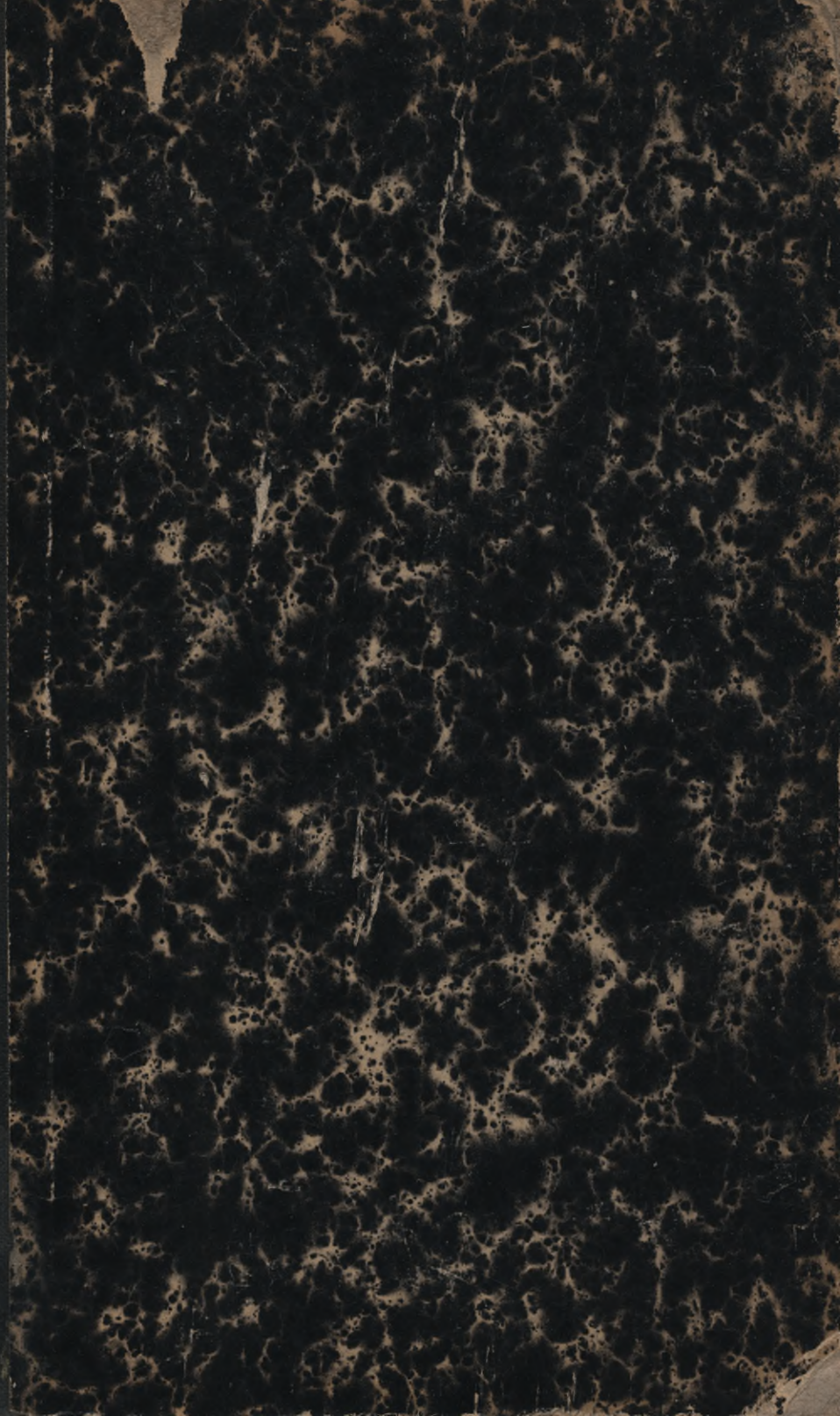
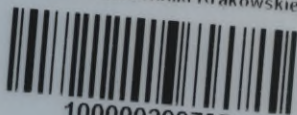


2



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299737

Leipzig 1883 *T. 13 III 13*

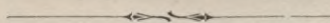
Was kann die Elektrizität zur Entwicklung der kleineren und mittleren Städte beitragen?

Vortrag, gehalten im Rheinischen Städtebund
am 9. Dezember 1905

von

R. Rinkel,

Ingenieur, Professor an der Handels-Hochschule in Cöln.



2. Aufl.

Berlin, 1906
Polytechnische Buchhandlung

A. SEYDEL
Mokren-Strasse 9



II 429

2502

B303

Inhalt.

	Seite
Die technischen Aufgaben der Städte	4
Wettbewerb zwischen Gas und Elektrizität	7
Übersicht über bestehende Werke	20
Leistungsfähigkeit und Kosten der Elektrizitätswerke	25
Die Stromart	31
Privatbetrieb oder Städtebetrieb?	36
Der Stromtarif	38

**BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW**

1132275

Akc. Nr. _____ 18 / 52

M. H. Sie haben mir den Auftrag erteilt, über die Verwendung der modernen Betriebskraft, der Elektrizität, für kleinere Städte zu sprechen. Erlauben Sie mir Ihnen zunächst zu sagen, wie ich diese Aufgabe aufgefasst habe. Die Anwendung des elektrischen Stromes zur Lichterzeugung, zur Übertragung von Energiemengen von einem zentralen Erzeugungs- zu vielen zerstreuten Verbrauchspunkten, zum Bahnbetriebe, alle diese Verwendungsarten sind heute so verbreitet, dass man, besonders wohl in diesem Kreise, eine allgemeine Kenntnis der wesentlichsten dabei in Frage kommenden Tatsachen und Gesichtspunkte voraussetzen darf. Die unendliche Vielseitigkeit der Bedingungen des praktischen Lebens gestattet nun aber nicht, mit dieser allgemeinen Kenntnis auszukommen; was die verantwortlichen Persönlichkeiten interessiert, welche die Errichtung elektrischer Anlagen ins Auge fassen oder unmittelbar vorhaben, das sind die Fragen nach der für den Einzelfall zweckmässigsten Ausbildung der Anlagen, die Wahl der Stromart und Stromverteilung, vor allem aber auch die Frage, ob überhaupt eine elektrische Anlage unter gegebenen Bedingungen lebensfähig erscheint, welche Massnahmen getroffen werden müssen, um eine möglichst ausgiebige Benutzung des Stromes herbeizuführen und damit gleichzeitig das Interesse der Stromverbraucher sowie des Stromlieferanten wahrzunehmen. Neben der richtigen Wahl der Stromart spricht dabei vor allem der Tarif ein sehr gewichtiges Wort mit.

Über diese Fragen, meine Herren, beabsichtige ich Sie heute zu unterhalten. Es ist wohl leicht erklärlich, dass ihre erschöpfende Behandlung im Rahmen eines kurzen Vortrages nicht gut möglich ist, ich bin aber gern bereit, Ihnen auf besondere Fragen Rede und Antwort zu stehen, soweit ich dazu in der Lage bin.

Die technischen Aufgaben der Städte.

Die technischen Anlagen der Städte bilden die Grundlage, auf der sich erst das heutige Leben und Treiben mit seinen hohen Anforderungen an Bequemlichkeit, Sauberkeit und Hygiene entwickeln kann. Wir vermögen uns kaum die Verhältnisse vorzustellen, welche ohne Wasserwerke und ohne Kanalisation in grösseren Städten eintreten würden. Man denke nur daran, genötigt zu sein, seinen Wasserbedarf täglich drei Treppen hoch aus einem Ziehbrunnen heraufschleppen zu müssen, noch dazu mit den heutigen vornehmen Dienstmädchen, oder man entferne die Kanalisation aus einer grösseren Stadt! Das Zusammenleben grosser Massen auf engem Raume wäre dadurch unmöglich gemacht, die grossen Städte müssten ohne diese technischen Anlagen zerfallen. Vielleicht wäre das in mancher Hinsicht ganz wünschenswert, aber heute ist es nicht mehr durchführbar, da ohnehin der Platz auf der Erde und besonders im Deutschen Reiche immer enger wird.

Nicht ganz so wichtig und unbedingt erforderlich wie Wasserversorgung und Kanalisation ist die zentralisierte Versorgung der Städte mit Licht und Kraft, d. h. die Erzeugung des Licht oder Kraft liefernden Stoffes in einer mit allen Mitteln der modernen Technik billig arbeitenden Zentrale und seine Verteilung durch Leitungen an viele zerstreute Verbrauchsstellen. Seit langem haben Rechnung und Erfahrung erwiesen, dass diese zentralisierte Erzeugung gerade dem kleinen Verbraucher die Annehmlichkeiten,

welche die Technik zu bieten vermag, erst zugänglich macht, weil die Erzeugung an vielen zerstreuten Stellen kleinen Verbrauches in Anlage und Betrieb viel zu teuer werden würde. Da niemals alle Verbraucher gleichzeitig ihren Bedarf der Zuleitung entnehmen, so kann die Zentrale viel kleiner sein, als der Summe aller Anschlüsse entspricht und sie kann mit grossen Maschinen und Apparaten ausgerüstet werden, die pro Leistungseinheit billiger sind als kleinere Typen. Die Ersparnisse an Verwaltungskosten, Löhnen und Betriebsmaterialien einer einheitlich geleiteten Zentrale ergeben dann auch geringere Herstellungskosten für Kraft und Licht im laufenden Betriebe.

Nun ist insbesondere für das Privatleben, für die Häuslichkeit die Abwesenheit von Gas oder Elektrizität sehr wohl denkbar. Aber die Ansprüche an Bequemlichkeit, Sauberkeit, leichte Entzündbarkeit, vor allem aber an die Helligkeit der Beleuchtung sind allmählich so hoch gestiegen, dass viele auch für ihre Wohnungen Gas oder Elektrizität nicht würden entbehren wollen. Ganz besonders empfindliche Einbusse aber würde unser öffentliches Leben erleiden, wenn uns plötzlich diese beiden Kraft- und Lichtträger entzogen werden sollten. Grosse Geschäfte, Restaurants und Cafés, Versammlungsräume, öffentliche Strassen und Plätze sind für uns heute nicht mehr denkbar ohne eine Fülle von Licht, ja es ist geradezu ein Zeichen für die Vornehmheit eines Raumes oder einer Strasse, wie weit die Ansprüche an helle und den Augen wohltuende Beleuchtung befriedigt sind.

In dieser Beziehung nun möchte ich mir eine leise Vermutung gestatten. Kleinere Städte, welche vielleicht am Tage im hellen Sonnenschein oft einen so herzerfrischenden, frohen Eindruck machen, dass man sich wünschen möchte, immer in ihnen zu verweilen, bieten oft Abends einen recht trostlosen Anblick der Verlassenheit und Öde, sodass man sich eines frostigen Gefühls kaum erwehren kann.

Und warum? Ich glaube, einfach deshalb, weil es dunkel ist, oder jedenfalls nicht so hell, als man es anderwärts gewohnt ist. Hat man erst einmal das angenehme Gefühl der Lebendigkeit und des Behagens, welches in einer hellen Beleuchtung begründet liegt, gründlich kennen gelernt, so fühlt man sich nicht mehr wohl, wo diesem Gefühl nicht Rechnung getragen wird, und darum ist nach meiner unmassgeblichen Meinung eine der primitivsten aber trotzdem wichtigsten Massnahmen, welche der Entwicklung eines Gemeinwesens zu gute kommen, eine recht ausgiebige Beleuchtung der Strassen und Plätze. Dadurch wird Leben auch am Abend geweckt, der Pulsschlag der Öffentlichkeit geht rascher und der Anstoss zu weiterer Entfaltung eines regen Getriebes ist gegeben. Es wächst dann das Lichtbedürfnis in der betreffenden Stadt auch in den Lokalen, Versammlungsräumen, im Privathaus, und damit ist überhaupt das gesamte bürgerliche Leben in energischeren, rascheren Fluss gebracht.

