Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 29 (1938)

Heft: 12

Rubrik: Kunststoffe

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: 22.08.2025

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

$$\left.\begin{aligned} \frac{1}{8\pi}\frac{(V_1-V_2)^2}{l^2}\varepsilon_0 S &= (F\cdot 981)_{Dyn} \\ 4\pi\frac{i^2}{c^2}\mu_0 S w &= \{\overline{OA}\,(F_1-F_2)\cdot 981\}_{Dyn\,cm} \\ (V_1-V_2)\,C = Q; \qquad C &= \frac{\varepsilon_0 S}{4\pi l} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

lassen sich die mit * bezeichneten Zahlenwerte der Grössen: (V_1-V_2), $\frac{i}{c}$ und Q, welche den ε^*_{0z}, μ^*_{0z} entsprechen, mit denjenigen, die für den Fall: $\varepsilon_{0z}=1$, $\mu_{0z}=1$ bestimmt waren, vergleichen.

Man erhält:

$$(V_1-V_2)^*_z = \frac{V_1-V_2}{\sqrt{\varepsilon^*_{0z}}}, \quad \frac{i^*_z}{c^*_z} = \frac{i_z}{c_z\sqrt{\mu^*_{0z}}}, \quad Q^*_z = Q_z\sqrt{\varepsilon^*_{0z}} \quad (2)$$

Für die experimentelle Bestimmung der Rechengrösse c beziehen wir uns auf die Weber-Kohlrausch-Methode. Für eine bestimmte elektrische Ladung setzt man: $Q_z = \int i_z\,dt_z$, wobei Q_z durch einen elektrostatischen Vorgang und $\int \frac{i_z}{c_z}\,dt_z$ durch einen elektromagnetischen Vorgang bestimmt werden.

Folglich erhält man aus der Bildung des Verhältnisses:

$$\frac{Q_z}{\int \frac{i_z}{c_z}\,dt_z} \quad \text{bzw.} \quad \frac{Q^*_z}{\int \frac{i^*_z}{c^*_z}\,dt_z}$$

den Zahlenwert c_z bzw. c^*_z.
Mit Rücksicht auf (2) ergibt sich:

$$c^*_z = \frac{Q_z\sqrt{\varepsilon^*_{0z}}}{\int \frac{i_z}{c_z}\frac{1}{\sqrt{\mu^*_{0z}}}\,dt_z} = c_z\sqrt{\varepsilon^*_{0z}\,\mu^*_{0z}} \quad (3)$$

Die Gleichung (3) zeigt deutlich, wie der Zahlenwert den Rechengrösse c aus den Zahlenwerten ε_{0z}, μ_{0z} ermittelt werden kann, ohne von der Lichtgeschwindigkeit im leeren Raume (V_0) Gebrauch zu machen.

Aus diesen Darlegungen kommt man also zu dem wichtigen Ergebnis, dass die Rechengrösse c tatsächlich keine *Abkürzung* des Ausdruckes $V_0\sqrt{\varepsilon_0\,\mu_0}$ darstellt.

Es ist nur ein Zufall, dass die auf das Gaußsche Maßsystem (cm, g, s, $\varepsilon_0=1$, $\mu_0=1$) bezogenen Rechengrössen c und die Lichtgeschwindigkeit V_0 im luftleeren Raum dieselben Dimensionen und zahlenmässigen Werte haben, was jedoch keinen Ausnahmefall darstellt; z. B. erhalten im luftleeren Raume, auf Gaußsche Einheiten bezogen, auch die Grössen $\mathfrak{H}$ und $\mathfrak{B}$, wenn sie auch physikalisch verschieden sind, dieselben Dimensionen und zahlenmässigen Werte.

Man kann noch über die Einheit von c willkürlich verfügen. Ist z. B. die Einheit der Grösse c so gross gewählt, dass ihr Zahlenwert gerade 1 wird, so ist das mit dem Verschwinden der Grösse c aus den Maxwellschen Gleichungen gleichbedeutend. Man erhält in diesem Falle folgende zwei Gruppen von je fünf Grundeinheiten:

$$\begin{aligned} &\text{a) cm, g, s, } \varepsilon_0=1,\ c=1=V_0\sqrt{\mu_0} \\ &\text{b) cm, g, s, } \mu_0=1,\ c=1=V_0\sqrt{\varepsilon_0} \end{aligned} \quad (4)$$

Es ist somit gleichgültig, ob man: ε_0, μ_0 oder c, ε_0 oder c, μ_0 als unabhängige Rechengrössen wählt, um ihre Einheiten willkürlich festzulegen.

Sobald man in (4) die Grösse $c=1$ als eine reine Zahl betrachtet, erhalten μ_0 in (4a) und ε_0 in (4b) andere Einheiten und Dimensionen als im CGS$\varepsilon\mu$-System.

