Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 43 (1952)

Heft: 4

Rubrik: Mitteilungen SEV

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: 01.10.2025

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

Lorsque, en 1932, les paiements entre l'Allemagne et la Suisse furent soumis à une réglementation sévère, le transfert en devises fut assuré d'une manière privilégiée pour les centrales frontalières. On avait donc parfaitement compris la situation particulière des entreprises frontalières qui constituent un bel exemple d'une collaboration constructive en matière d'électricité entre deux Etats souverains. Cependant, la situation changea le 8 mai 1945 après l'occupation de l'Allemagne. Depuis lors, il n'a pas été possible, au cours de nombreuses négociations, d'obtenir le transfert libre de toutes les créances envers les centrales frontalières.

Sur le Haut-Rhin il reste encore à aménager les centrales de Rheinau, Säckingen, Koblenz-Kadelburg et la nouvelle centrale de Rheinfelden. La première de ces installations va être construite grâce au fait que le participant allemand fait déjà partie d'un groupe industriel suisse. Quant aux trois autres usines, il ne sera très probablement pas possible de les aménager avec des capitaux suisses avant que les entreprises frontalières existantes soient autorisées à faire honneur à leurs engagements.

IV. Conclusions

La Suisse s'efforcera dans toute la mesure du possible de mettre ses différentes ressources à la disposition de l'Europe. Ces ressources sont cependant limitées à certaines disponibilités en énergie hydro-électrique estivale, à des fournitures de matériel électromécanique pour l'équipement d'usines hydro-électriques et thermiques, et à l'investissement de capitaux, ceci *à condition* que les anciennes créances soient réglées, au préalable, d'une manière satisfaisante et que les placements futurs soient munis des garanties indispensables.

Adresses des auteurs:
H. Niesz, Dr h. c., président de la direction de la S. A. Motor-Columbus, Baden (AG).
R. Hochreutiner, directeur des Forces motrices de Laufenbourg, Laufenbourg (AG).
W. Bänninger, vice-directeur de l'«Electro-Watt», Entreprises électriques et industrielles S. A., Talacker 16, Case postale Zurich 22.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Die Infrarot-Strahlung und ihre industrielle Anwendung

Von *W. v. Berlepsch-Valendas*, Basel

621.384.3

Nach einigen einführenden physikalischen Darlegungen werden die industriell angewandten Infrarot-Strahlungsquellen und Infrarot-Reflektoren samt ihren wesentlichen Eigenschaften besprochen. Die in den Ausführungen erfassten industriellen Anwendungen beschränken sich auf Trocknungs- und Aushärtungsprobleme. Die mit diesen Fragen verbundenen Untersuchungen führen zu einer Reihe allgemein gültiger Erfahrungstatsachen, die für die besprochenen Verfahrenstechniken charakteristisch sind. An Hand typischer Beispiele aus der Industrie, die sich alle auf die Anwendung elektrisch erzeugter Strahlung beziehen, wird ein Bild von den Möglichkeiten der einschlägigen Trocknungs- und Aushärtungstechnik entworfen. Ein Ausblick beleuchtet noch die Grenzgebiete und zeigt die Mannigfaltigkeit des ganzen Fragenkomplexes.

Après un bref exposé de quelques aspects de la physique, les sources industrielles de rayonnement infrarouge et les divers réflecteurs sont décrits, de même que leurs caractéristiques essentielles. Parmi les applications industrielles, il est fait principalement mention du séchage et du durcissement. Les recherches entreprises dans ces deux domaines ont permis d'établir une série de données générales, qui caractérisent les procédés mis en œuvre. Des exemples typiques, tirés de l'industrie, et qui se rapportent tous à l'emploi de radiations obtenues électriquement, donnent un bon aperçu des possibilités de ces modes de séchage et de durcissement. Quelques indications sont également fournies au sujet des domaines annexes, qui mettent en évidence la grande diversité de ces questions.

Einführung

Ein geheizter Ofen ist ein übersättigtes Energiezentrum, das seinen Energieüberschuss der Umgebung mitteilt. Gleichzeitig stellen wir die Erwärmung von Körpern fest, die den Ofen berühren, das Aufsteigen warmer Luft, und wir empfinden eine wärmende Strahlungswirkung. Die Energieabgabe erfolgt also durch Konduktion, Konvektion und Strahlung.

Vertauschen wir den Ofen mit einem geheizten Körper, z. B. einem elektrisch geheizten Draht und bringen diesen isoliert in ein Vakuum, dann sind die Voraussetzungen zum Zustandekommen der Konduktion und der Konvektion ausgeschaltet, und es bleibt nur noch die Möglichkeit für das Auftreten der Strahlung übrig. Wie die Sonnenstrahlung das Vakuum des Weltraumes durchdringt, stellen wir fest, dass die Strahlung unseres geheizten Körpers das ihn umgebende Vakuum durchdringt.

Handelt es sich um einen schwarzen Körper, dann gelten für seine Emission die klassischen Strahlungsgesetze, nämlich:

1. Das Stefan-Boltzmannsche Gesetz, wonach die von einer Körperfläche abgestrahlte Energie der 4. Potenz der absoluten Oberflächentemperatur proportional ist;

2. das Plancksche Verteilungsgesetz, das Aufschluss über die Anteile der einzelnen Wellenlängen an der Gesamtstrahlung gibt,

und

3. Das Wiensche Verschiebungsgesetz, das eine Hyperbel als geometrischen Ort festlegt, auf dem das Maximum der Emission für verschiedene Temperaturen wandert.

Alle als strahlende Medien bekannten Körper unterscheiden sich allerdings insofern vom schwarzen Körper, als sie mehr oder weniger nur als graue Körper zu betrachten sind, für welche die erwähnten Strahlungsgesetze zwar auch gelten, jedoch mit gewissen Abweichungen.

Betrachten wir die Strahlung z. B. einer Kohlenfadenlampe und zerlegen sie durch ein Prisma in ihr Spektrum, dann entstehen im Strahlungsteil zwischen etwa 380 und 760 nm [1]) die bekannten Regenbogenfarben, die nach der langwelligen Seite hin mit dem Rot ihren Abschluss finden. Soweit wir Spektralfarben sehen, bezeichnen wir die Strahlung, welche sie erzeugt, als Licht. Aus der Verteilungskurve der Strahlung eines heissen Körpers ersehen wir aber, dass die Strahlung bei Rot noch nicht aufhört, sondern der grösste Teil der Strahlung erst jenseits der Rotgrenze liegt. Wenn wir diesen Teil der unsichtbaren Strahlung experimentell nachweisen wollen, legen wir in die Verlängerung des sichtbaren Spektrums ein Thermometer und stellen alsbald die Ausdehnung des Quecksilberfadens fest, also eine Heizwirkung. Dies ist ein Experiment, das Herrschell im Jahre 1800 mit dem Sonnenspektrum machte und das den ersten Schritt zur wissenschaftlichen Erforschung der Strahlung jenseits der sichtbaren Rotgrenze, also im Infrarot, darstellt.

Ohne auf die Physik der Strahlung selbst einzugehen, stellen wir fest, dass die Infrarot-Strahlung eine dem Licht verwandte Strahlung ist, die im grossen Spektrum der elektromagnetischen Schwingungen im längerwelligen Bereich unmittelbar neben dem Spektrum des Lichtes liegt. Während das Licht sichtbar ist und nur rund 1 Oktave umspannt, ist die Infrarot-Strahlung unsichtbar und umspannt mehr als 10 Oktaven. Bezüglich «Physik und Technik der Infrarotstrahlung» sei auf die Arbeit von Franz Lauster verwiesen, über die der Verfasser im Bull. SEV 1951, Nr. 18, S. 708...710,

[1]) 1 nm (1 Nanometer) = 10^{-9} m = 10^{-6} mm (1 Millionstel mm).

referiert hat. Die Infrarot-Strahlung ist in der Atmosphäre unseres Erdballes allgegenwärtig. Sie bildet einen grossen Teil der Sonnenstrahlung und ist daher tagsüber gleichzeitig mit dem Licht vorhanden. Im prallen, sommerlichen Sonnenschein treten Strahlungsdichten bis zu 1 kW/m² auf.

Seit Urzeiten hat der Mensch die trocknende Wirkung der Sonnenstrahlung erkannt und ausgenützt. Die Sonne scheint aber nicht alle Tage und die Nutzung der Strahlung ist von den Launen des Wetters abhängig. Gilt es daher, viel zu trocknen, dann liegt es nahe, Strahlung künstlich zu erzeugen, was mit einfachen Mitteln möglich ist, indem man strahlungsfähige Körper heizt. Auf diese Weise wird man von den Wetterschwankungen unabhängig und kann mit den als Strahler wirkenden Körpern konstante, immer disponible Strahlungsdosen erzeugen, deren Anwendung bei einer Reihe wichtiger Produktionsvorgänge von Bedeutung geworden ist.

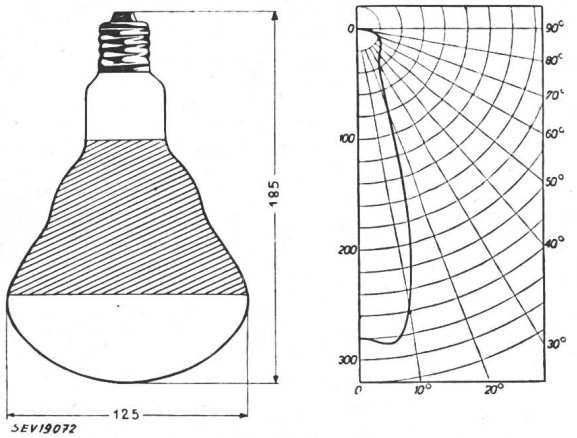


Fig. 1
250-W-Infrarot-Glühlampe mit parabolischer Innenverspiegelung und Strahlungsverteilungskurve
links: Infrarot-Glühlampe 250 W
rechts: Strahlungsverteilung

Für industrielle Zwecke werden Strahlungsquellen mit Oberflächentemperaturen zwischen 200 und 2500 °C verwendet, d. h. teilweise solche ohne Lichtemission, sogenannte Dunkelstrahler, teilweise solche mit Lichtemission neben der Infrarotstrahlung, sogenannte Hellstrahler. Bisher sind elektrisch beheizte und solche mit Stadt-, Industrie- oder Naturgas beheizte Strahlereinheiten bekannt.

Grössen sind die 250- und die 375-W-Lampen in einem parabolischen, innenverspiegelten Glaskolben. Die Infrarot-Lampe hat den Vorteil, nach dem Einschalten sofort betriebsbereit zu sein und nach dem Abschalten sofort mit ihrer aktiven Wirkung abzuklingen. Sie hat die Nachteile einer relativ unbequemen Strahlungsverteilung, einer relativ begrenzten Steigerungsmöglichkeit der Strahlungsdichte, einer relativ begrenzten Brenndauer (rund 5000 h), der Zerbrechlichkeit, sei es durch mechanische Stösse, sei es durch Tropfen und schliesslich des relativ grossen Raumbedarfes. Bezüglich der Bruchgefahr durch Tropfen sei bemerkt, dass nunmehr auch tropfenfeste Lampen hergestellt werden.

Ausser der Lampe werden zahlreiche elektrisch beheizte Widerstandsysteme verwendet, teils in Form blanker Drähte auf keramische Körper gewickelt, teils ganz in Keramik gebettet.

Eine vom Verfasser viel verwendete Form ist der Infrarot-Panzerstrahler, welcher eine sehr praktische Einheit darstellt. In Stabform bis zu mehreren Metern Länge hergestellt, mit einem Kreisdurchmesser von z. B. 9 mm, kann er beliebig verformt und bis zu 35 kW/m² belastet werden. Seine Oberfläche ist elektrisch isoliert, und das strahlende Material ist je nach Oberflächentemperatur entweder Flusseisen oder nichtrostender Stahl mit an und für sich guten Strahlungseigenschaften, die durch besondere Behandlung noch verbessert werden können.

Von den mit Gas beheizten Einheiten sind drei Arten erwähnenswert: solche, bei denen Gussplatten von Gasflammen bestrichen werden und auf Temperaturen bis zu 500 °C kommen (Fig. 2), solche, bei denen feuerfeste Steine mit einer Stichflammenkrone aus einem Pressluft-Gasgemisch auf Temperaturen bis zu 1250 °C gebracht werden und schliesslich solche, bei denen das Gas durch eine siebartige, keramische, mit einem Katalysator versehene Platte dringt, und diese unter kaum sichtbarer Flammenverbrennung bis auf rund 800 °C, heizt.

Ob der Elektrizität oder dem Gas als Energieform der Vorzug gegeben wird, ist im wesentlichen eine Preisfrage. Qualitativ ist mit beiden Energieformen praktisch das gleiche Resultat erreichbar, konstruktiv bestehen Unterschiede. Gas ist in vielen Fällen billiger und bietet vor allem in Kohlengebieten und bei natürlichem Vorkommen von Methan grosses Interesse.

Mit Ausnahme der Infrarot-Glühlampe besitzen alle anderen erwähnten Strahler den Nachteil einer gewissen Wärmeträgheit. Es gibt allerdings nur wenige Fälle, wo diese Wärmeträgheit wirklich stört. Dafür besitzen aber diese Strahler den Vorteil der Regelbarkeit innerhalb weiter Grenzen, der mechanischen Festigkeit und daher der nahezu

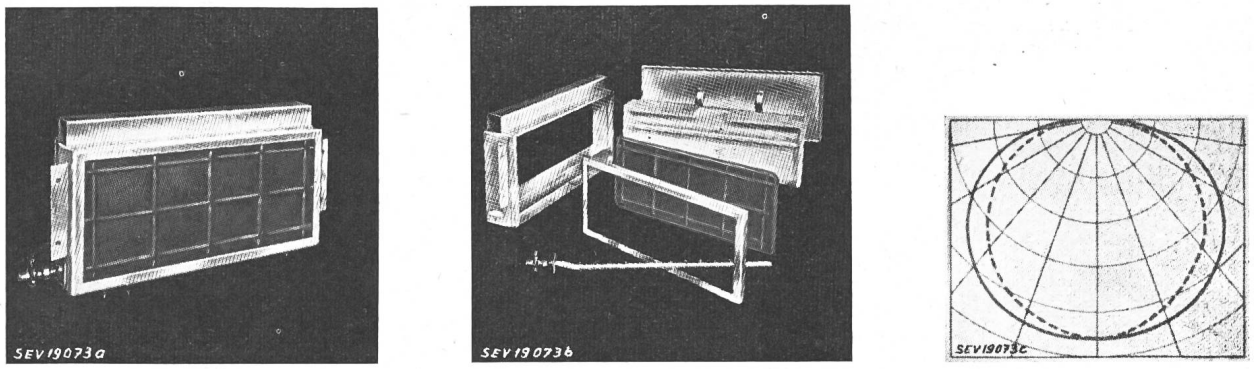


Fig. 2
Gasbeheizter Infrarot-Strahler mit Strahlungsverteilungskurve

Wellenlänge:	unter 3 µm	3 µm... 5 µm	5 µm... 7 µm	7 µm... 9 µm	9 µm... 11 µm	11 µm... 13 µm	über 13 µm
Abgestrahlte Energie kcal	62	300	254	152	89	50	101

Strahlungsverteilung in den zwei Hauptachsen

Unter den elektrisch beheizten Einheiten sind vor allem die Infrarot-Glühlampen bekannt (Fig. 1). Es handelt sich hier um die Anwendung des normalen Glühlampenprinzips. Als strahlender Glühkörper kommt entweder der Kohlenfaden im Vakuum in Frage oder aber vorzugsweise der gewendelte Wolframdraht in einer inerten Gasatmosphäre. Die Kolben sind klar oder innenverspiegelt. Die gebräuchlichsten

unbegrenzten Dauerhaftigkeit. Alle Oberflächen der erwähnten Strahler haben die Eigenschaften grauer Körper.

Je nach Umständen werden die Strahler mit Reflektoren versehen. Es ist nicht gesagt, dass optisch gut reflektierende Oberflächen auch im Infrarot-Bereich gut reflektieren. Ein bezeichnendes Beispiel hierfür ist das anodisch oxydierte Aluminium, dessen Reflexionsvermögen im Licht hervor-

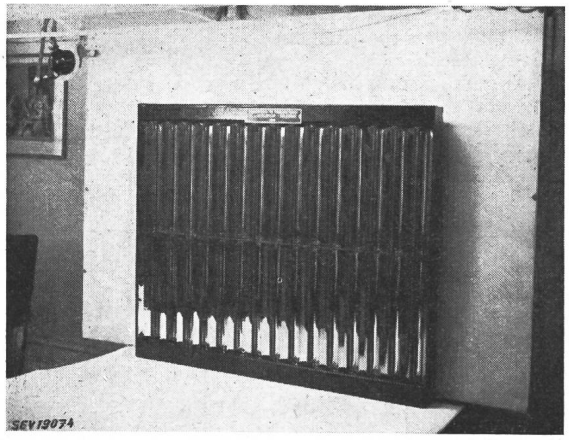
ragend, im Infrarot teilweise sehr schlecht ist. Die Wahl des Reflektormaterials hängt weitgehend von den Umständen ab, nämlich:

1. Je weniger Wärmeisolation hinter einem Reflektor angebracht ist, um so höher sollte der Reflexionskoeffizient des reflektierenden Materials sein.
2. Bedarf das zu bestrahlende Gut einer definierten Strahlungszusammensetzung, dann sollte das reflektierende Material möglichst hierauf abgestellt sein.
3. Besteht Interesse, Konvektionsströme soweit wie möglich auszuschalten (was nicht immer der Fall ist), dann soll der Reflexionskoeffizient des reflektierenden Materials möglichst hoch sein.
4. Stören auftretende Konvektionsströme nicht, sondern helfen sie im Gegenteil beim Produktionsprozess fördernd mit, ist ferner das Trockengut von der Strahlungszusammensetzung weitgehend unabhängig, weil es praktisch jede Strahlung absorbiert, und kann schliesslich hinter dem Reflektor eine effektive Wärmeisolation vorgenommen werden, dann spielt die Höhe des Reflexionskoeffizienten keine allzu bedeutende Rolle mehr.

Beim Zusammentreffen dieser drei Umstände kann sich nämlich die reflektierende Fläche durch Absorption der Strahlung ruhig aufwärmen. Infolge der Wärmeisolation treten nach rückwärts kaum Verluste auf, und die sich erwärmenden Reflektorflächen strahlen als Sekundärstrahler mit längeren Wellen die absorbierte Energie ab. Dabei vergrössern sich die erwärmte Oberfläche und der Anteil an Wärmeübertragung durch Konvektion. So ein schlechter Reflektor hat aber je nach den Umständen sehr gute Eigenschaften, indem er z. B. die Kondensation von Dämpfen auf seiner Oberfläche verhindert, die zu störender Tropfenbildung führen kann.

Eines der zweckmässigsten und billigsten Materialen für Reflektoren ist das Aluminium, das Peraluman. Verliert es eines Tages an Infrarot-Glanz, dann ist es schnell wieder aufpoliert. Hochwertige Reflektorflächen aus Gold oder Rhodium haben nur Berechtigung, wenn die hohe Reflexion aus thermischen oder optischen Gründen unbedingt erforderlich ist.

Für stillstehendes Trockengut wird mit Vorteil eine Reflektorkonstruktion verwendet, bei welcher die Strahler in den Brennlinien von hochglanzpolierten, zylindrischen Reflektoren mit parabolischem Querschnitt untergebracht sind, die, nebeneinander angeordnet, für homogene Flächenausstrahlung sorgen (Fig. 3).



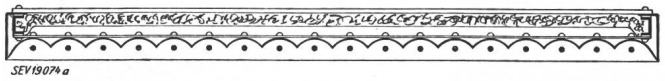


Fig. 3
Infrarot-Strahlerwand mit zylinder-parabolischen Reflektoren und Dunkelstrahlern
oben: Ansicht
unten: Schnitt durch den Reflektor

Die Wirkung der Strahlungsapplikation besteht, soweit bekannt, ausschliesslich in der Absorption der Strahlung durch das bestrahlte Gut und der hierbei auftretenden Wärme. Es ist der analoge Vorgang wie bei einer Sende- und Empfangsanlage. Die Energie zum Aufheizen der strahlungsfähigen Materie wird von dieser in irgend einer Form aufgenommen und in den Raum gestrahlt. Die Strahlung trifft den Empfänger, z. B. das Trockengut, wird von diesem absorbiert und dabei in die für den jeweilig angestrebten Arbeitsprozess erforderliche Wärme umgewandelt. Die dabei auftretende Energieumformung geschieht mit einem Wirkungsgrad, der jenem anderer Arten der Energieumformung durchaus ebenbürtig, teilweise sogar höher ist, weshalb sie sich für eine reiche Auswahl industrieller Anwendungen eignet, bei denen die Wärmeübertragung durch Konduktion oder Konvektion entweder ausgeschlossen ist oder unpraktisch wäre. Das ist vornehmlich der Fall, wenn Wärme auf grossen Flächen erzeugt werden soll, und wenn diese Flächen der Strahlung bequem ausgesetzt werden können. Es wird dabei besonders an folgendes gedacht:

An Trocknungsvorgänge bei der Fabrikation von Zellulose, Karton, Papier, Hartfaserplatten, Fournierblättern, Textilien, Fadenketten.

An Trocknen wässriger Emulsionen oder Lösungen von Kunstharzen mit nachfolgender Aushärtung durch Polymerisation oder Polykondensation der Kunstharze auf Geweben, Papier usw.

An ebensolches Trocknen und Aushärten von Lacken auf der Kunstharzbasis, die als Farbüberzüge auf feste Körper aufgebracht werden.

Man versteht unter den Aushärtungsvorgängen der Polymerisation bzw. der Polykondensation jene Prozesse, bei denen sich, meistens durch Wärmezufuhr, Mikromoleküle zu Makromolekülen verketten und zwar bei der Polymerisation infolge der Instabilität gleichartiger Moleküle von Kohlenstoffdoppelbindungen, bei der Polykondensation durch die Entstehung von Wasser aus Hydroxylgruppen und aktiven Wasserstoffatomen, die an verschiedenartige Moleküle angelagert sind, sich durch Wärmezufuhr von diesen abspalten, während sich die verbleibenden Moleküle über die frei gewordenen Valenzen zu Makromolekülen absättigen (siehe z. B. *E. V. Schmid:* Ins Innere von Kunststoffen, Kunstharzen und Kautschuken. Birkhäuser, Basel, II. Aufl. 1949).

Die bei der Anwendung der Infrarot-Strahlung gemachten Erfahrungen führen zu einer Reihe von erwähnenswerten Charakteristiken.

Betrachten wir zunächst die Zeit-Temperatur-Kurven eines beliebigen, geeigneten Trockengutes, das einerseits im Konvektionsofen, anderseits im Strahlungsofen aufgeheizt wird, dann stellen wir fest, dass die Aufheizgeschwindigkeit beim Strahlungsofen grösser ist als beim Konvektionsofen. Dieser Umstand hat allgemein Gültigkeit und ist bei den in der Industrie auftretenden hohen Geschwindigkeiten von Bedeutung, bei denen häufig viel von der Steilheit der Zeit-Temperaturkurve abhängt, mit der ein Aufheizvorgang vor sich geht. Das Genannte kann an Hand vergleichender Zeit-Temperatur-Kurven von dekapiertem Eisenblech illustriert werden (Fig. 4).

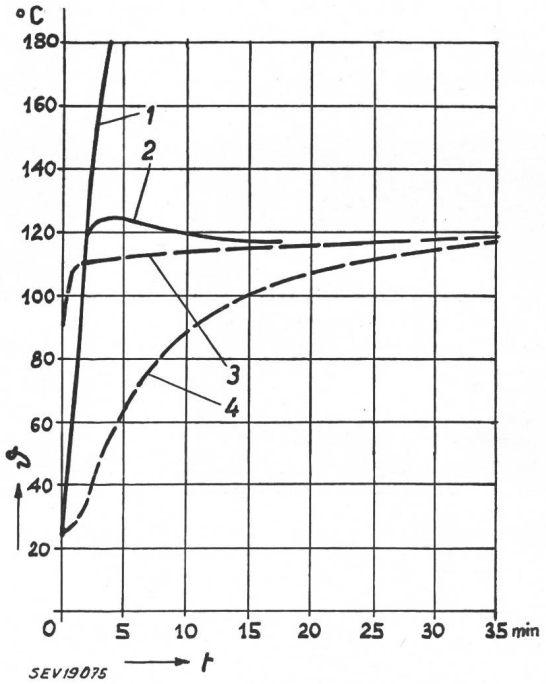


Fig. 4
Zeit-Temperatur-Kurven von Eisenblech
Vergleich zwischen Konvektions- und Strahlungsheizung
ϑ Temperatur; *t* Zeit
Infrarot-Ofen: *1* alle Lampen eingeschaltet
2 ¼ der Lampen halten die Temperatur konstant
Konvektions-Ofen: *3* Lufttemperatur; *4* Blechtemperatur

Man hat gute Gründe anzunehmen, dass bei der Bestrahlung relativ dünner Schichten, im Gegensatz zur Beheizung durch Konvektion oder Kontakt, eine weitgehend synchrone Durchheizung der Schicht so weit vor sich geht, als die Strahlung in die Schicht eindringt. Betrachten wir z. B. irgend ein Absorptions- oder Durchlässigkeitsspektrum solch einer Schicht (Fig. 5), dann stellen wir in den verschiedensten Wellenlängenbereichen dicht nebeneinander sowohl Ab-

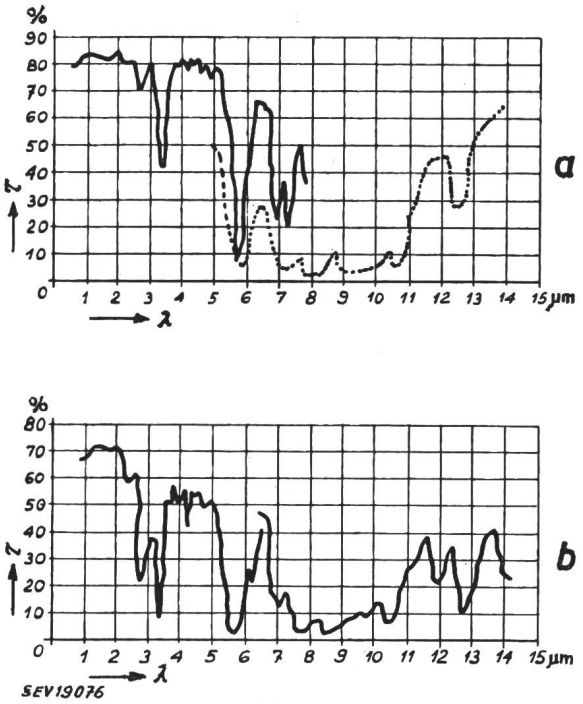


Fig. 5
Durchlässigkeitsspektren nach Coblentz
a für Polyvinylacetat; *b* für Polyvinyl-Chloracetat

sorptions- als auch Durchlässigkeitsbänder fest. Nach Kenntnis der Planckschen Strahlungsverteilung, die uns lehrt, dass wir in der Strahlung eines Körpers von jeder Wellenlängenkategorie Vertreter vorfinden, wird es klar, dass bei dünnen Absorptionsschichten auch alle Schichttiefen gleichzeitig von Teilen der Strahlung und der durch die Absorption erzeugten Wärmeentwicklung erfasst werden müssen.

Diese gleichzeitige Durchwärmung ist für den Trocknungsvorgang in mehrfacher Hinsicht von Bedeutung. Bei der Konvektions- oder bei der Kontakttrocknung erwärmt sich nämlich im Gegensatz zur Strahlungstrocknung zunächst nur die Oberfläche, gleichgültig ob es sich um Fasern oder um einen Lackfilm handelt. Dabei tritt eine Oberflächentrocknung auf, die z. B. in der Papierfabrikation zu einer Oberflächenverhornung oder beim Trocknen von Lack zu einer Hautbildung führt. In beiden Fällen wird dadurch dem kapillaren Abfluss der im Innern zurückgehaltenen kühleren Flüssigkeit eine Schranke gesetzt. Die Temperatur ist dabei aussen höher als innen; die höher gespannten, an der Oberfläche wirkenden Dampfdrücke verhindern ihrerseits noch zusätzlich den Abfluss der inneren Feuchtigkeit. Im Gegensatz hiezu scheint die Durchstrahlung feuchter Flächen eher gegen ein negatives Temperaturgefälle hin zu tendieren. Die gleichzeitige Erwärmung der ganzen Schicht bewirkt eine gleichmässige Abnahme der Viskosität der Flüssigkeit. Dadurch wird der kapillare Abfluss der Flüssigkeit erleichtert. Solange sich Feuchtigkeit in der bestrahlten Schicht befindet, bleibt die Oberfläche in ständiger Speisung aus dem Inneren nass. Die Verdunstung setzt an der Oberfläche ein und soll hierbei durch Umluft so wenig als möglich gestört werden. Die für die Verdunstung erforderliche Wärme wird dem an der Oberfläche erscheinenden Feuchtigkeitsspiegel entnommen, der sich dabei abkühlt, weshalb es berechtigt ist, ein negatives Temperaturgefälle anzunehmen. Die hierbei auftretenden Temperaturdifferenzen sind aber wesentlich geringer als die, dem Vorzeichen nach entgegengesetzten, bei der Trocknung durch Konvektion oder Konduktion.