Neben der Lichtverteilung steht als Aufgabe der Städte die volkswirtschaftlich wichtige Kraftverteilung. Stoff, Werkzeuge und Kraft sind, von den geistigen Elementen abgesehen, die wichtigsten Faktoren, welche zur Gütererzeugung und Befriedigung der Bedürfnisse erfordert werden. In den meisten Fällen bedingen gute, moderne Arbeitsmaschinen aller Art die Anwendung elementarer Kraft, da der in der Zeiteinheit erzeugte Arbeitseffekt bei ihnen meist so gross wird, dass menschliche Arbeitskraft dafür nicht mehr ausreicht. Wenn diese Tatsache für das Grossgewerbe allgemein bekannt ist und von niemand mehr bestritten wird, so ist das doch in entsprechendem Masse auch der Fall in den vielen kleingewerblichen Betriebszweigen, die sich auch in kleinen und mittelgrossen Städten finden, in Schlosserei- und Tischlereibetrieben, in Schmieden und Wagenbauanstalten, in Bäckereien und Fleischereien, in Schleifereien, in Tuchzuschneidewerkstätten, in Druckereien, Brauereien und so weiter. Man darf die Unterstützung, welche das Kleinge-

werbe durch eine billige Betriebskraft erhält, neben den vielen sonstigen wirtschaftlichen Faktoren, durch welche es immer mehr in den Hintergrund gedrängt wird, nicht überschätzen; aber man muss auch immer wieder darauf hinweisen, dass es an vielen Stellen gerade der Mangel einer billigen Arbeitskraft ist, die dem Emporkommen mancher Betriebe mit geschickter, technisch und wirtschaftlich sachverständiger Leitung hindernd im Wege steht. An manchen Orten dürfte zur Entwicklung des einen oder anderen Gewerbezweiges die Gelegenheit nicht ungünstig sein, wenn eben nur durch das Vorhandensein einer billigen Betriebskraft der Boden geebnet ist.

Wettbewerb zwischen Gas und Elektrizität.

Zwei Kraftmittel kennt die Technik, welche sich zur zentralen Erzeugung der Energie und Verteilung an viele Verbrauchspunkte gut eignen: Gas und Elektrizität. Von den vielen Mitteln, die versucht worden sind, sind diese beiden für die städtische Kraftübertragung allein übrig geblieben. Erwähnenswert ist besonders, dass die Druckluft, auf welche man eine Zeitlang grosse Hoffnungen gesetzt hat, mit der man zum Beispiel in Paris 10000 PS und mehr verteilt hat, aus dem städtischen Betrieb nahezu völlig ausgeschieden ist, obwohl sie anderwärts, im Bergbau und in Fabriken, hervorragendes leistet. Der Grund für diese Entwicklung ist vor allem darin zu suchen, dass Gas und Elektrizität die einzigen Mittel sind, welche die beiden Hauptbedürfnisse der Städte, Licht und Kraft, unmittelbar aus derselben Zuleitung ohne weitere Umformung zu befriedigen vermögen, während die Druckluft unmittelbar nur dem Betrieb von Motoren dienen kann. Hinzu kommt, dass der Druckluftbetrieb annähernd doppelt so teuer wird als der Gasmotorbetrieb. Da Leuchtgas ohnehin für Lichtzwecke in vielen Städten eingeführt wurde, so ergab sich

die Verdrängung der Druckluft ganz von selbst, während die Elektrizität durch die Entwicklung des Verkehrswesens begünstigt wurde.

Gas und Elektrizität stehen sich also heute im Wettbewerb um die Gunst der Städte gegenüber. Diesen Wettbewerb allgemein zur Entscheidung zu bringen, ist nicht möglich; ja selbst im Einzelfalle ist die Entscheidung oft schwer. Zu Gunsten der Elektrizität spricht von vornherein die unbestreitbare Tatsache, dass Gas sich für den Betrieb von Bahnen und Verkehrsmitteln überhaupt nicht eignet; wo diese daher wesentlich mit in Frage kommen können, da hat der elektrische Strom gewonnenes Spiel. Alle Versuche, Gasmotorenbetrieb in dem städtischen Verkehr einzuführen, können als ein für alle Mal gescheitert angesehen werden. Die Fahrzeuge wurden wegen der notwendigen Form des Motors und der Unterbringung der Gasbehälter schwer und plump, machen unerträgliches Geräusch, lassen sich schwer in ihrer Geschwindigkeit regeln und kosten sehr viel Reparaturen. Wie schön dagegen elektrische Fahrzeuge durchgebildet sind, wie sauber, fast geräuschlos und wie sicher und bequem ihr Betrieb ist, dürfte jedermann bekannt sein, sodass ein näheres Eingehen hierauf wohl unterbleiben kann. Für den Verkehr innerhalb und zwischen nahe benachbarter Städte kann heute nur noch der Elektromotor in Frage kommen. Ich gehe nachher auf die Verkehrsanlagen nochmals ein.

Auch für den Betrieb ortsfester Anlagen in gewerblichen Betrieben, erscheint mir, völlig objektiv beurteilt, der Elektromotor weitaus in den meisten Fällen als die geeignetste Betriebskraft. Eine Durchsicht der Statistik bietet einem bereits eine wesentliche Handhabe für die Prüfung dieser Frage. Aus dieser Statistik ergibt sich nämlich, dass der einzelne Gasmotor im Durchschnitt eine doppelt so lange jährliche Laufzeit aufweist wie der Elektromotor, obwohl beide in Betrieben gleicher Gattung verwendet werden. Der Unterschied in der Laufzeit ist

aber nicht etwa in der Verschiedenartigkeit der Betriebe, sondern vielmehr in den Eigenschaften der Motoren begründet. Der Gasmotor bedarf zum Angehen vom Zustand der Ruhe aus eines Antriebes von aussen, der bei den hier in Betracht kommenden Grössen in der Regel durch menschliche Arbeitskraft geliefert wird. Der damit verbundene Zeitaufwand und die Unbequemlichkeit führen dazu, den Motor einfach während der ganzen oder des grössten Teils der Arbeitszeit durchlaufen zu lassen, auch wenn keine Arbeit vom Motor benötigt wird. Man verschwendet also notgedrungen Gas. Ganz anders kann man beim Elektromotor mit Strom sparen. Da der Motor durch einfaches Einlegen eines Schalthebels mit grosser Zugkraft schnell in Lauf gesetzt wird, so schaltet man ihn natürlich nur dann ein, wenn man ihn wirklich braucht. Die Ausnützung der Kraft ist also eine bessere, insbesondere auch deshalb, weil der Stromverbrauch eines Elektromotors nahezu gleichmässig mit der Abnahme der Leistung auch seinerseits abnimmt, sich also letzterer gut anpasst. Diese Eigenschaft ist gerade im kleingewerblichen Betrieb sehr wertvoll, wo die Inanspruchnahme des Motors grossen Schwankungen unterworfen ist. Umgekehrt nimmt beim Gasmotor der Verbrauch für die Leistungseinheit mit geringer werdender Gesamtleistung stark zu. Trägt man diesen praktischen Betriebsverhältnissen Rechnung, so muss man für gleich grosse Nutzarbeiten, bezogen auf die Fabrikation, nicht etwa auf die mechanische Arbeit des Motors allein, bei den hier in Betracht kommenden Motorgrössen im Durchschnitt mindestens 2 Kubikmeter Leuchtgas-Verbrauch gleich 1 Kilowattstunde Stromverbrauch rechnen. Schon bei einem Preise von 10 Pfennige pro Kubikmeter Gas und 20 Pfennige pro Kilowattstunde werden die reinen Kraftkosten für beide Motorgattungen gleich hoch.

Über die Motorgrössen und Leistungen in verschiedenen Städten geben die folgenden Tabellen Auskunft. Die Zahlen, welche die Gasmotoren betreffen, sind der Statistik der Gas-

und Wasserfachmänner 1903 bezw. 1903/04 entnommen; die durchschnittliche Motorgrösse ist errechnet durch Division der Gesamtleistung der Motoren mit ihrer Anzahl, während die Zahl der Betriebsstunden aus dem Gesamtgasverbrauch aller Motoren unter der Annahme bestimmt wurde, dass im Jahresdurchschnitt 1 Kubikmeter Gas für 1 Pferdekraftstunde verbraucht wird. Dagegen stützen sich die Zahlen über die Elektromotoren auf die Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke, herausgegeben von Direktor Döpke Dortmund 1904. Um die Tabellen nicht zu umfangreich zu machen, wurden aufs Geratewohl einige Städte aus jeder Grössenordnung herausgegriffen.

Tabelle der Gasmotoren.

Stadt	Leistung PS pro Motor	Betriebs- stunden pro Jahr	Stadt	Leistung PS pro Motor	Betriebs- stunden pro Jahr
über 300 000 Einwohner			Danzig	8	570
Berlin	7	?	Magdeburg	3	580
Hamburg	9	780	50 000—100 000 Einwohner		
Köln	5	1290	Bonn	5	1190
Dresden	7	?	Duisburg	4	1050
Breslau	6	?	Bielefeld	5	1000
Leipzig	4	1370	Lübeck	4	1050
München	7	490	Darmstadt	4	800
Augsburg	5	870	Würzburg	5	840
100 000—300 000 Einwohner			25 000—50 000 Einwohner		
Königsberg	16	740	Halberstadt	5	815
Karlsruhe	6	1000	Hanau	5	1400
Stettin	6	910	Heilbronn	3	1000
Kiel	4	920	Forst i. L.	3	960
Posen	8	1470			

Tabelle der Gasmotoren.

Stadt	Leistung PS pro Motor	Betriebs- stunden pro Jahr	Stadt	Leistung PS pro Motor	Betriebs- stunden pro Jahr	
Worms	4	670	Gumbinnen	3	745	
Cannstadt	5	710	Thann i. E.	4	400	
Neuss	5	730	Glatz	3	615	
Minden i. W.	4	1020	5 000 — 10 000 Einwohner			
Jena	6	2270				
Giessen	3	656				
20 000—25 000 Einwohner						
Peine	3	805	Husum	5	470	
Pirna	4	512	Perleberg	4	730	
Memel	6	970	Jülich	4	825	
Kempten	3	1260	Wetzlar	3	505	
Meiningen	6	655	Sprotten	4	514	
10 000 — 15 000 Einwohner			Nauen	2—3	584	
Bingen	7	1970	0—5000 Ein- wohner			
Lauban	4	1200				
Stade	3	630				
				Vegesack	4	694
				Rüdesheim	3	590
			Wildungen	9	210	
			Zwönitz	6	450	

Tabelle der Elektromotoren.

Betriebsstunden im Jahre in Städten mit Einwohnern

0—5000	5—10000	10—15000	15—20000	20—25000
200	278	408	246	947
186	325	546	156	466
131	291	491	631	297
257	303	359	560	254
600	436	400		119

Betriebsstunden im Jahre in Städten mit Einwohnern

0—5000	5—10000	10—15000	15—20000	20—25000
365	172	928		88
136	355	416		258
216	725	420		442
391	1084	208		171
306	657			
303	207			
228	736			
545	438			
44	312			
119	953			
493	263			
197	458			
285	141			
112	244			
330	1074			
483				

In dieser Tabelle bedeutet jede Zahl eine Stadt, deren Namen nichts zur Sache zu bedeuten hat.

Von der Bildung von Durchschnittswerten muss abgesehen werden, da die örtlichen Verhältnisse viel mitsprechen. Im Grossen und Ganzen kann man aber ersehen, dass die Betriebsstunden der Elektromotoren meist die Hälfte derjenigen der Gasmotoren betragen. Wir werden gleich erkennen, dass ein ziemlich grosser Fehler in den Annahmen über die Betriebszeit der Motoren für unseren Vergleich sehr wenig zu bedeuten hat.

Beim Gasmotor spielen nämlich neben den eigentlichen Kraftkosten für Gas, Wasser, Schmierung die Ausgaben für Unterhaltung, Abschreibung und Verzinsung eine viel grössere Rolle. Auch für Bedienung muss man einen nicht zu kleinen Betrag, etwa 150 Mark jährlich einsetzen, wenn man den Motor wirklich dauernd betriebsfähig erhalten will.

Es möge nun ein Vergleich für die beiden Motorgattungen aufgestellt werden, für 2 PS und für 5 PS; um eine mit

den Betriebsverhältnissen des Kleingewerbes möglichst übereinstimmende Annahme zu machen, setzen wir voraus, dass der Gasmotor 800 Stunden mit voller Leistung oder beliebig länger mit entsprechend verminderter Leistung im Betrieb sei, der Elektromotor dagegen 400 Stunden bei voller Leistung. Diese Annahmen entsprechen unseren obigen Ausführungen.

Betriebskosten.

