

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298351

XXX

1202.

Elektrische Großwirtschaft

unter staatlicher Mitwirkung

in Württemberg

von

H. Büggeln



131691

Stuttgart
Verlag von Konrad Wittwer
1916

xxx

1202

7

B. 3^e 257.



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

II 31327

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

Akc. Nr. 3437/49

F
722

3

Vorwort.

Die vorliegende Veröffentlichung gibt den Inhalt eines von mir am 11. November 1916 im Württembergischen Elektrotechnischen Verein unter Beteiligung des Württembergischen Bezirksvereins deutscher Ingenieure gehaltenen Vortrags wieder. Ich habe damit zahlreichen Wünschen und Anregungen aus den verschiedensten Kreisen Rechnung getragen, ohne von irgend einer amtlichen Stelle beauftragt oder auch nur beeinflußt worden zu sein. Daher stellen die folgenden Ausführungen lediglich meine persönliche Ansicht dar. Auch lege ich nicht etwa ein fertiges Projekt vor, das Anspruch auf Vollkommenheit machen könnte. Vielmehr handelt es sich um einen allerersten Generalentwurf, der lediglich einen gangbaren Weg zeigen soll, auf dem die Überleitung von der jetzigen zersplitterten Elektrizitätserzeugung zu einer wirtschaftlicheren Form erfolgen kann.

Der Inhalt meiner Arbeit ist auch für solche Kreise bestimmt, die mit den technischen und wirtschaftlichen Einzelheiten unserer modernen Elektrizitätswirtschaft nicht näher vertraut sind, und daher so allgemeinverständlich und kurz wie nur möglich gehalten. Wer sich mit dem behandelten Stoff näher befassen will, sei auf die Veröffentlichungen von Professor Dr. G. Klingenberg, einem der erfahrensten Fachmänner auf dem Gebiete der Großkraftwerke und großen Leitungsnetze, verwiesen. Klingenberg hat im Juni 1916 auf der Kriegstagung des Verbands Deutscher Elektrotechniker in Frankfurt a. M. einen Aufsehen erregenden Vortrag über „Elektrische Großwirtschaft unter staatlicher Mitwirkung“

gehalten, der sich allerdings nur mit den Verhältnissen im Königreich Preußen und in den unmittelbar angrenzenden Kleinstaaten befaßt. Dieser Vortrag ist in der Elektrotechnischen Zeitschrift 1916, Heft 23—26, sowie in einem bei Julius Springer in Berlin erschienenen Sonderdruck veröffentlicht. Im gleichen Verlage sind einige Jahre zuvor seine beiden Bücher über den Bau großer Elektrizitätswerke erschienen.

Neben Klingenberg ist es N. Hochström, der in seiner kürzlich erschienenen Schrift „Die öffentliche Elektrizitätsversorgung als Einnahmequelle für den Staat“ die Teilnahme des Staates in allerdings ganz anderem Sinne als Klingenberg behandelt. Hochström prüft die Verstaatlichung bis zur letzten Konsequenz, d. h. bis zum Hausanschluß des Kleinabnehmers, und entwickelt da Probleme, die, wenn man von der außerordentlichen Schwierigkeit der Durchführung absieht, recht lehrreich sind. Da die trotz einiger Rechenfehler sehr lesenswerte Schrift auch die sämtlichen Vorgänge in Preußen, Bayern, Sachsen und Baden sehr eingehend behandelt, habe ich mich in diesen Dingen kurz fassen können.

Meine Ausführungen sind keinem zuliebe und keinem zuleide geschrieben. Sie sollen lediglich dazu dienen, das schöne und friedliche Verhältnis, das seither zwischen den vielen württembergischen Elektrizitätswerken bestanden hat, weiter zu fördern und Vorgänge zu vermeiden, wie sie im Königreich Sachsen zur großen Verbitterung der beteiligten Kreise und zum schließlichen Eingreifen der Regierung geführt haben.

Stuttgart, im November 1916.

H. Büggeln.

In den letzten Jahren hat es sich immer mehr und mehr gezeigt, daß eine wirtschaftliche Stromerzeugung nur in Großkraftwerken mit möglichst vollkommener Ausnutzung der einzelnen Maschinensätze zu erreichen ist. Ein Weiterbetrieb der vielen kleinen Wärmekraftmaschinen, wie sie gegenwärtig noch vielfach vorhanden sind, liegt daher nicht im volkswirtschaftlichen Interesse. Diese Erkenntnis hat mit dazu beigetragen, daß fast sämtliche bedeutendere Bundesstaaten eine elektrische Großwirtschaft eingeleitet und sich hieran bereits in einzelnen Fällen finanziell und gesetzgeberisch beteiligt haben oder sich zu beteiligen gedenken. Doch sind auch noch andere Gründe für eine solche staatliche Mitwirkung vorhanden: Von verschiedenen Seiten wird nämlich befürchtet, daß einzelne Unternehmer, einerlei, ob sie privaten oder kommunalen Charakter haben, eine Monopolstellung anstreben, die unserer Volkswirtschaft nicht zum Segen gereichen würde. Vielfach werden die kommunalen Monopole für gefährlicher angesehen als Privatmonopole. Man hält es nicht für zweckmäßig, wenn eine Großstadt, die seither ihre Gas-, Wasser- oder Elektrizitätswerke nur für die eigenen Bewohner betrieben hat, nun auf einmal über die ihr gesetzten Grenzen hinausstrebt und für sich allein oder in Gemeinschaft mit anderen Gemeinden große Verbände gründen will, und man ist der Ansicht, daß nur der Staat als Unternehmer in Frage kommen kann, wenn die Verhältnisse eine Ausdehnung öffentlicher Einrichtungen über weite Gebiete fordern. Nach diesem Gesichtspunkt hat die württembergische Regierung z. B. bei der Landeswasserversorgung

gehandelt. Ebenso verfährt jeder Staat ohne Ausnahme derart bei unseren Eisenbahnen. Man gestattet einer Stadt wohl den Betrieb von Straßenbahnen innerhalb der Stadtgrenzen oder der nächsten Umgebung, würde ihr oder einem kommunalen Verbands indessen einen Betrieb für das ganze Land oder auch nur für einzelne Landesteile niemals gestatten, da hierfür einzig und allein der Staat in Betracht kommen kann.

Die soeben genannten Gesichtspunkte sind wohl in erster Linie für die Verstaatlichungsvorgänge bei der öffentlichen Elektrizitätsversorgung im Königreich Sachsen maßgebend gewesen. Dort hatten sich die im Gemeindebesitz befindlichen Elektrizitätswerke zu einem *Elektroverbande* zusammengeschlossen und wollten eine elektrische Großwirtschaft für das ganze Königreich schaffen. Das hat die Regierung rechtzeitig zu verhindern gewußt. Im Großherzogtum Baden war es umgekehrt die Sorge vor dem wachsenden Einfluß der Privatunternehmer, die die Regierung zum Bau des staatlichen Murgwerks und damit zur Einleitung der elektrischen Großwirtschaft veranlaßte. Im Königreich Preußen waren wiederum rein volkswirtschaftliche Gründe für eine staatliche Mitwirkung maßgebend. Hier mußten für Zwecke der Schiffbarmachung von Flußläufen große Wasserbauten ausgeführt werden. Dadurch wurden namhafte Energiemengen frei, die mit billigen Mitteln der Volkswirtschaft dienstbar gemacht werden konnten, und deren Nutzbarmachung gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlagen förderte. Wiederum ganz andere Gesichtspunkte liegen für die Einleitung der elektrischen Großwirtschaft im Königreich Bayern vor. Dort wird ein großzügiges, gemischt-wirtschaftliches Unternehmen unter Beteiligung des Staates und der bestehenden Elektrizitätswerke, der kommunalen sowohl als auch der privaten, geplant, das sich die ausgiebigste Nutzbarmachung der in Bayern reichlich vorhandenen Wasserkräfte zur Aufgabe macht.

In W ü r t t e m b e r g, dem Lande mit der bereits erwähnten großartigsten Wasserversorgungsanlage wohl der ganzen Welt, hat die Regierung bislang zur Frage der elektrischen Großwirtschaft keinerlei Stellung genommen. Wohl hat sie in der richtigen Erkenntnis, daß das Große auf diesem Gebiete am leistungsfähigsten ist, in den letzten Jahren das Zustandekommen großer Überlandwerke nach Möglichkeit unterstützt und sich mit vollem Recht durch das Geschrei einzelner Unbefriedigter nicht beeinflussen lassen. Sie hat der Königlichen Zentralstelle für Gewerbe und Handel eine technische Beratungsstelle angegliedert, die ebenso wie der von ihr unterstützte Württembergische Revisionsverein Gemeinden und Privaten in elektrotechnischen Angelegenheiten Rat und Auskunft erteilt. Auch die Ministerialabteilung für den Straßen- und Wasserbau verfügt über eine elektrotechnische Prüfungs- und Abnahmestelle. Diese hat jedoch mehr polizeilichen Charakter und bearbeitet gemeinschaftlich mit den Generaldirektionen der Posten und Staatsbahnen die Vorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen. Aktiv hat die Regierung indessen noch niemals bei der Elektrizitätsversorgung mitgewirkt und auch daran nichts geändert, daß selbst die kleinste Gemeinde ohne Regierungsgenehmigung eigene Elektrizitätsanlagen errichten oder solche Rechte an Privatunternehmer erteilen darf.

Gerade der gegenwärtige Weltkrieg hat gezeigt, daß die württembergische Regierung sehr richtig gehandelt hat, wenn sie die freie Entwicklung der öffentlichen Elektrizitätsversorgung seither in keiner Weise hinderte. Wenn auch, wie wir gleich nachher sehen werden, die Stromerzeugung in vielen, zum Teil sehr kleinen Werken nicht mehr den modernen Grundsätzen entspricht, so erleiden dennoch die Stromabnehmer keinerlei Nachteile gegenüber denen der Nachbarstaaten. Die Beschaffenheit des Stromes ist durchweg gut, und die Verkaufspreise bewegen sich durchaus in den auch sonst üblichen Grenzen. Aber kaum ein anderer

deutscher Bundesstaat wird sich rühmen können, eine so ausgedehnte Stromversorgung wie Württemberg zu besitzen. Während anderwärts durch Eingriffe des Staates die freie Entwicklung aufgehalten worden ist, gibt es in Württemberg nur noch einige Miniaturgemeinden und Einzelhöfe, die gegenwärtig den Segen der Elektrizität nicht genießen. Die Folge dieser großartigen Entwicklung ist eine blühende Kleinindustrie und eine noch blühendere Landwirtschaft, die sogar während des Krieges Milch und Butter in andere Bundesstaaten abgeben kann. Ich werde wohl kaum auf Widerspruch stoßen, wenn ich diesen segensreichen Zustand mit auf die elektrische Stromversorgung zurückführe. In anderen Bundesstaaten mit noch vielen elektrisch unversorgten Gemeinden müssen die Milchkühe aus Mangel an Pferden nach der harten Feldarbeit abends noch die kräftevergeudende Göpelarbeit verrichten. Wenn dann die gute Bauernmutter, von der Wilhelm Busch in seinem „Balduin Bählmann“ so humorvoll gesungen hat: „Des Abends spät, des Morgens frühe, zupft sie am Hinterleib die Kühe mit kunstgeübten Handgelenken“, sich dieser Arbeit unterzieht, dann ist gewöhnlich alle Liebesmühe vergebens. Da sind unsere Bauernmütter dank einer liberalen Elektrizitätspolitik doch besser daran.

Dennoch dürfte nun auch für Württemberg die Zeit gekommen sein, die elektrische Großwirtschaft einzuleiten. Anfänge dazu sind schon gemacht, aber nicht unter Mitwirkung der Regierung, sondern durch die verschiedenen Großunternehmer. Hier sollte man unbedingt zu verhindern suchen, daß wie in Sachsen eine Spaltung zwischen kommunalen und privaten Unternehmern entsteht, vielmehr sollten sich bei der notwendigen Regelung alle Parteien die Hände reichen. Wenn hin und wieder die Meinung laut wird, daß allein kommunale Unternehmungen den Stempel der Gemeinnützigkeit tragen, während bei den Privatunternehmungen nur rohe Habgier herrscht, so ist das sehr verkehrt. Beide Parteien sind gleich gemeinnützig, obwohl sie

beide Geld verdienen wollen. Das letztere ist durchaus berechtigt und für die Stromabnehmer nicht gefährlich, weil der gegenseitige Wettbewerb vor Auswüchsen schützt. Meines Erachtens sind seither die Privatunternehmungen sogar meist der gemeinnützigere Teil gewesen, denn sie haben moderne Elektrizitätswirtschaft in manchmal wenig wirtschaftlichen Gebieten eingeleitet und oft jahrelange Verluste mit in Kauf nehmen müssen. Ohne sie wäre der vorhin geschilderte günstige Zustand überhaupt gar nicht oder wenigstens viel langsamer eingetreten. Das hat in Baden sogar dieselbe Regierung anerkennen müssen, die das staatliche Murgwerk als Gegenstück zu den Privatunternehmungen schuf. Würde in Württemberg jetzt oder später ein Wettkampf zwischen beiden Parteien einsetzen, dann könnte das leicht wirtschaftliche Schäden zur Folge haben, die Unternehmern und Abnehmern Schaden bringen.

