

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 30 (1939)

Heft: 18

Artikel: Die Elektrowärme in der schweizerischen Energieversorgung

Autor: Bauer, Bruno / Stiefel, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060872>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.01.2026

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

Von grossem Interesse ist die fast paradox anmutende Feststellung, dass der Reguliermotor selbst für Antriebe, die mit immer gleicher Arbeitsdrehzahl laufen, grosse *Energieersparnisse* bringen kann. Dies gilt für die Verwendung des Nebenschluss-Kommutatormotors zu Hochleistungs-Zuckerzentrifugen, wobei sich durch den fast verlustlosen Anlauf und durch Nutzbremsung gegenüber dem Betrieb mit Asynchronmotoren eine Energieersparnis von etwa 45 % nachweisen liess.

Zur *Erhöhung der Sicherheit* schuf die Elektro-industrie Schutzeinrichtungen nicht nur für ihre eigenen Erzeugnisse, sondern auch für elektrisch betriebene Arbeitsmaschinen. Die Motorschutzorgane schützen mit dem Motor in hohem Masse auch die Maschine vor schädlichen Ueberlastungen. Wo Arbeiter durch Maschinen gefährdet werden könnten, kann die elektrische Sicherheits-Notbremsung des

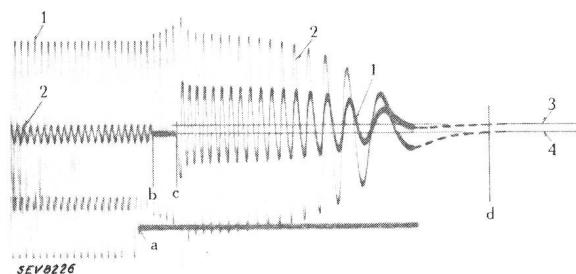


Fig. 9.
Oszillogramm der Bremsung eines 440-kW-Synchronmotors zum Antrieb einer Gummi-Walzenstrasse.
Zeitmaßstab: 50 Hz \equiv 1 Sekunde,
5 Hz \equiv 1 Umdrehung.
1 Motorspannung. a Notschalter geöffnet.
2 Motorstrom. b Netzschutz schaltet aus.
3 Nulllinie der Spannung. c Bremsschütz schaltet ein.
4 Nulllinie des Stromes. d Motorstillstand.

Motors die Maschine sozusagen augenblicklich stillsetzen. Das Oszillogramm der Bremsung eines grossen Synchronmotors für den Antrieb von Gummiwalzen zeigt Fig. 9. Das Bremsmoment setzt in einer Stärke gleich dem siebenfachen Nennmoment des Motors ein und führt in weniger als einer Sekunde effektiver Bremszeit zum Stillstand.

Ein sehr wirksames elektrisches Arbeitsbremsverfahren für Asynchronmotoren, das besonders für Hochleistungshebezeuge mit grossem Erfolg einge-

führt wurde, ist die unter- und übersynchrone Senkbremsschaltung mit Umkehrphase. Auch hier liegt die Bedeutung nicht in der Beherrschung der elektrischen Vorgänge, sondern ausschliesslich in der Wirkung auf den mechanischen Teil: Leichtes und sicheres Bewegen der Last, Schonung der mechanischen Stoppbremse und der Getriebeteile, Steigerung der Umschlagsleistung.

Man sieht aus diesen wenigen Hinweisen, dass die Elektro-Antriebstechnik die ihr gestellten Aufgaben in erster Linie im Sinne einer *Verbesserung des Arbeitsvorganges* zu lösen sucht, ja dass sie manche Arbeitsvorgänge überhaupt erst ausführbar machte. Sie erhöhte die Wirtschaftlichkeit der Betriebe, nicht bloss durch Verbesserung des Verhältnisses von aufgenommener zu abgegebener Energie, sondern ungleich mehr noch durch bessere zeitliche Ausnutzung der Maschinen, durch Steigerung ihrer Arbeitsleistung und Verringerung der Störungen. Wenn gesagt wird, dass Motor und Steuerung wie Hand und Kopf zusammenarbeiten, so ist damit der entscheidende Anteil der Steuereinrichtungen deutlich gekennzeichnet. In der Tat liegt der in den letzten Jahren auf dem Gebiete elektrischer Antriebe erreichte Fortschritt nicht zuletzt in der *Entwicklung der Steuerungen*. Sie sind nicht nur ein Mittel zur Erleichterung der Bedienung und Kontrolle, so wertvoll auch die dafür geschaffenen halb- oder ganz selbsttätigen Einrichtungen, Leuchtbilder zur Darstellung des augenblicklichen Arbeitszustandes usw. sind.

Die entscheidende Aufgabe der elektrischen Steuerungen liegt aber darin, dass sie den Arbeitsvorgang selbst überwachen und regeln, um mehr und bessere Arbeit zu leisten und die Sicherheit für Material und Menschen zu erhöhen. Zweifellos werden die zu ausserordentlicher Genauigkeit entwickelten Mittel der Messtechnik, Photozellen und Elektronenröhren in Zukunft noch mehr der Antriebstechnik dienstbar gemacht werden. Die Elektro-Arbeitsmaschine wird die landläufige Vorstellung von der Maschine als eines Mittels zur blossen Vervielfältigung der Muskelkraft weit überholen, weil sie den Arbeitsvorgang selbst überwacht und damit auch die menschlichen Sinne für die Bedienung der Maschine vervielfacht oder ganz ersetzt.

Die Elektrowärme in der schweizerischen Energieversorgung.

Von Bruno Bauer, Zürich, und E. Stiefel, Basel.

621.311 : 621.36(494)

Nach einer kurzen Betrachtung der Rolle, die die Elektrowärme im Rahmen der Betriebswirtschaft der Elektrizitätsversorgung spielt, wird auf die Technik der Elektrowärme allgemein eingegangen. Der hochwertige Energieträger Elektrizität bietet neue Möglichkeiten der Wärmenutzung; die dabei sich stellenden Probleme sind schwierig — nur dem Laien scheinen sie einfach —, denn von der Elektrowärme erwartet man mehr als nur den Ersatz der Brennstoffe: Man erwartet von ihr eine Veredlung der Wärmebetriebe, eine Wertsteigerung der erzeugten Nutzwärme. Beim Abnehmer muss ein technisches Bedürfnis nach solch hochwertiger Nutzwärme vorliegen und er muss sie entsprechend bezahlen können. Im Elektrowärmebedarf kann damit ein verfeinertes Kriterium für den Bewirtschaftungsstand der Pro-

Quelques considérations sur le rôle de l'électrothermie dans l'exploitation des distributions d'électricité précédent une étude plus spéciale de la technique de cette application. L'électricité, en tant que forme élevée de l'énergie, offre des possibilités nouvelles pour les applications thermiques; les problèmes qui se posent de ce fait sont compliqués, — seul le profane les croit très simples — car on attend davantage de l'électrothermie que le simple remplacement des combustibles; on en attend une amélioration de l'exploitation, une augmentation de valeur de la chaleur utile produite. Le consommateur doit avoir techniquement besoin de chaleur de haute qualité et doit aussi pouvoir la rétribuer en conséquence. Le besoin en chaleur produite à l'électricité, peut ainsi être considéré comme un baromètre raffiné de l'éco-

duktionsgüter eines Landes und der Lebenshaltung seiner Bevölkerung erblickt werden.

Der Stand der Elektrowärmeverwendung in der Schweiz wird an Hand einiger interessanter Zahlen dargestellt. Die Anwendungen der Elektrowärme im Haushalt, die Heisswasserbereitung, das Kochen, das Waschen und Bügeln, die Kühlung, die Raumheizung werden in ihrer Entwicklung und ihren Zukunftsmöglichkeiten beurteilt. Auf 1000 schweizerische Haushaltungen entfallen 1215 kleine Wärmeapparate, 186 Heisswasserspeicher, 122 Kochherde und 12 Kühlschränke. Die konstruktive Durchbildung der Apparate und deren Probleme werden gestreift. Ähnliche Erörterungen gelten der Anwendung der Elektrowärme im Gewerbe und in der Landwirtschaft. Die Aufgaben, die bei der in jeder Hinsicht wünschbaren, ja nötigen Förderung der Anwendung von Elektrowärme dem Benutzer, dem Fabrikanten und dem energieliefernden Werk, ferner dem SEV und dessen Materialprüfungsanstalt zufallen, werden analysiert. Es wird auch auf die Tätigkeit der Schweiz Elektrowärmekommission hingewiesen.