	Gasmotor		Elektromotor	
	5 PS	2 PS	5 PS	2 PS
Anlagekosten	2500 M.	1900 M.	800 M.	600 M.
Verzinsung 4 0/0	100 M.	76 M.	32 M.	24 M.
Abschreibung, Instandhaltung 10 0/0; 4,5 0/0	250 „	190 „	36 „	27 „
Bedienung	150 „	134 „	—	—
Feste Kosten	500 M.	400 M.	68 M.	51 M.
Gas pro m ³ à 10 Pf. 4000 m³		1600 m³	2000 KwSt	800 KwSt
Strom pro KwSt à 20 Pf. 400 M.		160 M.	400 M.	160 M.
Schmierung, Putzmat. 40 „		20 „	12 „	9 „
Kühlwasser 50 Ltr. m ³				
Gas, der m ³ à 10 Pf. 20 „		10 „	—	—
Variable Ausgaben	460 M.	190 M.	412 M.	169 M.
Jahresausgaben	960 „	590 „	480 „	220 „

Nach dieser Aufstellung ist also der Betrieb mit dem 5 PS-Elektromotor gerade halb so teuer, als der Gasbetrieb, mit dem 2 PS-Elektromotor kostet er $\frac{3}{8}$ so viel wie der Gasbetrieb. Je kleiner also die Leistung wird, desto günstiger stellt sich der elektrische Betrieb. Nun liegt ja in der Annahme der doppelten Betriebszeit für den Gasmotor gegenüber dem Elektromotor zweifellos eine gewisse Unsicherheit. Die Tabelle zeigt aber, dass der Einfluss dieser Unsicherheit auf das Rechnungsergebnis deshalb sehr gering ist, weil allein die festen Kosten, welche für den Gasmotor an Verzinsung, Abschreibung und Instand-

haltung auszugeben sind, bei der 2 PS-Type fast doppelt so hoch werden, wie die Gesamtausgaben für den Elektromotor, während sie beim 5 PS-Gasmotor mindestens ebenso hoch sind als die Gesamtkosten des 5 PS-Elektromotors. Sieht man daher ganz von dem Vorteil ab, den Elektromotor in jedem Augenblick bequem ein- und ausschalten zu können, und nimmt gleiche Betriebszeit für beide Motorgattungen an, so wird auch dann noch der 5 PS-Gasbetrieb 1,5 mal so teuer, der 2 PS-Gasmotor 2,2 mal so teuer wie der elektrische Betrieb.

Die ungünstigste Voraussetzung für die elektrische Betriebsweise dürfte hier mit 3000 jährlichen Betriebsstunden bei durchschnittlich halber Leistung gemacht werden. Eine so intensive Inanspruchnahme der Motoren, welche an 300 Tagen je 10 Stunden im Laufe sind, kommt im Kleingewerbe wohl nur selten vor. Bei dem daraus sich ergebenden starken Stromverbrauch wird jedes Elektrizitätswerk die Kilowattstunde für höchstens 17 Pfennige liefern. Die Durchführung der Rechnung auf obiger Grundlage ergibt dann in diesem äussersten Falle gleiche Jahreskosten für den 5 PS-Gas- und Elektromotor. Bei jeder darunter bleibenden Beanspruchung wird der Gasbetrieb teurer als der elektrische.

Mit hinreichender Deutlichkeit lassen diese Zahlen erkennen, dass dem Elektromotor für das Kleingewerbe schon aus Rücksicht auf Anlage- und Betriebskosten sowie auf Bequemlichkeit in der Benutzung unbedingt der Vorzug zu geben ist. Nimmt man dann noch hinzu die Geräuschlosigkeit und Geruchlosigkeit, die hohe Betriebssicherheit und minimale Reparaturbedürftigkeit sowie den viel geringeren Platzbedarf des Elektromotors, den man in jedem Winkel, ja irgendwo an der Wand anbringen kann, so ist die Entscheidung nicht zweifelhaft.

Bei elektrischem Kraftbetrieb wird man in der Regel mit weniger als den halben Jahreskosten auskommen als bei Leuchtgasbetrieb.

Ein Wort möge an dieser Stelle über die Sauggasanlagen gestattet sein, bei welchen an der Betriebsstelle selbst in einem Generator das Gas bereitet wird. So weit ich unterrichtet bin, haben solche Anlagen sich erst von 12—16 PS an dauernd betriebsfähig erwiesen, und auch dann nur bei sehr sorgfältiger Bedienung. Einer solchen Leistung bedürfen aber nur sehr sehr wenige Betriebe, welche für den Anschluss an eine Zentrale in Betracht kommen, und auch diese Anlagen werden erst bei einer ausgiebigen Benutzung billiger als der Strombezug von einer elektrischen Zentrale, welche für grössere Konsumenten zweckmässigerweise besonders niedrigen Strompreis berechnen kann.

Zum Beweise möge folgende Rechnung dienen. Eine Sauggasanlage von 12 PS wird heute in betriebsfähigem Zustande mindestens 7000 Mark kosten, wovon 1000 Mark für Fundamente und die Räumlichkeiten zu rechnen sind. Diese Anlage verursacht folgende von der Leistung unabhängige Jahreskosten:

Verzinsung 4 % von 7000 M.	=	280 M.
Abschreibung, Instandhaltung 10 % von 6000 M.	=	600 „
Bedienung	=	500 „
		<hr/>
Feste Kosten		1380 M.

Hierzu kommen die mit der Leistung wachsenden Ausgaben:

Brennmaterial, 0,7 kg Anthracit / PSSt im Durchschnitt, 28 M/t	=	2 Pf. / PSSt
Pro PSStunde 0,50 Pf. Öl, Putzmaterial etc.	=	0,5 „
Wasser 50 l / PSSt, 1 m ³ à 10 Pf.	=	0,5 „
		<hr/>
		= 3 Pf. / PSSt

Angenommen 2000 Betriebsstunden bei halber Last durchschnittlich = 12000 PSSt à 3 Pf. = 360 M.

Elektromotor 12 PS zu 1200 M. fertig aufgestellt;		
Verzinsung 4 % von 1200 M.	=	48 M.
Abschreibung, Instandhaltung 4,5 %	=	54 „
Bedienung	=	—
		<hr/>
Feste Kosten		102 M.

2000 Betriebsstunden bei halber Last durchschnittlich erfordern 11000 KwSt à 15 Pf.	= 1650 M.
Schmierung	38 „
Bewegliche Kosten	<u>1688 M.</u>

Beim Sauggasmotor stellen sich hiernach die Jahreskosten für einen 2000stündigen Betrieb auf 1740 Mark beim elektrischen Betrieb auf 1800 Mark.

Die Stromabnahme von 11000 KwSt rechtfertigt den Preis von 15 Pf. für die Kilowattstunde; in vielen Fällen wird man sogar noch darunter bleiben können. Eine Betriebszeit von 2000 Stunden werden wohl nur sehr wenige Betriebe haben, die für uns hier überhaupt in Betracht kommen. Aber selbst bei dieser für die elektrische Betriebsweise sehr ungünstigen Annahme ist die Sauggasanlage jährlich nur um 60 Mark billiger. Nun muss aber berücksichtigt werden, dass erfahrungsgemäss sorgfältige Revisionen der Sauggasanlagen nötig sind, durch welche diese dem Betriebe tagelang entzogen werden. Die hierin begründete Betriebserschwerung dürfte mit 60 Mark wohl noch zu gering bemessen erscheinen. Fraglich ist auch, ob 500 Mark Bedienungskosten genügen, wenn man eine dauernd betriebsfähige Anlage haben will.

Soviel geht jedenfalls aus dieser Darlegung hervor, dass der elektrische Betrieb auch mit dem Sauggasbetrieb in sehr weiten Grenzen wettbewerbfähig ist; nur dort, wo es sich um kontinuerliche Fabrikbetriebe handelt, die gut belastet ihre 3000 Arbeitsstunden im Jahre Maschinenkraft benötigen, und sehr sorgfältig behandelt werden, muss dem Sauggas der Vorzug erteilt werden.

Schwieriger zu beantworten als die bisherigen Fragen sind diejenigen, welche die **B e l e u c h t u n g** betreffen, da die Anforderungen an die Art des Lichtes und die Lichtverteilung so ausserordentlich verschiedenartig sind. Es lässt sich daher hier kein allgemeines Urteil fällen, und nur einige Gesichtspunkte können erörtert werden. Dahin gehören vor allem die Betriebskosten der Lichtstärkeneinheit;

letztere wird nach einer Normaleinheit (Normalkerze NK), meist nach der Lampe von Hefner Alteneck gemessen. Zu unterscheiden ist zwischen Gross- und Kleinbeleuchtung, also die konzentrierte Anordnung starker Lichtquellen an verhältnismässig wenigen Punkten und die zerstreute Verteilung vieler einzelner kleiner Lampen.

Betrachten wir zunächst die letztere. Im Wettbewerb stehen die Auerlampe mit 50 NK bei einem Gasverbrauch von 110 Liter pro Stunde und die verschiedenen elektrischen Glühlampen, die bekannte und noch meist verwendete

Kohlefadenlampe mit rd. 3,2 Watt pro Normalkerze,

die Nernstlampe mit 1,8 Watt pro Normalkerze,

die Osmiumlampe „ 1,6 „ „ „

die Tantallampe „ 1,6 „ „ „

Die Kerzenstärke dieser Lampen möge des Vergleichs wegen zu 25 NK angesetzt werden; man benötigt also zur Erzielung der gleichen Leuchtkraft 2 elektrische Lampen an Stelle einer Auergaslampe, wenn man ausschliesslich die Leuchtkräfte vergleicht. Mit einem Gaspreise von 16 Pf./m³ und einem Strompreis von 50 Pfennige / KwStunde, ergeben sich dann folgende Kosten für die Brennstunde:

50 NK Auergaslicht	1,76 Pf. + 0,34 = 2,1 Pf.
2 × 25 NK Kohlefadenlampe	8,0 „ + 0,10 = 8,10 „
dsgl. Nernstlampe	4,5 „ + 0,5 = 5 „
dsgl. Osmiumlampe	4,00 „ + 1,00 = 5 „
dsgl. Tantellampe	4,00 „ + 1,00 = 5 „

Die Zuschläge gelten für den erforderlichen Ersatz an Glühstrümpfen und Lampen. Es ist angenommen, dass bei den elektrischen Brennern jährliche einmalige Auswechslung stattfindet, was für die meisten Brenner mit jährlich 400 bis 500 Brennstunden richtig sein wird. Für die Leuchtstrümpfe ist 2 bis 3malige Auswechslung nötig. Man sieht, dass die Gasbeleuchtung doch nur 40 % der billigsten elektrischen Glühlichtbeleuchtung erfordert, oder das letztere 2¹/₂mal so teuer ist wie das Gaslicht, mit Kohlefadenlampen sogar fast 4 mal so teuer. Bezieht man also die Kosten

auf gleiche Leuchtkraft und gleiche Brennzeit, so ist die elektrische Beleuchtung unter allen Umständen kostspieliger. Nun muss man aber bedenken, dass eine konzentrierte Lichtstärke von 50 NK schon nicht mehr Kleinbeleuchtung genannt werden kann; in den meisten Fällen sind zum Lesen und Schreiben und für den einzelnen Arbeitsplatz in Fabriken und Bureaux nicht mehr als 16 NK erforderlich, so dass häufig an Stelle von 2 Auerlampen besser 4 Glühlampen von ca. 64 Kerzen, im billigsten Fall, mit einem stündlichen Aufwand von 6,4 Pf. (bei Tantallampen), im teuersten Fall mit 10 Pf. (bei Kohlefadenlampen) gegenüber 4,2 Pf. bei Gas verwendet werden. Man hat dann zwar rechnerisch weniger Licht, aber mit besserer Verteilung, ohne Schattenbildung und von angenehmerer, belebender Farbe; das grünliche Auerlicht wirkt frostig und kalt. Mit dem geringeren Lichtbetrage erzielt man also eine erheblich bessere Beleuchtung.

Oft braucht man an einer Stelle überhaupt nur 16—25 NK und in diesen Fällen kostet einen die elektrische Beleuchtung mit einer der modernen Lampen nur 2,5 Pf. gegenüber 2,1 Pf. mit Gas. Ausserdem ist nicht zu vergessen, dass die Leuchtkraft immer auf die Entfernung von 1 m angegeben wird; bei der leichten Beweglichkeit elektrischer Leitungen lässt sich aber in jedem Augenblick die zweckmässigste Entfernung besonders an Arbeitsplätzen jeder Art leicht einstellen und man erzielt so mit geringerem Aufwand an Lichtstärke der Lampe eine hellere und zweckmässigere Belichtung. In Bureaux und Fabriken, am Schreibtisch ist dies von grosser Bedeutung.

