

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 23 (1932)
Heft: 1

Rubrik: Communications ASE

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 25.12.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

baut (Fig. 18). Dieser Steckkontakt wird in der Regel für fünf verschiedene Netzspannungen ausgeführt. Ein Mittelstift wird an den Anfang der Wicklung gelegt; die um den Mittelstift im Kreis angeordneten 5 Stiften sind an die einzelnen Anzapfungen angeschlossen. Durch Drehen der Dose und Einschleiben bei der gewünschten Marke können der Reihe nach die vorhandenen Spannungen eingestellt werden. Dieser Stechkontakt stellt eine wertvolle Vervollständigung des kurzschlußsicheren Kleintransformators dar.

Schliesslich zeigt Fig. 19 einen Spielzeugtransformator, bei welchem der Sekundärkreis eine Anzahl kleine Steckerbüchsen besitzt, welche über

einen kleinen Regulierwiderstand oder über Anzapfungen am Transformator angeschlossen sind. An zwei Steckerbüchsen ist die volle Sekundärwicklung ohne Widerstand oder Anzapfschalter angeschlossen, um Apparate für konstante Spannung (z. B. Lampen, nicht regulierbare Motoren) zu betreiben. Die Oberspannungsseite ist wie bei den tragbaren Kleintransformatoren mit zweipoligem Stechkontakt ausgerüstet. Bei diesen Spielzeugtransformatoren ist auf einwandfreie Berührungssicherheit des Primärkreises besonderes Gewicht zu legen, damit diese Apparate ohne Bedenken Kindern in die Hand gegeben werden können.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Kohlenimport und elektrische Heizung.

621.364.3(494)

M. Hottinger nimmt in der Schweizerischen Technischen Zeitschrift vom 12. November 1931 Stellung zu einer Veröffentlichung über die schweizerische Brennstoffwirtschaft 1921/1930 in Nr. 7 der «Wirtschaftlichen und sozialstatistischen Mitteilungen», herausgegeben vom Eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartement; wir möchten diese Stellungnahme auch unseren Lesern auszugsweise zur Kenntnis bringen und damit einmal mehr darauf hinweisen, dass es ausgeschlossen ist, die Brennstoffe, welche in der Schweiz für Raumheizung gebraucht werden, allgemein durch aus unseren Wasserkraften gewonnene elektrische Energie zu ersetzen.

In der erwähnten Veröffentlichung wird festgestellt, dass die Brennstoffeinfuhr unsere Handelsbilanz jährlich um rund eine Viertelmilliarde Franken belastet, dass deshalb der rationellen Gestaltung des Brennstoffverbrauches vom Gesichtspunkt unserer Zahlungsbilanz aus grosse Bedeutung zukommt und beigefügt: «Der Ablösung des Kohlenbedarfes durch die Nutzbarmachung der Wasserkraften für den Kraft- und Wärmeverbrauch kommt daher volkswirtschaftlich höchste Bedeutung zu.» Darauf Bezug nehmend, geht M. Hottinger auf die Frage ein, ob es möglich wäre, durch umfassende Elektrifizierung der Raumheizung, welche der Hauptverbraucher der importierten Brennstoffe ist, eine beträchtliche Verminderung des Kohlenimportes herbeizuführen. Diese oft gestellte Frage ist durchaus berechtigt, muss aber leider dahin beantwortet werden, dass die allgemeine Einführung elektrischer Heizung von unsern hydraulischen Kraftwerken aus schon deswegen ein Ding der Unmöglichkeit ist, weil es sich im strengen Winter um viel grössere Wärmemengen handelt, als sie unsere Wasserkraftwerke jemals zu liefern imstande sind. Es ist zu bedenken, dass gerade im Winter, wenn der Wärmebedarf am grössten ist, die Wasserkraften am kleinsten sind. Die bestehenden elektrischen Heizungen betreffen denn auch durchwegs Sonderfälle. So wird eine grosse Zahl von Kirchen elektrisch geheizt, weil es sich hierbei zur Hauptsache um Nacht- und Sonntagsstrom handelt, den die Elektrizitätswerke, in Ermangelung anderweitiger Absatzmöglichkeit, billig abgeben. Ferner sei erinnert an die grosse Zahl kleiner elektrischer Steckeröfen, Strahler usw., die im Herbst und Frühjahr gute Dienste leisten und auch hier und da in den Fremdenzimmern einfacher ländlicher Gasthöfe angebracht werden; dann an die elektrische Beheizung der Strassenbahn- und eines Grossteils der Eisenbahnwagen, an die vereinzelt vorkommenden Speicheröfen und Speicher-Warmwasserheizungen usw. Alles das zusammen macht aber im Vergleich zu den Gesamtaufwendungen für Raumheizung vorläufig verschwindend wenig aus.

Für ein normales Jahr kann mit einer Einfuhr von $3,6 \cdot 10^6$ t Kohle gerechnet werden, wobei das eingeführte Brennholz als Kohlenäquivalent (= 600 000 t Kohle) inbegriffen ist, dagegen weder Gas- noch Heizöl. An Hand sorgfältiger Ueberlegungen schätzt der Autor, dass für den jährlichen schweizerischen Kohlenbedarf (einschliesslich dem in

Kohle umgerechneten Brennholz) für Raumheizzwecke zwei Millionen Tonnen benötigt werden, was 500 kg pro Kopf ergibt, eine Zahl, mit der auch im Ausland gerechnet wird. Der Verbrauch der Schweizerischen Bundesbahnen wird hier nicht berücksichtigt.

«Wollte man nun diese gesamte für unser Land erforderliche Heizwärme auf elektrischem Wege decken, so wären bei Berücksichtigung der entsprechenden Wirkungsgrade hierfür rund 12 Milliarden kWh erforderlich, die sich, entsprechend den Erfahrungen mit den Kohlenheizungen, etwa folgendermassen auf die einzelnen Monate verteilen würden:

Monat	Zahl der Heiztage	Prozent. Wärmebedarf %	Stromverbrauch pro	
			Monat 10 ⁶ kWh	Tag 10 ⁶ kWh
September	7	2	240	34,3
Oktober	25	7	840	33,6
November	30	14	1 680	56,0
Dezember	31	19	2 280	73,5
Januar	31	23	2 760	89,0
Februar	28	18	2 160	77,0
März	28	12	1 440	51,5
April	15	4	480	32,0
Mai	5	1	120	24,0
Total	200	100	12 000	

Der ungünstigste Monat, der Januar, würde also rund 2,76 Milliarden kWh ab Werk erfordern, was einem durchschnittlichen Tagesbedarf von $89 \cdot 10^6$ kWh entspricht. Nun ist aber nicht ausser acht zu lassen, dass der Wärmebedarf sich ungleich auf die einzelnen Tage verteilt und an besonders kalten Tagen bis zur doppelten Höhe des mittleren Bedarfes ansteigen kann. An einem besonders kalten Januartag wäre somit im Maximum mit einem Konsum von rund $180 \cdot 10^6$ kWh ab Werk zu rechnen, wobei sich diese Menge nicht einmal gleichmässig auf die 24 Stunden verteilt, so dass sich der maximale stündliche Bedarf vielleicht etwa auf $10 \cdot 10^6$ kWh belaufen würde.

Im Vergleich hierzu ist zu beachten, dass die voll ausgebauten schweizerischen Kraftwerke eine maximale Sommerleistung von etwa $8 \cdot 10^6$ PS (von denen zur Zeit etwa 2,5 Millionen ausgebaut sind) aufweisen werden, während die maximale Winterleistung, infolge der geringeren verfügbaren Wassermenge, auf etwa $3 \cdot 10^6$ PS sinken wird, das sind rund $2,2 \cdot 10^6$ kW ab Werk. Selbst wenn also die gesamte elektrische Energie unserer dereinst voll ausgebauten hydraulischen Kraftwerke für Heizzwecke zur Verfügung gestellt würde, so könnten an einem kalten Januartag doch nur ca. 22 % der schweizerischen Bevölkerung ihren Heizwärmebedarf damit decken. Daraus geht hervor, dass die Schweiz immer auf eine grosse Brennstoffeinfuhr (von wie berechnet rund 2 Millionen Tonnen Kohle) aus dem Auslande

angewiesen sein wird; es sei denn, dass es gelingt, an Stelle der festen und flüssigen Brennstoffe elektrischen Strom, der unmittelbar bei den Kohlenfeldern erzeugt wird, zu importieren. Im Kleinen ist hiervon schon Gebrauch gemacht worden, indem man durch dieselben Drähte, die im Sommer überschüssigen Strom ins Ausland ausführen, im Winter wieder Strom bezog. Es lässt sich allerdings heute noch nicht sagen, ob dieses Prinzip einmal wirtschaftlich ins Grosse übertragbar sein wird. Was wir vorerst tun können, ist nur die weitere Erstellung einzelner direkt oder indirekt elektrisch betriebener Heizanlagen, da wo die Verhältnisse günstig dafür liegen, sowie die Förderung der jetzt schon sehr verbreiteten elektrischen Küche und Warmwasserversorgung.

Interessant ist, dass in letzter Zeit in England eine grössere Zahl von Pumpen-Warmwasserheizungen mit elektrisch aufheizbaren Wärmespeichern von zum Teil recht grossen Abmessungen ausgeführt worden sind. Auf den ersten Blick ist es schwer verständlich, dass in einem Lande, wo die elektrische Energie fast ausschliesslich auf kalorischem Wege erzeugt wird, der Strom zu so niedrigen Preisen abgegeben werden kann, dass elektrisch betriebene Heizanlagen möglich sind. Für ein Elektrizitätswerk, das über grosse, der Spitzenbelastung entsprechende Kessel und Maschinen verfügt, ist es jedoch zweckmässig, mit möglichst gleichmässiger Belastung zu arbeiten, um die vorhandenen Maschinensätze bestmöglich auszunützen und dadurch den Betriebswirkungsgrad steigern zu können. Ausserdem hat aber auch der ausführende Architekt ein Interesse am Zustandekommen der elektrischen Heizung. Er braucht dann keine Rauchkamine, Kessel- und Kohlenräume vorzusehen, wodurch Ersparnisse an Geld und Raum erzielt werden. In London rechnet man pro m² Bodenfläche (nicht Bebauungsfläche) mit mindestens 125 Fr. Miete im Jahr. Allerdings beanspruchen andererseits die Wärmespeicher Platz; doch können sie leicht z. B. im dritten Kellergeschoss untergebracht werden, wo dem Raum kein grosser Wert mehr zukommt. Und schliesslich wissen auch die Bauherren die Vorteile der elektrischen Heizung wohl zu schätzen. Sie haben nicht nur Grund, die Platzersparnis und die hieraus resultierende Steigerung des Gebäude-Mietwertes zu begrüssen, sondern es kann ihnen im Interesse der Mieter auch ganz recht sein, wenn die Wärme dem Gebäude so still und unbemerkt über Nacht durch einige Drähte zufliesst, wodurch der geräuschvolle, staubige und schmutzige Betrieb mit den Lastautomobilen, die sonst die Kohle bringen und die Asche und Schlacke abführen, wegfällt. Zudem wird infolge der einfachen Bedienung und sichern, teilweise automatischen Regulierung mit einem Minimum an Personal ausgekommen.