Hierauf werden die Anwendungen in der metallverarbeitenden und keramischen Industrie behandelt und schliesslich folgt eine allgemeine Würdigung des Problems der Raumheizung, wobei die Benützung der Wärmepumpen zur Sprache kommt.

Die Wachstumsgesetze der Elektrowärme.

B.— Die rationelle Belieferung der Wärmebedürfnisse des Landes durch Elektrizität steht erst am Anfang ihrer Entwicklung. Wird der Brennstoff auch auf diesem seinem Hauptmarkt der weissen Kohle in Zukunft das Feld räumen müssen? Die Frage kann nicht a priori beantwortet werden, denn die Wachstumsgesetze der Elektrowärme sind wesentlich durch die veränderliche Struktur des Gesamtenergiehaushaltes unseres Landes bedingt. Bekanntlich stehen sich die Bedarfsmengen in der Energieversorgung ungefähr im umgekehrten Verhältnis ihrer Wertigkeit gegenüber. Vom gesamten Nettobedarf unseres Landes entfiel im Mittel der letzten Jahre auf die höchstwertige Gebrauchsform «Licht» nur ein Anteil von etwa 1,5%. Die mechanische Arbeit beanspruchte etwa 9%, die chemisch gebundene Energie etwa 7,5% hievon. Die Gebrauchsenergie «Wärme» benötigte aber den Hauptteil, nämlich rund 82% des totalen Nettobetrages. In der Zusammensetzung dieses grossen Verbrauchsgebietes herrscht wiederum das Gesetz der Wertigkeit. Je hochwertiger die einzelne Wärmegebrauchsform ist, d. h. je höher die Gebrauchstemperatur ausfällt, umso geringer ist im allgemeinen der mengenmässige Jahresverbrauch des Landes. Am Ende der Energiewertigkeitsreihe stehen mit ihren sehr grossen Verbrauchsmengen der Dampf-, Heisswasser- und Warmluftbedarf und die Raumheizung. Wir verstehen hier die Wertigkeit der Energie im physikalischen Sinne. Es ist aber bedeutsam, dass der Wertschätzungspreis, welcher vom Abnehmer den einzelnen Energiegebrauchsformen beigemessen wird, im grossen und ganzen dem gleichen Gesetz gehorcht. Die Bedarfsmengen der einzelnen Energiekategorien stehen sich ungefähr im umgekehrten Verhältnis ihrer Wertschätzungspreise gegenüber.

Die Elektrizitätsversorgung hat sich im Laufe ihrer Entwicklung zuerst der hochwertigen Energiegebrauchsformen bemächtigt und hält heute in unserem Lande bereits den Hauptanteil hievon besetzt. Vom Landesbedarf an Lichtenergie werden

nomie de la production d'un pays et du standard de vie de sa population.

Suit un exposé de l'état actuel des applications thermiques en Suisse, appuyé de quelques chiffres intéressants, puis une étude du développement et des possibilités futures des applications domestiques: la préparation électrique d'eau chaude, la cuisine, le lavage et le repassage, la réfrigération, le chauffage des locaux. Sur 1000 ménages suisses, on compte aujourd'hui 1215 petits appareils thermiques, 186 chauffe-eau, 122 cuisinières et 12 armoires frigorifiques. L'auteur effleure ensuite la construction des appareils et ses problèmes. Des considérations analogues s'appliquent aux applications de l'électrothermie dans l'artisanat et dans l'agriculture. Il analyse les tâches qui s'imposent au consommateur, au fabricant, au distributeur, à l'ASE et à sa station d'essai des matériaux en connexion avec la diffusion désirale et nécessaire des applications électrothermiques. Un bref rappel de l'activité de la commission suisse des applications électrothermiques termine cette partie.

Un chapitre est consacré aux applications dans l'industrie des métaux, et dans l'industrie céramique. Quelques considérations générales sur le chauffage des bâtiments, tenant particulièrement compte du «thermo-pompage» terminent cette étude.

mengenmässig etwa 93% durch Elektrizität gedeckt, vom Nettobetrag der mechanischen Arbeit etwa 68%, der grössere Teil vom Rest kann aus technischen Gründen überhaupt nicht durch elektrische Energie aufgebracht werden. In der Bedarfsdeckung der gesamten Wärme weist hingegen die Elektrizität heute erst einen Anteil von etwa 6% auf. Es steht ihr demnach auf diesem Gebiete noch ein gewaltiges Feld der Entwicklung frei.

Der am Brennstoff gemessene geringe Wertschätzungspreis der Wärme stellt aber zunächst ein ernstes wirtschaftliches Hindernis der Elektrifizierung aller Wärmeanwendungen dar. Der Wärme- preis der Brennstoffenergie ist eben weit weniger kapitalbelastet als jener der Hydroelektrizität, so dass sich die Selbstkostengleichheit erst bei Benützungsdauern der Anschlussleistung einstellt, die im allgemeinen weit ausserhalb der praktisch möglichen Grenze liegen. Natürlich kann sich der eingeführte Brennstoff in Zukunft in unserem Lande wesentlich verteuren. Vorläufig bleibt jedoch die Tatsache bestehen, dass die elektrische Energie, besonders für die Wärmeanwendungen geringerer Wertigkeit, nur unter weitgehender Entlastung des Kapitalkostenanteils ihrer Selbstkosten wettbewerbsfähig ist. Die Massnahme ist aber nur durchführbar, wenn die Lieferwerke zugleich höherwertige Verwendungsarten der Elektrizität mit hinreichendem Umsatz versorgen, welche dank ihrer Preisspanne zwischen Wertschätzungspreis und Produktionskosten ein solches Umlegen fester Energie- selbstkostenanteile ohne Gefährdung der Gesamtwirtschaftlichkeit der Betriebe gestatten. Diese Voraussetzung ist beim gegenwärtigen Stand der Absatzverhältnisse und der Finanzlage vieler schweizerischer Elektrizitätsversorgungen zum Teil in reichlichem Masse vorhanden. Unsere Betrachtung lehrt jedoch, dass der mengenmässige Anteil der Elektrowärme an der Gesamterzeugung jedenfalls nicht beliebig weit getrieben werden kann. Er wird aus dem angeführten Grunde immer von der Absatz- und Preisentwicklung der übrigen Abnehmerkategorien

elektrischer Energie abhängig sein. Bei dieser Sachlage werden die Lieferbetriebe wiederum in erster Linie die Elektrifizierung der höherwertigen Wärmebedürfnisse des Landes ausbauen wollen, insoweit es sich nicht um Wärmeabsatz mit einschränkbaren Lieferquoten handelt.

Diese die Betriebswirtschaft der Elektrizitätsversorgung streifenden Ueberlegungen stellen aber nur eine Seite der Elektrowärmeentwicklung dar. Der Technik ist hierin eine nicht minder grosse Rolle zugewiesen. Das technische Problem der Wärmeerzeugung aus Elektrizität scheint bloss dem Laien geringere Schwierigkeiten zu bieten, als etwa die Umwandlung elektrischer Energie in Licht oder mechanische Arbeit. Er missachtet, dass wir von der Elektrowärme mehr erwarten dürfen, als allein den Ersatz des Brennstoffs in seiner durch die Verbrennungstechnik gegebenen Wärmewirkung. Der hochwertige Energieträger Elektrizität bietet neue Wege und neue Möglichkeiten der Wärmenutzung. Er veredelt die Wärmebetriebe. Wir stehen erst am Anfang der Verwirklichung dieser neuen Aufgaben. Doch hat die Technik in der vorgezeigten Richtung bereits Bedeutendes geleistet. Es sei als Beispiel an die Qualitätssteigerung der Ofenprodukte in der Industrie der Eisen, Metalle und Erden erinnert, an die rationelle Umgestaltung und Veredelung der Wärmebetriebe in Gewerbe, Gasthof und Haushalt und an die Möglichkeit neuer Wege der Luftkonditionierung mittels der Wärmepumpe. Viele der heutigen Lösungen sind gewiss noch nicht endgültig. Sie tragen aber alle den Stempel des technischen Fortschritts. Das Endziel ist, wie schon gesagt, die Veredelung, d. h. die Wertsteigerung der erzeugten Nutzwärme. Damit steckt sich aber die Elektrowärme von selbst die Grenzen ihrer Anwendung. Wertsteigerung heisst Anspruch auf höheren Wertschätzungspreis, heisst demzufolge Beschränkung auf jene Wärmeverbrauchskategorien, für die der Abnehmer einen Zuschlag zum Brennstoffäquivalenzpreis bezahlen kann.

