

Technik und Wirtschaft der Gemeinde- und Staatsbetriebe

Beilage zur „Gewerkschaft“
Organ des Verbandes der Gemeinde- und Staatsarbeiter

2. Jahrgang

Berlin, den 1. Februar 1926

Nummer 2

Ueber wichtige Fortschritte im Wasserkraftantrieb.

Von Ing. Friedrich Lohauß, Chemnitz.

In den Nachkriegsjahren sind trotz erheblicher hindernder Schwierigkeiten bedeutungsvolle Verbesserungen auf fast allen Gebieten der Technik erzielt worden, im besonderen in der Elektrotechnik. Obgleich die Gestaltung unserer Wirtschaftslage noch bei weitem keine günstige Beurteilung zuläßt, ist die Tatsache zu verzeichnen, daß der Konsum an elektrischer Energie ständig im Wachsen begriffen ist. Die dadurch verursachte fallende Tendenz der Stromtarife ist letzten Endes auf Erfindungen und Neukonstruktionen zurückzuführen, welche eine rationellere Ausnutzung der Antriebskräfte ermöglichen. Viel ist u. a. an der Vervollkommnung der Antriebe der Stromerzeuger gearbeitet worden, mit dem Ergebnis beachtenswerter Leistungen. Die folgenden Ausführungen machen mit einigen einschneidenden Neuerungen im Wasserkraftantrieb für Stromerzeuger bekannt.

Vor ungefähr sechs Jahren erhielt Kaplan die Patentrechte auf eine Wasserturbinenart, welche im Grundprinzip von den bis dahin für Generatorantrieb verwendete Turbinen (Francis-, Freistrah-, Propellerturbinen) nicht wesentlich abweicht, aber eine erheblich günstigere Ausbeutung der verfügbaren Energien gestattet. Es bedurfte jahrelanger intensiver Konstrukteurarbeiten, um die von Kaplan angeregten Ideen zu verwirklichen. Einige Spezialfirmen, denen die Lizenzrechte übertragen waren, haben eine Turbinenform herausgebracht, die den gehegten Erwartungen ganz entspricht und geeignet ist, im Verein mit den übrigen Turbinensystemen auch bei allen praktisch vorkommenden Teilbelastungen einen wirtschaftlicheren Betrieb als vordem zu erreichen. Zweijährige Erfahrungen haben die Brauchbarkeit der Maschinen im Großbetrieb erwiesen. Kaplanturbinen wurden gebaut bzw. sind im Bau von den im Zentralbetrieb kleinstverwendeten Leistungen bis zu je 3500 PS.

Als ein grundlegender Vorzug der neuen Turbinenart ist die, anderen gegenüber erreichbare, viel höhere Umdrehungszahl anzusehen, welche — gleiche Nennleistung und gleiches Gefälle vorausgesetzt — z. B. bei vertikaler Anordnung maximal 2,5mal höher liegt als bei einer Francis turbine. Dieser Umstand trägt dazu bei, der Stromerzeugung durch Wasserkraft weitere Wege zu erschließen. Schnelllaufende Antriebsmaschinen lassen kleinere Generatormodelle zu; das gesamte Aggregat fällt kleiner, leichter und somit billiger aus; der Raumbedarf, wegen der derzeitigen hohen Baukosten noch mehr als früher ins Gewicht fallend, wird entsprechend geringer.

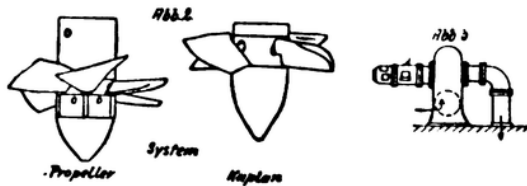
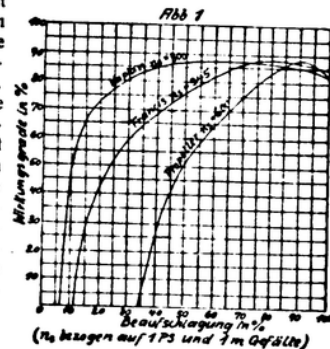
Weitere ausschlaggebende Vorteile bestehen in höheren Wirkungsgraden bei Teilbelastungen. Hierbei sei daran erinnert, daß der höchste Wirkungsgrad der meisten Wasserturbinen nicht bei ihrer Nennleistung liegt, sondern bei etwa 80 Proz. derselben. Im Vergleich mit einer Francis turbine haben sich folgende Mittelwerte gezeigt:

Wirkungsgrad in Prozent								
bei einer Last von Proz. . .	100	90	80	60	50	30	20	10
System Francis	85	87	88	86	84	76,5	67,7	48
System Kaplan	83	86	87	87,5	86,8	82	75,5	62,5

Einen ähnlichen Vergleich gibt Abb. 1, die auch eine Propellerturbine berücksichtigt; der Beaufschlagung verhältnismäßig ist die Wassermenge. Oftmals ist bei kleineren Erzeuger-

anlagen (i. M. 100 PS. angenommen) mit schwankenden Wassermengen zu rechnen; die Kaplan turbine arbeitet dann ganz wesentlich wirtschaftlicher.

Die Regulierung, an welche bei Wasserkraftmaschinen besondere Anforderungen gestellt sind, gestaltet sich verhältnismäßig einfach und ist ebenfalls den anderen Bauarten überlegen, wie die nachstehenden Erläuterungen erkennen lassen. — Die Kaplan-Turbine besteht wie die Francis-Turbine aus einem mit verstellbaren Schaufeln versehenen, feststehenden Leitrad und dem rotierenden Lauf rad. Die Druckenergie des entströmenden Wassers wird infolge Ablenkung der Wasserstrahlen durch die Leit schaufeln in Geschwindigkeitsenergie umgewandelt, welche an dem Lauf rad das Drehmoment hervorruft. Das Kaplan-Lauf rad ist nun mit vertikal sitzenden Propellerflügeln ausgerüstet, deren Anzahl je nach der Leistung 2 bis 6 beträgt. Die sogenannten Propellerturbinen besitzen ebenfalls diese Lauf radflügel, jedoch derart angeordnet, daß sie sich gegenseitig überdecken und hierdurch den zwischen ihnen befindlichen Wasserstrahlen einen geschlossenen Durchweg



schaffen. Im Gegensatz hierzu überdecken sich die Propeller des in dem Hals des Saugrohres rotierenden Kaplan-Laufrades nicht vollständig (Abb. 2). Infolge dieser patentierten Konstruktionseigenart werden die Wassermengen nach der im Leitrad erfolgten Ablenkung in den nicht überdeckten Zwischenräumen zwischen den Lauf radpropellern um einen rechten Winkel umgelenkt, somit eine bessere Ausnutzung der wirksamen Kräfte ermöglichend. Der Austritt des Wassers erfolgt axial, also wie bei der Propeller- und Francis-Turbine parallel zur Welle.