Diese Gründe sprechen natürlich überall mit und so ist anzunehmen, dass die elektrische Heizung auch bei uns allmählich weitere Verbreitung finden und damit, wenn auch in bescheidenem Masse, mithelfen wird, die bedeutenden, alljährlich für Brennstoffe ins Ausland abfliessenden Geldbeträge zu vermindern. Insbesondere in den Uebergangszeiten, wenn der Heizwärmebedarf noch verhältnismässig

gering und andererseits die Wasserkräfte beträchtlich sind, liesse sich durch elektrische Heizung ein gewisser Erfolg erzielen. Natürlich sind dazu die Heizungen so einzurichten, dass bei zunehmender Kälte nach Bedarf zur Kohlenheizung übergegangen werden kann. Diese Kombination ist übrigens durchaus keine Neuheit; sie ist schon wiederholt ausgeführt worden, und es ist anzunehmen, dass sie auch den Elektrizitätswerken, die sonst aus begreiflichen Gründen der elektrischen Heizung recht ablehnend gegenüberstehen, dienlich ist.

Vom Eidg. Post- und Eisenbahndepartement erteilte Stromausfuhrbewilligung.

Der *Compagnie vaudoise des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe* in Lausanne wurde unterm 4. Dezember 1931 als Ersatz für die am 31. Dezember 1931 ablaufende Bewilligung Nr. 22, vom 1. März 1912, eine *vorübergehende* Bewilligung (V 45) erteilt, ihre Ausfuhr von maximal 147 kW elektrischer Energie an Herrn Elie Guyon, Hotelier in Les Fourgs (Frankreich), nach dem 31. Dezember 1931 fortzusetzen. Die vorübergehende Bewilligung V 45 ist gültig bis 31. Dezember 1932.

Aus den Geschäftsberichten bedeutender schweizerischer Elektrizitätswerke.

Motor Columbus A.-G., Baden, für das Geschäftsjahr 1930/31.

Im verflossenen Jahre ist das Aktienkapital unverändert geblieben, das Obligationenkapital jedoch um 15 Millionen erhöht worden.

Den mit 270 Millionen bewerteten Aktiven stehen an Passiven gegenüber:

	Mill. Fr.
Aktienkapital	93,5
Obligationenkapital	107,46
Reservefonds	24,35
Kreditoren (inkl. Pensionskasse)	32,73

Noch auszuzahlende Dividenden und Obligationenratzinsen 6,59
Vortrag auf neue Rechnung 5,40

Das Erträgnis der zu 196,4 Millionen bewerteten Effekten und das Erträgnis der übrigen Geschäfte betragen 17,4 Millionen.

Davon absorbierten:

	Mill. Fr.
die Generalunkosten ca.	1,71
die Obligationenzinsen	4,90
die Kosten der Obligationenemission	1,00
die Kosten des Umbaus des Verwaltungsgebäudes u.	0,155

Abschreibungen auf Wasserrechtskonzessionen . . . 0,155
Aus dem Reingewinn von 10,07 Millionen erhält das Aktienkapital eine Dividende von 5 %.

¹⁾ Bundesblatt 1931, Bd. II, No. 50, S. 818.

Bericht über die Diskussionsversammlung der «Elektrowirtschaft» über Fragen der Elektrizitätswerbung und -verwertung

am 15. und 16. Oktober 1931, im Grand-Hôtel Palace, Vevey.

(Fortsetzung von S. 653 des Jahrganges 1931.)

Die Elektrowärme in der Industrie ¹⁾.

621.364:621.7:621.181:659 (494)

Vortrag von W. Pfister, Direktor der

Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals A.-G., Solothurn.

Begünstigt durch die hohen Kohlenpreise während der Kriegsjahre und namentlich unter dem Drucke der Kohlenknappheit hat die Verwendung der elektrischen Energie zu thermischen und metallurgischen Zwecken in der Industrie und im Gewerbe eine stets zunehmende Verbreitung gefunden. Diese Verhältnisse haben vor allem die Konstruktion und die Ausbildung elektrischer Oefen für industrielle Anwendungsgebiete gefördert. Deren Entwicklung hat an-

gesichts der damit gemachten guten Erfahrungen angehalten; sie wurde ausserdem begünstigt durch die wegen der technischen Verbundwirtschaft aller grösseren Kraftwerke erzielte bessere Ausnützung, wodurch die Produktionsmengen bei fast gleichbleibenden Betriebsausgaben erhöht werden konnten. Auch das Entstehen grosser, leistungsfähiger Wasserkraftwerke begünstigte diese Entwicklung, so dass wir heute vor einer weiteren, d. h. der dritten Stufe in der Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft stehen, nämlich der Deckung eines Teiles des *Wärmebedarfs* in der Industrie und im Gewerbe.

Die Erfahrungen haben gezeigt, dass trotz der theoretisch ungünstigen Wirtschaftlichkeit der Elektrowärme ihre Vorteile so bedeutend sein können, dass sich zahlreiche Anwendungsgebiete ergeben, bei denen der Elektrowärme vor andern Beheizungsarten der Vorzug gegeben wird.

¹⁾ Von den in Vevey gezeigten rund 40 Lichtbildern ist hier eine Auswahl von 19 wiedergegeben.

Als Hauptanwendungsgebiete der Elektrowärme in Industrie und Gewerbe kommen in Betracht:

1. Die Dampferzeugung im Elektrokessel.

Ein willkommenes Mittel, jeden Ueberschuss an Wasserkraft zu erfassen, beträchtliche Kohlenersparnisse in der Industrie zu erzielen und damit die Verwertung der Abfallkraft zu heben, stellt der elektrische Dampfkessel, der sogenannte Elektrokessel, dar. Mit 1 kWh können wir im Elektrokessel rund 1,25 bis 1,30 kg Dampf bei 12 bis 15 at Ueberdruck erzeugen.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch einen Sulzer-Hochspannungselektrodendampfkessel für Anschluss an 10 000 V Drehstrom und 1000 bis 6000 kW Leistung. A ist die Kesselschale; B das Mannloch; C die Stopfbüchse; D die Regulierstange; E der Servomotor; F die Stromdurchführung; G das Schutzrohr; H die Elektrode; I das innere Verdampferrohr; L das äussere feste Verdampferrohr; M das Düsenrohr; N die Düse; O die Zirkulationspumpe; P die Verteilung; Q das Wasserstandsrohr.

Im übrigen ist der Elektrokessel mit den normalen Apparaturen, wie sie der Verein Schweizerischer Dampfkesselbesitzer verlangt, ausgerüstet. Die Stromdurchführung besteht aus einem Porzellanrohr von rund 40 mm äusserem Durchmesser bei 600 mm Länge, das durch eine Stopfbüchse gehalten wird. Durch das Porzellanrohr führt ein Bolzen, der bis zur Elektrode reicht; die Elektrode besteht aus Guss-eisen oder Flusseisen, kann aber auch aus Stahl hergestellt werden. Der Zuführungsstab von der Stromdurchführung bis

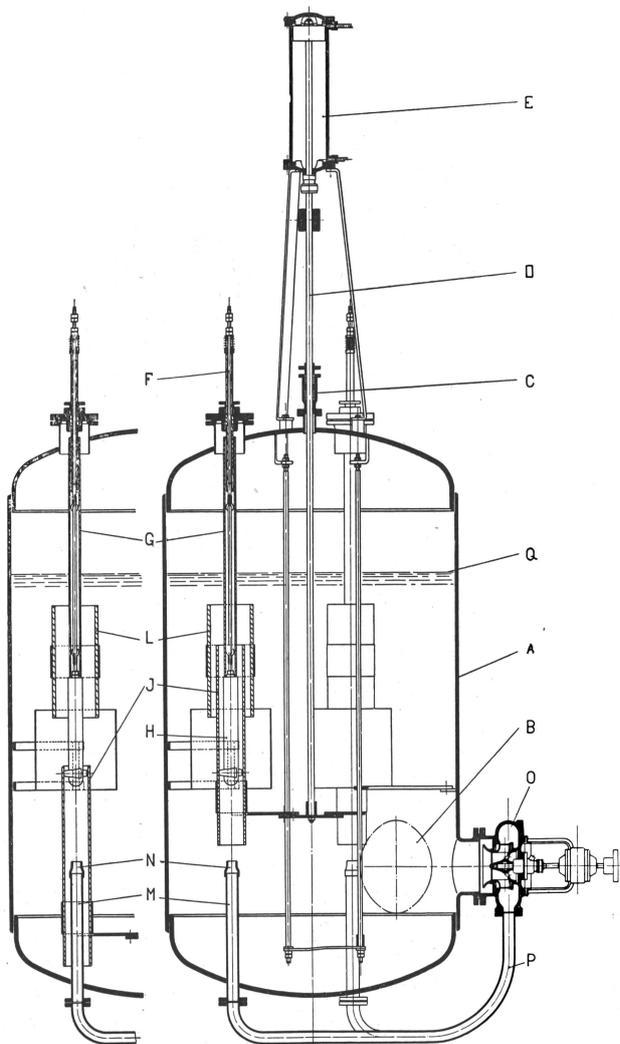


Fig. 1.
Schnitt durch einen Sulzer-Hochspannungselektrodendampfkessel.
Buchstabenerklärung im Text.

zur Elektrode ist mit einem Isolierrohr aus Porzellan oder Quarz umgeben.

Um die Leistung zu vergrössern, werden die Verdampferrohre hochgehoben; dadurch wird der Stromweg von der Elektrode bis Unterkante Verdampferrohr kleiner und der Widerstand geringer; also erhöht sich die Belastung.