Nach der Zusammenstellung der Elektrizitätswerke Württembergs für die Rechnungsjahre 1911 und 1912 (herausgegeben von der Ministerialabteilung für Straßen- und Wasserbau) bestanden damals in Württemberg 273 selbständige Elektrizitätswerke. Hiervon befanden sich 50 Werke im Gemeindebesitz (darunter 8 im Besitz von Gemeindeverbänden) und 223 im Privatbesitz (Einzelpersonen, Genossenschaften und Aktiengesellschaften). Die gesamte angegebene Maschinenleistung einschließlich Aushilfsmaschinen betrug 71 862,4 Kilowatt (kW). Da 34 meist kleine Werke keine Angaben über die Leistung gemacht haben, so wird die Gesamtleistung wohl mit rund 72 500 kW zu bemessen gewesen sein. 9 Werke bezogen den gesamten Strom von anderer Seite, hatten also selbst keine Stromerzeugungsmaschinen. Weitere 50 Werke, darunter die größten, standen in gegenseitigem Stromaustausch. Von den 273 Werken arbeiteten 183 mit Gleichstrom, 47 mit Drehstrom, 43 mit Gleichstrom und Drehstrom. 62 Werke arbeiteten nur mit Wasserkraft, 25 mit Dampfkraft, 31 mit Explosionsmotoren, 73 mit Wasser- und Dampfkraft, 53 mit

Wasser- und Explosionsmotoren, 16 mit Wasser-, Dampf- und Explosionsmotoren, 2 mit Dampf- und Explosionsmotoren. Inzwischen ist die große Wasserkraftanlage des Kraftwerkes Altwürttemberg in Beihingen-Kleiningersheim hinzugekommen. Ferner sind verschiedene Kraftwerke, darunter die in Stuttgart, Ulm, Ellwangen und Glatten, wesentlich erweitert worden. Wir können daher die gegenwärtige Gesamtleistung wohl auf etwa 100 000 kW schätzen.

Von dieser Gesamtleistung wird nur ein verhältnismäßig geringer Teil wirtschaftlich ausgenutzt. Der andere Teil dient lediglich zur Aushilfe und stellt also einen Kapitalwert dar, der ständig Unkosten für Verzinsung und Abschreibung erfordert, ohne nutzbare Arbeit zu leisten. Weitere derartige Unkosten entstehen dadurch, daß die Aushilfskräfte oft Tage, Wochen und selbst Monate hindurch unter Dampf gehalten werden müssen, um bei Bedarf sofort Arbeit leisten zu können. Wie viel wertvolles Brennmaterial geht da verloren, und welche kostbaren Arbeitskräfte werden da verschwendet! —

Der Hauptzweck meiner Ausführungen soll in der Prüfung der Frage bestehen, wie dieser gegenwärtige unwirtschaftliche Zustand am wirksamsten geändert werden kann. Zu dem Zwecke muß ich mich etwas auf das Gebiet der Statistik zurückbegeben, weil ohne dieses ein zuverlässiges Urteil über die bestehenden und zukünftigen Verhältnisse nicht gefällt werden kann.

Da der größte Teil Württembergs landwirtschaftlichen Charakter hat, so soll auch mit den landwirtschaftlichen Verhältnissen begonnen werden. Ich habe zu diesem Zwecke in den am Schlusse angefügten Zahlentafeln 1—5 alles Wissenswerte aus der Württembergischen Gemeindestatistik nach dem Stande des Jahres 1907 zusammengestellt. Wir sehen, daß Württemberg damals rund 2,3 Millionen Einwohner besaß, die sich auf 9281 Gemeinden und Teilgemeinden, sowie auf 504 588 Haushaltungen verteilten. Demnach kamen auf die einzelne Haushaltung durchschnitt-

lich 4,56 Einwohner. Nach derselben Statistik hat der Anteil der landwirtschaftlichen Bevölkerung einschließlich Dienstpersonal 882 421 Einwohner betragen. Ferner waren in der Industrie 934 971 Personen, im Handel und Verkehr 244 077 Personen und mit wechselnder Lohnarbeit 10 971 Personen beschäftigt. Den Rest bildeten Personen ohne bestimmten Beruf.

Die Gemeindestatistik weist ferner 314 829 Landwirtschaftsbetriebe aus mit 1 453 898 ha Gesamtgrundfläche (der Rest der in Zahlentafel 5 angegebenen Grundfläche wird nicht landwirtschaftlich bearbeitet), darunter 88 334 unter 0,5 ha, 79 544 mit 0,5 bis 2 ha, 83 752 mit 2 bis 5 ha, 56 372 mit 5 bis 20 ha, 6363 mit 20 bis 50 ha und nur 464 über 50 ha. Das zeigt, daß Württemberg in der Hauptsache kleine und mittlere Landwirtschaftsbetriebe besitzt. Von der Gesamtfläche sind 299 937 ha Forstfläche, 16 054 ha Weinberge, und 40 050 ha liegen brach. Wir sehen schließlich aus den Zahlentafeln 1—4, daß im Neckarkreise mit der umfangreichsten Industrie die kleinsten landwirtschaftlichen Besitzverhältnisse (im Mittel 0,407 ha/Einwohner) bestehen, während im Jagstkreise (1,263 ha/Einwohner) und Donaukreise (1,156 ha/Einwohner) der Mittelwert von 0,848 ha/Einwohner weit überschritten wird. Im Schwarzwaldkreise (0,882 ha/Einwohner) wird dieser Mittelwert zwar noch etwas überschritten, jedoch sinkt hier die bewirtschaftete Grundfläche infolge des großen Waldbestandes weit unter den Mittelwert herab.

Aus dieser Statistik können wir mit ziemlicher Genauigkeit den landwirtschaftlichen Strombedarf herauslesen. Ich will das am industrielozen Oberamt Mergentheim zeigen, für das ich umfangreiches und vor allem zuverlässiges Material besitze. Dort betrug im Jahre 1914 die Stromerzeugung durchschnittlich 35 Kilowattstunden (kWh) für den Einwohner, wie das aus Zahlentafel 6 (Elektrizitätswerk Hohebach) hervorgeht. Hier ist die Einwohnerzahl fast gleich der bewirtschafteten Grundfläche. 1914 kamen daher

auf 1 ha dieser Grundfläche durchschnittlich rund 35 erzeugte Kilowattstunden. Es ist anzunehmen, daß in landwirtschaftlich ungünstigeren Bezirken diese Zahl 35 kWh für 1 ha auch erreicht worden ist. Sollte daselbst der Kraftstromverbrauch etwas geringer gewesen sein, so war mit Rücksicht auf die größere Bevölkerungsdichte sicherlich ein größerer Lichtstromverbrauch vorhanden. Auf dieser Grundlage läßt sich z. B. für das Oberamt Marbach (0,594 ha/Einwohner) die Stromerzeugung mit etwa 21 kWh, im Oberamt Leonberg (0,577 ha/Einwohner) mit etwa 20 kWh, im Oberamt Weinsberg (0,556 ha/Einwohner) mit etwa 20 kWh und im Oberamt Nagold (0,537 ha/Einwohner) mit etwa 18 kWh für den Einwohner berechnen, während im walddreichen Oberamt Neuenbürg (0,225 ha/Einwohner) nur etwa 8 kWh für den Einwohner zu erzeugen waren. Selbstverständlich spielt dabei der Umstand eine Rolle, wie lange die Oberämter schon mit elektrischer Energie versorgt werden. Die Stromerzeugung für landwirtschaftliche Zwecke würde also unter der Voraussetzung, daß ganz Württemberg 1914 bereits mit elektrischer Energie versorgt gewesen wäre, bei rund 1,24 Millionen ha bewirtschafteter Grundfläche insgesamt etwa 43 Millionen kWh betragen haben. Wir dürfen aber mit Rücksicht darauf, daß sich damals größere Gebiete (z. B. Oberschwaben) erst im Bau befanden, mit höchstens 70 % dieser Summe, also mit rund 30 Millionen kWh rechnen.

Für den übrigen Teil der Bevölkerung bieten eigentlich nur die Neckarwerke und Stuttgart zuverlässige Zahlen, da Gmünd und Heilbronn größere Industrien nicht versorgen und Reutlingens größere Industrie unmittelbar an die Neckarwerke angeschlossen ist. In Stuttgart wurden 1913/14 laut Zahlentafel 6 für den Einwohner 125 kWh erzeugt. Würde man bei den Neckarwerken landwirtschaftliche und industrielle oder bürgerliche Bevölkerung trennen, so wären jedenfalls auf den letzteren Teil der Einwohner ebenfalls wenigstens 125 kWh im Mittel gekommen. Ein

Vergleich mit den in der Zahlentafel aufgenommenen außerwürttembergischen Werken zeigt allerdings, daß 125 kWh als allgemeiner Durchschnittswert zu hoch gegriffen ist. Wir wollen daher nur 90 kWh als Mittelwert für 1,42 Millionen Einwohner annehmen. Dann erhalten wir eine Stromerzeugung von rund 130 Millionen kWh.

Demnach dürfte die Stromerzeugung in Württemberg im Jahre 1914 insgesamt etwa 160 Millionen kWh betragen haben. Hierzu wurden Maschinen von insgesamt 100 000 kW benutzt, mit denen man in jährlich 8760 Stunden (365 Tage \times 24 Stunden) 876 Millionen kWh hätte erzeugen können, so daß diese Maschinen also nur in durchschnittlich 1600 Stunden im Jahre ausgenutzt worden sind.

Wenn wir uns Zahlentafel 7 ansehen, so werden wir finden, daß die Zahl 1600 als durchschnittliche jährliche Ausnutzungszeit recht wohl stimmen dürfte. Bei Heilbronn erscheint sie deshalb kleiner, weil die von Lauffen a. N. gelieferte Hauptenergiemenge nicht mitgezählt ist und die Dampfanlage in Heilbronn nur eine Aushilfskraft darstellt. Daher arbeitet sie auch scheinbar so ungünstig. Auch Reutlingen gibt kein richtiges Bild, da die Hauptenergie von den Neckarwerken kommt und die Wärmekraftanlage auch nur Aushilfskraft ist. Die Neckarwerke würden wesentlich höher kommen, wenn sie nicht über sehr reichliche und daher wenig ausgenutzte Hilfskräfte verfügten. Wie aus Zahlentafel 6 hervorgeht, konnten dort 1914 die Maschinen rund 23 000 kW leisten, während laut Zahlentafel 7 die Höchstbelastung nur 9600 kW betragen hat. Ich glaube zwar, daß diese Zahl auf einem Irrtum beruht, indem sie nur die an den Sammelschienen des Altbacher Werkes abgegebene Spitzenleistung darstellt, denn die Ausnutzungszeit von 1226 Stunden ist äußerst niedrig, was auch ein Vergleich mit den außerwürttembergischen Werken zeigt.

Es wirft sich nun die Frage auf, wie sich die elektrische Stromversorgung und damit auch die Stromerzeugung in Zukunft, etwa innerhalb der nächsten 10 Jahre, gestalten wird. In der Landwirtschaft werden wir mit einem großen Zuwachs zu rechnen haben. Schon während des Krieges, wo der Petroleum-, Pferde- und Leutemangel die Landwirte zu viel umfangreicherer Benutzung der Elektrizität zwingt, sind die elektrischen Anschlüsse trotz der hohen Preise bedeutend gesteigert worden. Im Oberamt Mergentheim (Werk Hohebach) ist die Stromerzeugung im Jahre 1915 auf etwa 40 kWh für 1 ha bewirtschaftete Grundfläche gestiegen. Der noch rückständige Rest von Anschlüssen wird gleich in den ersten Friedensjahren kommen. Dann ist eine Steigerung auf 45 kWh/ha bestimmt zu erwarten. In 10 Jahren wird ganz Württemberg elektrisch versorgt sein und somit eine landwirtschaftliche Stromerzeugung von rund 55 Millionen kWh nötig werden. Rechnen wir noch Hohenzollern hinzu, das sich ja teils dem Oberschwäbischen Bezirksverband, teils dem Elektrizitätswerk Glatten angeschlossen hat, so werden wir mit 60 Millionen kWh jährlicher Stromerzeugung für die Landwirtschaft zu rechnen haben. Im Jahre 1926 werden dann wohl mit Hohenzollern 3 Millionen Einwohner, 1 Million landwirtschaftliche und 2 Millionen industrielle oder bürgerliche, vorhanden sein.

Ein noch bedeutenderer Stromzuwachs ist für die bürgerliche und besonders für die industrielle Bevölkerung zu erwarten. Auch hier hat bereits der Krieg fördernd gewirkt. Aber unsere großen und größten Industrieunternehmungen erzeugen ihre Energie in der Mehrzahl noch in eigenen Anlagen. Das wird zu seltenen Ausnahmen werden, sobald die Elektrizität infolge einer moderneren Erzeugungsweise viel billiger als gegenwärtig geliefert werden kann. Zwar ist der Zuwachs nicht so leicht und zuverlässig zu schätzen wie bei der Landwirtschaft. Professor Dr. G. Klingenberg schätzt in seiner jüngsten Veröffentlichung den Zu-

wachs für Preußen bis zum Jahre 1926 im Verhältnis 2,8 zu 16. So weit will ich für das industriell ganz anders geartete Württemberg nicht gehen, glaube aber mit Rücksicht darauf, daß auch die bürgerliche Bevölkerung immer mehr vom elektrischen Strom Gebrauch machen wird, mit einer Erzeugung von allerwenigstens 200 kWh/Einwohner im Jahre 1926 rechnen zu dürfen. Bis dahin wird sich der elektrische Strom sicher noch weitere Ausnutzungsgebiete erobern. Auch solche Staatsbetriebe, die jetzt noch eigene Stromerzeugung haben, werden sich an die öffentliche Stromversorgung anschließen. Vielleicht wird auch auf einigen Nebenbahnen der elektrische Betrieb eingeführt, während solche Pläne für unsere Hauptbahnen nach den Erfahrungen des Krieges vorläufig fallen gelassen wurden.

