quad W_m = \frac{a_w}{2} \left(1 + \frac{1}{n}\right) + b_w \quad \text{WE/KWSt.}$$

$$10a. \quad K = \frac{1}{n} \left(c + \frac{g \cdot a_w}{2}\right) + g \left(b_w + \frac{a_w}{2}\right) \quad \text{Pf./KWSt.}$$

Anmerkung.

Häufig wird mit der „Benutzungsdauer“ statt mit dem „Ausnutzungsfaktor“ gerechnet. Unter der Benutzungsdauer t versteht man diejenige Anzahl von Stunden, während welcher die Maschinen mit der Spitzenbelastung des Werkes laufen müßten, um die jährliche Strommenge zu erzeugen.

Nach Abb. 2 besteht zwischen „Benutzungsdauer“ und „Ausnutzungsfaktor“ folgender Zusammenhang:

$$\begin{aligned} \text{Benutzungsdauer } t &= \frac{\text{Jährliche Stromabgabe in KWSt}}{\text{Spitzenbelastung in KW}} \\ &= \frac{L_m \cdot 8760}{S} = 8760 \cdot m = 8760 \cdot n \cdot r \quad \text{Stunden.} \end{aligned}$$

Kosten einer nutzbar abgegebenen Kilowattstunde. 1913.

Ffd. Nr.	Ort	Nutzbar abgegebene KWSt Millionen	Eigentliche Betriebskosten für 1 KWSt				Verzinsung, Tilgung, Erneue- rung für 1 KWSt		Zu- sammen für 1 KWSt
			All- gemeine Ver- waltung	Kosten des Kraft- werkes	Strom- fortleitung, Strom- messung, Sonstiges	Zus- gesamt	Kraft- werke und Unter- werke	Leitungs- anlagen, Zähler und Sonstiges	
			₰	₰	₰	₰	₰	₰	₰
1	Aachen	26,731	0,43	3,24	0,37	4,04	1,72	0,86	6,61
2	Altbach, Neckarwerke A.=G. . .	24,136	1,09	3,74	0,69	5,52	3,30	4,51	13,33
3	Barmen	21,252	0,61	3,12	0,43	4,16	2,42	1,71	8,27
4	Bochum, Westfalen	54,493	0,37	3,19	0,39	3,95	2,83		6,78
5	Breslau, G.=W. Schlesien A.=G.	24,254	0,81	1,64	0,36	2,81	6,87		9,68
6	Breslau, Städtisches G.=W. . .	24,792	0,36	4,36	0,39	5,11	3,22	3,50	11,83
7	Charlottenburg	23,924	0,67	3,87	1,06	5,60	3,64	2,57	11,81
8	Cöln	64,134	0,39	3,44	0,25	4,08	1,14	1,80	7,02
9	Cöpenick	5,371	0,41	3,20	0,76	4,37	2,07	1,30	7,74
10	Derenburg, Harz	2,203	2,10	4,34	1,46	7,90	2,31	5,55	15,76
11	Dieringhausen, Kreis G.=W. Gummersbach	8,139	—	—	—	3,73	1,50	1,30	6,53
12	Dortmund, Westf. Verb. G.=W.	41,700	0,18	2,28 (2,60)	0,27	2,73	1,35	1,79	5,87
13	Dresden, Licht und Kraftwerk	30,481	1,64	5,01	4,94	11,59	3,34	3,33	18,26
14	Düsseldorf	39,734	0,37	3,52	0,31	4,20	2,46	1,45	8,11
15	Hagen, Kommunales G.=W. Mark, A.=G.	62,853	0,29	2,28	0,23	2,80	0,90	1,24	4,94
16	Hamburg	46,346	1,40		5,84	7,24	5,75	4,88	17,87
17	Hannover	13,292	2,02	4,21	2,09	8,32	3,03	6,34	17,69
18	Izehoe	0,343	—	12,00	—	12,00	7,17	2,86	22,03
19	Kissingen	0,425	—	—	—	14,10	21,57		35,67
20	Ludwigshafen, Pfalzwerke, A.=G.	16,188	0,31	3,36	0,63	4,30	1,27		5,57
21	Meseritz, Überlandzentrale Birn- baum-Meseritz, G. m. b. H.	1,365	2,30	3,00	4,00	9,30	8,98	11,02	29,30
22	Neuhaldensleben	0,257	3,07	12,47	11,37	26,91	13,95		40,86
23	Nürnberg, Städtisches G.=W.	7,295	2,26	6,74	1,91	10,91	2,25	5,02	18,18
24	Oberschles. Industriebezirk . .	141,727	0,29	1,32	0,15	1,76	0,96	0,83	3,55
25	Stettin, Freibeizirk	0,551	—	15,41	12,33	27,74	5,14	7,11	39,99
26	Stralsund, Überl. Zentr. A.=G.	5,678	0,72	5,71	1,35	7,78	2,79	10,35	20,92