Die drei Verdampferrohre sind durch ein mechanisches System miteinander verbunden, das an einer Regulierwelle befestigt ist; diese Welle führt durch den Kesseldeckel und eine Stopfbüchse nach aussen. Die Regulierwelle kann mit einem Servomotor verbunden werden, und es ist möglich, die Kessel mit automatischer Leistungsregulierung und automatischer Kesselspeise-Regulierung zu versehen. Dadurch wird die Bedienung solcher Kessel auf ein Mindestmass herabgesetzt, mit der Wirkung, dass der Betrieb und der Unterhalt solcher Anlagen wesentlich einfacher und damit auch billiger ist als bei der Dampferzeugung durch mit Kohle beheizte Dampfkessel. Die Kessel werden für eine Betriebsspannung bis 16 000 V Drehstrom gebaut. Ein Teil des Stromes fliesst direkt zwischen den drei Elektroden durch das Wasser (Dreieckschaltung), ein anderer Teil fliesst von den Elektroden durch den Nullpunkt, der durch Kesselwandung und spezielle Nullpunkt-Elektroden gebildet wird (Sternschaltung). In elektrischer Hinsicht kann der Drehstrom-Elektrokessel als in Dreieck und Stern parallel geschaltet betrachtet werden, mit geerdetem, durch Wasserwiderstände gebildeten Nullpunkt.

Die guten Erfahrungen, die man mit Elektrokesseln kleinerer Leistung machte, veranlassten die «Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals» (AEK) in Solothurn und die Cellulosefabrik Attisholz A.-G. bereits im Jahre 1923, der Frage der Aufstellung eines grösseren Elektrodendampfkessels zwecks Verwertung von Sommer-Abfallenergie näher zu treten. Nachdem die Bernischen Kraftwerke A.-G. in Bern der AEK die Lieferung von 4000 bis 5000 kW Sommer-Abfallenergie zu günstigen Bedingungen zugesichert hatten, wurde in Attisholz ein Elektrokessel (System Sulzer—BBC) für eine normale durchgehende Aufnahmefähigkeit von 5000 kW aufgestellt. Die Cellulosefabrik Attisholz war für die Aufstellung eines grösseren Elektrokessels besonders geeignet, weil sie in ihrem Fabrikationsbetrieb namentlich für die Cellulosekocher konstant, d. h. ununterbrochen Tag und Nacht, einschliesslich Samstags und Sonntags, grosse Dampfmen-gen benötigt, die normalerweise in Dampfkesseln mit Kohlenfeuerung erzeugt werden. Da die Haupttransformatorstation der AEK sich in nächster Nähe der Fabrikanlage befindet, konnte der Anschluss unter verhältnismässig günstigen Voraussetzungen erfolgen, wie sie anderwärts wohl nicht überall anzutreffen sein werden. Der im Jahre 1923 in Attis-

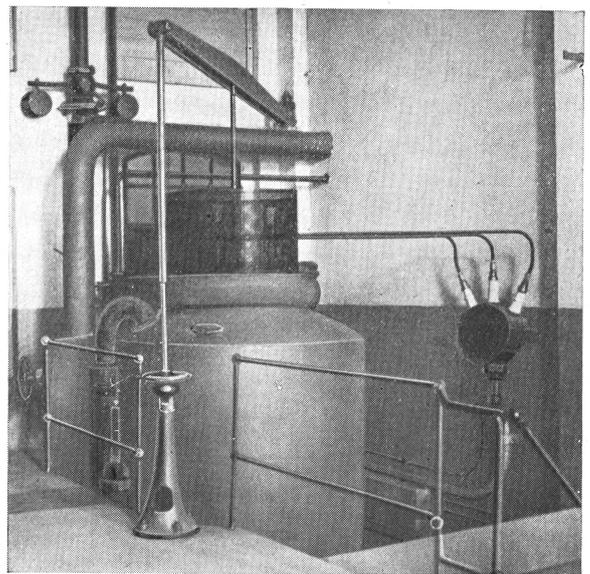


Fig. 2.
Der 1923 in Attisholz aufgestellte Sulzer-Hochspannungselektrodendampfkessel, 5000 kW.

holz aufgestellte Kessel arbeitet mit Drehstrom von 11 000 V. Die Dauerleistung beträgt 5000 kW. Der Kessel ist für einen Dampfdruck von 25 at gebaut, während der mittlere Dampfdruck rund 12 at beträgt. Der Elektrokessel beansprucht im Vergleich zu Kohlendampfkesseln gleicher Leistungsfähigkeit nur rund $\frac{1}{5}$ des Raumes, weil der Durchmesser nur 1,8 m, die Höhe nur 3 m beträgt. Die Dampfproduktion beläuft sich auf 5000 bis 6000 kg/h. Die äussere Gestaltung des Kessels, der damals die grösste von Sulzer gebaute Einheit darstellte, zeigt Fig. 2.

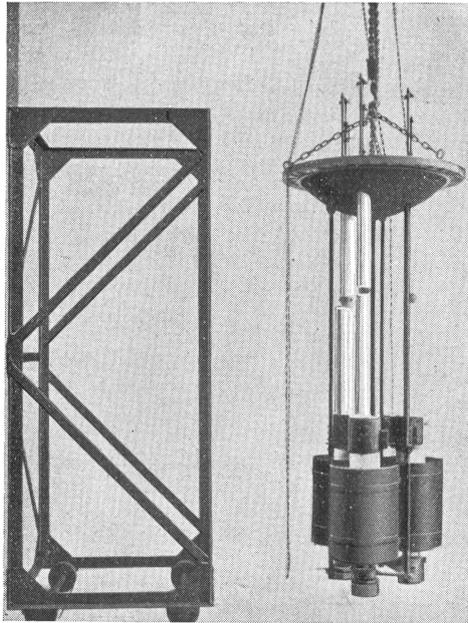


Fig. 3. Das Reserve-Elektrodensystem des in Fig. 2 gezeigten Elektrokessels; links der Transportwagen.

Der Kessel reicht für den normalen Dampftrieb der Cellulosefabrik Attisholz nicht aus; er arbeitet durchgehend dampfseitig mit Vollast im Parallelbetrieb mit der Kohlenkesselanlage. Die sehr einfach und solid ausgeführte Schaltanlage zum Elektrokessel befindet sich in einem Anbau im Kesselhaus; sie besteht aus einem Messfeld (Registrierwattmeter mit Zähler) und einem Schaltfeld (Oelschalter und Maximalrelais).

Damit die Auswechslung von abgenutzten Elektroden oder Verdampferrohren in einem Mindestmass an Zeit bewerkstelligt werden kann, wurde zu der Anlage ein vollständiges Reserve-Elektrodensystem (Fig. 3) geliefert, das in einem speziellen Transportwagen aufbewahrt wird und jederzeit zur Verfügung steht.

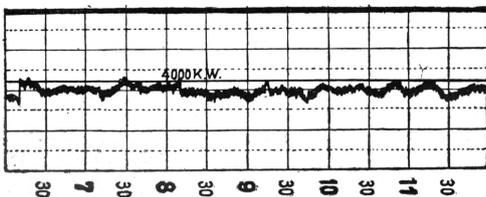


Fig. 4. Belastungsdiagramm vom 23. September 1923 des in Fig. 2 gezeigten Elektrokessels.

Die ganze Anlage kam anfangs Juni 1923 in Betrieb; sie hat seit dieser Zeit — von einigen Kinderkrankheiten abgesehen — ausgezeichnet gearbeitet; auch die Belastungsaufnahme des Kessels im Dauerbetrieb befriedigt durchaus; den Beweis erbringt der in Fig. 4 wiedergegebene Registrierstreifen, der zeigt, dass die Belastungsaufnahme ohne Schwankungen oder Belastungsstörungen vor sich geht.

Bezüglich der Wirtschaftlichkeit der gesamten Elektrokesselanlage sei bemerkt, dass der Kessel einschliesslich der Pumpenverluste mit einem Wirkungsgrad von 95 % arbeitet. Demgegenüber arbeiten die Kohlendampfkessel der Cellulosefabrik Attisholz mit einem mittleren Wirkungsgrad von rund 70 %, so dass sich zwischen Kohlen- und Strompreis folgende Verhältniszahl ergibt:

1 kWh entspricht rund 860 kcal, hievon werden nutzbar verwendet 95 % = 815 kcal.

Der Heizwert von 1 kg Kohle kann im Mittel zu 7000 kcal angenommen werden. Davon werden im vorliegenden Fall nutzbar gemacht 70 % = 4900 kcal; das Preisverhältnis zwischen Kohle und Strom beträgt demnach

$$\frac{4900}{815} = 6,0.$$

Mit andern Worten: 1 kg Kohle entspricht im praktischen Dampftrieb der Cellulosefabrik Attisholz 6,0 kWh.

Die definitive Verhältniszahl wurde nach der Inbetriebnahme der Anlage vom Verein Schweiz. Dampfkesselbesitzer durch Vornahme von Dampfversuchen sowohl beim Elektrokessel, als auch bei den Kohlendampfkesseln bestimmt; das Ergebnis wich vom errechneten Wert nur wenig ab.

Selbstverständlich kann diese Verhältniszahl und der sich daraus ergebende Strompreis nicht verallgemeinert werden; vielmehr muss man sie für jeden Betrieb gesondert bestimmen. Bei Dampfkesselanlagen ohne Vorwärmer und ohne Oekonomiser und bei nicht durchgehendem oder stark schwankendem Betrieb kann das in Rede stehende Aequivalenzverhältnis zugunsten der Strompreise von 6 bis auf

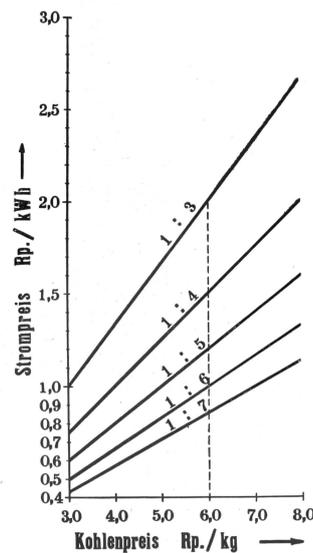


Fig. 5. Aequivalentes Preisverhältnis zwischen Kohlen- und Stromkosten für verschiedene Verdampfungen.

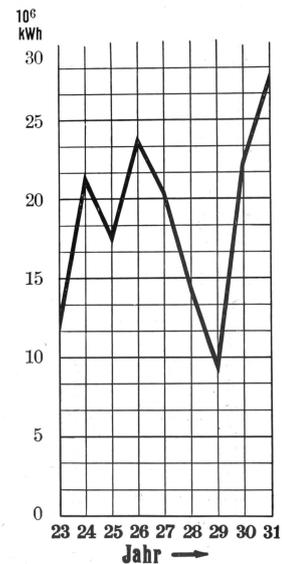


Fig. 6. Abfallkraft-Verwertung in der Elektrodampfanlage Attisholz während der Jahre 1923—1931.

