

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 40 (1949)
Heft: 12

Artikel: Die Isolation in der Nachrichtentechnik
Autor: Wolf, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1056365>

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: 23.02.2026

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

BULLETIN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

Die Isolation in der Nachrichtentechnik

Vortrag, gehalten an der 7. Schweizerischen Tagung für elektrische Nachrichtentechnik vom 26. Juni 1948 in Basel,
von J. Wolf, Breitenbach

621.315.61 : 621.39

Es wird eine Übersicht über die heute gebräuchlichen Isolierstoffe und deren Anwendung in der Nachrichtentechnik gegeben und gezeigt, dass für jeden Verwendungszweck und jede besondere Anforderung sorgfältig geprüft werden muss, welcher der zahlreichen Werkstoffe geeignet erscheint. Da jeder Hersteller eigene Namen für seine Erzeugnisse gewählt hat, ist der Hinweis auf die vom VSM eingeführte Nomenklatur nötig. Zum Schluss werden einige viel genannte, jedoch bis jetzt nur in ungenügenden Mengen erhältliche Isolierstoffe erwähnt und deren Eigenschaften mit den bisher gebräuchlichen verglichen.

L'auteur donne un aperçu des matières isolantes actuelles et de leurs emplois dans la technique des télécommunications. Parmi les nombreuses matières disponibles, il est nécessaire de choisir soigneusement celles qui sont le mieux appropriées au genre d'emploi et aux exigences particulières. Les noms des produits diffèrent souvent selon les fabricants, aussi est-il nécessaire de s'en rapporter à la nomenclature introduite par la Société suisse des constructeurs de machines (VSM). Pour terminer, l'auteur mentionne quelques matières isolantes dont il est beaucoup parlé, mais qui ne peuvent pas encore être obtenues en quantités suffisantes, et il en compare les propriétés avec celles des autres isolants acutellement utilisés.

Einleitung

Die Entwicklung der Isolationstechnik hat in den letzten Jahrzehnten — dem Zeitalter der Kunststoffe — einen derart grossen Aufschwung genommen, dass es dem Konstrukteur oft schwer fallen muss, sich in der Vielheit der ihm zur Verfügung stehenden Materialien zu orientieren und vor allem auf die sich ihm stellenden Fragen Antwort zu bekommen, was wo und wo was anzuwenden ist. Wenn wir einen Blick zurückwerfen um rund 20...30 Jahre, dann kann festgestellt werden, dass damals das Problem viel einfacher gestaltet war. Man glaubte es ja nur mit Schwachstrom zu tun zu haben und schenkte deshalb der Isolation weniger Beachtung als heute, da die Probleme der Nachrichtentechnik gezeigt haben, wie ausserordentlich wichtig trotz oder wegen des Schwachstromes eine gute Isolation ist. Während damals Holz, rohes Papier oder Karton, als gute Isolation Preßspan und in äussersten Fällen Hartgummi zur Verfügung standen, ist heute die Zahl der Isolermaterialien bekanntlich bedeutend grösser. Es ist kaum möglich, im Rahmen eines kurzen Vortrages alle Erzeugnisse, die dem Konstrukteur zur Verfügung stehen, eingehend zu beschreiben. Ich sehe mich deshalb veranlasst, einige hauptsächliche Materialien zu streifen, die für Sie von Interesse sein dürften:

1. Kunststoffe als feste, in der Hauptsache leicht bearbeitbare Isolierstoffe;
2. flexible Isolermaterialien in Form von Bändern und Folien;
3. Draht-Isolationen;
4. keramische Erzeugnisse.

Diese Auswahl wäre noch zu ergänzen durch die Besprechung der Ausgussmassen, die in jüngster Zeit durch die warm und kalt giess- und härzbaren

Kunstharze eine Bereicherung erfahren haben. Die warm giess- und warm härzbaren Ausgussharze haben bereits eine praktische Anwendung gefunden bei der Herstellung tropenfester Kondensatoren, z. B. den HARTAR-Kondensatoren der Kondensatoren A.-G., Fribourg. Derartige Kondensatoren zeichnen sich aus durch grosse Stabilität der Kapazitätswerte.

Von den kalt giess- und härzbaren Harzen kann bis heute noch nicht von Betriebserfahrungen gesprochen werden, weshalb ich es vorziehe, vorläufig keine technischen Daten hierüber anzugeben, sondern lediglich auf die Existenz solcher Harze auf dem Markt aufmerksam zu machen.

Feste, bearbeitbare Isolierstoffe

Unter den festen, bearbeitbaren Isolermaterialien nehmen heute vor allem die härzbaren und thermoplastischen Kunststoffe die hervorragendste Stellung ein. Unter unzähligen Phantasiebezeichnungen werden diese Erzeugnisse in den Handel gebracht. Bereits 1939 zählte man nicht weniger als 350 verschiedene Namen für Materialien, die eigentlich in zwei Kategorien eingeteilt werden können, nämlich in Formpreßstoffe und geschichtete Preßstoffe. Es ist das Verdienst der Normalienkommissionen des VSM, den Weg durch diesen Urwald von Bezeichnungen gebahnt zu haben. In den VSM-Normblättern 77 011...77 022 sind sowohl die Nomenklatur, als auch technische Daten niedergelegt, die selbst dem der Materie Fernstehenden ermöglichen, sich leichter zurechtzufinden. Es erübrigt sich deshalb, in alle Einzelheiten dieser Kunststoffe einzutreten. Trotzdem möchte ich einige technische Merkmale dieser 2 Gruppen (Formpreßstoffe und geschichtete Preßstoffe) wiedergeben. Als Beispiel für die Typenbezeichnung nach VSM sei hier

der Aufbau der Formpreßstoffe dargelegt. Der erste Buchstabe der Kurzbezeichnung bezieht sich auf das thermische Verhalten des Materials, worin *H* härtbar, *T* Thermoplast bedeutet. Der zweite Buchstabe bezieht sich auf die Art des Harzes, wobei *P* Phenoplast, *A* Aminoplast und *C* Carbamid bedeuten. Als zweiter Buchstabe der Materialbezeichnung bedeutet *O* organisch, *A* anorganisch und bezieht sich auf den Füllstoff. Die drei Buchstaben *P*, *F* und *S* beziehen sich auf die Struktur des Materials als Pulver, Faser oder Schnitzel. In ähnlicher Weise werden auch die Schichtpreßstoffe kurz bezeichnet (Tabelle I).

Genormte Formpreßstoffe Tabelle I

Kurzzeichen		Zusammensetzung	
H. POP	H = härtbar	P = Phenolharz	OP = organisches Pulver
H. POF			OF = organische Faser.
H. POS			OS = organische Schnitzel
H. PAF			AF = anorganische Faser
H. COP		C = Carbamidharz	OP = organisches Pulver

Als Materialien, die für die Formpreßstoffe in Frage kommen, können folgende Gruppen erwähnt werden: Natürliche Harze und Ausgangsstoffe, z. B. Schellack, Bitumen, Lignit usw. Solche werden höchst selten mehr verwendet. Immerhin werden noch in gewissen Fällen sehr reine Papiere mit Bitumen bzw. Komound getränkt und dann unter Druck und Hitze zu einem homogenen Block zusammengepresst, wobei gleichzeitig Kontakte mit eingepresst werden. Dieses Verfahren wird z. B. bei der Herstellung von Wählerscheiben noch angewendet (Tabelle II).