Anmerkung: Für Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals sowie für Erneuerung sind durchschnittlich 8 v. H. der in der Statistik angegebenen Herstellungskosten eingesetzt, da die anderweit in der Statistik angegebenen Beträge teils unvollständig sind, teils erheblich von einander abweichen.

Stromverbrauchsdichte im Deutschen Reich.

Nach der letzten Döpfeschen Statistik (1913 bzw. 1913/14) und der letzten Dettmarschen Statistik (Stand vom 1. April 1913) ergibt sich innerhalb des Deutschen Reiches die größte Stromverbrauchsdichte (nutzbar abgegebene KWSt jährlich auf den Einwohner des Versorgungsgebietes gerechnet) für folgende Kraftwerke:

	KWSt Einwohner
1. Allzentralen der Stadt Zelle, Oldau	1619
2. Fürstlich v. Donnersmarcksche Bergwerks- und Hütten- Schwientochlowitz	1471
3. Rosenheim (Oberbayern)	686
4. Gewerkschaft Gustav, Dettingen a. M.	483
5. Allgäuer G.-Gesellschaft, Lindenberg	392
6. G.-W. Siegerland, Siegen	337
7. Vereinigte Königs- und Laurahütte A.-G., Laurahütte	269
8. Laufitzer G.-W., Weißwasser	263
9. Elektra-Markgräflerland, Haltingen	246
10. Schlesiſche Elektrizitäts- und Gas-A.-G., Gleiwitz	243
11. Kreis-G.-W. Gummersbach, Dieringhausen	234
12. Isarwerke, München	234
13. Westfälisches Verbands-G.-W., Dortmund	208
14. G.-W. Bohm, Frederksdorf (Ostbahn)	184
15. Märkiſches G.-W., Heegermühle bei Eberswalde	169
16. Aachen	167
17. Remscheid	166
18. Kreis-G.-W. Schwelm	161
19. Lech-G.-W., Augsburg	161
20. Main-Kraftwerke A.-G., Höchst a. M.	161
21. Gebr. Aht, Enzheim (Pfalz)	156
22. Amperwerke, München	154
23. G.-W. der Argen, Wangen (Allgäu)	154
24. Neuß	153
25. Buderuſſche Eisenwerke, Wezlar	150
26. Oberlandzentrale Kupferdreh	146
27. Oberrheinische Eisenbahn-Gesellschaft, Rheinau (Baden)	139

28. Haslach (Kinzigtal)	139
29. Frechen bei Cöln	138
30. Bergisches G.=W., Düsseldorf-Reisholz	131
31. Mainkraftwerke A.=G., Friedrichslegen (Reg.=Bez. Wiesbaden)	131
32. Barmen	114
33. Coepenick	114
34. Cöln	113
35. Mainkraftwerke A.=G., Limburg a. d. Lahn	113
36. Türkheim (Elsaß)	113
37. G.=W. Berggeist, Brühl bei Cöln	112
38. Lothringer Eisenbahn=A.=G., Nordlothringen	107
39. Rheingau=G.=W., Eltville	107
40. Sächsische G.=Lieferungs=Gesellschaft Obererzgebirge, Schwarzenberg	106
41. Frankfurt a. M.	105
42. Niederschlesische G.= und Kleinbahn=Gesellschaft, Waldenburg	105
43. Düren	104
44. Niederrheinische Licht= und Kraftwerke, Rheydt	104
45. Berlin	103
46. Stuttgart	102
47. G.=W. an der Pleiße, Verdau	100



Zusammenstellung der größten Elektrizitätswerke in Deutschland

nach der Dettmarschen Statistik vom 1. April 1913.