3,5 heruntergehen. Im Falle Attisholz wird der Strompreis jeden Monat auf Grund der jeweiligen Kohlenpreise, franko abgeladen Kesselhaus, bestimmt. Ferner wird der Heizwert der Kohlen periodisch durch die Materialprüfanstalt der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich festgestellt, da Veränderungen gegenüber dem Durchschnitt von 7000 kcal bei der Strompreisbestimmung zu berücksichtigen sind. In Fig. 5 ist der Strompreis in Abhängigkeit vom Kohlenpreis und für verschiedene Verdampfungen, d. h. für verschiedene Aequivalenzverhältnisse, aufgezeichnet. Die Strompreise, die die AEK in diesem Fall erhält, sind sehr niedrig, doch muss man dabei berücksichtigen, dass es sich um reine Abfall- oder Restkraftlieferung handelt, die je nach den Verhältnissen oder den vorhandenen Energie-Disponibilitäten jederzeit verringert oder auch ganz aufgehoben werden kann. Eine Verpflichtung zur Stromlieferung besteht für das Werk also nicht. Die Lieferung erfolgt in der Regel ausschliesslich

während der Sommermonate, manchmal nur nachts und manchmal nur von Samstag Mittag bis Montag früh. Ein hoher Preis ist für diese Verbrauchergruppe nicht zu erzielen. Das Werk liefert nur, was ihm frei zur Verfügung steht; der Abonnent aber garantiert für alle ihm zur Verfügung gestellte Energie bis zu 5000 kW eine durchgehende vollständige Ausnützung.

Ende 1930 wurde mit Rücksicht auf die guten bis dahin gemachten Erfahrungen in Attisholz ein zweiter Elektrokessel von 6000 kW Leistung aufgestellt, so dass heute in Attisholz eine Abfallkraftverwertungsanlage von 11 000 kW Leistung besteht. Der zweite Kessel arbeitet vollautomatisch. Die jährliche Energieabgabe an diese Anlage seit der Inbetriebsetzung ist aus Fig. 6 ersichtlich.

Dass es sich um Abfallenergie handelt, kommt noch stärker zum Ausdruck, wenn wir die Abgabe in kWh im Verlauf eines Jahres täglich auftragen. Aus Fig. 7 und 8

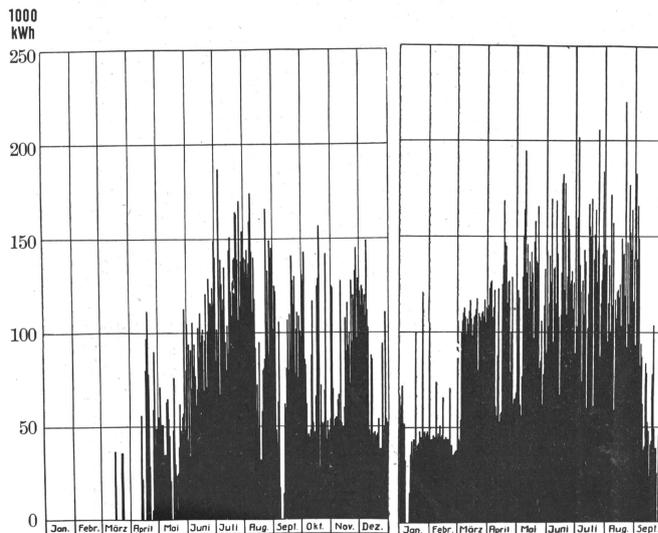


Fig. 7. Tägliche Energieabgabe an die Elektrodampfesselanlage Attisholz (11 000 kW) pro 1930
Fig. 8. Tägliche Energieabgabe an die Elektrodampfesselanlage Attisholz (11 000 kW) pro 1931 (bis 30. Sept.)

ist die tägliche Energieabgabe an die Anlage während der Jahre 1930 und 1931 (bis zum 30. September) ersichtlich.

Die Abgabe betrug:

im Jahre	kWh	Spitzenleistung kW
1923	12 126 000	4985
1924	21 159 497	5690
1925	17 486 000	5510
1926	23 648 000	5400
1927	20 275 000	5470
1928	14 253 000	5335
1929	9 350 012	5250
1930	22 302 000	10545 zweiter Kessel
1931 bis 30. Sept.	27 594 630	10085

Insgesamt seit

Inbetriebsetzung 168 194 139

was einer Ersparnis von rund $29 \cdot 10^6$ kg Kohlen oder bei Annahme eines mittleren Kohlenpreises von 5 Rp./kg einem Betrag von rund 1,4 Millionen Fr. entspricht, der damit unserer heimischen Volkswirtschaft erhalten werden konnte.

Die Verluste, die durch die In- und Ausserbetriebsetzung der Elektrokesselanlage entstehen, spielen praktisch keine Rolle, weil die Kessel vom kalten Speisewasser aus innerhalb 25 bis 30 Minuten auf 12 at Druck gebracht werden können.

Ueber die Betriebskosten der Elektrokessel, die zu Lasten des Abonnenten gehen, kann mitgeteilt werden, dass sie sehr klein sind. Der Materialverbrauch (Verdampferrohre, Durchführungen) schwankt in Attisholz pro $1 \cdot 10^6$ kWh zwischen einem Minimum von Fr. 80.— und einem Maximum von Fr. 94.—; das Mittel der 7 letzten Jahre beträgt somit Fr. 90.—. Umgerechnet auf 100 Betriebsstunden

ergeben sich im Minimum Fr. 36.—, im Maximum Fr. 39.50 und im Mittel der 7 letzten Betriebsjahre Fr. 39.—. Auf 1 t Dampf umgerechnet, beträgt der Materialverbrauch nur 9 Rp. Der Verbrauch an Elektroden ist in diesen Zahlen nicht eingeschlossen, weil er sozusagen gleich Null ist; die gleichen Elektroden sind nämlich schon mehr als 4 Jahre im Betrieb und eine merkliche Abnutzung konnte bis heute nicht konstatiert werden. Der Materialverbrauch würde sich noch stärker verringern, wenn nicht durch das öftere Ausserbetriebsetzen und Wiederingangnehmen das abgekühlte Heizsystem schädlich beeinflusst würde.

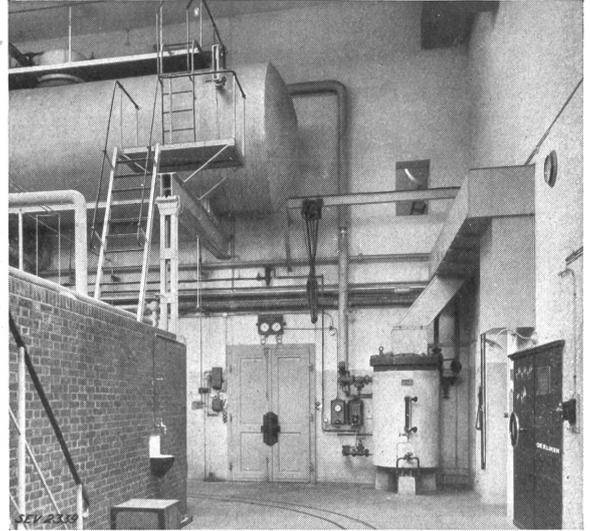


Fig. 9. Revel-Kessel im Frauenspital Basel (120 kW, 6000 V, 13 at).

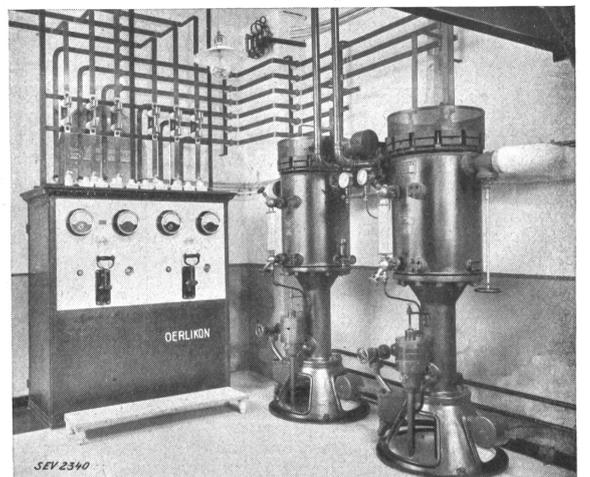


Fig. 10. Revel-Kessel der Firma Heer & Co., Thalwil (860 kW, 500 V, 13 at).

Elektrokessel sind in den letzten Jahren in den Gebieten aller grösseren schweizerischen Elektrizitätswerke zur Aufstellung gekommen. Dabei haben auch die von der Maschinenfabrik Oerlikon in Verbindung mit Escher, Wyss & Cie. gebauten Revelkessel grosse Verbreitung gefunden. Fig. 9 und 10 stellen Anlagen mit Revelkesseln dar.

Im Gebiet der AEK befinden sich ebenfalls einige Revelkessel, jedoch kleinerer Leistung, im Betrieb, so in der Papierfabrik Biberist und in der Kammgarnspinnerei Derendingen. Auch diese Anlagen haben sich durchaus bewährt. Die Regulierung der Dampferzeugung erfolgt beim System Revel durch Heben und Senken des Wasserspiegels, der entweder durch die Speiseorgane oder auch selbsttätig durch den Dampfdruck eingestellt werden kann.

In der ganzen Schweiz befanden sich am 31. Dezember 1930 105 Elektrodampfkessel mit zusammen 66 028 kW Anschlusswert im Betrieb.

2. Das elektrische Glühen.

(Vergl. BBC-Mittg. Juni 1927 und Februar 1928.)