Damit ist zugleich der dritte Faktor in der Elektrowärmeentwicklung aufgezeigt: die Aufnahmefähigkeit des Wärmeverbrauchers. Sie ist nach dem Vorgesagten gekennzeichnet durch die Nachfrage nach hochwertiger Nutzwärme in Industrie und Gewerbe, Landwirtschaft und Haushalt. Ob solche Wärme nun als Produktionsmittel benötigt wird oder als einfaches Konsumgut, muss in jedem Fall beim Abnehmer ein technisches Bedürfnis hiefür vorliegen und die entsprechende finanzielle Leistungsfähigkeit vorhanden sein, Voraussetzungen, welche schliesslich durch die allgemeine Wirtschaftslage des Versorgungsgebietes bedingt sind. Wenn der Gesamtenergiebedarf eines Landes als Maßstab des Bewirtschaftungsstandes seiner Produktionsgüter und der Lebenshaltung seiner Bevölkerung gelten kann, darf im Elektrowärmebedarf ein weiteres, in gewissem Sinne verfeinertes Kriterium hiefür erblickt werden.

Ueber den gegenwärtigen Stand der Elektrowärmeverwendung in der Schweiz mag folgende Zusammenstellung eine erste Orientierung bilden,

welche sich auf Erhebungen des Amtes für Elektrizitätswirtschaft und des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke stützt, zum Teil aber nur auf vorläufigen Schätzungen des Autors beruht. Die Zahlen stellen ungefähre Mittelwerte der Betriebsjahre 1937 und 1938 dar.

Tabelle I.

Abnehmer-Kategorie	Jahresverbrauch beim Abnehmer in Millionen kWh	Jahreskosten der Abnehmer für Energiebezug in Millionen Fr.
	ca.	ca.
Elektrowärme in Gewerbe, Landwirtschaft und Haushalt	600	32 730
Elektrowärme in der metallverarbeitenden und keramischen Industrie	200*)	5 000*)
Wärme zur Erzeugung von Dampf und Heisswasser in Elektrokesseln	500	6 000*)
Insgesamt	1 300	43 730

*) Geschätzte Werte.

Rechnet man für die betrachtete Zeitperiode mit einem gesamten Inlandbedarf an elektrischer Energie beim Abnehmer gemessen im Betrage von rund 4830 Millionen kWh, so entfällt auf die Elektrowärme ein Anteil von rund 27 %. Der Betrag darf im Vergleich zu anderen Elektrizitätsversorgungsgebieten als ziemlich hoch bezeichnet werden.

Statistisches über die Elektrowärme in Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft.

S. — Nachdem sich die Elektrizität für die Beleuchtung restlos und für den Antrieb von Maschinen weitgehend durchgesetzt hat, kann in neuerer Zeit in der Schweiz und im Ausland eine erfreuliche und anhaltende Entwicklung auf dem Gebiet der elektrischen Wärmeerzeugung festgestellt werden. Für die Schweiz hat die Elektrowärme eine besonders grosse Bedeutung. Mit jedem elektrothermischen Gerät, welches in Betrieb gesetzt wird, kann eine bestimmte Menge meist aus dem Ausland stammender Brennstoffe eingespart werden. Dadurch wird unsere nationale Energiewirtschaft unabhängiger, und in Zeiten erschwerter oder gesperrter Brennstoffzufuhr wird durch die Elektrowärmegeräte die Deckung des Wärmebedarfs wesentlich erleichtert.

Aus Erhebungen des VSE bei 243 schweizerischen Elektrizitätswerken, welche ein Gebiet mit 3,532 Millionen Einwohnern (86% der Gesamtbevölkerung der Schweiz) und mit 888 800 Haushaltungen mit Elektrizität versorgen, ergibt sich ein guter Ueberblick über die heute im Betrieb stehenden Elektrowärmegegeräte. Es waren auf Ende 1937 im oben umschriebenen Gebiet z. B. 110 000 Kochherde, 165 000 Heisswasserspeicher, 1 080 000 kleine Wärmeapparate für den Haushalt und 10 900 Haushaltkülschränke angeschlossen, ferner 1060 Backöfen in Bäckereien und Konditoreien und 6600 gewerbliche Külschränke. Der Anschlusswert dieser 1,374 Millionen Geräte betrug auf Ende 1937

1 471 620 kW. Die Energieabgabe und die daraus resultierenden Einnahmen für die Werke verteilten sich wie folgt auf die einzelnen Gruppen:

Tabelle II.

	Jährlicher Energieverbr. kWh	Einnahmen der Werke Fr.
Kochherde in Haushaltungen und Grossküchen	152 350 000	9 655 000
Heisswasserspeicher	306 000 000	10 300 000
Kleine Wärmeapparate für Haushaltung	90 000 000	10 100 000
Haushaltkühlschränke	4 020 000	455 000
Gewerbliche Kühlschränke	10 700 000	1 050 000
Backöfen in Bäckereien und Konditoreien	36 600 000	1 170 000
<i>Total</i>	599 670 000	32 730 000

Aus den genannten Zahlen geht hervor, welche grosse Bedeutung die Verwendung von Elektrowärme bereits heute erlangt hat. Setzt man die Zahl der angeschlossenen Geräte in Beziehung zur Zahl der Haushaltungen, so ergeben sich auf je 1000 Haushaltungen des untersuchten Gebietes 1215 kleine Wärmeapparate, 186 Heisswasserspeicher, 122 elektrische Haushaltkochherde und 12 Haushaltkühlschränke. Berücksichtigt man, dass in jedem Haushalt eine Kochgelegenheit notwendig und eine Heisswasseranlage sehr erwünscht ist und ferner ein Kühlschrank verwendet werden könnte, so sieht man sofort, dass von einer Sättigung des Marktes mit Elektrowärmegeräten noch lange nicht gesprochen werden kann. Bleibt die Konkurrenzfähigkeit der elektrischen Apparate und der elektrischen Energie gewahrt oder wird sie sogar noch verbessert, so ist noch eine andauernde starke Absatzentwicklung zu erwarten.

Die Elektrowärme im Haushalt.

S.— Die vermehrte Anwendung der sauberer, fast oder ganz automatisch arbeitenden Elektrowärmegeräte entspricht ganz der heutigen Tendenz nach Vereinfachung und Erleichterung der Hausfrauenarbeit unter Verwendung moderner technischer Hilfsmittel. Voraussetzungen für die weitere Verbreitung bereits angewandter und die Einführung neuer elektrischer Geräte sind neben den selbstverständlichen Anforderungen an grosse Lebensdauer, Betriebssicherheit und Gefahrlosigkeit auch Anschaffungs- und Betriebskosten, welche mit der finanziellen Leistungsfähigkeit der für ein neues Gerät zu gewinnenden Kreise in einem vernünftigen, auf die Dauer tragbaren Verhältnis stehen müssen.

Sehr verbreitet und geschätzt ist die *elektrische Heisswasserbereitung* mit 186 Heisswasserspeichern pro 1000 Haushaltungen und einem totalen jährlichen Energieverbrauch von 306 Millionen kWh. Diese Heisswasseranlagen sind so allgemein bekannt, dass auf ihre Konstruktion hier nicht näher eingegangen werden muss. Die Werke haben seinerzeit die Heisswasserspeicher mit ausschliesslicher Nachaufheizung lebhaft gefördert, um die in der Nacht sehr schwach belasteten Anlagen und die in den Laufwerken anfallende, nicht speicherbare Energie

besser ausnutzen zu können. Obwohl die Nachaufheizung bei richtiger Bemessung der Speicher und bei einigermassen regelmässigem Heisswasserverbrauch vollständig befriedigt, gibt es doch auch Fälle, bei denen die reine Nachaufheizung zu wenig elastisch ist. Dies hat dazu geführt, dass einerseits besonders die in der Küche oft verwendeten Speicher mit 30 bis 50 Liter Inhalt auch für Tagesaufheizung zugelassen und ferner die kleinen Schnellheizspeicher mit 6 bis 8 Liter Inhalt und einer von der Leistung abhängigen Aufheizdauer von 15 bis 30 Minuten mit gutem Erfolg eingeführt wurden. Der Durchlauferhitzer, welcher für gewisse Spezialfälle in Gewerbe und Industrie verwendet wird, hat für Haushaltungen nur ausnahmsweise Eingang gefunden, und zwar vor allem deshalb, weil für genügende Leistungsfähigkeit sehr grosse elektrische Leistungen nötig sind, welche von den Werken in sehr vielen Fällen gar nicht zugelassen werden könnten. — Wichtig ist bei den Heisswasserspeichern die Wahl des Materials. Nachdem die vielfach verwendeten eisenverzinkten Speicherkessel erfahrungsgemäss in sehr vielen Gegenden der Schweiz durch das vorhandene Wasser stark angegriffen werden, wäre zu empfehlen, dass grundsätzlich alle Heisswasserspeicher aus einem dauernd korrosionsbeständigen Material hergestellt würden. — Die vor allem in Deutschland wegen der Rohstofflage gebauten Heisswasserspeicher mit Behältern aus Porzellan oder Glas sind in der Schweiz erst in einigen Mustern vertreten und es liegen eindeutige eigene Betriebserfahrungen mit dieser Bauart noch nicht vor. — In Mehrfamilienhäusern nimmt die zentrale Heisswasserbereitung zu, wofür Elektrizität gelegentlich ganzjährig, öfter aber nur im Sommer benutzt wird. Für Heisswasserleitungen werden immer häufiger dünnwandige Kupferrohre kleinen Durchmessers verwendet, je nach Bedürfnis mit oder ohne Wärmeschutz. Nebeneinander liegende Heisswasserrohre werden oft gemeinsam isoliert, und vereinzelt wird, um Abkühlung des in den Rohren ruhenden Wassers zu vermeiden, neuestens sogar ein elektrisches Heizkabel in das Rohrbündel mit eingelegt.