Ausgangsmaterialien zur Herstellung von Preßstoffen Tabelle II

Natürliche Ausgangsmaterialien	Härtbare Kunstharze	Thermoplastische Kunststoffe	Zellulose-derivate
Schellack	Phenol-Formaldehydharze	Polystyrol	Acetat
Lignin	Harnstoff	Akrylharz	Butyrat
Casein		Polyvinylchloride	Äthyl-Zellulose
Bitumenkompositionen	Melamin (Cyanamid)	Mischpolymerisate	Zellulose-Propionat
		Nylon	Zellulose-Nitrat
		Polyäthylen	
		Tetrafluoroäthylen (Teflon)	

Wohl am häufigsten gelangen die Erzeugnisse der zweiten Gruppe, die härtbaren Kunstharze, zur Anwendung. Unter diesen nehmen vor allem die Phenol-Formaldehydharze die erste Stelle ein, vor allem für elektrische Zwecke. Die Harnstoffharze werden vorwiegend verwendet zur Herstellung von Gebrauchsgegenständen des Haushaltes, der Galanteriewaren usw. Die Harnstoffharze lassen sich fast in jeder Farbe herstellen und geben deshalb den daraus gepressten Gegenständen sehr dekorative Wirkung. Die Melamin- oder Cyanamidharze haben in der Elektrotechnik ihre besondere Bedeutung, weil die daraus hergestellten Gegenstände eine gewisse Wetterfestigkeit und in den meisten Fällen Kriechstromsicherheit aufweisen. Die dielektrischen Werte liegen allerdings tiefer als bei den Phenol-Formaldehydharzen, weshalb Melaminharze hauptsächlich nur für Abdeckungen usw. verwendet werden.

Eigenschaften einiger Preßstofftypen

Tabelle III

	Schichtpreßstoff H.POPb (Hartpapier)	Formpreßstoff H.POP (Holzmehl)	Carbamid H.COP	Melamin H.MOP	Polystyrol T. St	Äthylzellulose
Raumgewicht	kg/dm ³	1,35...1,4	1,35	1,45	1,4	1,07
Zugfestigkeit	kg/mm ²	10	3,5...6	4,5...8	2,5	1,8...4
Druckfestigkeit	kg/mm ²	20	18...22	17...22	10	6...14
Biegefestoigkeit	kg/mm ²	15	6,5...7,5	7...10	6,5...10	2,9...7
Schlagbiegefestoigkeit	cmkg/cm ²	25	3...3,5	2,4...3,6	3...6	3,5...5
Wasseraufnahme	% in 24 h	3...6	0,8...2	0,75...3	0,8...1,5	30...40
Linearer Ausdehnungskoeffizient	$10^{-6} \frac{m}{m \cdot ^\circ C}$	15	40...60	25...50	20...35	0,003
Temperaturbeständigkeit	°C	130	130	90	150	70
Durchschlagfestigkeit	kV/mm ¹⁾	20	14	12	10	20
Dielektr. Konstante	50 ~	4,5...5,5	10	7...9	7...10	2,6
Verlustfaktor	50 ~	0,05...0,3	0,1	0,1...0,3	0,12	0,0001
Besondere Merkmale	Farbe: braun und schwarz schwer brennbar mechanisch sehr fest	Farbe: braun und schwarz schwer brennbar	in allen Farben herstellbar	nicht brennbar	brennbar	Farbe: glasklar leicht brennbar

¹⁾ für Wandstärken von 1...3 mm

In neuerer Zeit erlangen auch die thermoplastischen Kunststoffe zur Herstellung von Pressformstücken eine gewisse Bedeutung. Vor allem seien neben dem altbekannten Polystyrol Polyvinylchlorid, Mischpolymerisate, Nylon usw. als hauptsächliche Typen genannt.

Als letzte Gruppe sind noch die Zelluloseabkömmlinge zu erwähnen, die in den verschiedensten Derivaten zur Anwendung gelangen. Als meist verwendete Typen sind Azetyl- und Äthylzellulose zu erwähnen.

Das Anwendungsgebiet der Formpreßstoffe ist fast unbegrenzt. Grosse Vorteile sind vor allem

- a) spanlose Formgebung, daher relativ wirtschaftliche Fertigung, leichte Bearbeitbarkeit;
- b) die Möglichkeit Metalleile präzis einzupressen;
- c) gute mechanische und dielektrische Eigenschaften, die durch Veränderung der Zusammensetzung weitgehend dem Verwendungszweck angepasst werden können;
- d) nicht zuletzt die Möglichkeit einer formschönen Gestaltung der Preßstücke.

Betrachtet man z. B. einen älteren Telephonapparat und vergleicht ihn mit dem heute gebräuchlicheren, aus einem Kunststoffgehäuse und dem kombinierten Kunststoffhörer-Mikrophon bestehenden (Fig. 1), dann muss selbst der hartnäckigste Louis-XV-Verehrer zugeben, dass dieser Apparat doch als technische Schönheit bewertet und vor allem als zweckmäßig betrachtet werden kann. Fig. 2 zeigt die Herstellung eines solchen Telephongehäuses im Pressverfahren, Fig. 3 die Vornahme der leichten Nacharbeit. Fig. 4 zeigt den aus drei Pressteilen bestehenden Hörer.

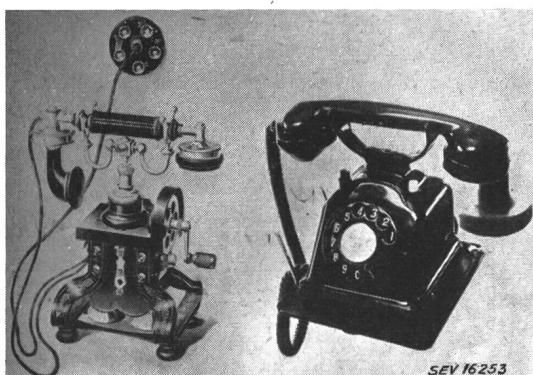


Fig. 1
Altes und neues Modell einer Telephon-Tischstation

Wenden wir uns nun auch kurz den geschichteten Preßstoffen zu. Unter diesen nehmen vor allem die Hartpapiere die erste Stelle ein, gefolgt von Hartgewebe. Die übrigen geschichteten Preßstoffe, z. B. Hartasbestgewebe und Hartasbestpapier sind infolge ihrer etwas schwierigen Bearbeitbarkeit und der geringeren mechanischen Festigkeit weniger bekannt und werden deshalb auch weniger angewendet. Hingegen nimmt Hartglasgewebe in neuerer Zeit einen gewissen Aufschwung, vor allem dank seiner geringen Volumenveränderung unter dem Einfluss von Wärme und Feuchtigkeit.