Bei nicht explizitem c in den Maxwellschen Gleichungen erhalten sich also ε und μ gegenseitig unhomogen.

Ferner lässt sich leicht ersehen, dass das CGS$\varepsilon\mu$-Maßsystem mit nicht explizitem c in den Maxwellschen Geichungen, fünf willkürliche Einheiten (4a oder 4b) besitzt und dabei nur 4 Grunddimensionen auftreten: LMTε oder LMTμ. Man erhält somit das elektrostatische, bezw. elektromagnetische Maßsystem [3]).

Wenn man an Stelle der Maxwellschen Gleichungen zwei solche Gleichungen hätte, *die ohne die Rechengrösse c bestehen könnten*, dann würde durch die Einführung der vier elektromagnetischen Gleichungen die Gesamtzahl der unabhängigen Grössen von 19 auf 18 heruntersinken, so dass bei den gleichbleibenden 14 Gleichungen die Zahl der willkürlichen Einheiten von fünf auf vier heruntergehen würde.

[3]) In meiner im Arch. Elektrotechn. [2]) veröffentlichten Arbeit habe ich gezeigt, dass es richtiger wäre, die Bezeichnungen «elektrostatisch» und «elektromagnetisch» durch die Bezeichnungen «elektrisch» und «magnetisch» zu ersetzen.

Kunststoffe.

Bericht über den Kunststoff-Kurs des Betriebswissenschaftlichen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich, vom 4. und 5. Februar 1938.

679.56

*Im folgenden wird in Form von Referaten das Wesentliche aus den am Kunststoff-Kurs an der ETH vom 4. und 5. Februar 1938 gehaltenen Vorträgen wiedergegeben. Diese Referate wurden von Prof. **A. Imhof**, Zürich-Altstetten, zusammengestellt.*

*Les conférences qui ont eu lieu durant le cours sur les matières isolantes à l'EPF, les 4 et 5 février 1938, sont résumées sous forme de rapports. Ceux-ci ont été collationnés par M. le prof. **A. Imhof**, Zurich-Altstetten.*

Allgemeine Einführung.

Von *H. Stäger*, Zürich.

Die Ueberführung der natürlichen Rohstoffe in künstliche durch mechanische oder chemische Massnahmen einerseits, die Synthese anderseits führt zur Gewinnung der Kunststoffe. Die chemische Zusammensetzung eines Kunststoffes muss nicht die gleiche sein wie bei nachgenannten natürlichen Werkstoffen. Kunststoffe sind heute keine minderwertigen

Nachahmungen von Naturstoffen, sondern in ihrer Art neue, vollwertige Werkstoffe, deren Eigenschaften weniger Zufälligkeiten unterworfen sind als die der natürlichen Werkstoffe. In ausserdeutschen Sprachgebieten hat man bei der Begriffsbildung nicht in erster Linie die künstliche Herstellung in den Vordergrund gestellt, sondern bestimmte kennzeichnende, allgemein vorhandene Eigenschaften wie die Plastizität (matières plastiques, materie plastiche und plastics).

Kennzeichnend ist für die Kunststoffe, dass es sich um hochmolekulare Stoffe handelt. Stets bestehen sie aus Makromolekülen, die mindestens 1000 Atome, durch Hauptvalenzen verbunden, enthalten, und zwar in einer oder mehreren Dimensionen. Häufig sind es Faden-Moleküle. Meist handelt es sich um Gemische von Molekülen verschiedener Grösse. Die Kunststoffe befinden sich in kolloidalem Zustande.

Die hochmolekularen Verbindungen entstehen durch Polymerisation oder durch Polykondensation. Unter Polymerisation versteht man die Vereinigung zweier oder mehrerer gleichartiger oder verschiedener Moleküle zu einem höhermolekularen Stoff von gleichprozentiger Zusammensetzung. Die durch diesen Prozess erhaltenen Produkte heissen Polymerisate; der Zusammentritt gleichartiger Moleküle führt zu Isopolymerisaten, der Zusammentritt ungleichartiger Moleküle zu Heteropolymerisaten. Unter Kondensation versteht der Chemiker hier die Vereinigung der Ausgangsmoleküle durch Verbindung mehrerer gleich- oder ungleichartiger Moleküle unter Abspaltung gewisser Nebenprodukte, wie Wasser, Ammoniak usw. Erst die nachfolgende Polymerisation führt zu den hochmolekularen Kunststoffen, weshalb man von Polykondensation spricht. In analogem Sprachgebrauch wie oben unterscheidet man Isokondensate und Heterokondensate. Durch beide Vorgänge wird der kolloidale Zustand der Kunststoffe erreicht.