Das *elektrische Kochen* in der Haushaltung hat besonders in ländlichen Gegenden, wo der saubere elektrische Herd gegenüber dem immerhin einige Aufmerksamkeit und Bedienung erfordern Holz- oder Kohlenherd eine fühlbare Entlastung der Hausfrau bringt, eine starke Verbreitung erlangt. Kennzeichnend für die Entwicklung der elektrischen Küche in der Schweiz sind einmal die ausserordentlich starke Bevorzugung des Kochherdes mit Backofen gegenüber dem Rechaud und ferner die nun bei allen Fabrikaten anzutreffende Ausrüstung der Herde mit einer oder mehreren Platten mit erhöhter Leistung und teilweise auch verminderter Masse zur weiteren Verkürzung der Ankochzeiten. In der Schweiz wird praktisch nur die ebene, nicht glühende Platte mit Uebertragung der Wärme von der Platte auf den Pfannenboden durch Wärmeleitung verwendet. Die kochkistenähnlichen Geräte mit elektrischer Heizung kleiner Leistung, welche im

Auslande eine gewisse Bedeutung erlangt haben, konnten in der Schweiz nicht Fuss fassen.

Eine immer wiederkehrende, nicht immer leichte Arbeit ist im Haushalt das *Waschen und Bügeln*. In der elektrifizierten Waschküche wird der grösste Teil der anstrengenden Arbeit von der elektrisch angetriebenen und elektrisch beheizten Waschmaschine übernommen und so die Wäscherin sowohl von der mechanischen Arbeit des eigentlichen Waschens, als auch von der Ueberwachung und Bedienung der Feuerung entlastet. — Das elektrische Bügeleisen ist in jeder schweizerischen Haushaltung zu finden. Der Wunsch, sowohl schwere feuchte Wäsche ohne Unterbrechung, als auch feinste Ware ohne Gefährdung bügeln zu können, hat zur Entwicklung von Bügeleisen mit erhöhter Leistung und je nach der Art des Bügelgutes einstellbarem Regler geführt. Diese Eisen mit Temperaturregler sind naturgemäss etwas teurer als Bügeleisen ohne Regler, aber sie werden von den Frauen sehr geschätzt. Es ist zu erwarten, dass Bügeleisen in dieser Richtung noch weiter entwickelt und verbessert werden. Falls die Zuleitung der Bügeleisen als störend empfunden werden sollte, so können die schnurlosen elektrischen Bügeleisen verwendet werden, bei denen abwechslungsweise das eine Eisen mit eingebautem Heizkörper über die Kontaktstifte des Abstellrostes aufgeheizt wird, während man mit dem andern Eisen so lange bügelt, bis die darin aufgespeicherte Wärme verbraucht ist. Eine wesentliche Vereinfachung des Bügeln bringt die neu in den Handel gekommenen Haushaltbügelmaschinen.

Die *elektrische Kühlung* im Haushaltbetrieb befindet sich zur Zeit in der Schweiz im Stadium der Einführung in grösserer Stückzahl. Wohl bilden die über 10 000 Haushaltkülschränke, welche bereits angeschlossen sind, einen schönen Anfangserfolg, aber auf 1000 Haushaltungen trifft es erst 12 Haushaltungskülschränke. Die zahlreich im Handel erhältlichen Külschränke haben in technischer Beziehung bereits einen sehr hohen Stand der Entwicklung erreicht, und zwar sowohl der seines Einfachheit wegen bekannte Absorptions-Külschrank, als auch die verschiedenen Systeme des Kompressor-Külschrankes. Für Haushaltkülschränke werden sich wohl beide Bauarten nebeneinander bewähren, wogegen für grössere Anlagen der Kompressorkülschrank wegen dem besseren Wirkungsgrad vorteilhafter ist. Wenn der Elektrokülschrank bei uns noch nicht Allgemeingut geworden ist wie z. B. in USA, wo vielfach bereits über 50% der an das Netz angeschlossenen Abonnenten einen elektrischen Külschrank besitzen, so ist das neben den Unterschieden im Klima und der dadurch bedingten Vorliebe für Gefrorenes in USA auch darauf zurückzuführen, dass bei uns im Verhältnis zu andern Konsumgütern und zum allgemeinen Lohnniveau die Preise für Külschränke noch verhältnismässig hoch sind.

Die *elektrische Raumheizung* wird wegen der ständigen Betriebsbereitschaft und der einfachen Bedienung vom Publikum sehr geschätzt, was auch dadurch bewiesen wird, dass in den letzten Jahren

von den Fabrikanten in der Schweiz jährlich 7700 bis 11 500 Strahler und elektrische Heizöfen geliefert wurden. Die Einführung der elektrischen Raumheizung als Vollheizung wird wegen der grossen, nur im Winter benötigten Leistungen und Energie Mengen nicht allgemein, sondern nur in Spezialfällen in Frage kommen. Hingegen ist die elektrische Raumheizung für die Uebergangszeit vorteilhaft und beliebt. Neben den schon lange bekannten Strahlern und Heizkörpern mit glühenden Widerständen sind in neuerer Zeit auch Konstruktionen auf den Markt gekommen, bei welchen die Heizelemente eine tiefere Betriebstemperatur (60 bis 80° C) und dafür eine grössere Oberfläche aufweisen.

Eine Förderung der elektrischen Raumheizung in grösseren Gebäuden kann erwartet werden durch die nun durchgeföhrten praktischen Grossversuche mit Wärmepumpenanlagen, welche im letzten Abschnitt behandelt werden.

Die Elektrowärme im Gewerbe.

S. - Im Gewerbe gibt es sehr viele Arbeitsvorgänge, bei denen die Elektrowärme mit Vorteil angewendet wird und viele bisher noch zu wenig beachtete Anwendungsgebiete sind erst noch zu erschliessen. Bei der Einführung von Elektrowärme im Gewerbe handelt es sich im Gegensatz z. B. zum Haushalt sehr oft um Spezialfälle, welche nur durch enge Zusammenarbeit zwischen dem Betriebsinhaber, dem Erbauer der Elektrowärmeapparate und dem energieliefernden Werk in befriedigender Weise gelöst werden können.

Ein bedeutendes Anwendungsgebiet der Elektrowärme ist das Lebensmittelgewerbe. An erster Stelle stehen hier die Grossküchen. Während man in der Schweiz noch im Jahre 1920 erst 27 Elektro-Grossküchen zählte, waren es Ende 1938 bereits deren 1582 mit einem Gesamtanschlusswert von rund 58 000 kW. Welche Möglichkeiten für die weitere Verbreitung der elektrischen Grossküchen noch bestehen, geht aus der Tatsache hervor, dass nach der eidgenössischen Betriebszählung in der Schweiz rund 30 000 Grossküchen im Gastgewerbe, in Krankenanstalten, Sanatorien und Metzgereien vorhanden sind. Bei den meisten dieser Anlagen wird heute noch Kohle, Holz oder Gas verfeuert und nur etwa 5% der gesamten Küchen benützen die Elektrizität als Wärmequelle. Gerade in letzter Zeit hat aber der Auftragsbestand von Koch- und anderen Wärmegeräten für das Gastgewerbe in bemerkenswerter Weise zugenommen.

In Metzgereien und Wurstereien werden neben den verschiedenen elektrischen Kocheinrichtungen auch elektrisch geheizte Heiss-Räucheranlagen verwendet.