Das *Ausglühen* von Metallen vor und zwischen den einzelnen Bearbeitungsstufen hat den Zweck, das Metall für Formveränderungen günstig zu beeinflussen, bzw. eine gewünschte Bearbeitung überhaupt erst möglich zu machen. Die mit Glühöfen der verschiedensten Feuerarten wie Kohle, Koks und Oel gemachten Erfahrungen zeigten unerwünschte Begleiterscheinungen und Unregelmässigkeiten im Gefüge des Metalls. Die Hauptfehlerquellen, das uneinheitliche Gebilde der Flamme und die sie umgebende Luft, *mussten* zur Verwendung der elektrischen Heizung führen, bei der jede Einwirkung von Flammgasen wegfällt und die auch die Möglichkeit bietet, unter Luftabschluss zu arbeiten. Die in der Schweiz am meisten verbreiteten elektrischen Glühöfen, System BBC, sind Widerstandsöfen mit Drahtwiderständen, in denen der dem Ofen zugeführte Strom in Wärme umgewandelt wird. Die Widerstände bestehen aus Drahtspiralen von hochwertigem Spezialmaterial. Als oberster Leitsatz gilt, dass die in den Drahtwiderständen erzeugte Wärme möglichst unmittelbar durch Strahlung auf das zu erwärmende Glühgut übertragen wird. Mit Hilfe eines Induktionsreglers kann jeder Ofen auf eine innerhalb der gewählten Grenzen beliebige Temperatur eingestellt werden. Der Verlauf der Temperaturkurve eines derart regulierbaren Ofens ist eine Gerade, im Gegensatz zu den Temperaturkurven, die mit den üblichen Reguliermethoden erhalten werden, bei denen die Temperatur periodisch zwischen zwei Grenzwerten steigt und

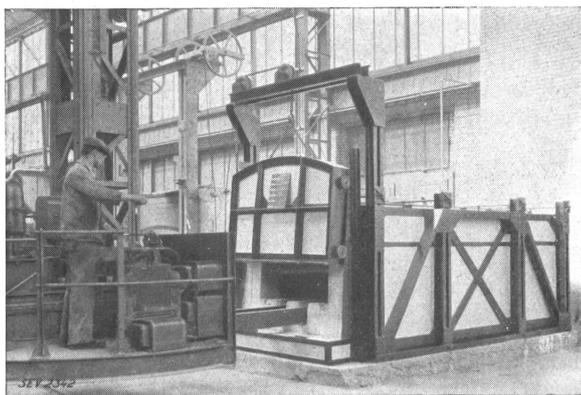


Fig. 11.

Horizontaler elektrischer Glühofen zum Glühen von Kupfer-, Messing- und Neusilberblechen oder -platten der Metallwerke A.-G., Dornach; Einsatz pro Charge rund 8 t; max. Leistung rund 270 kW; max. Glühtemperatur 1000° C; hydraulisch betätigte Türhebevorrichtung; Einsetzen des Glühguts mittels Chargierkran.

sinkt, entsprechend dem Zu- und Abschalten von Heizwiderständen. Die Oefen sind mit feuerfesten Formsteinen ausgekleidet. Es gibt keinen Zweig der Metallindustrie, in dem der elektrische Glühofen nicht schon Eingang gefunden hätte. Ueberall dort, wo auf gute Qualität des Erzeugnisses Wert gelegt wird, hat der elektrische Glühofen sein Anwendungsgebiet. Die Hauptanwendungen sind nachfolgend zusammengestellt; dabei sind auch die jeweiligen Vorzüge des elektrischen Glühens angegeben.

a) In *Walzwerken* wird der elektrische Glühofen zum Erwärmen des Walzguts für Metalle und Edelmetalle benutzt. Ein Ueberhitzen des Walzguts oder das Stillsetzen des Walzwerks wegen zu kaltem Gut kann vollständig vermieden werden. Das Fehlen oxydierender oder schwefelabgebender Feuergase verringert die Zunderbildung bis auf unwesentliche Spuren. Das Walzgut erhält infolgedessen eine bessere Oberfläche, und der Gewinn an Metall ist, bezogen auf ein Betriebsjahr, beträchtlich. Genaue Regulierbarkeit der Temperatur, selbsttätiges Ausschalten bei erreichter Temperatur und vollständiger Temperatenausgleich im Innern des Glüh-

gutes sind Vorzüge, die mit keinem durch Verbrennungswärme erhitzten Ofen erreicht werden. (Fig. 11.)

b) In *Drahtwerken* dient der elektrische Glühofen zum Glühen des Drahtes zwischen den einzelnen Ziehprozessen, sowie zum Weichglühen des fertigen Drahtes. Werden dazu mit Kohle oder Oel gefeuerte Oefen verwendet, so erfolgt stets eine mehr oder weniger starke Oxydation, die nach jedem Glühen eine Reinigung des Drahtes in Beizbädern erfordert; damit ist ein Metallverlust verbunden; auch wird dadurch die Produktion wesentlich verteuert. Beim Glühen



Fig. 12.

Elektrische Glühofenanlage der Schweizerischen Metallwerke Selve & Cie., Thun. Ausschlagieren von blankgeglühten Reinnickeldrähten. (Blankglühverfahren System BBC-Grünfeld).

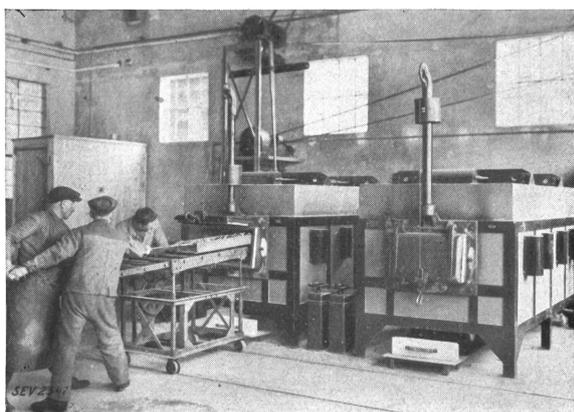


Fig. 13.

Elektrische Glühofenanlage der Patronenfabrik A.-G., Solothurn, mit 2 Glühöfen zum Glühen von Patronenhülsen; Leistung pro Ofen 64 kW; max. Glühtemperatur 650° C; Temperaturregelung durch Induktionsregler.

des Drahtes in elektrischen Spezialglühöfen, System BBC, fallen alle diese Schwierigkeiten fort; zugleich gestaltet der ganze Betrieb sich einfacher. Je nach Erfordernis wird der Glühprozess so geleitet, dass der Draht den Ofen unbedingt blank verlässt: das seit langem bekannte *Blankglühverfahren*. Die Drahtglühöfen sind in der Regel runde Vertikalöfen, in die das Glühgut in Glühkörben oder Glühöpfen eingesetzt wird. Zur Verhinderung der Oxydation wird der Ofen oder der Topf mit einem Schutzgas gefüllt und das

Glühgut während des Abkühlens unter Gasdruck gehalten. (Fig. 12.)

c) *Munitions- und Waffenfabriken* verwenden die elektrischen Glühöfen wegen der Sicherheit im Einstellen der Glühtemperatur und der gleichmässigen Erwärmung des Glühgutes (Fig. 13).

d) *Münzanstalten* bevorzugen den elektrischen Glühofen wegen der grossen Reinlichkeit des Betriebs, der Ersparnis an Wartung und Reparaturkosten, sowie wegen der Verbesserung des Glühgutes. Diese Vorteile sind so gross, dass die Anschaffung eines elektrischen Glühofens selbst bei relativ hohen Strompreisen für jede Münzanstalt von grösstem Nutzen ist.

e) *Warmpressereien und Gesenkschmieden*. Das Material für warm im Gesenk geschmiedete und gepresste Teile in Eisen, Stahl oder Metall für den Apparatebau, den Fahrrad-, Auto-, Schreibmaschinen- und Nähmaschinenbau, sowie für Schrauben- und Nietenfabrikation kann im elektrischen Ofen Stück für Stück genau auf die gewünschte Temperatur erwärmt werden, was in keinem anderen Ofen möglich ist.

f) *Emailprodukte*. Das Aufbrennen der Emailmasse auf ihre Unterlage ist von massgebender Bedeutung für die Güte der Ware. Es ist unter diesen Umständen begreiflich, dass die Einführung des elektrischen Emaillofens dauernd grosse Fortschritte macht. Unabhängig von der Güte der verfeuerten Kohle, des Oeles oder des Gases, auch unbeeinflusst vom Kaminzug, von Witterungseinflüssen und der Zuverlässigkeit der Heizer, kann beim elektrischen Emaillofen die Brenndauer für ein bestimmtes Gut genau festgelegt und eingehalten werden. Die Produktionsfähigkeit steigert sich dadurch bis zu einem Höchstwert. — Dass die elektrischen Emaillofen auf der Höhe ihrer Aufgabe stehen, beweist u. a. die Tatsache, dass sie sogar in den Gasapparatefabriken zur Emaillierung der Gasherde verwendet werden. Man rechnet bei Emaillofen mit einem Stromverbrauch von etwa 70 bis 90 kWh pro 100 kg.

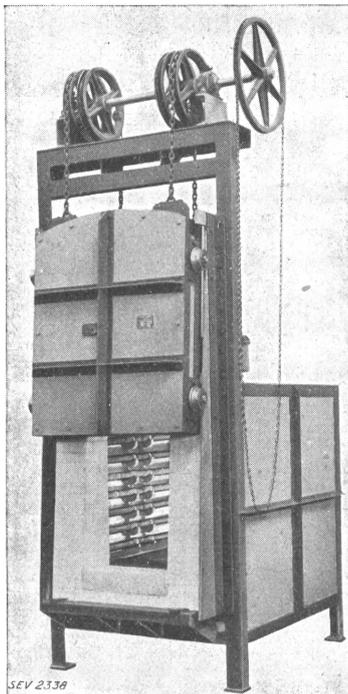


Fig. 14.
Elektrischer Ofen zum Brennen von Dekorationen auf Kunstporzellan d. Scuola Ceramia Roma; Leistung 36 kW; Betriebstemperatur 970° C.

g) *Keramische Produkte*. Glasuren und Malereien werden ebenfalls mit gutem Erfolg elektrisch eingebrannt. Die Porzellan- und Glasmalerei, die Kunstemailindustrie und die Kunsttöpferei verwenden daher den elektrischen Ofen

besonders seiner Reinlichkeit wegen immer mehr. Fig. 14 zeigt einen derartigen Ofen.

h) *Wirtschaftlichkeit der elektrischen Glühöfen*. Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von elektrischen Glühöfen dürfen nicht nur die reinen Ausgaben für Strombezug und die Feuerungskosten der gewöhnlichen Öfen einander gegenübergestellt werden; vielmehr spielt die Gegenüberstellung der weiteren Unkosten bei diesem Vorgehen die ausschlaggebende Rolle. Werden diese Verhältnisse richtig gewürdigt, so kann man sagen, dass der elektrische Glühofen im Vergleich zu den gewöhnlichen Öfen durchschnittlich bei Strompreisen von 4 bis 5 Rp./kWh noch wirtschaftlich arbeitet; Emaillofen ertragen sogar etwas höhere Strompreise. Beim Glühen von Messing rechnet man mit etwa 100 kWh pro Tonne bei Anschlusswerten von rund 100 bis 120 kW.