Je nach den Ausgangsstoffen unterscheidet man Phenoplaste (ausgehend von Phenol und Kresolen), Aminoplaste oder Carbamidharzplaste (ausgehend von Harnstoff). Diese beiden Gruppen sind härtbar, d. h. sie werden in einen unlöslichen und unschmelzbaren Zustand übergeführt. Die grosse Gruppe der Thermoplaste umfasst die nicht härtbaren, nicht in den unlöslichen und unschmelzbaren Zustand überführbaren Stoffe. Diese werden durch Erwärmung plastisch, durch Erkalten stets wieder hart. Die harten Kunststoffe bestehen im Endzustand aus dreidimensionalen Makromolekülen, die thermoplastischen Stoffe vor allem aus ein- oder zweidimensionalen Molekülen.

Der Grossteil der Kunststoffe wird verarbeitet unter Zuhilfenahme von Füllstoffen oder, besser gesagt, Zusatzstoffen, durch welche die Eigenschaften in dieser oder jener Hinsicht besser dem Verwendungszweck angepasst werden.

Es ist auch möglich, Kunststoffe aus bereits hochmolekularen Naturstoffen zu erzeugen durch chemischen Aufbau und Umbau, wodurch die Zufälligkeiten der Naturstoffe beseitigt und gewisse Eigenschaften verbessert werden.

Ein erheblicher Teil der verwendeten Rohstoffe wird aus dem Steinkohlenteer gewonnen, insbesondere aus dem sogenannten Mittelöl. Die Acetylenchemie liefert eine grosse Zahl von Ausgangsstoffen. Eine besonders wichtige Atomanordnung ist die Vinylgruppe, die durch Polymerisation u. a. zu künstlichem Kautschuk, splitterfreiem Glas, elektrotechnischen Isolierstoffen mit sehr niedrigen dielektrischen Verlusten usw. führt. Eine weitere Rohstoffbasis liefern die grosstechnischen Hydrierungsverfahren. Wichtig ist besonders die Ammoniak- und die Methanol-Synthese. Die erste liefert den wichtigen Harnstoff, die zweite das Formaldehyd.

Als erster Versuch, eine gewisse Ordnung hinsichtlich Bezeichnung und Eigenschaften zu gewinnen, ist die deutsche Typisierung zu erwähnen, welche allgemeine Namen durch Buchstaben und Zahlen kurz wiedergibt und gewisse Mindestqualitäten vorschreibt. Der neuere Vorschlag des Schweizerischen Verbandes für die Material-Prüfungen der Technik wurde im Bull. SEV 1936, Nr. 18, S. 531, veröffentlicht. Der erste Buchstabe H oder T gibt an, ob der Kunststoff härtbar oder thermoplastisch ist, der zweite charakterisiert die Art des Kunststoffes (Phenolharz P, Carbamidharz C usw.), der dritte und vierte kennzeichnen den Zusatzstoff und seine Struktur (O organisch, A anorganisch, P Pulver, F Faser).

Auf einige wichtige technische Verwendungsarten der Kunststoffe wird unter Beachtung der hiefür massgebenden Eigenschaften hingewiesen, so die Lager, geräuschlose Zahnräder, Bremsbeläge, säurefeste Pumpen und Leitungen. Das werkstoffgerechte Konstruieren mit Beachtung der Dauerfestigkeit bei wechselnder Beanspruchung und der Dauerhaltbarkeit oder Gestaltfestigkeit, die durch Form und Werkstoff bedingt ist, wird berührt. Der Gewaltbruch sieht regelloser aus als der Dauerbruch. Der Zusatz-Stoff ist von wesentlichem Einfluss auf die Dauerfestigkeit. Bohrungen und Kerben setzen die Dauerbiegefestigkeit herunter.

Nachdruck wird auf die Tatsache gelegt, dass die Kunststoffe keine minderwertigen, sondern anderswertige Werkstoffe sind.

Ueber den chemischen Aufbau der Kunststoffe.

Von *K. Frey*, Basel.

Die technischen Kunststoffe sind, vom Gesichtspunkt des Chemikers aus betrachtet, in den wenigsten Fällen einheitliche Produkte. Deren grosse Mehrzahl enthält neben dem eigentlichen Kunststoff im engeren Sinne, der als Bindemittel dient, in oft erheblicher Menge Zusatzstoffe aller Art, wie Füllstoffe, Farbstoffe, Weichmachungsmittel u. a. m. Diese Zusätze haben die Aufgabe, die praktische Brauchbarkeit der Kunststoffe zu steigern, indem sie bestimmte Eigenschaften derselben in positivem oder negativem Sinne beeinflussen sollen. Hinsichtlich der Verarbeitungstechnik und der für jeden Kunststoff charakteristischen Materialeigenschaften spielen sie jedoch eine mehr passive Rolle und treten in ihrer Bedeutung zurück gegenüber dem Bindemittel, dessen Eigenschaften anderseits wieder von seinem chemischen Aufbau abhängen. Dessen Kenntnis bietet daher den Schlüssel für das Verständnis der vielen Fragen, die bei der Verarbeitung und Verwendung von Kunststoffen Berücksichtigung erheischen.