Die elektrisch betriebenen Bäckerei- und Konditoreiöfen konsumieren laut Tabelle II jährlich für fast 1,2 Millionen Franken elektrische Energie. Dazu ist zu bemerken, dass in der Schweiz heute erst ungefähr der 20. Teil aller vorhandenen Betriebe genannter Art elektrifiziert ist. Auch hier ist noch mit einer starken Entwicklung zu rechnen. Voraussetzung ist allerdings die Verwendung von

nach neuesten Gesichtspunkten gebauten Backöfen mit vorzüglicher Isolierung und guter Anpassung an die jeweiligen Bedürfnisse des betreffenden Betriebes. Am besten scheint sich für Brotbäckereien der Halb-Akkumulierofen zu eignen, weil dieser vorteilhaft während der Nacht aufgeheizt und nach Bedürfnis auch tagsüber nachgeheizt werden kann. Es ist auch erwähnenswert, dass bereits verschiedene Grossbäckereien, z. B. diejenigen der Konsumvereine Winterthur und Basel, mit bestem Erfolg elektrisch betrieben werden.

Auch bei zahlreichen anderen Gewerbezweigen, die sich mit der Verarbeitung, Herstellung und Kon servierung von Lebensmitteln befassen, wird sowohl Elektrowärme, als auch die elektrische Kühlung in stets zunehmendem Masse verwendet.

Im metallverarbeitenden Gewerbe hat die Elektrowärme bis jetzt noch nicht die Bedeutung und Verbreitung gefunden wie beispielsweise im Lebensmittelgewerbe. Immerhin kann auch hier eine im Zunehmen begriffene Entwicklung festgestellt werden. Im Vordergrund stehen die Glüh-, Schmelz- und Härteöfen, bei welchen die sehr exakte Temperaturinstellung, die Zuverlässigkeit und die hohe Wirtschaftlichkeit der Elektrowärme und weiter ihr Vorzug geschätzt wird, keine das zu behandelnde Material angreifenden Verbrennungsgase zu erzeugen. Grosse Verbreitung hat auch die Elektroschweißung gefunden. Diese Art des Zusammenfügens metallener Konstruktionsteile bietet gegenüber genieteten und verschraubten Teilen wesentliche Materialersparnis und deshalb niedrigere Gestehungskosten. Im Kampf um den Export sind daher geschweißte Konstruktionen besonders wichtig, weil neben der Materialersparnis auch die Fracht- und Zollkosten bedeutend reduziert werden können.

In der Holzbearbeitungsbranche haben heute neben den elektrisch beheizten Fournierplatten und Leimkochern die neuerdings entwickelten Holztrocknungsanlagen Aussicht auf weitgehende Verbreitung.

In Druckereien und allgemein im graphischen Gewerbe ist ebenfalls eine zunehmende Verbreitung der Elektrowärme festzustellen. Sie wird hier für Schmelz- und Trockenöfen, Wärmeplatten, Pressen und dergleichen angewendet.

Während im Bekleidungsgewerbe die Elektrowärme bereits schon grössere Verbreitung gefunden hat, z. B. bei Bügeleinrichtungen, ist in Wäschereien vorwiegend noch Holz- und Kohlefeuerung anzutreffen.

Ein grösseres Anwendungsgebiet der Elektrowärme bietet das überall zahlreich vorhandene Coiffeurgewerbe. Sie findet hier mannigfaltige Anwendung bei der Haar-Behandlung. Der erhebliche Bedarf an Heisswasser wird weitgehend durch den Elektroheisswasserspeicher gedeckt.

Die Elektrowärme in der Landwirtschaft.

S. - Auf die starke Verbreitung der Elektroküche in der Landwirtschaft wurde bereits hingewiesen. Mit ihr hat auch die elektrische Heisswasserberei-

tung im bäuerlichen Haushalt in beachtenswertem Mass Eingang gefunden. Neben dieser allgemeinen Verwendung der Elektrowärme gibt es noch weitere Anwendungsgebiete, die erst in neuerer Zeit erschlossen worden sind. Die künstliche Gras trocknung findet wegen ihrer grossen Vorteile hinsichtlich Erhaltung der wertvollen Nährstoffe und Verminderung der Gefahr des Gährens wachsende Beachtung. Sie befindet sich aber noch im Versuchsstadium: es ist fraglich, ob die Elektrizität hier ausser für die Förderung von Luft und Gras auch für deren Erwärmung als wirtschaftlich befunden werden wird. — Die Elektrowärme wird ferner angewandt bei der Futterbereitung, zum Dören von Obst und Gemüse, für Moststerilisation, für die Heizung von Brut-Apparaten, sowie zur Bodenheizung bei Triebbeeten.

Die Förderung der Verwendung von Elektrizität für Wärmezwecke ist ein nationales Gebot, welches zum Wohle der Gesamtheit nur mit Hilfe einer sachlichen, plausiblen Werbung verwirklicht werden kann, weil im Gebiete der Wärmeerzeugung die Elektrizität meist in Konkurrenz mit den oft ausländischen Brennstoffen steht. Im Rahmen einer zielbewussten Werbung ist jede wirtschaftlich tragbare Anwendung der Elektrowärme zu fördern, mag es sich nun um einen Kochherd, Heisswasserspeicher oder nur um einen Brotröster oder Tauchsieder handeln. Gerade die kleinen, unscheinbaren Geräte, welche den Haushalt irgendwie vereinfachen oder erleichtern, helfen mit, die psychologische Voraussetzung für Vollelektrifizierung der Haushaltungen ins Volk zu tragen, nämlich die Ueberzeugung, dass es nicht nur bei Licht und Kraft, sondern auch bei der Wärme mit Elektrizität besser, sauberer, rascher und eher billiger geht. Elektrowärme muss zu einem immer und überall geschätzten und unentbehrlichen Helfer werden.

Das Teilgebiet der Anwendung der Elektrowärme im Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft unterscheidet sich in verschiedenen Beziehungen z. B. von der industriellen Verwendung von Elektrowärme sowohl für den Käufer und den Fabrikanten der Geräte, als auch für das energieliefernde Werk.

Der Käufer verlangt von den Elektrowärmege räten vor allem einfache Bedienung, niedere An schaffungs-, Unterhalts- und Energieverbrauchs kosten. Der Käufer von Haushaltgeräten fällt seinen Entscheid für oder gegen elektrischen Betrieb oder für dieses oder jenes Fabrikat nicht wie ein Betriebsleiter einer Fabrik, nur auf Grund von technischen Ueberlegungen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen, sondern er verlangt entsprechend dem hohen Standard der Wohnungseinrichtungen, dass die Haushaltgeräte weitgehenden Ansprüchen in Form- und Farbgebung entsprechen. Oft kann man beobachten, dass in der Schweiz nicht nur bei Elektrowärmegegeräten die schöner ausgeführten und ansprechenden Apparate trotz oft erheblichen Preis unterschieden den einfacheren, aber durchaus zweckmässigen Modellen vorgezogen werden.

Für den Fabrikanten stellt sich die Aufgabe, gute und zweckmässige Geräte zu liefern, welche in

jeder Beziehung sowohl gegenüber den elektrischen Geräten anderer Herkunft, als auch gegenüber den dem gleichen Zweck dienenden, mit Brennstoff betriebenen Einrichtungen konkurrenzfähig sind. Die Sucht des Publikums nach immer Neuem bringt den Fabrikanten von Elektrowärmegeräten ab und zu in Versuchung, möglichst bald wieder neue Modelle herauszubringen, um mit dem Neuesten bessere Verkaufsaussichten zu haben. Ein allzu häufiger Wechsel erlaubt aber nicht, die vorhandenen Einrichtungen für ein bestimmtes Modell voll auszunutzen und zu amortisieren, so dass das einzelne Stück teurer wird. Die Herstellung weniger, gut durchentwickelter Modelle in grossen Serien mit entsprechend niedrigem Preis ist aber neben der Tarifgestaltung der Elektrizitätswerke eine der Voraussetzungen für die gute Absatzentwicklung. Auch wenn man der Schaffung von sogenannten Feierjahren, in denen von der ganzen Industriegruppe keine neuen Modelle auf den Markt gebracht werden dürfen, ablehnend gegenübersteht, wird man zugeben müssen, dass dieser Gedanke vom volkswirtschaftlichen Standpunkte aus stichhaltig begründet werden kann.