Unter den soeben genannten Umständen will ich also mit einer Stromerzeugung von 200 kWh für je 2 Millionen Einwohner rechnen, so daß für nicht landwirtschaftliche Zwecke 400 Millionen kWh zu erzeugen wären. Demnach würde bis zum Jahre 1926 für Württemberg und Hohenzollern mit einer Gesamterzeugung von 460 Millionen kWh, entsprechend 153 kWh für den Einwohner, zu rechnen sein.

Wenn der Strompreis durch eine zweckmäßigere Stromerzeugung und Verteilung erheblich verbilligt werden kann, so werden die soeben berechneten Zahlen jedenfalls noch größer ausfallen. Eine solche Verbilligung ist aber nur durch eine möglichst vollständige Ausnutzung der ausgebauten und noch auszubauenden Wasserkräfte mit möglichst 8760 Stunden im Jahre und durch eine Beschränkung der Wärmekraftwerke auf die Mindestzahl, die aus Gründen der Betriebssicherheit noch notwendig erscheint, zu erreichen.

Leider ist es mit den Wasserkräften in Württemberg verhältnismäßig schlecht bestellt. K. Flügel gibt sie in einer Veröffentlichung über die volkswirtschaftliche Bedeutung der badischen Wasserkräfte mit 600 000 PS gegen-

über 2,6 Millionen PS in Baden und 3 Millionen PS in Bayern an. Für ausnutzbar hält er in Württemberg nur 60 000 PS, was einer elektrischen Leistung von etwa 40 000 kW entspricht. Während indessen die bayrischen Flußläufe, die meist von den Alpen kommen, beständige Wassermassen führen und ebenso wie in Baden zum Teil aufspeicherungs-fähig sind, besitzt Württemberg höchstens an der Argen eine Wasserkraft der letzteren Art. Die anderen Flußläufe haben nur ein geringes Gefälle und führen sehr unbeständige Wassermengen. Allerdings scheint eine günstige Vereinbarung mit Bayern wegen Teilung der noch freien Illerkräfte bevorzuzustehen. Hiervon würde Württemberg etwa 17 000 kW bekommen. Die Generaldirektion der Staatsbahnen, die diese Kräfte ursprünglich für die Elektrisierung der Hauptbahn Ulm—Friedrichshafen mit Beschlag belegt hatte, hat sie nunmehr dem Ministerium des Innern für öffentliche Zwecke zur Verfügung gestellt, da eine Elektrisierung der Vollbahnen nicht mehr in Frage kommt.

Der Wert der Wasserkräfte wird vom Laien gewöhnlich sehr überschätzt. Daher ist manche Anlage gebaut worden, die nicht als wirtschaftlich bezeichnet werden kann, weil ihr Ausbau im Verhältnis zur Ausnutzung viel zu teuer ist. Es sollen deshalb in der folgenden Zahlentafel einmal die Kosten für die Erzeugung einer Kilowattstunde bei einem Baupreise von 1000, 2000 und 3000 M für 1 kW und bei 500, 1000, 2000, 3000 und 8760 jährlichen Ausnutzungsstunden zusammengestellt werden. Hierbei sei angenommen, daß die gesamten jährlichen Unkosten, also Verwaltung, Bedienung, Abschreibung, Tilgung, Instandhaltung, Verzinsung und Betriebsmaterial, 8 % des Anlagekapitals betragen:

Baukosten für 1 kW in Mark	Jährliche Unkosten in Mark	Preis der erzeugten kWh in Pfennig bei folgenden jährlichen Ausnutzungsstunden mit der gesamten Leistung				
		500	1000	2000	3000	8760
1000	80	16	8	4	2,67	0,91
2000	160	32	16	8	5,33	1,82
3000	240	48	24	12	8,00	2,74

Die Zahlentafel zeigt, daß bei einem Baupreise von 2000 M für das kW und bei 2000 jährlichen Ausnutzungsstunden die kWh 8 Pfg. und bei 3000 Ausnutzungsstunden 5,33 Pfg. kostet. Bei 1600 Stunden, wie ich sie für die württembergische Elektrizitätserzeugung des Jahres 1914 berechnet hatte, würde sich ein Preis von 11,2 Pfg./kWh ergeben. Wir werden sehen, daß die Erzeugung in modernen Wärmekraftanlagen unter solchen Verhältnissen viel billiger wird, obwohl noch der Kohlenverbrauch hinzukommt und ein höherer Prozentsatz für Abschreibung und Schmiermaterial in Anrechnung zu bringen ist. Ich denke dabei allerdings nur an größere Wärmekraftanlagen und nicht etwa an kleine Maschinen, wie sie bei unserer Industrie und in kleinen Elektrizitätswerken noch gebräuchlich sind.

Ich will, um recht vorsichtig zu sein, die für die württembergische Großwirtschaft in Betracht kommenden Wasserkräfte mit nur 30 000 kW annehmen, wobei ich auf die Iller 17 000 kW, auf den Neckar 8000 kW und den Rest auf die anderen Flußläufe rechne.

Die höchste Spitzenleistung, d. h. die höchste vorkommende Belastung der sämtlichen württembergischen Kraftwerke, dürfte gegenwärtig etwa 60 000 bis 65 000 kW betragen, so daß von den vorhandenen 100 000 kW etwa 35 000 bis 40 000 kW als Aushilfskräfte anzusehen sind. Diese Spitzenleistung kommt nur in der Dreschperiode und auch dann nur an Regentagen in Frage. Im Oberamt Mergentheim schnellt dann die Leistung auf rund 40 kW für je 1000 Einwohner empor, während sie an anderen Dreschtagen nur 30 kW beträgt und sich außerhalb der Dreschperiode auf durchschnittlich 10 kW hält. Demnach wird die Spitzenleistung für 1 Million landwirtschaftliche Einwohner im Jahre 1926 wenigstens 40 000 kW betragen. Für die anderen Betriebe schätze ich zu derselben Zeit die Spitzenleistung der Kraftwerke auf 60 000 kW, wenn 460 Millionen kWh insgesamt erzeugt werden sollen. Es muß also eine Gesamtleistung von 100 000 kW jederzeit vorhanden sein.

Aber auch jetzt sind Aushilfskräfte nötig, die bei Schäden an einzelnen Maschinen in Tätigkeit treten müssen. Solche Schäden sind am ersten bei der höchsten Belastung zu befürchten und vielleicht gerade dann, wenn noch dazu großer Wassermangel herrscht. Deshalb will ich damit rechnen, daß einschließlich der 30 000 kW aus den Wasserkraften eine gesamte Maschinenleistung von 150 000 kW vorhanden sein muß. Die Dampfkraftwerke werden demnach mit einer Gesamtleistung von 120 000 kW auszurüsten sein.

Die Erzeugung der 460 Millionen kWh wird nun etwa folgendermaßen vor sich gehen: Die 30 000 kW Wasserkraften werden jährlich an 300 Tagen 16 Stunden (von 6 bis 12 Uhr vormittags und von 1 bis 11 Uhr nachmittags) und an den anderen 65 Tagen durchschnittlich 3 Stunden voll und während der anderen Zeit zur Hälfte in Betrieb sein. Sie erzeugen also etwa 200 Millionen kWh jährlich. Mit Rücksicht darauf, daß bis an die Sammelschienen der später zu beschreibenden Transformatorenwerke etwa 10 % Verluste entstehen und insgesamt also rund 500 Millionen kWh in den Kraftwerken erzeugt werden müssen, bleiben für die Erzeugung mit Dampf noch 300 Millionen kWh übrig. Die Ausnutzungszeit der Wasserkraften beträgt demnach

$$\frac{200\,000\,000\text{ kWh}}{30\,000\text{ kW}} = \text{etwa } 6700 \text{ Stunden, entsprechend einem}$$

Ausnutzungsfaktor von 0,765, und der Dampfkraften

$$\frac{300\,000\,000\text{ kWh}}{120\,000\text{ kW}} = \text{etwa } 2500 \text{ Stunden, entsprechend einem}$$

Ausnutzungsfaktor von 0,285, während die Ausnutzungs-

$$\text{zeit der Gesamtanlage } \frac{500\,000\,000\text{ kWh}}{150\,000\text{ kW}} = \text{etwa } 3330 \text{ Stun-}$$

den, entsprechend einem Ausnutzungsfaktor von 0,380, beträgt. Das sind Werte, die nicht nur erreicht, sondern bei der Entwicklung, in der die Elektrizität noch immer begriffen ist, leicht überschritten werden können.

Nun hat Klingenberg in seiner Abhandlung „Elektrische Großwirtschaft unter staatlicher Mitwirkung“ und noch ausführlicher in seinem Buch „Bau großer Elektrizitätswerke“ nachgewiesen, daß die elektrische Energie in Wärmekraftwerken am wirtschaftlichsten mit Dampfturbineneinheiten von 15 000 bis 20 000 kW Leistung erzeugt werden kann. Darüber hinaus ist eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit nicht mehr möglich, so daß also der Bau größerer Einheiten völlig zwecklos ist. Hingegen bringen kleinere Einheiten als 15 000 kW eine Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit mit sich. Da in Württemberg der Hauptverbrauch an elektrischer Energie in der Umgebung von Stuttgart vorhanden ist und man mit einer Spannung von 100 000 Volt ganz Württemberg und Hohenzollern ohne weiteres von einer Stelle aus versorgen könnte, so läge nichts näher als der Gedanke, in oder bei Stuttgart ein einziges Großkraftwerk von 120 000 kW Leistung (6 Maschinensätze von je 20 000 kW) zu bauen. Dieses eine Werk würde also an Stelle der 273 im Jahre 1912 vorhandenen Werke treten und eine Menge Bedienungspersonal überflüssig machen. Eine solche Art der Stromerzeugung wird also unbedingt am wirtschaftlichsten sein.

Ich möchte aber beileibe nicht zu einer so weitgehenden Zentralisierung raten, sondern schon aus Gründen der Betriebssicherheit eine gewisse Verteilung der Stromerzeugungsstellen vorschlagen. Überhaupt muß der Bau neuer Dampfkraftwerke möglichst umgangen werden, da wir in Württemberg moderne Großkraftwerke besitzen, die trotz kleinerer Maschineneinheiten als 15 000 kW wirtschaftlich genug arbeiten. Für unsere Zwecke kämen in erster Linie die Werke in Stuttgart, Altbach, Ulm und Ellwangen in Betracht. Auch Heilbronn sollte in das Ganze eingefügt werden, was aber eine Umänderung seines anormalen Stromsystems (Frequenz = 40) notwendig machen würde. Diese soeben genannten Dampfkraftwerke könnten im Laufe der Zeit allmählich nach den zuvor genannten Grundsätzen um-

gebaut und erweitert werden, um dann gemeinschaftlich mit den erwähnten Wasserkraften von 30 000 kW die einheitliche Stromlieferung für Württemberg und Hohenzollern zu übernehmen. Im Jahre 1926 würden dann Stuttgart, Altbach und Ulm über eine Maschinenleistungsfähigkeit von etwa je 30 000 kW, Heilbronn und Ellwangen von je 15 000 kW verfügen müssen.

Da Bayern und Baden als Verteilungsspannung 100 000 Volt gewählt haben und ein Zusammenschluß allein schon für Aushilfszwecke sehr empfehlenswert wäre, so sind auch die Hochspannungsleitungen in Württemberg für diese Spannung zu bauen. Die Verteilung denke ich mir wie im angehefteten Plan: Es werden acht Transformatorenwerke mit 100 000 Volt Oberspannung in Stuttgart, Heilbronn, Ellwangen, Göppingen, Ulm, Aulendorf, Rottweil und Tübingen errichtet und mit Leitungen von 3×70 qmm Kupferquerschnitt verbunden. Nur die Strecke Stuttgart—Göppingen—Ulm soll als Doppelleitung von 6×70 qmm an gemeinschaftlichem Gestänge verlegt werden. Hätten wir es lediglich mit den normalen ohmschen Spannungsverlusten in den Leitungen zu tun, so würden vom wirtschaftlichen Standpunkte schon kleinere Querschnitte genügen. Es kämen aber infolge der hohen Spannung empfindliche Strahlungsverluste hinzu, die nur durch Vergrößerung der Leitungsoberfläche, in diesem Falle also des Querschnitts, vermieden werden können. Deshalb empfiehlt sich vielleicht dort, wo keine Rauch- und Lokomotivgase auftreten, die Verwendung von Aluminiumleitungen, die allerdings nur kleinere Spannweiten gestatten, aber trotzdem bei gleichen Querschnitten billiger sind und trotz der geringeren Leitfähigkeit vollauf genügen. Das empfiehlt sich auch deshalb, weil das Rohmaterial jetzt in Deutschland gewonnen werden kann, während wir beim Kupfer immer auf das Ausland angewiesen sein werden. Dennoch will ich bei meinen folgenden Preisberechnungen als Leitungsmaterial Kupfer annehmen, weil nur hierfür Erfahrungszahlen vorliegen.