Kunststoffe zeigen Eigenschaften, wie sie für sog. hochmolekulare Produkte, zu denen auch wichtige Naturstoffe wie Cellulose, Eiweißstoffe, Kautschuk u. a. m. gehören, charakteristisch sind. Die in den letzten Jahrzehnten intensiv betriebene Forschung an derartigen Stoffen hat zu der Vorstellung geführt, dass ihre Elementarbausteine, die Moleküle, eine ausserordentliche Grösse besitzen und viele Tausende von Atomen umfassen können, welche Hauptvalenzkräfte zu faden- oder netzartigen Gebilden verketten. Die hochmolekularen Produkte stehen dadurch als Stoffgruppe den relativ einfach gebauten niedermolekularen Verbindungen gegenüber, die als Farbstoffe, Arzneimittel usw. verwendet werden.

Der hochmolekulare Aufbau der Kunststoffe ist für ihre Eigenschaften nach zwei Richtungen hin ausschlaggebend. Einmal bringt die durch *Hauptvalenzkräfte erfolgte Verkettung* energetisch sehr starke Bindungen innerhalb des räumlich ausgedehnten Molekülverbandes mit sich. Dadurch rükken Fragen der mechanischen Festigkeit, der thermischen und chemischen Beständigkeit, dem Verständnis näher und werden der systematischen Bearbeitung zugänglich. Anderseits ist es die *absolute Grösse* des Makromoleküls, welche von grundsätzlicher Bedeutung für das kolloidale Verhalten hochmolekularer Stoffe ist und technisch wichtige Schlüsse hinsichtlich des plastischen Verhaltens, der Viskosität und anderer Eigenschaften mehr zu ziehen gestattet.

Ist die Bedeutung des hochmolekularen Aufbaues für die Eigenschaften der Kunststoffe einmal erkannt, dann erhebt sich die Frage nach deren *Herstellungsmöglichkeiten*. Rein grundsätzlich betrachtet, hat die Technik zwei Wege eingeschlagen:

1. Ausgangsprodukte sind Naturstoffe, die selbst schon hochmolekular sind, in ihren Eigenschaften jedoch den an Kunststoffe gestellten Anforderungen nicht genügen. Sie werden durch chemische Prozesse so umgewandelt, dass der hochmolekulare Charakter zwar erhalten bleibt, die Eigenschaften aber in gewünschtem Ausmasse modifiziert sind. Da die Molekülgrösse durch das verwendete Ausgangsmaterial gegeben ist und mangels geeigneter Reaktionsmöglichkeiten keine Steigerung erfahren kann, liegen *nichthärtende, thermoplastische* Kunststoffe vor.

Beispiele: aus *Cellulose:* Vulkanfiber.
Celluloseester (Celluloid, Cellon).
Celluloseaether.
Viskose- und Celluloseexanthogenat.
aus *Casein:* Galalith.
aus *Kautschuk:* Weich- und Hartgummi.

2. Ausgangsprodukt sind niedermolekulare Stoffe, welche durch geeignete synthetische Reaktionen, durch Polymerisation oder Kondensation, zu Makromolekülen verkettet werden. Die Molekülgrösse nimmt während dieser Verkettung ständig zu; damit gewinnen auch die typisch hochmolekularen Eigenschaften die Oberhand über die niedermolekularen. So nimmt z. B. die Temperaturbeständigkeit zu bis zur Unschmelzbarkeit.

Praktisch sind zwei Fälle zu unterscheiden:

a) *Polymerisationsreaktionen* müssen, um praktisch brauchbare Endprodukte abzugeben, relativ langsam vor sich gehen. Daher werden Kunststoffe, die auf diesem Wege entstehen, *vor* der Verformung fertig polymerisiert, so dass die erreichte Molekülgrösse sich beim Pressen nicht mehr ändert. Diese Produkte entsprechen dann verarbeitungstechnisch den unter 1. erwähnten, sie sind *nichthärtend, thermoplastisch.*

Beispiele: Vinylpolymerisationsprodukte, wie:
Polystyrol (Trolitul).
Polyvinylazetat.
Polyvinylchlorid (Mipolam).
Polyacrylsäureester (Plexiglas, Plexigum).
Polyvinylcarbazol (Luvican) etc.
ferner: *thermoplastisches* Anilinharz (Cibanit).