Für die *Elektrizitätswerke*, welche durch die beträchtlichen in ihren Anlagen investierten Kapitalien grosse feste Kosten haben, ist es ein unumgängliches Gebot der Selbsterhaltung, den Energieverkauf vor allem in denjenigen Gebieten zu fördern, welche sowohl eine gute Benutzungsdauer der jederzeit verfügbar zu haltenden Leistung wie auch einen von wirtschaftlichen Krisen möglichst unbeeinflussten Energieabsatz versprechen. Gerade die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass der Energieverkauf für Haushaltzwecke weitgehend krisenfest ist. Die relativ einfache Wärmespeicherung in den Geräten der Abonnierten ermöglicht dem Werk ferner, die Wärmebelastung teilweise (Heisswasser, Backöfen, Speicheröfen für Raumheizung) in eine ihm passende Zeit zu verlegen, in der seine Anlagen durch die Abgabe für andere Zwecke schwach belastet sind. — In der Absicht, künftige Energiekonsumenten zu gewinnen, greifen manche Elektrizitätswerke beim Verkauf grösserer Apparate, wie Kochherde, Heisswasserspeicher und Kühlschränke, durch Gewährung von Subventionen oder durch Einräumung zum Teil langfristiger Zahlungsmöglichkeiten helfend ein. — Ebenso wichtig ist aber für die Verbreitung der Elektrowärmegeräte, dass die Elektrizitätspreise angemessen niedrig sind, dass der Tarif einfach und klar ist und dass ferner der Gebrauch der Apparate nicht mehr als unumgänglich nötig durch Sperrzeiten und Spezialtarifstecker eingeengt wird.

Eine wichtige Voraussetzung für die Verbreitung der Elektrowärmegeräte sind betriebssichere und gefahrlose Geräte. Einen wesentlichen Anteil an der praktischen Durchführung dieses Gedankens hat die *Materialprüfanstalt des SEV* und die mit ihr zusammenarbeitende, vom SEV und VSE gemeinsam bestellte «*Beratungsstelle der Materialprüfanstalt für Prüfprogramme und Anforderungen an Haus-*

haltapparate». Es wurden für verschiedene Geräte, wie Kochplatten, Kochherde, Heizkissen, Durchlauferhitzer, Kocher, Haushaltungskühlschränke, Bügeleisen, Apparate für Haarbehandlung und Massage und Heisswasserspeicher bereits «Anforderungen» in Kraft gesetzt. Diese «Anforderungen» enthalten z. B. über die mechanische und elektrische Festigkeit der Geräte Vorschriften, welche durch die unsachgemässen und manchmal sogar fahrlässige Behandlung der Geräte im Betriebe bedingt sind. Es ist keine leichte Arbeit, zu bestimmen, wie weitgehend die Vorschriften sein sollen, denn wenn auch einerseits Elektrogeräte, welche die nicht immer zu vermeidenden Ueberbeanspruchungen im Betrieb ohne Schaden aushalten, eine nötige Voraussetzung für die weitere Verbreitung der Elektrowärme bilden, so wirken doch auch anderseits allzuweitgehende Vorschriften preiserhöhend und damit hemmend auf den Absatz.

Für die Förderung der Anwendung der Elektrowärme in der Schweiz wurde im Jahr 1937 gemeinsam vom SEV, VSE und von der «*Elektrowirtschaft*» die *Schweiz. Elektrowärmekommission* gegründet, deren Unterkommission B sich entsprechend dem in der Zeitschrift «*Elektrizitätsverwertung*» Nr. 7/8, Jahrgang 1937/38, veröffentlichten Arbeitsprogramm mit allen Fragen der Anwendung und Förderung der Elektrowärme in Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft befasst und den Erfahrungsaustausch in diesem Gebiete organisiert. Die Kommission hat bereits verschiedene aktuelle Fragen behandelt und zur Gewinnung weiterer Unterlagen über die Elektrowärme im Haushalt eine Umfrage bei Werken und Fabrikanten veranstaltet, über deren wichtigste Ergebnisse ein eingehender Bericht in Arbeit ist; diese Umfrage diente auch dem vorliegenden Artikel.

Die Elektrowärme in der metallverarbeitenden und keramischen Industrie.

B.—Das genannte Gebiet stellt eine grosse Auswahl von Anwendungsmöglichkeiten der Elektrowärme zur Verfügung, von denen jedoch zur Zeit erst ein Teil verwirklicht ist, hauptsächlich jene, für welche die Vorteile des Elektrobetriebes in der Praxis besonders evident sind. Im Folgenden wird eine Auswahl hievon, ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu machen, kurz besprochen. Hiebei ist vom Berichterstatter u. a. auch das im Besitz der Schweizerischen Elektrowärmekommission befindliche Erfahrungsmaterial zu Rate gezogen worden, im besondern die Berichte der Fachexperten H. Gugler, Zürich und G. Keller, Brugg. Bei diesem Anlass sei auch auf die Arbeit von E. Fankhauser im «*Schweiz. Energiekonsument*», 1935, Nr. 5, hingewiesen.

Man kann die allgemeinen Vorteile, welche die Elektrowärme auf Grund der bisherigen Erfahrungen in der Praxis gegenüber den Brennstoffbetrieben aufweist, etwa wie folgt zusammenfassen:

1. Bessere Ausbeute der aufgewendeten Rohenergie;
2. Qualitätssteigerung des Ofenproduktes zufolge genauer Beherrschung und Regulierung des Wärme-

prozesses hinsichtlich Wärmeleistung, Einhaltung und Regulierung der Temperatur;

3. Erleichterte Bedienung, evtl. unterstützt durch automatische Ueberwachung des Ofenbetriebes;

4. Verbesserung der Arbeitsbedingungen für das Betriebspersonal dank grösserer Sauberkeit des Betriebes, Wegfall der Rauchbildung und sonstiger Abgase im Arbeitsraum;

5. Geringerer Platzbedarf der Einrichtung, Fortfall der Lagerräume für den Brennstoff.

Für die *Wärmebehandlung der Werkstoffe und Halbfabrikate* sind in den schweizerischen metallverarbeitenden Industrien und in den keramischen Betrieben mehr als 600 Elektroöfen von den kleinsten bis zu sehr grossen Abmessungen mit Anschlussleistungen bis zu 500 kW und mehr im Betrieb. Die verwendeten Muffel- und Salzbadöfen zum Härteln, Vergüten, Einsetzen, Glühen und Anlassen können verhältnismässig leicht den von den Industrien gestellten Anforderungen hinsichtlich der Betriebsgrössen und der Ofendimensionen angepasst werden. Die erzielte Mannigfaltigkeit der heutigen Formen und die Leistungsfähigkeit zeugen für die evideute betriebliche Ueberlegenheit der Elektroöfen auf diesem Gebiet. Dies gilt besonders auch in der Werkzeugmacherei, die heute Härtetemperaturen von 1350° C und mehr verlangt und hiebei auf genaues Regulieren und Festhalten der eingestellten Temperatur grosses Gewicht legt. Die hier erzielten Leistungen des Elektrobetriebes können vom Brennstoffofen nicht mehr erreicht werden.

Auch die elektrischen *Emaillieröfen* und die *Brennöfen* der keramischen Industrie sind dem brennstoffbeheizten Ofentyp betrieblich überlegen. Der Arbeitsprozess vollzieht sich in völlig reiner Atmosphäre bei sehr gleichmässiger Temperaturverteilung und ermöglicht damit eine bemerkenswerte Qualitätssteigerung der Ofenprodukte.

Die *Feuerverzinkerei* bietet ebenfalls ein interessantes Anwendungsgebiet der Elektrowärme und es liessen sich in den schweizerischen Betrieben namhafte Energiebeträge hiefür verwenden. Der rechnungsmässige Nachweis der Ueberlegenheit des Elektrobetriebes ist schon mehrfach von fachmännischer Seite aus geleistet worden. Man ist aber bis heute hierzulande noch nicht über die ersten Anfänge der Elektrifizierung hinausgekommen.

Der Wirkungsgrad dieser mit Widerstandsheizung arbeitenden Elektroöfen liegt naturgemäss weit über den entsprechenden Werten der bisherigen Ausführungen mit Brennstoff. Je nach Grösse und Bauart arbeiten die Brennstofföfen mit einer Wärmeausbeute der Rohenergie von 15 bis 50 %, wogegen unter sonst gleichen Betriebsbedingungen der Elektrobetrieb Werte in der Gegend von 90 % aufweist. Die Ofen stellen betrieblich für die Elektrizitätsversorgungen einen günstigen Abnehmer dar, der ohne heftige Lastschwankungen und ohne Blindlastbedarf oft ziemlich hohe Benützungsdauern erreicht, wenn sich der Ofenbetrieb den dahinzielenden Wünschen des Energielieferwerks anpassen lässt. Gelegentlich kann ein Teil des Energiebedarfs in die Nachtstunden verlegt werden; besonders

günstig liegen diesbezüglich die Verhältnisse in der keramischen Industrie.