Ein Vergleich zwischen den Trocknungskurven einerseits bei Konvektion oder Kontakt und anderseits bei Strahlung zeigt für den ersten Fall eine langsame, asymptotisch verlaufende Endtrocknung, wogegen sich bei der Strahlung praktisch durchwegs ein linearer Verlauf ergibt (Fig. 6). Dies bedeutet, dass bei Konvektion und Kontakt der Energiebedarf pro kg verdunsteter Flüssigkeit gegen das Ende der Trocknung hin steigt, wogegen er bei der Strahlungstrock-

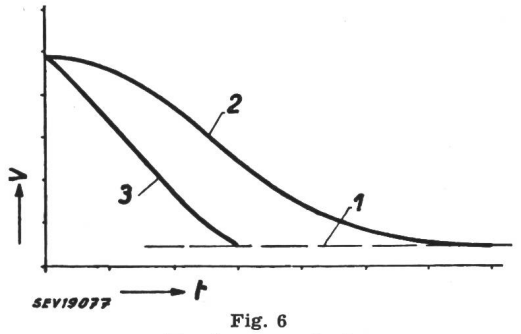


Fig. 6
Trocknungsverlauf
Vergleich zwischen Strahlung und Konvektion
V Gewichtsverlust; *t* Zeit; *1* trockner Zustand; *2* bei Konvektion und Kontakt; *3* bei Strahlung

nung vom Anfang der Trocknung an bis ans Ende konstant bleibt. Diese Tatsache hat wiederum allgemeine Gültigkeit und gibt zur Überlegung Anlass, kombinierte Trocknungssysteme anzuwenden, indem an jenem Punkt mit der Konvektions- oder Kontakttrocknung aufgehört und mit der Strahlungstrocknung begonnen wird, an dem sich die beiden Kurven für den Energieaufwand kreuzen. Als Beispiel für den Anstieg des Energiebedarfes bei der Endtrocknung diene die Dampfverbrauchsbilanz der Trockenpartie einer Papiermaschine (Fig. 7).

Der Umstand des linearen Trocknungsverlaufes bei der Strahlung bis zur Austrocknung birgt auch gewisse Gefahren der Überhitzung in sich, denn, sowie die Trocknung beendet ist, wird der durch die Strahlung aufgeheizte Stoff mangels weiteren Wärmebedarfes für Verdunstung einen Temperaturanstieg aufweisen, wie dies an einer Reihe von Textilien gemessen wurde, die teils feucht, teils trocken während einer gewissen Zeit der Strahlung ausgesetzt wurden (Fig. 8). Im Konvektionsofen besteht eine solche Gefahr nicht, da das Trockengut keine höhere Temperatur annehmen kann als seine Umgebung. Diese Gefahr kann aber beim Strahlungsofen durch entsprechende konstruktive Vorkehren mühelos umgangen werden.

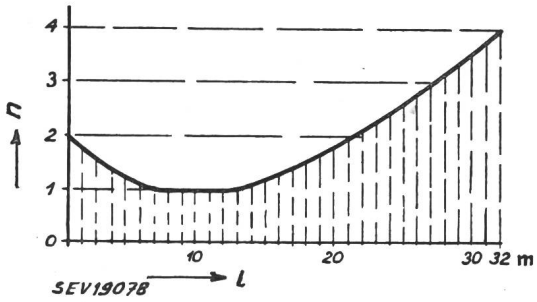


Fig. 7
Dampfverbrauch beim Trocknen von Papier an den verschiedenen Stellen einer Papiermaschine, nach Pfulg
n Quotient $\frac{\text{kg Dampf}}{\text{kg } H_2O}$; *l* Länge in m

Der erwähnte Temperaturanstieg ist anderseits mit Vorteil dann anwendbar, wenn ein bestimmtes Zeit-Temperatur-Programm eingehalten werden soll, was beispielsweise bei den Aushärtungsvorgängen an Textilien gewünscht wird, wenn man ab einem definierten Punkt im Durchlaufofen bei der Verwendung z. B. von Harnstoffharzen einen Temperaturanstieg von 80 auf 135 °C oder bei Phenolharzen auf 175...180 °C wünscht. Dies kann in einem beliebigen Ofen

erreicht werden, in welchem auf dem Trockengut generell eine gemässigte Temperatur herrscht, wo aber der gewünschte Temperaturanstieg durch zusätzliche Strahlungsaggregate erreicht wird. Auf diese Weise wird durch geeignete Kombination konstruktiver Elemente jedes beliebige Zeit-Temperatur-Programm möglich, was je nach Umständen zur Erzielung gewisser Effekte gerade in der Textilveredelungsindustrie von Interesse sein kann.

Eine weitere Charakteristik, die sich aus den bisher gemachten Versuchen herauszukristallisieren scheint, besteht darin, dass überall da, wo es sich um Fasertrocknung handelt, die Qualität der mit Strahlung getrockneten Faser jener durch Konvektion oder Kontakt getrockneten Faser überlegen ist. Das gilt, soweit der Verfasser in der Lage ist, Aussagen auf Grund eigener Untersuchungen zu machen, für Wolltuche und für Schlichteketten aus Leinen, Hanf und

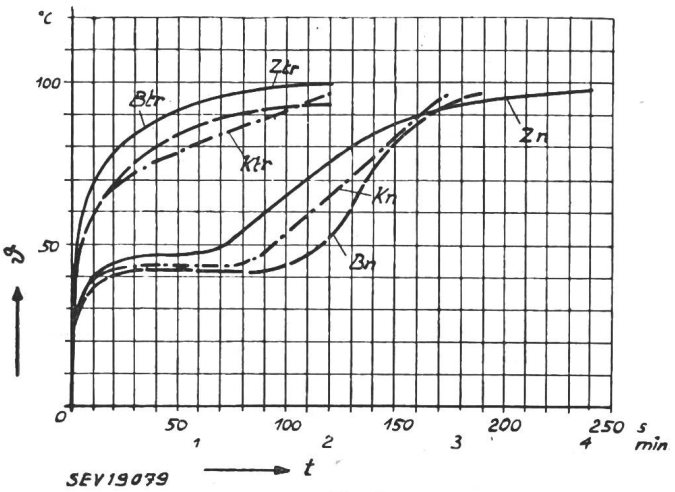


Fig. 8
Zeit-Temperatur-Kurven verschiedener Gewebe unter Infrarot-Strahlung
ϑ relative Temperatur; *t* Zeit
Btr Baumwolle trocken; *Ktr* Kunstseide trocken; *Ztr* Zellwolle trocken; *Bn* Baumwolle nass; *Kn* Kunstseide nass; *Zn* Zellwolle nass

Jutefäden. Es muss logischerweise aber auch für alle anderen Fasern gelten, einschliesslich der Zellulose, dem Karton, dem Papier, den Hartfaserplatten usw., denn wenn bei gleicher mittlerer Temperatur getrocknet wird, treten vor allem im Gegensatz zur Kontakttrocknung bei der Strahlungstrocknung über den ganzen Querschnitt verteilt praktisch nur kleine Abweichungen vom Mittelwert der Temperatur auf. Dadurch werden Spannungen in den Fasern vermieden, die auf die Haltbarkeit der Faser von schlechtem Einfluss sind. Man kann infolge der geringen Temperaturstreuung sogar bei einer höheren mittleren Temperatur, also noch schneller, trocknen, ohne irgend eine Gefährdung der Faser zu riskieren. Es ist auch bekannt, dass die Papierfabrikanten oft gerne bereit wären, die Temperatur ihrer Trockenzylinder zu senken, sofern damit keine Produktionsverminderung bzw. keine Verlängerung der Trockenpartie durch zusätzliche Dampfzylinder erforderlich wäre. Die Anwendung der Strahlung weist hier einen neuen, gangbaren Weg, der auch konstruktiv insofern interessant ist, als zusätzliche Strahlungs-Trocknungsanlagen auf verhältnismässig engem Raum untergebracht werden können.

Als letzte Charakteristik von Allgemeingültigkeit sei schliesslich der Wirkungsgrad beim Trocknen mit Strahlung erwähnt. Man findet hierüber in der Literatur Angaben, wonach man mit einer kWh ein kg Wasser verdunsten kann. Dieser Energieverbrauchswert kann tatsächlich erreicht werden, sofern günstige Konstruktionsbedingungen vorliegen. In zahlreichen Fällen handelt es sich aber um Zusatzeinrichtungen, die konstruktiv weniger günstig gestaltet werden können, weshalb man je nachdem auch mit einem höheren Energieverbrauch rechnen muss. Besteht die Möglichkeit, Wärmerückgewinnungsanlagen in die Konstruktion miteinzubeziehen, dann kann der Energieverbrauch 25...30 % gesenkt werden.

Zusammenfassend kann man sagen:

Infolge der Tiefenwirkung der Strahlung und der synchronen Aufheizung dünner Schichten ergeben sich kürzere Aufheizzeiten, kürzere Aushärtezeiten und Schonung jeglicher Faser.

Einige Zahlen aus «Kunstseide und Zellwolle», 1948, Nr. 6:

Vergleich der Trockenzeiten bei bisheriger und bei Infrarot-Trocknung

Tabelle I

Trockengegenstände	Trockenzeiten	
	bisher	mit Infrarot-Strahlen
Metallfensterrahmen .	45 min	3,5 min
Flugzeugteile	50 min	4 min
Fahrradrahmen . . .	43 min	7 min
Stoffe	4...15 m/min	100...450 m/min
Kunstseide-Kuchen . .	3...4 d [1])	30...60 min
Kunstseide-Kuchen . .	12...16 d	4 d

[1]) 1 d (dies) = 1 Tag = 24 h.

Vor der Besprechung einiger erwähnenswerter Anlagen sei noch auf die interessante Möglichkeit einer Leistungssteigerung von Zellulose-, Karton- und Papiermaschinen hingewiesen.

Die Viskosität des Wassers nimmt bei zunehmender Temperatur bis zu einem Temperaturgrenzwert ab. Jede Hausfrau weiss, dass heisses Wasser sich leichter aus der Wäsche auswringen lässt als kaltes. Wendet man diese Kenntnis in der Nasspartie einer Papiermaschine an, indem man die nasse Papierbahn an geeigneter Stelle vor der Pressung heizt, dann ist mit gleichem Pressdruck eine höhere Abpressung möglich, bzw. kann man bei gleichem Presseffekt die Presse mit geringerem Druck arbeiten lassen, eine Variante, mit der man bei Karton eine lockere Qualität erzielt, bei Zellulose bessere Löslichkeit in der Weiterverarbeitung. Eine Reihe von Versuchen hat den zusätzlichen Presseffekt durch Aufheizung bestätigt. Es wurden Möglichkeiten der Steigerung der Produktion zwischen 5 und 12 % errechnet, wobei aber zu bemerken ist, dass die Versuche wegen der nicht ganz die Wirklichkeit wiedergebenden Laboratoriumsmethode, ungünstigere Resultate ergeben haben, als man sie bei einer gut durchkonstruierten Industrieanlage erhalten würde. Dies wurde auch von einem schweizerischen Kartonfabrikanten bestätigt, der von einer Produktionssteigerung von 15 % sprach, wenn er die Kartonbahn vor der dritten Presse mit Strahlung aufheizt. Die Tatsache des erhöhten Presseffektes bei warmer Papierbahn ist seit langem bekannt. Teilweise werden daher Presszylinder mit Dampf geheizt. Der Effekt ist aber auf diese Weise ungenügend. Auch heizt man nicht selten, indem man heisses Wasser auf die Papierbahn spritzt. Dies bedeutet aber so viel wie den Teufel mit dem Beelzebub austreiben, denn man giesst Wasser zu, um nachher mehr davon abzupressen. Die Infrarot-Bestrahlung weist hier, in Anbetracht der steilen Aufheizkurve, wiederum einen interessanten Weg, sofern man bei den Papiermaschinen den nötigen Raum zu ihrer Einrichtung vorfindet. Jedenfalls haben eine Reihe von Versuchen an Karton- und Zellulosemaschinen ergeben, dass die aufgewendete Heizenergie pro kg mechanisch zusätzlich abgepressten Wassers kleiner ist, als die Energie, die man benötigen würde, um die gleiche Zusatzmenge Wasser in der Trockenpartie zu verdampfen.

In Anbetracht der bereits erwähnten Vielgestaltigkeit der Absorptionsspektren mit Absorptionsbändern in nahezu allen Wellenlängenbereichen und des weiteren Umstandes, dass ein Untergrund, auf dem Farbanstriche aufgebracht sind, in den meisten Fällen den Rest der die Farbschicht noch durchdringenden Strahlung absorbiert, scheint es für den praktischen Gebrauch weitgehend belanglos zu sein, mit welcher Strahlungszusammensetzung gearbeitet wird. Es sind in dieser Hinsicht aber noch genauere Untersuchungen im Gang, über die später berichtet werden soll. Hiefür wurde ein Laboratoriumsofen entwickelt (Fig. 9), der einerseits erlaubt, die Qualität der Strahlung, d. h. ihre spektrale Zusammensetzung, durch Variieren der Oberflächentemperatur der Strahler abzuwandeln, anderseits so eingerichtet ist, dass der axiale Abstand der Strahler voneinander beliebig eingestellt werden kann, wodurch innerhalb gewisser Grenzen beliebige spezifische Strahlungsdichten mit beliebigen Strahlungsqualitäten verwendet werden können. Ein in seiner Höhe einstellbarer Probentisch vergrössert die Variationsmöglichkeit der

Versuchsbedingungen. Der hinter den Strahlern angebrachte Reflektor besteht aus flachen, hochglanzpolierten und vergoldeten Messingblechen. Das bei diesem Laboratoriumsofen angewendete Prinzip der einstellbaren Dosierung wird zweckmässigerweise auch bei industriellen Einbrennanlagen angewendet.

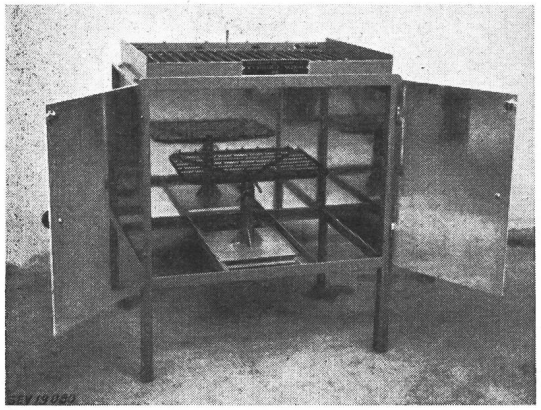


Fig. 9
8-kVA-Strahlungsofen für Laboratorium
Dosis und Strahlungszusammensetzung sind unabhängig voneinander einstellbar

Beispiele aus der Praxis

Bei der Fabrikation von Zinkklischeeplatten werden die Oberflächen unmittelbar nach ihrer mechanischen Fertigstellung vor schädlichen äusseren Einflüssen dadurch geschützt, dass die Aetzseite mit einem leichten, abziehbaren, und die Rückseite mit einem gut haftenden Schutzlack versehen wird. Zum Trocknen bzw. Einbrennen der Lacke wurde eine Anlage in Form eines Drehtisches entworfen (Fig. 10). Der an der Spritzkabine beschäftigte Arbeiter legt die gespritzten Platten in das freie Feld der drehbaren Tischplatte ein und dreht diese um 60 °; dabei wandert die frisch gespritzte Zinkplatte nach links in den Vortrockner, während von rechts her eine fertig getrocknete Platte aus dem Haupttrockner ins Freie kommt. Die Strahlungsintensität kann mit einem Stufentransformator variiert werden. Die Frischluft

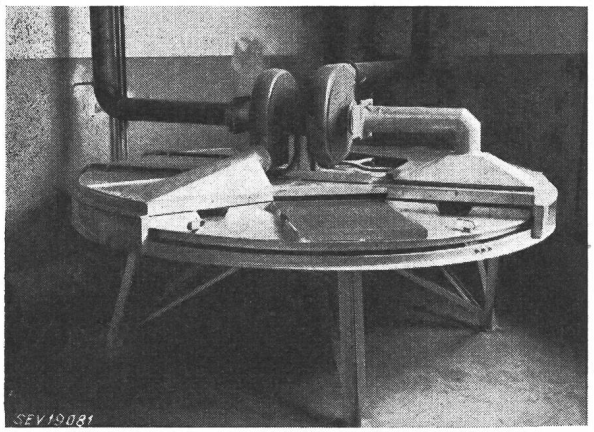


Fig. 10
5-kVA-Strahlungsofen zum Einbrennen von Lack auf Zinkclichéplatten

wird aus einer benachbarten Werkstatt angesogen und passiert dabei einen Ölfilter. Die Konstruktion erlaubt für kleine Serien von z. B. 60 Stück pro h ein rationelles, ununterbrochenes Durchlaufsystem, mit nur einer Arbeitskraft anzuwenden. Die Einbrenndauer beträgt 6 min.

Ein für die Uhrenindustrie entwickelter Kleinofen ermöglicht optisch transparenten, die Infrarot-Strahlung jedoch gut absorbierenden Lack auf vergoldeten Bestandteilen einzubrennen (Fig. 11). Die vergoldeten Uhrengehäuse werden auf einem Gitter gespritzt, das als Ganzes auf das Fliessband gelegt wird und durch eine Kurbeldrehung unter den Reflektor wandert. Beim Vorschub des Fliessbandes öffnet sich sowohl die Eingangs- wie die Ausgangstüre. Während das nächste Gitter mit Gehäusen vorbereitet wird, geht der Einbrennvorgang vor sich. Die Einbrenndauer beträgt 6 min. Dabei ist noch eine Vortrocknung mitberücksichtigt. Mit

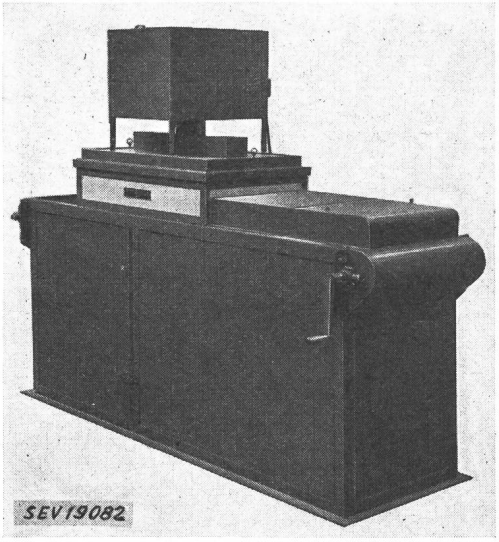


Fig. 11
4-kVA-Strahlungsofen zum Einbrennen von Transparentlack auf vergoldeten Uhrenbestandteilen

dem gleichen Ofen werden auch andere kleine vergoldete Bestandteile verarbeitet. Bei dieser Konstruktion spielt die Staubfreiheit der Luft eine grosse Rolle; die angesogene Frischluft geht daher vor dem Eintritt in den Trockenraum durch ein elektrostatisches Filter.

Es ist bekannt, dass die Infrarot-Einbrenntechnik zuerst in den Ford-Automobil-Werken Anwendung fand, wobei der

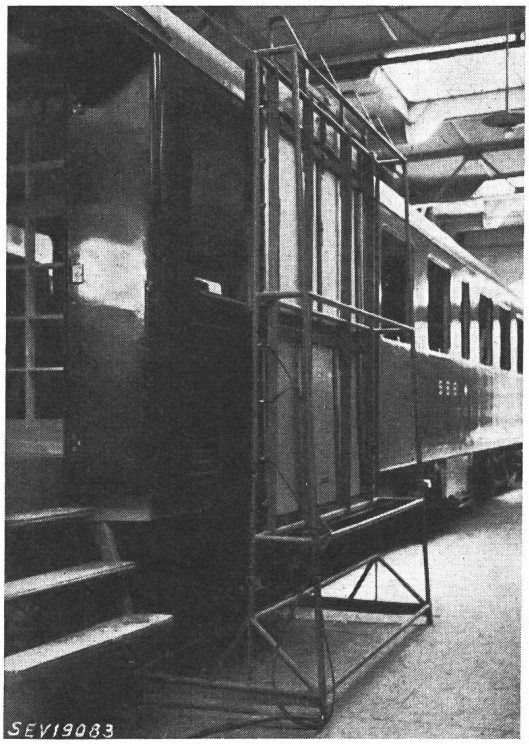


Fig. 12
40-kVA-Versuchsanlage zum Einbrennen von Lack auf Eisenbahnwagen
Die horizontalen Streifen sind Lichtreflexe auf der glänzenden Wagenwand

Lack auf den Karosserien eingebrannt wurde. Eine Erweiterung dieser Technik steht insofern in Aussicht, als eingehende Untersuchungen im Gange sind, den äusseren Anstrich von Eisenbahnwagen einzubrennen (Fig. 12). Hier handelt es sich um ein Beispiel, wo sich die Infrarot-Behandlung ganz besonders eignet. Der Energiebedarf eines Konvektionsofens, in dem ein ganzer Eisenbahnwagen Platz hat, und auf 120 °C erwärmt werden soll, wäre gewaltig gross, im Vergleich zu einer Tunnel-Strahlungsanlage von schätzungsweise 4 m Länge, durch die ein frisch lackierter Wagen langsam gezogen würde. Bei den erwähnten Untersuchungen haben sich bisher die folgenden Möglichkeiten gezeigt:

1. Es ist ohne weiteres möglich, den Lack an den Aussenwänden von Eisenbahnwagen mit Infrarot-Strahlung einzubrennen.
2. Vergleichsweise Härteuntersuchungen haben ergeben, dass mit einem Sandstrahlgebläse der alte, als solid befundene Lackaufbau, wie er bisher bei den Eisenbahnwagen verwendet wurde, nach 4 s beinahe vernichtet, nach 8 s bis aufs Metall weggeblasen war, während ein eingebrannter Kunstharzlack dagegen nach 8 s nur eine leichte Mattierung aufwies.
3. Es ist zweckmässig, einen Lack zu verwenden, der keine allzuhohen Einbrenntemperaturen verlangt, z. B. nur bis zu 120 °C. Dadurch werden Blechdeformationen an Stellen kleiner Krümmungsradien vermieden.
4. Je nach den bestrahlten Zonen muss man pro Flächeneinheit, in Anbetracht der verschiedenen Wärmekapazitäten, mehr oder weniger Energie aufstrahlen, damit gleiche Einbrenntemperaturen auf der Fläche erzielt werden. Bei den erwähnten Versuchen wurden 4 Zonen festgelegt, bei denen mittlere Dosierungen zwischen 6 und 18 kW/m² zur Anwendung kamen. Jede Zone wurde auf eine Grundbelastung eingestellt, ist aber über einen Induktionsregler noch feiner einstellbar.
5. Je nach Lackart variiert die Einbrenndauer; bisher kann festgestellt werden, dass bei einer Länge der verwendeten Strahlerwand von 2 m der Wagen ungefähr mit 2 m pro Stunde verschoben werden kann, d. h. bei einem 4 m langen Tunnel kann die Geschwindigkeit auf 4 m/h gesteigert werden.

Die Versuche sind bisher weitgehend positiv verlaufen, aber noch nicht abgeschlossen.

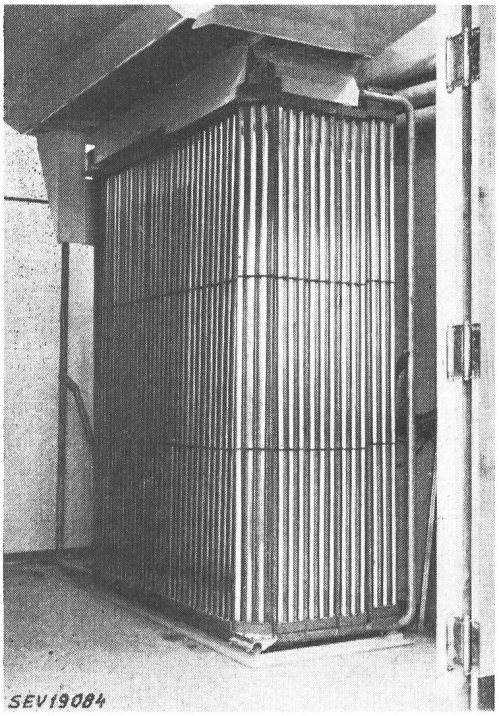


Fig. 13
100-kVA-Strahlungsofen zum Einbrennen von Lack auf grossen Blechkonstruktionen
Fläche und Grösse sind einstellbar

Das nächste Beispiel (Fig. 13) betrifft eine 100-kVA-Lackeinbrennanlage, bei welcher der Lack auf metallischen Türen und Türrahmen, sowie auf U-förmigen Blechkonstruktionen mit variablen U-Breiten zwischen 0,8 und 2,5 m, mit variablen Schenkellängen bis 0,8 m und mit Höhen von 2...2,3 m eingebrannt wird. Es handelt sich also um relativ sperrige Gebilde. Ein Konvektionsofen müsste dem grössten U-Profil Rechnung tragen und wäre schlecht ausgenützt. Hier stellt sich die Frage, das Problem mit Strahlung zu lösen. Die Lösung ist deshalb interessant, weil sie zeigt, wie solche Strahlungsanlagen doch den verschiedensten Bedingungen angeglichen werden können. Die Anlage setzt sich aus 20 schmalen Reflektoren zusammen, die in ein variables, einer grossen Schublehre ähnliches Gestell eingehängt werden, so dass dem mit Lack gespritzten, z. B. U-förmigen Gebilde jeweils eine entsprechend geformte und in der Grösse angepasste Strahlerfläche gegenübersteht. Mit der Anlage ist ein Induktionsregler verbunden, der die Strahler nach einem vorgeschriebenen, automatisch gesteuerten Programm langsam aufheizt, so dass die Dosierung einstellbar progressiv ansteigt und einen beliebig wählbaren Maximalwert z. B. erst nach rund 5 min erreicht. Inzwischen hatten die Lösungsmittel durch das bewusst verzögerte Aufheizen genügend Zeit, langsam zu verdampfen, was für die Lackqualität wichtig ist, so dass nach der erfolgten Trocknung bei Bedarf die Temperatur z. B. noch kurzzeitig gesteigert werden kann, was dem Lackfilm die entsprechende Härte verleiht. Nach rund 15 min wird die Anlage automatisch abgeschaltet, womit der ganze Einbrennvorgang beendet ist. Obwohl der Lack nach dem Abkühlen des Werkstückes bereits sehr hart ist, härtet er im Verlauf der folgenden Tage durch Alterung noch wesentlich mehr aus; die endgültige Qualitätsbeurteilung eines so eingebrannten Lackes, soll erst einige Tage nach dem Einbrennen vorgenommen werden.

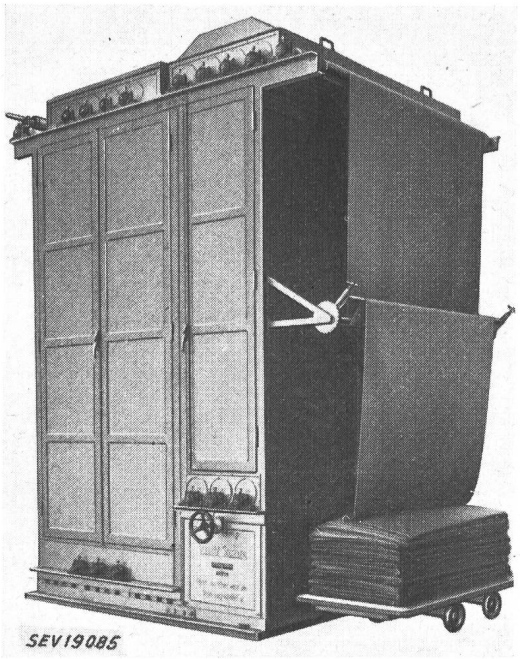


Fig. 14
40-kVA-Strahlungsofen für Wolltuche mit Wärmerückgewinnung

Ein interessanter Versuch wurde am Farbanstrich für Freilufttransformatoren durchgeführt. Der für Lufttrocknung verwendete Lack benötigt normalerweise bis zur Staubtrockenheit etwa 72 h. Durch Bestrahlung gelang es, ein Transformatorgehäuse nach rund 50 min transportfähig zu machen.

Ein weiteres Anwendungsgebiet wird sich der Infrarot-Behandlung bei der Spachtelung von Werkstücken eröffnen. Es wurden in dieser Hinsicht sehr genaue Untersuchungen angestellt, bei denen der Spachtel auf den Gussgestellen von 6 m langen Drehbänken eingebrannt wurde. Dabei bestand die Gefahr, dass die bereits auf $\pm$ $^1/_{100}$ mm bearbeiteten Laufflächen durch Verziehen des Gusses an Genauigkeit einbüssen würden. Eine Kontrolle zeigte jedoch, dass keinerlei Verziehen der bearbeiteten Flächen aufgetreten war.

Bei der Anwendung der Strahlung in der Textilindustrie stellen sich zwei Hauptprobleme: das Trocknungsproblem und das Polymerisations- bzw. das Polykondensationsproblem.

Als Beispiel sei ein 40-kVA-Vortrockner für Wolltuche erwähnt (Fig. 14), dessen Aufgabe darin besteht, 50 % der nach dem Zentrifugieren verbleibenden Feuchtigkeit im Gewebe in ungespanntem Zustand des Tuches zu trocknen, bevor das Tuch von einem Spannrahmen übernommen wird, wo es auf Sollbreite fertig trocknet. Es wurden sorgfältige Vorversuche durchgeführt und dabei einige recht wesentliche Kenntnisse gewonnen.

Zunächst wurde festgestellt, dass beinahe alle Tucharten bis zu 75 % in ungespanntem Zustand getrocknet werden können. Dann hat sich für einen weiten Bereich der Strahlungsdosierung ergeben, dass die Abreibefestigkeit von Kette und Schuss, nass und trocken, von den durch Strahlung getrockneten Tuchen durchwegs grösser ist als jene von im Konvektionsofen getrockneten Tuchen.