b) Ein Aufbau hochmolekularer Stoffe aus niedermolekularen Ausgangsprodukten durch *Kondensationsreaktionen* geht unter geeigneten Bedingungen rasch vor sich und kann daher *während* der Verformung, d. h. in der Pressform, durchgeführt werden. Das zunächst noch niedermolekulare, schmelzbare oder gut plastische Pressgut erfüllt die Pressform und geht nach und nach in das hochmolekulare, formbeständige Endprodukt über, das dann der heissen Presse entnommen werden kann (Heisspressverfahren). Es liegen *härtbare* Kunststoffe vor.

Beispiele: Phenol- resp. Kresol-Formaldehydharze *(Phenoplaste)* wie Bakelit etc.
Harnstoff-Formaldehydharze (Aminoplaste) wie Cibanoid, Pollopas etc.

Eigenschaften der Kunststoffe.

Von *A. Imhof,* Zürich-Altstetten.

An Hand von einheitlich dargestellten Strichdiagrammen, welche sehr rasch Grössenordnung der Material-Eigenschaften und Vergleiche derselben für verschiedene Stoffe untereinander ermöglichen, wurden die mechanischen, elektrischen, thermischen, hygroskopischen, chemischen Eigenschaften sowohl der härtbaren als auch der nicht härtbaren Kunststoffe erläutert. Besondere Betrachtungen galten den geschichteten Stoffen, für welche auf die Verschiedenheit der Eigenschaften in den verschiedenen Richtungen hingewiesen wurde. An einem in die verschiedenen Abschnitte eingeflochtenen Beispiel eines Hochspannungs-Stützisolators wurde gezeigt, wie die Stoffwahl zu erfolgen hat, welche Vorteile und Nachteile die verschiedenen Möglichkeiten aufweisen. Abschliessend wurden eine Reihe von Anwendungsbeispielen, vor allem aus der Hochspannungstechnik, unter Hinweis auf die Erfüllbarkeit der wesentlichsten technischen Anforderungen und die geeignete Stoffwahl diskutiert. Deutlich kam zum Ausdruck, aus welchen Gründen für die Maschinentechnik, insbesondere für die elektrische Starkstromtechnik, die zahlreichen neueren, nicht härtbaren Kunststoffe trotz ihrer teilweise ganz hervorragenden Eigenschaften nicht häufig verwendbar sind. Vor allem ist es das thermische Verhalten, das daran schuld ist; sehr oft sind die Schwierigkeiten auch preislicher Natur.

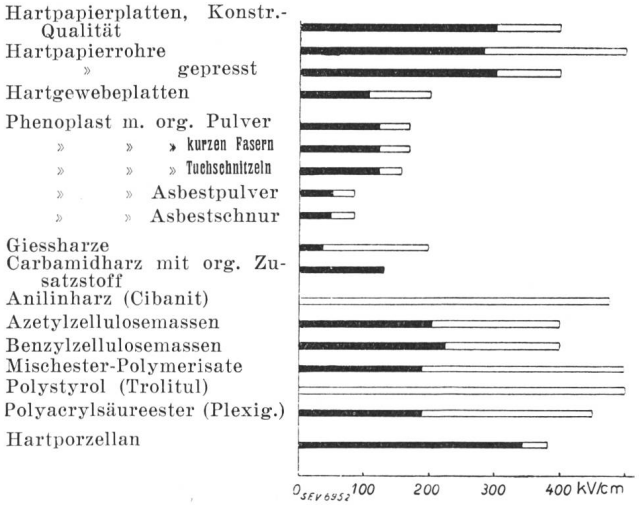

Fig. 1.
Effektive Durchschlagfestigkeit. Spannungssteigerung = 1 kV/s.
0 bis Ende schwarze Säule: Mindestwerte.
0 bis Ende weisse Säule: Höchstwerte.

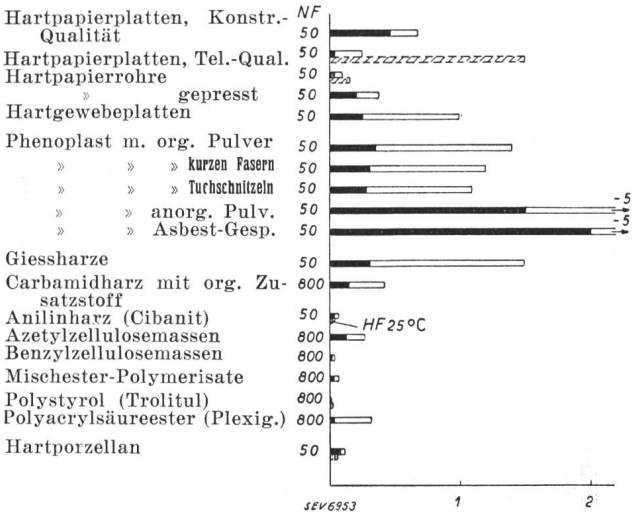

Fig. 2.
Dielektrische Verlustziffer $\varepsilon \cdot \mathrm{tg}\,\vartheta$ bei 50 Hz und 20° C.
0 bis Ende schwarze Säule: Mindestwerte.
0 bis Ende weisse Säule: Höchstwerte.
Schraffierte Säule: bei 10^6 Hz.