Nun ist aber noch ein Punkt zu berücksichtigen, nämlich die grosse Bequemlichkeit in der Bedienung der elektrischen Lampe. Diese führt dazu, dass die Lampe nur dann brennt, wenn sie wirklich gebraucht wird, da man sie mit einem Handgriff anzünden und auslöschten kann. Man spart also an Brenndauer und sehr oft auch an Bedienungskosten, wie z. B. bei der Strassenbeleuchtung durch Auerlicht, und so erreicht man schliesslich in vielen Fällen

eine billigere und bessere Beleuchtung mit Elektrizität als mit Gas. Es ist also praktisch nicht richtig, das elektrische Glühlicht überhaupt teurer als das Gasglühlicht hinzustellen, sondern jeder Fall ist besonders zu prüfen. Insbesondere, seit die neuen Lampen den Stromverbrauch auf die Hälfte des früheren heruntergedrückt haben, hat das elektrische Licht viel mehr Aussicht, mit dem Gaslicht auch da in Wettbewerb zu treten, wo nicht die Schönheit und Annehmlichkeit des Lichtes in gesundheitlicher Beziehung, die Abwesenheit von Verbrennungsgasen, die ausserordentliche Feuersicherheit und die bequeme Handhabung entscheidend sind. Das schönste und vornehmste Licht ist es jedenfalls unter allen Umständen, häufig aber auch das praktischste. Allerdings muss man jeden Einzelfall genau prüfen, da einige technische Bedingungen für die Anwendbarkeit der neuen Lampen erfüllt sein müssen. Wir kommen darauf bei der Besprechung der Stromsysteme noch zurück.

Erheblich billiger nun stellt sich das elektrische Grosslicht, die Bogenlampe; bei der normalen, alt bekannten Lampe mit übereinander stehenden Kohlen kommt man meist mit weniger als 1 Watt/NK aus, also z. B. für 300 NK mit 15 Pf. pro Stunde. Bei den Effektbogenlampen mit schräg nach unten stehenden Kohlen geht dieser Betrag auf den dritten Teil zurück. Diese Lampen eignen sich besonders für die unmittelbare Bodenbeleuchtung, da sie das Licht, ohne jede Schattenbildung, nach unten werfen. Sie verbrauchen pro Kerzenstärke etwa die halben Kosten wie die modernsten Grossgaslichter, wie z. B. die Pressgaslampen. Eine ganz besondere Erwähnung verdienen noch die Liliputbogenlampen (von Siemens & Halske), welche bei 2 Amp. Stromverbrauch 130 NK, bei 3 Amp. 280 NK. Leuchtkraft hergeben, und sich bei ihrer Kleinheit auch für Innenbeleuchtung vorzüglich eignen, besonders weil die Form eine sehr gedrungene ist. Der Wattverbrauch beträgt bei ersteren 1,7 Watt/NK, bei letzteren 1,2 Watt/NK, so dass pro Stunde 11 bis 17 Pf. Kosten entstehen.

Vergleicht man Auergaslicht mit elektrischem Bogenlicht, so werden sich beide etwa gleich teuer stellen, während das Grossgaslicht wohl etwas billiger wird, als die gewöhnliche Bogenlampe, aber doppelt so teuer als die Effektlampe.

Aus den aufgestellten Zahlen ziehen wir den Schluss, dass der elektrische Strom unter allen Umständen für Kraftverteilung dem Gase vorzuziehen ist, dass er dagegen in vielen Fällen eine teurere, wenn auch schönere und bessere Beleuchtung ergeben wird. Immerhin hat die Entwicklung gezeigt, dass dem elektrischen Licht sehr oft ohne Rücksicht auf die Kosten der einzelnen Kerzenstunde der Vorzug zu geben ist, weil es sich den besonderen Bedürfnissen der Lichtverteilung, der bequemen Handhabung besser anpassen und so sparen lässt. Sehr viele zahlen auch gern für ein schöneres und vornehmeres Licht einen etwas höheren Preis.

Übersicht über bestehende Werke.

Es ist ein wichtiger Entschluss, vor allem für eine kleinere Stadt, wenn sie sich entscheiden soll, ein Elektrizitätswerk anzulegen, und wie sie es anlegen soll. Es werden dadurch Gelder in erheblichem Umfang investiert, deren Nutzbarmachung vor allem von der richtigen Bemessung und zweckmässigen Ausführung der Anlage abhängt. Nur die sorgfältigste Berücksichtigung aller in Frage kommenden Faktoren, besonders des eigenartigen Charakters der Stadt oder Gegend, lässt ein gutes Ergebnis erhoffen. Für uns erhebt sich zunächst die Frage, welcher Umfang des Verbraucherkreises etwa wenigstens vorhanden sein muss, damit eine elektrische Zentrale mit Erfolg arbeiten kann. Sehen wir uns zunächst unter den vorhandenen Werken um, so finden wir schon eine beträchtliche Zahl von Städten und Orten unter 5000 Einwohner

im Besitz elektrischer Stromquellen, sei es, dass diese Strom ausschliesslich als eigentliche Zentralen erzeugen, sei es, dass Besitzer von Fabriken mit elektrischen Anlagen Strom über die Strasse verteilen und verkaufen; letztere können wir als Blockstationen mit der Absicht des Nebenerwerbs durch öffentlichen Stromverkauf bezeichnen. Als eigentliche Elektrizitätswerke in unserem Sinne können sie nicht gelten. Rechnen wir sie aber einmal dazu, so haben wir nach der Statistik der deutschen Elektr.-Werke (ETZ. 1903) etwa 750 Werke in Städten und Orten unter 25 000 Einwohnern, wovon rd. 25 % = 186 Stück im Eigentum und Betrieb von Städten und Gemeinden sich befinden. Die genauere Verteilung auf die einzelnen Städtegrössen zeigt die folgende Tabelle, welche die Zahl der Gemeinden und Werke sowie das prozentuale Verhältnis von Zahl der Werke zur Zahl der in Deutschland vorhandenen Gemeinden angibt; die Gemeindenzahl stützt sich auf die Volkszählung 1900.

Einwohner pro Gemeinde	Zahl der Gemeinden	Es sind vorhanden Elektr. Werke in Gemeinden	
		Zahl	in % der Ge- samtgemeinden (Rubrik 1)
500—2000	16 352	159	rd. 1
2—5000	2 269	359	16
5—10 000	617	157	25
10—12 000	87	20	23
12—15 000	87	15	17
15—20 000	73	18	25
20—25 000	65	23	35
25—100 000	129	96	74
über 100 000	33	33	100

Sehen wir von den ohnehin meist unbedeutenden Anlagen in Orten unter 2000 Einwohnern ab, so haben wir 592 elektrische Stromquellen für öffentlichen Bedarf in 3198 Städten zwischen 2000—25 000 Einwohnern; also sind

erst 18,5 % davon mit Elektrizität versehen, und zwar am wenigsten die Orte von 2—5000 und von 12—15 000 Einwohnern. Leider liegen nur für etwa ein Zehntel dieser Werke finanzielle Nachweise in der Dortmunder Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke vor, so dass man über die Rentabilität keine allgemeinen Schlussfolgerungen ziehen kann. Soviel ist aber bei diesem Zehntel, das natürlich nur eigentliche Elektrizitätswerke umfasst, keine Blockzentralen, zu ersehen, dass ein Teil der Werke wirtschaftlich durchaus gesund ist und Bruttoüberschüsse bis zu 14 % vom Anlagekapital abwirft, eine Reihe anderer Werke krankt augenscheinlich an zu hohem Anlagekapital, das vor allem durch eine zu grosse Leistungsfähigkeit, oft wohl auch durch nicht ganz geschickte Disponierung hervorgerufen worden ist; im Betriebe zeigt sich das durch zu geringe Benutzung der Anschlüsse und durch die zu kleine Zahl derselben. Eine für den besonderen Fall nicht richtig zugeschnittene Tarifpolitik trägt das ihrige zu dem schlechten Ergebnis bei; an der einen Stelle finden wir zu niedrige Preise, an der anderen Stelle zu hohe.

Werfen wir nun einen Blick auf amerikanische Zentralen;*) im Jahre 1902 gaben ca. 3620 Werke in erster Linie für Licht und Kraftzwecke Strom ab. Eigentliche Bahnkraftwerke und Blockstationen, welche über die Strasse Strom verkaufen, sind nicht aufgeführt. Insofern unterscheidet sich also diese Statistik von der obigen und muss relativ kleinere Zahlen angeben. Von diesen 3620 Werken kamen

2714 auf Städte unter 5000 Einwohner = 75 % aller Zentralen,

675 „ „ zwischen 5—25 000 Einwohnern,

Sa. 3389 auf Städte bis zu 25 000 Einwohnern, d. i. also

*) Anm. Bericht des Departement of Commerce and Labour, Bureau of the Census; Bulletins 1903. Vergl. auch Elektrotechn. Zeitschr. (ETZ.) 1904 S. 51.

94 % aller Werke. Der weitaus grösste Teil der Werke befand sich in Privathänden, nur 815 Zentralen waren überhaupt von allen Werken im städtischen Besitz. Bemerkenswert ist, dass in den Städten unter 5000 Einwohnern nur ca. 200 Gasanstalten, also ca. $\frac{1}{13}$ der Zahl der Elektrizitätswerke vorhanden war, während in den Städten zwischen 5000 und 25 000 Einwohnern 484 Gasanstalten neben 675 Elektrizitätswerken bestanden.

Diese Zahlen geben mehrere lehrreiche Winke an die Hand; dass der weitaus grösste Teil der Werke sich in Privatbesitz befindet, scheint mir die Rentabilität zu beweisen, denn der geschäftlich so sehr veranlagte Amerikaner würde wohl kaum in solchem Umfang sein Geld in unrentable Anlagen stecken. Erwähnt soll aber auch werden, dass in amerikanischen Zeitschriften eine ständige Rubrik die Aufsätze über Steigerung der Einnahmen sowie Verminderung der Ausgaben der Elektrizitätswerke bilden. Aus den genannten Ziffern folgt aber fernerhin, dass gerade in den kleinsten Städten elektrischer Strom dem Gas fast immer vorgezogen wird und dass sicher nur sehr wenige kleine Städte, etwa 50 von den Städten unter 5000 Einwohnern, beide Kraftstoffe gleichzeitig nebeneinander erzeugen. In den kleinsten Städten erscheint eben nur einer von beiden lebensfähig und dies gilt wohl zweifellos auch für unsere Verhältnisse. Sowohl Gas- wie Elektrizitätswerke bedürfen zu ihrer Lebensfähigkeit einer Mindestgrösse in der Anlage und eines reichlichen Absatzes. Ein solcher lässt sich in den kleinen Städten unter 5000 Ew. aber nur für eines von beiden erzielen. Die Zahlen erweisen, dass die Elektrizität in Amerika fast überall den Sieg davon getragen hat.

Ganz besonders erwähnenswert ist aber die Tatsache, dass sich unter den Plätzen mit Elektrizitätswerken eine sehr grosse Zahl mit weniger als 3000 Einwohnern findet. Es gibt nämlich nur ca. 600 Orte mit 3 bis 5000 Einwohnern. Da wir 2714 Zentralen in Orten bis zu 5000 Ein-

wohnern haben, so müssen rund 2100 Plätze unter 3000 Einwohnern im Besitz von Elektrizitätswerken sein, das sind 58 % aller Zentralen in den Vereinigten Staaten; zwischen 1000 und 3000 Einwohnern sind also fast alle Orte im Besitz von Elektrizität! Der Bericht des amerikanischen Departement of labour bemerkt auch ausdrücklich, dass durch den elektrischen Strom auch den kleineren Orten die Wohltat einer schöneren Beleuchtung zugänglich gemacht worden ist.