Die besonderen Merkmale dieser verschiedenen Schichtstoffe sind beim Hartpapier die weitgehende Anpassungsmöglichkeit an den Verwendungszweck, bei Hartgewebe die hohe mechanische Festigkeit,

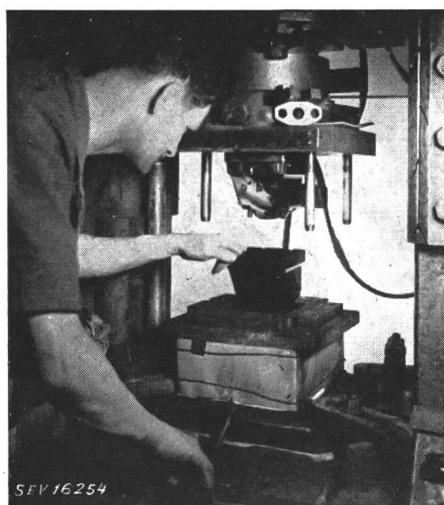


Fig. 2
Pressen des Isolierstoffgehäuses eines Telephonapparates



Fig. 3
Verputzen des fertig gepressten Gehäuses des Telephonapparates

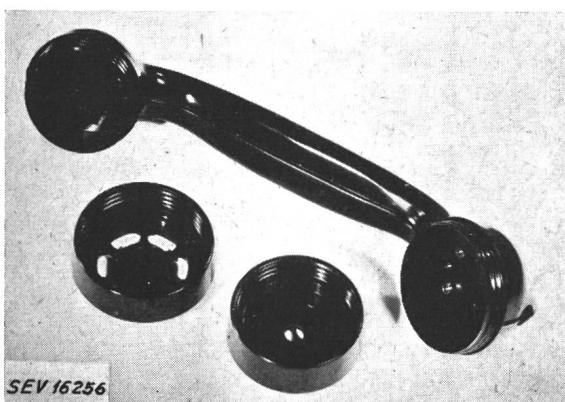


Fig. 4
Mikrotelephon der Tischstation aus Isolierpreßstoff

bei den Hartasbestprodukten die relativ hohe Wärmebeständigkeit und geringe Feuchtigkeitsempfindlichkeit, bei Hartglas die Volumenbeständigkeit unter dem Einfluss von Wärme und Feuchtigkeit. Die Hartpapiere sind im Laufe der Zeit weitgehend den Anforderungen der verschiedenen Bedürfnisse der Technik angepasst worden. Dies

stand und geringe Quellung nach dem Einfluss von Feuchtigkeit ankommt (Tabelle IV). In Fig. 5 ist der Isolationswiderstand für verschiedene Schichtstoffe aufgeführt. Gegenüber der normalen Hartpapierqualität sowie gegenüber Glas und Hartasbest zeigen die für die Telephonie entwickelten Hartpapiere wesentlich verbesserte Werte. Ein bedeuten-

Bezeichnung der geschichteten Kunststoffe

Tabelle IV

Handelsbezeichnung	Hartpapier	Hartgewebe	Hartasbestgewebe	Hartasbestkarton	Hartglasgewebe
VSM-Bezeichnung	H. POPb	H. POGb	H. PAGb	H. PAPb	H. PAGlb
Aufbau	Papierbahnen + Kunstharsz	Baumwölgewebe + Kunstharsz	Asbestgewebe + Kunstharsz	Asbestpapier oder -karton + Kunstharsz	Glasfasergewebe + Kunstharsz
Lieferformen	Platten Rohre Stäbe	Platten Rohre Stäbe	Platten Pressrohre Stäbe	Platten Rohre Stäbe	Platten Rohre Stäbe
Herstellbare Qualität und Anwendungsbereich	Klasse 1 für Hochspannungs-zwecke Klasse 2 für mechanische Zwecke Klasse 3 für Fernmeldezwecke Klasse 4 für Fernmelde- und Hochfrequenzzwecke	ff sehr fein für Stanzzwecke f mittelfein für Zahnteilungen Modul < 2 g grob für Zahnräder Modul > 2 usw.	groß für Dicken über 5 mm fein für Dicken < 5 mm für hitze-beständige Apparateile	Platten 0,3...2 mm Dicke für Relais-zwischenlagen > 2 mm für Funkenkammer-wände	ab 0,3 mm Dicke für Relais-zwischenlagen kleinste Veränderung der Dicke durch Wasser oder Feuchtigkeit
$T_{\max.} = 180^{\circ}\text{C}$ feuchtigkeitsbeständig, geringe Quellung					

trifft vor allem auch zu für die Qualitäten, die in der Fernmeldetechnik verwendet werden, und bei denen es insbesondere auf hohen Isolationswider-

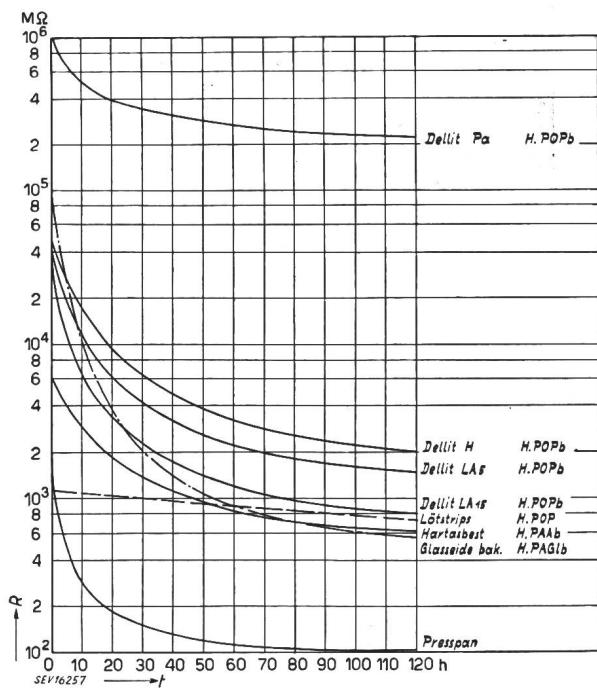


Fig. 5

Widerstand R im Innern verschiedener Schichtstoffe in Funktion der Zeit t des Aufenthaltes der Stoffe in Luft von 80 % relativer Feuchtigkeit

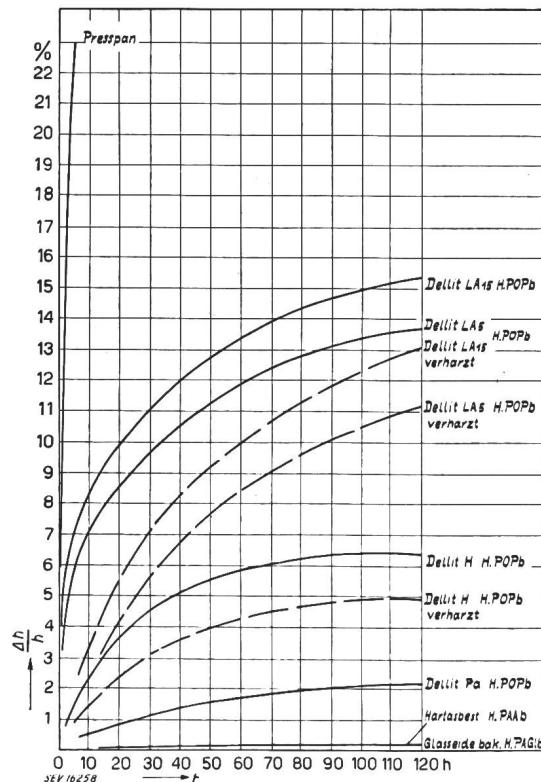


Fig. 6

Quellung $\frac{\Delta h}{h}$ verschiedener Schichtstoffe in Funktion der Zeit t des Aufenthaltes der Stoffe in Wasser

der Schritt zur Verbesserung der Unempfindlichkeit gegen Feuchtigkeit ist durch die Verwendung von azetyliertem Papier erreicht worden. Diese Azetylierung erfolgt nach einem Verfahren der Firma Sandoz ähnlich dem bereits bekannten Passivierungs-