Die Konstruktion sieht eine Vor- und eine Haupttrocknung vor. Die Haupttrocknung erfolgt durch Strahlung, indem das Tuch mäanderförmig vor den Strahlern vorbeigezogen wird. Die entstehenden Dämpfe werden in möglichst reinem Zustand mit wenig Frischluft abgesogen, und in einem Wärmeaustauscher kondensiert. Die frei werdende Kondensationswärme geht auf getrennt angesogene Frischluft über, die mit entsprechender Geschwindigkeit im Vortrockner dem durch enge Kanäle geführten Tuch entlang bläst. Der Energieverbrauch pro kg verdampften Wassers beträgt in dieser Anlage für die günstigsten Tuche rund 1 kWh bei abgeschalteter Wärmerückgewinnungsanlage, und 0,7 kWh bei zugeschalteter Wärmerückgewinnungsanlage. Bemerkenswert ist, dass der Wirkungsgrad mit zunehmender Tuchdicke steigt.

Weitere Trocknungsprobleme an Textilfasern wurden für die Schlichtetrocknung gelöst.

Hier seien zunächst die Erfahrungen einer nordfranzösischen Leinenweberei erwähnt, die ihren Schlichtebetrieb ganz auf Strahlungstrocknung umgestellt hat, obwohl der Energiepreis für die elektrisch erzeugte Kalorie wesentlich über jenem der mit Kohle erzeugten Kalorie liegt. Die Umstellung erfolgte nach gründlicher Prüfung der Resultate einer Versuchsanlage und führte zu einer allgemeinen Qualitätsverbesserung der Fäden. Diese sind gleichmässiger; der Fadenbruch wurde um rund die Hälfte reduziert, und die Fäden lassen sich glatter auf den Webstühlen verarbeiten.

Laboratoriumsmässige Trocknungsversuche an geschlichteten Hanfschnüren und an Jutefäden ergaben, dass hier die Strahlung in gleicher Weise mit Vorteil anwendbar ist. Ausser der gesteigerten Gleichförmigkeit der Qualität wird sich hier auch die gleichmässige Durchtrocknung der teilweise doch ziemlich dicken Fäden bei langer Lagerung insofern bemerkbar machen, als eine gefährliche Schimmelbildung verhütet wird, die zu erheblichen Materialverlusten führen kann. Eine 100-kV-Anlage ist im Bau.

Wie früher erwähnt, kann der Temperaturanstieg im Gewebe nach völliger Trocknung mit Vorteil zur Polymerisation bzw. Polykondensation von Kunstharzen verwendet werden, die als Imprägnierungen den Geweben spezifische Eigenschaften verleihen. Im speziellen wird an knitterfeste, nichtschrumpfende, wasserdichte Gewebe gedacht, aber auch an die Herstellung gummiähnlicher Überzüge, also an die Aushärtung von Plastikarten für Regenmantelstoffe, Wachstuche, Kunstleder usw.

Das thermische Problem ist hier im Prinzip das gleiche wie beim Aushärten von Lacken, nur dass die Dosierung je nach den gewünschten Effekten ändert. Hier dürfte sich ein bedeutendes Anwendungsgebiet für die Strahlungstechnik entwickeln.

Der erwähnte Tuchtrockner kann ohne weiteres zur Aushärtung von Kunstharz-Imprägnierungen auf Geweben verwendet werden. Er diente jedenfalls zu den Vorversuchen für die Erstellung eines Laboratoriumsgerätes, die durchaus positiv verliefen.

Da die Zahl der Kunstharzprodukte, mit denen Textilien ausgerüstet werden, in ständigem Steigen begriffen ist, da die optimale thermische Behandlung in zahlreichen Fällen nur ungefähr bekannt sein dürfte, lag es nahe, ein Studiengerät zu schaffen, mit dem Fragen dieser Art systematisch geklärt werden können. Das Gerät ist für Probebänder von maximal 25 cm Breite erstellt (Fig. 15).

Die für das Aushärten von Lacken erwiesene, wahrscheinlich innert weiter Grenzen geltende Unabhängigkeit von der spektralen Zusammensetzung der Strahlung sollte, bevor nicht das Gegenteil bewiesen ist, bei der Verwendung der Infrarotstrahlung für Textilien nur mit Vorsicht übernommen werden. Stellt doch die Faser in der Mannigfaltigkeit ihrer Natur, zusammen mit den zur Ausrüstung verwendeten Kunstharzlösungen oder Emulsionen, ein viel delikateres Gebilde dar, als z. B. ein mit Lack überzogenes Blech. Es können je nach Verhältnissen unerwünschte Wanderungen der Mikromoleküle innerhalb der Faser eintreten, bevor sie sich zu genügend stark verankerten Makromolekülen zusammengeschlossen haben. Es kann auch, nachdem kein alles absorbierender Untergrund vorhanden ist, eine selektivere Wellenempfindlichkeit bestehen. Um allen diesen Möglichkeiten gerecht zu werden, wurde die Konstruktion des Laboratoriumsgerätes folgendermassen geplant.

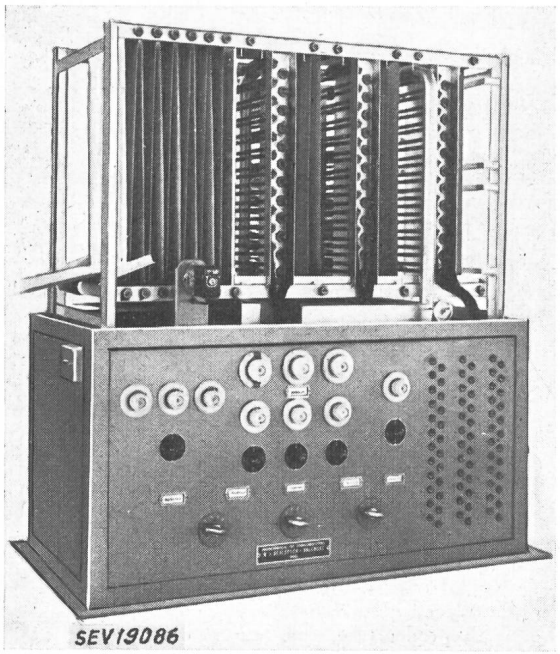


Fig. 15
13-kVA-Strahlungsofen für textilchemisches Laboratorium

Das Probeband wird in stetig regulierbarer Geschwindigkeit an drei Strahlungsregistern zu je 24 Strahlern vorbeigezogen. Jedes Strahlungsregister kann mit einem Variator Strahlungen sechs verschiedener Härten aussenden. Neben der Regulierbarkeit der Strahlungsqualität kann aber auch die Dosis beliebig verändert werden, denn jeder einzelne Strahler ist schaltbar. Der Strahlungsteil dieses Apparates ist im Betrieb völlig abgedeckt und mit hochreflektierenden Blechen ausgekleidet. Eine Umluftturbine sorgt für gleichmässige Temperaturverteilung. Wird gewünscht, dass das auf Temperatur gebrachte Gewebe eine Weile in dieser Temperatur verbleibt, dann kann es, zeitlich kürzer oder länger einstellbar, durch einen Warmhalteteil mit konstant gehaltener, beliebiger Temperatur gezogen werden. Ein mit dem Gerät gelieferter Kurven- und Tabellenatlas erlaubt, aus den Variatorstellungen, den Schaltstellungen der einzelnen Strahler, der Umlufttemperatur, der Durchlaufgeschwindigkeiten und schliesslich der Temperatur im Warmhalteteil das betriebsmässige Bestrahlungsrezept anzugeben.

Auf Grund der mit diesem Gerät erzielten Resultate wurde anschliessend ein Industriegerät mit 100 kVA Anschlusswert gebaut. Es handelt sich um ein Gerät für grosse Stoffbreiten, das fabrikatorisch eingesetzt, mit allen Einzelheiten zu systematischer Forschung, wie Einstellbarkeit, beliebiger Zeit-Temperatur-Kurven und den dazu gehörigen Kontrollorganen ausgestattet ist.

Bisher wurden zwei wesentliche industrielle Anwendungsgebiete der Infrarot-Strahlung gestreift, jenes der Trocknung feuchter Gegenstände und der Aushärtung von Kunstharzen. Die damit verbundenen Fragen sind aber damit keineswegs erschöpfend behandelt. Die industriellen Anwendungsmöglichkeiten der Infrarot-Strahlung gehen weit über das Erwähnte hinaus. Es sei nur an die Trocknungsprobleme in der chemischen Industrie, im graphischen Gewerbe, bei der

Gummifabrikation, in der Lederindustrie, in der papierverarbeitenden Industrie, im photographischen Gewerbe, an die keramische Industrie, das Bäckereigewerbe, an das Trocknen von Lebensmitteln, Sämereien, Gras, an die Anwendung im Haushalt und anderes erinnert. Überall warten Aufgaben darauf, mit der Infrarot-Strahlung gelöst zu werden.

Es bleibt noch die Spektralanalyse zu erwähnen, die nicht nur in der analytisch-wissenschaftlichen Forschung bis weit ins langwellige Infrarot-Spektrum vorgestossen ist, sondern auch in der industriellen Materialprüfung der grossen Unternehmungen heute zu den Selbstverständlichkeiten gehört; werden doch Infrarot-Spektrographen gebaut, die in wenigen Minuten den Quotienten einer gefilterten Strahlung in Prozenten einer ungefilterten Strahlung, spektral bis zu 25 μm, zerlegt, graphisch registrieren, wobei das Filter aus dem zu untersuchenden Objekt besteht, und man aus den Amplituden der so erhaltenen Absorptionsspektren die Qualität von Produkten bis ins kleinste, durch Vergleich mit einer Norm des Absorptionsspektrums, laufend kontrolliert. Dabei wird z. B. an die Prüfung der Benzinqualitäten, gemäss den verschiedenen Graden der fraktionierten Destillation, gedacht.

Es sollte hier nicht der Versuch unternommen werden, einen Überblick über die Unsumme der Möglichkeiten zu gewinnen, die sich, vorläufig hauptsächlich in wissenschaftlicher Richtung, aus der immer weiter gesteigerten Empfindlichkeit photographischer Emulsionen ergeben, wo sich auf dem Weg über die Infrarot-Photographie Phänomen um Phänomen offenbart, in botanischer, biologischer, medizinischer, kunsthistorischer, historischer, kriminalwissenschaftlicher, archäologischer, geologischer, geographischer und nicht zuletzt in astronomischer Beziehung.

Bekannt ist die Klarheit von Fernaufnahmen, z. B. die Photographie von Korsika, von der Küste des Mittelmeeres aus, oder die Aufnahme von rund 500 000 km² der Erdoberfläche aus 170 km Höhe, aus einer V2-Rakete heraus aufgenommen. Auf Grund der Grössenunterschiede zwischen einer normalen und einer Infrarot-Photographie des Mars, wird aus der Dispersion der Strahlung die Dicke der Atmosphäre berechnet. Die Verformung und chemische Analyse der Sonnenflecken wird ständig mit Registrierinstrumenten überwacht. Neue, bisher unbekannte, lichtlose, aber noch heisse Sterne, werden über die infrarotempfindliche Platte entdeckt.

Das Gebiet der Infrarot-Strahlen ist endlos, sein Erkennen voll von Wundern, voll von Möglichkeiten zur Bereicherung des kulturellen Lebens; seine praktische Erfassung voll von Möglichkeiten zur Vervollkommnung des modernen Lebens.

La protection des condensateurs de puissance contre les harmoniques de tension et leur emploi dans les réseaux comportant des commandes par courant à fréquences musicales

621.316.94:621.319.4

[D'après *F. Scoumanne:* La protection des condensateurs de puissance contre les harmoniques de tension et leur emploi dans les réseaux comportant des commandes par courant à fréquences musicales. Bull. Soc. belge des Electr". t. 67(1951), no 3, p. 133...158.]

Protection des condensateurs

L'importance croissante des interconnexions de centrales fait apparaître l'intérêt de produire de l'énergie réactive aussi près que possible des points de consommation. C'est pourquoi l'emploi de condensateurs statiques se développe rapidement.

On leur a reproché des échecs qui seraient dus à des imperfections de construction. Il n'est pas certain que les mécomptes rencontrés soient imputables aux condensateurs eux-mêmes, et il importe d'examiner si les harmoniques du courant n'exercent pas une influence néfaste.

Les principaux harmoniques à retenir sont ceux de rang 3, 5, 7 et 11 car ceux d'ordre supérieur ont un taux assez faible pour n'être plus dangereux, De même, si les condensateurs sont couplés en triangle ou en étoile avec le neutre isolé, les harmoniques d'ordre 3 et multiples de 3 ne sont pas à craindre.

Si un condensateur C est branché en série avec une bobine de self-induction L, il existe une fréquence f_0 pour laquelle l'impédance du complexe s'annule. Lorsque cette condition est remplie pour l'une des fréquences 150, 250, 350 ou 550 Hz, le courant est limité par la seule résistance ohmique et peut atteindre une valeur excessive, même si la fréquence f_0 s'écarte de la fréquence harmonique exacte.

Partant de la puissance P d'un transformateur avec pertes Cu a, et d'une puissance apparente — exprimée en fonction de P — d'un condensateur S, on peut établir 2 formules donnant le courant total I_c et la tension totale U_c lorsqu'un harmonique d'ordre n et d'amplitude k_n entraîne la résonance du circuit.

$$I_c = I\sqrt{1+\left(\frac{k_n}{a\,S}\right)^2} \quad \text{et} \quad U_c = U\sqrt{1+\frac{k_n f}{a f_n}}$$

Un exemple numérique montre que pour une puissance de condensateur égale au tiers de la puissance du transformateur et avec un harmonique 5 de 3 % et une perte Cu de 0,01 on obtient:

$$I_c = 9{,}1\,I \quad \text{et} \quad U_c = 1{,}26\,U$$

Si la surtension est modeste, la surcharge et l'échauffement sont importants.

Il y a toujours des self-inductions dans un réseau. La question est de connaître celles qui interviennent. Une d'entre elles, cependant, est plus importante que les autres et peut être considérée comme seule existante en première approximation: celle du transformateur qui alimente le condensateur.

Connaissant la perte Cu a et la tension de court-circuit U_{1c} exprimée en % de la tension apparente nominale du transformateur de puissance P et la puissance apparente S du condensateur, la fréquence produisant la résonance est:

$$f_0 = f\sqrt{\frac{1}{S\sqrt{U_{1c}^2 - a^2}}}$$

si l'on fait abstraction de a très faible:

$$f_0 = f\sqrt{\frac{1}{S U_{1c}}} \quad \text{ou} \quad S U_{1c} = \left(\frac{f}{f_0}\right)^2$$

Pratiquement, pour éviter de surcharger le condensateur, il faut que

$$f_0 \leqq 200 \quad \text{ou} \quad f_0 \geqq 600$$

Si f_0 se trouve dans la plage dangereuse, il faudra augmenter L, puisque C et P sont donnés par définition, pour abaisser la résonance au-dessous de la limite inférieure, car il n'est pas possible de la repousser au-dessus de la limite supérieure.

La formule ci-dessus est valable pour le transformateur à vide, mais il est très difficile de calculer la fréquence f_x d'une résonance en charge.

En résumé, il faut craindre les harmoniques et la pratique confirme qu'il faut en protéger le condensateur.

Cas des commandes par courant à fréquences musicales

Dans certains réseaux on utilise un système de commande à distance basé sur l'emploi de courant à fréquences musicales. Celles-ci sont généralement comprises entre 250 et 1500 Hz, sous une tension d'environ 4 % de la tension de service. Ces fréquences sont analogues à celles des principaux harmoniques, mais leur valeur nominale en diffère volontairement.

Les condensateurs de puissance ont le même comportement avec ces signaux qu'avec les harmoniques, ils offrent une impédance décroissante lorsque la fréquence augmente. Le courant de commande ne constitue jamais un danger pour les condensateurs car la puissance en jeu est trop faible et la durée d'application trop courte. En revanche, l'impédance très faible des condensateurs à l'égard des fréquences musicales peut entraîner une surcharge de la source et des chutes de tension inadmissibles.

Il faut donc empêcher que l'impédance du condensateur ne descende trop bas et l'on voit que le problème est le même que pour les harmoniques. Dans les deux cas la fréquence de résonance du complexe f_0 doit être inférieure à celle de l'harmonique ou à la fréquence la plus basse. La valeur minimum à tolérer pour l'impédance du complexe dépend de son emplacement sur la haute ou sur la basse tension, du niveau d'émission, de la sensibilité des récepteurs et de la nature du réseau considéré.

En France, on a établi un règlement déterminant la valeur minimum du complexe, mais sans imposer la manière d'y parvenir.

Bobine de self-induction en série avec le condensateur

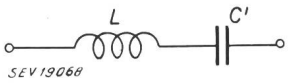


Fig. 1

Ce procédé est le plus simple et le meilleur marché; il consiste à remplacer le condensateur de capacité C par un complexe composé d'une capacité C' avec une bobine de self-induction en série L, de manière qu'à la fréquence normale f, l'impédance du complexe soit égale à celle de C. De plus, pour l'une des fréquences musicales à considérer, l'impédance du complexe doit être inductive, égale au minimum prescrit, et croître avec la fréquence.

Partant de ces données, on peut poser 2 équations qui permettent de déterminer les valeurs de L et C'. Il faut ensuite s'assurer que le rapport R des impédances pour les autres fréquences à l'impédance fondamentale soit supérieur au minimum imposé. On pourra également calculer f_0, la fréquence de résonance du complexe U_c', U_L, P_c', P_L, la tension et la puissance apparente aux bornes du condensateur C' et de la bobine L.

On peut toutefois simplifier cette recherche en adoptant à priori, comme seconde équation de condition, une fréquence de résonance f_0 du complexe. Ce qui revient à dire:

$$\omega_0^2 LC = 1$$

ω_0 étant choisi entre ω et ω_1. Si ω_0 se rapproche de ω, l'équipement coûte plus cher mais la protection est meilleure et satisfait plus facilement au minimum R imposé.

Circuit bouchon en série avec le condensateur

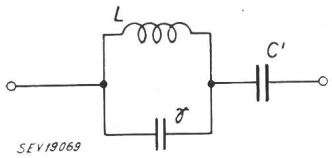


Fig. 2

Un autre procédé consiste à réaliser le schéma fig. 2. Aux bornes d'une bobine de self-induction L on place un condensateur γ. Pour une fréquence ω_i l'impédance devient infinie.

$$\omega_i^2 L\gamma - 1 = 0$$

Un tel circuit est connu sous le nom de circuit bouchon. S'il fallait accroître l'impédance de C' pour une seule fréquence, le problème serait parfaitement résolu par adjonction en série d'un bouchon établi pour cette fréquence. Mais comme ce bouchon doit fonctionner sous plusieurs fréquences, il est nécessaire de calculer son impédance Y_x pour une série de fréquences quelconques f_x et de contrôler le rapport R entre l'impédance à la fréquence f et celle aux diverses fréquences f_x.

Supposons que $f_i = 350$ Hz; on pourra tracer la courbe de R en fonction de f_x. Elle a 2 branches, la première, inductive, part de 0, pour $f_x = 0$ et tend vers l'infini pour $f_i = 350$. La seconde repart de l'infini pour $f = f_i$ et tend vers 0 lorsque f_x tend vers l'infini.

Si on branche en série avec le bouchon une capacité C' ainsi que l'indique la fig. 2, les impédances vont s'additionner algébriquement. Pour des valeurs de f_x inférieures à $f_i = 350$, l'impédance résultante sera la différence entre celle de C', capacitive, et celle du bouchon, inductive. Il y aura donc une fréquence f_0 pour laquelle l'impédance du circuit complexe sera nulle. Trois zones sont à considérer:

de $f = 0$ à f_0: l'impédance du complexe est capacitive et décroît d'infini à 0;

de f_0 à f_i: l'impédance est inductive et croît de 0 à l'infini;

de f_i à f infini: l'impédance est de nouveau capacitive et décroît d'infini à 0.

En pratique, seul les 2e et 3e zones sont utilisées, car si l'on veut respecter la règle des minimums d'impédance imposée, il faut que f_0 corresponde à une valeur inférieure à f_i.

En résumé, la plus petite fréquence utilisée f_1 est toujours inférieure à f_i et correspond à une impédance inductive. Au contraire, f_2 doit être inférieure à f_i si l'impédance doit toujours être inductive et peut être supérieure à f_i si l'on tolère une impédance capacitive.

Pour établir le calcul mathématique, il faudra donc partir de 3 équations de condition puisque nous avons 3 inconnues. On peut simplifier le calcul en fixant arbitrairement la fréquence f_i d'impédance infinie. On peut établir, également, une relation exprimant que la résonance entre L et C' se manifeste à une fréquence f_r choisie arbitrairement. Mais on n'est pas assuré du respect de la condition minimum d'impédance et il faut tâtonner pour trouver des quantités convenables pour les valeurs fixées arbitrairement.

Self-capacité en série avec condensateur en dérivation

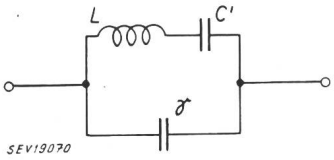


Fig. 3

La capacité C' et la bobine de self-induction L représentent un circuit soit capacitif, soit inductif, suivant la fréquence appliquée.

Si pour des fréquences donnant une impédance inductive, nous mettons en parallèle aux bornes de $L + C'$ un condensateur γ, nous constituons un circuit bouchon pour des valeurs convenablement choisies de L, C' et γ. Un tel complexe répondra aux conditions imposées.

La variation de l'impédance sera analogue à celle trouvée pour le schéma fig. 2. Elle aura également 3 zones successivement capacitive, inductive, capacitive, séparées par les points f_0 et f_i et leur position par rapport à f_1 et f_2, se présentent comme dans le cas de la fig. 2. Nous avons également 3 inconnues et 3 conditions à poser. On peut simplifier par tâtonnement, en se basant sur une fréquence de résonance arbitraire pour L et C' ou sur un rapport arbitraire γ/C'.

Examen comparatif des divers schémas

Il n'est pas possible de comparer en principe et de façon absolue les 3 schémas étudiés parce que les avantages ou inconvénients de chacun d'eux dépendent des diverses fréquences en jeu et de la loi du minimum d'impédance que l'on se sera imposée.

On peut faire, cependant, une comparaison du double point de vue de l'efficacité de la protection et du coût.

Il est facile d'obtenir une protection efficace contre les harmoniques et nous avons vu qu'il suffit que la fréquence f_0, pour laquelle l'impédance est nulle, se trouve quelque peu inférieure à la fréquence harmonique la plus basse. La question est moins simple pour protéger la télécommande contre l'action des condensateurs. S'il est aisé de calculer l'impédance du complexe aux diverses fréquences, il est plus difficile de déterminer avec certitude le minimum à imposer à cette impédance. On peut même dire que ce minimum n'est pas prédéterminable par le calcul.

On en est réduit à se baser sur des moyennes déduites expérimentalement; cette opinion est confirmée par l'examen du règlement français qui constitue un compromis entre ce qu'il serait désirable de réaliser et ce qui peut l'être plus ou moins aisément. Par exemple: l'impédance à 1000 Hz impose une valeur minimum de 2,5 X_0 si l'impédance est inductive et de 0,7 X_0 si elle est capacitive.

D'ailleurs, les condensateurs, même englobés dans un complexe, constituent néanmoins des consommateurs plus ou moins importants d'énergie à fréquences musicales. Les protections préconisées atténuent cet inconvénient mais ne le suppriment pas. La puissance apparente et par conséquent le coût du poste d'émission sont d'autant moindres que les impédances des récepteurs sont plus élevées.

Au moment où l'emploi des condensateurs statiques laisse entrevoir un développement considérable, on ne saurait trop insister sur l'intérêt qu'il y a à relever leur impédance à l'égard des fréquences de commande.

Les différents éléments qui entrent en jeu dans la protection, soit le condensateur C', la self L et le condensateur γ, sont destinés à remplacer le condensateur C. Leur prix ne peut être exprimé simplement en fonction de leurs caractéristiques électriques car il ne varie pas proportionnellement à l'intensité, à la tension ou à la puissance apparente. Ces grandeurs interviennent dans la formation du prix mais selon une loi en gradins d'incidence commerciale qui dépend des types d'appareils normaux adoptés par chaque constructeur.

Néanmoins, on peut dégager une tendance.

Les bobines de self sont d'importance relativement faible vis-à-vis du condensateur principal, représentant en puissance apparente 3 à 12 % du condensateur. Elles doivent être étu-

diées et construites dans chaque cas; leur prix dépend, de ce fait, de la tension aux bornes et du circuit magnétique qui doit être largement dimensionné, en raison des courants à fréquences élevées qui les traversent.

Le prix du condensateur principal dépend de sa capacité C' et de la tension aux bornes, éléments standard dont le prix varie par échelons. Suivant le schéma adopté, la tension aux bornes peut varier jusqu'à environ 10 % s'il s'agit du schéma fig. 1 et de 6 à 7 % dans les autres cas. Ce ne sera apparemment pas un motif suffisant pour franchir un échelon et l'on peut admettre que la différence de prix entre les divers cas est conditionnée uniquement par la capacité.

Le prix du condensateur γ auxiliaire est soumis à des conditions plus complexes puisque la tension aux bornes U varie entre 0,028 U et U. Aux faibles tensions, inférieures à 200 V, le condensateur γ sera mal utilisé et coûtera inutilement cher. Pour des tensions de 200 V ou plus, c'est la capacité qui déterminera le prix, mais comme elle peut être très petite par rapport à C' et inférieure au plus petit élément standard, il faudra une construction spéciale entraînant une forte majoration de prix.

En résumé, le schéma fig. 1 est le plus simple et sera souvent le plus économique. Son emploi dépend surtout de la valeur d'impédance minimum que l'on veut s'imposer. Si cette valeur est élevée, il faudra augmenter la tension aux bornes de la self mais l'augmentation de prix ne portera que sur un appareil auxiliaire. Pour le condensateur on se trouve en face d'une alternative: ou bien il peut supporter la surtension prévue et il est d'un prix normal, ou bien il ne peut pas la supporter et il faut recourir à la tension normale supérieure et accepter l'augmentation de prix.

Les schémas fig. 2 et 3 sont caractérisés par la présence d'un condensateur auxiliaire γ mais celui-ci se présente de façon fort différente dans les 2 schémas. Dans le premier cas il faut une forte capacité composée d'éléments standard sous une faible tension; donc une mauvaise utilisation et un prix qui peut atteindre le quart du prix du condensateur principal.

Dans le deuxième cas, schéma fig. 3, le condensateur est alimenté à pleine tension, donc à bon rendement. La seule difficulté peut être que sa faible capacité ne corresponde pas à un élément de fabrication normale. Dans certains cas, le prix du complexe fig. 3 ne sera pas plus élevé que celui de la fig. 2 tout en assurant des impédances supérieures.

Note de l'auteur du résumé

L'article complet de 26 pages comporte tous les développements mathématiques auxquels nous avons fait allusion, des exemples numériques, des courbes tirées de ces calculs, les formules du règlement français fixant la valeur de R aux différents groupes de fréquences, enfin, un tableau des divers éléments composant les complexes étudiés, permettant de dégager une tendance à l'égard des prix. Par souci de concision, nous avons délibérément supprimé dans ce résumé cette foule de renseignements intéressants. Les personnes que la question intéresse voudront bien se reporter à l'article original.

D. Burger

Aus Blechband gewickelte Transformatoren-Kerne

621.314.21.042.14

[Nach *T. D. Gordy* und *G. G. Somerville:* Formed Power Transformer Cores. Electr. Engng. Bd. 70(1951), Nr. 7, S. 614...617.]

In der Schwachstromtechnik, insbesondere in der Telephonie, sind in den USA in letzter Zeit Transformatoren und Drosselspulen mit aus Blechstreifen gewickelten Kernen benützt worden. In neuerer Zeit gelangen jetzt auch Starkstrom-Transformatoren in den Handel, deren Kerne nach ähnlichem Prinzip aufgebaut sind. Es dürfte daher gerechtfertigt sein, diese Bauart und deren Eigenschaften näher kennen zu lernen.

Von amerikanischen Werken wird z. Z. kaltgewalztes Transformatorenblech in langen Bändern geliefert, das eine in hohem Masse orientierte Molekülstruktur aufweist. Im allgemeinen werden zwar die Transformatorenkerne weiterhin aus *L*- oder *E*- und *I*-förmigen Blechstücken aufgebaut. Die verbesserten magnetischen Eigenschaften der neuen Bleche lassen sich aber am vollkommensten auswerten, wenn man daraus «gewickelte» Kerne herstellt. Die Anwendung solcher Eisenkerne war bis vor kurzem aus herstellungstechnischen Gründen auf Verteilertransformatoren beschränkt, weil diese Kerne fugenlos durch Wickeln von langen Bändern hergestellt wurden und die Wicklungen durch ein Spezialverfahren auf den Kern aufgebracht werden mussten. Grosstransformatoren liessen sich auf diese Art bisher nicht bauen. Durch eine Änderung der Kernherstellung gelang es neuestens, auch grosse Transformatoren mit «gewickelten» Kernen herzustellen. Nachstehend sollen der Aufbau und die Eigenschaften solcher Wickelkern-Transformatoren beschrieben werden.

Eigenschaften des kaltgewalzten Transformatorbleches

Ein Charakteristikum für alle in Netztransformatoren benützten Bleche ist die Nichtlinearität zwischen Feldstärke und magnetisierender Kraft. Auch ist die magnetische Induktion abhängig von der Kristallstruktur des Bleches.