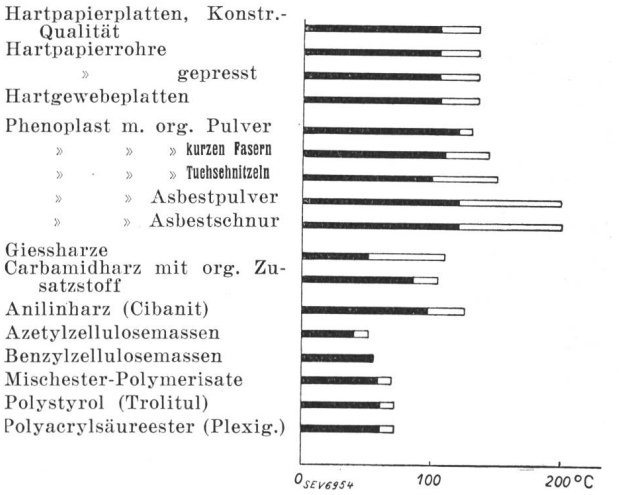

Fig. 3.
Dauer-Wärmebeständigkeit. Martensprobe u. andere Kriterien.
0 bis Ende schwarze Säule: Mindestwerte.
0 bis Ende weisse Säule: Höchstwerte.

Es würde zu weit führen, in einer Zusammenfassung die verschiedenen Diagramme und ihre Diskussion wiederzugeben. Wir beschränken uns auf einige Beispiele (Fig. 1 bis 4) und einige zuvor nicht veröffentlichte Ergebnisse.

Unter den *elektrischen Eigenschaften* sei die neuerdings stark beachtete *Kriech-Festigkeit* herausgegriffen. Es ist dies

die Widerstandsfähigkeit gegen die Ausbildung einer elektrisch leitenden Brücke zwischen den Elektroden auf der Oberfläche des Isolierkörpers unter dem Einfluss der Spannung. Nach der neuen SEV-Methode, welche die Funkenbildung zwischen den Prüf-Elektroden durch eine Benetzungsflüssigkeit Glykol einleitet, wird die Zeit bis zur Bildung eines Kriechweges ermittelt. Darnach erweisen sich die Aminoplaste als vollständig kriechsicher, dann folgen die Polyacrylsäureester (Plexigum) mit über 800 s, das nicht härtere Anilinharz und die Asbestphenoplaste mit 300 bis 800, aus-

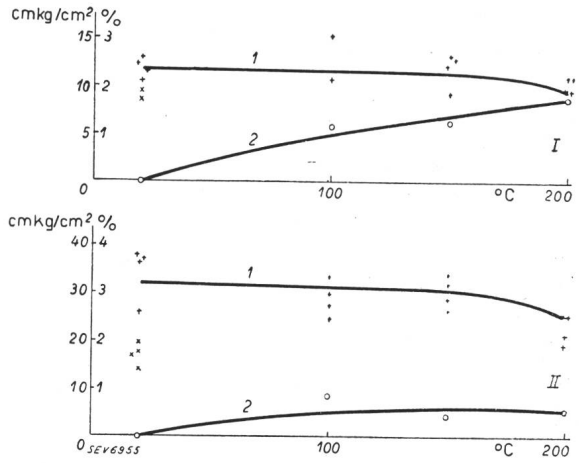

Fig. 4.
Schlagbiegefestigkeit *(1)* und Gewichtsabnahme *(2)* nach 24stündiger Erhitzung.
I Cartasbest, *II* Texasbest.
+ Schlag senkrecht zur Schicht.
× Schlag parallel zur Schicht.

nahmsweise 1500 bis 1800 s, Polystyrol mit 390 s; die übrigen Stoffe bilden einen Kriechweg nach 20 bis 80 s. Phenol-Giessharze und Pressharze verhalten sich etwa gleich (22 bis 35 s) wie die Phenoplaste mit organischen Zusatzstoffen. Interessant ist, dass sich Platten aus Asbestgewebebahnen oder Asbestkartonbahnen, getränkt in Kresol-Formaldehyd-Harz zwar etwas günstiger verhalten als Holzmehlphenoplaste, aber schlechter als Asbest-phenoplaste und nur sehr wenig günstiger als Kresol-Hartpapiere, unter welchen sich die Rohre als eher etwas sicherer erweisen als die Platten.