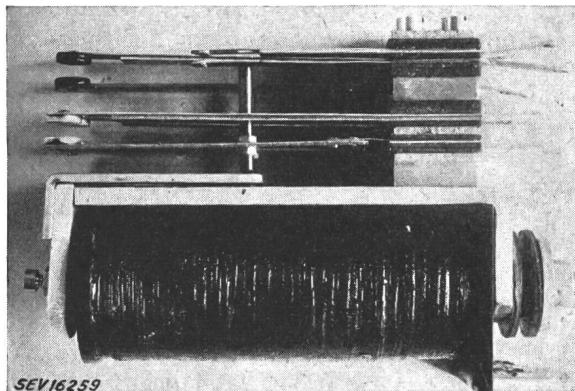


Fig. 7
Relais-Federsatz mit Zwischenlage aus Hartpapier

verfahren von Textilfasern. Der Isolationswiderstand von solchen mit passiviertem Papier hergestellten Hartpapierplatten liegt — wie ersichtlich ist — um mehr als 2 Zehnerpotenzen höher als der Widerstand der bisher besten Qualitäten von Hartpapier. Fig. 6 zeigt die Quellung durch Feuchtigkeit der gleichen Schichtstoffe. Dabei sind bei einzelnen Materialien die Schnittflächen gegen Eindringen von Feuchtigkeit geschützt worden, was eine leichte Verbesserung der Werte herbeizuführen vermag. Aus den aufgeföhrten Werten geht deutlich hervor, dass sich auch hier die passivierten Hartpapierqualitäten sehr günstig verhalten, dass aber vor allem Hartglasgewebe und Hartasbest hinsichtlich Quellung das beste Verhalten zeigen.

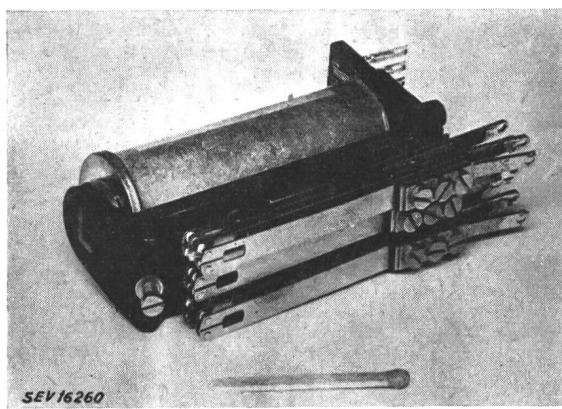


Fig. 8
Relais-Federsatz

Wie störend die Quellung und auch allfällig auftretender Schwund von Zwischenlamellen sich auswirken kann, ist all jenen bekannt, die sich z. B. beim Zusammenbau oder noch mehr im Betrieb mit Federrelais zu befassen haben. Es ist deshalb als wertvoller Fortschritt zu betrachten, dass heute Materialien zur Verfügung stehen, die selbst bei längerer Einwirkung von Feuchtigkeit praktisch

keine Quellung mehr aufweisen. Der grosse Nachteil dieser neuen Materialien ist leider der, dass entweder die Ausgangsmaterialien, z. B. Glasgewebe, oder die zusätzliche Behandlung, z. B. das Azetylieren von Papier, eine wesentliche Verteuerung

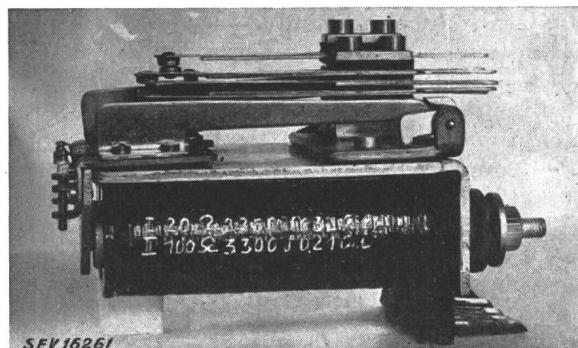


Fig. 9
Relais-Federsatz

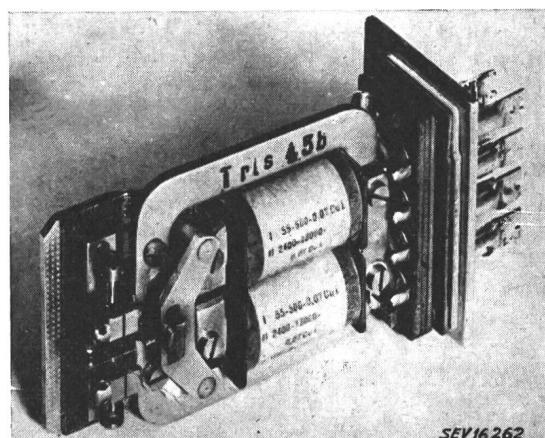


Fig. 10
Polarisiertes Relais mit Isolationen aus Hartpapier

des Enderzeugnisses ergeben, so dass diese verbesserten Produkte meistens nur dort eingesetzt werden können, wo der hohe Preis gegenüber den überragenden Vorteilen, die das Material bietet, eine sekundäre Rolle spielt. In den Fig. 7...10 ist die Anwendung von Hartpapier als Zwischenlage von Relais-Federsätzen und als Flansch für die Spulen ersichtlich.

Flexible, folienartige Isolierstoffe

Die letzten Figuren gestalten gleichzeitig, die flexiblen, folienartigen Isoliermaterialien zu erwähnen. Dies sind vor allem Ölpapier, Ölseide und Öltuch, die allgemein als Spulenzwischenlagen und Abdeckungen zur Verwendung gelangen und auch allgemein bekannt sind. Nebst diesen Ölfaserstoffen werden seit einiger Zeit auch Folien aus Azetylzellulose, vor allem auch aus Triazetat, verwendet, für den Kondensatorenbau solche aus Polystyrol. Bei der Verwendung von Öltextilien wird oft als Nachteil gerügt, dass diese in gewissen Fällen durch Abspaltung von Säure zu Korrosionen von Metallteilen führen können. Es ist tatsächlich so, dass die Säurezahl, die anfänglich gering ist und sich im Rahmen

von 4...6 bewegt, durch Alterung bzw. Nachoxydation auf 7...8 ansteigt, also leicht zunimmt. Die Abspaltung von Säure ist aber derart gering, dass sie kaum imstande ist, eine fortlaufende Korrosion von einzelnen Metallteilen zu verursachen, denn sobald die Bildung von Salzen an der Oberfläche der Metallteile, vor allem an Kupfer oder Messing, erfolgt, wirken diese Salze dem weiteren Angriff entgegen. Anders liegt der Fall, wenn z. B. zwei verschiedene Metalle, die bei Vorhandensein eines Elektrolyten ohnehin imstande sind, ein elektrisches Element zu bilden, unmittelbar mit den alternden Folien in Kontakt stehen. In diesem Fall können die erwähnten Materialien durch Nachoxydation, auch wenn diese sehr schwach ist, zu fortschreitender Korrosion Anlass geben. Dies ist hauptsächlich der Fall bei den Bimetallbestandteilen oder z. B. beim Kontakt von Kupferdrähten mit Spritzguss aus Zink. Leider sind es meistens solche vereinzelte Fälle, die dann zu Unrecht verallgemeinert werden und die Verwendung dieser Materialien zu beeinträchtigen beitragen. Als Beispiel kann ich Ihnen einen Spulenkörper zeigen, der solche Angriffe aufwies. Der durch Verstrecken mechanisch verletzte Emaildraht wurde auf ein Gehäuse aus Spritzguss unter Zwischenlage eines Öltuches aufgewickelt. Nach längerer Betriebszeit zeigten sich tatsächlich Korrosionspuren, die von Verletzungen im Kupferdraht ausgingen. Die Hauptursache des Vorfallen lag aber wohl darin, dass der Kupferdraht verletzt worden ist, denn vom isolierten Draht aus hätte die Korrosion bestimmt nicht stattgefunden (Fig. 11).