Kalt gewalztes Blech weist Vorteile auf, welche beim Bau von Kernen ausgenützt werden können. Solche Bleche werden in langen Bändern geliefert, während warmgewalztes Material nur in Tafeln zur Verfügung steht. Durch entsprechende Legierung, Bearbeitung und Wärmebehandlung können Bleche mit hochgradigen magnetischen Eigenschaften hergestellt werden. Bei diesen Blechen orientiert sich eine grosse Zahl der Kristalle in die Walzrichtung, so dass

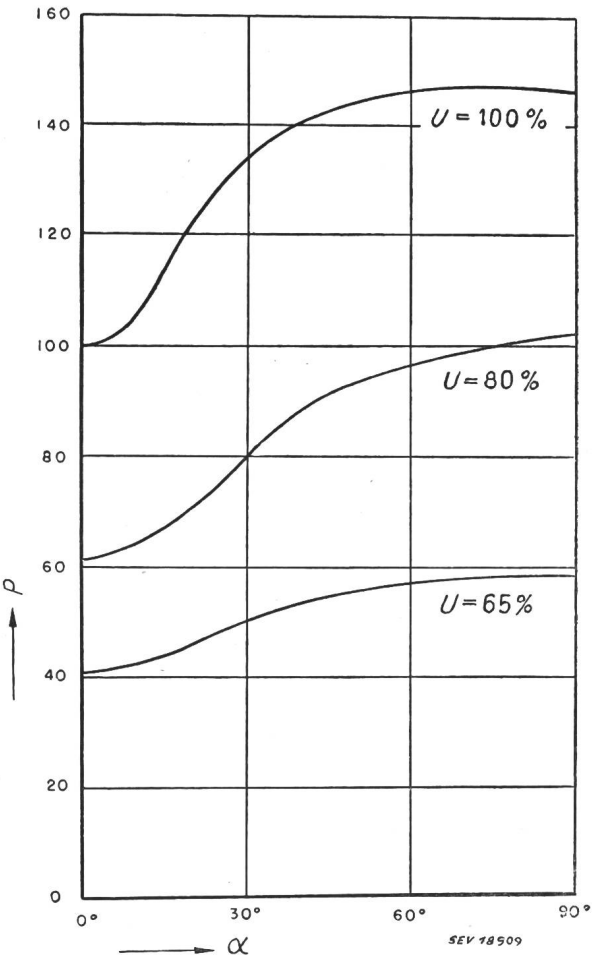


Fig. 1

Änderung der Eisenverluste in kaltgewalztem Transformatorblech in Funktion des Winkels der Walzrichtung des Bleches

P Eisenverluste in %
α Abweichungswinkel von der Walzrichtung

bei Magnetisierung in gleicher Richtung besonders geringe Ummagnetisierungs- (Hysteresis-) Verluste und damit ein geringerer Magnetisierungsstrom auftreten. Wird die Induktion hingegen gezwungen, anders als in paralleler Richtung zur Kristall- d. h. zur Walz-Richtung zu verlaufen, so steigen die notwendige magnetisierende Kraft und damit der Magnetisierungsstrom, sowie die Kernverluste an. Fig. 1 zeigt die Änderung der Eisenverluste im Kern in Funktion der Walz-

richtung, während Fig. 2 die magnetisierende Kraft in Funktion des Abweichungswinkels von der Walzrichtung darstellt. Hieraus geht hervor, dass es wichtig ist, orientiertes, kaltgewalztes Transformatorenblech beim Aufbau von Transformatorenkernen so zu verwenden, dass die Induktion im Eisen möglichst parallel zur Walzrichtung verläuft.

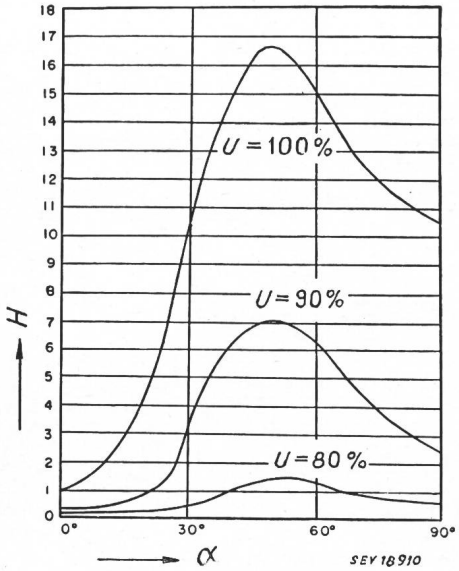


Fig. 2
Pro Längeneinheit aufzuwendende magnetisierende Kraft in Funktion des Winkels, um den der Flussverlauf von der Walzrichtung des Bleches abweicht
H magnetisierende Kraft pro Längeneinheit;
α Abweichungswinkel von der Walzrichtung

Das kaltgewalzte Transformatorenblech erweist sich auf mechanische Beanspruchung empfindlicher als das warmgewalzte. Bei mechanischer Überbeanspruchung steigen — als Zeichen der zerstörten Kristallstruktur — der Magnetisierungsstrom und die Kernverluste an. Die Bearbeitung, insbesondere das Biegen, erfordern grosse Sorgfalt.

Aufbau der «Wickelkerne»

Bei der Herstellung von Wickelkernen ist vor allem der Struktur der kaltgewalzten Bleche Rechnung zu tragen; ferner soll der Kernquerschnitt bei Zylinderspulen mit kreisförmigem Spulenkörper der Kreisform nahe kommen (Stufenkern). Damit die Verlustwärme durch die Kühlflüssigkeit wirksam abgeführt werden kann, sind entsprechende Kanäle vorzusehen.

Beim Bau von Wickelkernen wird man sich an handelsübliche Blechbandbreiten halten. Fig. 3 zeigt eine Ausführung mit einem in 4 Sektoren unterteilten Eisenkern. Diese Konstruktion, mit einem günstigen Füllfaktor, hat sich in der Praxis bewährt.

Die magnetischen Eigenschaften des gewickelten Eisenkerns werden durch eine spezielle Methode, nach welcher Kerne für Einheiten bis zu 3300 kVA erzeugt werden können, ausgenützt. Pro Windung ergibt sich dabei nur ein einziger Luftspalt. Die Länge der einzelnen Streifen, aus denen sich der Wickelkern zusammensetzt, steigt von der innersten zur äussersten Blechwindung linear an; sämtliche Streifen eines Kerns würden somit, horizontal abgewickelt und aufeinander geschichtet, ein Trapezoid mit einer rechtwinkligen Seite ergeben. Solche abgestufte Blechlängen werden durch Abschneiden eines langen Bandes mittels einer automatischen Schere erhalten, welche auf die Längenänderungen eingestellt werden kann. Hernach wird die Isolationsschicht auf die Bleche aufgebracht. Die mit der Isolationsschicht versehenen Bleche werden in Ringform zusammengestellt und nachher in die gewünschte Rechteckform gebogen; anschliessend folgt der Glühprozess. Nach der Wärmebehandlung behält der Kern die ihm gegebene Form. Fig. 4 zeigt einen nach der geschilderten Methode hergestellten Viertelkern für einen Einphasen-Manteltransformator nach dem Glühen.

Damit die Wicklung auf den Mittelschenkel gebracht werden kann, müssen die Bleche der Seitenschenkel sorgfältig auseinander gebogen und durch ein Lehrgerüst fixiert werden (Fig. 5). Hierbei darf die Elastizitätsgrenze nicht überschritten werden, da sonst die Struktur des Blechmaterials zerstört und die magnetischen Eigenschaften beeinträchtigt würden. Ist die Spule montiert, so werden die Blechlamellen nacheinander in ihre endgültige Lage zurückgebracht

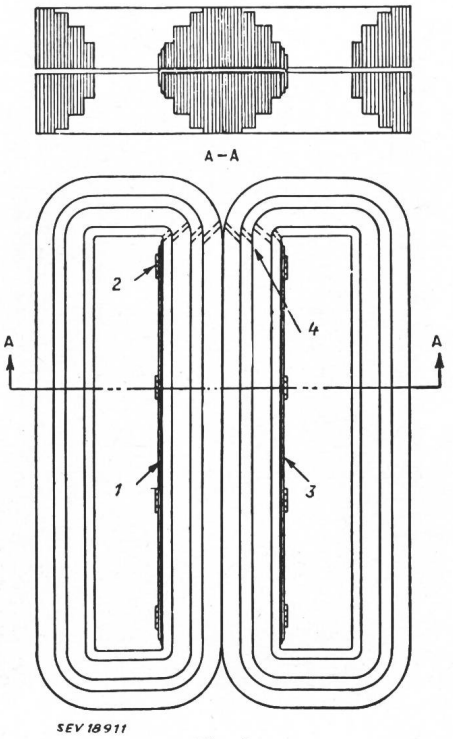


Fig. 3
Aufbau eines in 4 Teile geteilten Transformatorkernes
1 isolierte Verstärkungsplatte; *2* isoliertes Halteband; *3* Verstärkungsplatte; *4* Stossfugen-Region

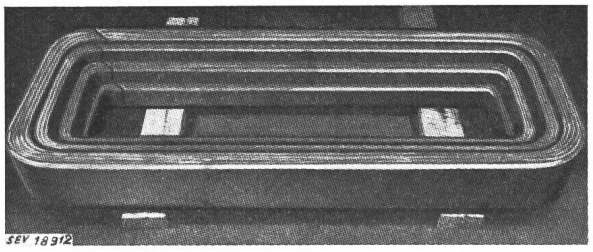


Fig. 4
Viertelkern eines Einphasen-Manteltransformators («Wickelkern»)

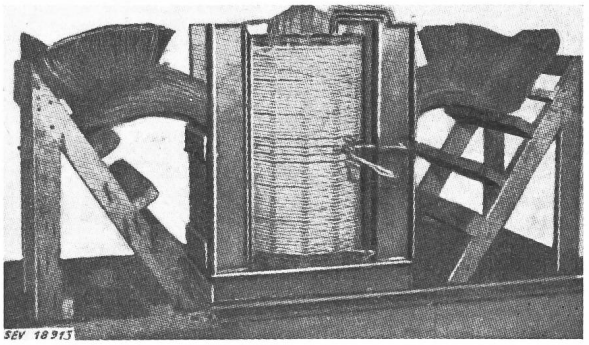


Fig. 5
Der «Wickelkern» aufgebogen
Auf dem Mittelschenkel des fertiggestellten Wickelkerns ist die Wicklung bereits aufgebracht. Zum Einbringen der Spulen wurden die von einem Lehrgerüst gehaltenen Bleche zurückgebogen; rechts sind sie teilweise wieder in ihre endgültige Lage gebracht

(siehe Fig. 5, rechts). Vibrationen der Bleche und damit Geräusche werden durch um jedes Kernviertel gelegte Bänder verhindert; diese sichern auch den Schluss der Stossfugen. Die Verschraubung des obern Joches presst die Stossfugen endgültig fest (Fig. 6).

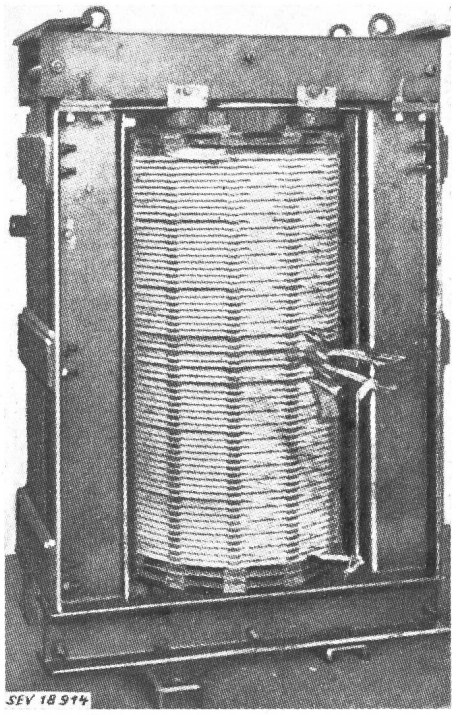


Fig. 6
Zusammengebauter Wickelkern-Transformator

Versuchsergebnisse

Fig. 7 und 8 zeigen Kurven der Eisenkernverluste und des Magnetisierungsstromes bei 60 Hz, in Funktion der Spannung für ein gegebenes Modell, dessen Eisenkern in drei Versuchsausführungen auf folgende, verschiedene Arten aufgebaut worden war:

Kurve A. Wickelkern der vorliegend beschriebenen Bauart.

Kurve B. Eisenkern, der aus rechteckigen Blechen mit überlappenden Fugen hergestellt wurde.

Kurve C. Eisenkern aus einzelnen Blechen hergestellt, welche 45° geschrägte Kanten aufwiesen und an den Fugen stossend montiert waren.

Die Eigenschaften des Wickelkerns sind leicht ersichtlich: die Kernverluste sind auf 80 % und der Magnetisierungsstrom auf 35 % gesunken, gegenüber der Ausführung mit Rechteckblechen und überlappten Fugen.

Bemerkung des Referenten

Die beschriebene Bauart erfordert besonders hinsichtlich der Herstellung des Kerns und beim Aufbringen der Wicklung vom üblichen stark abweichende Arbeitsgänge; offenbar ist mehr Handarbeit aufzuwenden. Diese dürfte auch bei Reparaturen von Bedeutung sein. Die Vorteile in elektrischer Hinsicht sind anderseits sehr beachtlich, insbesondere dort, wo Transformatoren oft mit geringer Teillast arbeiten, bei welchem Betriebszustand Magnetisierungsstrom und Eisenverluste überhaupt ins Gewicht fallen.

G. Lohrmann

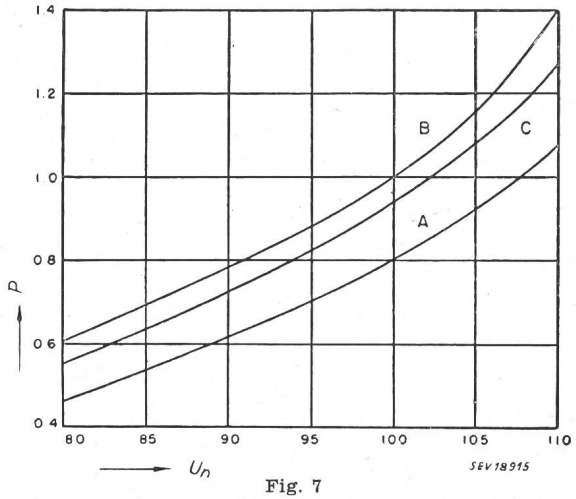


Fig. 7
Eisenkernverluste in Funktion der angelegten Netzspannung in %

P Eisenkernverluste pro Einheit; U_n Netzspannung in %; *A* Wickelkern; *B* Eisenkern aus rechteckigen Blechen mit überlappten Fugen; *C* Eisenkern aus Einzelblechen, deren auf 45° geschrägte Kanten an den Fugen stossend montiert sind

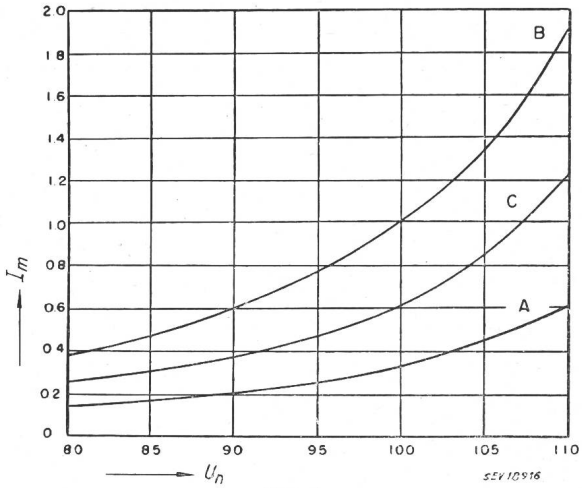


Fig. 8
Magnetisierungsstrom in Funktion der angelegten Netzspannung in %

I_m Magnetisierungsstrom pro Einheit; U_n Netzspannung in %
Weitere Bezeichnungen siehe Fig. 7

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

UKW-Empfänger und Zusatzgeräte

621.396.62

[Nach *R. Weinheimer:* UKW-Empfänger und Zusatzgeräte. Elektro-Post Bd. 4(1951), Nr. 16, S. 287...291.]

Die Einführung des UKW-Rundfunks in Deutschland stellte die Geräteentwicklung vor neue Aufgaben. Die eine bestand darin, für Amplituden- und Frequenzmodulationsempfang einen kombinierten Qualitätsempfänger zu bauen, der einerseits möglichst alle Vorteile des UKW-FM-Rundfunks auszunutzen gestattet, aber anderseits mit wirtschaftlich tragbarem Aufwand hergestellt werden kann, so dass seine Anschaffung für breite Volkskreise noch erschwinglich ist. Die andere Aufgabe war die Schaffung von UKW-Einsatz- und Zusatzgeräten, die in Verbindung mit Rundfunkempfängern der bisherigen Bauart die Teilnahme am UKW-FM-Rundfunk ermöglichen sollten.

Das neue Modulationsprinzip gestattet, in Verbindung mit den besonderen Ausbreitungseigenschaften der UKW und dem verschwindend geringen atmosphärischen Störpegel auf diesem Frequenzbereich empfängerseitig eine Wiedergabequalität zu erreichen, die der Originaldarbietung schon ziemlich nahe kommt. Wie weit diese Annäherung erfolgt, ist bei Aus-

serachtlassung der Schwierigkeiten prinzipieller Natur, z. B. der z. Z. noch ungelösten stereophonischen Wiedergabe, eigentlich nur eine Frage des technischen Aufwandes.

Anforderungen an UKW-Empfänger

Von einem guten UKW-Heimempfänger muss ausser der Forderung einer genügenden Empfindlichkeit und einer hohen Wiedergabequalität des NF-Teils auch noch verlangt werden, dass er gute Störunterdrückungseigenschaften sowie ein günstiges Verhältnis Signal zu Rauschen am Empfängerausgang besitzt, um die Vorteile der Frequenzmodulation voll auszunutzen. Weiterhin wird verlangt, dass die von der eigenen Ausstrahlung herrührende Störspannung an den Antennenklemmen einen bestimmten Höchstwert nicht überschreitet. Die Erfüllung dieser Forderungen führt im allgemeinen zu einem relativ hohen technischen Aufwand. Um zu verstehen, weshalb der Aufwand zur Herstellung eines empfindlichen UKW-FM-Empfängers weitaus grösser ist als derjenige für einen AM-Rundfunkempfänger gleicher Empfindlichkeit, muss man sowohl den Einfluss der übertragenen Bandbreite als auch die Frequenzabhängigkeit der elektrischen Kennwerte verschiedener Bauteile und der daraus hergestellten elektrischen Schwingungskreise sowie der Röhrenverstärkung einer näheren Betrachtung unterziehen.

Einfluss der Bandbreite

Ein frequenzmodulierter Rundfunksender strahlt ein hochfrequentes Energiespektrum aus, welches im Takt der NF-Amplitude um die Mittenfrequenz pendelt und bei 100%iger Modulation sowie einem Frequenzhub von ± 75 kHz mit seinen Seitenbändern eine Gesamtbandbreite von etwa 150 kHz beansprucht. Ein UKW-FM-Empfänger muss dieses ausgestrahlte Frequenzband in seiner ganzen Breite verstärken, wenn die niederfrequenten Verzerrungen am Lautsprecherausgang gering sein sollen. Mit Rücksicht auf die unvermeidlichen Frequenzänderungen des Oszillators wird gewöhnlich die Bandbreite des ZF-Verstärkers für den UKW-FM-Empfänger mit rund 200 kHz bemessen. Demgegenüber benötigt ein AM-Rundfunkempfänger eine ZF-Bandbreite von 6...12 kHz. Die benötigte Bandbreite ist also bei FM rund zwanzigmal grösser als bei AM. Bei gleicher Kreiskapazität der ZF-Kreise müsste zur Erreichung dieser hohen Bandbreite der Resonanzwiderstand bei Frequenzmodulation also um den Faktor 20 kleiner gemacht werden. Da die Verstärkung einer HF- oder ZF-Stufe aber in erster Näherung gleich dem Produkt aus Steilheit und Kreiswiderstand ist, wäre demnach auch mit einer zwanzigmal kleineren Stufenverstärkung zu rechnen. In der Praxis erreicht man durch Herabsetzen der Kreiskapazitäten der HF- und ZF-Schwingungskreise günstigere Werte, so dass ein grosser Teil dieses errechneten Verstärkungsverlustes wieder ausgeglichen wird.

Frequenzabhängigkeit des Schwingkreiswiderstandes

Die Diagramme der Fig. 1 geben einen kurzen Überblick über die wichtigsten Eigenschaften von Schwingkreisen und Bauteilen im Mittel-, Kurz- und Ultrakurzwellenbereich. Fig. 1a stellt den Resonanzwiderstand R_{Kreis}, Fig. 1b die übliche Kreiskapazität C_{Kreis} von Schwingkreisen, die mit einem wirtschaftlich tragbaren Aufwand gefertigt werden können, in Abhängigkeit von der Frequenz dar, während aus Fig. 1c die damit erreichte Bandbreite B, welche man als «wirtschaftliche Bandbreite eines LC-Schwingkreises» bezeichnen könnte, entnommen werden kann. Durch Vergleich des mit der Frequenz stark abfallenden Kreiswiderstandes mit dem frequenzunabhängigen äquivalenten Gitterrauschwiderstand $R_{äq}$ einer UKW-Pentode in Fig. 1a wird ersichtlich, dass das Röhrenrauschen gegenüber dem Kreisrauschen bei steigender Frequenz eine immer grössere Rolle spielt. Wie aus Fig. 1b ersichtlich ist, stellt die Eingangskapazität einer UKW-Pentode beim Ansteigen der Frequenz einen immer grösseren prozentualen Anteil der Gesamtkreiskapazität dar. Bei 100 MHz werden z. B. nur noch einige pF zusätzlich zur Röhreneingangskapazität C_e benötigt, um eine für die Erzielung eines genügend hohen Resonanzwiderstandes erforderliche Gesamtkreiskapazität von 10 pF zu erhalten.

Frequenzabhängigkeit der elektrischen Kennwerte von Bauteilen

Während man bei Spulen für kurze und ultrakurze Wellen auf geringe Eigenkapazität der Wicklung und niedrigen Verlustwinkel des Wickelkörpers achten muss, ist bei einem Kondensator die Induktivität der Zuleitungen im Bereich hoher Frequenzen von grösster Wichtigkeit. Da die Induktivität der

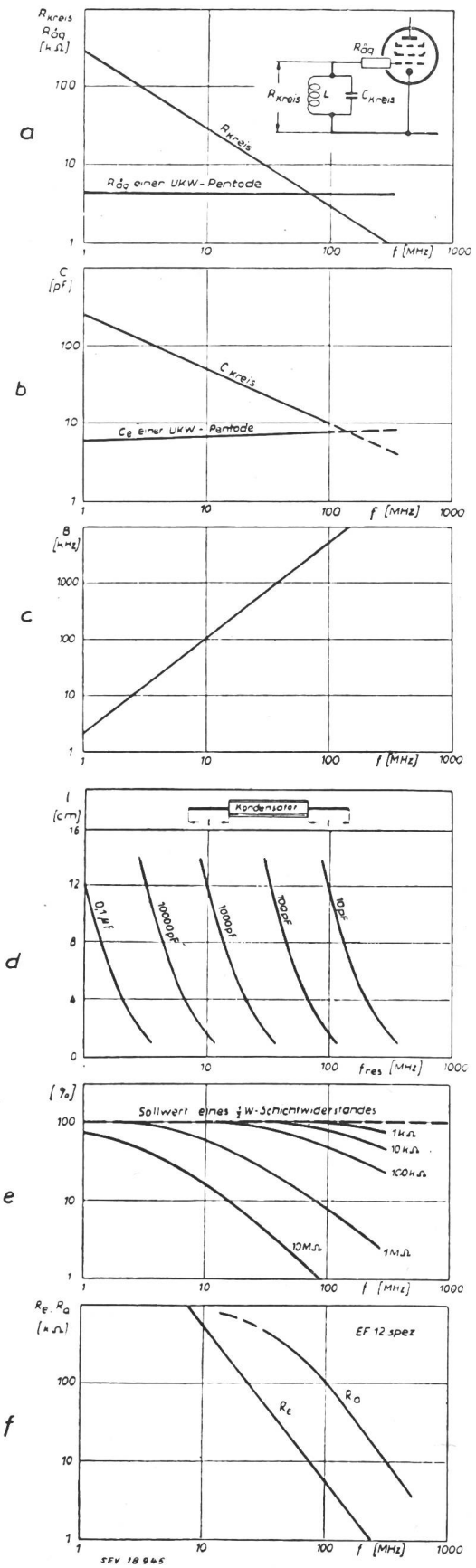


Fig. 1

Eigenschaften von Schwingkreisen und Bauteilen im Mittel-, Kurz- und Ultrakurzwellenbereich
Erklärungen im Text

Kondensatorenden mit der Kapazität des eigentlichen Wickels einen Serienresonanzkreis bildet, so stellt z. B. ein Rollblock bei einer Frequenz, die oberhalb seiner Eigenresonanz liegt, keine Kapazität dar, sondern eine Induktivität, einen Blindwiderstand also, welcher mit der Frequenz ansteigt. In Fig. 1b ist die zulässige Länge der Drahtenden eines handelsüblichen Rollblocks in Abhängigkeit von der oberen Grenzfrequenz des damit herzustellenden Siebgliedes graphisch dargestellt. Auch die im Nieder- und Hochfrequenzgebiet bewährten Schichtwiderstände, die bei kurzen Wellen noch bedingt brauchbar sind, zeigen bei UK-Wellen zum Teil sehr starke Abweichungen. In Fig. 1e ist der bei hohen Frequenzen gemessene Wirkwiderstand eines 0,5-W-Schichtwiderstandes für verschiedene Sollwerte in Abhängigkeit von der Frequenz graphisch dargestellt. Der Wirkwert, insbesondere der hochohmigen Schichtwiderstände, nimmt mit steigender Frequenz sehr stark ab, was auf den mit der Frequenz zunehmenden Einfluss der überbrückenden Raum- und Querkapazitäten zurückzuführen ist. Niederohmige Widerstände in der Grössenordnung von 1 kΩ und darunter zeigen einen merklichen Abfall ihres Wertes erst bei Frequenzen oberhalb 100 MHz.

Frequenzabhängigkeit der Röhrenverstärkung

Die Verstärkerwirkung der Elektronenröhre sinkt bei Betrieb auf dem KW- und UKW-Bereich. Infolge der endlichen Laufzeit der Elektronen im Entladungsraum sowie durch die Wirkwiderstände der Elektrodenzuführung und die Gegenkopplung über die Induktivität der Kathodenzuleitung wird bei der Steuerung der Verstärkerröhre eine gewisse, wenn auch geringe Leistung verbraucht, was dann als Eingangswiderstand einer Röhre in Erscheinung tritt. Der «Ausgangswiderstand» einer Röhre, welcher sich, wie schon der Name sagt, am Ausgang, also im Anodenkreis als Dämpfung bemerkbar macht, ist auf die endliche Laufzeit der Elektronen im Anodenraum, dielektrische und Strahlungsverluste der unabgeschirmten Anode und der Anodendurchführung zurückzuführen. In der Regel ist dieser Widerstand etwa um den Faktor 10 grösser als der Eingangswiderstand, weshalb er bei überschlägigen Berechnungen der Stufenverstärkung gewöhnlich ausser acht gelassen wird.

Fig. 1f zeigt die Abhängigkeit des Eingangswiderstandes R_e und des Ausgangswiderstandes R_a von der Frequenz für eine typische UKW-Vorstufenpentode, die Stahlröhre EF 12 spez. Aus dieser kurzen Betrachtung der UKW-Eigenschaften von Schwingkreisen, Röhren und Bauteilen ergeben sich für den Vergleich eines AM-Rundfunkempfängers mit einem UKW-FM-Empfänger folgende wesentliche Gesichtspunkte:

1. Infolge der hohen zu übertragenden Bandbreite hat der FM-Empfänger Schwingkreise mit bedeutend niedrigerem Resonanzwiderstand und besitzt daher auch eine entsprechend geringere Stufenverstärkung.
2. Die Röhrenkapazität stellt im UKW-Bereich bereits einen wesentlichen Anteil der Schwingkreiskapazität dar, Streuungen und Änderungen jener während der Anheizzeit ändern die Resonanzfrequenz des Schwingkreises daher in starkem Masse.
3. Der Röhreneingangswiderstand von UKW-Pentoden liegt bereits in derselben Grössenordnung wie der Resonanzwiderstand eines *LC*-Schwingkreises, er kann daher bei überschlägiger Berechnung der Stufenverstärkung nicht mehr vernachlässigt werden.
4. Der äquivalente Gitterrauschwiderstand einer ausgesprochenen UKW-Pentode, welcher im Mittel etwa den Wert von 5 kΩ erreicht, liegt bei 100 MHz ebenfalls in der Grössenordnung des Schwingkreiswiderstandes, während sich die beiden Grössen für dieselbe Röhre bei einer Frequenz von 1 MHz um etwa 2 Zehnerpotenzen unterscheiden. Das Verhältnis R_{Kreis}/R_{aq}, welches in erster Näherung als ein Mass für den Störabstand am Empfängereingang betrachtet werden kann, nimmt für eine UKW-Vorstufen-Pentode bei 100 MHz etwa den Wert 1 an, liegt also nicht mehr günstig. Durch eine Mischhexode mit 75 kΩ äquivalentem Rauschwiderstand würde der Störabstand um etwa den Faktor 15 verschlechtert. Eine Mischhexode ist also als Eingangsröhre für einen hochwertigen UKW-Empfänger weniger geeignet.
5. Als Schwing- und Siebkreiskondensatoren kommen in der UKW-Stufe eines Empfängers praktisch nur Keramikkondensatoren in Betracht.