Um bei allen im Betriebe sich ergebenden Wassermengen und verschiedenen auftretenden Stufen des Gefälles einen besten Wirkungsgrad zu erzielen, werden die Kaplan-Turbinen mit verstellbaren Lauf radflügeln ausgerüstet und diese den Anforderungen entsprechend eingestellt. Das Problem der veränderlichen Propellerstellungen hat den Konstrukteuren Schwierigkeiten bereitet. Als erfreulich kann es betrachtet werden, daß

es u. a. einer deutschen Firma (Maschinenfabrik Voith) vergönnt war, die erste brauchbare Maschine dieser Art auf den Markt zu bringen. Außer bei uns wurde die Kaplan-Turbine bisher hauptsächlich in Schweden gebaut und betrieben. Erwähnt sei auch, daß man sich in Amerika noch nicht dazu aufgeschwungen hat, bewegliche Laufradschaufeln anzuwenden, und zwar angeblich aus Gründen eines einfacheren und somit sicheren Betriebes. Wie eingangs gesagt, laufen in Deutschland solche Turbinen seit mindestens zwei Jahren, und zwar bei dauernder Beanspruchung, ohne zu den geringsten Störungen geführt zu haben.

Die zweifache Regelung, also Leitschaufel- und Laufradpropellerstellung, wird derart bewerkstelligt, daß beide Änderungen zwangsläufig miteinander geschehen. Zu jeder notwendigen Leitschaufelstellung gehört eine bestimmte Einstellung der Propellerflügel, wodurch der günstige Wirkungsgrad bei den jeweiligen Mengen- und Gefälleverhältnissen erlangt wird. Das ausführende Regelorgan ist nichts anderes als der bekannte Oeldruckregler normaler Konstruktion, der auf beide Einstellvorrichtungen in entsprechend sinnigem Weise einwirkt. Seitens der deutschen Firmen wird die Veränderung der Propeller mittels Stangenantriebes herbeigeführt, der durch die hohle Welle geleitet, an die drehbar angeordneten Kurbelzapfen der Flügel angreift. Zur Verbindung des Gestänges mit dem Regler dienen in der Welle sitzende Längsspalten, Keile und ein Kugeldrucklager. Von dieser Konstruktion abweichend ist man neuerdings sogar dazu übergegangen, bei größeren Einheiten das gesamte Regelorgan in der Nabe des Laufrades unterzubringen, ebenfalls mit gutem Erfolge. Bei kleineren Turbinen ist dies natürlich wegen des beschränkten Raumes in der Nabe nicht ausführbar. In mittleren und großen Anlagen kann das Laufrad durch zweckmäßig liegende Montageöffnungen so zugänglich gemacht werden, wie dies für Revisionen und dergl. erforderlich ist. Große Flügelräder werden aus Einzelteilen zusammengesetzt, einen leichten Transport und eine bequeme Montage gewährleistet. Interessant ist auch, daß zwecks Ausnutzung eines Gefälles von 17 m bei entsprechend sehr geringen Wassermengen die horizontale Konstruktion gewählt werden mußte, und zwar für eine Leistung von 320 PS. bei 1000 Touren je Minute (Fa. Storek, Brünn-Oest.) Die K-Turbinen können demnach in allen gebräuchlichen Bauarten, wie es die örtlichen und hydraulischen Umstände erheischen, zur Ausführung gelangen. Ist nun die K-Turbine geeignet, die anderen Systeme zu verdrängen, oder wo ist ihre Aufstellung am Platze?

Für die Auswahl der Antriebsmaschinen ist die wirtschaftliche Gestaltung des Betriebes, d. i. der Ausbeutungsgrad der Wasserenergien sowie die Höhe des zu verzinsenden Anlagekapitals maßgebend. Unter Berücksichtigung beider Faktoren hat die Festlegung der Art der Turbinen zu erfolgen.

Der Anschaffungspreis für die gesamte Anlage wird sich in manchen Fällen durch Verwendung einer K-Turbine niedriger stellen als bei anderen Systemen, da infolge größerer Tourenzahl listenmäßige bzw. serienweise hergestellte Generatoren in Frage kommen können. Bei sonst gleichen Verhältnissen stellt sich eine K-Turbine jedoch i. M. um etwa 40 bis 25 Proz. (je nach der Leistung) teurer bei Ausführung mit einstellbaren Laufradpropellern als eine solche oder eine normale Propellerturbine mit festen Flügeln. Diesem Umstande ist also Rechnung zu tragen bei Aufstellung von Rentabilitätsrechnungen. Es ist zweckmäßig für jeden Einzelfall eines Neubaus oder einer Erweiterung eines Betriebes vorher zu entscheiden, unter genauer Feststellung der gegebenen Verhältnisse, wie Wassermengen, Gefälle, Dauer der verfügbaren Teilenergien, Konsumgestaltung u. a., ob der durch eine doppelte Regulierung bedingte Mehrpreis mit in Kauf genommen werden kann. Für sehr wechselnde Wassermengen und Gefälle wird die K-Turbine meist das Gegebene sein.

Maschinen ohne Laufradstellung werden vorteilhafter gebraucht, wenn es sich um Einschließung von Wasserkraften gleichbleibenden Wasserstandes bzw. Gefälles handelt, wo es also belanglos ist, ob der Wirkungsgrad bei Teillasten rascher sinkt. Häufig liegen die Verhältnisse so, daß höhere Wasserstände nur zeitweise auftreten und die Wirtschaftlichkeit durch Aufstellung mehrerer Aggregate gesteigert wird. Dann empfiehlt es sich, für die ständigen Normalbelastungen Turbinen zu wählen mit einfacher Regulierung und hohem Wirkungsgrad bei Vollast bzw. Grundlast und für die weiteren Beanspruchungen (Wasser-

mengen) eine oder mehrere Turbinen mit hohem Wirkungsgrad bei Teilbeaufschlagungen, nötigenfalls unter Anwendung der Laufpropeller-Verstellung, arbeiten zu lassen. Faßt man alle diese Gesichtspunkte ins Auge, so wird es nicht schwer sein, für jeden Fall das richtige Urteil zu fällen und man kann zusammenschließend sagen, daß die K-Turbine, ob als Ergänzung vorhandener Anlagen oder als allein herrschend, einen guten Schritt vorwärts für unsere Wirtschaft bedeutet. Im Anschluß seien einige Daten über dem Verfasser bekannte, von der Maschinenfabrik Voith, Heidenheim, gebaute Anlagen angeführt:

	Stück	PS je	$\frac{n}{\text{Min.}}$	$\frac{m^3}{\text{sec}}$	Gefälle m. sec
Dr. Gertner's Argentinwerke, Auerhahn er. i. Sa. Stadt Straßenbahnen u. Werke Um a. D., Anlage Donaustetten	2	98	500	2	4,8
Stadtschultheißnamt Nürtingen, Wtbg.	2	1855	214	22,1	8
Papierfabrik Steyermühl, Siebenbrunn, Oesterr.	1	270	187	8	3,14
Leykam Josefstal A.-G. für Papier- u. Druckindustrie, Gratwein bei Wien	2	1100	250	16,5	6,25
	1	3500	167	39	8,5

Die Turbinenfabrik Storek, Brünn (Oesterreich) baute u. a. zwei horizontale K-Turbinen von je 130 PS Nennleistung, $n = 220$, Gefälle 2,7 m, für das Elektrizitätswerk in Komein; die Generatoren werden durch Riemen getrieben, konnten also hochtourig gewählt werden und beeinflussten daher den Anlagenpreis günstig.

Nicht allein für den eigentlichen Zentralbetrieb, sondern auch für kleine, private Erzeugeranlagen sind in letzter Zeit langenschnitte Neukonstruktionen geschaffen worden. Auf zwei bemerkenswerte Kleinaggregate soll daher hingewiesen werden.

Vergegenwärtigt man sich, daß es nicht nur in fremden Ländern, sondern auch bei uns kleine Ortschaften, Siedlungen u. dgl. gibt, für welche, weil zu weit von Städten mit Elektrizitätswerken oder von den Ausläufern der Ueberlandversorgung entfernt gelegen, es ausgeschlossen ist, die Kosten der Anschlußleitungen und Transformatorstationen auch nur teilweise zu übernehmen, so wird der Ruf nach wirtschaftlich arbeitenden Kleinstenergeuren verständlich sein. Derartige Punkte sind in gebirgigen Gegenden zu suchen, wo die Baukosten hoch sind und es an kleinen, aber hinreichend Energie bietenden Wasserläufen nicht mangelt. Für diese Art Stromverbraucher fehlte es bis vor kurzem noch immer an wirklich geeigneten Kleinturbinen, die den vorliegenden Umständen in jeder Weise angepaßt sind. Irgendwelche Anforderungen an besondere Kenntnisse, an eine regelmäßige Wartung geschweige denn Regulierung mußten ausgeschaltet werden. Dazu kam als fast noch wichtiger die Bedingung eines niedrigen Preises, was eine äußerst einfache und leichte Konstruktion bedeutete.

Die Maschinenfabrik Fßlingen hat eine Kleinturbine in Verbindung mit einer Gleichstrom-Dynamomaschine ausgebildet (Patent Reindl), welche den gegebenen Voraussetzungen gerecht wird, und baut dieses Aggregat in Serien vorläufig für Nennleistungen von 0,75 bis 3 KW (Abb. 3). Auf einer gemeinsamen, horizontalen Welle sind Turbinenlaufrad und Dynamoanker befestigt, beide durch eine Wasserstoffbuchse getrennt. Ein mit einem zweckmäßigen Sockel versehenes Gehäuse, in welches das Zufußrohr mündet, umgibt in üblicher Weise das mit Propellerflügeln besetzte Laufrad. Das gekrümmte Saugrohr ist auf der einen Seite des Turbinengehäuses angeflanscht, während ein gegenseitiger Flansch für das Dynamogehäuse, zwei Kugellager enthaltend, bestimmt ist. Durch diese einfache, gedängte Ausführung wird ein schnelles Anwechseln des Laufrades möglich gemacht; auch wird die Maschine fix und fertig zusammengebaut versandt und an Ort und Stelle montiert. Falls notwendig, kann das Propellerrad von jeder Hand rasch gegen ein anderes ausgetauscht und so das Aggregat für verschiedene Gefälle brauchbar gemacht werden, zu welchem Zweck lediglich das Saugrohr abzumontieren ist, da zwischen Polrflanschen und Rad sich keine Lagerung befindet. Für kleinste und mittlere Gefällestufen wird die Turbine, wie erläutert, als Spiral-Propellerturbine gebaut. Handelt es sich um Gefälle von 20 m und höher, so kommt das Freistrahlsystem zur Anwendung; das Saugrohr entfällt, die Wassermengen strömen frei an der unteren, offenen Gehäusesseite aus. Eine

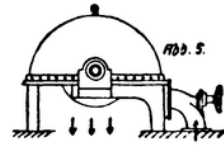
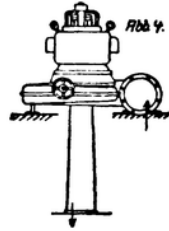
Reguliervorrichtung, die die Anlage viel zu sehr verteuern würde, erübrigt sich und ist nur ein Schieber im Zuflußrohr erforderlich. Der Wasserverbrauch ist dementsprechend bei allen Belastungen der gleiche, bei Leerlauf steigt die Tourenzahl um 100 Proz. des Nennwertes. Dieser Charakteristik zufolge ist die kleine Gleichstrommaschine so ausgebildet, daß die Spannung zwischen Leerlauf und Vollast praktisch konstant bleibt (System Prof. Petersen); also auch für den elektrischen Teil kommt keine Regulierung in Frage. Die Klemmenspannung wird mittels Widerstandes auf den gewünschten Wert festgelegt. Bei spezieller Ausführung mit einer Ueberkompounding steigt die Spannung mit der Belastung automatisch.

Irgendwelche Störungen durch Laubgang, Feuchtigkeit oder Verschmutzung sind ausgeschaltet, indem das Spiralgehäuse keine Leitschaufeln enthält und die Dynamo nur durch perforierte Klappdeckel unterbrochene Kapselung sowie Feuchtigkeitsschutzisolation besitzt. Ein einfacher, nur die nötigsten Apparate und Instrumente aufnehmender Schaltkasten vervollständigt diese anspruchlose und ihren Zweck erfüllende Klein-Erzeugeranlage, welche ebensogut auch vom Verbraucher entfernt aufgestellt werden kann, wenn die dann erforderliche Freileitung nicht zu lang ausfällt, d. h. die Rentabilität nicht in Frage stellt.

Turbinen mit Dynamos zu einem Ganzen verbunden für Kleinbedarf werden auch, soweit dem Verfasser bekannt, in verbesserter Form und ähnlicher Bauweise von der Maschinenfabrik Voith serienweise hergestellt, und zwar in den verschiedensten Größen.