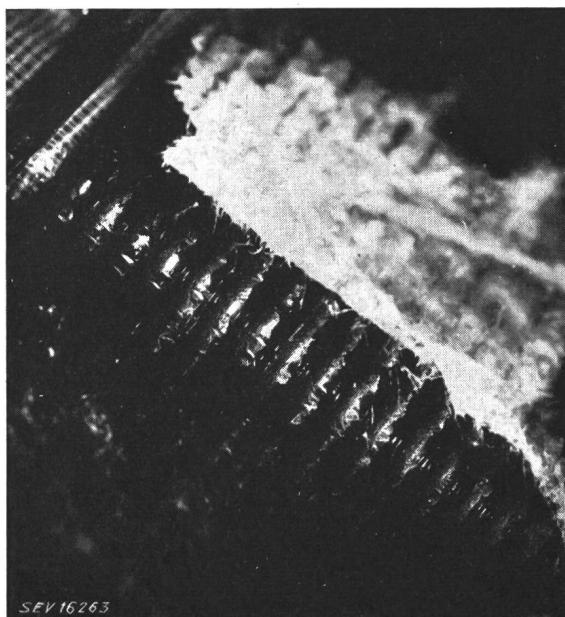


Fig. 11
Korrodierter Spulenkörper

Die Gefahr der Korrosion ist indessen weit größer bei Verwendung von Folien aus Triazetat, da diese bei wechselnden Temperaturen schon im Bereich von 60...80 °C zu Abspaltung von Essigsäure Anlass geben und nicht nur die Apparateile gefährden, sondern auch z. B. auf die Isolation von

Emaildrähten einen ungünstigen Einfluss auszuüben vermögen.

Drahtisolationen

Nachdem schon von Draht gesprochen wurde, möchte ich auch kurz dieses Gebiet streifen. Bekanntlich sind seit nahezu zwei Jahrzehnten die meist mit hoffnungsvollem Grün gefärbten, aber auch Grünspan verdeckenden seidebesponnenen Drähte durch Lackdrähte, früher Emaildrähte genannt, verdrängt worden. Dank ihren besseren dielektrischen Eigenschaften und dem geringen Raumbedarf bieten diese im Apparatebau grosse Vorteile. In neuester Zeit werden auch Lackdrähte mit Isolation auf Kunstharzbasis hergestellt. Diese überragen besonders in mechanischer Hinsicht die Eigenschaften des bisherigen Lackdrahtes. Der Isolationswiderstand und die dielektrischen Verluste sind jedoch vor allem in feuchter Umgebung ungünstiger als bei den bisherigen Öllackdrähten. Die Entwicklung dieser Kunstharzdrähte erfolgte eigentlich auch mehr im Hinblick auf die Verwendung für den Bau von Motoren, wo diese besonders stark beansprucht werden. Es ist angebracht, darauf hinzuweisen, dass für die Herstellung von Apparaten der Nachrichtentechnik zu empfehlen ist, dort Lackdrähte auf Ölbasis weiterhin zu verwenden, wo Wert auf möglichst hohen Isolationswiderstand, besonders unter dem Einfluss von Feuchtigkeit, gelegt wird (Tabelle V).

Elektrische Eigenschaften von Lackdrähten mit verschiedenen Isolationen

Tabelle V

	Emaildraht mit Öllack	Emaildraht Duroflex M ₃	Emaildraht mit Nylonlack
Durchmesser emailliert mm	1,080	1,070	1,068
Durchmesser blank mm	0,992	1,00	0,995
Isolationsdicke mm	0,044	0,035	0,037
Durchschlagspannung Anlieferung kV	5,0	1,68	2,6
pro 0,01 mm kV	1,14	0,48	0,7
gealtert 3 Tage bei 110 °C kV Zunahme %	5,2 4	2,85 70	3,6 39
3 Tage in 98% rel. Feuchtigkeit kV Abnahme %	4,3 14	1,3 23	2,1 19
3 Tage in Wasser kV Abnahme %	3,5 30	0,57 66	1,2 54
Isolationswiderstand pro m M Ω	500 000	8000	330
Abriebzahl (Kratzfestigkeit)	ca. 55	ca. 880	ca. 6500

Auch die Entwicklung der Installations- und Montagedrähte für den Telephonapparatebau hat ganz erfreuliche Fortschritte gemacht. An Stelle der früher dreifach mit Baumwolle besponnenen und mit Wachs getränkten Drähte trat seit einiger Zeit der sogenannte EKKL-Leiter, bestehend aus

Lackdraht mit Kunstseide besponnen und flamm-sicher überlackiert. In neuester Zeit werden auch diese qualitativ hoch stehenden Drähte durch solche mit Polyäthylen-Isolation in gewissen Fällen verdrängt. Die mit Polyäthylen isolierten Leiter weisen allgemein dielektrische Werte auf, die alles bisher Erreichte weit übertreffen und dadurch mithelfen, die Qualität der Nachrichtenübertragung in äusserst günstigem Sinne zu beeinflussen. Es sei diesbezüglich noch besonders auf die hervorragenden Eigenschaften von Hochfrequenz-Kabeln hingewiesen, die mit Polyäthylen-Isolation erreicht werden (Tabelle VI).

Dielektrische Eigenschaften verschiedener Telephon-Montierungsdrähte Tabelle VI

Aufbau der Drähte	Drahtdurchmesser	Durchmesser über Isolation				
Cu lackisiert, 3 × Baumwolle, paraffiniert	0,6 mm	1,43 mm				
Cu verzinkt, lackisiert, 2 × Kunstseide, überlackiert . .	0,6 »	1,10 »				
Cu blank, Polythen, Kunstseide, überlackiert	0,6 »	1,20 »				
<hr/>						
Isolation	Anlieferung 21°C 68 % rel. Feuchtigkeit	nach 96 h bei 80 % rel. Feuchtigkeit				
	Kapazität pF/m	Verlustwinkel tg δ	Isolationswiderstand M Ω/2m	Kapazität pF/m	Verlustwinkel tg δ	Isolationswiderstand M Ω/2m
L3Bp	116	0,21	119 000	444	0,65	11 900
LKKL	105	0,075	238 000	189	0,14	79 500
TeKL	82	0,061	950 000	146	0,073	715 000