Infolge der kleinen Kreiskapazitäten der UKW-Schwingkreise wird die Leitungsführung beim Schaltungsaufbau ziemlich kritisch. Beim ZF-Verstärker, welcher im FM-Teil gewöhnlich 2 bis 4 Stufen enthält, muss auf besonders sorgfältige Entkopplung sowohl von Gitter- und Anodenkreis der einzelnen Stufen als auch der verschiedenen Stufen untereinander geachtet werden.

Spezielle UKW-Bauteile

Für die besonderen Anforderungen der UKW-Technik wurden zum Teil völlig neue Ausführungsformen von Bauteilen entwickelt oder bereits vorhandene zweckentsprechend umgestaltet. Zu erwähnen wären hier vor allem der Schmetterlingsdrehkondensator, die induktive Mehrkreisabstimmung mit Spulenwippe und die Germanium-Dioden.

UKW-Zusatz — UKW-Einsatz

Ein UKW-Zusatzgerät hat in der Regel einen selbständigen Netzteil und ein eigenes Gehäuse; er benützt jedoch den Niederfrequenzteil und Lautsprecher des vorhandenen Rundfunkgerätes. Ein UKW-Einsatzgerät dagegen besitzt weder ein eigenes Gehäuse noch eine eigene Stromversorgung, es ist auf den Einbau in einen dafür geeigneten Empfängertyp angewiesen. In vielen Fällen wird sogar die Abstimmung des UKW-Einsatzes mit dem Skalenantrieb des zugehörigen Rundfunkgerätes gekoppelt. Hinsichtlich des Schaltungsaufbaus findet man sowohl bei den UKW-Einsätzen als auch den UKW-Zusatzgeräten sämtliche Varianten vertreten. Entsprechend dem Verwendungszweck überwiegen bei den UKW-Einsätzen zwar Geräte mit 1...2 Röhren und Pendel- bzw. Flankenaudion; jedoch gibt es auch hier 4-Röhren-UKW-Einbausuper mit Verhältnisgleichrichter und Begrenzerstufe, die in der Leistung einem modernen AM/FM-Super durchaus nicht nachstehen. Bei den UKW-Zusatzgeräten kann man vom 1-Röhren-Pendelaudion bis zum 5-Röhren-Super mit UKW-Vorstufe so ziemlich alle Varianten auf dem Markt finden.

Genau so wie beim AM-Rundfunk gibt es für UKW-FM-Empfang zwei grundsätzlich verschiedene Empfängerarten, die sich darin unterscheiden, dass beim Geradeausempfänger die UKW-Frequenz direkt, beim Überlagerungsempfänger (auch Super genannt) dagegen erst nach erfolgter Transponierung auf eine Zwischenfrequenz, die zwecks Anpassung an die internationale Normung zu 10,7 MHz gewählt wurde, der Demodulation unterworfen wird. Der Geradeausempfänger ist also ein Sonderfall eines FM-Demodulators, welcher statt bei der Zwischenfrequenz von 10,7 MHz bei der UKW-Frequenz von ca. 100 MHz arbeitet, seine Behandlung erfolgt daher in geschlossenem Zusammenhang mit den andern Ausführungsformen der FM-Demodulatoren.

Bausteine der UKW-Empfänger

Ein UKW-FM-Überlagerungsempfänger muss mindestens aus einer Mischstufe und einem FM-Demodulator bestehen. Er kann auch noch eine UKW-Vorstufe, eine oder mehrere ZF-Verstärkerstufen und eine Begrenzerstufe besitzen. In Fig. 2 ist die Schaltung einer UKW-Vorstufe für 100 MHz dargestellt. Das Schaltbild unterscheidet sich in keiner Weise von

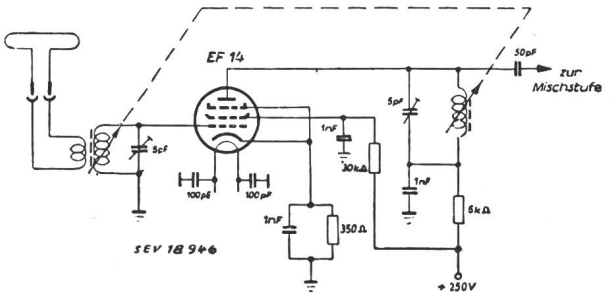


Fig. 2
UKW-Vorstufe für 100 MHz

einer gewöhnlichen Hochfrequenzverstärkerstufe. Besonders bemerkenswert wären lediglich die mechanisch gekoppelte induktive Abstimmung, die geringe Kapazität von 5 pF der Abgleichtrimmer und der niedrige Wert von 1 nF der keramischen Siebkondensatoren. Eine derart aufgebaute Vorstufe liefert infolge der niedrigen Werte von Schwingkreiswiderstand und Eingangswiderstand der folgenden Mischstufe nur eine etwa 5fache Verstärkung. Eine selbsterregte additive Mischstufe, die sich durch besonders geringe Abstrahlung der Oszillatorfrequenz in die Vorstufe des Empfängers und sehr günstige Rauscheigenschaften auszeichnet, wird in Fig. 3 gezeigt.

Fig. 4 zeigt das vollständige Schaltbild einer multiplikativen Mischstufe mit der Röhre ECH 42. Der Zwischenfrequenz-

verstärker eines UKW-FM-Empfängers besitzt wegen der geringeren Stufenverstärkung gewöhnlich 2...3 Stufen, während man beim bisherigen Rundfunkempfänger mit einer einzigen ZF-Stufe auskommt. Eine besondere Art von ZF-Stufe ist der Begrenzer. Beim FM-Empfang hat er die Aufgabe, dem De-

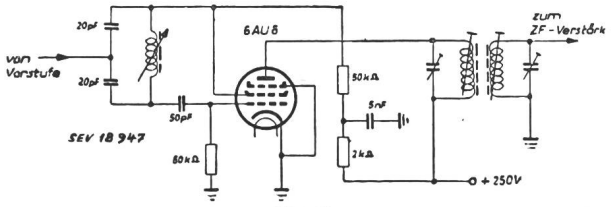


Fig. 3
Additive Mischstufe für 100 MHz

modulator eine von den jeweiligen Schwankungen des Eingangssignals unbeeinträchtigte, möglichst konstante Spannung zu liefern und somit sämtliche durch kurzzeitige Spannungsspitzen hervorgerufenen Störungen unwirksam zu machen. Wie in Fig. 5 dargestellt wird, erreicht man dieses Ziel

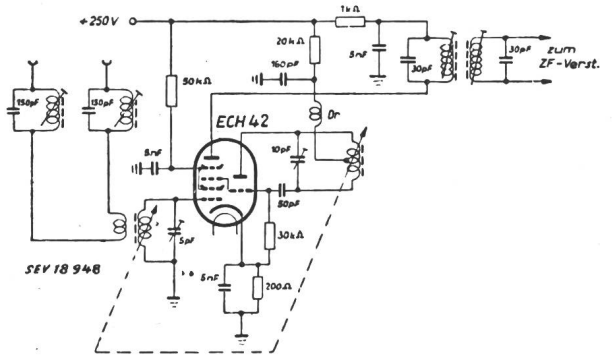


Fig. 4
Multiplikative Mischstufe für 100 MHz

z. B. mittelst einer HF-Pentode, die über einen hohen Vorwiderstand nur eine geringe Schirmgitterspannung erhält und im Gitterkreis eine *RC*-Kombination geringer Zeitkonstante besitzt, so dass auch ganz kurze Spannungsstösse durch den dann fliessenden Gitterstrom eine rasche Aufladung des 50-pF-Kondensators und eine Verschiebung des Arbeitspunktes ins Negative hervorrufen. Die Ausgangsspannung nimmt von einem bestimmten Schwellwert an beim Ansteigen der Steuerspannung sogar etwas ab.

Tab. I gibt eine Übersicht der verschiedenen FM-Demodulationsschaltungen bei 10,7 und 100 MHz. Das Pendelaudion, dessen Schaltung in Fig. 6 wiedergegeben ist, besitzt von allen bisher bekannten Demodulatorstufen die grösste Umwandelverstärkung von 400 und benötigt zur einwandfreien Funktion nur eine Eingangsspannung von 0,25 mV am Gitter des als UKW-Vorröhre arbeitenden Pentodenteils. Trotzdem ist die Zweckmässigkeit, ja sogar die Daseinsberechtigung dieses FM-Demodulators sehr umstritten. Die hohe Empfindlichkeit

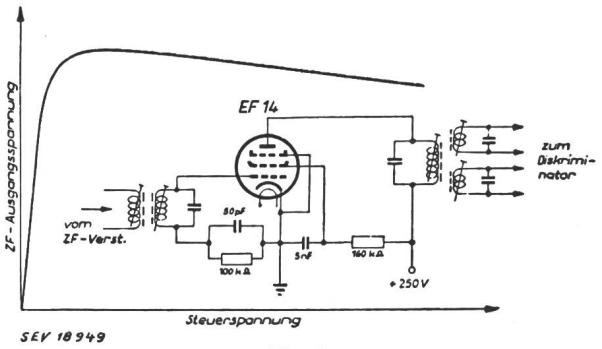


Fig. 5
Begrenzerstufe mit HF-Pentode

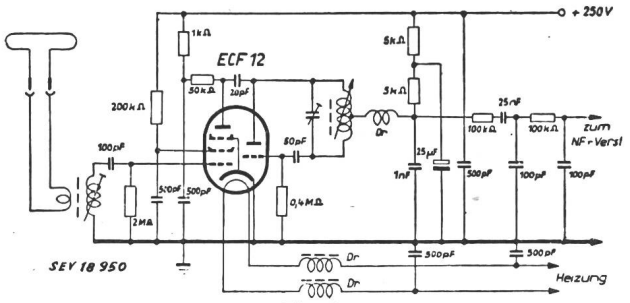


Fig. 6
UKW-Pendelrückkopplungs-Empfänger

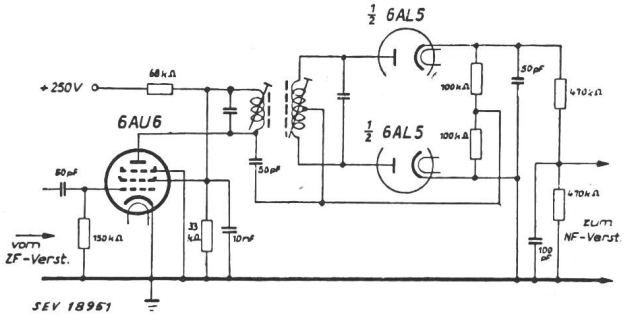


Fig. 7
Foster-Seely-FM-Diskriminator für 10,7 MHz mit Begrenzerstufe

FM-Demodulationsschaltungen bei 10,7 und 100 MHz Tabelle I

Frequenz MHz	Art	HF-Spannungsbedarf am	Effektivwert mV	NF-Ausgangsspannung Effektivwert mV	Röhrenzahl	Umwandelverstärkung ...fach
100	Pendelaudion mit ECF 12	Pentodengitter	0,25	100	1	400
	Flankendemodulator, Rückkopplungsaudion mit ECH 43	Hexodensteuergitter	10	250	1	25
10,7	Verhältnisgleichrichter mit Kristallduodiode	Gitter der Treiberröhre	10	50	2	5
	Mitnahmedetektor (Bradley-Oszillator)	Gitter der Treiberröhre	75	2000	2	27
	Verhältnisgleichrichter mit Hochvakuumduodiode	Gitter der Treiberröhre	100	500	2	5
	FM-Demodulator mit Röhre 6 BN 6	Gitter der Treiberröhre	500	18 000	2	36
	FM-Demodulator mit Röhre EQ 80	Gitter der Treiberröhre	750	9000	2	12
	Foster-Seeley-Diskriminator mit Begrenzerstufe	Begrenzergitter 6 AU 6	6000	2000	2	0,33

des Pendelempfängers wird nämlich dadurch erreicht, dass der Triodenteil der ECF 12 als Dreipunktoszillator arbeitet, dessen Schwingung auf einer UKW-Frequenz, die dicht neben der Frequenz des zu empfangenden Senders liegt, durch entsprechende Wahl der Zeitkonstante für die Gitterkombination im

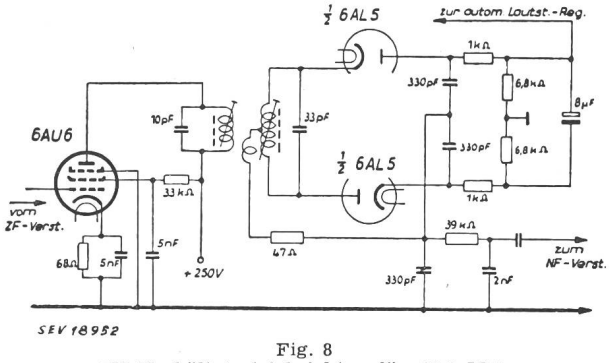


Fig. 8
FM-Verhältnisgleichrichter für 10,7 MHz

Takt einer Frequenz, welche bereits ausserhalb des Hörbereichs liegt, periodisch unterbrochen wird. Während der Aufschaukelung bis zum Abreissen der Schwingungen strahlt ein solcher Empfänger eine gewisse Hochfrequenzleistung aus, welche bei sämtlichen Empfängern in einem gewissen Umkreis Störungen hervorrufen kann. Es wird daher empfohlen, den Aufbau eines Pendelrückkopplungsempfängers so sorgfältig abzuschirmen, dass die Störspannung eine Höhe von 2 mV an den 240-Ω-Antennenbuchsen nicht überschreitet.

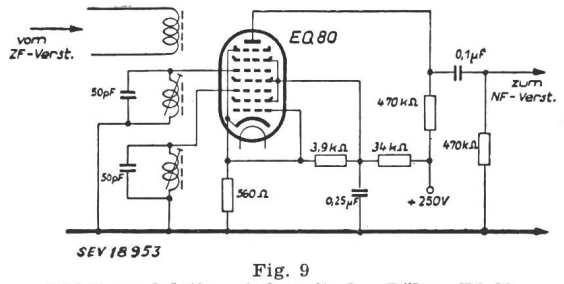


Fig. 9
FM-Demodulationsstufe mit der Röhre EQ 80

Ein weiterer wesentlicher Nachteil des Pendelaudions ist sein starkes Rauschen bei Fehlen eines Trägers sowie die Notwendigkeit, auf eine der beiden Flanken des Oszillatorkreises abzustimmen.

Die Schaltung des klassischen FM-Diskriminators nach *Foster-Seeley* (auch Phasenbrückendiskriminator genannt) ist in Fig. 7 wiedergegeben. Infolge der sehr geringen Umwandelverstärkung kann seine Anwendung nur auf ausgesprochene Qualitätsempfänger beschränkt bleiben.

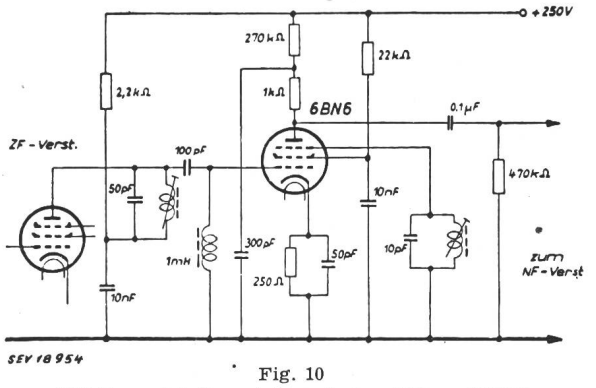


Fig. 10
FM-Demodulationsstufe mit der Röhre 6 BN 6

Der in Deutschland z. Z. am meisten verwendete FM-Demodulator ist der Verhältnisgleichrichter, dessen Prinzipschaltbild aus Fig. 8 ersichtlich ist.

Ein FM-Phasen-Demodulator mit der Röhre EQ 80 ist in Fig. 9 dargestellt. Infolge des grossen Spannungsbedarfes zur Gewährleistung einer Störunterdrückung hat sich diese zweifellos sehr interessante Röhre bisher nicht allgemein durchzusetzen vermocht. Eine völlig neuartige und zudem verblüffend einfache FM-Demodulatorschaltung hat sich unter Verwendung der Röhre 6 BN 6, die mit gebündelten Elektronenstrahlen arbeitet, in den Vereinigten Staaten von Amerika bereits eingeführt (Fig. 10). Die Umwandelverstärkung der Röhre und ihre Störunterdrückungseigenschaften sind sehr günstig.

Beschreibung von kompletten Geräten

Fig. 11 zeigt einen AM-FM-Kombinationsempfänger, welcher aus einem gewöhnlichen Rundfunksuper und einem bei Bedarf damit sowohl elektrisch als auch mechanisch zu kom-

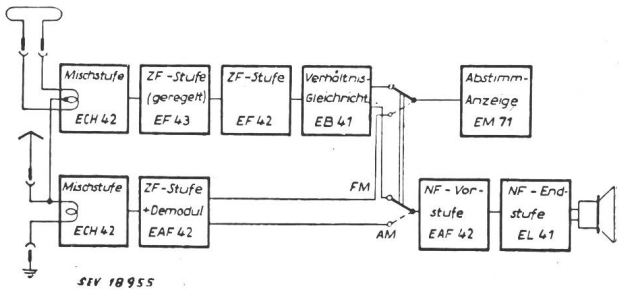


Fig. 11
Blockschaltbild eines AM/FM-Empfängers mit UKW-Einbau-Super

binierenden separaten UKW-Einbausuper besteht. Obwohl der UKW-Teil dieses Kombinationsempfängers die an die Empfindlichkeit und den Rauschpegel heute billigerweise zu stellenden Anforderungen nicht befriedigt, stellte er infolge der getrennten Anschaffungsmöglichkeit von Rundfunkempfänger und UKW-Teil für die Übergangszeit der Einführung des UKW-Rundfunks eine, auch vom wirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, günstige Lösung dar.

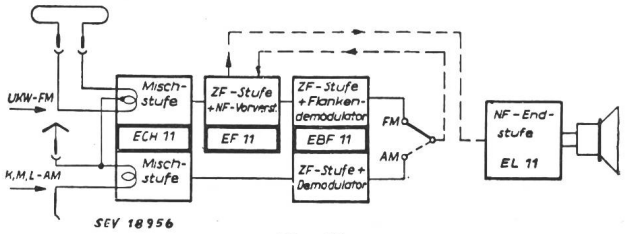


Fig. 12
Blockschaltbild eines AM/FM-Supers mit Reflexstufe

Die in Fig. 12 dargestellte FM-Schaltung, welche das Reflexprinzip anwendet, besitzt keine selbsttätige Störunterdrückung, so dass auf Sicht gesehen diese Ausführung des Kombinationsempfängers nicht befriedigen kann.

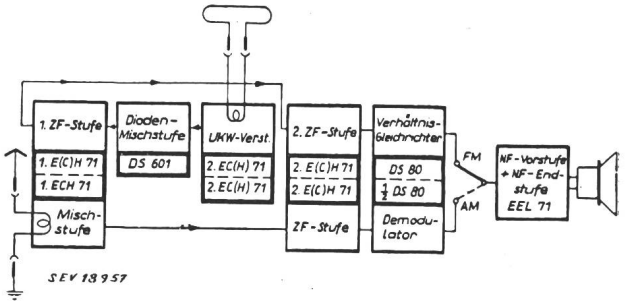


Fig. 13
Blockschaltbild eines AM/FM-Supers mit Trioden-Vorstufe im UKW-Bereich

Fig. 13 zeigt einen Empfänger, der mit Germanium-Dioden und drei Doppelröhren arbeitet.

Fig. 14 zeigt das Blockschaltbild eines modernen AM/FM-Großsupers, welcher mit 6 Miniaturröhren und 3 Germanium-Dioden bestückt ist und hinsichtlich Empfindlichkeit, Rausch-

freiheit und automatischer Störungsunterdrückung praktisch sämtliche Anforderungen erfüllt, die billigerweise an einen neuzeitlichen Heimempfänger gestellt werden können.

zufriedenstellendes Verhältnis Signal zu Rauschen. Da die Anlage einer besonderen UKW-Aussenantenne weitaus kostspieliger ist als eine UKW-Vorstufe, welche mittels eines im Ge-

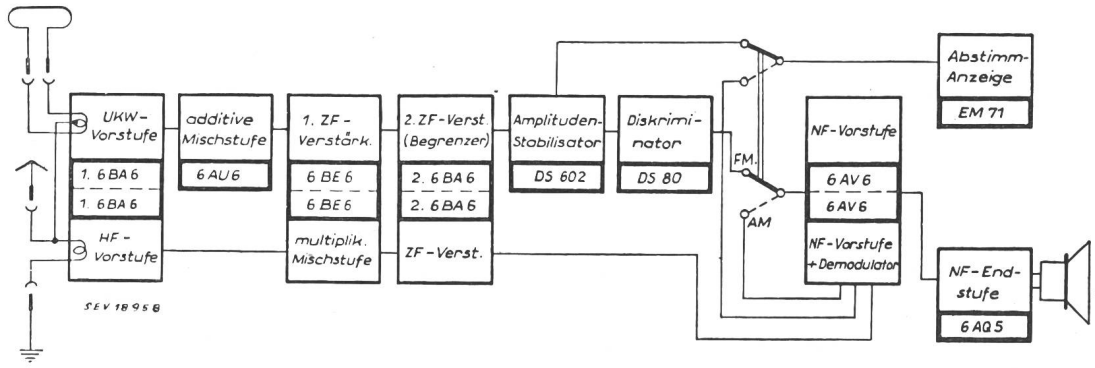


Fig. 14
Blockschaltbild eines AM/FM-Gross-Supers mit UKW-Vorstufe, additiver Mischstufe, sowie Germaniumdioden im Amplituden-Stabilisator und FM-Diskriminator

Kritischer Überblick

Als Abschluss sollen einige Gesichtspunkte, die sich bei einem kritischen Rückblick auf die zweijährige UKW-Entwicklung in Deutschland ergeben, kurz gestreift werden.

Die meisten der bisher gebauten Empfänger arbeiten ohne UKW-Vorstufe und besitzen daher weder eine genügende Empfindlichkeit noch ein beim Empfang schwächerer Sender

häuse eingebauten Behelfsdipols u. U. eine bessere Qualität des Empfanges zu erreichen gestattet, sollten tunlichst auch die Empfänger der mittleren Preisklasse mit UKW-Vorstufe und Pentodenmischstufe ausgestattet werden. In Verfolgung des Ziels einer Verbesserung der Störunterdrückungseigenschaften sollte der Flankendemodulator nach Möglichkeit aufgegeben werden.

W. Strohschneider

Wirtschaftliche Mitteilungen — Communications de nature économique

Amtstätigkeit der eidgenössischen Fabrikinspektoren in den Jahren 1949 und 1950

331.94(494)

Den vom eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartement veröffentlichten Berichten der eidgenössischen Fabrikinspektoren über ihre Amtstätigkeit in den Jahren 1949 und 1950 [1]) ist zunächst zu entnehmen, dass am Anfang der Berichtsperiode der gute Beschäftigungsgrad unvermindert anhielt, in einzelnen Industriezweigen dann aber ein Rückgang eintrat. Die Wiederaufrüstung und das Anlegen von Vorräten brachten im Jahre 1950 wieder einen starken Anstieg, der allerdings durch die Verknappung gewisser Rohmaterialien und die wieder auf dem Markt erscheinende ausländische Konkurrenz bis zu einem gewissen Grade gehemmt wurde. Auf dem Gebiete des Arbeiterschutzes wirkte sich das Abflauen der Hochkonjunktur in einem Teil der Betriebe in einer Zurückhaltung hinsichtlich der Durchführung von Betriebsverbesserungen aus. In andern Unternehmen wurde dagegen die nicht unwillkommene Pause zu nützlichen Überholungsarbeiten an Gebäuden und Einrichtungen benützt. Leider verhindert die starke Beanspruchung des technischen Personals in Zeiten der Hochkonjunktur viele Fabriken daran, den Fragen der Bessergestaltung und des Arbeiterschutzes die nötige Aufmerksamkeit zu widmen.

Die Beschäftigungslage und die Beurteilung der Zukunftsaussichten drückt sich auch aus in der Zahl der zur Prüfung vorgelegten *Bau- und Einrichtungspläne*, die Beschäftigung ferner in der Zahl der dem Fabrikgesetz unterstellten Betriebe und der in diesen beschäftigten Arbeiter. In den beiden Berichtsjahren wurden 1856 bzw. 1750 Pläne begutachtet, ungefähr die Hälfte der in den Jahren 1946 und 1947 vorgelegten Pläne. Die *Zahl der Fabriken* ist von 11 948 im Jahre 1948 auf 11 376 bzw. 11 195 in den Berichtsjahren zurückgegangen. In den unterstellten Fabriken wurden je an einem Stichtag im September 498 579 bzw. 493 763 Personen beschäftigt, während die je erreichte Höchstzahl im Jahre 1948 531 353 betragen hatte.

Im Jahre 1949 wurden von den Beamten der vier eidgenössischen Fabrikinspektorate 10 091 und 1950 11 700 Betriebsbesuche durchgeführt, zu denen noch 334 bzw. 336 Bürobesuche und 1067 bzw. 1164 Inspektionen zur Überwachung des Heimarbeitsgesetzes kommen. Im Personalbestand traten insofern Änderungen auf, als der Inspektor des ersten Kreises nach Erreichen der Altersgrenze zurücktrat und durch seinen bisherigen ersten Adjunkten ersetzt wurde, während im dritten und vierten Kreise je ein Beamter neu gewählt wurde. Zwei inspizierende Beamte hatten Gelegenheit, als Stipendiaten der Vereinigten Nationen die Fragen des Arbeiterschutzes in Frankreich, den Niederlanden und Belgien zu studieren, und der Arbeitsarzt hielt sich als Stipendiat der Rockefeller-Stiftung in den Vereinigten Staaten von Amerika auf. Die Fabrikinspektorate waren auch an einem französischen Kongress über Betriebssicherheit und Arbeitshygiene sowie an verschiedenen inländischen Tagungen vertreten. Der Weiterbildung dienten ferner ein Fortbildungskurs in St. Gallen, an dem soziale Betriebsprobleme wie der Bau und Betrieb von Wohlfahrtshäusern und Kantinen behandelt wurden und ein solcher in Lausanne, der hauptsächlich dem Elektrounfall gewidmet war. Vorträge in Unterrichtsanstalten, Werkmeisterverbänden und Gewerkschaften sowie in der Meisterschule in Winterthur trugen dazu bei, die Arbeitnehmer und unter ihnen vor allem die zukünftigen Meister und Betriebsleiter mit den Gedanken und Erfordernissen des Arbeiterschutzes bekannt zu machen.

In den Abschnitten über *Arbeitshygiene und Gefahrenschutz* findet der Leser nicht nur die in den Berichtsjahren eingetretenen Fortschritte verzeichnet, verbunden mit Beschreibungen bemerkenswerter Anlagen, sondern auch eine Reihe von Mängeln, die teilweise schwere Folgen nach sich zogen. *Unterhalt und Ordnung* sind in unseren Fabriken wieder besser geworden; immerhin muss noch verhältnismässig oft auf die Vorteile guter Ordnung hingewiesen werden. Zu starke Besetzung von Arbeitsräumen gab im Gegensatz zu den früheren Jahren nicht mehr zu Beanstandungen Anlass, dagegen führten die warmen Sommertage zu Klagen über zu starke Erwärmung und Blendung, was das Anbringen von Sonnenstoren erforderlich machte. In diesem Zusammenhange wird darauf hingewiesen, dass Spezialgläser, wie Thermolux, wohl gute Isolationseigenschaften besitzen, aber bei direktem Einfall von Sonnenlicht sehr stark blenden.

Die *elektrische Beleuchtung* wurde wiederum in vielen Betrieben den Fortschritten der Beleuchtungstechnik angepasst, und es kann mit Befriedigung festgestellt werden, dass Fehler in Projektierung und Installation weniger häufig vorkommen als vor einigen Jahren. Als Kuriosum sei an dieser Stelle noch erwähnt, dass in einer Näherei in St. Gallen im Jahre 1950 die Arbeiterinnen Glühlampen von zu Hause mitnehmen mussten, um ihre Arbeit in der Fabrik verrichten zu können.

Fortsetzung auf Seite 138

[1]) Verlag H. R. Sauerländer & Co., Aarau.