Zunächst sei noch bemerkt, daß der Anschluß an Bayern in Ulm und an Baden in Stuttgart (Murgwerk), sowie in Rottweil (Laufenburg) erfolgen müßte, wie das im Plan durch gestrichelte Linien angedeutet ist. Die Kosten dieser Anschlüsse will ich jedoch in meine Berechnungen nicht einfügen, da für meinen Entwurf die Voraussetzung besteht, daß Württemberg seine Stromerzeugung ganz selbständig vornehmen soll. Ob ein Strombezug aus Bayern oder Baden zweckmäßig und vor allem wirtschaftlich ist, muß einer besonderen Prüfung vorbehalten bleiben. Die badische Regierung baut zunächst das Murgwerk. Trotzdem eine Einigung mit Württemberg wegen Einbeziehung der württembergischen Staustufe bislang nicht erzielt worden ist, werden die Wasserbauten, wie mir an maßgebender Stelle der badischen Regierung ausdrücklich versichert worden ist, so ausgeführt, daß die württembergische Staustufe jederzeit nachträglich eingefügt werden kann. Dadurch würden jährlich 40 000 kWh Spitzenenergie gewonnen werden, die unter Umständen recht wertvoll für Württemberg sein könnten, ganz abgesehen von dem Wert dieser vermehrten Ausnutzung für unsere deutsche Volkswirtschaft. An derselben Stelle wurde mir mitgeteilt, daß die badische Regierung auch noch an anderen Stellen, so z. B. an der Dreisam und Wutach, die Errichtung großer Spitzenkraftwerke plane. Außerdem seien am Oberrhein noch bedeutende Kräfte vorhanden, an deren Nutzbarmachung gleichzeitig mit der Schiffbarmachung gedacht würde.

Nach dieser Abschweifung wollen wir uns wieder der württembergischen Stromerzeugung zuwenden: Die einzelnen Kraftwerke werden die Energie in der nächsten Umgebung mit den auch heute üblichen Mittelspannungen von 5000, 10 000, 15 000 und 20 000 Volt verteilen. Allmählich wäre allerdings eine normale Mittelspannung allgemein anzustreben, wobei ich an 15 000 Volt denke, weil die meisten württembergischen Überlandwerke mit dieser Spannung arbeiten. Die gesamte sonst erforderliche Energie

wird den Transformatorenwerken zugeführt, wo die Spannungen von 5000, 10 000 und 20 000 Volt zunächst allgemein auf die Normalspannung von 15 000 Volt gebracht werden, was vielfach durch billige und wirtschaftliche Autotransformatoren geschehen kann. Dann erfolgt eine Heraufsetzung der Spannung auf 100 000 Volt. An verschiedenen Stellen werden noch selbsttätige Reguliertransformatoren (Potentialregler) eingebaut werden müssen.

Da für Württemberg nur fünf Dampfkraftwerke vorgesehen sind, so wird eine Regelung der Stromerzeugung viel einfacher werden als in Bayern, wo man an eine Verständigung zwischen den einzelnen Wärmekraftwerken mittels drahtloser Telegraphie denkt bzw. sich noch nicht recht klar ist, wie man den Betrieb überhaupt regeln soll. In Württemberg würde eine unmittelbare Fernsprechverbindung zwischen den fünf Werken, die am besten am staatlichen Gestänge verlegt werden und auch andere Signale als Ferngespräche ermöglichen sollte, vollauf genügen. Im Nacht- und Sonntagsdienst würden sich die einzelnen Werke wöchentlich oder monatlich ablösen.

Aus dem Plan geht hervor, daß die verschiedenen bestehenden Werke ganz bequem an die 15 000-Volt-Sammelschienen der Transformatorenwerke angeschlossen werden können. Die 20 000-Volt-Leitung von Ellwangen nach Jagsthausen, von der gegenwärtig die Werke Hohebach, Schäftersheim, Mergentheim und Jagsthausen gespeist werden, bleibt bestehen. Das Gemeindeverbandswerk Öhringen wird an Heilbronn angeschlossen, Herrenberg und Teinach an Tübingen, Oberschwaben an Ulm und Aulendorf. Eine ähnliche Regelung wird sich mit den anderen Werken finden lassen.

Die bereits bestehenden Wasserkraftwerke müssen wir in zwei Gruppen trennen, in solche, die die gesamte Energie für Zwecke der Großwirtschaft restlos abgeben und den gesamten Strom für den Weiterverkauf an die Abnehmer wieder beziehen, sowie in solche, die den mit ihrer Wasser-

kraft erzeugten Strom unmittelbar an die Abnehmer abgeben und den gesamten weiter benötigten Strom aus der Großwirtschaft beziehen. Die ersteren Werke werden also Eigentum der Großwirtschaft, während die letzteren im Privatbesitz verbleiben.

Alle Werke der letzteren Art — es wird sich hierbei in der Hauptsache um die vielen kleinen Anlagen mit weniger als etwa 200 bis 300 kW Wasserkraftleistung handeln — müssen sich verpflichten, die Turbinengeneratoren ununterbrochen mit Übererregung¹⁾ parallel mit den Transformatorenwerken laufen zu lassen, so daß der Leistungsfaktor der Gesamtanlage verbessert und die überschüssige Energie kostenlos abgegeben wird, da sich eine Verrechnung gar nicht lohnt. Als Entschädigung erhalten sie nach ganz bestimmt festzusetzenden Regeln einen kleineren oder größeren Nachlaß auf die Stromtarife der Großwirtschaft für die elektrische Energie, die sie gegenwärtig in unwirtschaftlichen Wärmekraftanlagen erzeugen müssen. Wasserkraftwerke mit größeren Leistungen, die die Wasserkraftanlagen nicht an die Großwirtschaft abtreten wollen, erhalten für jede an die Großwirtschaft abgelieferte Kilowattstunde eine geringe Vergütung. Das ist ein großer wirtschaftlicher Vorteil für die Besitzer der Anlagen, weil gegenwärtig das jeweils überschüssige Wasser unausgenutzt talab strömt. Auf die von mir vorgeschlagene Weise wird es mit der Zeit möglich werden, eine fast restlose Ausnutzung aller ausgebauten und noch auszubauenden Wasserkräfte Württembergs zu erreichen und so manche Anlage erst wirtschaftlich zu machen. Irgendwelche Betriebsschwierigkeiten entstehen durch ein solches Zusammenarbeiten nicht, da Störungen in den Kleinanlagen niemals in bedenklicher Weise auf die Gesamtanlage von Einfluß sein können. Hierüber liegen schon genügend viele Betriebserfahrungen vor.

Um die Kosten der Gesamtanlage zu be-

¹⁾ Siehe Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke 1915, S. 157 u. 232.

rechnen, muß ich mich im allgemeinen an die Friedenspreise halten, da die Kosten nach dem Kriege noch gar nicht zu schätzen sind. Der Sicherheit halber will ich jedoch gewisse Aufschläge machen. Sodann will ich von der Annahme ausgehen, als ob die verschiedenen Kraftwerke noch gar nicht vorhanden wären, sondern von Grund aus neu errichtet werden müßten.

Die Kosten für Wasserkraftanlagen sind in Württemberg sehr hoch. Sie werden sich am Neckar auf etwa 2000 M im Mittel für das ausgebaute kW der mittleren Leistung stellen. An der Iller, wo die Hauptkräfte vorhanden sind, werden die mittleren Kosten geringer werden. Ich glaube, ziemlich sicher zu gehen, wenn ich als allgemeinen Mittelwert 1800 Mark für das kW annehme. Das entspricht etwa 1200 M für die ausgebaute PS, wenn ich einen Wirkungsgrad der elektrischen Maschinen von 91 % annehme. Demnach kosten 30000 kW 54 Millionen Mark.

Nach Klingenberg schwanken die Anlagekosten für Dampfkraftwerke bei Maschineneinheiten von 15000 bis 20000 kW zwischen 150 bis 180 M für das kW, während der Durchschnittspreis für Einheiten von 5000 kW 230 M/kW beträgt. Wenn wir mit letzterem Wert rechnen, so kommen wir bei 120000 kW auf 27,6 Millionen Mark.

Den Anlagewert der Transformatorenwerke, die insgesamt 150000 kW leisten mögen, will ich wie Klingenberg mit 52 M/kW annehmen. Es ist zu berücksichtigen, daß es sich bei solchen Werken bislang um Erstauführungen handelt, die immer teurer werden als spätere Ausführungen mit normalisierten Apparaten und Einzelteilen. Deshalb halte ich einen Aufschlag hier nicht für erforderlich. Es ergibt sich also ein Anlagewert von 7,8 Millionen Mark.

Nun werden noch 80 km Leitung von 6×70 qmm und 370 km von 3×70 qmm zu beschaffen sein. Die

Kosten für die Sechsfachleitung, die Klingenberg mit 18 000 M/km berechnet, seien mit 22 000 M und die Kosten für die Dreifachleitung statt 14 000 M mit 15 000 M/km angenommen. Der Aufschlag ist mit Rücksicht auf die jedenfalls hohen Kupferpreise nach dem Kriege berechtigt, und auch die bisherigen Erfahrungen beim Bau der Murgwerkleitungen rechtfertigen diese Preise. Es ergibt sich demnach für die gesamten Hochspannungsleitungen ein Anlagewert von 7,31 Millionen Mark.

Endlich kommen noch die Kosten für die Fernsprech- und Signalanlagen, sowie für Reguliervorrichtungen hinzu. Dann ist zu berücksichtigen, daß jedenfalls verschiedene Zuleitungen zu den bestehenden Leitungsnetzen auf Kosten des Großwirtschaftsunternehmens erstellt werden müssen. Für diese allgemeinen Einrichtungen will ich noch einen Zuschlag von 3,29 Millionen Mark machen.

Somit entstehen für die Gesamtanlage 100 Millionen Mark Anlagekosten.

Die Hauptkosten der Anlage entstehen durch Grunderwerb und Bauwerke. Deshalb ist im Mittel mit einem verhältnismäßig geringen Satz für Abschreibungen zu rechnen. Ich will die jährlichen Kosten für Verzinsung, Abschreibung, Instandhaltung, Tilgung, Verwaltung und Bedienung mit 8 % vom Neuwert annehmen. Für die ersten Jahre, in denen fast das ganze Kapital verzinst werden muß, ist das etwas wenig. Ein Ausgleich findet aber schon bald statt, wie das leicht zu berechnen ist. So wird bei 2 % Abschreibung und Tilgung vom Neuwert nach 10 Jahren nur noch ein Kapitalwert von 80 Millionen Mark vorhanden und damit die 5%ige Verzinsung von 50 auf 40 Millionen Mark gesunken sein. Der für Instandhaltung, Verwaltung und Bedienung verbleibende Anteil von 1 % des Neuwertes, also von 1 Million Mark, dürfte vollständig ausreichend sein. Hiervon kann auch noch

das Schmier- und Putzmaterial für die Wasserkraftwerke bestritten werden.

Die für Württemberg in Frage kommenden Kosten der Betriebsstoffe, wie Kohlen, Wasser, Schmier- und Putzmaterial, sind aus den Zahlentafeln 8 und 9 zu entnehmen. Allerdings geben die Zahlen in Tafel 9 insofern kein richtiges Bild, als gerade bei den beiden Hauptwerken Stuttgart und Neckarwerke die Kosten der kWh den gemeinsamen Wert aus der mit Wasser und Dampf erzeugten Energie bilden. Auch bei München-Stadt, wo 1911/12 von 51 243 057 nur 2 905 770 kWh und 1913/14 von 61 567 624 nur 5 142 265 kWh mit Kohlen erzeugt worden sind, entsteht auf diese Weise ein äußerst billiger Wert für die Kohleneinheitspreise. Stuttgart hat im Jahre 1911/12 von 29 351 208 eigenerzeugten kWh nur 14 956 971 kWh mit Dampf erzeugt und für Kohlen 475 392 M ausgegeben. Das macht 3,18 Pfg./kWh. Bei den Neckarwerken mit 15 157 275 durch Wärmekraft erzeugten kWh und 365 496 M Kohlenkosten im Jahre 1911/12 betrug der Preis für die kWh 2,41 Pfg. und 1913/14 mit 24 508 492 durch Wärmekraft erzeugten kWh und 576 912 M Kohlenkosten 2,35 Pfg. In Hohebach betrug 1913/14 der Brennstoffpreis 5,77 Pfg./kWh und in München 11 Pfg./kWh im Jahre 1911/12 und 7,1 Pfg./kWh im Jahre 1913/14.

Der Neuwert der Stuttgarter Kraftwerke ohne Leitungsnetze betrug 1911/12 rund 13 600 000 M mit Akkumulatoren und rund 12 700 000 M ohne Akkumulatoren. Würden wir davon 8 % als jährliche Unkosten nehmen, so machte das 1,088 bzw. 1,016 Millionen Mark, für die eigenerzeugte kWh unter Hinzurechnung der Kohlenkosten und von 15 383 M für Wasser und 18 085 M für Schmier- und Putzstoffe also 5,45 bzw. 5,18 Pfg. Auf dieselbe Weise habe ich bei den Neckarwerken die Kosten für die kWh mit 5,43 bzw. 5,35 Pfg. im Jahre 1911/12 und mit 4,90 bzw. 4,74 Pfg. im Jahre 1913/14 berechnet. Wenn die beiden Werke die Selbstkosten für die erzeugte kWh einschließlich aller Unkosten für die

in Frage kommende Zeitperiode billiger angeben sollten, so würde das zeigen, daß meine Annahme mit 8 % Unkosten recht reichlich bemessen wäre.