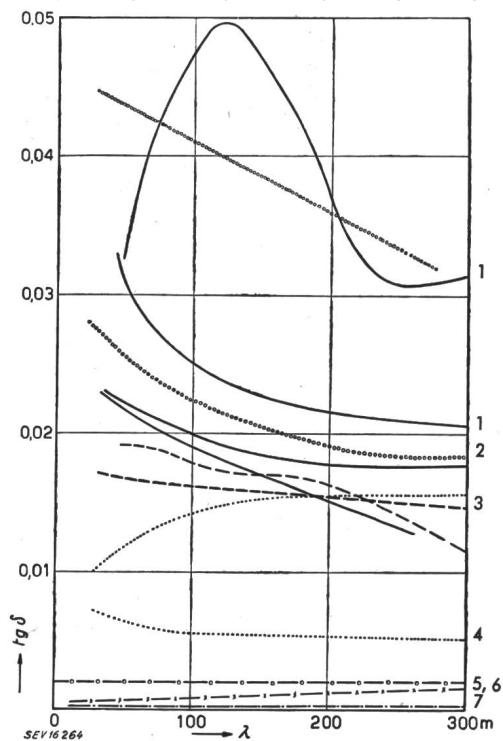


Fig. 12
Verlustfaktor $\text{tg } \delta$ einiger Isolierstoffe in Funktion der Wellenlänge λ des Prüfstromes

1 Hartpapiere	5 Mycalex
2 Kunstharpapier	6 Steatit (Rastea)
3 Kondensatorenpapier roh	7 Glimmer
4 Porzellan	

Bevor wir das Gebiet der keramischen Isolierstoffe, das hauptsächlich für die Hochfrequenztech-

nik von Bedeutung ist, noch kurz streifen, möchte ich Ihnen noch einen Überblick geben über das Verhalten unter Hochfrequenz einiger der vorher besprochenen Isolierstoffe (Fig. 12). Als wertvolles Zwischenglied zwischen den bis maximal 150...180 °C beständigen Kunstharpapiermaterialien und die keramischen Erzeugnisse reicht sich das aus Glimmer und Bleiborat hergestellte Mycalex, das eine Temperaturbeständigkeit bis 400 °C aufweist. Der grosse Vorteil dieses Erzeugnisses liegt auch darin, dass es unter gewissen Vorsichtsmassnahmen spanabhebend bearbeitet werden kann.

Keramische Erzeugnisse

Von den keramischen Erzeugnissen fallen für die Verwendung im Apparatebau der Nachrichtentechnik vor allem Porzellan und Steatit in Betracht. Porzellan ist seit den ersten Anfängen der Elektrotechnik als Isolator in Gebrauch und hat sich weitgehend für Teile, die nicht besonderen Anforderungen ausgesetzt sind, bewährt. Bekanntlich ist Porzellan ein Gemisch von Kaolin (hochwertigem Ton), Quarz und Feldspat, das bei 1250...1400 °C gebrannt wird. Die Brennschwindung beträgt rund 20...25 %. Gegenstände aus Porzellan weisen infolge dieses grossen Schwundes meist starke Abweichungen in den Abmessungen auf. In roh gebranntem Zustand ist Porzellan leicht hygroscopisch, weshalb die Isolatoren aus diesem Material mit einer Glasur zu versehen sind, die einen dichten wasserabweisenden Oberflächenschutz bildet.

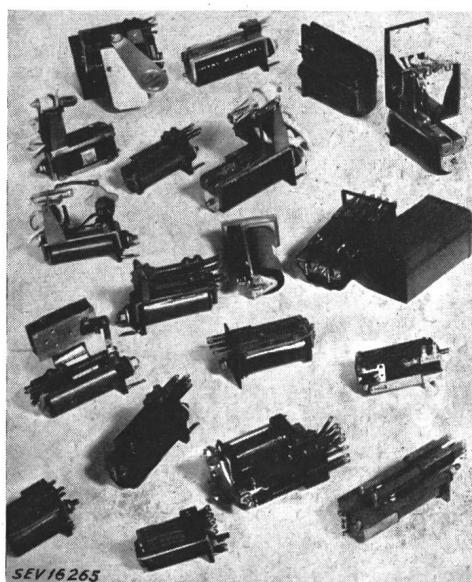


Fig. 13
Verschiedene Relais
mit Federkontakte und Hartpapierzwischenlagen
Abdeckungen aus Ölpapier

Steatit ist als keramischer Baustoff für die Elektrotechnik erst seit etwa 20 Jahren bekannt. Es wird hergestellt durch Brennen bei 1410 °C eines Gemisches aus Magnesiumsilikat (Speckstein), Binderton und Flussmittel, wobei das Magnesium-Silikat den Hauptteil bildet. Je nach Zusammensetzung dieser Grundstoffe können die Eigenschaften von

Vergleichstabelle Porzellan-Steatit-Mycalex

Tabelle VII

		Porzellan	Isostea	Rastea	Mycalex
Raumgewicht	kg/dm ³	2,3...2,5	2,6...2,8	2,6...2,8	2,6
Zugfestigkeit	kg/cm ²	250...350	350...800	500...850	450
Druckfestigkeit	kg/cm ²	4000...5000	7000...9500	8000...9500	2100
Biegefestigkeit	kg/cm ²	400...700	1000...1400	1100...1500	850
Schlagbiegefestigkeit	cmkg/cm ²	1,8...2,2	3...5,5	3...6,5	2,1
Durchschlagsfestigkeit	kV/mm	25...35	18...30	20...45	18
Dielektrische Konstante	ϵ	≈ 6	≈ 6	≈ 6	≈ 7
Dielektrischer Verlustfaktor bei 50 Hz	(tg δ) 10 ⁻⁴	170...250	25...30	15...20	70
bei 10 ⁶ Hz	(tg δ) 10 ⁻⁴	60...120	15...22	5...9	20
Wärmebeständigkeit	°C	1400	1400	1400	400
Linearer Ausdehnungskoeffizient	$10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{m } ^\circ\text{C}}$	3...7	7...9	7...9	10...12

Steatit in gewissen Grenzen den Bedürfnissen angepasst werden. Die hauptsächlichsten Merkmale gegenüber Porzellan sind bei Steatit höhere mechanische Festigkeit, bessere dielektrische Eigenschaften vor allem bei Hochfrequenz und grössere

zung zu erreichen versucht wird. Ein Vergleich der Eigenschaften von Porzellan und Steatit ist aus Tabelle VII ersichtlich. Die Werte zeigen ganz allgemein, dass die mechanischen Eigenschaften von Steatit gegenüber dem bekannteren Porzellan mindestens das Doppelte bis Dreifache betragen. Die dielektrischen Verluste sind bei annähernd gleicher Spannungsfestigkeit nur $1/10$ derjenigen von Porzellan. Die Werte zeigen deshalb, welche Wichtigkeit der Verwendungsmöglichkeit dieses festen Isoliermaterials mit derart niedrigen dielektrischen Verlusten bei gleichzeitig hoher Wärmebeständigkeit zukommt.