Energiestatistik

der Elektrizitätswerke der allgemeinen Elektrizitätsversorgung

Bearbeitet vom eidgenössischen Amt für Elektrizitätswirtschaft und vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

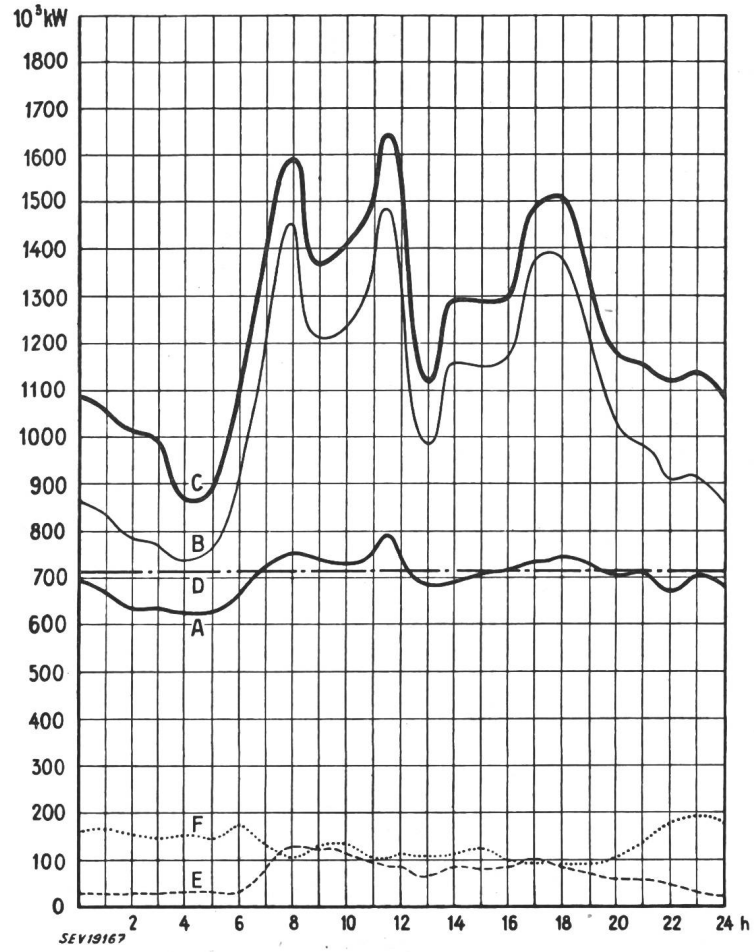
Die Statistik umfasst die Energieerzeugung aller Elektrizitätswerke für Stromabgabe an Dritte, die über Erzeugungsanlagen von mehr als 300 kW verfügen. Sie kann praktisch genommen als Statistik *aller* Elektrizitätswerke für Stromabgabe an Dritte gelten, denn die Erzeugung der nicht berücksichtigten Werke beträgt nur ca. 0,5 % der Gesamterzeugung.

Nicht inbegriffen ist die Erzeugung der Schweizerischen Bundesbahnen für Bahnbetrieb und der Industriekraftwerke für den eigenen Bedarf. Die Energiestatistik dieser Unternehmungen erscheint jährlich einmal in dieser Zeitschrift.

Monat	Energieerzeugung und Bezug											Speicherung				Energieausfuhr	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken		Energie-Einfuhr		Total Erzeugung und Bezug		Veränderung gegen Vorjahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende		Änderung im Berichtsmonat — Entnahme + Auffüllung			
	1950/51	1951/52	1950/51	1951/52	1950/51	1951/52	1950/51	1951/52	1950/51	1951/52		1950/51	1951/52	1950/51	1951/52	1950/51	1951/52
	in Millionen kWh										%	in Millionen kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober	733	776	9	21	23	23	42	59	807	879	+ 8,9	1034	1066	−158	−192	58	56
November...	666	728	8	17	21	26	61	70	756	841	+11,2	1019	1057	− 15	− 9	37	45
Dezember...	746	727	3	10	19	19	47	88	815	844	+ 3,6	831	891	−188	−166	46	35
Januar	710		5		19		74		808			617		−214		46	
Februar.....	647		2		16		55		720			409		−208		48	
März	759		2		19		54		834			250		−159		59	
April	753		1		29		38		821			264		+ 14		61	
Mai	879		1		47		11		938			415		+151		113	
Juni.....	925		1		48		7		981			768		+353		141	
Juli	974		1		43		8		1026			1140		+372		161	
August	1009		1		45		5		1060			1274		+134		178	
September ..	915		3		50		4		972			1258		− 16		151	
Jahr.....	9716		37		379		406		10538							1099	
Okt.-Dez. ...	2145	2231	20	48	63	68	150	217	2378	2564	+ 7,8					141	136

Monat	Verwendung der Energie im Inland																
	Haushalt und Gewerbe		Industrie		Chemische, metallurg. u. thermische Anwendungen		Elektrokessel [1])		Bahnen		Verluste und Verbrauch der Speicherpumpen [2])		Inlandverbrauch inkl. Verluste				
													ohne Elektrokessel und Speicherpump.		Veränderung gegen Vorjahr [3]) %	mit Elektrokessel und Speicherpump.	
	1950/51	1951/52	1950/51	1951/52	1950/51	1951/52	1950/51	1951/52	1950/51	1951/52	1950/51	1951/52	1950/51	1951/52		1950/51	1951/52
	in Millionen kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober	314	349	136	151	110	128	33	23	50	53	106	119	713	797	+11,8	749	823
November...	321	348	135	146	90	109	14	14	52	55	107	124	700	770	+10,0	719	796
Dezember...	348	372	136	140	89	108	23	7	62	67	111 (4)	115 (4)	742	798	+ 7,5	769	809
Januar	350		140		87		16		61		108		743			762	
Februar.....	307		127		81		14		51		92		655			672	
März	328		133		118		37		56		103		735			775	
April	305		130		127		49		50		99		704			760	
Mai	298		131		124		112		43		117		699			825	
Juni.....	276		130		118		149		44		123		678			840	
Juli	281		128		123		167		47		119		687			865	
August	293		133		127		162		43		124		711			882	
September ..	300		136		124		103		42		116		710			821	
Jahr.....	3721		1595		1318		879		601		1325		8477			9439	
Okt.-Dez. ..	983	1069	407	437	289	345	70	44	164	175	324 (12)	358 (19)	2155	2365	+ 9,7	2237	2428

[1]) D. h. Kessel mit Elektrodenheizung.
[2]) Die in Klammern gesetzten Zahlen geben den Verbrauch für den Antrieb von Speicherpumpen an.
[3]) Kolonne 15 gegenüber Kolonne 14.
[4]) Energieinhalt bei vollen Speicherbecken: Sept. 1951 = 1310 Mill. kWh.



Tagesdiagramme der beanspruchten Leistungen,

Mittwoch, 12. Dezember 1951

Legende:

1. Mögliche Leistungen: 10^3 kW

Laufwerke auf Grund der Zuflüsse (0—D) . .	714
Saisonspeicherwerke bei voller Leistungsabgabe (bei maximaler Seehöhe)	1090
Total mögliche hydraulische Leistungen . . .	1804
Reserve in thermischen Anlagen	155

2. Wirklich aufgetretene Leistungen

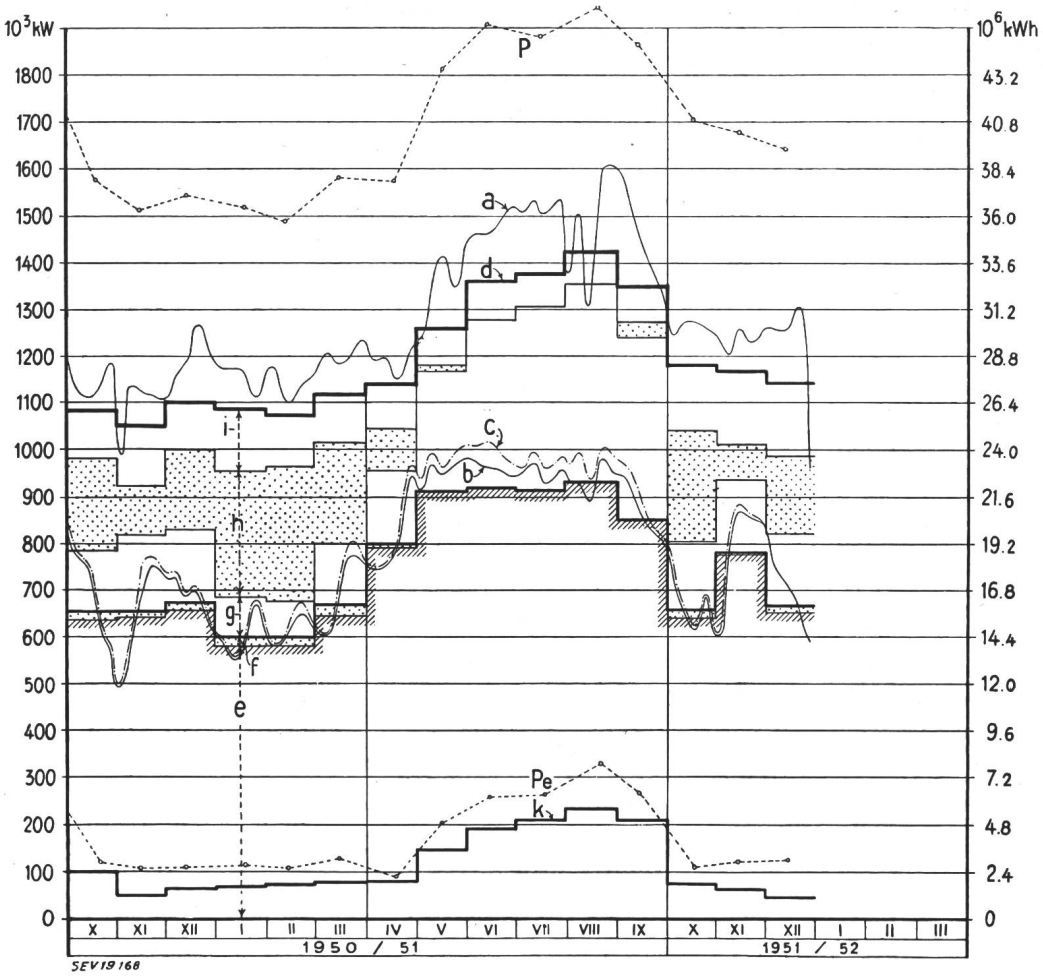
0—A Laufwerke (inkl. Werke mit Tages- und Wochenspeicher).
A—B Saisonspeicherwerke.
B—C Thermische Werke, Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken und Einfuhr.
0—E Energieausfuhr.
0—F Energieeinfuhr.

3. Energieerzeugung: 10^6 kWh

Laufwerke	17,1
Saisonspeicherwerke	9,1
Thermische Werke	0,2
Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken	0,5
Einfuhr	3,2
Total, Mittwoch, den 12. Dezember 1951 . . .	30,1
Total, Samstag, den 15. Dezember 1951 . . .	27,8
Total, Sonntag, den 16. Dezember 1951	21,5

4. Energieabgabe

Inlandverbrauch	28,6
Energieausfuhr	1,5



Mittwoch- und

Monatserzeugung

Legende:

1. Höchstleistungen:
(je am mittleren Mittwoch jedes Monates)
P des Gesamtbetriebes
Pe der Energieausfuhr.

2. Mittwocherzeugung:
(Durchschnittl. Leistung bzw. Energiemenge)
a insgesamt;
b in Laufwerken wirklich;
c in Laufwerken möglich gewesen.

3. Monatserzeugung:
Durchschnittl. Monatsleistung bzw. durchschnittl. tägliche Energiemenge)
d insgesamt;
e in Laufwerken aus natürl. Zuflüssen;
f in Laufwerken aus Speicherwasser;
g in Speicherwerken aus Zuflüssen;
h in Speicherwerken aus Speicherwasser;
i in thermischen Kraftwerken und Bezug aus Bahn- und Industriewerken und Einfuhr;
k Energieausfuhr;
d-k Inlandverbrauch.

Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft

(Auszüge aus «Die Volkswirtschaft» und aus «Monatsbericht Schweizerische Nationalbank»)

Nr.			Dezember 1950	Dezember 1951
1.	Import	10^6 Fr.	513,7	469,0
	(Januar-Dezember)	10^6 Fr.	(4535,9)	(5915,5)
	Export	10^6 Fr.	445,1	428,0
	(Januar-Dezember)	10^6 Fr.	(3910,9)	(4690,9)
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden		16 393	8221
3.	Lebenskostenindex*)	Aug. 1939 = 100	161	171
	Grosshandelsindex*)	Aug. 1939 = 100	218	228
	Detailpreise*): (Landesmittel) (August 1939 = 100)			
	Elektrische Beleuchtungsenergie Rp./kWh. . . .		32 (89)	32 (89) [1]
	Elektr. Kochenergie Rp./kWh		6,5 (100)	6,5 (100)
	Gas Rp./m³		28 (117)	28 (117)
	Gaskoks Fr./100 kg. . .		14,81(190)	19,60(251)
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 41 Städten **) . . .		1169	623
	(Januar-Dezember)		(16982)	(15918)
5.	Offizieller Diskontsatz . . %		1,50	1,50
6.	Nationalbank (Ultimo)			
	Notenumlauf . . .	10^6 Fr.	4664	4927
	Täglich fällige Verbindlichkeiten	10^6 Fr.	1773	1529
	Goldbestand und Golddevisen	10^6 Fr.	6232	6231
	Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten durch Gold	%	92,84	92,99
7.	Börsenindex (am 25. d. Mts.)			
	Obligationen		104	102
	Aktien		261	308
	Industrieaktien		381	439
8.	Zahl der Konkurse		46	35
	(Januar-Dezember)		(573)	(487)
	Zahl der Nachlassverträge . .		24	21
	(Januar-Dezember)		(258)	(200)
9.	Fremdenverkehr		November 1950	November 1951
	Bettenbesetzung in % nach den *vorhandenen* Betten . .		12,0	13,1
10.	Betriebseinnahmen der SBB *allein*		November 1950	November 1951
	aus Güterverkehr .	in 1000 Fr.	31 051	34 535
	(Januar-November)	in 1000 Fr.	(297 212)	(349 091)
	aus Personenverkehr	in 1000 Fr.	17 556	19 137
	(Januar-November)	in 1000 Fr.	(244 751)	(254 773)

*) Entsprechend der Revision der Landesindexermittlung durch das Volkswirtschaftsdepartement ist die Basis Juni 1914 = 100 fallen gelassen und durch die Basis August 1939 = 100 ersetzt worden.

[1]) Der Detailpreis für elektrische Beleuchtungsenergie wurde pro Februar und März 1951 aus Versehen mit 35 statt 32 Rp./kWh notiert.

**) Bis Ende 1950: 33 Städte, ab 1951: 41 Städte.

Fortsetzung von Seite 135

Erfreulich ist die Beachtung, welche in letzter Zeit der *Farbgebung* von Arbeitsräumen, Maschinen und andern Betriebseinrichtungen geschenkt wird. Wahllos auf unsere Verhältnisse übertragene ausländische Vorbilder sind allerdings abzulehnen; es muss sorgfältig überlegt werden, welche Farbtöne gewählt werden sollen. Eine Kommission des Normalienbüros des Vereins Schweizerischer Maschinenindustrieller befasst sich übrigens mit der Farbgestaltung von Maschinen und der Normung von Signal- und Warnfarben.

Die *Heizung* lässt noch in verhältnismässig vielen Fabriken zu wünschen übrig, namentlich in solchen mit schwerer Arbeit. Man gibt sich offensichtlich zu wenig Rechenschaft darüber, dass sinkende Arbeitsleistung, erhöhte Unfallgefahr und Unzufriedenheit des Personals Verluste darstellen, welche höhere Heizungskosten bei weitem überwiegen. Die *künstliche Lüftung* der Arbeitsräume oder sogar deren Klimatisierung, sowie die Absaugung von Staub, Gasen und Dämpfen haben weitere Fortschritte gemacht. In den Berichten werden eine Reihe guter Anlagen erwähnt, doch werden auch festgestellte Mängel nicht verschwiegen. Bei Staubabsauganlagen sind an geeigneten Stellen angebrachte Putzöffnungen vorteilhaft.

Die Bestrebungen, die *Arbeitsplätze* rationell und zweckmässig zu gestalten, scheitern häufig an der Konstruktion der Maschinen, die nur zu oft auf die physiologischen Notwendigkeiten keine Rücksicht nimmt und wo man den Eindruck erhält, der Mensch sollte sich der Maschine anpassen. Vor allem ist das der Fall bei Pressen und Stanzen.

Die Abschnitte über *Betriebssicherheit* enthalten wieder Beschreibungen einer grösseren Zahl von Unfällen, beruflichen Schädigungen, Bränden und Explosionen. Unfallschutzeinrichtungen müssen nicht nur technisch einwandfrei konstruiert, sondern auch zweckmässig zu handhaben sein. Besonders bei der Unfallverhütung ist die Mitarbeit der Arbeitnehmer eine Notwendigkeit, was leider noch nicht in wünschenswertem Ausmasse erreicht ist. Wie schon in früheren Berichten wird wiederum auf die häufige Verwendung ungeerdeter Elektrowerkzeuge und zweiadriger Verlängerungskabel hingewiesen. Oft muss auch beanstandet werden, dass Schalter von Motoren an schlecht zugänglichen Stellen montiert sind, so dass im Falle von Gefahr ein rasches Ausschalten unmöglich ist oder mit der Bedienung der Schalter sogar Unfallgefahren verbunden sind. In Fragen der *Brandverhütung* herrschte eine enge Zusammenarbeit mit den Organen der Feuerpolizei und der kantonalen Gebäudeversicherungsanstalten, sowie mit dem Brandverhütungsdienst für Industrie und Gewerbe. Ein neues Problem des Arbeiterschutzes stellen die *radioaktiven Stoffe* dar und vor allem die Verwendung radioaktiver Folien für die Ableitung elektrostatischer Ladungen. Die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt und die eidgenössischen Fabrikinspektorate haben Richtlinien über deren Benützung aufgestellt, in denen Messungen über die vorkommenden Strahlenmengen verlangt werden.

Der Beschäftigungsgrad beeinflusst naturgemäss die *Arbeitszeit*. Aus der Zusammenstellung über die Überzeitarbeit ist ersichtlich, dass die Zahl der bewilligten Überstunden, ausgedrückt in Tage × Arbeiter × Stunden, im Jahre 1949 nur noch 4 359 441 betrug gegenüber 6 248 180 im Vorjahre, im Jahre 1950 aber wieder auf 6 418 587 anstieg. Diese Zahl steht über derjenigen des Jahres 1946. Auf die gesamte Arbeiterzahl verteilt trifft es auf einen Arbeiter 8,76 Überstunden im Jahre 1949 (11,76 im Jahre 1948) und 13,03 Überstunden im Jahre 1950. Weitaus an der Spitze steht wie in früheren Jahren die Maschinenindustrie, gefolgt von der Nahrungs- und Genussmittelindustrie und der graphischen Industrie. Die Verteilung der Überstunden auf die verschiedenen Industriegruppen kann im übrigen nicht mit den Vorjahren verglichen werden, weil im Jahre 1950 die Einteilung der Fabriken in Industriegruppen erstmals nach dem Schema der Vereinigten Nationen erfolgte, das mit dem bisher in der Schweiz gültigen nicht übereinstimmt. Auch ein Vergleich der Fabriken und Arbeiterzahlen der verschiedenen Industriegruppen ist gegenüber den Vorjahren nicht möglich. Ähnliche Schwankungen wie die Überzeitbewilligungen zeigen diejenigen für zweischichtigen Tagesbetrieb, während die Bewilligungen für Nacht- und Sonntagsarbeit und ununterbrochenen Betrieb keine Änderungen von Bedeutung aufweisen. Die Fünftagewoche wird schätzungsweise von ungefähr 30 % aller Betriebe angewendet, die aber nicht 30 % der Arbeitnehmer beschäftigen, da die grossen Betriebe meistens die Sechstagewoche beibehalten haben.

Das Verhältnis der *weiblichen und jugendlichen Arbeiter* zur Gesamtarbeiterzahl ist mit ungefähr 32 % und 6 % gleich wie in früheren Jahren. Die Beschäftigung Jugendlicher vor vollendetem 15. Altersjahr gab in vermehrtem Masse zu Diskussionen Anlass, da als Folge des Arbeitermangels grösseres Interesse vorhanden war Jugendliche zu beschäftigen. Verschiedentlich musste die Verwendung von Arbeiterinnen und Jugendlichen zu unzulässigen Arbeiten beanstandet werden, sei es, dass ihnen das Tragen oder Heben zu schwerer Lasten zugemutet wurde oder dass sie ohne genügende Schutzmassnahmen mit organischen Lösungsmitteln arbeiteten.

Der Ausbau der *sozialen Einrichtungen* konnte dank der Beschäftigungslage weiter gefördert werden. Zahlreich sind die neu entstandenen oder umgebauten Kantinen und Aufenthaltsräume, die Wohnhäuser für die Betriebsangehörigen. Stiftungen, Fürsorgefonds und Pensionskassen sind mit ansehnlichen Spenden bedacht worden. Erwähnung verdienen auch Betriebsausflüge, Ferienkassen und Kurse verschiedener Art für Arbeiter und ihre Angehörigen.

Vom *Heimarbeitsgesetz* wurden in den Berichtsjahren ungefähr 50 000 Heimarbeiter und 4800 Arbeitgeber erfasst. Die Heimarbeit ist besonders empfindlich auf Konjunkturschwankungen, weshalb sich beim Nachlassen des Auftragsbestandes sofort ein Rückgang in der Zahl der Heimarbeiter bemerkbar macht. Auch die zunehmende Mechanisierung und Rationalisierung führt zu einer Verminderung der Zahl der Heimarbeiter. Das steht im Gegensatz zu den Erfahrungen der Fabrikinspektorate, nach der ausgesprochenes Bedürfnis nach vermehrter Abgabe von Heimarbeit besteht.

Anschliessend an die Berichte der Fabrikinspektoren berichtet der *Arbeitsarzt* über seine Tätigkeit. Seine Hauptaufgabe liegt in der Unterstützung der Fabrikinspektorate auf dem Gebiete der Arbeitshygiene. Eingehend hat er sich mit dem Problem des Industrielärms befasst und eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt.

Das eidgenössische Fabrikinspektorat des ersten Kreises veröffentlicht seine Untersuchungen über die Lebensbedingungen von Arbeitern seines Inspektionskreises, besonders derjenigen der grossen Betriebe, während der Arbeitsarzt in einer Abhandlung das Problem der Beschäftigung körperlich Behinderter in der Industrie bespricht.

Schliesslich wird noch auf die *arbeitshygienischen Sammlungen* in Zürich und Lausanne verwiesen. Leider musste diejenige in Zürich die bisher benützten Räume im Hygieneinstitut der ETH verlassen und sich mit recht unbefriedigenden Verhältnissen im Untergeschoss des Hauptgebäudes der ETH zufrieden geben.

Die Berichte sind wie üblich mit zahlreichen Abbildungen ausgestattet, deren Reproduktion leider zu wünschen übrig lässt. *E. Bitterli*

Miscellanea

Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht)

Bernische Kraftwerke A.-G., Bern. Zu Prokuristen wurden ernannt G. von der Crone und G. Hertig.

—

Die **Elektrizitätswerke des Kantons Zürich** haben im Februar 1952 begonnen, eine Hauszeitung herauszugeben. Sie verfolgen damit den Zweck, die Beziehungen zwischen der Werkleitung und dem Personal, sowie die Verbindung zur Aussenwelt zu verbessern. Die Devise der Hauszeitung lautet: Unser Licht nicht unter den Scheffel stellen, einen guten Haus- und Geschäftsgeist pflegen.

—

Elektrizitätswerk Rheinau A.-G. Am 19. Januar 1952 wurde in Zürich die Elektrizitätswerk Rheinau A.-G. mit Sitz in Winterthur gegründet. Zweck der Gesellschaft ist der Bau und Betrieb des Kraftwerkes Rheinau. Das Aktienkapital beträgt 20 Millionen Fr., wovon 4 Millionen Fr. einbezahlt sind. Gründer sind die Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G. (NOK) in Baden und die Aluminium-Industrie A.-G. in Chippis (AIAG). Der Stadt Winterthur steht zu Lasten des Anteiles der NOK und der Badischen Landeselektrizitätsversorgung in Karlsruhe zu Lasten des Anteiles der AIAG eine Beteiligung an der Gesellschaft offen.

Der Verwaltungsrat zählt 12 Mitglieder, worunter drei deutsche Vertreter. Präsident des Verwaltungsrates ist Dr. Robert Blass, Zürich, Vizepräsident Dr. h. c. Alfred Zwygart, Baden. Das Geschäftsdomizil befindet sich beim Elektrizitätswerk der Stadt Winterthur, Untere Vogelsangstrasse 9 in Winterthur. Mit dem Bau des Kraftwerkes wurde am 23. Januar 1952 begonnen.

Kleine Mitteilungen

Foire Internationale de Liège. La quatrième Foire Internationale de Liège (Belgique), «Mines, Métallurgie, Mécanique, Electricité industrielle» se tiendra du *26 avril au 11 mai 1952*. Cette foire intéressera tout particulièrement les industriels, les ingénieurs, les techniciens, auxquels elle présentera toutes les plus récentes réalisations dans le domaine de la construction métallique. De plus amples renseignements seront fournis, sur demande, par la Foire Internationale de Liège, 17, Boulevard d'Avroy, Liège.

Literatur — Bibliographie

621.31 *Nr. 10 863,1*

Starkstromtechnik; Taschenbuch für Elektrotechniker. I. Teil. Von *E. v. Rziha*. Berlin, Ernst, 8. neubearb. Aufl., hg. v. *R. Genthe* 1951; 8°, VIII, 308 S., 306 Fig., Tab. — Preis: brosch. DM 24.—.

Die Zeitspanne von fast einem Vieteljahrhundert zwischen dem Erscheinen der 7. und 8. Auflage der «Starkstromtechnik» berechtigt zur Annahme, dass die Neuauflage entsprechend den Fortschritten in Wissenschaft und Technik viel Neues zu bieten vermag. Das Gesamtwerk der 8. Auflage gliedert sich voraussichtlich in 5 Teile, wobei der vorliegende 1. Teil fünf Abschnitte aufweist. Gegenüber der 7. Auflage sind einige wesentliche Änderungen zu verzeichnen. So ist der mathematische Teil «das Repetitorium der höheren Mathematik» weggelassen worden.

Der I. Abschnitt: Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik, bringt Betrachtungen über die Grundzüge der elektromagnetischen Feldtheorie, d. h. das elektrische, magnetische und elektromagnetische Feld auf Maxwellscher Grundlage. Ein Beitrag über elektrische Festigkeitslehre in gleichem Rahmen wie in der 7. Auflage ist aufgenommen worden. Neu aufgenommen wurde das Kapitel über atom- und elektrophysikalische Grundlagen. Zum Verständnis der Vorgänge in Gleichrichtern ist das Vertrautsein mit diesem Thema erforderlich.

Der II. Abschnitt: Messungen, wurde neu bearbeitet und enthält Angaben über die üblichen Messinstrumente, Messeinrichtungen sowie Schaltungen und erklärt die normalen und speziellen Messmethoden. Die für die Überwachung und Inbetriebsetzung von Maschinen und Transformatoren notwendigen Messungen bilden den Abschluss dieses Abschnittes.

Sehr zu begrüssen ist die Neuaufnahme des III. Abschnittes: Stoffkunde, in vorliegender konzentrierter und einheitlich abgefasster Form. Er enthält in umfassenden Tabellen alle wesentlichen Kennzahlen der Metalle, Halbleiter, Widerstandslegierungen, organischer und anorganischer Isolierstoffe und bildet ein wertvolles Nachschlagewerk für Ingenieure und Techniker.

Der IV. Abschnitt: Gleichrichter, ist gegenüber der 7. Auflage, Abschnitt VI, vollständig neu bearbeitet worden. Entsprechend der grossen Bedeutung und Verbreitung dieser Apparate wurde der Stoff in wissenschaftlicher und konstruktiver Richtung eingehend behandelt. Nicht nur die ruhenden Gleichrichter mit Vakuum, sondern auch die Trockengleichrichter, sowie die mechanischen Gleichrichter (Kontaktumformer) werden erklärt.

Im V. Abschnitt: Elektrische Akkumulatoren, sind allgemeine Grundbegriffe, sowie der Blei- und Stahlakkumulator als ortsfester und Fahrzeugakkumulator und deren Betriebseigenschaften beschrieben.

Jeder Abschnitt weist eine entsprechende Zahl von Textabbildungen auf. Das Werk bietet so reiche Auswahl an Stoff, dass es als Standard-Nachschlagewerk jedem Studieren-

den und in der Praxis stehenden Ingenieur und Techniker empfohlen werden kann.

E. Eichenberger

---

059 : 621 (494) *Nr. 90 011, 51*

Schweizerischer Kalender für Dampf- und Elektrizitätsbetrieb. Praktisches Handbuch für Techniker, Werkmeister, Monteure, Heizer, Maschinisten, Arbeiter und Lehrlinge der Metallindustrie. Hg. vom Zentralvorstand des Schweiz. Heizer- und Maschinisten-Verbandes; Redaktion: *Hans Zumbühl.* Bern, Schweiz. Schweiz. Heizer- und Maschinisten-Verband, 51. Jg., 1952; 8°, XVIII, 254 S., Fig., Tab., 1 Beil. — Preis: geb. Fr. 4.—.

Der Schweizer Kalender für Dampf- und Elektrizitätsbetrieb gliedert sich auch dieses Jahr in vier Hauptabschnitte: Wärmetechnik, Hydrotechnik, Elektrotechnik und Betriebstechnik.

Der erste Abschnitt gibt einen Überblick über Zentralheizungen, wärme- und lufttechnische Anlagen. Im Abschnitt Hydrotechnik werden Dosierungsanlagen für flüssige und gasförmige Stoffe beschrieben und nachher die Wirkungsweise einer Kaplanturbinenregulierung. Der dritte Abschnitt Elektrotechnik enthält eine Arbeit über Zeitschalter, Schaltuhren, Fernschalter und Schütze. Dabei wird auch auf die verschiedenen elektronischen Regulierungsmöglichkeiten eingegangen. Der letzte Abschnitt ist der Festigkeitslehre gewidmet. Daraus kann sich der Praktiker ohne grosse technische Vorbildung die Grundlagen der einfachen Festigkeitslehre aneignen. Zuletzt sind noch einige Tabellen angefügt.

Der Kalender ist in seiner üblichen handlichen Form erschienen und bietet dem Nichtspezialisten einen guten Überblick über die aufgeführten Gebiete der Technik.