Nr.	Seite	Name des Werkes	Normale Maschinen- leistung einschl. Reserve in KW
1	32	Berliner G.=W. A.=G. Berlin	162 732
2	88	Bergische G.=W. m. b. H. Düsseldorf-Reisholz	69 500
3	132	Schles. G.= u. Gas=W. A.=G. Obereschl. Eisenbahn=We. Gleiwitz	59 000
4	104	Rheinisch=Westfälisches G.=W. A.=G. Essen a. Ruhr	39 400
5	154	Kommunales G.=W. Mark, Hagen (Westfalen)	38 500
6	112	Städtisches G.=W. Frankfurt a. Main	36 734
7	342	G.=W. Saarbrücken	33 000
8	156	G.=W. A.=G. Hamburg	26 950
9	264	Städtisches G.=W. München	24 198
10	34	G.=W. Südwest A.=G. Berlin=Schöneberg	21 180
11	258	G.=W. Bahnkraftwerk Mittelsteine (Schlesien)	20 000
12	170	G.=W. Bergwerk-Gesellschaft Hibernia, Herne (Westfalen) . .	19 600
13	88	Städtisches G.=W. Düsseldorf	18 810
14	330	Kraftübertragungs=Werke Rheinfeld A.=G. Badisch=Rheinfeldern	18 800
15	66	Städtisches G.=W. Chemnitz (Sachsen)	18 660
16	162	Städt. G.=W. Barmen und das G.=W. Westf. Hattingen a. Ruhr	17 000
17	224	A.=G. Lauchhammer Provinz Sachsen	16 800
18	368	Kreis=Wasser= und G.=W. Schwelm (Westfalen)	16 560
19	52	Städtisches G.=W. Breslau	16 535
20	66	Städtisches G.=W. Charlottenburg=Berlin	16 000
21	112	G.=W. A.=G. Fortunagrube, Post Quadrath b. Köln	16 000
22	88	Städtisches G.=W. Duisburg (Rheinprovinz)	15 700
23	390	G.=W. A.=G. Straßburg (Elsaß)	15 640
24	20	Lech G.=W. A.=G. Augsburg a. Lech (Schwaben)	15 625
25	52	G.=W. A.=G. Breslau	15 500
26	6	Neckarwerke A.=G. Altbach (Württemberg)	15 282

Nr.	Seite	Name des Werkes	Normale Maschinen= leistung einschl. Reserve in KW
27	66	Städtisches G.=W. Köln a. Rhein	15 000
28	214	Westfäl.=Verb. G.=W. A.=G. Kruckel, Post Barop	15 000
29	390	Städtisches G.=W. Stuttgart (Württemberg)	14 760
30	176	G.=Lieferungs=Gesellschaft Hirschfelde (Sachsen)	14 100
31	24	Städtisches Wasser= und Lichtwerk Barmen	13 250
32	164	Märktisches G.=W. A.=G. Heegermühle b. Oberzwalde	13 200
33	86	Städtisches G.=W. Dresden	13 000
34	96	Städtisches G.=W. Elberfeld	12 600
35	296	Zwickauer G.=W. u. Straßenb. A.=G. Oelsnitz (Erzgebirge)	12 600
36	116	Oberschlesische Eisenb.=Bedarfs=A.=G. Friedenshütte (Oberschl.)	12 500
37	330	Oberrheinische Eisenb.=G.=A.=G. Rheinau (Baden)	12 400
38	84	Städtisches G.=W. Dortmund (Westfalen)	12 000
39	428	Kraftwerk Zukunft A.=G. Weisweiler (Rheinland)	12 000
40	158	Städtisches G.=W. Hannover	11 900
41	374	G.=W. Siegerland G. m. b. H. Siegen (Westfalen)	11 700
42	264	Oberrheinische Kraftwerke A.=G. Mülhausen (Elsaß)	11 500
43	300	Niedersächsisches Kraftwerk A.=G. Osnabrück	11 500
44	264	Stadwerke G. m. b. H. München	10 540
45	402	Städtisches G.=W. Trier (Rheinprovinz)	10 330
46	214	Aberl.=Zentr. d. Bergwerk=A.=G. La Houve, Kreuzwald (Lothr.)	10 300
47	52	Städtisches G.=W. Bremen a. Weser	10 064
48	50	A.=W. Braunschweig	10 000
49	170	Siemens G.=Betrieb Herrenwyck Lübeck	10 000
50	432	Rheinisch=Westfälisches G.=W. A.=G. Wesel a. Rhein.	10 000



POLITECHNIKA KRAKOWSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

III
L. inw. 34082

Kdn. 524. 13. IX. 54

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305893