Sobald nun der Absatzbereich grösser wird als 5000 Einwohnern entspricht, dann kommt die gleichzeitige Lebensfähigkeit von Gas und Elektrizität schon eher in Frage, wie das Bestehen, von 484 Gaswerken neben 675 Elektrizitätswerken in Städten zwischen 5000 und 25000 Einwohnern beweist. Da es überhaupt nur 676 Städte in dieser Kategorie gibt, so sehen wir, dass sie sämtlich bereits mit Elektrizität ausgerüstet sind, während gleichzeitig 72 % von ihnen auch Gaswerke haben. Bei uns dagegen haben nur 25 % dieser Städtekatgorie Elektrizitätswerke, während ich die Anzahl der Gaswerke nicht feststellen konnte. In der Tat, m. H., kann es kaum ein besseres Kennzeichen für das lebendige, rasch pulsierende Leben der Amerikaner geben, als diese rege Benutzung technischer Anlagen für Licht und Kraftlieferung. Über 1000 Einwohnern sind nahezu sämtliche Orte mit Elektrizitätswerken versehen!

Natürlich kann man amerikanische Verhältnisse nicht von heute auf morgen bei uns einführen; die Lebensgewohnheiten bilden da doch eine gewaltige Fessel. Aber man sieht doch aus den Zahlen, dass auch in den ganz kleinen Städten unter 3000 Einwohnern bei uns lebensfähige Anlagen sich schaffen lassen müssen, wenn in den Vereinigten Staaten nahezu alle Gemeinden bis zu 1000 Einwohnern herunter solche Werke bereits haben. Jedenfalls ist für unsere Städte zwischen 3 und 5000 Einwohnern, soweit sie weder Gas- noch Elektrizitätswerk besitzen, Veranlassung gegeben,

die Errichtung einer elektrischen Zentrale in Erwägung zu ziehen, während Städte über 5000 Einwohnern dieser Frage auch dann näher treten können, wenn sie schon ein Gaswerk besitzen. Immerhin halte ich es bei unseren etwas engeren Lebensverhältnissen für wünschenswert, sehr vorsichtig zu sein, wenn man neben das Gaswerk noch ein Elektrizitätswerk legen will. Sehr günstig liegen die Verhältnisse für die Einrichtung eines Elektrizitäts-Werkes natürlich dann, wenn ein elektrischer Verkehr oder sehr viel Kraftbetrieb von ortsfesten Motoren zu erwarten ist. Man muss sich aber hüten, die Rentabilität des vorhandenen Werkes durch eine Neuanlage zu gefährden. Man wird sehr oft einem auftretenden Bedürfnis nach stärkerer oder besserer Beleuchtung vollkommener und billiger entsprechen durch eine Erweiterung der bestehenden Anlage und eventuell eine liberalere Gestaltung der Tarife. Das gilt sowohl für bestehende Gas- wie für Elektrizitätswerke.

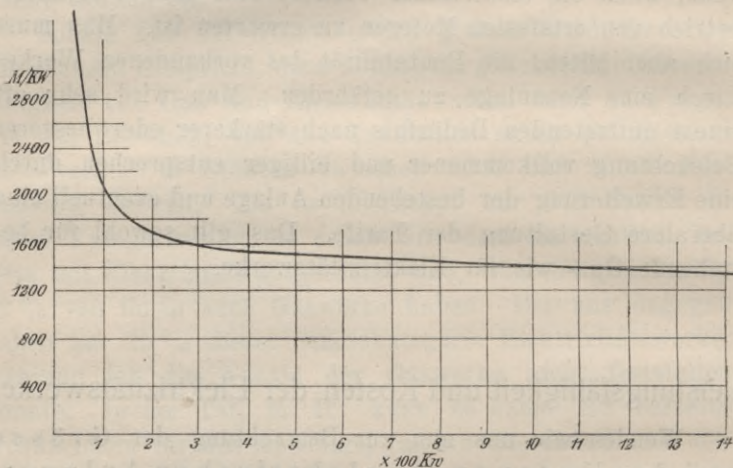
Leistungsfähigkeit und Kosten der Elektrizitätswerke.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung der Grösse und des Umfangs der elektrischen Anlagen. Von ihrer richtigen Bemessung hängt neben der Ausnutzung, wie bemerkt, die Lebensfähigkeit des Unternehmens in erster Linie ab. Verzinsung und Abschreibung des Anlagekapitals, welche vom Bruttoüberschuss der Einnahmen über die Ausgaben zu bestreiten sind, fallen prozentual natürlich desto reichlicher aus, je kleiner das Anlagekapital ist. Nun hört man oft, dass Elektrizitätswerke meist zu klein, fast nie zu gross gebaut würden. Ich halte diese Bemerkung nur in sehr beschränktem Umfange für richtig, und zwar vor allem nur für die grossen Städte mit ihrer gewaltigen Zunahme an Bevölkerung, an Umfang und daher auch an Verkehrs- und Beleuchtungsansprüchen. In den kleineren Städten scheint man häufig etwas zu reichlich bemessen zu haben; die

Folge war dann eine zu geringe Benutzung, zu deren Hebung man die Tarife vielleicht mehr als richtig gewesen wäre, herabgesetzt hat.

Man geht gewöhnlich von dem Gesichtspunkt aus, dass eine grössere Anlage sich pro Leistungseinheit, also pro KW, billiger herstellen lässt, wie eine kleinere, und dass daher

Anlagekosten pro Kw in Abhängigkeit von der Grösse der Zentrale.



eine spätere Erweiterung die Anlage mehr verteuert, als wenn man gleich von vornherein reichlich bemisst. Im Prinzip ist das wohl zuzugeben, besonders dort, wo man Kabel in die Erde zu verlegen hat, wie in grossen Städten überall; ein dünnes Kabel ist bei weitem nicht in dem Masse billiger, als es der Verringerung des für die Leistung massgebenden Kupferquerschnittes entspricht, denn die Ausgaben für die Isolation, für Montage und Verlegung, Herstellung der Gräben etc. sind fast unabhängig vom Querschnitt. Auch die Maschinenanlagen sind pro KW teurer, je kleinere Einheiten man wählt.

Die vorstehende Kurve versucht ein ungefähres Bild

der Gesamtkosten einer elektrischen Anlage nach der Dortmunder Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke zu geben. Die Kosten sind pro Kilowatt der Leistungsfähigkeit der Zentrale in Abhängigkeit von der Grösse aufgezeichnet. Etwa $\frac{2}{8}$ davon entfallen auf Grundstücke und Gebäude, je $\frac{3}{8}$ auf Maschinen- und Leitungsanlagen; natürlich kann man nur Durchschnittswerte aufzeichnen, wovon die Ausführung in der Regel wesentlich abweicht. Im einzelnen unterscheiden die Werte sich um 100 %; eine Anlage kostet 1200 M. pro KW, eine andere 2400 M. bei gleicher Grösse.

Immerhin ist die Durchschnittskurve insofern wertvoll als sie für gleiche Ausführung und gleiche Bedingungen das Anwachsen der Kilowattkosten bei den kleinen Anlagen erkennen lässt. Unter 75 KW nehmen die Kosten rapide zu, zwischen 75 und 150 KW sinken sie ziemlich rasch von 2400 M./KW auf 1800 M./KW also um 25 %, dann nehmen sie schon langsamer ab bis auf 1500 M./KW bei 400 KW, um dann nur noch sehr langsam mit grösser werdender Anlage zu sinken. Wo also für eine Zentrale nicht mindestens ein Bedürfnis von etwa 75 KW Leistungsfähigkeit vorhanden ist, da sollte man jedenfalls nur ausnahmsweise sich zur Errichtung entschliessen.

Wenn man also auch unter eine kleinste Leistungsfähigkeit nicht heruntergehen soll, so darf man anderseits auch nicht zu gross bauen, weil die Anlage Jahre hindurch Zinsen kostet und veraltet, ohne viel einzubringen. Man sollte so bauen in den kleineren Städten, dass den voraussichtlich in den ersten 3—4 Jahren eintretenden Ansprüchen ohne umständliche Erweiterungen genügt werden kann. Tritt die Bedarfssteigerung nicht ein, nun so ist man wenigstens einer mässigen Verzinsung sicher, überschreitet sie dagegen die Erwartungen, so erhält man vielleicht infolge relativ grösserer Anlagekosten kein so günstiges Ergebnis, als wenn von vornherein reichlicher gebaut worden wäre; aber gerade in kleineren Städten ist der Mittelweg zwischen

beiden Möglichkeiten der wahrscheinlichere, und es empfiehlt sich hier lieber dem Grundsatz vom Sperling in der Hand, als von der Taube auf dem Dache zu huldigen. Ich glaube, die Statistik weist darauf recht nachdrücklich hin.

Die Erweiterung einer Anlage ist auch dann gar nicht so schwierig, wenn man von Anfang an gut disponiert; es muss nur die Erweiterungsfähigkeit gewahrt sein, also vor allem darf das Zentralgrundstück nicht zu klein sein. In den kleineren Städten mit ihren niedrigen Grundstückspreisen wird sich das ohne grosse Mehrkosten erreichen lassen. Hat man dann durch eine mehrjährige Entwicklung des Werkes bereits einen Massstab für die zu erwartenden Bedürfnisse in die Hand bekommen, so lässt sich durch eine vernünftige Projektierung der Erweiterungen vielleicht mehr sparen, die Einteilung der Maschinen- und Kesselgrössen rationeller durchführen, als wenn man von Anfang an zu reichlich gebaut hat und lange Zeit hindurch keine genügende Ausnützung des Werkes erhält. Hinsichtlich der Leitungsanlagen kommt in Betracht, dass man zweckmässigerweise kleinere Anlagen zunächst mit einer billigen Oberleitung versieht, um diese vielleicht erst bei reichlicher Entwicklung in eine Kabelanlage, womöglich auch nur in den Zentren des Verbrauchs, umzuwandeln. Eine solche Oberleitung lässt sich unschwer ohne grosse Betriebs- und Verkehrsstörung verstärken. Wird die Oberleitung auf Masten oder an den Häusern sauber und sachgemäss ausgeführt, so fällt sie durchaus nicht unangenehm auf.

Auch hier wieder möchte ich auf Amerika verweisen.*) Nur 6,5 % aller Leitungen, in Längen ausgedrückt, sind als Kabel verlegt, 93,5 % als Oberleitungen; da naturgemäss in den grossen Städten vielfach Kabel verlegt sind, so darf man annehmen, dass die kleineren Orte jedenfalls in den weitaus meisten Fällen Oberleitungen anwenden und

*) Siehe den angeführten Bericht des amerikanischen Bureaus. Es sind vorhanden 8124 miles = rd. 13000 km Kabel und 116776 miles = rd. 187500 km Oberleitungen (keine Bahnleitungen!).

die hierdurch erzielte Verbilligung dürfte auch Veranlassung sein, dass der elektrische Strom so viel mehr Eingang gefunden hat als bei uns. Berücksichtigt man, dass für die uns interessierenden Fälle Kabelanlagen ungefähr 1,5 mal so teuer werden wie Oberleitungen mit Gittermasten, und etwa 2 bis 2,5 mal so teuer wie solche mit Holzmasten, so wird die Bedeutung dieser Tatsachen leicht einleuchtend. Die Gesamtanlage wird dadurch etwa um 20 % billiger. Erleichternd wirkt dann auch im Betrieb die einfachere und billigere Art, wie man die Hausanschlüsse ohne Pflasterarbeiten herstellen kann; die Zahl der Anschlüsse wird dadurch jedenfalls sehr gefördert. Reparaturen und Beaufsichtigung der Leitungen sind einfacher und schneller auszuführen, als bei den im Boden liegenden Kabeln. Nur muss man von vornherein eine sorgfältige Herstellung verlangen.

Über die Grösse und Benutzung der deutschen Elektrizitätswerke gibt die nachstehende Tabelle nach der Dortmunder Statistik Auskunft; sie enthält Durchschnittswerte der Leistungsfähigkeit, der Anschlüsse sowie der abgegebenen Arbeitsmenge in den einzelnen Städtekatégorien, und gewährt so wenigstens einen gewissen Anhalt für die Projektierung neuer Werke.

Durchschnittswerte von Städtezentralen.