3. Das elektrische Härten.

(Vergl. R. Kratochwil, Elektrowärmeverwertung.)

Zahlreiche Misserfolge beim Härten, z. B. Risse, Verziehen und ungleiche Härtung, haben ihre Ursache in der ungleichmässigen Erwärmung des Arbeitsstücks, d. h. in der Unvollkommenheit der verwendeten Härteöfen. Auch die vielfach verbreiteten elektrischen Salzbadöfen versagen, wenn es sich um grosse Stücke handelt. Der bereits erwähnte Glühofen, System BBC, hat sich dagegen auch auf diesem Gebiete durchaus bewährt, dank der gleichmässigen, genau einstellbaren Temperatur, die das Härtungsrisiko stark herabsetzt.

Bei der im Gebiet der AEK stark verbreiteten Uhrenindustrie spielt das elektrische Massenhärten vieler Arbeitsstücke eine grosse Rolle (Fig. 15). Die im Gebiet der AEK niedergelassene grösste schweizerische Ebauchesfabrik, die Firma Schild A.-G. in Grenchen, hat mir über ihre Erfahrungen im elektrischen Härten folgenden Angaben gemacht: Mit dem Härten der Uhrenbestandteile in elektrischen Öfen befasst die Schild A.-G. sich schon seit 12 Jahren. Bis 1922 wurde in kleinen Stahlkanons auf den üblichen Schmiedessen gehärtet. Hiezu benötigte es langjährige Erfahrung der

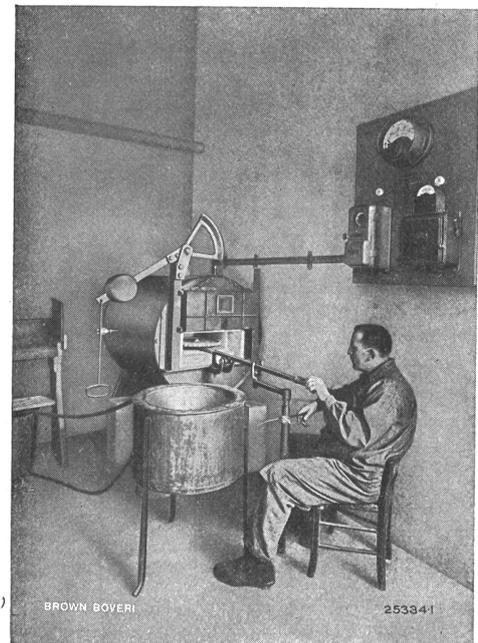


Fig. 15.
Elektrische Ofenanlage zum Härten von Uhrfedern der Uhrfedernfabrik L. G. Vouillet Fils, Biel; Leistung 7,5 kW; automatische Temperaturregelung.

Härter, weil die richtige Temperatur nur mit dem Auge geschätzt werden konnte; Hilfsmittel, wie Pyrometer und dergleichen liessen sich nicht verwenden. Auf einer Esse ein immer gleichmässiges Feuer zu unterhalten, ist praktisch

unmöglich. Das Härtegut wird daher rascher oder langsamer erwärmt, und eine gleichmäßige Härtung ist ausgeschlossen. Im Jahre 1922 wurden Muffelöfen mit Koksfeuerung eingeführt, die eine kleine Besserung brachten, denn mit einiger Geschicklichkeit ist es bei diesen Öfen möglich, die erforderliche Härtetemperatur auf $\pm 50^\circ$ inne zu halten. Dies genügt aber heute nicht mehr, denn die Stahlwerke liefern seit einigen Jahren für jeden Verwendungszweck einen Spezialstahl, der genau nach Vorschrift gehärtet werden muss. So gibt es Konstruktions- und Werkzeugstähle, bei denen die Härtetemperatur mit $\pm 10^\circ$ absolut eingehalten werden muss, wenn die Stücke ihre Höchstleistung liefern sollen. — Diese Tatsache führte rasch zur Konstruktion zahlreicher elektrischer Glühöfen. Die Schild A.-G. hat eine ganze Anzahl Systeme erster Elektrizitätsfirmen geprüft, doch konnte die Firma sich nie zur Anschaffung entschliessen, weil noch viele Mängel beseitigt werden mussten. Wohl besitzen alle elektrischen Härteöfen Pyrometer und Widerstände, die eine bestimmte Temperatur zu erreichen und einzuhalten gestatten. Aber auch hier muss wieder das menschliche Auge bestimmen, wann das eingesetzte Härtegut die zum Abschrecken notwendige Glühetemperatur durch und durch erreicht hat. Jede Sekunde, die man zu lange glüht, ist schädlich, weil dann die Oberfläche der zu härtenden Bestandteile verzündert, was die Brauchbarkeit sehr oft in Frage stellt. Die englische Firma Wild-Barfield war die erste, der es gelang, einen elektrischen Härte- und Glühofen zu konstruieren, der nicht nur durch ein Pyrometer die genaue Glühetemperatur, sondern auch durch ein zweites Messinstrument anzeigt, wann das Härtegut die erforderliche Härtetemperatur erreicht hat. Wild-Barfield ging von der Erwägung aus, dass jeder Stahl Magnetismus enthält und dass entsprechende Versuche ergeben haben, dass dieser Magnetismus durch die Erwärmung des Materials verschwindet. Infolgedessen gibt es eine Glühetemperatur, wo der Stahl von Magnetismus frei ist; das aber ist genau die Temperatur, bei der das Härtegut abgeschreckt werden soll. Macht man sich diese Tatsache zunutze, so kann das Auge bei der Bestimmung der richtigen Erwärmung ausgeschaltet werden; der Härter hat nur den Zeiger des betreffenden, «Detektor» genannten Messinstruments zu beachten und festzustellen, wann er den Nullpunkt erreicht. Ein Arbeiter bedient dabei mit Leichtigkeit 3 bis 4 Öfen.

Nach diesem System gebaute Glüh- und Härteöfen werden heute in verschiedenen Typen und Grössen auf den Markt gebracht; sie finden nicht nur in der Metallindustrie Verwendung, sondern auch beim Emaillieren, beim Einbrennen von Verzierungen auf Keramik, Glas usw.

Für die Uhrenindustrie musste noch berücksichtigt werden, dass hier alle Stahlteile *weiss* gehärtet werden müssen. Es musste deshalb dafür gesorgt werden, dass der Luftsauerstoff keinen Zutritt zu den glühenden Teilen erlangen kann. Dieses Problem wurde so gelöst, dass man gewöhnliches Leuchtgas von hinten durch den Heizkörper leitet, das sich dann vorn beim Austritt aus dem Heizkörper entzündet und so den eindringenden Sauerstoff verbrennt. Dadurch ist eine Oxydation während dem Glühprozess unmöglich, und das Härtegut bleibt nach dem Abschrecken weiss.

Um eine bestimmte Glühetemperatur genau inne zu halten, werden die Öfen mit einem automatischen Temperaturregler ausgerüstet, der die Ofentemperatur auf $\pm 5^\circ$ genau einzustellen und zu halten gestattet. So ist es möglich, auch in der Serienfabrikation die gehärteten Stahlteile gleichmässig herzustellen.

Dass die Wild-Barfield-Öfen wirtschaftlich sind, zeigt schon die Tatsache, dass das kleinste Modell nur 0,5 kW benötigt; im übrigen werden derartige Öfen mit Leistungen bis 30 kW und mehr gebaut. Der erste Wild-Barfield-Ofen wurde bei der Firma Schild A.-G. im Jahre 1926 installiert; heute besitzt sie 11 solcher Öfen. Ein für den in Rede stehenden Zweck besser geeignetes System ist der Firma bisher nicht bekannt geworden. Die noch vorhandenen Koksöfen sollen deshalb in absehbarer Zeit ebenfalls durch Wild-Barfield-Öfen ersetzt werden.

Die heutige wissenschaftliche Betriebsführung verlangt speziell in der Härterei die einwandfreiesten Einrichtungen, wenn Höchstleistungen in der Fabrikation erreicht werden sollen. Wie oft wird an teuren Werkzeugen 5 bis 10 Wochen

gearbeitet, um sie dann beim Härten in einer halben Stunde zu verderben, weil das Härten noch am offenen Schmiedefeuer geschieht, statt im elektrischen Ofen mit seinen unbedingt zuverlässigen Hilfsmitteln.

Im allgemeinen kann gesagt werden, dass man zum elektrischen Härten 0,85 bis 1,0 kWh pro kg Härtegut benötigt.

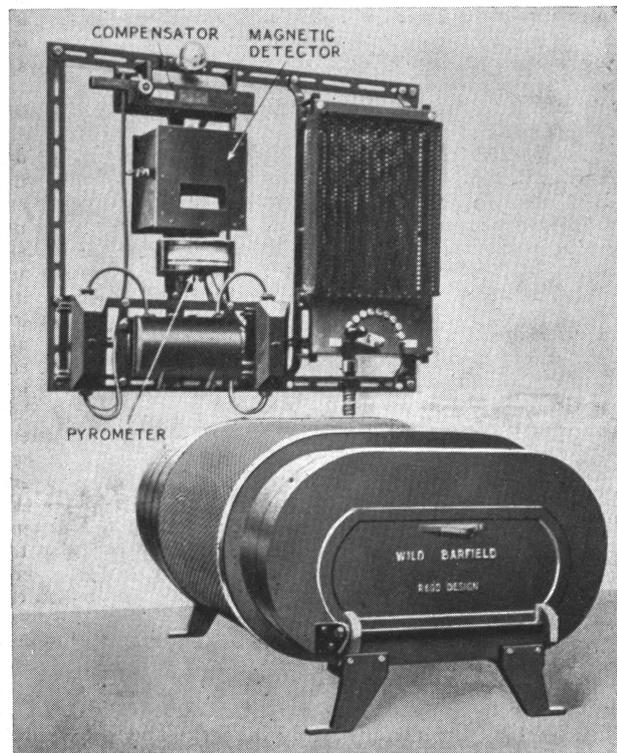


Fig. 16.
Normalausführung eines elektrischen Härteofens
System Wild-Barfield.

In der Schweiz sind heute schon über 150 solcher Härteöfen im Betrieb, und zwar nicht nur in der Uhrenbranche, sondern auch in der Schwerindustrie.

4. Elektro-Schmelzöfen.

(Vergl. BBC-Mittg. Febr. 1928 und Oktober 1929.)