Für Gefälle bis etwa 20 m kommt wieder eine Spiralturbine zur Anwendung mit liegender oder stehender Welle (Abb. 4). Bei letzterer Ausführung ist das horizontal liegende Gehäuse mit Befestigungsteilen versehen, das konische Saug-

rohr führt gerade nach unten, die Dynamo ist oben angeflanscht. Der Wasserbau ist äußerst einfach gehalten. Auch für diese Bauart ist ein mit gleichbleibender Spannung arbeitender Stromerzeuger Voraussetzung. Ein besonderer Vorzug besteht in der möglichen Anpassung an die jeweiligen Betriebsbedingungen



mit Hilfe einer Handregulierung, die jedoch andererseits eine gewisse Anforderung an den Besitzer stellt. Eine Freistrahlturbine (Abb. 5) derselben Firma wird durch eine Regulierdüse an die dem Energiebedarf entsprechende Wassermenge angepaßt, so daß ein lästiges Auswechseln der Düsen vermieden wird. Dieses Modell ist für höhere Gefälle und geringe Wassermengen bestimmt, wo der Wasserverbrauch sehr ins Gewicht fällt und bezügliche Sparsamkeit geboten ist. Da die Freistrahlturbinen nur für niedrige Drehzahlen berechnet sind, so wird die Dynamo hierbei nicht direkt gekuppelt; das freie Wellenende nimmt dann eine Riemenscheibe auf.

Die beleuchteten Neukonstruktionen sind dazu geeignet, dem nach größter Leistung bei kleinstem Aufwand gerichteten Ziel in allen Zweigen unserer Wirtschaft näherzutreten.

Elektrizitätswirtschaft und Elektrizitätspolitik.

Professor Dr. Gasser-Waterthür hat am 20. Dezember 1925 auf einer Elektrizitätskonferenz über: „Die schweizerische Elektrizitätswirtschaft und Elektrizitätspolitik“ einen Vortrag gehalten, der namentlich in „Der öffentliche Dienst“, dem Organ unseres schweizerischen Bruderverbandes, abgedruckt wird. Wir geben daraus folgenden Auszug wieder, da aus dem Vortrag Nutzen für Deutschland getroffen werden können. D. Red.

Auf jeden Einwohner ergibt die jährliche Elektrizitätserzeugung in der Schweiz 650 kWh. Das in den Elektrizitätswerken und Verteilungsnetzen installierte Kapital wird auf 1,2 Milliarden Franken geschätzt. — Diese Zahlen wollen wir etwas anschaulicher zu gestalten versuchen, indem wir feststellen, wie viele Tonnen Kohle mit der erzeugten elektrischen Energie gespart werden können. Diese Umrechnung ist jedoch nicht so einfach, wie man auf den ersten Blick meinen könnte. Wohl besteht die einfache Beziehung, daß 1 kg gute Kohle 7500 bis 8000 Kalorien Wärme liefert, also imstande ist, 100 l Wasser um 80 Grad zu erwärmen, und daß eine Kilowattstunde elektrische Energie 864 Kalorien Wärme erzeugt, also zirka neunmal weniger Wert besitzt als 1 kg Kohle. Aber bei der praktischen Verwendung kommt es nicht bloß auf diese theoretischen Werte an, sondern ebenso sehr auf den Wirkungsgrad. Bei den meisten Heizungen wird die Kohle nur zu 50 bis 60 Proz. ihres Heizwertes ausgenützt, während die elektrische Heizung immer nahezu 100 Proz. wirkt. Auch bei der Verwendung der Kohle zur Leuchtgasfabrikation haben wir ähnliche Verhältnisse. Wesentlich anders liegen sie jedoch bei den kalorischen Motoren, also den Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Benzin- und Oelmotoren. Da beträgt der Wirkungsgrad nur etwa 10 bis 30 Proz., je nach Art der Maschine, während die elektrischen Antriebsmotoren 85 bis 90 Proz. der elektrischen Energie auszunützen gestatten. Beim elektrischen Licht und den elektrotechnischen Prozessen ist das Umrechnungsverhältnis noch schwieriger zu ermitteln. Es ist also nicht zu verwundern, wenn in diesem Punkt Zahlen angegeben werden, die etwas voneinander abweichen.

Nach den zuverlässigsten Schätzungen sind die Ersparnisse rund 800.000 bis 1.000.000 t Kohle. Da der gesamte Bedarf der Schweiz an Kohle sich heute auf 2.500.000 t beläuft, so ist das Verhältnis ungefähr so, daß drei Viertel unseres Energiebedarfs momentan noch durch Kohle und das letzte Viertel durch Elektrizität gedeckt wird. National-wirtschaftlich gedacht bedeutet der Wegfall dieses letzten Viertels eine Ersparnis von zirka 50 Millionen Franken, etwa die Hälfte unserer Militärausgaben in der Schweiz.

Schätzungsweise beträgt die mögliche Energieproduktion in der Schweiz zirka 200 Milliarden Kilowattstunden, also etwa viermal so viel, als heute schon erzeugt werden können oder, mit den vorigen Angaben verglichen, etwas mehr als nötig wäre, unseren heutigen Energiebedarf völlig zu decken. Die Zahl der ausnützbareren Pferdestärken wird auf 8 Millionen geschätzt, was ebenfalls genügen würde, um allen Ansprüchen gerecht zu werden. Angesichts dieser Sachlage ist es begreiflich, daß in den weitesten Kreisen unseres Volkes die Meinung besteht, es müsse Aufgabe unserer Volkswirtschaft sein, auf den vollständigen Ausbau dieser uns von der Natur zur Verfügung gestellten Wasserkräfte hinzuwirken, einmal, um uns vom Ausland unabhängiger zu machen, und zum zweiten, um unseren Nachkommen ein Erbe zu hinterlassen, das ihnen den Kampf ums Dasein wesentlich erleichtern wird.

Hierzu mag erwähnt werden, daß aus begrifflichen Gründen die bisherigen Elektrizitätswerke zu denjenigen Wasserwerkanlagen gehören, die mit relativ geringen Kosten zu erstellen waren. Hatten doch die Ingenieure, die sie bauten, noch die freie Wahl der günstigsten Position. Die zukünftigen Anlagen werden vielfach nicht mehr so günstige natürliche Verhältnisse bieten, sie erfordern umfangreichere Kunstbauten und werden deshalb teurer zu stehen kommen. Die Strompreise hängen aber in hohem Maße von den Anlagekosten des Werkes ab, so daß erhöhte Anlagekosten automatisch höhere Strompreise bedingen. Damit berühren wir aber den eigentlichen Kernpunkt der Elektrizitätspolitik.