Einwohnerzahl in 1000	bis 5	5—10	10—15	15—20	20—25
Gesamtleistungsfähigkeit in Kw.	104	254	340	300	399
Angeschlossene Kw.	193	422	617	442	672
Nutzb. abgegeb. KwSt.	64600	196500	254000	247000	243000
Benutzungsdauer jedes angeschl. Kw. in St.	335	466	412	558	362
Nutzb. abgegeb. KwSt. pro Kw. der Leistungsfähigkeit	622	775	748	825	610

Je grösser die Benutzungsdauer jedes angeschlossenen Kilowatt ist, je mehr Kilowattstunden von jedem in den Zentralen installierten Kilowatt Maschinenleistung abgegeben werden, desto günstiger stellt sich die Ausnutzung

des Werkes dar, vorausgesetzt natürlich, dass die hohen Ziffern nicht durch zu niedrige Strompreise erzielt werden. In dieser Beziehung erweist sich offenbar die mässige Grösse der Zentralen in Städten zwischen 15000—20000 Einwohnern als vorteilhaft.

Ein ganz ähnliches Bild der Leistungsfähigkeit erhalten wir aus der Statistik der Elektrotechnischen Zeitschrift 1903.

Zahl der Werke in Städten		Grösse der Leistung	in Werken	
bis 5000	Einwohner	518	unter 100 KW	339
zwischen 5—25000	„	233	101—500 „	322
Summa		751		761

Ohne grossen Fehler dürfen wir voraussetzen, dass die kleinen Werke in den kleinen Städten liegen; es ergibt sich dann, dass etwa $\frac{3}{5}$ der Orte bis zu 5000 Einwohnern mit Leistungen bis zu 100 KW auskommen, während in keiner Stadt zwischen 5000 und 25000 Einwohnern die Leistung 500 KW übersteigt. In Wirklichkeit haben nur einige Städte dieser Kategorie höhere Leistungsfähigkeit.

Die amerikanischen Zentralen gewähren folgendes Bild:

Zahl der Werke in Städten		Grösse der Leistung	in Werken	
bis 3000	Einwohner	2100	unter 120 KW	2260
zwischen 3000 u. 5000	„	614	120—300 „	866
„ 5000 u. 25000	„	675	300—600 „	226
Summa		3389		3352

Es bleiben hiernach $\frac{5}{6}$ aller Orte bis zu 5000 Einwohnern unter 120 KW; in dieser Städtekategorie stimmen also die Leistungen bei uns und in Amerika nahezu überein. Dagegen scheinen im allgemeinen die Zentralen für Orte über 5000 Einwohner bei uns stärker bemessen zu werden. Ich möchte hierin eine Bestätigung für meine oben ausgesprochene Ansicht sehen, dass bei uns manchmal etwas zu gross gebaut wird, und dass die Anlagen sich mehr

ausbreiten und besser rentieren würden, wenn man etwas bescheidener baute. Eine liebevolle und sachgemässe Beurteilung der örtlichen Verhältnisse ist unbedingt nötig.

Oft wird man für mehrere nahe benachbarte Gemeinden ein gemeinschaftliches und daher grösseres, pro Kilowatt billigeres Werk anlegen können, wenn man sich nur freundschaftlich und neidlos über die Verteilung der Kosten und Gewinne einigen kann. Doch ist beim Abschluss bezüglichlicher Verträge und bei der Projektierung gemeinschaftlicher Anlagen grosse Vorsicht am Platze. Sparsam bauen kann man anderseits auch in der einzelnen Gemeinde durch Kombination mehrerer technischer Anlagen, z. B. des Elektrizitätswerkes mit dem Wasserwerk, indem gemeinschaftliche Reserven für beide gehalten werden, so für die Kessel und Nebeneinrichtungen.

Die Stromart.

Von grundlegender Bedeutung für das Gedeihen besonders kleinerer Elektrizitätswerke ist die richtige Wahl der Stromart, welche der Art und Verteilung der Belastung sowie der Weite der Kraftübertragung anzupassen ist. Ein Fehler in dieser Beziehung wirkt auf lange Zeit hinaus ungünstig. In weitaus den meisten Fällen, welche hier für uns in Betracht kommen, wird man zweckmässig Gleichstrom verwenden; sowohl die für Erzeugung und Verteilung des Stromes erforderliche Gesamtanlage wie auch die Installationen von Motoren und Beleuchtungen werden für Gleichstrom billiger; nebenbei hat dieser den Vorzug, durchaus auch bei direkter Berührung ungefährlich zu sein. Besonders wertvoll aber ist, dass man Batterien zur Aufspeicherung der elektrischen Energie verwenden und mit ihnen einem zeitweise stark gesteigerten Bedürfnis nach Strom Rechnung tragen kann. Auf die Ausnutzung elektrischer Zentralen wirkt nämlich vor allem der Umstand

ungünstig ein, dass die Inanspruchnahme ausserordentlich schwankt, sowohl während der Stunden des einzelnen Tages wie auch in den verschiedenen Monaten. Das ist in allen Städten und Ländern gleichmässig der Fall. Meist wird noch nicht 10 % der Jahresstunden hindurch über 60 % der maximalen gleichzeitigen Inanspruchnahme verlangt. Angenommen, im Höchsthalle würden gleichzeitig 100 Kw verlangt, so bleibt die Belastung 90 % der Zeit des Jahres unter 60 Kw, und 67 % sogar unter 10 Kw. Die Ausnutzung ist also sehr schlecht, wodurch die Amortisations- und Verzinsungsquote, welche vom Anlagekapital pro abgegebene Kilowattstunde zu rechnen ist, stark anwächst. Man muss also in erster Linie darauf sehen, das Anlagekapital nach Möglichkeit zu beschränken und erreicht dies für die Zentralen unter anderem dadurch, dass man zur Deckung eines Teiles der Überlast Akkumulatoren verwendet, welche pro Kw drei Stunden hindurch abzugebender Leistung etwa halb so viel wie die Maschinenanlagen kosten, nämlich etwa 300—400 M. gegen 600—800 M. Von dem Betrage entfallen nur etwa 70 % — 60 % auf die Akkumulatoren selbst, der Rest auf die Nebeneinrichtungen. Je grösser die Batterieleistung ist, desto weniger kostet das Kilowatt, desto mehr entfällt aber von den Gesamtkosten auf die Zellen selbst, während die Nebeneinrichtungen weniger in Anspruch nehmen.

Rechnet man für die Maschinen 9 % für Unterhaltung, Amortisation und Verzinsung, für die Akkumulatoren 14 %, so ergibt sich für beide ein Verhältnis der jährlichen Ausgaben von rund 1 : 0,6, sodass also die Batterien, ganz abgesehen von den Betriebsbequemlichkeiten, rein rechnerisch auch im Betriebe wesentlich billiger werden.

Was nun die Entfernung betrifft, auf welche hin der Strom zu übertragen ist, so wird diese in den wenigsten Versorgungsgebieten der kleineren und mittleren Städte dazu verleiten, vom Gleichstrom abzugehen. Mit dem heute völlig erprobten Dreileiter-System von 2×220 Volt kann man

wirtschaftlich einen Bereich von rund 3 km Radius versorgen, und das wird meistens ausreichen.

Auf dieses System möchte ich ganz besonders die Aufmerksamkeit lenken, weil es neben der Lieferung von Kraft und Licht auch für Bahnen dienen kann; oft wird die Kombination mit dem Bahnbetrieb ein Elektrizitätswerk erst recht rentabel machen. Ich denke dabei zunächst weniger an die Gleisbahnen, als vielmehr an die gleislosen Bahnen System Schiemann, welche bereits an mehreren Orten zur Zufriedenheit laufen. Hierher gehören die Anlagen in Grevenbrück, Monheim-Langefeld, Wurzen i. S., Grossbauchlitz i. S. Sie unterscheiden sich von den Strassenbahnen dadurch, dass die Wagen auf der normalen Strasse fahren, also ausweichen können, und den Betriebsstrom durch zwei isolierte Oberleitungsdrähte zugeführt erhalten, für welche man die Spannung zu etwa 500 Volt wählt, um die Stromstärke und damit den Kupferaufwand gering zu halten. Man kann aber natürlich auch mit $2 \times 220 = 440$ Volt auskommen und gewinnt so die Möglichkeit einer recht guten Ausnutzung einer Licht- und Kraft-Zentrale auch im Sommer und am Tage, zu welcher Zeit ja wenig Beleuchtungsstrom verlangt wird, während gerade der Verkehr umso lebhafter ist. Dass am Tage stärkere Spannungsschwankungen auftreten werden während des Bahnverkehrs, beeinträchtigt die ortsfesten Motoranschlüsse, die ja besonders am Tage im Betriebe sind, auch viel weniger als die Beleuchtungsbetriebe und diesen kleinen Übelstand kann man daher gern mit in Kauf nehmen, um so mehr, wenn bei den Fahrzeugen für langsames Einschalten des Stromes Sorge getragen wird und dadurch die Schwankungen stark gemindert werden. Ein solche gleislose Bahn lässt sich mit 10—12000 M. pro km ausschliesslich Betriebsmittel herstellen und ist geeignet, Güter- und Personenverkehr auf billige Weise zu entwickeln an Stellen, wo für eine Schienenbahn mit ihren vielen grösseren Kosten eben noch kein hinreichender Bedarf vorliegt. Mit einem Schlage kann so durch die Errichtung

eines Elektrizitätswerkes das Leben einer kleineren Stadt in rascheren Fluss kommen und es ist die Möglichkeit zu einer weiteren Entwicklung gegeben. Oft wird ja diese Entwicklung durch die Entfernung vom nächsten Bahnhof und den nächsten Ortschaften nicht unwesentlich gehemmt. Sobald aber einmal ein billiges und ständig fahrendes Verkehrsmittel vorhanden ist, auf das man sich verlassen kann, ist der Anstoss zu regeren Beziehungen gegeben, die dann auch, wenn die Bevölkerung nicht gar zu apathisch ist, sich meist schneller recht lebhaft gestalten, als man vorher glaubte annehmen zu dürfen. So haben sich z. B. auf der gleislosen Bahn Grevenbrück-Bilstein gleich im 1. Jahre die doppelten Einnahmen aus dem Personenverkehr ergeben, welche man angenommen hatte; in der Gemeinde Monheim sind im 1. Jahre 15 Fahrten pro Einwohner erfolgt, also das doppelte wie auf Kleinbahnen.*)

Wo also die Rücksicht auf Anlage von Bahnen mit-spricht, erscheint es mir richtig, von vornherein 2×220 V. Gleichstrom in Aussicht zu nehmen. Mit Drehstrom kann man eine Bahn, wie sie hier in Betracht kommt, nicht gut betreiben, er muss daher ausser Betracht bleiben.

Es gibt nun sicherlich Fälle, wo in absehbarer Zeit an einen Bahnverkehr irgend einer Art nicht gedacht werden kann, und das wird wohl gerade dort der Fall sein, wo auch die Ausdehnung des Stromversorgungsgebietes nur eine mässige ist. In diesen Fällen ist dann dem Gleichstrom von 2×110 Volt der Vorzug zu geben; einen Rayon von 1200 m Radius, bei relativ kleinen Leistungen auch noch etwas mehr, kann man damit versorgen. Der Vorteil dieses Systems liegt darin, dass es besonders dem Bedürfnis nach kleinerer Beleuchtung entgegenkommt. Die neueren und am billigsten brennenden Glühlampen mit Osmium- oder Tantalfaden lassen sich einfacher und billiger bei 110 Volt wie bei 220 Volt anwenden, da man nicht so viel Lampen gleichzeitig in Reihenschaltung

*) Anm. Zeitschr. für Polizei- und Verwaltungsbeamte Nr. 22/23, Aug. 1905.

zu brennen braucht. Vor allem gilt das für die Osmiumlampen, von denen bei 220 Volt mindestens 4—6 gleichzeitig brennen müssen. Tantallampen kann man schon zu zweien bei 220 Volt brennen lassen und damit dieselbe Helligkeit wie mit einem Auerbrenner erzielen. An den Stellen aber, wo ein noch geringeres Beleuchtungsbedürfnis vorliegt, kann man mit Vorteil bei 220 Volt Nernstlampen in Einzelschaltung verwenden, welche heute bei 0,25 Amp. etwa 36 Normalkerzen hergeben, also etwa 55 Watt benötigen. Nachdem nun auch in neuerer Zeit Bogenlampen für 110 Volt Spannung in Einzelschaltung sich praktisch brauchbar gezeigt haben, die aber auch zu zweien in einem Stromkreis von 220 Volt brennen können, sind auch diejenigen Schwierigkeiten als überwunden anzusehen, welche bisher in der Notwendigkeit lagen, gleichzeitig 4—6 Bogenlampen bei 220 Volt brennen zu müssen, wofür natürlich häufig gar kein Bedürfnis vorliegt. So sehr wesentlich sind daher die Bedenken heute nicht mehr, welche man bezüglich der Kleinbeleuchtung dieser Spannung entgegenbringt. Immerhin muss man bei der Entscheidung der Frage, 2×110 oder 2×220 Volt Gleichstrom, die örtlichen Verhältnisse sorgfältig in Betracht ziehen.