Die Versuche, Eisen und Stahl auf elektrothermischem Wege herzustellen, reichen bis in das Jahr 1897 zurück. Die Erzeugung von Eisen und Stahl lässt sich *metallurgisch* in zwei Hauptgruppen unterteilen:

- a) Gewinnung des Roheisens aus Erz (Hochofenprozess).
- b) Verarbeitung des Roheisens auf höherwertige Produkte, wie Gusseisen, Flusseisen, Flußstahl, Spezialstahl und Stahlliegierungen.

Die elektrothermischen Methoden ersetzen den Kupolofen, den Puddelofen, den Konverter, den Siemens-Martinofen und den Tiegelofen. Diese Verfahren gehen von Roheisen und Schrot aus und bezwecken die Herstellung von Stahl sowohl der gewöhnlichen Sorten, als auch von Qualitätsstahl mit hohem Kohlenstoffgehalt.

Nach den *Konstruktionsprinzipien* unterscheiden wir folgende Gruppen elektrischer Schmelzöfen:

a) *Direkte Lichtbogenöfen* (z. B. System Héroult) mit zwei oder mehr von oben in den Ofen hineinhängenden Kohlenelektroden.

b) *Indirekte Lichtbogenöfen* (Strahlungsöfen), bei denen der Lichtbogen über dem flüssigen Einsatz spielt und nur durch reine strahlende Wärme wirkt (z. B. System Stassano).

c) *Direkte Widerstandsöfen*, bei denen ein Tiegel aus Gusseisen oder Graphit, in dem das Schmelzgut untergebracht

wird, von Widerständen aus einer Chromnickellegierung in Form von Drähten oder Bändern umschlossen ist. Sobald durch den Widerstand ein Strom fließt, erhitzt sich der Widerstand; die Wärme überträgt sich durch die Tiegelwandung auf das Schmelzgut.

d) *Indirekte Widerstandsöfen (Induktionsöfen)*, bei denen das Metallbad einen in sich geschlossenen Ring bildet, der durch Induktionswirkung geheizt wird. Man kann solche Öfen am ehesten mit einem elektrischen Transformator vergleichen, der Strom von hoher Spannung in solchen von niedriger Spannung transformiert; die sekundäre Wicklung dieses Transformators wird nur von einer einzigen kurzgeschlossenen Windung gebildet. Ein sehr bekanntes System sind die *Ajaxöfen*, die hauptsächlich zur Schmelzung von Messing benützt werden (Dornach/Thun).

e) *Kombinierte Lichtbogen-Widerstandsöfen*; hierher gehören z. B. die Lichtbogenöfen, System Nathusius, mit einer zusätzlichen Widerstandsheizung im Boden des Ofenfutters.

Eine ganz approximative Uebersicht mit Maximalzahlen über den Energiebedarf pro Tonne Produktion gibt die nachstehende Zusammenstellung für mittlere Ofengrößen (nach R. Kratochwil):

	kWh/t
Roheisen direkt aus Erz	2000 bis 3000
Stahl direkt aus Erz	3000
Stahl aus kaltem Roheisen	1500
Stahl aus flüssigem Roheisen	1100
Stahl aus kaltem Roheisen und kaltem Schrot	700
Stahl aus flüssigem Roheisen und kaltem Schrot	600
Stahl aus kaltem Schrot	900

Es würde im Rahmen dieses Vortrages zu weit führen, die verschiedenen Ofensysteme sämtlich näher zu behandeln; wir wollen uns deshalb nur mit den in der Schweiz gebauten Elektroschmelzöfen befassen. Die A.-G. Brown, Boveri & Co. in Baden baut ausser den grossen Ofentypen mit 3 Elektroden zur Erzeugung von Stahl, hochwertigem Grauguss und Ferrolegierungen auch Metallschmelzöfen für nichteisenhaltige Metalle, wie Kupfer, Nickel, Silber und deren Legierungen und zwar bis zu 600 kg Fassungsvermögen. Bei Verwendung von Dreiphasenstrom stellen diese Öfen grundsätzlich eine Verbindung des Lichtbogen- und des Widerstandsofens dar, denn sie besitzen zwei obere vertikale und regulierbare Elektroden, während die dritte Elektrode als feste Bodenelektrode in die Schmelzmulde eingebaut ist. Die Regulierung der oberen Elektroden erfolgt wahlweise von Hand durch Spindeln und Handräder oder durch Druckwasser in gleicher Weise, wie dies bei den grossen Schmelzöfen durch eine selbsttätige elektrohydraulische Regulierung geschieht; und zwar wird in der Weise reguliert, dass die primäre Stromaufnahme praktisch konstant bleibt. Alle Elektrodenöfen werden samt den Elektroden gekippt und zwar normalerweise durch hydraulischen Antrieb. Die grossen Schmelzöfen zur Elektrostahlerzeugung und Grauguss sind bis jetzt von BBC bis zu einem Einsatz von 1 bis 30 t gebaut worden.

Zum Schmelzen sind pro 100 kg Einsatz bei 8 Stunden Betrieb erforderlich:

	kWh
bei reinem Kupfer	etwa 42
bei Messing	35 bis 40
bei Messing aus leichten Spänen (z. B. aus der Uhrenfabrikation)	55
bei Bronze	39
bei reinem Nickel	140
bei einer Kupfer-Nickellegierung von 60% Cu + 40% Ni	80
bei Münzsilber	22
bei Grauguss aus Gußspänen mit Zusätzen	85

Die Vorteile der Elektro-Schmelzöfen gegenüber den mit Koks, Gas oder Oelheizung arbeitenden Öfen sind derart gross, dass sie in den letzten Jahren auch in der Schweiz bei der Grosseisen- und Metallindustrie starke Verbreitung gefunden haben.

Im übrigen sind die Elektro-Schmelzöfen namentlich in Deutschland, in Italien und vor allem in den Vereinigten Staaten sehr stark verbreitet. Der grösste zurzeit in USA für legierten Stahl in Betrieb befindliche Lichtbogenofen hat ein Fassungsvermögen von 80 bis 100 t bei einer Transformatorleistung von 20 000 kVA.

In Deutschland werden für den Betrieb der kleineren und mittleren Schmelzöfen Strompreise von 5 bis 6 Pf./kWh verlangt; in der Schweiz bei entsprechender Einschränkungsmöglichkeit etwa 50 % weniger. Die Wirtschaftlichkeits- und Vergleichsberechnungen mit Oel und anderen Brennstoffen haben deutlich ergeben, dass das Schmelzen mit Elektroöfen bedeutend wirtschaftlicher ist.

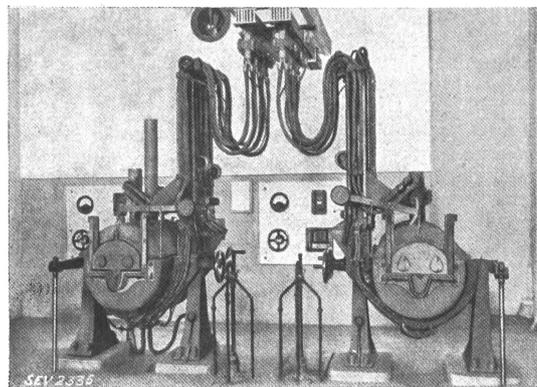


Fig. 17.
Elektrische Schmelzöfen der L. von Rollschen Eisenwerke, Clus; Fassungsvermögen je 300 kg.

Fig. 17 und 18 zeigen zwei von der A.-G. Brown, Boveri & Co. ausgeführte Elektro-Schmelzöfen.

Abgesehen von der A.-G. Brown, Boveri & Co. baut auch die Maschinenfabrik Oerlikon elektrische Einsatz-, Glüh- und Schmelzöfen. Diese Öfen sind so gebaut, dass sie den Anforderungen sowohl der Edelmetallindustrie, der Münz- und Scheideanstalten und der Kleinmetallgiessereien, als auch der keramischen Industrie entsprechen und zwar für Schmelztemperaturen bis 1400° C. Fig. 19 zeigt eine Anlage dieser Art.

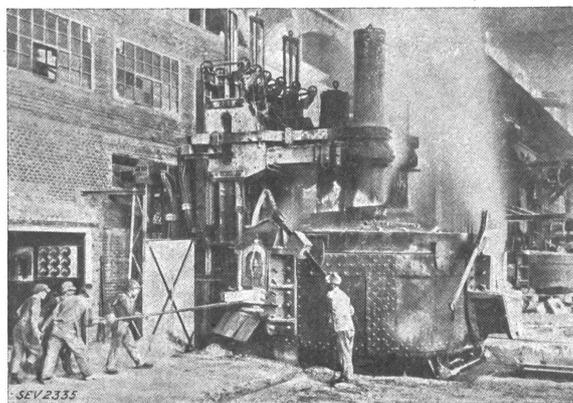


Fig. 18.
Elektrischer Stahlschmelzofen des Elektrostahlwerks Aosta; Fassungsvermögen 20 t; hydro-elektrische Hand- und automatische Elektrodenregelung; hydraulische Kippvorrichtung.

Namentlich dem kleinen Elektroschmelzofen eröffnet sich in zahlreichen Industrie- und Gewerbebetrieben ein ausserordentlich reiches Absatzgebiet.

Von anderen Stoffen, die im Elektroofen hergestellt werden können, seien erwähnt: Chromeisen für Werkzeugstahl, Messerstahl, nichtrostender Stahl, Chromnickelstahl, Speziallegierungen für Geschütze und den Automobilbau. Besondere Bedeutung hat das Ferrosilizium gewonnen, das durch Einschmelzen und Reduzieren von Quarzeisenmassen und Koks erhalten wird. Das Hochofenprodukt ist nur

10 %ig, während es sich im elektrischen Ofen mit einem Gehalt von 45, 75 und 90 % herstellen lässt. Das hochprozentige Produkt hat sich besonders bei der Herstellung legierter Bleche für den Elektromaschinenbau bewährt. 1 kg Ferrosilizium von 45, 75 und 90 % erfordert zu seiner Herstellung rund 6, 11 und 15 kWh.