Von Interesse sind noch die Anlagekosten der Kraftwerke in den beiden soeben genannten Unternehmungen. Diese haben 1911/12, wie es sich aus den Zahlentafeln 6 und 7 ergibt, für Stuttgart einschließlich der Unterstationen, Transformatoren und Umformer etwa 1110 M/kW mit Akkumulatoren und etwa 1040 M/kW ohne Akkumulatoren betragen. Bei den Neckarwerken betragen die Kosten 1911/12 550 bzw. 540 M/kW und 1913/14 430 bzw. 410 M/kW. Da die für die württembergische Großwirtschaft in Frage kommenden Werke ohne Transformatoren und Leitungen mit 81,6 Millionen Mark berechnet worden sind, so beträgt der Preis für 1 kW 544 M. Die Kosten der Stuttgarter Werke würden weit niedriger als 1110 bzw. 1040 M/kW sein, wenn man nur das moderne Dampfkraftwerk Münster und die Wasserkraftanlagen in Untertürkheim, Poppenweiler und Marbach in Rechnung zöge. Wir würden dann auch wohl auf einen mittleren Neuwert von 500 bis höchstens 550 M/kW kommen.

Für die Berechnung der Stromerzeugungskosten in den zukünftigen Dampfkraftwerken werden wir am besten die in Zahlentafeln 8 und 9 enthaltenen Angaben von Stuttgart und den Neckarwerken benutzen. Der Preis für 100 000 Wärmeeinheiten beträgt dort 0,27 bis 0,30 M und der Mittelwert der mit 1 Wärmeeinheit erzeugten Wattstunden etwa 0,113. Wenn wir ihn für die Großwirtschaft mit 0,110 annehmen, so heißt das, daß mit 100 000 Wärmeeinheiten, also für 0,30 M, 11 kWh erzeugt werden können, oder daß die Kohlen für 1 kWh etwa 2,73 Pfg. kosten. Dazu kommen etwa 0,02 Pfg./kWh für Wasser und 0,05 Pfg./kWh für Schmier- und Putzstoffe. Das macht für die kWh 2,80 Pfg., für 300 Millionen kWh also 8,40 Millionen Mark. Wenn wir diese zu den 8 Millionen Mark Unkosten (8 % aus den 100 Millionen Mark Anlagekosten) hinzurechnen,

so kosten die 460 Millionen kWh, die mit den Mittelspannungen an den Sammelschienen der Kraftwerke und Transformatorenwerke abgegeben werden, 16,40 Millionen Mark. Demnach stellt sich der Erzeugungspreis der an den Sammelschienen abgegebenen Kilowattstunde auf 3,56 Pfg. Das ist etwa derselbe Preis, wie er für die Sammelschienen der Transformatorenwerke des Murgwerks berechnet worden ist.

Zum Vergleich mögen hier die Prozentsätze angegeben werden, die für das Murgwerk und für die preußischen Wasserkraftanlagen im oberen Quellgebiet der Weser zur Anwendung kommen. Beim Murgwerk beträgt die Verzinsung 4,1 % und die Tilgung 1 %. Die Abschreibung beträgt für Grunderwerb nichts, für Tiefbauten 0,2 %, für Druckrohre, Eisenbauten und Gebäude 0,7 %, für Windwerke 3 %, für Maschinen 4 % und für Fernleitungen 1 %. Dazu kommen als Unterhaltungskosten für Tiefbauten 0,2 %, für Druckrohre und Eisenbauten 0,5 %, für Gebäude 0,75 %, für Windwerke 1 %, sowie für Maschinen und Freileitungen 2 %. In Preußen betragen die Abschreibungen für Bauwerke 0,7 %, für Maschinen, Transformatoren und Apparate 4 %, für Leitungsanlagen 2 % und die Unterhaltungskosten für Erdarbeiten und Bauwerke 0,4 %, für Maschinenanlagen 2 %, für Leitungsanlagen 3 %, für Transformatoren 2 %. Die Tilgung beträgt hier 1 % und die Verzinsung 4 %. Hieraus folgt, daß meine Berechnung mit 8 % für die gesamten Unkosten außer Betriebsstoffen reichlich bemessen ist.

Wenn nun auch einerseits damit gerechnet werden kann, daß die Stromkosten bei der gegenüber 1914 mehr als doppelt so hohen Ausnutzungszeit noch billiger als 3,56 Pfg./kWh werden, so ist andererseits noch ein bestimmter Prozentsatz für die Verluste, die bis zu den Großabnehmern entstehen, aufzuschlagen. Dieser Verlust wird 4 % im Mittel kaum überschreiten, wenn der Strom mit der Mittelspannung gemessen wird. So werden die Selbstkosten auf etwa 3,7 Pfg./kWh steigen. Nehmen wir weiter an, daß bei dem

Stromverkauf im Mittel ein Preis von 5 Pfg./kWh erzielt werden kann, so beträgt der Gewinn für 460 Millionen kWh rund 6 Millionen Mark, was einem Reinüberschuß von 6 % des bereits mit 5 % verzinsten Anlagekapitals entsprechen würde. Selbstverständlich müssen die Verkaufspreise für den Strom nach den allgemein üblichen Regeln abgestuft werden, so daß der Abnehmer, der seine Anschlußanlage am gründlichsten ausnutzt, auch den billigsten Strompreis bekommt, der wie beim Murgwerk mit etwa 4 Pfg./kWh bemessen werden kann.

Nachdem ich im vorstehenden auf Grund sorgfältiger Berechnungen den Nachweis erbracht zu haben glaube, daß eine elektrische Großwirtschaft in Württemberg recht wirtschaftlich und ein Segen für das Land sein würde, ist zunächst die Frage zu prüfen, ob- und in welcher Weise sich die Regierung daran beteiligen soll. Am naheliegendsten wäre es, wenn der Staat als alleiniger Unternehmer auftreten und vielleicht durch ein Gesetz die gesamte öffentliche Elektrizitätsversorgung, also auch den Einzelverkauf des Stromes, an sich reißen würde. Einen solchen Vorschlag macht N. Hochström in seinem Buch „Die öffentliche Elektrizitätsversorgung als Einnahmequelle für den Staat“. Allerdings denkt Hochström an eine Verstaatlichung innerhalb des ganzen Deutschen Reiches, die eine bedeutende Einnahmequelle bilden und zur Tilgung der Kriegskosten beitragen soll. Mögen seine Berechnungen stimmen oder nicht, so befindet er sich damit im vollen Recht, daß er es für verfehlt hält, wenn ein Staat Großkraftwerke aus rein gemeinnützigen Gründen baut, ohne Einnahmen zu erzielen, während der blühende Zwischen Gewinn den mit billigem Strom versorgten Großabnehmern anheimfällt.

So verlockend die Hochströmschen Vorschläge klingen, für einen Einzelstaat wie Württemberg, in dem schon jedes Gebiet mit Elektrizität versorgt und, wie ich bereits er-

wähnt habe, im allgemeinen befriedigend versorgt ist, ließe sich gegenwärtig ein derartiger Eingriff in bestehende Rechte nicht verteidigen, und da es ausgeschlossen erscheint, daß das Reich sich in absehbarer Zeit zu solchem Vorgehen entschließen wird, muß man in Württemberg zunächst selbständig vorgehen. Es ist auch zweifelhaft, ob die für eine vollständige Verstaatlichung notwendigen Kapitalien von der württembergischen Regierung in absehbarer Zeit aufgebracht werden können. Deshalb erscheint es zweckmäßiger, die staatliche Elektrizitätswirtschaft nach bayrischem Vorbild mit der Gründung eines gemischt-wirtschaftlichen Unternehmens einzuleiten und hieran die bestehenden Werke so weitgehend wie möglich zu beteiligen. Diesen bliebe ihr bisheriges Gebiet, das gesetzlich abzugrenzen wäre, für die Stromabgabe erhalten. Dadurch würde ein ungesunder Wettbewerb, wie er sonst leicht einreißen könnte, am zweckmäßigsten verhindert werden. Auch über die zukünftige Versorgung der jetzt noch mit eigenen Anlagen arbeitenden Großindustrie, deren Anschluß an das Großunternehmen unbedingt erforderlich ist, dürfte sich leicht eine Einigung treffen lassen, zumal ja jeder erzielte Gewinn den sämtlichen Teilnehmern am Großunternehmen zugute kommen wird.

Die an diesem gemischt-wirtschaftlichen Unternehmen beteiligten Werke müßten nun auf die eigene Stromerzeugung verzichten, insofern es sich nicht um die früher erwähnten kleinen Wasserkraftanlagen handelt, die den Überschußstrom kostenlos abzugeben haben, wenn sie den Aushilfsstrom von Großunternehmen beziehen wollen. Ferner müßten die beteiligten Eigentümer der größeren Wasserkraftanlagen letztere abtreten, wofür sie eine dem Kapital entsprechende Anzahl Anteilscheine erhalten. Sodann müßte das Großunternehmen die Dampfkraftanlagen der Stadt Stuttgart in Münster, der Neckarwerke in Altbach und vielleicht auch in Bisingen, des Portlandzementwerkes Lauffen in Heilbronn, des Überlandwerkes Jagstkreis in Ellwangen und die der Stadt Ulm erwerben. Der Staat

würde den Ausbau der Illerkräfte und aller anderen ausbauwürdigen Wasserkräfte, sowie den Bau der Transformatorenwerke und Leitungsanlagen übernehmen und Anteilscheine an die Werke abtreten, die sich mit Kraftwerken nicht beteiligen können oder noch weitere Anteile zu erwerben wünschen. Irgend ein Zwang sollte möglichst nicht ausgeübt werden.

Ein Nachteil wird keinem der beteiligten Werke entstehen, am wenigsten denen, die ihre Kraftwerke durch Anteilscheine vergütet bekommen. Nehmen wir als Beispiel die Stadt Stuttgart an: Sie wird den Strom vielleicht etwas teurer beziehen als bei der Selbsterzeugung. Da sie aber am Großunternehmen stark beteiligt sein wird, so fließt der Mehrbetrag automatisch in Gestalt von Dividenden wieder zurück. Außerdem wird die Stadt an dem Gewinn aus dem Stromverkauf im ganzen Lande teilnehmen, ohne selbst teure Überlandleitungen in entfernte Gebiete bauen zu müssen, deren Wirtschaftlichkeit durch den Krieg nicht gerade gefördert worden ist. Stuttgart würde also alles das gewinnen, was es auch vorher erhoffte, ohne wagen zu müssen.

Prüfen wir die Einwirkung des Großunternehmens auch auf die anderen Werke, so werden wir zu ähnlichen Ergebnissen kommen. Die württembergische Großwirtschaft wird also nach aller Voraussicht den Erfolg haben, daß alle Beteiligten zu ihrem Recht kommen und der hin und wieder bedrohte Burgfriede gewahrt bleibt. Das wird auch für die Stromabnehmer und die württembergische Volkswirtschaft von nicht zu unterschätzendem Vorteil sein.

Dem gemischt-wirtschaftlichen Unternehmen wird man die Form einer nach gesunden kaufmännisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten verwalteten Aktiengesellschaft geben. Eine Verwaltungsart nach solchen Gesichtspunkten wäre bei einigem guten Willen vielleicht auch beim Staat durchführbar. So schlägt Hochström für die zukünftige elektrische Staatswirtschaft eine kaufmännisch-wirtschaft-

liche Verwaltungsform vor, die recht beachtenswert ist, aber doch wohl in ihrer Durchführung auf große Schwierigkeiten stoßen dürfte, weil in staatlichen und städtischen Verwaltungen zu sehr der Jurist und zu wenig der Techniker und Kaufmann zu bestimmen haben. In einigen Städten hat man allerdings mit der Einführung moderner Verwaltungsformen begonnen und dort zuerst mit dem sogenannten Budgetrecht und der veralteten kameralistischen Buchhaltung gebrochen. Am weitesten ist man hierin meines Wissens in Bielefeld gegangen, wo die Verwaltung aller städtischen technischen Betriebe in eine einzige, vom Stadtparlament fast unabhängige Hand gelegt und eine kaufmännische Buchhaltung eingeführt worden ist. Auch die Städte Berlin und Köthen haben wenigstens bei ihren elektrischen Betrieben neuzeitlichere Verwaltungsformen eingeführt. Das sind aber noch wenige Ausnahmen, denn die große Mehrzahl der Städte führt noch statt des tatsäclich erreichten Reingewinnes den vermuteten Reingewinn des Sonderhaushaltsplanes an den allgemeinen städtischen Haushaltsplan ab. Nun ist es schon an sich verfehlt, für Betriebe, die in voller Entwicklung stehen, einen Haushaltsplan aufzustellen, weil er die Verwaltung unnötig einengt und wegen der bei solchen Betrieben vorkommenden Wechselfälle ganz zwecklos ist. Da sind die Privatbetriebe mit ihrer schnellen und freien Anpassungsfähigkeit in der Regel doch besser geleitet. Bei ihnen würde es auch wohl kaum vorkommen, daß für die Gas-, Wasser- und Elektrizitätsversorgung innerhalb eines Gebietes drei verschiedene Verwaltungen bestehen, die jede für sich abrechnet, die Beträge bei der Kundschaft gesondert einzieht und so die Unkosten zwecklos erhöht.