Besondere Beachtung wurde den *thermischen Eigenschaften* (Fig. 3 und 4) geschenkt, da diese mehr als alle andern die Ursache sind, dass die meisten thermoplastischen Stoffe noch nicht allgemeineren Eingang in die Technik gefunden haben. Die Dauerwärmebeständigkeit hängt von der betrachteten Temperatureigenschaft ab, die bei Dauererwärmung nicht wesentliche Aenderungen erfahren soll. So muss unterschieden werden zwischen Biege-, Schlagbiege-, Schrumpfungs-, Durchschlags-Dauertemperatur usw. Für organische Preßstoffe mit härtbaren Phenol- oder Kresolharzen liegen diese Grenztemperaturen etwa zwischen 100 und 150° C, für anorganische zwischen 120 und 200° C. *Die Brennbarkeit*, gemessen durch Ermittlung der Entflammungstemperatur im Tiegel nach der neuen SEV-Methode, wird illustriert durch einige in Tabelle I auszugsweise wiedergegebene Zahlen:

Tabelle I.

Bezeichnung	Entflammungstemperatur °C	Brenntemperatur °C	Härte bei 120° C kg/cm²
Hartpapierplatten . . .	280...290	300...325	⟩ 2000
Hartpapierrohre . . .	290...300	310...320	425...530
Hartgewebeplatten . .	310	330...340	700
Hartgeweberohre . . .	260	320	425
Thermopl. Anilinharz .	360	⟩500	
Polystyrol	300	300	⟨ 30
Acrylharzplatten . . .	360	390	12
Giessharze	290...300	310...315	320...elast.

Durch langdauernde Erhitzung tritt eine *Alterungsschwindung* ein. Die *linearen Ausdehnungskoeffizienten* der härtbaren, nicht geschichteten Kunststoffe liegen etwa zwischen (25 und 70)·10^{-6}. Bei geschichteten Stoffen werden in Schichtrichtung Werte zwischen etwa 90 und 200 % derjenigen von Kupfer gemessen.

Gegen *Feuchtigkeit* sind die Kunststoffe sehr verschieden empfindlich. Feuchtigkeitsaufnahme äussert sich durch Quellung, Verminderung des ganzen Durchgangswiderstandes, überhaupt Verschlechterung der elektrischen Eigenschaften. Diesbezüglich erweisen sich mineralische Füllstoffe als vorteilhaft; ferner zeigt sich ein deutlicher Vorteil der meisten thermoplastischen Stoffe.

Betr. Widerstandsfähigkeit gegen chemische *Einflüsse* ist zu sagen, dass sich Phenol- und Kresolharz-Produkte gegen *Säuren* weitgehend gut verhalten, während Harnstoff- und Anilin-Harze sich gegen *Basen* widerstandsfähiger erweisen. Die Polystyrolmassen sind gegen Säuren und Basen widerstandsfähig. Gegen Oele und Fette sind Phenol- und Kresol-, Carbamid- und Anilinharze beständig, die meisten thermoplastischen Harze dagegen nur zum Teil.

Verarbeitung und Bearbeitung der Kunststoffe.

Von *H. Wirth*, Zürich-Altstetten.

Charakteristisch ist für die Grosszahl der Kunststoffe, dass deren Verarbeitung oft Phasen der Stoffbildung, Formgebung und Bearbeitung gleichzeitig berührt, während bei der Verarbeitung von Metallen, Hölzern usw. Stoffherstellung, Veredelung und Formgebung meist besonderen, spezialisierten Industriezweigen zugeordnet sind.

Der Autor unterscheidet nun die Verarbeitung der härtbaren von derjenigen der thermoplastischen Kunststoffe, wobei die ersten durch andauernde Erwärmung in den harten Endzustand gebracht werden, die zweiten durch Abkühlung vom in der Hitze plastischen Zustand, in den sie durch Wiedererwärmung zurückgeführt werden können. Wie die

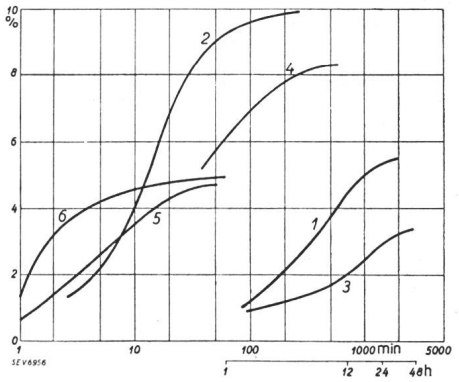

Fig. 5.
Härtungsverluste verschiedener Kunstharze.
Versuchs-Ausführung: Zirka 5 g Masse werden bei konstanter Temperatur im Wärmeschrank gelagert und so gehärtet. Von Zeit zu Zeit wird gewogen. Die Spaltprodukte entweichen, ihre Menge ist gegeben durch die Differenz Anfangsgewicht minus Gewicht nach fortgeschrittener Härtung.