Neben Gleichstrom kann für die vorliegende Erörterung nur noch Drehstrom in Frage kommen. Diese Stromart halte ich nur ganz ausnahmsweise in kleinen Städten für angebracht; da man keine Aufspeicherung der elektrischen Energie mittelst Drehstrom bewirken kann, so muss die Zentrale wegen der ungleichmässigen Tagesbelastung viel stärker sein, wird also kostspieliger als bei Gleichstrom. Ebenso erweist sich der Betrieb wegen der durchschnittlich geringen Belastung der grösseren Maschinen als teurer. Ganz besonders wichtig ist aber auch, dass gerade bei den kleineren Zentralen und Versorgungsgebieten das Netz und die Installation für Drehstrom teurer ausfallen, weil man es überall mit 3 statt 2 Leitungen zu tun hat. Wenn diese auch rechnerisch manchmal etwas dünner werden können, so überwiegen doch die Nebenausgaben für die dreipolige Anordnung,

Sicherungen, Schalter, Isolatoren, Montage, häufig die geringen Kupferersparnisse. Hinzu kommt für uns ferner, dass Betrieb von gleislosen Bahnen mit Drehstrom schon aus Rücksicht auf die Leitungen und Stromabnahme als ausgeschlossen gelten muss. Auch normale Strassenbahnen betreibt man nur ungern mit Drehstrom. Man wird sich also zu diesem System nur dann entschliessen, wenn beträchtliche Leistungen über grosse Entfernungen zu übertragen sind, und man deshalb zu sehr hohen Spannungen greifen muss, für welche Gleichstrom unzweckmässig ist. Für die hier interessierenden Versorgungsgebiete kommen solche Leistungen und Entfernungen aber nur ganz ausnahmsweise in Frage.

Privatbetrieb oder Städtebetrieb?

Lenken wir nun noch auf einen wichtigen wirtschaftlichen und verwaltungstechnischen Punkt unsere Aufmerksamkeit, nämlich auf die Frage, ob das Elektrizitätswerk einer Privatgesellschaft konzessioniert oder ob es von vornherein durch die Gemeinde betrieben werden soll. Ich glaube, dass die Entscheidung leicht zu Gunsten des Gemeindebetriebes getroffen werden kann. Eine Privatgesellschaft wird sich nur dann zur Übernahme der Konzession entschliessen, wenn ihr diese als ein gewinnbringendes Geschäft erscheint; sie wird natürlich die Interessen der Konsumenten soweit wahrnehmen, als die Ausbreitung des Stromabsatzes und die damit verbundene mögliche Gewinnsteigerung dies wünschenswert erscheinen lässt. Aber selbst wenn sie den Konsumenten soweit als irgend möglich entgegenkommt, kann sie den Strom nicht so billig liefern, wie die Stadt dies könnte. Letztere muss sich natürlich die Lösung des Vertrages und die Übernahme des Werkes in städtischen Besitz nach einer gewissen Reihe von Jahren vorbehalten. Je kürzer diese Zeit nun ist, desto schneller

muss das Anlagekapital amortisiert werden, desto höher die jährliche Quote sein. Ausserdem sind Verzinsung und Erneuerung aufzubringen. Alle Teile der Anlage sind dem natürlichen Verschleiss ausgesetzt und bedürfen nach einer Reihe von Jahren der Erneuerung, ganz abgesehen von der dauernden betriebsmässigen Unterhaltung. Nun ist gerade diese Erneuerung eine recht heikle Sache, wenn eine Privatgesellschaft weiss, die Anlage wird in einer gewissen Zeit in andere Hände übergehen. Selbst wenn der Vertrag naturgemäss vorsieht, dass die Anlage in brauchbarem guten Zustande bei der Übergabe sein muss, so ist damit doch verhältnismässig wenig erreicht, weil sich die Erfüllung dieser Bedingung nur im Laufe mehrerer weiterer Jahre feststellen lässt, und es ist dann oft sehr fraglich, ob man Ansprüche an die frühere Gesellschaft mit Erfolg geltend machen kann.

Aber selbst angenommen, dass eine Gesellschaft bis zum Ablauf des Vertrages die Erneuerung gewissenhaft besorgt, dass also dies Bedenken fortfällt, so bleibt doch das andere bestehen; sie muss wegen der erforderlichen Amortisation höhere Preise berechnen. Die Gemeinde aber wird in vielen Fällen eine Amortisierung nur in sehr langem Zeitraum zu erreichen brauchen, oft überhaupt nicht; sie wird auch eine geringere Verzinsung etwa geliehenen Kapitals erzielen und somit kann sie den Strom billiger liefern. Ausserdem aber — und dieser Vorteil ist gewiss so wertvoll wie die erwähnten — ist es sicher wünschenswert, dass die Stadt die Tarifpolitik in der eigenen Hand behält. Hängt doch hiervon die Nutzbarmachung des Stroms im Interesse der Konsumenten und damit die Bedeutung des Werks für die Gesamtentwicklung einer Stadt, besonders einer kleinen Stadt vor allem ab. Eine Privatgesellschaft will naturgemäss ihren eigenen Vorteil, welcher sicherlich bis zu einer gewissen Grenze parallel mit denjenigen des Konsumenten geht. Die Stadt aber hat nur darauf zu sehen, dass sie nicht einzelnen, nämlich den

Konsumenten, auf Kosten der Allgemeinheit der Steuerzahler Sondervorteile durch zu billigen Strom gewährt; im übrigen aber wird sie — nach meiner unmassgeblichen Meinung — das Prinzip der Kostendeckung zu befolgen haben. Damit wird sie der Entwicklung des ganzen Gemeinwesens sicherlich in erster Linie dienen. Der indirekte Nutzen ist höher zu veranschlagen als der direkte. Wo die Verhältnisse ganz besonders günstig liegen, da kann man auch an Überschüsse denken. Bei engeren Verhältnissen erscheint selbst eine anfängliche Zubusse seitens der Stadt nur als ein Anlagekapital, das später reiche Früchte tragen muss.

Der Stromtarif.

Die Tarifgestaltung, welche der Erfüllung der erwähnten Forderungen im Einzelfall dient, gehört zu den bei der Inbetriebsetzung eines Werkes wichtigsten Einzelfragen. Zu hohe Preise verhindern die ausgedehnte Anwendung, zu niedrige ergeben Fehlbeträge im Haushalt, und ebenso ist ein Hin- und Herschwanken nicht geeignet, das Vertrauen in das Werk zu fördern. Es erscheint deshalb richtig, beim Beginn die Tarife mit einem Sicherheitsfaktor zunächst so anzusetzen, dass mit grosser Wahrscheinlichkeit die Einnahmen die direkten Ausgaben sowie eine mässige Kapitalverzinsung und Erneuerung decken. Wenn ein Werk überhaupt lebensfähig ist, so wird bei einem derartigen Tarif der veranschlagte Stromabsatz sehr bald eintreten und auch die Zunahme des Verbrauches und damit die Steigerung der Einkünfte wird nicht auf sich warten lassen; mit wachsender Inanspruchnahme des Werkes kann man die Preise dann allmählich heruntersetzen und gleichzeitig eine bessere Verzinsung und grössere Rücklagen für die Erneuerung erzielen.

Welchen Massstab für die Stromberechnung soll man nun wählen? Jeder Stromverbraucher wird natürlich den

Tarif am besten finden, der ihm unter seinen besonderen Verhältnissen den günstigsten Bezug sichert. Zu unterscheiden ist vor allem zwischen Licht und Kraftkonsumenten. An sich sind die Herstellungskosten des Stromes für beide dieselben, sodass eigentlich kein Grund für die übliche geringere Berechnung des Kraftstroms vorläge. Aber man zieht in Erwägung, dass das Werk am Tage meist nur wenig belastet ist, und daher eine Stromabgabe zu billigerem Preise so lange noch vorteilhaft ist, als ein kleiner Mehrbetrag über die Selbstkosten erzielt wird. Oft dürften auch sozialpolitische Rücksichten auf das Kleingewerbe massgebend sein, welches man durch die billigen Kraftpreise unterstützen will.

Ein Tarif wird den beiderseitigen Interessen von Konsumenten und Elektrizitätswerk dann am besten dienen, wenn er die Herstellungskosten des Stromes gerecht auf die Abnehmer verteilt. Dieser an sich zweifellos richtige Grundsatz hat leider nur den Nachteil, praktisch schwer durchführbar zu sein. Wie schon bemerkt, wird der weit-aus grösste Teil der Herstellungskosten durch die blossе Vorhaltung der Einrichtungen, Zentralen und Leitungen, sowie durch die Generalausgaben für Gehälter und Löhne verursacht. Dieser Teil ist fast unabhängig von der Höhe der Stromabnahme; nur einige Pfennige kostet der mit der Leistung wachsende Aufwand für Betriebsmaterialien, Kohle, Wasser und Öl. Dementsprechend wäre es das Richtigeste, vom Konsumenten einen festen Betrag im Jahre zu verlangen, welcher nach der Stärke seines Anschlusses in KW zu bemessen ist. Da in der Regel die Gesamtanschlussstärke weit grösser ist als die Leistungsfähigkeit der Zentralen, weil zu einer bestimmten Zeit nur ein Bruchteil aller Anschlüsse, etwa 25 bis 45 $\%$, gleichzeitig im Betriebe sich befindet, so hätte sich dieser feste Betrag ausserdem noch nach dieser Gesamtanschlussstärke zu richten. Angenommen z. B. eine Anlage verursachte jährlich 20 000 Mk. feste Kosten, 200 KW seien angeschlossen, so würde ein

Besitzer von 1 KW Anschluss $\frac{20\,000}{200} = 100$ Mk. als festen Jahresbetrag, also z. B. 5 Mk. pro Glühlampe zu zahlen haben. Daneben ist dann nur ein geringer Preis für die verbrauchte Kilowattstunde anzurechnen.

Im einzelnen kann und muss man dieses System näher ausbilden; vor allem erweist eine genauere auf Grund der erfahrungsmässigen Ausnutzungswerte der Anschlüsse aufgestellte Rechnung, dass der feste Betrag nicht unwesentlich kleiner sein muss, als sich aus obigen nur zur Veranschaulichung gewählten Zahlen ergibt. Dagegen muss die verbrauchte Kilowattstunde höher beziffert werden, als den reinen Betriebskosten entspricht. Aus den Erfahrungswerten lässt sich für jeden Einzelfall das richtige Verhältnis von fester Taxe zum Kilowattstundenpreise ermitteln. Ein weiteres Eingehen auf diese höchst wichtigen Verhältnisse würde hier zu weit führen.

Es ist leicht erkennbar, dass ein solcher Tarif vor allem diejenigen Konsumenten begünstigt, welche ihre Anschlüsse stark ausnützen; gerade diese sind aber auch für ein Elektrizitätswerk am meisten erwünscht, weil sie eine hohe Ausnutzung der Anlagen herbeiführen.

Der Vorzug des Tarifes liegt vor allem auch darin, dass die Konsumenten mit den festen Beträgen von Anfang an kalkulieren können und dass sie an der Ausdehnung der Anschlüsse selbst lebhaftes Interesse haben; denn man wird natürlich mit wachsender Anschlussziffer auch die festen Preise heruntersetzen. So werden die Konsumenten gewissermassen selbst zu Agenten des Elektrizitätswerkes. Sehr erfreulich ist ferner die grosse Einfachheit der Rechnungsaufstellung; man braucht nicht für jeden einzelnen Konsumenten eine umständliche Rechnung mit Rabatten aufzustellen, wofür viel Zeit und Arbeitskraft benötigt sind, die man gerade bei einem kleineren Werk viel vorteilhafter für andere Zwecke aufwendet, vor allem für die sorgfältigste Selbstkostenermittlung und Beaufsichtigung des Betriebes,

sowie für die Erwerbung von Neuanschlüssen. Viele Hilfskräfte kann man sich nicht leisten, oft wird man überhaupt die Oberleitung der gesamten maschinentechnischen Anlagen der Stadt in einer Person vereinigen. Mir persönlich will es auch als zweckmässig erscheinen, wenn man den Leiter des Elektrizitätswerks in irgend einer Form wirtschaftlich für die Entwicklung seines Werkes interessiert, für die Selbstkostenverminderung sowohl wie die Erhöhung der Einnahmen; nirgends ist bürokratischer Geist weniger am Platze wie in technischen Anlagen, wenn man eine frische, lebendige Entwicklung und gute Ergebnisse erzielen will. Der einzige Gesichtspunkt, der für private und gegen städtische Anlagen ausserordentlich ins Gewicht fällt, ist das grössere Interesse, welches die leitenden Personen an dem Gedeihen derselben zu nehmen pflegen, weil sie selbst Vorteil davon haben, aber es erscheint mir nicht ausgeschlossen, diese gute Eigenart und diese Triebkraft auf städtische Betriebe zu übertragen.