Im Gegensatz zu technischen Staatsbetrieben, bei denen die Vergabungen der Anlagen durch Techniker erfolgen, wirken in Stadtverwaltungen hierbei gewöhnlich Leute mit, die ganz brave Handwerker, Bürger und Familienväter sein mögen, von der Sache indessen nichts oder nur recht wenig

verstehen. Da kann dann selbst der tüchtigste Direktor nichts Ersprießliches ausrichten. Er hat oft nicht einmal Zutritt zu den amtlichen Sitzungen, wo seine Vorschläge beraten werden, und wenn er Zutritt hat, darf er sich an den Beschlüssen nicht beteiligen. Meist muß er seine Projekte und Anträge einem technisch nicht gebildeten Stadtrat unterbreiten, denn nicht jede Stadt ist in der glücklichen und fortschrittlichen Lage, einen technischen Stadtrat zu besitzen. Und selbst ein solcher technischer Stadtrat muß sich oft mit allen Kräften gegen spießbürgerlichen Unverstand wehren, zumal wenn es sich um wichtige Vergabungen handelt, von denen die Wirtschaftlichkeit, die er doch verantworten soll, in hohem Maße abhängt. Wenn man technisch und wirtschaftlich vollkommene Anlagen errichten will, dann darf man sich nicht von einheimischen Gefühlen und partikularistischen Gesichtspunkten leiten lassen, sondern muß Dampfessel, Maschinen und sonstige Sachen dort bestellen, wo man sie am besten bekommt und Gewähr dafür hat, daß die vereinbarten Bedingungen auch erfüllt werden können. Eines ist dabei selbstverständlich: Deutsche Ware muß es sein!

Gemischt-wirtschaftliche Unternehmungen in Form von Aktiengesellschaften bestehen in Deutschland schon in größerer Zahl. Als süddeutsche Beispiele nenne ich das Elektrizitätswerk Straßburg und die Oberrheinische Eisenbahngesellschaft in Mannheim. In beiden Fällen haben sich die beteiligten Städte 51 % des Aktienkapitals und damit den entscheidenden Einfluß auf alle Beschlüsse gesichert. Die badische Regierung ist von dem volkswirtschaftlichen Nutzen solcher Unternehmungen so überzeugt, daß sie sich alle Mühe gibt, die Städte Karlsruhe, Pforzheim und Rastatt in Gemeinschaft mit zwei Privatgesellschaften, der „Rheinischen Schuckertgesellschaft für elektrische Industrie“ in Mannheim und der „Elektrischen Kraftversorgung“ in Mannheim, zur Gründung eines gemischt-wirtschaftlichen Unternehmens mit 51 % Beteiligung der Städte zu bewegen. Dieses Unternehmen soll den Strom zur Versorgung des

Gebietes zwischen Rastatt und Bruchsal und noch über Bruchsal hinaus vom Murgwerk beziehen.

An dem soeben genannten Unternehmen sollen also zwei Privatgesellschaften beteiligt werden, die mit elektrischen Lieferungsfirmen, nämlich den Siemens-Schuckertwerken und der Firma Brown, Boveri & Co., in unmittelbarem Zusammenhang stehen. Das hat den Vorteil, daß das neue Unternehmen sich die reichen kaufmännischen, wirtschaftlichen und technischen Erfahrungen dieser Gesellschaften nutzbar machen kann. Damit ist den Interessen der Beteiligten und auch der Stromverbraucher wesentlich gedient. Andererseits wird es aber vielfach als ein Nachteil angesehen, daß ein großes Gebiet bestimmten Großfirmen ausgeliefert und der freie Wettbewerb, den man allerdings auf dem Papier in unbeschränkter Weise zusichert, zum mindesten stark behindert wird, denn einen überwiegenden Einfluß der beteiligten Gesellschaften auf alle mittelbaren und unmittelbaren Lieferungen können selbst die schärfsten Vertragsparagrafen nicht beseitigen.

Gerade dieser Nachteil, den man den meisten seither gegründeten gemischt-wirtschaftlichen Unternehmungen mit Recht oder Unrecht vorwirft, droht der württembergischen Großwirtschaft in keiner Weise, während ihm die bedeutenden Erfahrungen der zu beteiligenden Unternehmungen in vollem Maße zur Verfügung stehen werden. In manchen uneingeweihten Kreisen hält man zwar das größte württembergische Privatunternehmen, nämlich die Neckarwerke Eßlingen, für ein abhängiges Glied der fabrizierenden Großindustrie. Das ist aber vollständig falsch, da die Neckarwerke einen Teil der Gesellschaft für elektrische Unternehmungen in Berlin bilden und letztere Gesellschaft von Lieferungsfirmen in jeder Beziehung unabhängig ist, was man ja schon an den Vergebungen der Lieferungen erkennen kann.

Ich will es unterlassen, hier auch noch das zukünftige Verhältnis der den Strom verkaufenden Werke zu ihren

Abnehmern eingehend zu schildern. Es ist ganz selbstverständlich, daß eine einheitliche Regelung in dieser Beziehung ebenfalls notwendig werden wird und die Verbilligung der Stromerzeugung vor allem auch den Stromverbrauchern zugute kommen muß. Das wird die für die Wirtschaftlichkeit erforderliche Vermehrung des Stromverbrauches wesentlich fördern. Ich möchte aber um alles in der Welt keine sogenannten Einheitstarife vorschlagen, weil selbst im kleinen Württemberg die wirtschaftlichen Verhältnisse überall voneinander verschieden sind, wie das schon die Zahlentafeln 1—5 beweisen. Vielmehr sehe ich einen Fortschritt in einer Vielseitigkeit der Tarife. Einheitlich kann man innerhalb gewisser abgegrenzter Gebiete wohl die sogenannten Kleinabnehmer behandeln. Aber schon bei Behandlung der mittleren Abnehmer ergeben sich Schwierigkeiten, und bei jedem Großabnehmer ist ein Eingehen auf seine besonderen Verhältnisse unbedingt erforderlich. Hier wird, wie Klingenberg sehr richtig sagt, die Geschicklichkeit der verantwortlichen Leiter und der mit dem Verkauf betrauten Beamten für eine gedeihliche Entwicklung des Werkes ebenso wichtig sein wie die technisch richtige Anlage.

Die Verhältnisse liegen also für die Gründung eines württembergischen gemischt-wirtschaftlichen Unternehmens unter Beteiligung des Staates und der bestehenden Elektrizitätswerke denkbar günstig. Da ich meine sämtlichen Annahmen und Feststellungen mit der größten Vorsicht und Sorgfalt gemacht habe, so wird die genaue Durchführbarkeit des Projektes vielleicht noch günstigere Ergebnisse zeitigen. Ich halte es deshalb für eine vornehme Pflicht der württembergischen Regierung, zur Tat zu schreiten und zunächst die Mittel zur Verfügung zu stellen, die die Bearbeitung eines bis in alle Einzel-

heiten genauen Projektes ermöglichen. Es braucht bei weitem nicht so viel gewagt zu werden wie in den Nachbarstaaten, wo die Grundlage der staatlichen Mitwirkung in erster Linie auf dem Ausbau von großen, allen ungünstigen Zufälligkeiten ausgesetzten Wasserkraften beruht. Und nun schließe ich mit dem Wunsche, daß meine Anregungen eine großzügige Elektrizitätswirtschaft in Württemberg und Hohenzollern einleiten mögen, die neben einer bedeutenden Erhöhung der Betriebssicherheit große wirtschaftliche Werte schaffen und der Industrie, der Landwirtschaft und der gesamten Bevölkerung zum Segen gereichen wird.

Erläuterungen zu den Zahlentafeln 6 bis 9.

Die Angaben in den folgenden Zahlentafeln 6—9 sind den Statistiken der Vereinigung der Elektrizitätswerke aus den Jahren 1911/12 und 1913/14 entnommen. Die zuletzt herausgegebene Statistik von 1914/15 wurde nicht benutzt, weil sich in ihr allzusehr die Einwirkung des Krieges auf die Elektrizitätserzeugung geltend macht und sie sich daher für eine Beurteilung der Verhältnisse in normalen Zeiten nicht eignet.

Leider enthalten die benutzten Statistiken nur neun selbständige Werke Württembergs. Hiervon standen 1913/14 die Neckarwerke Eßlingen in Stromaustausch mit der Stadt Stuttgart einerseits und mit dem Alb-Elektrizitätswerk Geislingen anderseits. (Siehe hierüber meine Abhandlung in der Elektrotechnischen Zeitschrift 1912, S. 673.) Gmünd bezieht einen Teil des Stromes vom Überlandwerk Jagstkreis in Ellwangen. Das Elektrizitätswerk Heilbronn ist Eigentum des Württembergischen Portlandzementwerkes in Lauffen a. N. und dient mit seiner Dampfkraftanlage nur zur Aushilfe für die Lauffener Wasserkraftanlage. Hohebach hat 1913/14 einen Teil des Stromes vom Elektrizitätswerk Ingelfingen bezogen. Seit Herbst 1914 hat es seine Dampfkraftanlage stillgesetzt und bezieht den gesamten Strom aus seiner Wasserkraftanlage und vom Überlandwerk Jagstkreis. Das Elektrizitätswerk Reutlingen hat auf die Stromlieferung an die größeren Abnehmer Reutlingens, die den Strom unmittelbar von den Neckarwerken Eßlingen erhalten, verzichtet und bezieht

ebenfalls Strom aus dieser Anlage. Inzwischen ist das Neckarkraftwerk des Kraftwerkes Altwürttemberg in Betrieb gekommen, das mit den Werken der Stadt Stuttgart, die Anspruch auf ein Drittel des jeweils vorhandenen Stromes hat, ferner des Gemeindeverband-Elektrizitätswerkes Öhringen und der Neckarwerke Eßlingen, die den gesamten Überschuß abnehmen und Aushilfskraft liefern, verbunden.

Zum Vergleich sind die Angaben von drei badischen und vier bayrischen Werken hinzugefügt. Von letzteren bezieht die Stadt Nürnberg seit 1913 den gesamten Strom aus dem Großkraftwerk Franken.

Zu Zahlentafel 6: In den Zahlen für die Stromerzeugung ist der bezogene Strom inbegriffen, einerlei ob er umgeformt oder unmittelbar weiterverkauft wird. Die Neckarwerke Eßlingen, Gmünd, Schorn-dorf und Ulm erzeugten 1911/12 den gesamten Strom mit eigenen Maschinen, während in der Dampfkraftanlage Heilbronn nur 337 132 kWh, im Reutlinger Werk nur 283 722 kWh und in den Stuttgarter Werken nur 29 351 208 kWh eigenerzeugt wurden. Für 1913/14 fehlen die Angaben von Ulm und Schorn-dorf. Laichingen erzeugt den Strom selbst. Die eigene Erzeugung von den Neckarwerken Eßlingen hat 28 276 733 kWh, von Gmünd 433 103 kWh, vom Dampfkraftwerk Heilbronn 623 394 kWh, von Hohebach 267 229 kWh und von Reutlingen 30 713 kWh betragen. — Von den außerwürttembergischen Werken betrug die Eigenerzeugung in Achern 1913/14 1 454 236 kWh, in München-Stadt 1911/12 49 821 403 kWh und 1913/14 57 708 519 kWh, sowie in München-Isarwerke 1913/14 20 034 678 kWh.

Die im Durchschnitt auf den Einwohner kommenden kWh sind in Zahlentafel 6 durch Division der erzeugten und bezogenen kWh mit der Einwohnerzahl berechnet. In

den Zeiträumen 1912/13 und 1914/15 haben die erzeugten und bezogenen kWh auf den Kopf der Bevölkerung bei den Neckarwerken Eßlingen 71 bzw. 90 und bei Stuttgart 121 bzw. 97 betragen.

Zu Zahlentafel 7: In den ersten beiden Zahlenreihen ist der Ausnutzungsfaktor und in den beiden nächsten Reihen die Ausnutzungszeit enthalten. Klingenberg bezeichnet mit Ausnutzungsfaktor den Wert

$$\frac{\text{mittlere jährliche Nutzleistung des Werkes in kW}}{\text{ausgebaute Gesamtleistung des Werkes in kW}}$$

Dasselbe Ergebnis erhält man durch den Bruch:

$$\frac{\text{jährliche Stromerzeugung mit den eigenen Maschinen in kWh}}{\text{ausgebaute Gesamtleistung des Werkes in kW} \times 8760 \text{ Stunden}}$$

Klingenberg rechnet in seinen Abhandlungen nicht mit der Ausnutzungszeit, sondern mit der Benutzungsdauer. Darunter versteht er den Wert:

$$\frac{\text{jährliche Stromerzeugung in kWh}}{\text{Spitzenbelastung in kW}}$$

Ich habe in meiner Arbeit nicht die Spitzenleistung, sondern die ausgebaute Gesamtleistung in Rechnung gezogen und, um nicht Verwirrung anzurichten, mich des Ausdrucks „Ausnutzungszeit“ bedient. Hiermit bezeichne ich in Übereinstimmung mit der Erklärung für den Ausnutzungsfaktor eines Kraftwerkes (siehe Klingenberg: Bau großer Elektrizitätswerke I, S. 2: Grundbegriffe, Ziff. 6) den Wert, den man erhält, wenn man den Ausnutzungsfaktor mit der Zahl 8760 (365 Tage \times 24 Stunden) multipliziert. Die Ausnutzungszeit ergibt sich auch aus dem Bruch:

$$\frac{\text{jährliche Stromerzeugung mit den eigenen Maschinen in kWh}}{\text{ausgebaute Gesamtleistung des Werkes in kW}}$$

In meiner Arbeit sind also unter *Ausnutzungszeit* die jährlichen Stunden zu verstehen, in denen die gesamten Maschinen mit ihrer normalen Leistung in Betrieb gewesen sein müßten, um die Zahl der erzeugten kWh zu erreichen.