Das *elektrische Schmelzen von Roh- und Bruch-eisen* in den schweizerischen Giessereien stellt eine technisch und wirtschaftlich verlockende Aufgabe dar, liessen sich doch durch den Ersatz in unseren Betrieben insgesamt etwa 100 Millionen kWh pro Jahr für die Schmelzprozesse aufwenden. Freilich wäre hiezu ein ziemlich erhebliches Investitionskapital für die an sich höher im Preise stehenden Elektroöfen erforderlich; abgesehen davon müsste in einer Reihe von Eisengiessereien die bisherige Betriebsweise umgestellt, d. h. dem Elektrobetrieb angepasst werden. Die bisherigen Erfahrungen mit den elektrischen Schmelzöfen sind sowohl hinsichtlich der Qualität des Prozesses, als auch der übrigen betrieblichen Verhältnisse vielversprechend. Trotzdem ist noch viel Aufklärungs- und Entwicklungsarbeit seitens aller Beteiligten zur Erzielung einer allgemeineren Verbreitung des Elektrobetriebes in unseren Giessereien erforderlich.

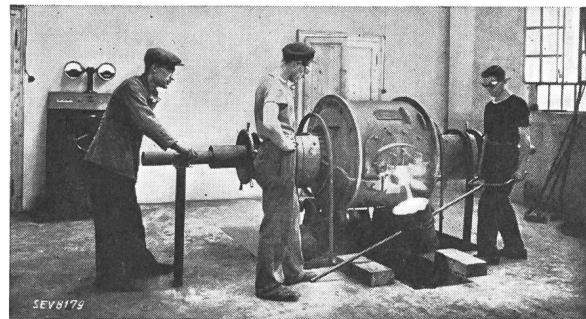


Fig. 1.
Einphasen-Lichtbogen-Trommelofen für Grauguss u. Stahlguss.
Charge ca. 150 kg, Anschlusswert ca. 100 kW

Zum Schmelzen von Grauguss kommen praktisch nur Lichtbogenöfen in Betracht. Für Leistungen mit Chargengewichten bis zu etwa 1 t wird bei uns der einphasige Roll- oder Schaukelofen verwendet, welcher die Lichtbogenwärme allein durch Strahlung an das Schmelzgut abgibt. Grössere Chargen werden mit dem aus der Stahlfabrikation bekannten *Heroult*-Ofen im dreiphasigen Betrieb verarbeitet. Während der *Kupolofen* eine Wärmeausnutzung des Brennstoffs von etwa 30 % aufweist, kann im Elektroofen die Ausbeute der Rohenergie auf den doppelten Wert gebracht werden. Der Energieverbrauch pro 100 kg geschmolzenen Grauguss wird zu 600 kWh, für Stahlguss zu 700 bis 750 kWh angegeben. Das elektrische Schmelzen bietet gegenüber dem *Kupolofen* den Vorteil besserer Treffsicherheit und die Möglichkeit der Herstellung kohlenstoffärmer Legierungen. Ebenso gelangt natürlich die im *Kupolofen* sich einstellende Qualitätsverschlechterung des Gusses durch Schwefelaufnahme in Wegfall. Die genannten Vorteile machen den Elektroschmelzofen besonders für die Erzeugung von Qualitätsguss geeignet. Ob sich der Elektrobetrieb auch allgemein auf die Herstellung gewöhnlicher Gussqualitäten ausdehnen lässt, ist nach Ansicht der Giesserei-Fachleute heute noch nicht ab-

geklärt. Vor allem steht der wesentlich höhere Anschaffungspreis des Elektroofens im Weg, nicht zuletzt auch die Schwierigkeit der erforderlichen Betriebsumstellungen. Häufig werden neben dem Elektroofen ein oder mehrere Kupolöfen betrieben, aus deren Kombination sich sowohl für den Gießereibetrieb wie für das Energielieferwerk wirtschaftlich besonders günstige Verhältnisse ableiten lassen.

Die Heroultöfen sind bekanntlich sehr unruhige Energieabnehmer. Die Rückwirkung der heftigen Lastschwankungen lassen sich allerdings durch eine gute automatische Elektroden-Regulierung und durch Vorschaltung von Reaktanzen im Elektrodenstromkreis mildern. Demgegenüber weisen die einphasigen Rollöfen ihrer oben skizzierten anderen Betriebsweise wegen keine Stromstöße auf. Ihr betrieblicher Nachteil liegt aber für die Elektrizitätsversorgungsbetriebe in der einphasigen Belastung der Drehstromnetze. Die Rückwirkungen auf die Spannungssymmetrie sind freilich, wie viele Anwendungsbeispiele im Ausland zeigen, praktisch nicht erheblich. Man hat den Eindruck, dass unsere Betriebsleitungen auf der Energielieferseite in dieser Frage gelegentlich zu ängstlich sind.

Das *Schmelzen von Metallen und Metalllegierungen* auf elektrischem Wege hat in den schweizerischen Betrieben schon starken Eingang gefunden. Die Betriebserfahrungen lauten durchwegs günstig. Die betreffenden Elektroöfen arbeiten ebenfalls mit Lichtbogenwärme.

Das *elektrische Trocknen von Gussformen* in den schweizerischen Gießereien könnte bei vollständiger Durchführung ebenfalls recht bedeutende Energiemengen aufnehmen, welche zudem in der Hauptsache nur während der Nachtstunden benötigt würden. Der Brennstoffersatz durch Elektrowärme stösst aber auf diesem Gebiet auf recht tiefe Wertschätzungspreise, wenn nicht neue, dem Elektrobetrieb angepasste Ausführungen und Verfahren verwendet werden, welche eine ganz wesentliche Steigerung der Rohenergieausbeute im Vergleich zu den heutigen Methoden mit Brennstoff erbringen und damit eine Wertsteigerung der erforderlichen Nutzwärme. Die Industrie bringt sowohl für das Trocknen in geschlossenen Kammern, als auch am Formplatz solche Lösungen in Vorschlag, die technisch und wirtschaftlich gute Resultate aufweisen. Im übrigen stehen schon seit mehreren Jahren in einigen schweizerischen Giessereien elektrisch beheizte Trockenkammern mit gutem Erfolg in Betrieb. Die Anlagen können wahlweise auf Brennstoff umgestellt werden, sodass der auch für diese neuen Konstruktionen immer noch tiefe Wertschätzungspreis durch die Einschränkungsmöglichkeit beim Lieferwerk tragbar wird.

Die Elektrowärme in der Raumheizung.

B. — Die Raumheizung beansprucht in unserem Lande im mittleren Winter etwa 35 % des gesamten Jahres-Nettowärmebedarfs, eine Energiemenge, welche, wollten wir sie auf dem Wege der einfachen Widerstandsheizung elektrisch aufbringen, die Winter-