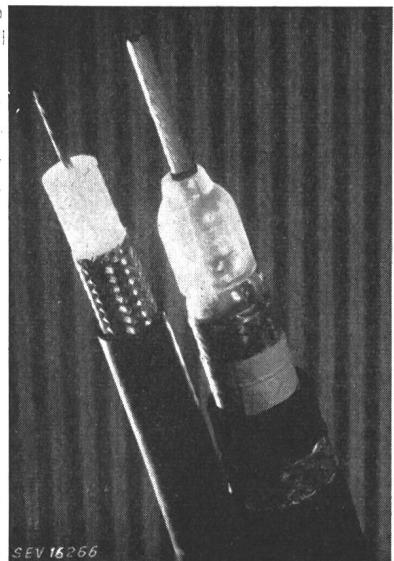


Fig. 14
Hochfrequenzkabel
rechts: mit
Polystyrolperlen
links: mit Polythen-
Vollisolation

Massgenauigkeit der Bestandteile. Das Material ist ferner selbst in roh gebranntem Zustand unhygroscopisch, so dass ein Glasieren nicht erforderlich ist, oder nur dort zu erfolgen hat, wo eine Oberflächenverbesserung als Schutz gegen Verschmut-

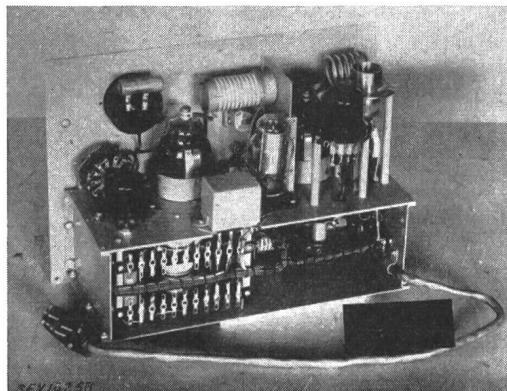


Fig. 16
Teile eines Senders
Spulenkörper aus Steatit mit aufgebrannter Silberwicklung
Stützisolatoren und Durchführung ebenfalls aus
Hochfrequenzsteatit

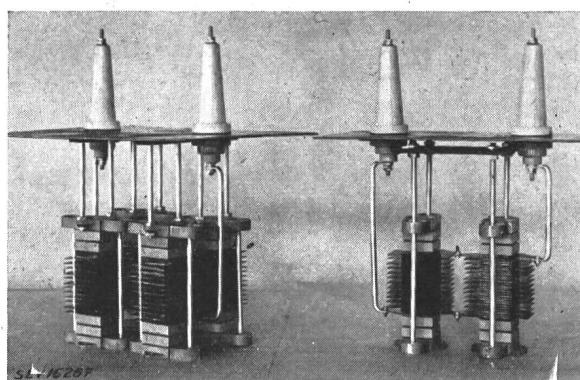


Fig. 15
Kondensatoren mit Durchführungen und Stützplatten aus
Rastea (Hochfrequenz-Steatit)

Ergänzend ist noch zu erwähnen, dass es seit einiger Zeit auch gelungen ist, die Entwicklung der Baustoffe zur Herstellung keramischer Kondensatoren zu fördern. Es sind bereits Gruppen von Materialien geschaffen worden mit einer Dielektrizitätskonstante ϵ zwischen 20 und 100. Die Entwicklung geht dahin, auch solche Massen zu schaffen, die eine Dielektrizitätskonstante $\epsilon > 1000$ aufweisen. Diese Werte lassen ermessen, welche kleinen Dimensionen derartige Kondensatoren mit so hoher Dielektrizitätskonstante erreichen. Ganz besonders wertvoll dabei ist aber, dass gleichzeitig auch die dielektrischen Verluste tiefer gehalten werden können.

Neue Isolierstoffe

Damit habe ich Ihnen einen kurzen Überblick gegeben über die heute verwendeten Materialien, die sich grösstenteils zur Befriedigung der Verbraucher bewährt haben. Sie haben vielleicht erwartet, möglichst viel Neues zu hören. Es lag mir sehr daran, Ihnen vorerst die Fortschritte vor Augen zu führen, die durch Verwendung bewährter Materialien in der Nachrichtentechnik gemacht worden sind. Wenn auch der Ruf nach Neuem seit Kriegsende immer wieder stürmisch auftaucht, ist eine gewisse Vorsicht geboten, nicht ebenso stürmisch der Anwendung aller neuen Materialien ohne weiteres zuzusteuern.

Wir sehen in diesen gewitterschwülen Tagen oft, wie sich im Westen grosse, zum Teil hell leuchtende Wolken auftürmen, und betrachten mit Freude diese sogenannten Silberköniginnen. In den meisten Fällen bringen diese Wolken nur kurze, gewitterhafte Regenschauer, selten oder erst später einen dauernd befruchtenden Regen mit sich. Ähnlich geht es mit der grossen Wolke von Propaganda, die ebenfalls vom Westen her über den Ozean uns zugewehrt wird. Wenn auch vereinzelt befruchtende Tropfen fallen, so muss leider festgestellt werden, dass sie recht spärlich sind und nicht immer in vollem Einklang mit der gemachten Anpreisung stehen. Es ist wohl kaum angebracht, Ihnen noch trotz der Unmenge Druckerschwärze, die darüber schon geflossen ist, von Silikon zu berichten. Ich möchte dem Material die hervorragenden Vorzüge der Wärmebeständigkeit und der Möglichkeit, Wasser abzuweisen, bestimmt nicht absprechen. Bis heute sind aber wirklich nur Tropfen von Silikon-Material nach unserm Lande gekommen und es kostete viel mehr Mühe und Arbeit, um die auf die

Eigenschaften
einiger neuer Thermoplaste

Tabelle VIII

Eigenschaften	Polythen Polyäthylen	Polystyrol (Trolitol)	Nylon	Teflon Tetrafluoräthylen
Spez. Gewicht	0,92	1,05	1,15	1,05
Zugfestigkeit kg/cm ²	~ 130	360	650	300
Dehnung %	500	5	45	450
Druckfestigkeit kg/cm ²	—	950	1100	—
Linearer Ausdehnungskoeffizient $10^{-6} \frac{m}{m \cdot ^\circ C}$	180	70	10,5	40
Durchschlagfestigkeit kV/mm	18	28	16	50
Isolationswiderstand $\Omega \text{ cm}$	$> 10^{13}$	10^{17}	10^{13}	$> 10^{13}$
Dielektrizitätskonstante ϵ bei 10^7 Hz	2,3	2,6	3,5	2
Verlustfaktor $\text{tg } \delta$ bei 10^7 Hz	0,0005	0,0003	0,05	0,0002
Wasseraufnahme %	< 0,005	0,005...0,01	1,5	0,008
Temperaturbeständigkeit °C	50	80	75	300

Propagandastürme hereinflutenden Anfragen zu bewältigen, als die Herstellung oder Weiterverarbeitung von Silikon erfordert hätte. Soll ich Ihnen vom hervorragenden, neuen thermoplastischen Kunststoff Tetrafluoräthylen, dem Teflon näheres berichten, das ebenfalls ganz bedeutende Vorzüge gegenüber allen bisherigen thermoplastischen Kunststoffen aufweist? Der grösste ist der, dass das Material im Bereich von — 30...300 °C unveränderte Elastizitäts- und dielektrische Eigenschaften aufweisen soll. Nach Berichten der letzten Tage ist das Material auf lange Sicht noch nicht in grösseren Quantitäten als die laboratoriumsmässige Herstellung es gestattet, lieferbar, so dass es Ihnen trotz der guten Eigenschaften wenigstens vorläufig noch keine guten Dienste zu leisten vermag. Ähnlich verhält es sich mit einer ganzen Auswahl von thermoplastischen Kunststoffen, über die bald in allen Tageszeitungen berichtet wird. Trotzdem möchte ich Ihnen anhand einiger Zahlen darlegen, was von diesen neuen Thermoplasten zu erwarten ist, wenn sie einmal im Grossen und wirtschaftlich fabriziert werden können (Tabelle VIII).

Es seien hier noch drei Bilder von Apparate-teilen und Anlagen angeführt, bei denen von den besprochenen Isoliermaterialien zur Anwendung gelangten. Ich möchte die Gelegenheit benutzen, all den Firmen, die durch freundliche Überlassung von Bildern aus ihrer Tätigkeit den Vortrag bereicherten, meinen besten Dank auszusprechen.