Bekanntlich wird die elektrische Energie in Kilowattstunden verkauft. 1 kWh ist eine Energiemenge, die in einem 10 l Wasser von Zimmertemperatur zum Kochen zu bringen oder, in mechanischem Maß ausgedrückt, vier Personen von je 70 kg Gewicht auf den Rigi hinaufzubefördern. Der Preis für 1 kWh ist nun außerordentlich verschieden. Er variiert zwischen 1 Rappen bis auf 60 Rappen. Das sind Unterschiede so großer Art, daß man direkt an einen Qualitätsunterschied der zu so verschiedenen Preisen verkauften Energie denkt. Der Laie wird in dieser Auffassung noch dadurch bestärkt, daß man von Lichtstrom, Kraftstrom, von Tag- und Nachtstrom, von Kochstrom und Heizungsstrom, von Spitzenkraft und Abfallkraft, von Hochtaff, Niedertaff usw. spricht.

Physikalisch gesprochen gibt es natürlich nur eine Sorte elektrischer Energie; höchstens bestehen Unterschiede in bezug auf die Spannung und in bezug auf Gleichstrom oder Wechsel-

12
rad
der
alle
ein,
zu-
ang
nten
uß
der
ort:
te
ec
4,8
8
3,14
6,25
8,5
n. a.
=
die
also
An-
tern
Zeit
wei
len.
den
bede-
mit
and-
sten
nur
fflich
rtige
Bau-
nergie
som-
lich
en in
an
weige
als
was
Verd-
edht
nn-
ein-
omnt.
in
das
nght,
ne,
ein-
eln
fix
telle
der
ge-
zu
da
det,
wie
um
om
gn
Eine

Betriebserfahrungen der Fernwarmwasserheizungs- und Lüftungsanlagen im neuen Rathaus zu Dresden.

Im „Gesundheits-Ingenieur“ Nr. 43 berichtet Herr Oberwerkmeister Bernsdorf-Dresden über die Fernwarmwasserheizungs- und Lüftungsanlagen des Dresdener neuen Rathauses. Nachdem sich diese Anlagen in fünfzehnjähriger Betriebszeit bewährt haben, sei in folgendem ein Ueberblick über die in dieser Zeit gewonnenen Betriebserfahrungen gegeben. Zwecks besserer Uebersicht erscheint es angebracht, einen kurzen Abriss über den Umfang des Baues sowie der technischen Anlagen zu geben. Das in den Jahren 1905 bis 1910 erbaute Rathaus nimmt einen Flächenraum von 14 000 qm ein. Der gesamte stündliche Wärmebedarf der über 700 zu beheizenden Räume mit einem Inhalt von 176 000 cbm beträgt rund 2 800 000 Wärmeinheiten (WE.), je Kubikmeter also rund 16 WE. Als

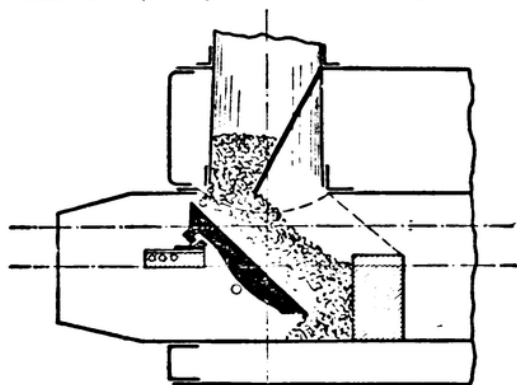


Abb. 1. Flammrohrkessel mit Füllschacht und Verengungsplatte.

Wärmeerzeuger dienen 10 Flammrohr-Heizröhrenkessel von je 41 qm Heizfläche. Untergebracht sind 1070 Stück Radiatoren mit zusammen 5700 qm Heizfläche sowie 400 qm Luftröhrenkessel und Radiatoren zur Lufterwärmung für Säle usw.

Zur Verbrennung gelangt Dresdener Gaskoks. Der Brennstoffverbrauch, der in den ersten Betriebsjahren 22 000 bis 24 000 hl betrug, sank in den folgenden Jahren infolge größerer Trockenheit des Gebäudes sowie durch wirtschaftlicheren Betrieb auf 18 000 bis 20 000 hl herab. Hierbei hat sich der Einbau



Abb. 2.

Zimmer Nr.
Heizkörper Nr.
Dresden, am 1911
Unterschrift

von Verengungsplatten in die Füllschächte der Heizkessel (Abb. 1) außerordentlich gut bewährt.

Besonders aber hat folgende Maßnahme zur Verbesserung geführt: Zuerst mußte wegen einer Anzahl ungenügend beheizter

Vorlauf-
temperatur

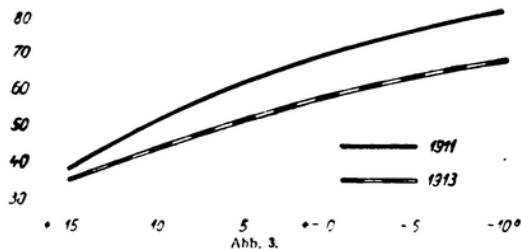


Abb. 3.

Räume die Vorlauftemperatur übermäßig hochgehalten werden. Nachdem die Heizflächen dieser Zimmer entsprechend vergrößert wurden, konnte ein Zurücknehmen der Vorlauftemperatur stattfinden. Gleichzeitig wurden die Zimmerinassen verpflichtet,

die Stellung eines jeden Heizkörpergriffs sowie die Zimmertemperatur in einem ihnen zugestellten Vordruck (Abb. 2) einzutragen. Dieses Vorgehen ermöglichte, nachdem hierauf in einer weiteren Anzahl von Zimmern die Heizflächen vergrößert wurden, eine durchaus feine Abstimmung der ganzen Anlage. So wurde es möglich, die Vorlauftemperatur bis zur gegenwärtigen Arbeitskurve (Abb. 3) herabzusetzen. Die Verbrauchseinheit, welche in den ersten Betriebsjahren die Höhe von 8,5 hl für 1° C. Wärmenunterschied erreichte, fiel infolge vorgenannter Maßnahmen nach Verlauf der ersten drei Betriebsjahre auf 5,8 hl. (Abb. 4.)

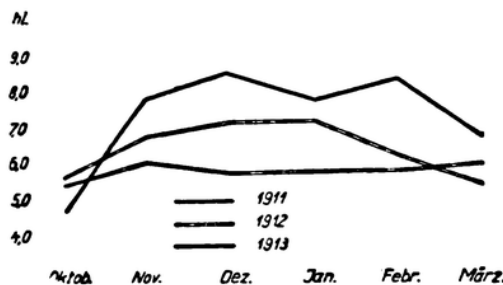


Abb. 4.