Klingenberg nimmt als Durchschnittswerte für den Ausnutzungsfaktor 0,2 bis 0,4 an und bemerkt, daß hierbei große Kraftwerke um rund 20 % billiger als mittlere und um rund 55 % billiger als kleinere Werke arbeiten. Hierbei sind unter „kleineren Werken“ noch immer Maschinensätze von 1000 kW verstanden.

Zu *Zahlentafeln 8 und 9*: In *Zahlentafel 8* sind zunächst die Kohlenpreise enthalten, und zwar sowohl für 1 t als auch für 100 000 Wärmeeinheiten. Für die Bewertung der Kohlen spielt nämlich nicht die Quantität, sondern die Qualität die ausschlaggebende Rolle, und die äußert sich im Preis für den Wärmegehalt. Dieser hängt außer vom Kohlenpreis von dem Heizwert ab, der in der *Zahlentafel* jeweils für 1 kg Kohle angegeben ist. Ferner ist angegeben, wie viele Wattstunden mit 1 Wärmeeinheit bei den einzelnen Werken erzeugt worden sind.

Die dann folgenden Kosten der Stromerzeugung sind in *Zahlentafel 9* zergliedert. Sie ergeben nur für die Werke, in denen die gesamte Energie mit Brennstoff erzeugt wird, ein für uns brauchbares Bild. Das ist bei den Neckarwerken *Eßlingen*, sowie bei *Hohebach*, *Stuttgart* und den Werken in *München* nicht der Fall, da sie einen Teil der Energie mit Wasser erzeugen. So hat der Kohlenpreis für die mit Wärmekraft erzeugte kWh in *Stuttgart* 1911/12 3,18 Pfg. und 1912/13 bei einem Kohlenpreise von 21,74 M/t 2,98 Pfg. betragen. Für 1913/14 und 1914/15 fehlen die für die Berechnung erforderlichen Angaben. Eine ganz bedeutende Höhe erreichen die *Kohlenkosten* für die kWh in *München-Stadt*, weil dort die Wärmekraftanlagen nur äußerst wenig benutzt werden und auch sonst ungünstige Einflüsse vorhanden sein dürften. Sie lassen

sich für 1911/12 mit 11 Pfg., für 1912/13 mit 10 Pfg., für 1913/14 mit 7,1 Pfg. und für 1914/15 mit 30,29 Pfg. berechnen. Für den letzteren Zeitabschnitt gibt die Statistik die Erzeugung von 901 989 kWh und die Kohlenkosten mit 273 299 M an. Bei den Neckarwerken Eßlingen haben die Kohlenkosten für die kWh in den vier Zeiträumen 2,41 Pfg., 2,47 Pfg., 2,35 Pfg. und 2,49 Pfg. betragen.

Zahlentafel 1.

Neckarkreis.

Oberämter	Wohn- plätze	Haus- hal- tungen	Ein- woh- ner	Grundfläche in ha		Pferde	Rind- vieh
				ge- samt	bewirt- schaftet		
1. Backnang . . .	170	6 713	29 891	28 365	14 802	1 134	16 143
2. Besigheim . . .	30	7 048	29 844	16 749	12 754	769	10 682
3. Böblingen . . .	45	6 874	27 865	23 664	13 073	1 173	10 822
4. Brackenheim . . .	56	5 729	23 843	22 352	15 042	753	12 833
5. Cannstatt . . .	25	5 889	26 297	8 037	6 059	444	4 271
6. Eßlingen . . .	49	11 825	52 194	13 766	9 621	906	8 099
7. Heilbronn . . .	39	15 628	70 593	18 942	14 252	1 451	10 261
8. Leonberg . . .	62	7 918	33 522	28 668	19 301	1 654	14 554
9. Ludwigsburg . . .	69	12 363	60 324	17 107	15 119	4 420	11 088
10. Marbach . . .	84	6 104	26 030	22 705	15 456	924	15 608
11. Maulbronn . . .	54	5 812	25 125	20 856	12 211	943	10 916
12. Neckarsulm . . .	80	7 045	31 115	29 598	19 822	1 356	15 770
13. Stuttgart, Stadt	10	55 940	253 100	6 519	3 430	5 040	2 100
14. Stuttgart, Amt .	66	10 662	48 376	19 626	12 092	1 694	10 733
15. Vaihingen . . .	44	5 101	21 557	19 181	13 539	785	11 493
16. Waiblingen . . .	73	6 456	28 331	14 184	10 760	672	10 314
17. Weinsberg . . .	129	5 263	23 471	22 641	13 013	646	12 290
Gesamt	1085	182 370	811 478	332 960	220 346	24 764	187 977

Oberämter	Zahl der Einwohner auf die Haus- haltung etwa	Es kommen auf den Einwohner			
		von der Ge- samtfläche etwa ha	von der be- wirtschafteten Grund- fläche etwa ha	Pferde etwa	Rindvieh etwa
1. Backnang . . .	4,45	0,950	0,495	0,038	0,54
2. Besigheim . . .	4,25	0,560	0,427	0,026	0,36
3. Böblingen . . .	4,05	0,848	0,468	0,042	0,39
4. Brackenheim . . .	4,17	0,985	0,630	0,031	0,54
5. Cannstatt . . .	4,48	0,330	0,230	0,017	0,38
6. Eßlingen . . .	4,42	0,264	0,184	0,017	0,11
7. Heilbronn . . .	4,50	0,268	0,202	0,021	0,14
8. Leonberg . . .	4,25	0,856	0,577	0,049	0,44
9. Ludwigsburg . . .	4,90	0,284	0,251	0,073	0,18
10. Marbach . . .	4,27	0,875	0,594	0,035	0,60
11. Maulbronn . . .	4,33	0,831	0,488	0,038	0,44
12. Neckarsulm . . .	4,42	0,954	0,638	0,044	0,51
13. Stuttgart, Stadt	4,58	0,025	0,014	0,020	0,01
14. Stuttgart, Amt .	4,54	0,407	0,250	0,035	0,22
15. Vaihingen . . .	4,23	0,890	0,631	0,036	0,53
16. Waiblingen . . .	4,39	0,501	0,381	0,024	0,36
17. Weinsberg . . .	4,47	0,965	0,556	0,028	0,52
Durchschnitt	4,45	0,407	0,274	0,052	0,32

Zahlentafel 2.

Schwarzwaldkreis.

Oberämter	Wohn- plätze	Haus- hal- tungen	Ein- woh- ner	Grundfläche in ha		Pferde	Rind- vieh
				ge- samt	bewirt- schaftet		
1. Balingen	80	9 569	42 079	32 192	21 587	1 603	13 979
2. Calw	91	5 900	26 701	32 049	12 422	1 019	11 839
3. Freudenstadt	268	6 986	34 954	53 475	14 382	1 221	15 866
4. Herrenberg	39	5 504	24 421	23 809	16 247	1 449	14 143
5. Horb	54	4 639	20 433	18 730	13 311	991	10 735
6. Nagold	74	5 714	26 125	28 434	13 991	1 150	12 219
7. Neuenbürg	91	6 890	30 855	31 648	6 944	793	8 269
8. Nürtingen	41	7 146	30 409	18 110	12 303	562	12 217
9. Oberndorf	304	7 027	34 838	28 168	17 423	1 409	14 307
10. Reutlingen	51	11 764	54 137	26 600	17 374	1 534	12 061
11. Rottenburg	47	6 775	28 973	24 241	16 017	991	13 863
12. Rottweil	88	8 762	41 958	33 793	22 779	1 558	17 364
13. Spaichingen	56	4 054	17 609	22 960	14 941	537	10 486
14. Sulz	99	3 960	18 663	22 735	14 687	1 252	12 411
15. Tübingen	45	9 064	42 223	22 298	13 039	1 162	13 813
16. Tuttlingen	80	7 657	33 727	29 380	16 904	1 122	11 048
17. Urach	42	7 657	33 557	29 127	18 490	1 477	15 570
Gesamt	1550	119 068	541 662	477 749	262 841	19 830	220 190

Oberämter	Zahl der Einwohner auf die Haus- haltung etwa	Es kommen auf den Einwohner			
		von der Ge- samtfläche etwa ha	von der be- wirtschafteten Grund- fläche etwa ha	Pferde etwa	Rindvieh etwa
1. Balingen	4,40	0,767	0,514	0,038	0,33
2. Calw	4,53	1,200	0,466	0,038	0,44
3. Freudenstadt	5,01	1,530	0,412	0,033	0,45
4. Herrenberg	4,45	0,976	0,666	0,059	0,58
5. Horb	4,41	0,919	0,653	0,049	0,53
6. Nagold	4,58	1,090	0,537	0,044	0,47
7. Neuenbürg	4,48	1,028	0,225	0,026	0,27
8. Nürtingen	4,25	0,595	0,405	0,018	0,40
9. Oberndorf	4,96	0,810	0,500	0,045	0,41
10. Reutlingen	4,60	0,493	0,321	0,028	0,22
11. Rottenburg	4,33	0,830	0,556	0,034	0,48
12. Rottweil	4,79	0,806	0,543	0,037	0,41
13. Spaichingen	4,35	1,305	0,850	0,033	0,60
14. Sulz	4,72	1,219	0,788	0,067	0,67
15. Tübingen	4,66	0,528	0,310	0,028	0,38
16. Tuttlingen	4,40	0,875	0,532	0,033	0,33
17. Urach	4,38	0,870	0,552	0,044	0,46
Durchschnitt	4,54	0,882	0,485	0,037	0,41

Zahlentafel 3.

Jagstkreis.

Oberämter	Wohn- plätze	Haus- hal- tungen	Ein- woh- ner	Grundfläche in ha		Pferde	Rind- vieh
				ge- samt	bewirt- schaftet		
1. Aalen	243	7 426	33 226	30 752	17 777	1 156	16 432
2. Crailsheim	189	5 566	26 122	33 852	23 104	1 482	20 660
3. Ellwangen	316	6 266	30 257	55 149	33 004	2 099	32 208
4. Gaildorf	360	4 836	23 468	37 440	19 257	1 145	19 626
5. Gerabronn	201	5 878	27 803	47 225	35 718	3 093	28 777
6. Gmünd	213	8 504	42 582	26 396	19 329	1 194	18 749
7. Hall	161	6 113	29 440	33 473	23 297	2 159	21 227
8. Heidenheim	81	10 253	42 806	45 887	24 815	2 067	18 624
9. Künzelsau	123	5 609	27 055	38 255	25 617	1 954	21 260
10. Mergentheim	104	5 674	27 674	42 696	29 094	2 316	21 735
11. Neresheim	113	4 485	20 330	42 457	25 582	1 475	17 506
12. Öhringen	208	6 122	28 039	35 753	25 103	2 171	23 756
13. Schorndorf	65	6 389	27 049	19 389	9 770	468	10 353
14. Welzheim	208	4 708	21 208	25 415	12 812	953	14 037
Gesamt	2585	87 829	407 059	514 139	324 279	23 732	284 950

Oberämter	Zahl der Einwohner auf die Haus- haltung etwa	Es kommen auf den Einwohner			
		von der Ge- samtfläche etwa ha	von der be- wirtschafteten Grund- fläche etwa ha	Pferde etwa	Rindvieh etwa
1. Aalen	4,48	0,898	0,535	0,035	0,49
2. Crailsheim	4,70	1,350	0,885	0,057	0,79
3. Ellwangen	4,83	1,701	1,091	0,069	1,06
4. Gaildorf	4,85	1,600	0,825	0,049	0,84
5. Gerabronn	4,75	1,700	1,280	0,111	1,03
6. Gmünd	5,00	0,620	0,455	0,028	0,44
7. Hall	4,82	1,138	0,794	0,073	0,72
8. Heidenheim	4,18	1,070	0,580	0,048	0,44
9. Künzelsau	4,82	1,413	0,947	0,072	0,79
10. Mergentheim	4,80	1,540	1,052	0,084	0,78
11. Neresheim	4,54	2,085	1,258	0,073	0,86
12. Öhringen	4,60	1,760	0,898	0,078	0,85
13. Schorndorf	4,24	0,717	0,361	0,017	0,38
14. Welzheim	4,52	1,200	0,606	0,045	0,66
Durchschnitt	4,63	1,263	0,797	0,058	0,70

Zahlentafel 4.

Donaukreis.