Schlussbemerkung

Ich hoffe, dass es mir möglich war, Ihnen Einsicht zu geben in das, was auf dem Gebiet der Isolation in der Nachrichtentechnik geschaffen worden ist. Bestimmt werden auch weiterhin die Anstrengungen zu ständiger Verbesserung fortgesetzt. Wenn wir heute die Wohltat einer qualitativ hochstehenden Reinheit der Nachrichtenübertragung, sei es durch den Draht oder durch den Äther, geniessen, so gebührt den Forschern und genialen Konstrukteuren auf diesem Gebiet grosse Anerkennung. Daran haben aber auch die Chemiker und Techniker, die sich mit der Fabrikation von Isoliermaterialien befassen, einen bedeutenden Anteil, denn durch Schaffung hochwertiger Erzeugnisse haben sie ermöglicht, die Störfriede Übersprechen, Kriechwege und Kurzschlüsse grösstenteils zu bewältigen. Unwillkürlich steigt in uns der Wunsch auf, dass das, was in der Nachrichtentechnik möglich war, auch im weltpolitischen Geschehen durchführbar sein sollte, nämlich ein Medium, eine Isolation zu finden, die die Antipoden der Völker und Weltanschauungen so auseinanderzuhalten vermag, dass das gehässige Übersprechen in Presse und Radio, die heimtückischen Kriechwege, die wir gegenwärtig in Form von Schikanen zwischen Ost und West erleben und vor allem die noch gefürchteteren Kurzschlüsse, die Kriege, unterbunden werden können, dass die gegensätzlichen Pole nur dann zusammengeschlossen werden, wenn es gilt, wie in der Nachrichtentechnik für die Allgemeinheit wert-

volle Verbindungen herzustellen. Es ist zu hoffen, dass, was den Männern der Technik unter Aufwendung von viel Energie, Geduldssarbeit und gutem Willen auf dem Gebiet der Nachrichtenübertragung möglich war, auch die Männer, die das Welt-

geschehen zu leiten berufen sind, erreichen können, wenn sie ebenso guten Willens sind.

Adresse des Autors:

J. Wolf, Vizedirektor der Schweizerischen Isola-Werke, Breitenbach (SO).

Comparaison des rendements pratiques des plaques électriques de cuisson utilisées en Suisse

Par J. Dietlin, Morat

621.364.5 : 643.3 (494)

Les rendements des plaques massives en fonte obtenus lors d'essais de laboratoire avec du matériel neuf peuvent être très différents des rendements obtenus dans la pratique courante avec des ustensiles de cuisine normalement déformés par l'usage. Le rendement de la plaque massive diminue déjà avec des déformations du fond des casseroles de quelques dixièmes de millimètres et tombe rapidement pour des déformations plus importantes. L'examen de plus de 1000 ustensiles de cuisine en service normal a démontré que, pratiquement, le fond de tous les ustensiles de cuisson se déforme plus ou moins à l'usage. Ces déformations n'ayant pratiquement pas d'influence sur le rendement des plaques de cuisson à anneaux mobiles, en acier inoxydable, celles-ci permettent sans autre d'utiliser des casseroles à fond mince d'usage courant, meilleur marché et plus facilement maniables.

Der Wirkungsgrad der massiven Gussplatten, der sich aus Laboratoriumsversuchen mit neuem Material ergibt, kann sehr verschieden sein von dem in der Praxis erreichten Wirkungsgrad mit im normalen Gebrauch deformiertem Kochgeschirr. Der Wirkungsgrad der massiven Kochplatten verringert sich schon bei Deformationen des Pfannenbodens von wenigen Zehntelsmillimetern und fällt rapid mit zunehmender Deformation. Die Nachprüfung von über 1000 Kochgeschirren im normalen Betrieb hat gezeigt, dass im Gebrauch der Boden praktisch aller Kochgeschirre mehr oder weniger aus der Form kommt. Da solche Deformationen praktisch ohne Einfluss auf den Wirkungsgrad der Kochplatten mit beweglichen Ringen aus rostfreiem Stahl sind, erlauben diese Platten ohne weiteres die Benutzung des üblichen billigeren und handlicheren Kochgeschirrs mit dünnem Boden.

1. Généralités

C'est un fait que, sur le marché suisse des appareils de cuisson électrique, il n'y a guère que deux types de plaques qui se soient imposés jusqu'ici; ce sont: les plaques *massives*, en fonte, à surface plane (fig. 1), et les plaques *légères*, à anneaux mobiles, en acier inoxydable (fig. 2).

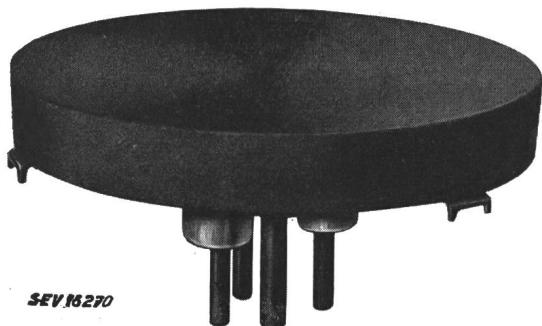


Fig. 1
Plaque massive, en fonte

Les autres systèmes utilisés à l'étranger n'ont jamais eu de succès bien durable en Suisse; d'une manière générale, ils ne répondent pas à nos exigences de rendement et de facilité d'entretien, sans compter qu'ils ne remplissent souvent pas les conditions de sécurité requises à juste titre pour l'obtention de la marque de qualité de l'ASE.

Le but de la présente étude est de comparer les deux types de plaques utilisés chez nous, spécialement sous le rapport de leur *rendement pratique*, ce facteur jouant un rôle primordial en Suisse où les prix de l'énergie de cuisson électrique sont relativement élevés. D'ailleurs, il ne faut pas perdre de vue que toute amélioration du rendement pratique des plaques va de pair avec une plus grande rapi-

dité de la cuisson, qualité primordiale que toute ménagère apprécie au plus haut point.

De plus, dans l'état actuel de l'approvisionnement du pays en énergie électrique, surtout en hiver, il est évidemment indiqué de vouer une attention particulière aux plaques à meilleur *rendement pratique*.

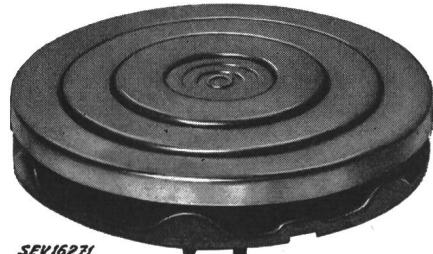


Fig. 2
Plaque à anneaux mobiles en acier inoxydable

Pour que leurs résultats soient équitablement comparables, rien ne sert de faire des essais dans des conditions idéales qui ne se trouvent réalisées qu'en laboratoire; ils doivent être faits dans des conditions pratiques, avec une batterie de cuisine dans l'état où elle se trouve après quelques semaines au moins d'emploi normal.

2. Plaque massive, en fonte, à surface plane (fig. 1)

Théoriquement, cette plaque — appelée ci-après «plaqué massive» — est conçue pour transmettre son énergie calorifique uniquement par contact direct de toute sa surface avec l'ustensile de cuisson utilisé. Dans ces conditions idéales, son rendement est excellent, tant que les deux surfaces en contact sont absolument planes, condition qui n'est pour ainsi dire jamais remplie dans la pratique. Avec du