Hinsichtlich der generellen Regelung der Heizungsanlage haben sich die von de Grahl in seinem Buch „Wirtschaftlichkeit der Zentralheizung“ niedergelegten wissenschaftlichen Beobachtungen als sehr beachtenswert erwiesen. De Grahl gibt an, daß die 9-Uhr-Abend-Außentemperatur diejenige Temperatur ist, welche das Tagesmittel des kommenden Tages darstellt. (Abb. 5.)

Eine vorhandene Tabelle (siehe die Zahlentafel „Dauerbetrieb“) ermöglicht eine einfache Handhabung und Einstellung des Heizbetriebes.

Dauerbetrieb.

Außentemperatur nach 9 Uhr abds.	Vorlauf-temp.	Zahl der Kessel	Koksverbrauch hl	Außentemperatur nach 9 Uhr abds.	Vorlauf-temp.	Zahl der Kessel	Koksverbrauch hl
+15	37	2	36	-1	59	6	153
+14	38	2	43	-2	61	6	161
+13	40	2	50	-3	62	6	168
+12	42	2	58	-4	63	6	175
+11	43	3	66	-5	64	7	182
+10	44	3	73	-6	65	7	190
+9	45	3	80	-7	66	7	197
+8	47	3	88	-8	67	7	204
+7	48	4	95	-9	68	8	211
+6	49	4	102	-10	69	8	218
+5	51	4	109	-11	71	8	225
+4	53	4	116	-12	72	8	233
+3	54	5	124	-13	73	9	240
+2	55	5	131	-14	74	9	247
+1	57	5	138	-15	75	9	254
0	58	5	146				

Die Regelung des Heizbetriebes geschieht in folgender Weise: Der diensthabende Heizer hat nach Feststellung der 9-Uhr-Außentemperatur die betreffende Vorlauftemperatur laut

Außentemp. Januar 1913
 — Mittlere Außentemp. nach 9 Uhr abds.
 — Mittlere Außentemp. nach Wetterwarte

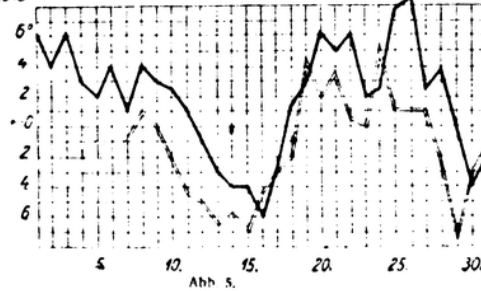


Abb. 5.

Zahlentafel einzustellen und 24 Stunden hindurch zu halten. (Abb. 6.)

Infolge des großen Aufspeicherungsvermögens des Gebäudes sind auftretende Wetterstürze von keinem Einfluß auf die Raumtemperaturen.

Als vorteilhaft hat es sich gezeigt, vom Oktober bis Anfang

C. 0°. (Abb. 7.) Zu bemerken ist, daß die Vorlauftemperatur ebenfalls dauernd registriert wird. (Abb. 6.)

Das Hochheizen besonderer Gruppen, wie Sitzungs- und Festisäle, kann durch einen oder mehrere von der Anlage abgetrennten Kessel (Abb. 8a) erfolgen. Hierzu dient eine besondere Pumpe.

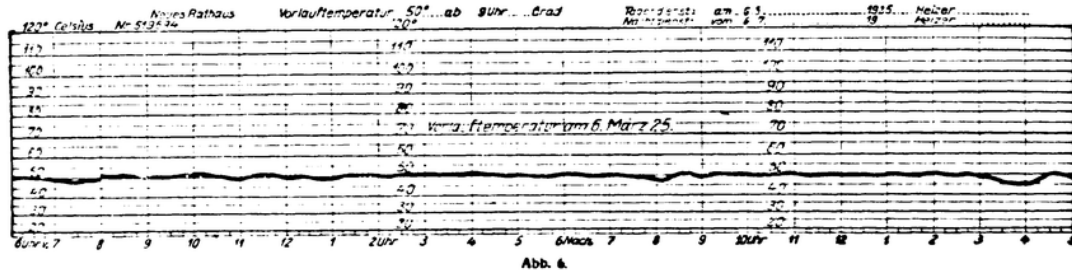


Abb. 6.

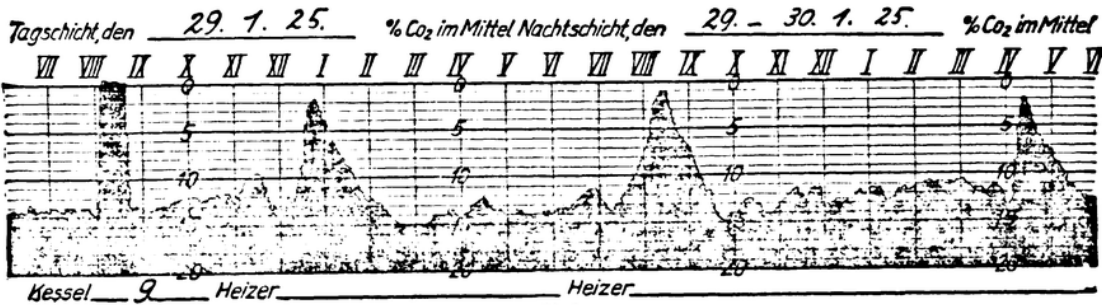


Abb. 7.

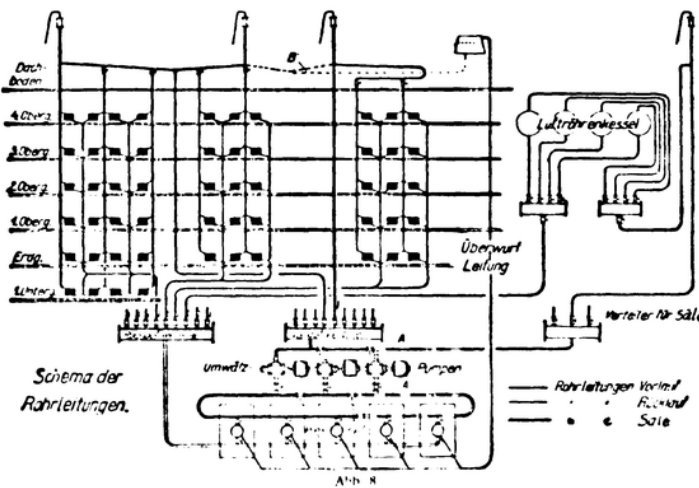


Abb. 8.

Jeder Kessel ist mit einer 50 mm l. D. betragenden Sicherheits- und Ueberlaufleitung versehen. Der Ueberwurfprozeß tritt bei 135° C. ein und vollzieht sich in vollständig ruhigster Weise.