leistungsfähigkeit der bestehenden und noch ausbauwürdigen Wasserkräfte übersteigen müsste. Abgesehen hiervon ist der Wertschätzungspreis der Raumheizwärme auch bei Verfeuerung hochwertiger Brennstoffe wie Koks oder selbst Oel, derart niedrig, dass an einen grosszügigen Ersatz des Brennstoffs auf diesem Gebiet nicht zu denken ist, wenigstens nicht mit den bisherigen Geräten zur Umwandlung elektrischer Energie in Wärme. Auch die ergänzungsweise Heranziehung der Elektrowärme zu bestehenden Brennstoffbetrieben scheitert für Anwendungen grösserer Heizleistung in vielen Fällen an wirtschaftlichen Hindernissen, nicht zuletzt auch an der bedeutenden Mehrbelastung in den elektrischen Verteilnetzen. Von der Erwägung ausgehend, dass das Problem trotzdem für unser Land von erheblicher energiewirtschaftlicher Bedeutung ist, haben in den letzten Jahren die schweizerische Industrie und Wissenschaft von neuem dem thermodynamisch rationelleren Verfahren der Wärmeerzeugung mittels der *Wärmepumpe* ihre volle Aufmerksamkeit geschenkt. Bekanntlich sind als erste greifbare Früchte dieser Bemühungen in Zürich zwei interessante Versuchsanlagen für die Verwendung im praktischen Betriebe entstanden. Im Zürcher Rathaus ist eine Kalt dampfmaschine für Raumheizzwecke aufgestellt worden, welche die im nahe gelegenen Flusswasser brach liegende Umweltwärme zusammen mit der Motorarbeit zur Nutzwärmeerzeugung heranzieht, wobei letztere den Räumen mittels einer Warmwasserheizung zugeführt wird. Im Kongressgebäude der Stadt Zürich läuft eine Kaltluftwärmepumpe, welche zugleich als Luftkonditionierungsanlage arbeitet. Sie heizt und kühlst den Raum mittels Luft als Arbeitsmedium, wobei während der Heizperiode die brachliegende Wärme der Raumabluft und der Umwelt-Frischluft mit zur Nutzwärmelieferung verwendet wird. Die Kalt dampfmaschine ist ihrem Prinzip gemäss komplizierter im Aufbau, dafür ergibt sie eine etwas grössere Ausbeute der Umweltwärme. Die Kaltluftwärmepumpe, von der oben die Rede ist, weist dafür den Vorteil einfacher Konstruktion und Betriebsweise und der Unabhängigkeit vom Umweltwärmeträger auf. Sie bietet auch für industrielle Trocknungs- und Luft-Entfeuchtungszwecke Interesse, indem sie einen Teil der in der Abluft enthaltenen Verdampfungswärme rekuperiert. Die mit diesen Einrichtungen erzielbare Nutzwärmeleistung erreicht je nach der Temperatur des Umweltwärmeträgers den zwei- bis dreifachen Betrag des Wärmeäquivalents der vom Motor beanspruchten elektrischen Leistung. Es ist also nicht nur eine Aufwandeinsparung am hochwertigen Energieträger Elektrizität erzielt worden, sondern auch eine Verringerung der Strombelastung der Verteilnetze durch diese Art der Raumheizung.

Die beiden Versuchsbetriebe sind aus praktischen Gründen nur für relativ kleine Heizleistungen gewählt worden. Ihr Zweck liegt vornehmlich im Nachweis der praktischen Brauchbarkeit der Anlagen im unbewachten Betrieb und in der Sammlung ausgedehnten Erfahrungsmaterials als Grundlage für

die weitere konstruktive Entwicklung. Wirtschaftliche Berechnungen lassen erkennen, dass die Raumheizung grosser Gebäudekomplexe mittels der Wärmepumpe, besonders in Kombination mit dem Kühlbetrieb, zu Wertschätzungspreisen für die aufgewendete elektrische Energie führen kann, welche

jenen der industriellen Elektrowärme hochwertigen Anwendungszwecks nicht nachstehen. Es lohnt sich daher, den eingeschlagenen Weg weiter zu verfolgen, zumal die Luftkonditionierung im neuzeitlichen Bau von Grossgebäuden überhaupt an Bedeutung gewinnen wird.

Elektrische Triebfahrzeuge.

Von K. Sachs, Baden, mit C. Bodmer, Zürich, W. Giger, Zürich, F. Steiner, Bern, und H. Werz, Genf. 621.335

Es wird über die bisherigen Ergebnisse der modernen Zusammenarbeit der Betriebsfachleute und der Konstrukteure in der Entwicklung der Triebfahrzeuge berichtet, wobei gewissermassen durch Extrapolation Schlüsse auf die mutmassliche Weiterentwicklung gezogen werden. Zunächst wird die moderne Betriebspolitik betrachtet, die eine Auflockerung des Fahrplanes und erhöhte Bequemlichkeit und Geschwindigkeit zeigte, um der Automobilkonkurrenz zu begegnen. Dann folgt eine Erörterung des mechanischen Aufbaues der neuen Triebfahrzeuge, der elektrischen Ausrüstung und der Bremsung, und zwar bei Vollbahnen, Strassenbahnen und Trolleybussen. Besonders behandelt werden die Zahnradbahnen und die elektrischen Fahrzeuge.

Les rapporteurs exposent les résultats obtenus jusqu'à présent dans la construction des véhicules moteurs par la collaboration réfléchie entre les spécialistes de l'exploitation et les constructeurs. En procédant quelque sorte par extrapolation, ils prognostiquent du développement futur. Ils considèrent tout d'abord la politique moderne de l'exploitation qui a conduit à un assouplissement du trafic et à une augmentation de la vitesse et de la commodité, pour faire face à la concurrence de l'automobile. Ils passent ensuite à la partie mécanique des nouveaux véhicules moteurs, à l'équipement électrique et au freinage, tant pour les chemins de fer que pour les tramways et les trolleybus. Ils traitent spécialement les chemins de fer à crémaillère et les véhicules diesel-électriques.

Betriebspolitik und Auflockerung des Fahrplanes.

Den Transportmitteln der Schiene, unter die in diesem Zusammenhang die Strassen-, Ueberland- und Vollbahnen zu subsumieren sind, ist jahrzehntelang geradezu monopolartig der Grossteil der täglich oder jährlich zu leistenden Transportarbeit zugefallen. Die rapide Entwicklung von Automobil und Flugzeug aber, die einen Grossteil der gleichen Aufgaben für die Benutzer wesentlich rascher und z. T. bequemer zu lösen vermögen, hat bekanntlich zu einer bedeutenden Abwanderung von den an die Schiene gebundenen Transportmitteln geführt, deren *Wirtschaftlichkeit* damit mehr oder weniger stetig abnahm. Man sah sich daher bei den Strassen-, Ueberland- und Vollbahnen ziemlich unvermittelt vor die Notwendigkeit versetzt, dem Publikum ein erhebliches Mehr an *Bequemlichkeit* (Komfort) und *Geschwindigkeit* bieten zu müssen, um wenigstens einen Teil des abgewanderten Transportvolumens wieder zurückzugewinnen und dadurch die Wirtschaftlichkeit dieser Transportmittel wieder zu heben. In verdienstvoller Zusammenarbeit zwischen den Betriebsfachleuten des urbanen und interurbanien Bahnverkehrs und den Konstrukteuren begann eine bauliche Umgestaltung der Triebfahrzeuge, die bei weitem noch nicht abgeschlossen ist, aber bis jetzt schon zu neuen, den geänderten Bedürfnissen besser angepassten Bauarten geführt hat. Dabei sind in den einzelnen Ländern im wesentlichen kaum divergierende Anschauungen und Tendenzen zum Durchbruch gekommen, abgesehen von den Einflüssen der von Land zu Land von einander verschiedenen demo- und geographischen Gegebenheiten und Lebensgewohnheiten.

Bei den elektrischen oder besser elektrifizierten *Vollbahnen* spielte sich die *betriebstechnische Entwicklung* in der Weise ab, dass die Dampflokomoti-

ven durch elektrische Lokomotiven einfach ersetzt wurden, deren grössere Leistungs- und Ueberlastungsfähigkeit dem Publikum von selbst eine Vergrösserung der Beschleunigung und Geschwindigkeit brachte und dem Betrieb die Zugsgewichte ohne weiteres zu steigern ermöglichte. Einzig im Vorortverkehr im Umkreis grosser Städte wurden die Vorteile des elektrischen Betriebes von vormeherein ausgenützt durch Einsatz von Triebwagenzügen, bestehend aus einem schweren, leistungsfähigen Triebwagen am Zugsanfang und einem gleichen Triebwagen oder nur einem Steuerwagen am Zugsende. Nötigenfalls können bei besonders starkem Verkehrsandrang zu den Stosszeiten zwei oder drei derartige Triebwagenzüge zu einer einzigen Einheit zusammengeschlossen werden. Die hiefür verwendeten Triebwagen, die vergleichsweise grosse Zugslasten der kurzen Haltestellenabstände wegen rasch beschleunigen mussten, sind mehrheitlich mit vier Tatzenlagermotoren ausgerüstet, bei deren Dimensionierung man häufig bis zum Maximum dessen ging oder gehen musste, was die Einbauverhältnisse zuließen. Diese Triebwagen mussten eben wegen der grossen Anfahrrzugkräfte relativ schwer ausfallen, dann aber auch deshalb, weil die gesamte elektrische Ausrüstung und die Bauart des Wagens z. T. unverändert von den Lokomotiven übernommen wurde; ihre Sitzplatztara (Gewicht pro Sitzplatz) lag bei 800 bis 1000 kg und darüber, namentlich wenn auch Abteile zweiter Klasse vorgesehen werden mussten.

Durch diese durch Aneinanderfügen jedem Verkehrsaufkommen gewachsenen Triebwagen- und Triebwagenzüge konnte in Verbindung mit besonderen tarifpolitischen Massnahmen der berufsständische Verkehr zu den bestimmten Tageszeiten der Bahn erhalten werden. Vor etwa zehn Jahren setzte der Bau von Leichttriebwagen ein, welcher sich zu-