Am wenigsten erfreulich sind für ein Elektrizitätswerk die starken Anschlüsse mit absolut geringer Stromentnahme; sie erfordern die Vorhaltung eines beträchtlichen Teils der Zentrale, ohne viel einzubringen. Durch einen Tarif wie den oben genannten werden sie fern gehalten, was nur wünschenswert sein kann.

Die praktische Schwierigkeit des Tarifes in seiner einfachen Form macht sich erst bemerkbar bei den starken Anschlüssen mit zwar geringer relativer Ausnützung des einzelnen angeschlossenen Kilowatt, von denen aber doch jeder im Jahre ziemlich viel Kilowattstunden entnimmt und daher eine grosse Einnahme bringt. Auf diese wird man nicht wohl verzichten wollen. Hierher gehören vor allem Beleuchtungsanlagen wie z. B. Hotels mit sehr vielen Lampen, von denen aber durchschnittlich nur ein kleiner Teil brennt, vor allem z. B. in den Schlafzimmern. Aber auch diese Konsumenten lassen sich durch den Tarif zufrieden stellen, indem man für solche Lampen die festen Preise geringer

ansetzt; man kann das immer dann tun, wenn man weiss, dass nur ein kleiner Teil davon gleichzeitig eingeschaltet ist. Ferner wird mit der Stärke des Anschlusses der Einheitspreis abnehmen können.

Am schwierigsten erscheint die Anwendung des Kilowatt-Tarifes, wie ich ihn im Gegensatz zum reinen Kilowattstunden tarife nennen möchte, bei den kleinen Anschlüssen für Privatbeleuchtung, wo immer ziemlich viel Lampen vorhanden sind, deren durchschnittliche jährliche Brenndauer aber meist unter 150—200 Stunden bleibt. Man will eben in allen Zimmern elektrische Beleuchtung zur Verfügung haben. Für diese Fälle kann man sich nun am besten so helfen, dass man umschaltbare Stromkreise einrichtet, von denen immer nur eine bestimmte Zahl gleichzeitig brennen kann; dafür ist dann aber auch nur der feste Betrag zu entrichten. Im übrigen ist es ganz wünschenswert, dass eine zu üppige Vergrösserung des einzelnen Anschlusses ohne genügende Ausnutzung vermieden wird, solche Anschlüsse sind für das Elektrizitätswerk nur eine Last. Ausser der Umschaltbarkeit kann man eine Anlage auch mit einem Apparat versehen, welcher die Stromentnahme nur bis zu einer vorher festgelegten Grenze gestattet und bei Überschreitung derselben überhaupt abschaltet. Dann ist auch der feste Betrag natürlich nur für diesen Höchstverbrauch in KW zu berechnen. Solche Apparate kommen neuerdings in den Handel.

Bei geschickter Handhabung wird sich der geschilderte Tarif allen Einzelfällen recht gut anpassen lassen und dem Prinzip der gerechten Kostenverteilung, soweit sich das praktisch überhaupt erreichen lässt, entsprechen. Dieser Vorzug lässt sich nur noch dem englischen Tarif von Wright nachsagen, welcher in England oft zur Anwendung gekommen ist. Dieser Tarif setzt die Aufstellung eines Höchstverbrauchsmessers bei jedem Konsumenten ausser dem Zähler voraus, verteuert also die Nebenkosten nicht unwesentlich. Der Messer zeigt z. B. an, dass der Konsument

während einer gewissen Zeit im Maximum 90 % seines Anschlusses gleichzeitig gebraucht hat. Dann wird ihm ein Teil seiner Kilowattstunden zu dem Einheitspreise berechnet, welcher für diesen gleichzeitigen Höchstverbrauch angesetzt ist, z. B. zu 60 Pf. die Stunde. Der Rest der verbrauchten Leistung wird zu einem geringeren Preise, z. B. 20 Pf. die Stunde angerechnet. (Oberhausen). Im Prinzip ist dieser Tarif wohl sachlich angemessen, aber der besondere Apparat erschwert und verteuert die Anwendung; ausserdem bietet er nur dann dem Konsumenten Vorteile, wenn die zum Höchstpreis berechnete Stundenzahl klein bemessen wird (in Oberhausen 360 Stunden). Andernfalls kommt ein niedrigerer Preis überhaupt nicht zur Anwendung, wenn der Verbrauch die genannte Stundenzahl nicht überschreitet.

Am meisten angewendet wird bisher das Rabattsystem auf Grundlage der verbrauchten absoluten Strommenge oder der pro KW Anschluss verbrauchten Strommenge, ersteres ist Geldrabatt, letzteres Brennstundenrabatt. Den Prinzipien der Gerechtigkeit entspricht der letztere eben so gut wie der von uns zuerst erwähnte Tarif mit festem Preis pro KW Anschluss; er hat nur den Nachteil, eine langwierige Berechnung zu benötigen und zweitens nicht so gut geeignet zu sein, einer Ausbreitung der Anschlüsse die Wege zu ebnen. Meist sind die gewährten Rabatte auch zu klein, um die grosse Menge der Konsumenten zu einem stärkeren Verbrauch zu reizen. Sehr häufig haben diese überhaupt gar keine Möglichkeit eine so hohe Brennstundenziffer zu erreichen, weil sie das Licht nur kurze Zeit benötigen.

Erwähnenswert ist schliesslich noch der Doppeltarif, wie er z. B. in Köln benutzt wird; für Tagesstunden und Nachtstunden gilt ein billiger Strompreis, für die Hauptbelastungszeit am Abend ein teurer; vor allem kommt dieser Unterschied natürlich den Motorenbetrieben zugute, während die Beleuchtungsanlagen nur sehr wenig Vorteil davon haben, weil sie eben naturgemäss fast ausschliesslich abends benötigt werden. Aber richtig erscheint es, den Tagesstrom

für alle Arten von Betrieben gleich teuer oder billig abzugeben, besonders in einer Wechselstromanlage, wo unter allen Umständen ununterbrochen Maschinen im Gange sein müssen, weil man keine Aufspeicherungs-batterien anwenden kann.

M. H. Ich bin am Schlusse angelangt; worauf ich nochmals hinweisen möchte, das ist das Erfordernis, zu individualisieren, die örtlichen Verhältnisse bei der Beurteilung und Beschlussfassung über den Einzelfall so eingehend wie möglich zu berücksichtigen. Jede Schematisierung ist vom Übel, wenn es sich um die Befriedigung ganz verschiedenartiger Bedürfnisse handelt, mag diese Schematisierung die Grösse der Anlage, das System oder den Tarif betreffen. Den Anforderungen der Praxis wird nur dadurch gedient, dass man die technischen Mittel den Aufgaben von Fall zu Fall richtig anpasst und vor allem die Bedürfnisse des Konsums ins Auge fasst. Befolgt man aber diese Grundsätze, überträgt man nicht einfach die Erfahrungen der Grossstädte auf kleinere Verhältnisse, wie es leider häufig geschehen ist, dann können auch viele kleine Städte an den Errungenschaften der Elektrotechnik teilnehmen; die Entwicklung des Beleuchtungswesens, die Lieferung von Kraft für ortsfeste Motoren wird in regeren Fluss kommen, und schliesslich wird auch das Moment, welches am meisten geeignet ist, reges Leben zu befördern, das Verkehrswesen um ein wichtiges Hilfsmittel bereichert werden.



Literarische Anzeigen
der
Verlagsbuchhandlung.

Polytechnische Buchhandlung A. SEYDEL

in **Berlin W.**, Mohrenstrasse 9
und **Filiale in Charlottenburg**, Berlinerstrasse 146.

Die nachgenannten in meinem Verlage erschienenen Werke seien hiermit gefälliger weiterer Beachtung bestens empfohlen:

Gesichtspunkte für Einrichtung und Betrieb elektrischer Licht- und Kraftanlagen.

Von F. Tischendörfer, Beratender Ingenieur, Berlin NW. 78 S. in 8^o. 1903. Preis geh. M. 1,25, gebd. M. 1,60

Mangelhafte Einrichtungen

in maschinellen Anlagen für elektrische Licht- und Kraftanlagen.

Vortrag, gehalten 1902 von Ingenieur P. Hosemann. 10 S. in gr. Lex. 8^o m. 20 Abbild. Preis geh. —,25

Die Berechnung elektrischer Kraftverteilungsnetze für Gleich- und Wechselstromsysteme.

Eine einfache Methode für den praktischen Gebrauch von Herm. Cahen, Ingenieur. 43 S. in 8^o. 1895. geh. M. 1,50

Konstruktion elektrischer Bogenlampen.

Ein Handbuch für Fachleute. Von E. Bohnenstengel. 132 S. gr. in 8^o. Mit 225 Textfig. 1893. Ermäßigter Preis geh. M. 1,—

Anweisung zur Behandlung

der Dynamomaschine und des Gleichstrom-Elektromotors.

Von Dipl.-Ing. Prof. J. Fr. Weyde in Kaschau. 56 S. in kl. 8^o. 1900. gebd. M. 1,—

Zum Thema des Rechtsschutzes

der

elektrischen Stromkreise und Betriebsstellen.

Mit Gesetzentwurf. Von Dr. W. Reuling, Kaiserl. Justizrat. 26 S. in gr. 8^o. 1900. geh. M. 1,—

Die elektrische Zündung in Steinbrüchen.

Von W. Denker, comm. Gewerbe-Inspektor in Gummersbach. (Sonder-Abdruck aus dem Gewerblich-Technischen Ratgeber, II. Jahrg. Heft XIII—XVII.) 44 S. Lex. 8^o mit 17 Abb. im Text. 1903. geh. M. 1,25

Polyschemische Hochspannung A. BEYER

in Berlin W., Unter den Eichen 9
und 11 in Charlottenburg, Unter den Eichen 11A

Das Buch ist in einem eleganten Einband
gebunden und kostet nur 1,50 Mark

Geometrie für Ingenieure und Architekten

von Dr. H. Reitzsch

1. Band, 1887, 120 Seiten, 1,50 Mark
2. Band, 1887, 120 Seiten, 1,50 Mark

Mathematische Grundlagen

von Dr. H. Reitzsch
1. Band, 1887, 120 Seiten, 1,50 Mark
2. Band, 1887, 120 Seiten, 1,50 Mark

Die Berechnung

von Dr. H. Reitzsch

Buchdruckerei Roitzsch, G. m. b. H., Roitzsch.

Die Buchdruckerei Roitzsch, G. m. b. H., Roitzsch,
verlegt die obigen Bücher zu folgenden Preisen:

Mathematische Grundlagen

1. Band, 1887, 120 Seiten, 1,50 Mark
2. Band, 1887, 120 Seiten, 1,50 Mark

Die Berechnung

von Dr. H. Reitzsch
1. Band, 1887, 120 Seiten, 1,50 Mark
2. Band, 1887, 120 Seiten, 1,50 Mark

Mathematische Grundlagen

von Dr. H. Reitzsch
1. Band, 1887, 120 Seiten, 1,50 Mark
2. Band, 1887, 120 Seiten, 1,50 Mark

Die Berechnung

von Dr. H. Reitzsch
1. Band, 1887, 120 Seiten, 1,50 Mark
2. Band, 1887, 120 Seiten, 1,50 Mark

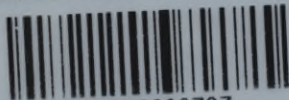
WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II
L. inw. 32275

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

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299737