Hinsichtlich der Entlüftung der Anlage ist folgendes zu berichten: Die Anlage, welche eine der ersten größten Pumpenheizungen mit oberer Verteilung darstellt, weist teilweise die Rohrverlegungen auf, wie sie für Schwerkraftheizungen angewandt werden, d. h. die Hauptverteilungsleitungen auf den Dachböden laufen mit Gefälle nach den Endsträngen zu. (Abb. 8.) Hierbei ergab sich aber, daß Luftansammlungen an den tiefsten Stellen, also am äußersten Strang, einsetzten und damit diese Stränge abschritten. Angebrachte Entlüftungsvorrichtungen verschiedenster Art hatten nur teilweise Erfolg. Von Hand aus betätigte Entlüftungshähne erforderten eine ständige Bedienung. Hierbei war das Entlüften mit erheblichem Wasserverlust verbunden. Es machte sich die Verlegung einer besonderen Luftleitung (Abb. 8B) zum Ausdehnungsgefäß nötig. Die hierdurch

April Dauerbetrieb anzuwenden. Der Dauerbetrieb ermöglicht: 1. Stets gleichmäßige Raumtemperaturen zu allen Zeiten. 2. Wegfall des unangenehmen Hochheizens und der hiermit im Zusammenhang stehenden starken Beanspruchung der Kessel und besonders der Roststäbe. 3. Herabsetzung der Schornsteinverluste auf ein Minimum.

Der durchschnittliche Wirkungsgrad der Kesselanlage beträgt 83 v. H. bei einer spezifischen Leistung der Heizflächen von 12 700 W.E. Sämtliche Kessel sind mit Schornsteinföhenentfeuerung ausgerüstet. (Abb. 1.) An Mänteln und Flammrohren hat es sich bisher noch keine Schäden gezeigt. Die Heizrohre erreichten eine durchschnittliche Lebensdauer von sieben Jahren. Dauernde, mittels der Kohlenstromapparate „Ados“ und „Unograph“ angeführte Messungen ergeben durchschnittlich 13 v. H.

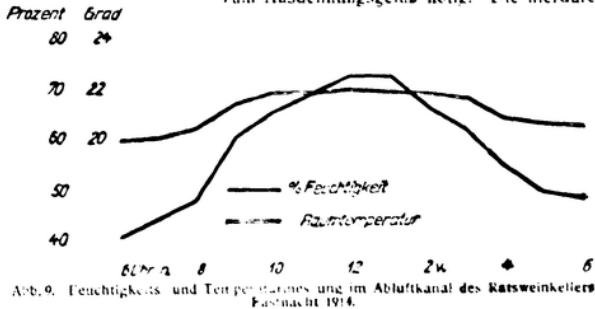


Abb. 9. Feuchtigkeit und Temperatur im Abluftkanal des Katsweikellers Faschnacht 1914.

20
en
nummer-
2) ein-
auf in
größert
Anlage.
gegen-
sachs-
8,5 hl
manter
5,8 hl.

märz.
anlage
ch a fl-
wissen-
ar die-
stenden

Dauer-
teilung

Maximaler Verbrauch	h
153	
161	
168	
175	
182	
190	
197	
204	
211	
218	
225	
233	
240	
247	
254	

genger
der
laut



aufretende Druckverschiebung innerhalb des Systems blieb ohne nachteiligen Einfluß auf die Zirkulation.

Über die Erfahrungen hinsichtlich der Rohrleitungen kann folgendes berichtet werden: Durchrostungen sind bis jetzt noch nicht aufgetreten, dagegen haben sich im Verlauf der letzten Jahre Verstopfungen mannigfachster Art gezeigt. Sie wurden hauptsächlich durch Rostschalengebilde hervorgerufen. Letztere lagern sich besonders an den Verbindungsstücken ab und verursachen dann vielfach bei schwächeren Leitungen ($\frac{3}{8}$ und $\frac{1}{2}$ " Verengungen).

Mit Strang- und Absperrschiebern sind durchweg, wie ja überall, nicht die besten Erfahrungen gemacht worden. Die Schieber bilden besonders geeignete Stellen für Ablagerungen und ein vollständig dichtes Schließen wird dann nicht mehr erreicht. Die von Schmidt konstruierten, widerstandslosen „Koswa“-Ventile, die auch als „Koswa“-Strangventile besonders ausgebildet worden sind, dürften einen nicht zu unterschätzenden Fortschritt auf diesem Gebiet bedeuten. — Eine vorhandene elektrische Widerstands-Fernthermometeranlage (System „Schulze“, Berlin) mit 49 Meßstellen ermöglicht weitestgehende Kontrolle der Temperaturen.

In folgendem wäre nur noch auf die Erfahrungen mit den vorhandenen Lüftungseinrichtungen einzugehen. Vier besondere Luftkammern mit sieben Ventilatoren mit einer Stundenleistung von zusammen 98 000 cbm vermögen den Sitzungs- und Festsälen sowie dem Ratsweinkeller die erforderliche Luft zuzuführen. Die Reinigung der Luft für Sitzungs- und Festsäle erfolgt durch Möllersche Stofffilter. Bisher war die Aufstellung von Luftfilter für die Lüftungsanlage des Ratsweinkellers infolge beschränkter Räume unmöglich. Ein von obiger Firma hergestellter „Phoenix-Metall-Umlauf-Filter“, dessen geringer Platzbedarf eine Aufstellung ohne weiteres gestattete, ist unlängst in Betrieb genommen worden. Die bisherigen Beobachtungen zeigten sehr befriedigende Ergebnisse. Die Vorwärmung der Luft erfolgt durch Luttröhrenkessel und Radiatoren.

Dem Ratsweinkeller werden stündlich 30 000 cbm ozonisierte Luft zugeführt. Dies entspricht einem fünffachen Luftwechsel. Die Luftzufuhr in die Räume des Ratsweinkellers erfolgt in weitestgehender Verteilung an etwa 35 Stellen, meist hinter Heizkörpern. Durch besonders feinschichtige Gitter wird eine außerordentlich gute Druckverteilung erzielt. Die Regelung der Lüftungsanlagen geschieht durch übersichtliche Schalttafeln in jeder Luftkammer, in denen sich außerdem Mikromanometer, elektrische, als auch von Hand betätigte Fernstellklappenanlagen sowie Fernthermometeranlagen befinden.