E. Schiessl

---

517 : 53 *Nr. 10 880*

Mathematical Engineering Analysis. By *Rufus Oldenburger.* New York, Macmillan, 1950; 8°, XIV, 426 p., 220 fig. —Price: cloth $ 6.—.

Der Verfasser des vorliegenden Buches hat es sich zum Ziel gesetzt, dem in der industriellen Forschung tätigen Ingenieur die mathematische Behandlung und Durchberechnung von Problemen physikalischer Natur zu erleichtern. Zu diesem Zweck werden in den Abschnitten: 1) Mechanik der festen Körper; 2) Elektrizität und Magnetismus; 3) Wärmelehre; 4) Elastizitätstheorie; 5) Hydromechanik die meisten grundlegenden Erscheinungen der klassischen Physik behandelt. Im Zusammenhang damit werden zahlreiche, gut ausgewählte Anwendungsbeispiele aufgeführt und Übungsaufgaben mit ihren Lösungen, bzw. Anleitungen dazu, gegeben. Die Kenntnis der höheren Analysis einschliesslich der Behandlung von einfachen partiellen Differentialgleichungen setzt der Verfasser voraus.

Zur Auswahl des Stoffes ist besonders hervorzuheben, dass die Dimensionsanalysis eingehend begründet und durch viele Beispiele erläutert wird. Es wäre vielleicht wünschenswert, wenn in einer späteren Auflage auch der Drehimpulssatz in seiner allgemeinen Form dargestellt würde. Bei der Berechnung von linearen elektrischen Netzwerken würden die Kirchhoffschen Gleichungen wohl besser durch die modernere Formulierung der Maschen- bzw. Knotengleichungen ersetzt werden. Obgleich die Darstellungsart manchmal etwas formal erscheint, ist sie durchwegs als klar und verständlich zu bezeichnen.

K. Halbach.

---

338 (494) *Nr. 10 890*

Die Schweiz, Arbeit und Leben; ein Zeitbild in der Jahrhundertmitte. Hg. von *Werner Reist.* Zürich, Verlag Mensch und Arbeit, 1951; 8°, 206 S., Fig. — Preis: brosch. Fr. 11.50.

Zur Besprechung liegt ein schon durch die äussere Erscheinung in origineller Weise gekennzeichnetes Buch in handlichem Oktavformat vor, welches nach der Idee seines Herausgebers ein Vademecum durch Geschichte, Arbeit, Verkehrswesen und Hotellerie der Schweiz sein soll. Man ersieht aus dem kleinen Werk wieder einmal mehr, wie vielgestaltig unser Land dem fremden Besucher, an welchen es sich wohl in erster Linie wendet, sich darbietet. Es gibt in der Tat nur wenige Monographien, welche das Gesamtbild der Schweiz in beschränktem äussern Rahmen zu fassen vermögen. Alles in allem genommen darf das Buch, für dessen textliche und bildliche Gestaltung sich ein Redaktionsstab von bedeutenden Fachleuten, auch aus dem Gebiete des Ingenieurwesens, eingesetzt hat, als eine erfreuliche und geglückte Erscheinung auf dem Büchermarkt bezeichnet werden. Ein erster Hauptabschnitt behandelt die geschichtliche Entwicklung der Eidgenossenschaft, ihre heutige aussenpolitische Stellung und ihre innenpolitische Organisation, wobei die verschiedenen internationalen Missionen, an denen die Schweiz beteiligt ist, ebenfalls erwähnt sind. Unsere Neutralität, zu welcher in jeder Phase der Weltpolitik wieder von neuem Stellung zu beziehen ist, erfährt eine wohldurchdachte Beleuchtung. Dieses erste Kapitel, so treffend es im einzelnen auch abgefasst ist, fordert zur Kritik heraus, weil gewisse Superlative, welche «die Schweiz als Ausnahme» hinstellen, der Gefahr eines gewissen Eigenlobes leider nicht ganz entgehen. Demgegenüber berührt die Selbstkritik im Abschnitt über das Versicherungswesen (Kapitel «Die Schweiz an der Arbeit») sympathisch, wo es heisst, «dass wir den historischen Vorzug hatten, seit Jahrhunderten eine Schule des geistigen Verständnisses und der Rücksichtnahme in unserem Lande durchzumachen».

Der wichtigste Teil des Buches über die Schweiz an der Arbeit ist u. E. ganz hervorragend abgefasst und bietet auf knappem Raum eine Fülle des Wissenswerten. In der «gastlichen Schweiz» erfährt der Leser nicht nur, wo die Kurorte der Schweiz sich befinden und welche Heilbäder das Land besitzt, sondern er nimmt mit fortschreitender Lektüre ein schönes Stück geographischer Kenntnisse mit.

Druck und Ausstattung des Buches sind in mancher Hinsicht auf neuen Wegen gestaltet worden. Ob Kompositionen wie «Synthese der Westschweiz», wo z. B. das althistorische Profil der Stadt Fribourg einen See als Hintergrund erhält, glücklich gewählt sind, möge der Leser selbst beurteilen. Die Typengrösse des Druckes wirkt bei längerem Lesen eher ermüdend. Diese Vorbehalte, welche bei allem Lob über das schmucke Bändchen zu machen sind, können bei einer späteren Auflage vielleicht so oder anders berücksichtigt werden.

M. Schultze

621.314.65 *Nr. 10 876*

Stromrichteranlagen der Starkstromtechnik. Einführung in Theorie und Praxis. Von *Helmut Anschütz.* Berlin, Springer, 1951; 8°, VII, 213 S., 169 Fig., 14 Tab. — Preis: geb. DM 18.—.

Das Buch wurde auf Grund einer offenbar umfassenden Praxis im Bau von Gleichrichter-Anlagen jeder Art und Grösse geschrieben, zum Gebrauch für Studierende und für Ingenieure in der Praxis. Nach einer sehr kurzen Einleitung mit der Erläuterung der physikalischen Wirkungsweise der echten Ventile folgt die Beschreibung der Schaltungen sowie der elektrischen Verhältnisse der gebräuchlichen Anlagen, der Gittersteuerung, der Oberwellenverhältnisse, der Beanspruchung der Gleichrichter, der Prüfung von Anlagen, der Schutz-Einrichtungen, der Planung von Anlagen und der vielen Anwendungsmöglichkeiten, einschliesslich der Wechselrichter und Umrichter. Das Verständnis wird durch viele Diagramme und Schaltbilder und durch die Angabe der rechnerischen Beziehungen zwischen den wichtigsten Begriffen erleichtert und vertieft.

Das Buch bietet einen sehr umfassenden und reichhaltigen Überblick über das Gebiet der Stromrichter; die Auswahl des Stoffes ist dem Zwecke gut angepasst. M. E. sollte vom Verfasser das im Vorwort begründete Weglassen der Beschreibung des konstruktiven Aufbaus, der vakuumtechnischen Seite sowie der Kühlung des Stromrichters neu erwogen werden. Eine diesbezügliche Ergänzung müsste dem Werk zum Vorteil gereichen und dürfte wohl auf Kosten des Umfanges des Abschnittes über die Berechnung der Transformatoren erfolgen. Für eine Neubearbeitung wäre auch ein tieferes Eingehen auf die Besonderheiten in der Beanspruchung und im Aufbau der Gleichrichter-Transformatoren gerechtfertigt. — Besonders im ersten Teil des Buches stören einige Ungenauigkeiten, welche zu Missverständnissen Anlass geben können. Neben einigen technischen Unstimmigkeiten von geringerer Bedeutung wäre beispielsweise die Richtigstellung einiger Koeffizienten der induktiven Spannungsabfälle im Transformator (Tabelle 4) angeregt. Ein reichhaltiges Literaturverzeichnis ergänzt das Werk.

Als Ganzes darf das konzentriert, aber leicht fasslich geschriebene Buch dem Studierenden und dem Praktiker empfohlen werden.

E. Kern

03 : 621.3 *Nr. Hb 90*

Lexikon der Elektrotechnik. Von *Günther Oberdorfer.* Wien, Springer, 1951; 8°, V, 488 S., Fig., Tab. — Preis: geb. DM 20.—.

Wenn der Techniker sich mit einer Aufgabe befasst, die nicht in seine Fachrichtung fällt, so findet er sich oft Problemen gegenübergestellt, in denen einige Begriffe oder Ausdrücke ihm nicht ganz geläufig sind. In diesem Fall greift er gerne auf ein technisches Lexikon zurück, das ihm das fehlende oder entfallene Wissen vermittelt. Daraus folgt, dass ein Lexikon, das sich «Lexikon der Elektrotechnik» nennt, alle Fachgebiete der Elektrotechnik umfassen muss. Dies ist im vorliegenden Buch auch der Fall. Der Autor versuchte, gestützt auf seine eigene Praxis, die Begriffe der Starkstrom-, Fernmelde-, Hochfrequenz- und Messtechnik zu erklären. Auch die Energiewirtschaft und die Betriebswissenschaft sind im Buche berücksichtigt.

Wie der Autor im Vorwort erklärt, hat er bei der Zusammenstellung des Werkes vom Zuzug von Mitarbeitern abgesehen. Wir gehen mit ihm einig, dass dadurch einige Mängel in das Werk traten. Dies ist nicht erstaunlich, denn nach unserer Auffassung kann heute der bestausgewiesene Elektrofachmann nicht in allen Gebieten der Elektrotechnik als Spezialist gelten. Die Begriffe, die dem Techniker anderer Fachrichtungen fehlen können, kann aber nur der Spezialist richtig auswählen. Es fehlen z. B. die Begriffe «Stossspannung», «Gefälle», «Schaltschema», «Candela» usw. und die Erklärung der Begriffe «Korrosion», «Isolation» usw.

Wir möchten auch auf einige Inkonsequenzen aufmerksam machen, die in einer späteren Auflage ausgemerzt werden könnten. Es ist z. B. die Sternspannung eines Mehrphasensystems erklärt, die Erklärung der verketteten Spannung finden wir aber nicht. Die erwähnten kleinen Mängel beeinträchtigen den Wert des Werkes nicht. Die Definitionen oder Begriffserklärungen sind kurz und verständlich. Sauber gezeichnete Figuren ergänzen den Text. Auch sind jedem deutschen Stichwort die entsprechenden englischen und französischen Übersetzungen beigefügt, so dass das Werk auch als Wörterbuch benützt werden kann. Am Schluss finden wir je ein Verzeichnis der englischen bzw. französischen Stichwörter mit den dazugehörenden deutschen Übersetzungen.

Die typographische Aufmachung ist ausgezeichnet, was die Übersichtlichkeit wesentlich erhöht. *E. Schiessl*

Briefe an die Redaktion — Lettres à la rédaction

«Ein neues Doppelsteuerventil mit pneumatischem Stellungsfernanzeiger für druckluftgesteuerte Trennschalter»

Von *R. Vénard*, Biel

[Bull. SEV Bd. 42(1951), Nr. 21, S. 840...842.]
621.316.545-851.1

Zuschrift:

Der erwähnte Aufsatz könnte den Eindruck erwecken, dass das beschriebene pneumatische Rückmeldesystem einer elektrischen Signaleinrichtung überlegen sei. Die nachstehenden Ausführungen bezwecken den sachlichen Vergleich beider Systeme.

Als einen Vorteil des pneumatischen Rückmeldesystems erwähnt der Verfasser die Fernanzeige des Bewegungszustandes des Trenners. Ohne die Betriebssicherheit der beschriebenen Einrichtung oder deren Zweckmässigkeit in gewissen Anlagen mit nicht zu langen Steuerleitungen in Frage stellen zu wollen, soll darauf hingewiesen werden, dass auch bei elektrischer Rückmeldung, wie sie in modernen Anlagen verwendet wird, der Bewegungszustand, d. h. die Zwischenstellung des Trenners kenntlich gemacht wird.

Als Beispiel seien die Symbolsteuerschalter, kombiniert mit Rückmeldelampe erwähnt, die im Blindschema eingebaut werden und deren Betätigungsorgan gleichzeitig Schaltersymbol ist. In der Regel werden diese Steuerschalter für die sog. Dunkelschaltung verwendet, d. h. die Lampe leuchtet nur auf, wenn die Stellung des Symbols nicht mit derjenigen des ferngesteuerten Schalters oder Trenners übereinstimmt. Solche Steuerschalter weisen meist 2 Ruhe- und 2 Arbeitsstellungen auf und können auf Wunsch auch mit Schlüssel verriegelt werden. Wenn z. B. der Symbolschalter bei geöffnetem Trenner oder Leistungsschalter in der «Aus»-Ruhestellung steht, so ist die Lampe dunkel. Will man einschalten, so dreht man zunächst den Griff um 90° in die «Ein»-Ruhestellung, wobei die Lampe sofort aufleuchtet. Um den «Ein»-Befehl zu bewirken, dreht man noch etwa um 15° über die Ruhestellung hinaus bis zum Anschlag in der «Ein»-Arbeitsstellung, wodurch der Fernantrieb elektrisch betätigt wird. Die Lampe erlischt, sobald der ferngesteuerte Schalter wirklich in seine «Ein»-Endlage gelangt ist. Solange die Lampe brennt, während der Symbolschalter in einer Arbeitsstellung steht, ist der fernbetätigte Schalter oder Trenner «unterwegs». Nach Loslassen des Griffes geht der Symbolschalter durch Federkraft in die entsprechende Ruhelage zurück. Die Signalschalter werden als Endschalter ausgeführt, so dass die Rückmeldung erst bei vollendeter Schaltbewegung des Trenners stattfindet und man gleich wie bei pneumatischer Rückmeldung dessen Bewegungszustand am Aufleuchten bzw. Erlöschen der Signallampe erkennt.

Als weiteren Vorteil des pneumatischen Systems erwähnt der Verfasser den Wegfall jeglicher Sekundärverdrahtungen in der Hochspannungsanlage. Wie die langjährige Erfahrung zeigt, bieten aber richtig verlegte Niederspannungsverdrahtungen in Hochspannungsanlagen keine Gefahr. Steuer- und Rückmeldeleitungen werden als Kabel oder in Rohren verlegt, haben in der Regel einen geerdeten Pol und sind gesichert. Die Signalschalter werden am geerdeten Rahmen des Trenners oder sogar hinter demselben befestigt, so dass sie ausserhalb der Gefahrzone eines allfälligen Hochspannungslichtbogens liegen. Im übrigen lässt es sich in vielen Fällen gar nicht vermeiden, z. B. bei Messwandlern, Sekundärleitungen bis in die Hochspannungszellen hinein zu führen.

Bei der elektrischen Rückmeldung kann das Blindschema auf engstem Raum untergebracht werden, besonders dann, wenn, wie es bei einigen neuen Anlagen bereits ausgeführt wurde, die Steuerschalter nicht direkt hinter der Kommandotafel, sondern im Kabelverteilraum eingebaut, und mit den Betätigungsorganen durch Cardanwellen verbunden sind. In Anlagen, bei welchen die Trenner von der Kommandotafel etwas weiter entfernt sind, werden die Kosten für die Druckluftleitungen wesentlich höher sein als diejenigen für die entsprechenden Kabel oder Drähte bei elektrischer Steuerung. Ferner benötigen Rohranschlüsse mehr Platz als Drahtanschlüsse, und auch bei allfälligen Änderungen oder Erweiterungen bietet das gewohnte Arbeiten mit Drahtverbindungen weniger Schwierigkeiten.

Auf elektrischem Wege lassen sich alle möglichen Verriegelungen und Betätigungsarten leichter verwirklichen als bei einer rein pneumatischen Anlage; dasselbe gilt auch, wenn die Trenner von zwei Stellen aus ferngesteuert oder wahlweise auch von Hand betätigt werden.

Bei einem Rohrdefekt oder beim Ausbleiben der Druckluft besteht beim pneumatischen System keine Gewähr für das Übereinstimmen der Rückmeldefahne mit der wirklichen Trennerstellung. Wenn z. B. wegen Versagens der Druckluftquelle ein Trenner von Hand umgeschaltet werden muss, so bleibt der Rückmelder in der vorherigen Stellung stehen. Beim elektrischen Rückmelden sind hingegen solche Falschmeldungen praktisch ausgeschlossen. Mit Hilfe einer Prüfschaltung, wie sie in wichtigen Kommandoräumen üblicherweise angewendet wird, lässt sich innert weniger Sekunden feststellen, ob alle Signallampen im Blindschema unversehrt sind.

Da in manchen Fällen elektrische Rückmeldungen doch nicht umgangen werden können, z. B. in Stationen ohne Druckluftanlage, kann der Betriebsfachmann sich fragen, ob es nicht zweckmässiger sei, in seinem Verteilnetz einheitlich ein elektrisches Signalsystem zu verwenden, statt auch noch das pneumatische System einzuführen, das nur in beschränktem Masse rationell anwendbar ist.

Mit diesen Bemerkungen soll nur daran erinnert werden, dass die elektrische Stellungsrückmeldung sich mindestens so betriebssicher, einwandfrei und bei ausgedehnten Anlagen wesentlich billiger als die vollpneumatische Rückmeldung ausführen lässt. *A. Haefelfinger*, Aarau

Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV

I. Qualitätszeichen

B. Für Schalter, Steckkontakte, Schmelzsicherungen, Verbindungsdosen, Kleintransformatoren, Lampenfassungen, Kondensatoren

Für isolierte Leiter

Schalter

Ab 1. Januar 1952.

Gardy A.-G., Genf.

Fabrikmarke: GARDY

Drehschalter (Heizungsschalter).
Verwendung: in trockenen Räumen.
Ausführung: einpolige Umschalter Schema 9 und 10, mit 3 Regulierstufen und Ausschaltstellung.

6 A 250 V ~ 10 A 380 V ~

200101/9 .../10	201101/9 .../10	für Aufbau
240101/9 .../10	241101/9 .../10	für Einbau
230101/9 .../10	231101/9 .../10	für Schalttafelmontage

Ab 15. Januar 1952.

Neutron A.-G., Zürich.

Fabrikmarke: NEUTRON

Schaltrelais für 6 A 250 V ~
Verwendung: für Aufbau in trockenen Räumen.
Ausführung: Arbeitsstrom-Relais mit einpoligem Umschaltkontakt. Sockel und Kappe aus schwarzem Isolierpressstoff. Steuerspannung max. 50 V.

Typ A:
ohne Hilfskontakte.

Typ AA oder AR:
mit 1 Hilfskontakt für max. 1 A 50 V

Typ AAA, AAR oder ARR:
mit 2 Hilfskontakten für max. 1 A 50 V

Steckkontakte

Ab 1. Januar 1952.

Electro-Mica A.-G., Mollis.

Fabrikmarke: Ⓐ

Stecker 3 P + E für 10 A, 380 V.
Verwendung: in feuchten Räumen.
Ausführung: Steckerkörper aus schwarzem Isolierpreßstoff.
Nr. 2500: Typ 5, Normblatt SNV 24514.

Ab 15. Januar 1952.

Xaver Schuler, Ingenbohl-Brunnen.

Fabrikmarke: SURO

Zweipolige Stecker für 10 A, 250 V.
Verwendung: in trockenen Räumen.
Ausführung: Steckerkörper aus schwarzem oder weissem Isolierpreßstoff. Schraubenloser Leiteranschluss.
Nr. 5152 s, ... w: Stecker Typ 1, Normblatt SNV 24505.

Sicherungen

Ab 1. Februar 1952.

Gardy A.-G., Genf.

Fabrikmarke: GARDY

Einpolige Sicherungselemente für 100 A, 500 V (Gewinde G 1¼").
Ausführung: Sockel aus Steatit. Kappe aus weissem oder schwarzem Isolierpreßstoff.

a) Einbau-Elemente ohne Kappe, für Kabel- oder Rundprofilanschluss
Nr. 100701, 101701, 102701.
b) Aufbau-Elemente mit Kappe, für Kabelanschluss
Nr. 100701 i, 101701 i, 102701 i.
c) Elemente für Montage hinter beweglichen Tafeln, für Kabel- oder Rundprofilanschluss
Nr. 121701 i, 121701 n, 122701 i, 122701 n.

Schmelzsicherungen

Ab 1. Januar 1952.

H. C. Summerer, Zürich.
(Vertretung der Firma Rausch & Pausch, Elektrotechn. Spezialfabrik, Selb/Bayern.)

Fabrikmarke: PR

Träge Schmelzeinsätze, D-System.
Nennspannung: 500 V. Nennstrom: 6, 10 und 20 A.

Lampenfassungen

Ab 15. Januar 1952.

Aluminium Licht A.-G., Zürich.

Fabrikmarke: ALUMAG

Lampenfassungen.
Verwendung: in nassen Räumen.
Ausführung: Lampenfassungen für Fluoreszenzlampen mit Zweistiftsockel (13 mm Stiftabstand).
Nr. Z 3000: mit Gehäuse aus Leichtmetallguss.

Rudolf Fünfschilling, Basel.
(Vertretung der Firma Lindner G. m. b. H., Bamberg.)

Fabrikmarke: LJS oder LINDNER

Lampenfassungen und Leuchten E 27.
Verwendung: in trockenen Räumen.
Ausführung: ohne Schalter. Isolierkörper aus Porzellan.

a) Lampenfassungen E 27 für trockene Räume.
Porzellan Deckenfassungen: Nr. 1247, 3401.
Porzellan-Wandfassungen: Nr. 1244, 1248, 3403, 3405.
b) Leuchten für trockene Räume, mit Fassungen E 27.
Porzellan-Deckenleuchten: Nr. 1301/298.
Porzellan-Wandleuchten: Nr. 1060, 1061, 1260.

Isolierte Leiter

Ab 1. Januar 1952.

Max Bänninger, Technische Vertretungen, Zürich.
(Vertreter der Hackethal Draht- und Kabelwerke A.-G., Hannover.)

Firmenkennfaden: rot-grün verdrillt.

Leichte Doppelschlauchschnur rund Cu-Gdlr 2 × 0,75 und 3 × 0,75 mm² Querschnitt.
Ausführung flexibel, mit Gummiisolation.

Kleintransformatoren

Ab 1. Januar 1952.

JOTTER, Via Somaini 3, Lugano.

Fabrikmarke: JL

Hochspannungs-Kleintransformatoren.
Verwendung: ortsfest, in trockenen Räumen.
Ausführung: kurzschlußsichere Einphasentransformatoren ohne Gehäuse, für Einbau, Klasse Ha. Spannungsregulierung durch Streukern.
Primärspannung: 125/220 V.
Sekundärspannung leer: 2800 V.
Sekundärspannung belastet: 2300 V.
Sekundärstrom: 20 mA.
Leistung: 46 W.

Ab 15. Januar 1952.

JOTTER, Via Somaini 3, Lugano.

Fabrikmarke: JL

Vorschaltgeräte für Fluoreszenzlampen.
Verwendung: ortsfest, in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.
Ausführung: Vorschaltgerät ohne Temperatursicherung und ohne Starter. Wicklung aus emailliertem Kupferdraht. Klemmen auf Isolierpreßstoff. Grundplatte und Deckel aus Aluminiumblech. Für Einbau in Blecharmaturen auch ohne Deckel lieferbar.
Lampenleistung: 40 W. Spannung: 220 V, 50 Hz.

Ab 1. Februar 1952.

H. Graf, Transformatorenbau, Hedingen a. A.

Fabrikmarke: Hegra

Vorschaltgeräte für Fluoreszenzlampen.
Verwendung: ortsfest, in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.
Ausführung: Vorschaltgerät ohne Temperatursicherung und ohne Starter. Wicklung aus emailliertem Kupferdraht. Grundplatte und Deckel aus Aluminiumblech. Für Einbau in Blecharmaturen auch ohne Deckel lieferbar.
Lampenleistung: 25 W. Spannung: 220 V, 50 Hz.

III. Radioschutzzeichen des SEV

Auf Grund der bestandenen Annahmeprüfung gemäss § 5 des «Reglements zur Erteilung des Rechts zur Führung des Radioschutzzeichens des SEV» [vgl. Bull. SEV Bd. 25 (1934), Nr. 23, S. 635...639, u. Nr. 26, S. 778] wurde das Recht zur Führung des SEV-Radioschutzzeichens erteilt:

Ab 1. Januar 1952.

Seyffer & Co. A.-G., Zürich.
(Vertretung der Rudolf Blik electrische Apparaten-en Metaalwarenfabriek N. V., s'Gravenhage (Holland).

Fabrikmarke: RUTON

Staubsauger «RUTON 5».
Spannung 220 V. Leistung 350 W.

IV. Prüfberichte

[siehe Bull. SEV Bd. 29 (1938), Nr. 16, S. 449.]

Gültig bis Ende Dezember 1954.

P. Nr. 1702.

Gegenstand: **Telephonrundspruchapparat**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 808 vom 17. Dezember 1951.
Auftraggeber: Autophon A.-G., Solothurn.

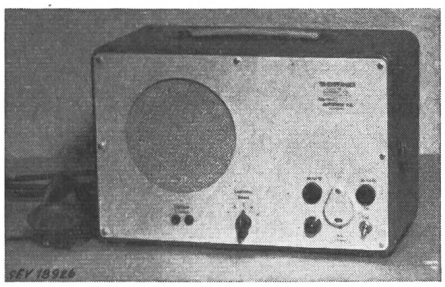
—

Aufschriften:

TR-EMPFAENGER
Type TR-80
Anschlusswert 40 VA
~ Strom 110-250 V 50 Hz
App. No. 001
AUTOPHON A. G. Solothurn

Beschreibung:

Tragbarer Apparat gemäss Abbildung, für NF- und HF-Telephonrundspruch. Festeingestellte Frequenz für HF-Empfang. Ein- und Ausgangsübertrager mit getrennten Wicklungen. Lautsprecher, Lautstärkeregler und Signallampe. Anschluss eines separaten Lautsprechers und eines Kopfhörers möglich. Netztransformator mit getrennten Wicklungen. Schutz gegen Überlastung durch Kleinsicherungen vor den Anoden der Gleichrichterröhre. Mit dem Chassis verbundene Abschirmungen zwischen den Primär- und Sekundärwicklungen des Netztransformators und des Eingangsübertragers. Gehäuse und wegnehmbare Deckel des Apparates aus Blech. Fest angeschlossene Gummiaderschnüre für Netz- und Telephonanschluss in verschliessbarem Fach auf der Rückseite des Kastens.



Der Apparat entspricht den «Vorschriften für Apparate der Fernmeldetechnik» (Publ. Nr. 172).

Gültig bis Ende Dezember 1954.

P. Nr. 1703.

Gegenstand: **Waschmaschine**

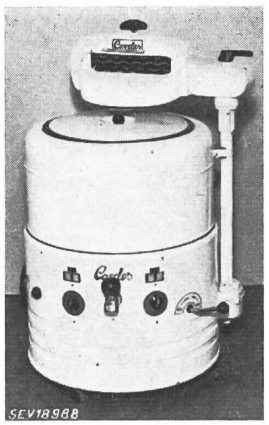
SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 631 vom 21. Dezember 1951.
Auftraggeber: Aug. Geser, Elektr. Apparate, Junkerngasse 27, Bern.

—

Aufschriften:

Cordes

Heizung		Motor	
Mod. 306	Nr. 60117	Mod. DGO3	Nr. 95263
V 3 × 380	A 6,9 KW 4,5	V 3 × 380	U/min 1400
		A 0,7	Per/s 50
		kW 0,22	cosφ 0,7



Beschreibung:

Waschmaschine gemäss Abbildung, mit Heizung. Wäschebehälter emailliert mit Rührwerk, welches Drehbewegungen in wechselnder Richtung ausführt. Heizstäbe unten im Wäschebehälter. Antrieb von Waschvorrichtung und Mange durch ventilierten Drehstrom-Kurzschlussankermotor. Schalter Fabrikat «Xamax» für Heizung und Motor, sowie eine Signallampe eingebaut. Zuleitung Gummiaderschnur, fest angeschlossen. Alle Handgriffe isoliert. Die Maschine ist unten durch Blech abgeschlossen.

Die Waschmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in nassen Räumen.

Gültig bis Ende Dezember 1954.

P. Nr. 1704.

Gegenstand: **Handbohrmaschine**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 436a vom 21. Dezember 1951.
Auftraggeber: Agustoni & Pfund S. à r. l., Via Curti 19, Lugano.

—

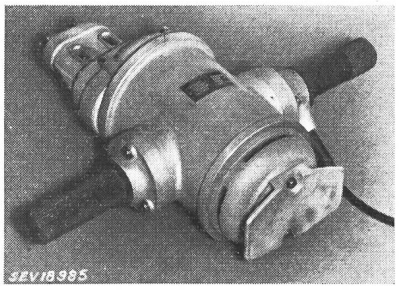
Aufschriften:

DUPLEX
No. 77893 Type DD23
V. 220/380 Per. 50
W. 350 Amp. 1.6/0.9
n. 250/500 Bohrl. 23/10
Agustoni & Pfund — Lugano

Beschreibung:

Handbohrmaschine gemäss Abbildung, mit ventiliertem Kurzschlussankermotor, welcher über angebautes Vorgelege 2 Bohrspindeln mit Morsekonus antreibt. Übersetzungen 5 : 1 und 10 : 1. Wicklung aus baumwollbesponnenem Kupfer-

draht, imprägniert. Motorklemmen und Drehschalter unter den isolierten Handgriffen eingebaut. Zuleitung 3 P + E mit Stecker, fest angeschlossen.



Die Handbohrmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden.

Gültig bis Ende Dezember 1954.

P. Nr. 1705.

Gegenstand: **Futterkocher**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 24 982a vom 21. Dezember 1951.

Auftraggeber: Mauser Kommanditgesellschaft, Waldeck (Bez. Kassel), Deutschland.