Grosse wirtschaftliche Bedeutung hat auch die elektrothermische Gewinnung von Calciumkarbid, das den Aus-



Fig. 19.
Elektrische Einsatz-Glüh- und Schmelzöfen der Maschinenfabrik Oerlikon.

gangsstoff für den im grossen Umfang zur Düngung benutzten Kalkstickstoff bildet, aber auch bei der Herstellung zahlreicher anderer hochwertiger Stoffe verwendet wird, z. B. zur synthetischen Darstellung von Essigsäure, Essigäther und Alkohol. Für die Karbiderzeugung werden in der Regel Drehstromöfen mit einer Leistungsaufnahme von 6000 bis 9000 kW bei 120 bis 150 V benutzt. 1 kg Karbid erfordert 1 kg Kalk, 0,7 kg Kohle und 3,5 bis 4 kWh. Für die Herstellung von Calciumkarbid sind ungefähr 600 000 kW in der Welt installiert. Bei billiger elektrischer Energie kommt schliesslich auch noch die Herstellung von Schleifmitteln im elektrischen Schmelzofen in Betracht, z. B. von geschmolzenem Korund-Siliciumkarbid. Anlagen zur Herstellung von Schleifmitteln und Graphit befinden sich u. a. seit Jahren in Badisch-Rheinfelden in Betrieb; sie arbeiten ausschliesslich während der Nacht mit billigem Nachtstrom.

Die vielen Versuche, Zement im elektrischen Ofen herzustellen, hatten bisher keinen rechten Erfolg. Erst neuerdings in Schweden vorgenommene Versuche scheinen annehmbare wirtschaftliche Ergebnisse gezeitigt zu haben. Der Energieverbrauch soll bei diesem Verfahren zwischen 400 und 700 kWh pro Tonne Zement schwanken (nach Br. Thierbach).

Ein weiteres grosses Anwendungsgebiet der Elektrowärme bildet die elektrische Trocknung; auch könnte man für die Benützung der Elektrowärme im Gewerbe noch eine Reihe interessanter Beispiele geben. Davon muss indessen für diesmal abgesehen werden. Zum Schluss möchte ich nur noch bemerken, dass die wenigen angeführten Beispiele klar beweisen, wieviel man bei entsprechender Verständigung zwischen Produzent, Wiederverkäufer und Abnehmer auf dem Gebiet der industriellen Elektrowärme erreichen kann, um die wirtschaftliche Unabhängigkeit unseres an Kohlen so armen, an Wasserkraften aber so reichen Landes zu fördern. Die bereits ausgeführten Anlagen bieten jedem Interessenten Gelegenheit, auf diesem Gebiet wertvolle Erfahrungen zu sammeln. Diese Möglichkeit sollte sich niemand entgehen lassen, denn trotz der heftigen Konkurrenz der anderen Brennstoffe, trotz der Widerstände vieler Käufer und vielleicht auch mancher Elektrizitätswerke wird sich die Elektrowärme in Industrie und Gewerbe immer mehr einführen.

(Fortsetzung folgt.)

Miscellanea.

Schweizerischer Bundesrat im Jahre 1932. Die Bundesversammlung wählte am 17. Dezember 1931 zum Bundespräsidenten für das Jahr 1932 Bundesrat *G. Motta*, zum Vizepräsidenten Bundesrat *E. Schulthess*.

Die Departementsverteilung ist, wie bisher, die folgende:

Politisches Departement: Vorsteher: Bundespräsident *G. Motta*; Vertreter: Bundesrat *Schulthess*.

Departement des Innern: Vorsteher: Bundesrat *A. Meyer*; Vertreter: Bundesrat *Pilet-Golaz*.

Justiz- und Polizeidepartement: Vorsteher: Bundesrat *H. Häberlin*; Vertreter: Bundespräsident *Motta*.

Militärdepartement: Vorsteher: Bundesrat *R. Minger*; Vertreter: Bundesrat *Häberlin*.

Finanz- und Zolldepartement: Vorsteher: Bundesrat *J. Musy*; Vertreter: Bundesrat *Meyer*.

Volkswirtschaftsdepartement: Vorsteher: Bundesrat *Ed. Schulthess*; Vertreter: Bundesrat *Minger*.

Post- und Eisenbahndepartement: Vorsteher: Bundesrat *Pilet-Golaz*; Vertreter: Bundesrat *Musy*.

Schweisskurs für Ingenieure und Techniker. Vom 1. bis 6. Februar 1932 wird in Basel ein theoretisch-praktischer Kurs für Ingenieure und Techniker über autogenes und elektrisches Schweißen abgehalten. Jeden Morgen findet ein Vortrag mit Diskussion statt, dem am Vor- und Nachmittag praktische Uebungen in der Werkstätte folgen. Es kommen neben den Grundlagen der modernen Schweissverfahren auch eine Reihe von Neuerungen zur Sprache, wie das Eckschweißen, das Schweißen überlappter Bleche, das Aufwärtsschweißen, der neue Zweiflammenbrenner und seine Anwendung usw.

Anmeldungen und Anfragen sind an das Sekretariat des Schweizerischen Acetylen-Vereins, Ochsengasse 12, Basel, zu richten.

Normalisation et marque de qualité de l'ASE.

Modification aux normes de l'ASE pour coupe-circuit à fusible enfermé.

(par rapport à la II^e édition, décembre 1930).

Dans sa séance du 31 décembre 1931, la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS, sur la proposition de la commission des normes, a adopté la modification suivante aux normes pour coupe-circuit, avec entrée en vigueur le 1^{er} janvier 1932:

§ 26. Essai de résistance à la chaleur.

al. 1. L'objet à examiner est exposé pendant 24 heures à une température de $200^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ dans un thermostat. Il ne doit subir pendant cette épreuve aucune modification susceptible de nuire à son bon fonctionnement. S'il se produit une interruption du circuit à l'intérieur du fusible, on n'en tiendra pas compte. Les fusibles ayant subi l'épreuve de résistance à la chaleur ne seront plus utilisés que pour les essais mécaniques; on ne les soumettra pas aux essais électriques.

al. 2 et 3 demeurent tels quels.

Commentaire: Le texte actuel sera précédé de la phrase suivante: «On admet qu'une interruption du circuit se produise à l'intérieur du fusible pendant l'essai de résistance à la chaleur, car pour les fusibles c'est l'essai d'échauffement par le courant (§ 37) qui est décisif.»



Interrupteurs.

En se basant sur les «Normes de l'ASE pour interrupteurs destinés aux installations intérieures» et l'épreuve d'admission, subie avec succès, les Institutions de Contrôle de l'ASE ont accordé à la maison suivante le droit à la marque de qualité de l'ASE pour le type d'interrupteurs mentionné ci-après. Les interrupteurs mis en vente pour être utilisés en Suisse portent, outre la marque de qualité de l'ASE reproduite ci-dessus, une marque de contrôle ASE collée sur l'emballage. (Voir publication au Bulletin de l'ASE 1930, n° 1, pages 31/32.)

A partir du 15 décembre 1931.

Otto Fischer S. A., Zurich (représentant général de la maison Dr. Deisting & Co. G. m. b. H., Kierspe i. W.).

Marque de fabrique:



I. Interrupteur rotatif sous boîte 250 V, 6 A.

A. pour montage sur crêpi dans locaux secs.

- a) avec cape ronde en matière isolante brune:
5° OF. No. 7706, interrupteur de croisement, unipolaire, schéma VI.
- b) avec cape ronde en matière isolante crème:
11° OF. No. 7716, interrupteur de croisement, unipolaire, schéma VI.
- c) avec cape ronde en porcelaine:
17° OF. No. 7726, interrupteur de croisement, unipolaire, schéma VI.

Prises de courant.

En se basant sur les «Normes de l'ASE pour prises de courant destinées aux installations intérieures» et l'épreuve d'admission, subie avec succès, les Institutions de Contrôle de l'ASE ont accordé à la maison suivante le droit à la marque de qualité de l'ASE pour le type de fiches mentionné ci-après. Les fiches mises en vente pour être utilisées en Suisse portent, outre la marque de qualité ASE reproduite ci-dessus, une marque de contrôle ASE collée sur l'emballage. (Voir publication au Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31/32.)

A partir du 15 décembre 1931.

Solis-Fabrique d'appareils, Zurich.

Marque de fabrique: SOLIS.

Fiche bipolaire, 250 V, 6 A, pour locaux secs (exécution normale) avec tiges de 4 mm.

Conducteurs isolés.

En se basant sur les «Normes pour conducteurs isolés destinés aux installations intérieures» et à la suite de l'épreuve d'admission, subie avec succès, les Institutions de Contrôle de l'ASE ont accordé à la maison suivante le droit à la marque de qualité de l'ASE pour la classe de conducteurs spécifiée ci-après.

La marque déposée consiste en un fil distinctif de qualité de l'ASE placé au même endroit que le fil distinctif de firme et portant, en noir sur fond clair, les signes Morse reproduits plus haut.

A partir du 1^{er} décembre 1931.

R. H. Gachnang, Zurich (Représentant des Holländischen Draht- et Kabelwerke, Amsterdam).

Fil distinctif de firme: rouge, noir, torsadé.

Fil pour lustrerie, conducteur simple-FA, fil toronné, $0,75 \div 1,5 \text{ mm}^2$.

Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Communiqué de l'Office d'Eclairagisme, Zurich.

659(494):628.93(494)

Une semaine de la lumière: L'Office d'Eclairagisme a décidé dans sa dernière séance l'organisation d'une «Semaine de la Lumière» qui aura lieu du 2 au 9 octobre 1932. Dans les diverses localités, le Comité Local pour le Développement des Applications de l'Electricité ou encore la Centrale d'Electricité en collaboration avec les maisons d'installation prépareront cette nouvelle semaine avec les autres milieux intéressés. Cette manifestation permettra de constater les efforts accomplis depuis plusieurs années pour un meilleur éclairage; elle constituera une démonstration opportune des progrès réalisés par la science de l'éclairage. Elle ouvrira la voie enfin à des progrès nouveaux dans l'aménagement de l'éclairage électrique, considéré comme un élément du confort moderne et comme un facteur encore trop méconnu du travail et de la production. Le programme qui a été envoyé le 18 décembre 1931 à tous les Comités Locaux, ainsi qu'à tous les membres de l'Union de Centrales Suisses d'Electri-

cité et de l'Union Suisse des Installateurs-Electriciens, renvoie sur les détails.

Imprimés récemment édités par l'ASE. A partir de la mi-janvier, on pourra se procurer au Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich, le tirage à part de la conférence de M. le professeur Wyssling sur «L'approvisionnement de la Suisse en énergie électrique», paru dans le No. 23 du Bulletin 1931. Prix: 1 fr. pour les membres et 1.50 fr. pour les autres intéressés.

Changements d'adresses. Nous prions nos membres de bien vouloir informer en temps voulu le secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstr. 301, Zurich 8, de tout changement d'adresse, afin que le Bulletin leur parvienne sans interruption.

Il est important que des adresses incomplètes ou inexactes soient rectifiées et envoyées jusqu'au 15 janvier, en vue de la publication à l'annuaire de 1932.