Für den Ratsweinkeller ist die Lüftungsanlage ein unbedingtes Erfordernis. Sie war infolge baulicher Veränderungen während der fünfzehnjährigen Betriebstätigkeit nur an fünf Tagen außer Betrieb. Es zeigte sich während dieser Unterbrechungen sofort, wie dringend die Lüftung benötigt wird, da die schlechten Lüftungsverhältnisse einen längeren Aufenthalt in den Lokalen unmöglich machte. An besonders starken Betriebstagen, an denen der Ratsweinkeller bisweilen von über 1000 Personen besucht wurde, ist festgestellt worden, daß der Feuchtigkeitsinhalt der Luft trotz fünffachen Luftwechsels innerhalb sechs Stunden von 42 auf 73 v. H. stieg. (Abb. 9.) Zu derartig starken Betriebsstunden wird noch ein vorhandener, 30 000 cbm leistender Abluftventilator in Tätigkeit gesetzt.

Ein so zahlreicher Besuch und der Umstand, daß am letzten Silvester über 1000 Abendessen verabreicht wurden, gibt Zeugnis davon, daß sich Dresdens Bürger im Ratsweinkeller wohlfühlen. Meist jedoch wohl unbewußt dessen, daß ihnen der Aufenthalt durch die vorzüglich arbeitende Ventilationsanlage zu einem angenehmen gemacht wird.

RUNDSCHAU

Städteheizung und Arbeiterhaushalt. Der moderne Mensch bezieht für seine Wohnung die Leuchtkraft von einer gemeinsamen Quelle, wie er auch das Wasser von einer Zentralanlage bekommt. Nur die Heizung bleibt noch dem einzelnen überlassen. Wir heizen, und neben uns und über uns und unter uns wird geheizt, und so geht es uns hin und her und tausendfach

In Amerika ist die technische Entwicklung auch auf diesem Gebiete vorangeschritten. Dort gibt es bereits 400 Städteheizungen größeren Umfangs. Aber auch Deutschland kennt eine ganze Anzahl derartiger Anlagen. In Hamburg wurde im Jahre 1921 ein Fernheizwerk errichtet. Es führte sich so schnell ein, daß die Zahl der Wärmeinheiten in der Stunde von 7 000 000 bis 1924 auf 18 000 000 gestiegen ist. Auch in Kiel, das sein Fernheizwerk 1922 erhielt, stieg die Zahl der benutzten Wärmeinheiten schnell, und zwar binnen kurzem um 50 Prozent. Ebenso gibt es in Dresden, Braunschweig, Bamern, Leipzig, Neustrelitz und Schwerin derartige Städteheizwerke, wenn auch hier überall nur öffentliche Gebäude von der Zentralstelle aus versorgt werden. — Das Problem ist im Prinzip gelöst, und darum geht auch die moderne Technik mit so großen Erwartungen an die weitere Ausgestaltung dieses Anfangs, daß sie bereits bei der Anlegung von Straßen eine Berücksichtigung dieser Entwicklung verlangt und die Einlegung von Tunneln fordert, mit den dazu gehörigen Einsteigeschächten. Auf diese Weise ist für diese Entwicklung, wie für andere Gebiete des technischen Fortschritts, Vorsorge getroffen, und das Aufreißen der Straßen mit seiner Kostspieligkeit und Hinderung des Verkehrs wird vermieden. Die Städteheizung bedeutet eine rationelle Ausnutzung der Kohle wie eine Verbilligung des elektrischen Stromes. Sie kann aber auch von großer sozialer Bedeutung werden, wenn diese moderne Heizart nicht, wie die Zentralheizung, auf die Häuser der Besitzenden beschränkt bleibt. Welche Last bedeutet die Heizung des einzelnen Haushalts heute für jeden von uns, abgesehen von der hygienischen Mangelhaftigkeit! Jährlich werden in Deutschland rund 25 Millionen Tonnen Kohle verfeuert, und diese Mengen werden zumeist von den Hausfrauen aus dem Keller hinaufgetragen in das erste, zweite, dritte, vierte, fünfte Stockwerk. Und dann wird der Aschenimer wieder heruntergebracht den gleichen beschwerlichen Weg. Die Kraftvergeudung trifft natürlich ganz besonders den Arbeiterhaushalt, der keine Hilfe bei der Hausarbeit hat, in dem die Mutter so oft neben dem Vater noch außerhalb arbeitet, und der damit ganz besonders möglichst große Erleichterungen nötig hat. Wenn wir hierzu die großen gesundheitlichen Vorteile einer Städteheizung in Betracht ziehen, das Vermeiden des Rauches und des Rußes, das Verschwinden der Aschenentleerung auf den engen Höfen der proletarischen Wohnviertel und anderes, dann erkennen wir die große soziale Bedeutung, die die Städteheizung haben wird. Es gilt darum, diese kommende Entwicklung im Auge zu behalten und sie auf die soziale Bahn zu lenken, auf der sie allein den großen Erwartungen gerecht werden kann.

Ausbau des Leipziger Gaswerks II. Der Gasverbrauch der Stadt Leipzig hat in den letzten Monaten durchschnittlich um 16 bis 18 Proz. zugenommen, so daß er gegenwärtig pro Kopf der Bevölkerung ungefähr 80 m³ beträgt. Von dem Wirken der am 1. Oktober 1925 ins Leben gerufenen „Verkehrszentrale Leipziger Installateure G. m. b. H.“ erwartet man eine weitere Zunahme des Gasverbrauchs, so daß das Ende der Leistungsfähigkeit der Leipziger Gaswerke in ungefähr zwei Jahren erreicht sein wird. Dazu kommt, daß im Frühjahr 1925 das kleine Gaswerk Sellaerhausen bereits aufgelassen wurde und daß beabsichtigt ist, noch in diesem Jahre das Gaswerk Lindenau, das nur 5 Proz. der Gaserzeugung deckt, stillzulegen. Es wird notwendig, eine Ofenbatterie für eine Tagesleistung von ungefähr 100 000 m³ im Gaswerk II zu erbauen. Das Gaswerk II ist aus dem Grunde für die Erweiterung gewählt, daß dort eine im Jahre 1914 erbaute Apparatenanlage für 100 000 m³ noch unbenutzt steht. Beabsichtigt ist ferner, die Kohlenentleerung und -förderung im Ofenhaus, welche gegenwärtig nur teilweise mit mechanischen Hilfsmitteln durchgeführt wird, vollkommen zu mechanisieren und eine Kohlen-Misch- und Mahlanlage neu aufzustellen. Die Kokstransporteinrichtungen werden ebenfalls teilweise umgeändert und erweitert, so daß künftig der Transport des Koks möglichst schonend vorgenommen werden kann. Ferner ist eine Erweiterung der Koksgasanlagen und der Ersatz einiger Apparate der alten Apparatenanlage vorgesehen. Weiter sind im Plan, Einrichtungen für die laufende Untersuchung der Kohlen zu schaffen. Der Gesamtkostenaufwand ist auf 4½ Millionen Mark veranschlagt.