Aufschriften:

MAUSER
Type 160 Nr. 414
3000 W 380/220 V 3 ~
220 V ~ =

Beschreibung:

Futterkocher gemäss Abbildung, aus verzinktem Eisenblech, auf Gestell zum Kippen eingerichtet. Bodenheizung durch in Perlen eingezogene Widerstandswendel. Wärmeisolation Schlackenwolle. Klemmenkasten seitlich angebaut. Deckel mit Spannvorrichtung und Ausgussrohr. Handgriffe isoliert.

Der Futterkocher hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden.

Gültig bis Ende Januar 1955.

P. Nr. 1706.

Gegenstand: **Waschmaschine**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 839/I vom 4. Januar 1952.

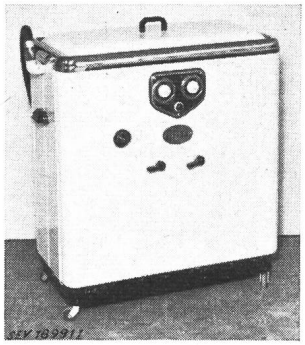
Auftraggeber: Elida Maschinenfabrik A.-G., Pratteln.

Aufschriften:

ELIDA
Elektrische Waschmaschinen
A. G. für Technische Neuheiten
Binningen - Basel
Type 100

Motor		Heizung	
Volt	1 × 220	Volt	1 × 220
Amp.	3,6	Watt	1800
Tour.	2860	Type	100
PS	0,5	Dat.	11. 51.

Masch. - No. 100/51/1021



Beschreibung:

Waschmaschine gemäss Abbildung, mit Heizung, Zentrifuge und Pumpe. Antrieb durch ventilierten Einphasen-Kurzschlussankermotor mit Hilfswicklung, Zentrifugalschalter und Anlaufkondensator. Heizstab unten im Wäschebehälter. Die Waschvorrichtung führt Drehbewegungen in wechselnder Richtung aus. Schalter für Heizung und Motor, Signallampe, Trockengangsicherung und Zeigerthermometer eingebaut. Zuleitung dreiadrige Doppelschlauchschnur, fest angeschlossen. Handgriffe isoliert.

Die Waschmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in nassen Räumen.

Gültig bis Ende November 1954.

P. Nr. 1707.

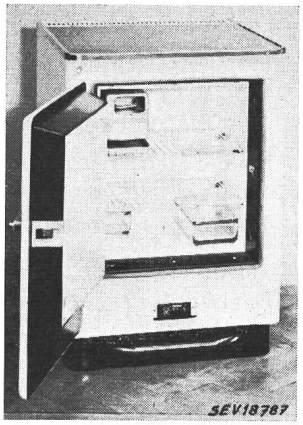
Gegenstand: **Kühlschrank**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 597 vom 3. November 1951.

Auftraggeber: Elektra, Gesellschaft m. b. H., Bregenz.

Aufschriften:

ELEKTRA BREGENZ
Typ 6045 No. 1874 Volt 220 Watt 90
NH3 Pat. ang.



Beschreibung:

Kühlschrank gemäss Abbildung. Kontinuierlich arbeitendes Absorptionskühlaggregat mit natürlicher Luftkühlung. Verdampfer mit Eisschublade seitlich oben im Kühlraum. Kocher in Blechgehäuse eingebaut. Regler mit Stufen 1...8 für Regulierung der Kühlraumtemperatur. Dreiadrige Zuleitung mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen. Abmessungen: Kühlraum 425 × 375 × 280 mm, Kühlschrank: 800 × 560 × 590 mm. Nutzinhalt 42 dm³. Gewicht 66 kg.

Der Kühlschrank entspricht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Haushaltungskühlschränke» (Publ. Nr. 136).

Gültig bis Ende Januar 1955.

P. Nr. 1708.

Gegenstand: **Waschmaschine**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 839/II vom 4. Januar 1952.

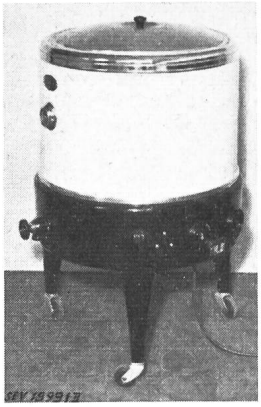
Auftraggeber: Elida Maschinenfabrik A.-G., Pratteln.

Aufschriften:

ELIDA
Elektrische Waschmaschinen
A. G. für Technische Neuheiten
Binningen - Basel
Type 105

Motor		Heizung	
Volt	3 × 380/220	Volt	3 × 380
Amp.	0,85/1,6	Watt	5000
Tour.	1400	Type	105
PS	0,45	Dat.	11. 51.

Masch. - No. 105/51/3482



Beschreibung:

Waschmaschine gemäss Abbildung, mit Heizung. Heizstäbe unten im Wäschebehälter. Die Waschvorrichtung führt Drehbewegungen in wechselnder Richtung aus. Antrieb durch gekapselten Drehstrom-Kurzschlussankermotor. Schalter für Heizung und Motor, Trockengangsicherung und Zeigerthermometer eingebaut. Zuleitung vieradrige Doppelschlauchschnur, fest angeschlossen. Handgriffe isoliert.

Die Waschmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in nassen Räumen.

Gültig bis Ende Januar 1955.

P. Nr. 1709.

Gegenstand: **Waschmaschine**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 839/III vom 4. Januar 1952.

Auftraggeber: Elida Maschinenfabrik A.-G., Pratteln.

—

Aufschriften:

ELIDA
Elektrische Waschmaschinen
A. G. für Technische Neuheiten
Binningen - Basel
Type 111

Motor		Heizung	
Volt	3 × 380/220	Volt	3 × 380
Amp.	0,9/1,6	Watt	5000
Tour.	1400	Type	111
PS	0,45	Dat.	11. 51.

Masch. - No. 111/51/3875

Beschreibung:

Waschmaschine gemäss Abbildung, mit Heizung, Zentrifuge und Pumpe. Antrieb durch gekapselten Drehstrom-Kurzschlussankermotor. Heizstäbe unten im Wäschebehälter. Die Waschvorrichtung führt Drehbewegungen in wechselnder Richtung aus. Schalter für Heizung und Motor, Signallampe, Trokkengangsicherung und Zeigerthermometer eingebaut. Zuleitung vieradrige Doppelschlauchschnur, fest angeschlossen. Handgriffe isoliert.

Die Waschmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in nassen Räumen.

Gültig bis Ende Januar 1955.

P. Nr. 1710.

Gegenstand: **Waschmaschine**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 839/IV vom 4. Januar 1952.

Auftraggeber: Elida Maschinenfabrik A.-G., Pratteln.

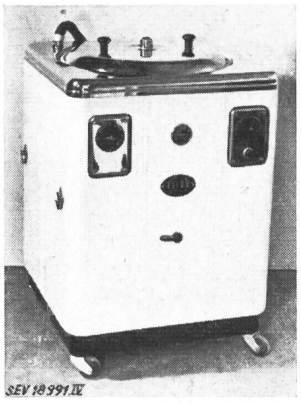
—

Aufschriften:

ELIDA
Elektrische Waschmaschinen
A. G. für Technische Neuheiten
Binningen - Basel
Type 125

Motor		Heizung	
Volt	3 × 380/220	Volt	3 × 380
Amp.	0,85/1,6	Watt	5000
Tour.	1400	Type	125
PS	0,45	Dat.	11. 51.

Masch. - No. 125/51/212



Beschreibung:

Waschmaschine gemäss Abbildung, mit Heizung und Pumpe. Heizstäbe unten im Wäschebehälter. Die Waschvorrichtung führt Drehbewegungen in wechselnder Richtung aus. Antrieb von Waschvorrichtung und Pumpe durch gekapselten Drehstrom-Kurzschlussankermotor. Schalter für Heizung und Motor, Signallampe mit Vorschaltwiderstand, Trockengangsicherung und Zeigerthermometer eingebaut. Zuleitung vieradrige Doppelschlauchschnur, fest angeschlossen. Handgriffe isoliert.

Die Waschmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in nassen Räumen.

Gültig bis Ende Januar 1955.

P. Nr. 1711.

Gegenstand: **Waschmaschine**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 839/V vom 4. Januar 1952.

Auftraggeber: Elida Maschinenfabrik A.-G., Pratteln.

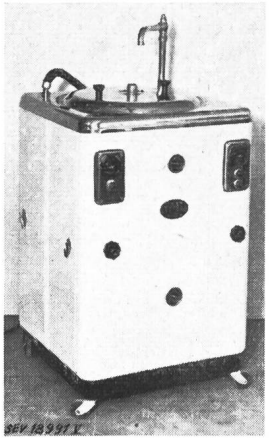
—

Aufschriften:

ELIDA
Elektrische Waschmaschinen
A. G. für Technische Neuheiten
Binningen - Basel
Type 126

Motor		Heizung	
Volt	3 × 380/220	Volt	3 × 380/220
Amp.	0,8/1,6	Watt	5000
Tour.	1400	Type	126
PS	0,45	Dat.	9. 51

Masch. - No. 126/51/84



Beschreibung:

Waschmaschine gemäss Abbildung, mit Heizung, Pumpe und Wasserschiff. Heizstäbe im Kessel und im Schiff. Die Waschvorrichtung führt Drehbewegungen in wechselnder Richtung aus. Antrieb von Waschvorrichtung und Pumpe durch gekapselten Drehstrom-Kurzschlussankermotor. Schalter für Heizung und Motor, zwei Signallampen mit Vorschaltwiderständen, zwei Trockengangsicherungen und zwei Zeigerthermometer eingebaut. Zuleitung vieradrige Doppelschlauchschnur, fest angeschlossen. Handgriffe isoliert.

Die Waschmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in nassen Räumen.

P. Nr. 1712.

Gegenstand: **Staubsauger**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 448 vom 10. Januar 1952.

Auftraggeber: Seyffer & Co. A.-G., Kanzleistr. 126, Zürich.

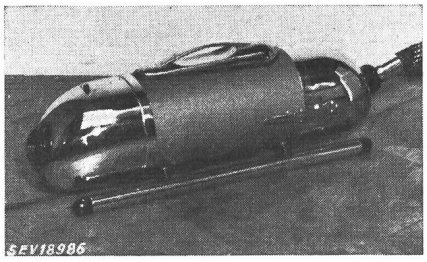
—

Aufschriften:

RUTON
Type R5 M46 No. 140235
220 V 350 W
Made in Holland

Beschreibung:

Staubsauger gemäss Abbildung, Zentrifugalgebläse, angetrieben durch Einphasen-Seriemotor. Motoreisen gegen berührbare Metallteile isoliert. Traggriff ebenfalls vom Gehäuse isoliert. Apparat mit Schlauch, Führungsrohren und verschiedenen Mundstücken zum Saugen und Blasen verwendbar. Einpoliger Kipphebelschalter eingebaut. Zuleitung Gummiaderschnur mit 2 P-Stecker, fest angeschlossen.



Der Staubsauger entspricht den «Vorschriften für elektrische Staubsauger» (Publ. Nr. 139) und dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117).

Gültig bis Ende Januar 1955.

P. Nr. 1713.

Gegenstand: **Waschmaschine**

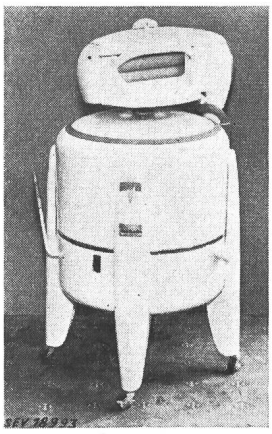
SEV-Prüfbericht: A. Nr. 25 087a vom 10. Januar 1952.

Auftraggeber: Sabag, Sanitäre Apparate Biel A.-G., Biel.

—

Aufschriften:

WHIRL POOL
Nineteen Hundred Corporation
St. Joseph, Michigan U. S. A.
Model Number 91235 Serial Number 4141
Generalvertreter für die Schweiz
SABAG Biel - Bienne
No. 4141 Watt 300 Volt 220 ~ 50 T/Min 1450



Beschreibung:

Waschmaschine, ohne Heizung, gemäss Abbildung. Antrieb durch ventilierten Einphasen-Kurzschlussankermotor «Packard» ¼ HP. Die Waschvorrichtung führt Drehbewegungen in wechselnder Richtung aus. Auf der Maschine ist eine Mange mit Gummiwalzen schwenkbar angebracht. Pumpe eingebaut. Einpoliger, gekapselter Schalter vorhanden. Zuleitung dreiadrige Doppelschlauchschnur mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen.

Die Waschmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in nassen Räumen.

Gültig bis Ende Januar 1955.

P. Nr. 1714.

Gegenstand: **Kühlschrank**

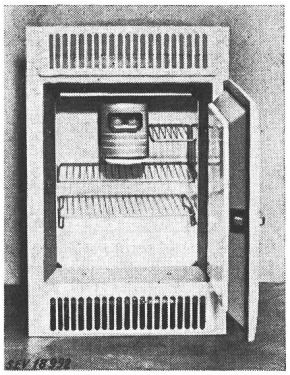
SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 843 vom 10. Januar 1952.

Auftraggeber: Paul Stadlin & Co., Hardturmstr. 102, Zürich.

—

Aufschriften.

BOLINDER'S
Paul Stadlin & Co., Zürich 5
Vollautomatische Kühl- und Tiefkühlanlagen
Generalvertretung für die Schweiz
Volt 220 Watt 140 Mod. EV-63 No. 5115711
Type EV-63 1 NH_3
Bolinder's Made in Sweden



Beschreibung:

Einbau-Kühlschrank gemäss Abbildung. Kontinuierlich arbeitendes Absorptionskühlaggregat mit natürlicher Luftkühlung. Verdampfer mit Eisschublade oben in der Mitte des Kühlraumes. Kocher in Blechgehäuse eingebaut. Gehäuse aus lackiertem Stahlblech, Kühlraumwandungen emailliert. Regler mit Regulier- und Ausschaltstellungen. Dreiadrige Zuleitung mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen. Abmessungen: Kühlraum 495 × 405 × 310 mm, Kühlschrank 880 × 570 × 610 mm. Nutzinhalt 55 dm³. Gewicht 57 kg.

Der Kühlschrank entspricht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Haushaltungskühlschränke» (Publ. Nr. 136).

Gültig bis Ende Januar 1955.

P. Nr. 1715.

Gegenstand: **Kühlschrank**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 842 vom 11. Januar 1952.

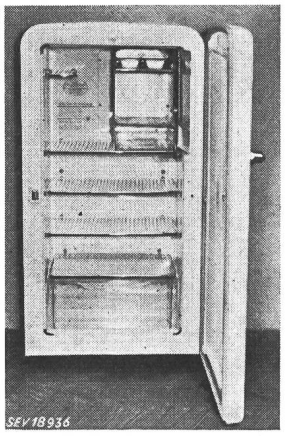
Auftraggeber: Rosset & Cie., Place Fusterie 5, Genf.

—

Aufschriften:

PRESTCOLD

Réfrigérateur Prestcold
Type L 71 No. 377
Volt 220 Watt 165 Hz 50
Réfrigérant Dichlorodifluoromethane
Distributeur en gros: Rosset & Cie. Genève



Beschreibung:

Kühlschrank gemäss Abbildung. Kompressor-Kühlaggregat mit natürlicher Luftkühlung. Kompressor und Einphasen-Kurzschlussankermotor mit Hilfswicklung zu einem Block vereinigt. Relais zum Ausschalten der Hilfswicklung nach erfolgtem Anlauf, kombiniert mit Motorschutzschalter mit thermischer Auslösung. Verdampfer mit Raum für Eisschubladen und Gefrierkonserven. Temperaturregler mit Ausschalt- und Regulierstellungen. Gehäuse aus weiss lackiertem Blech, Kühlraumwandungen emailliert. Zuleitung dreiadrige Gummiaderschnur mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen. Abmessungen: Kühlraum 1085 × 535 × 370 mm, Kühlschrank aussen 1300 × 695 × 570 mm. Nutzinhalt 195 dm³. Gewicht 119 kg.

Der Kühlschrank entspricht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Haushaltungskühlschränke» (Publ. Nr. 136).

Gültig bis Ende Januar 1955.

P. Nr. 1716.

Gegenstand:

Radio- und Telephonrundspruchapparat

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 826/I vom 11. Januar 1952.

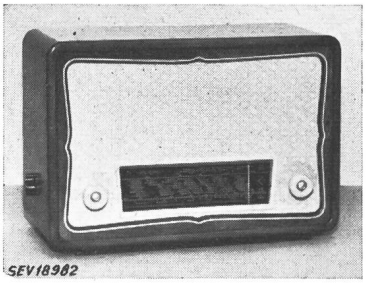
Auftraggeber: Albiswerk Zürich A.-G., Zürich.

Aufschriften:

ALBIS
521 D
AWZ T+T
110 125 145 220 250 V
60 VA 50 ~

Beschreibung:

Apparat gemäss Abbildung, für die Wellenbereiche 16...50 m, 185...580 m und 800...2000 m, sowie für niederfrequenten Telephonrundspruch und Grammophonverstärkung. Lautstärkeregler, vierstufige Tonblende und permanentdynamischer Lautsprecher vorhanden. Eingangsübertrager und Programmwähltaste für Telephonrundspruch. Netztransformator mit getrennten Wicklungen. Schutz gegen Überlastung durch Temperatursicherung im Primärstromkreis und Kleinsicherung auf der Sekundärseite. Mit dem Chassis verbundene Abschirmung zwischen den Primär- und Sekundärwicklungen. Zuleitungen Rundschnüre mit Stecker, fest angeschlossen. Holzgehäuse mit Presspanrückwand.



Der Apparat entspricht den «Vorschriften für Apparate der Fernmeldetechnik» (Publ. Nr. 172).

Gültig bis Ende Januar 1955.

P. Nr. 1717.

Gegenstand:

Radio- und Telephonrundspruchapparat

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 826/II vom 11. Januar 1952.
Auftraggeber: Albiswerk Zürich A.-G., Zürich.

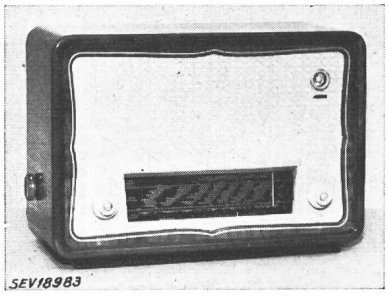
—

Aufschriften:

ALBIS
523 D
AWZ T+T
110—250 V 60 VA 50 ~

Beschreibung:

Apparate gemäss Abbildung, für die Wellenbereiche 14...49 m, 185...582 m und 800...2000 m, sowie für niederfrequenten Telephonrundspruch und Grammophonverstärkung. Lautstärkeregler, dreistufige Tonblende, Kurzwellenlupe und Abstimmröhre vorhanden. Permanentdynamischer Lautsprecher. Eingangsübertrager und Programmwähltaste für Telephonrundspruch. Netztransformator mit getrennten Wicklungen. Schutz gegen Überlastung durch Temperatursicherung im Primärstromkreis und Kleinsicherung auf der Sekundärseite. Mit dem Chassis verbundene Abschirmung zwischen den Primär- und Sekundärwicklungen. Zuleitungen Rundschnüre mit Stecker, fest angeschlossen. Holzgehäuse mit Presspanrückwand.



Der Apparat entspricht den «Vorschriften für Apparate der Fernmeldetechnik» (Publ. Nr. 172).

Gültig bis Ende Januar 1955.

P. Nr. 1718.

Gegenstand: **Drehstrommotor**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 653 vom 14. Januar 1952.
Auftraggeber: Plüss, Motorenbau, Wülflingerstrasse 276, Winterthur-Wülflingen.

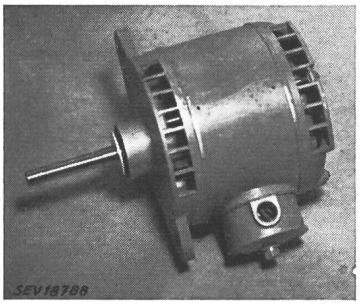
—

Aufschriften:

G. Plüss Motorenbau
Winterthur
Fab. No. 30629 Amp. 0,7
Phasen 3 PS 0,3 Per. 50
Umdreh. 1430 Volt 380 ⅄

Beschreibung:

Offener, ventilierter Drehstromkurzschlussankermotor gemäss Abbildung, für Anbau an Waschmaschinen. Gehäuse aus Leichtmetall. Motor mit Kugellager und Kupferwicklung. Klemmenbrett und Erdungsschraube in verschraubtem, für Stahlpanzerrohranschluss eingerichtetem Kasten.



Der Motor entspricht den «Regeln für elektrische Maschinen (Publ. Nr. 188 d). Verwendung: in nassen Räumen, wenn gegen Spritzwasser geschützt.

Gültig bis Ende Januar 1955.

P. Nr. 1719.

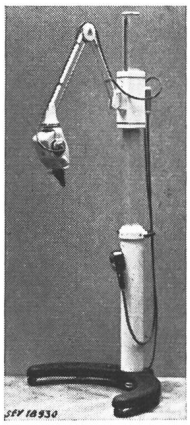
Gegenstand: **Röntgenapparat**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 25 647 vom 18. Januar 1952.
Auftraggeber: Ing. L. A. Pfleghart, Zollikerstr. 246, Zürich.

—

Aufschriften:

ELIN
P 220 V 1,5/6,5 A 0,33/1,43 kVA
S 60.000 V 3/13 mA 50 Hz F. Nr. 250075



Beschreibung:

Röntgenapparat gemäss Abbildung, bestehend aus ölgefüllter Röhrenhaube mit eingeschlossener Röntgenröhre, sowie Hochspannungs- und Heiztransformator. Handschalter mit Isoliergehäuse für Durchleuchtungsbetrieb mit vorgeschaltetem Widerstand. Für Aufnahmebetrieb dient ein eingebauter Zeitschalter mit einstellbarer Expositionszeit bis 7 s. Der Apparat wird an fahr- oder tragbarem Stativ oder auch an Wandkonsole isoliert montiert geliefert. Zuleitung dreiadrige Gummiaderschnur mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen.

Der Apparat hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Er entspricht dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117).

Vereinsnachrichten

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, offizielle Mitteilungen der Organe des SEV und VSE

Totenliste

Am 24. September 1951 starb in Wettingen im Alter von 58 Jahren *Hans Knöpfel*, Leiter der Terminzentrale der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, Mitglied des SEV seit 1923. Wir sprechen der Trauerfamilie und der A.-G. Brown, Boveri & Cie. unser herzliches Beileid aus.

CIGRE 1952

Wir machen alle Interessenten darauf aufmerksam, dass die diesjährige (14.) Session der CIGRE vom *28. Mai bis 7. Juni 1952* in Paris stattfindet. Sie verspricht wiederum, sehr interessant zu werden. Anmeldeformulare sind beim Sekretariat des SEV erhältlich, das auch jede andere Auskunft gibt und die Anmeldungen entgegennimmt.

Studienkommission für die Regulierung grosser Netzverbände

Die Studienkommission für die Regulierung grosser Netzverbände trat am 4. Februar 1952 in Bern unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, Prof. Dr. E. Juillard, zur 12. Sitzung zusammen. Der Vorsitzende orientierte die Mitglieder der Kommission über den Stand der Instrumentenbeschaffung. Danach dürfte es möglich sein, wenigstens einen Teil der Instrumente an der Diskussionsversammlung vom 3. April 1952 in Lausanne zu zeigen. Die Kommission diskutierte die Themata der für diese Versammlung vorgesehenen Vorträge und bereinigte das Tagungsprogramm. Nach einer Orientierung über die Arbeit des Arbeitsausschusses der Unterkommission «Nomenklatur» durch den Vorsitzenden der Unterkommission, Dr. H. Oertli, wurde beschlossen, den neuesten Entwurf der Nomenklatur für die Regulierungstechnik den Teilnehmern an der Diskussionsversammlung von Lausanne zur Verfügung zu stellen. Die Studienkommission diskutierte ferner den neuesten Entwurf für das Kapitel IV «Entraînement du régleur» der Arbeit «Recommandations au sujet du réglage de vitesse des groupes turbine hydraulique alternateur».

Fachkollegium 20 des CES

Hochspannungskabel

Das FK 20 hielt seine 15. Sitzung am 8. November 1951 unter dem Vorsitz von alt Direktor R. Wild, Präsident, in Zürich ab. Der bereinigte Entwurf der 2. Auflage der Leitsätze für Hochspannungskabel, Publ. Nr. 164 des SEV, wurde zu Handen des CES genehmigt. Nach der nochmaligen Prüfung durch den Redaktionsausschuss wird der neu aufgenommene Abschnitt VI (Endverschlüsse und Verbindungsmuffen) dem Genehmigungsverfahren unterworfen. Es ist beabsichtigt, die 2. Auflage der Regeln anfangs 1952 in Kraft zu setzen. Über die zweckmässige Bezeichnung der Kabel fand eine Aussprache statt, die noch nicht abgeschlossen ist; festgelegt wurde indessen, dass aus der Fabrikationsaufschrift deutlich Hersteller, Herstellungsjahr, Querschnitt der Leiter und Nennspannung ersichtlich sein müssen. Ingenieur Foretay und Vizedirektor Müller berichteten über Erwärmungsversuche an Kabeln in der Praxis bzw. über Korrosionsfragen. Es wurde weiter über neuere Kabelleitsätze des Auslandes, sowie über einige aktuelle Arbeiten der CIGRE berichtet.

Nach Schluss der Sitzung besichtigten die Mitglieder des FK gemäss freundlicher Erlaubnis der Direktion des EWZ das vor der Inbetriebnahme stehende Kraftwerk Letten des EWZ und das gleichnamige Unterwerk.

Fachkollegium 28 des CES

Koordination der Isolationen

Das FK 28 hielt seine 20. Sitzung am 29. Oktober 1951 unter dem Vorsitz von Dr. W. Wanger, Präsident, in Zürich ab. Der Entwurf der Regeln und Leitsätze für die Koordination der Freileitungen wurde materiell durchberaten und einem Redaktionsausschuss, bestehend aus Prof. Berger, Direktor Jobin, Ingenieur Kläy und Direktor Wüger zur endgültigen Bereinigung überwiesen. Der Präsident berichtete über die Sitzung des Comité d'Etudes n° 28 der CEI im Juli 1951 in Estoril. Vorgängig der internationalen Beschlüsse beantragt das FK 28 dem CES eine vorläufige Festlegung der Regenprüfspannung in der Weise, dass die zu erwartende internationale Formel ohne Schwierigkeit übernommen werden kann. Zu Handen des CES formulierte das FK 28 einen Antrag über die Höhe der industriefrequenten Prüfspannung der Sekundärwicklung von Hochspannungsmesswandlern, in Erledigung einer dem FK 28 vom CES übertragenen Aufgabe.

Mustermesse-Nummer des Bulletins

Die Nummer 7 des Bulletins vom 5. April 1952 erscheint als Mustermesse-Ausgabe (die 36. Schweizer Mustermesse findet vom 19. bis 29. April 1952 statt). Ausstellende **Mitglieder des SEV**, welche wir noch nicht begrüssten, die aber eine Beschreibung ihres Standes im Textteil wünschen, sind gebeten, sich mit dem Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, Tel. (051) 34 12 12, *vor dem 1. März 1952* in Verbindung zu setzen.

Eingegangene Schriften

Folgende beim Sekretariat des SEV eingegangene Schriften stehen unseren Mitgliedern *auf Verlangen* leihweise zur Verfügung:

Nations Unies:

Conseil économique et social. Commission économique pour l'Europe. 7e session, 28 janvier 1952: Rapports soumis à la commission par les comités sur leur activité et note additionnelle du secrétaire général. Note du secrétaire exécutif sur d'autres activités de la commission et son secrétariat. Note du secrétaire exécutif sur les décisions du conseil économique et social et de l'assemblée générale qui intéressent la commission économique pour l'Europe.

Commission économique pour l'Europe. Comité de l'énergie électrique: Aspects juridiques de l'aménagement hydroélectrique des fleuves et des lacs d'intérêt commun. Genève: janvier 1952.

Production de matériel lourd pour centrales électriques dans les pays de l'OECE. 3e enquête. Publ. par l'*organisation européenne de coopération économique, Paris.*

Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, herausgegeben vom Schweizerischen Elektrotechnischen Verein als gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke. — **Redaktion:** Sekretariat des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, Telephon (051) 34 12 12, Postcheck-Konto VIII 6133, Telegrammadresse Elektroverein Zürich. — Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet. — Das Bulletin des SEV erscheint alle 14 Tage in einer deutschen und in einer französischen Ausgabe, ausserdem wird am Anfang des Jahres ein «Jahresheft» herausgegeben. — Den Inhalt betreffende Mitteilungen sind an die Redaktion, den Inseratenteil betreffende an die Administration zu richten. — **Administration:** Postfach Hauptpost, Zürich 1 (Adresse: AG. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Stauffacherquai 36/40, Zürich 4), Telephon (051) 23 77 44, Postcheck-Konto VIII 8481. — **Bezugsbedingungen:** Alle Mitglieder erhalten 1 Exemplar des Bulletins des SEV gratis (Auskunft beim Sekretariat des SEV). Abonnementspreis für Nichtmitglieder im Inland Fr. 45.— pro Jahr, Fr. 28.— pro Halbjahr, im Ausland Fr. 55.— pro Jahr, Fr. 33.— pro Halbjahr. Abonnementsbestellungen sind an die Administration zu richten. Einzelnummern im Inland Fr. 3.—, im Ausland Fr. 3.50.

Chefredaktor: **H. Leuch,** Ingenieur, Sekretär des SEV.
Redaktoren: **H. Marti, E. Schiessl, H. Lütolf,** Ingenieure des Sekretariates.