Oberämter	Wohn- plätze	Haus- hal- tungen	Ein- woh- ner	Grundfläche in ha		Pferde	Rind- vieh
				ge- sam	bewirt- schaftet		
1. Biberach . . .	287	7 921	36 704	50 185	34 648	3 995	34 547
2. Blaubeuren . . .	65	4 543	21 236	37 017	23 108	2 137	16 699
3. Ehingen . . .	100	5 864	27 788	40 533	28 732	2 655	23 941
4. Geislingen . . .	101	8 576	37 844	39 316	26 753	2 299	16 098
5. Göppingen . . .	115	12 868	57 687	26 437	18 749	1 963	17 028
6. Kirchheim . . .	49	7 360	30 558	20 842	14 415	709	13 747
7. Laupheim . . .	91	5 605	27 110	32 983	22 458	2 648	24 306
8. Leutkirch . . .	445	5 461	26 246	46 287	31 235	3 843	32 347
9. Münsingen . . .	94	5 405	24 561	55 197	37 992	3 121	20 190
10. Ravensburg . . .	741	8 644	45 353	44 605	31 958	3 683	28 838
11. Riedlingen . . .	96	5 825	26 040	42 936	29 516	2 894	27 054
12. Saulgau . . .	191	6 269	29 026	38 942	28 206	3 002	23 951
13. Tettngang . . .	351	5 453	27 608	27 353	19 323	2 127	19 287
14. Ulm . . .	91	14 834	71 378	41 512	29 520	5 164	21 324
15. Waldsee . . .	478	5 804	28 447	47 030	32 376	3 684	31 219
16. Wangen . . .	766	4 889	24 394	35 444	24 972	3 102	29 429
Gesamt	4061	115 321	541 980	626 619	433 961	47 026	380 005

Oberämter	Zahl der Einwohner auf die Haus- haltung etwa	Es kommen auf den Einwohner			
		von der Ge- samfläche etwa ha	von der be- wirtschafteten Grund- fläche etwa ha	Pferde etwa	Rindvieh etwa
1. Biberach . . .	4,64	1,365	0,945	0,108	0,94
2. Blaubeuren . . .	4,70	1,746	1,078	0,101	0,79
3. Ehingen . . .	4,74	1,460	1,037	0,096	0,86
4. Geislingen . . .	4,42	1,040	0,707	0,061	0,43
5. Göppingen . . .	4,48	0,458	0,326	0,034	0,29
6. Kirchheim . . .	4,15	0,683	0,473	0,023	0,45
7. Laupheim . . .	4,84	1,215	0,830	0,098	0,89
8. Leutkirch . . .	4,80	1,765	1,190	0,146	1,23
9. Münsingen . . .	4,54	2,250	1,545	0,127	0,82
10. Ravensburg . . .	5,25	0,985	0,705	0,081	0,64
11. Riedlingen . . .	4,47	1,648	1,132	0,111	1,04
12. Saulgau . . .	4,63	1,341	0,971	0,103	0,82
13. Tettngang . . .	5,07	0,990	0,700	0,077	0,70
14. Ulm . . .	4,80	0,582	0,414	0,074	0,30
15. Waldsee . . .	4,91	1,651	1,136	0,129	1,10
16. Wangen . . .	4,97	1,456	1,026	0,128	1,21
Durchschnitt	4,70	1,156	0,807	0,087	0,70

Zahlentafel 5: Zusammenstellung der Zahlentafeln 1 bis 4.

Kreise	Wohn- plätze	Haus- haltungen	Einwohner	Grundfläche in ha		Pferde	Rindvieh
				gesamt	bewirt- schaftet		
1. Neckarkreis	1085	182 370	811 478	332 960	220 346	24 764	187 977
2. Schwarzwaldkreis .	1550	119 068	541 662	477 749	262 841	19 830	220 190
3. Jagstkreis	2585	87 829	407 059	514 139	324 279	23 732	284 950
4. Donaukreis	4061	115 321	541 980	626 619	433 961	47 026	380 005
Gesamt	9281	504 588	2 302 179	1 951 467	1 241 427	115 352	1 073 122

Kreise	Zahl der Einwohner auf die Haushaltung etwa	Es kommen auf den Einwohner			Pferde etwa	Rindvieh etwa
		von der Gesamtgrundfläche etwa ha	von der bewirt- schafteten Grund- fläche etwa ha	Pferde		
1. Neckarkreis	4,45	0,407	0,274	0,052	0,32	
2. Schwarzwaldkreis .	4,54	0,882	0,485	0,037	0,41	
3. Jagstkreis	4,63	1,263	0,797	0,058	0,70	
4. Donaukreis	4,70	1,156	0,807	0,087	0,70	
Durchschnitt	4,56	0,848	0,539	0,050	0,47	

Zahlentafel 6.

Namen des Werkes	Einwohnerzahl des versorgten Gebietes		Gesamte Maschinenleistung in kW		Auf den Ein- wohner kommen kW		Stromerzeugung einschl. Strombezug in kWh		Auf den Ein- wohner kommen kWh	
	1911/12	1913/14	1911/12	1913/14	1911/12	1913/14	1911/12	1913/14	1911/12	1913/14
1. Neckarwerke Eßlingen	341 309	345 963	13 595	23 045	0,039	0,067	17 984 459	32 427 484	53	94
2. Gmünd	20 566	21 418	260	260	0,013	0,012	380 424	451 486	19	21
3. Heilbronn	45 289	46 000	875	1 675	0,019	0,036	1 789 732	2 523 974	40	55
4. Hohebach	—	9 000	—	160	—	0,018	—	319 907	—	35
5. Laichingen	—	10 500	—	210	—	0,020	—	262 259	—	24
6. Reutlingen	26 020	29 763	200	200	0,008	0,007	880 077	1 206 610	34	41
7. Schorndorf	6 500	—	203	—	0,031	—	274 169	—	42	—
8. Stuttgart	301 529	316 324	12 248	16 102	0,041	0,051	30 732 743	39 286 000	101	125
9. Ulm	63 000	—	3 358	—	0,053	—	4 927 534	—	78	—
10. Karlsruhe	120 972	128 831	2 900	5 730	0,024	0,045	4 668 416	6 492 528	39	50
11. Mannheim	190 400	199 000	8 900	8 900	0,047	0,045	14 613 292	17 538 777	77	88
12. Achern	—	67 227	—	1 360	—	0,020	—	3 028 780	—	45
13. Nürnberg	344 797	358 461	3 150	3 150	0,009	0,008	5 404 980	8 383 908	16	23
14. München-Stadt	607 556	639 600	15 428	15 428	0,025	0,024	51 243 057	61 567 624	84	96
15. München-Isarwerke	62 883	69 243	8 140	10 540	0,129	0,153	13 404 672	20 298 563	214	293
16. München - Amperwerke	—	136 303	—	6 150	—	0,045	—	13 677 865	—	100

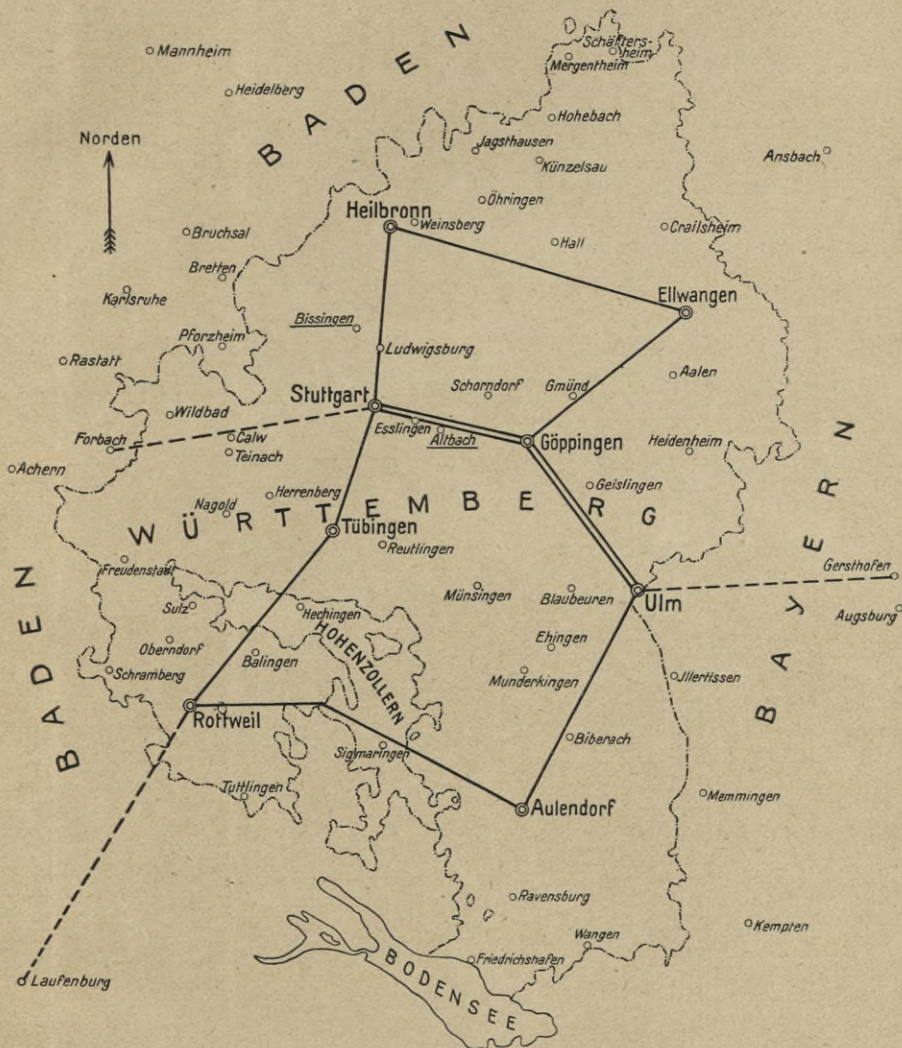
Zahlentafel 7.

Namen des Werkes	Ausnutzungs- faktor		Jährliche Aus- nutzungszeit der Maschinen- leistung in Stunden			Höchstleistung in kW an den Sammel- schienen			Kosten der Kraftwerke in Mark			
	1911/12	1913/14	1911/12	1913/14	1911/12	1913/14	1911/12	1913/14	mit		ohne	
									Akkumulatoren	1911/12	1913/14	Akkumulatoren
1. Neckarwerke Eßlingen	0,151	0,140	1323	1226	6 950	9 600	7 517 515	9 925 116	7 328 166	9 391 733	—	—
2. Gmünd	0,167	0,198	1463	1734	380	—	—	341 171	—	307 379	—	—
3. Heilbronn	0,044	0,042	385	370	650	970	666 600	776 350	665 100	761 350	—	—
4. Hohebach	—	0,190	—	1664	—	140	—	—	—	159 070	—	—
5. Laichingen	—	0,143	—	1253	—	140	—	—	—	—	—	—
6. Rentlingen	0,162	0,017	1419	149	548	400	413 499	427 547	355 688	369 696	—	—
7. Schorndorf	0,154	—	1349	—	172	—	415 000	—	—	—	—	—
8. Stuttgart	0,274	0,278	2400	2435	10 492	—	13 655 675	—	12 754 959	—	—	—
9. Ulm	0,167	—	1463	—	—	—	2 576 181	—	2 481 867	—	—	—
10. Karlsruhe	0,184	0,129	1612	1130	2 200	3 100	1 686 374	2 132 242	1 660 034	2 105 902	—	—
11. Mannheim	0,187	0,225	1638	1971	5 450	6 477	4 412 382	4 860 401	4 412 382	4 860 401	—	—
12. Achern	—	0,122	—	1069	—	1 170	—	—	—	—	—	—
13. Nürnberg	0,196	—	1717	—	3 160	—	—	—	—	2 051 800	—	—
14. München-Stadt	0,368	0,427	3224	3740	12 365	14 055	22 390 469	23 409 778	19 981 666	20 884 191	—	—
15. München-Isarwerke	0,188	0,220	1647	1927	4 324	5 693	—	—	—	—	—	—
16. München - Amperwerke	—	0,254	—	2225	—	—	—	—	—	—	—	—

Zahlentafel 9.

Die Stromerzeugungskosten der Zahlentafel 8 für die erzeugte kWh setzen sich zusammen aus:

Namen des Werkes	Kohlen		Wasser		Schmier-, Putz- und Dichtungsstoffe		Unterhaltung		Gehälter und Löhne	
	1911/12	1913/14	1911/12	1913/14	1911/12	1913/14	1911/12	1913/14	1911/12	1913/14
1. Neckarwerke Eßlingen	2,41	2,04	—	0,01	0,05	0,03	0,28	0,20	0,41	0,36
2. Gmünd	3,30	3,30	—	0,20	0,54	0,83	0,26	2,20	2,36	1,30
3. Heilbronn	5,71	5,10	0,02	0,03	0,50	0,26	1,94	0,74	8,95	3,54
4. Hohebach	—	1,78	—	—	—	0,55	—	0,30	—	1,45
5. Laichingen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6. Reutlingen	—	5,36	—	—	—	—	—	0,47	—	0,65
7. Schorndorf	2,73	—	—	—	0,36	—	0,66	—	1,59	—
8. Stuttgart	1,61	—	0,05	—	0,06	—	0,57	—	1,55	—
9. Ulm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10. Karlsruhe	2,33	2,13	—	—	0,09	0,09	0,50	0,57	1,05	0,85
11. Mannheim	2,14	1,98	0,02	0,01	0,04	0,03	0,29	0,31	0,43	0,42
12. Achern	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. Nürnberg	4,85	—	0,02	—	0,11	—	0,39	—	1,20	—
14. München-Stadt	0,65	0,63	—	—	0,03	0,04	0,46	0,81	0,74	0,72
15. München-Isarwerke	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16. München-Amperwerke	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



Maßstab
 10 5 0 10 20 30 40 km

Zeichenerklärung:

- ⊙ = Transformatorenwerke 100 000/15000 Volt.
- = Hochspannungsleitungen 3 x 70 qmm.
- ==== = Hochspannungsleitungen 6 x 70 qmm.
- - - = Verbindungsleitungen mit Bayern u. Baden.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
 KRAKÓW

S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

31327

Kdn., Czapskich 4 — 678, 1. XII. 52, 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298351