Kurve *1* Temperatur 100° C. *2* 150° C Marktgängiges Kresolformaldehyd-Harz.
Kurve *3* Temperatur 100° C. *4* 150° C Spezial-Harz der Micafil für Hochspannungsmat.
Kurve *5* Temperatur 100° C. *6* 175° C Pressmasse mit 50% Phenol-Formaldehyd - Harz. Durch Härt'beschleuniger sehr stark verkürzte Härtezeit.

Härtung bei verschiedenen Temperaturen und Harzsorten vor sich geht, ist aus Fig. 5 ersichtlich. Die starke Abhängigkeit der Härtegeschwindigkeit von der Temperatur kommt in Fig. 6 noch deutlicher zum Ausdruck. Die Zeit, welche verging, bis aus Filmen flüssigen Harzes eine zähe, aber noch nicht krümelige Masse geworden war, ist auf der Abszisse im logarithmischen Maßstab aufgetragen.

Die Verarbeitung der besonders wichtigen Phenol-, resp. Kresol-Formaldehydharze durch Giessen, durch Wickeln und Pressen von Harz mit Zusatzstoffen in Füllformen wird besprochen. Wegen der ausgedehnten neueren Literatur auf

diesem Gebiete kann hier auf die auszugsweise Wiedergabe verzichtet werden; dafür seien einige weniger bekannte Einzelheiten herausgegriffen.

Die Abmessungen des kalten Formenpresslings ergeben sich ungefähr aus den Abmessungen der heissen Pressform,

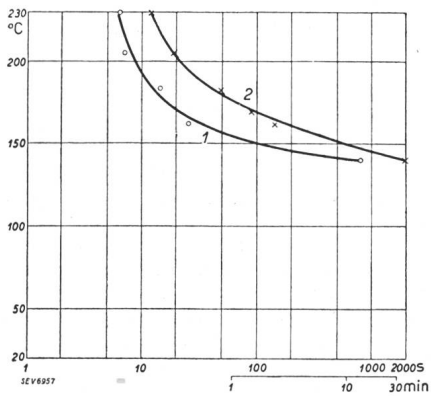

Fig. 6.

Härtungszeit von Kunstharzfilmen auf Papier als Träger.
Versuchs-Ausführung: Papier mit Filmen auf Unterlagen von verschiedener Temperatur gepresst und Zeit gemessen, bis das Kunstharz nicht mehr plastisch geworden ist (nicht mehr «kleben» würde).
Kurve *1*: Marktgängiges Kresol-Formaldehydharz wie Kurven *1* und *2*, Fig 5.
Kurve *2*: Spezialharz der Micafil für Hochspannungsmaterial wie Kurven *3* und *4*, Figur 5.
Zusammenhang mit Figur 5: Messpunkte bei 140° C in Figur 6 entsprechen einem Härtungsverlust von etwa 3% bei beiden Harzen.

vermindert um die Wärmeausdehnung des Presslings. Diese «Schwindung» ist ziemlich bedeutend und für verschiedene Füllstoffe und Harzgehalte stark verschieden, wie Tabelle II zeigt:

Tabelle II.

Werkstoff	Ausdehnung in mm (°/00) für Erwärmung um 100 ° C
Reinharz, gehärtet	7 ...10
Phenoplast mit Holzmehl . .	4 ... 6
» » Asbest . . .	1,5 ... 3
» » Textilien . .	1,5 ... 3
Aminoplast	2,5 ... 7
Eisen, Stahl } zum Vergleich	1,1
Messing } zum Vergleich	2
Kupfer } zum Vergleich	1,6

Von allgemeinem Interesse sind die gegebenen Regeln für die Formgebung. Die Härtezeit und damit der Preis wachsen mit der Wandstärke der Objekte. Grössere Dicken erfordern besondere Massnahmen, um ungleiches Durchhärten (innere Spannungen) zu vermeiden. Uebergänge auf andere Dicken sollen stetig sein, alle Uebergänge in Fliessrichtung der Masse sind deren Strömung anzupassen. Scharfe Kanten sind zu vermeiden, tunlichst auch Einbuchtungen und Hinterschneidungen, da solche die Pressform verteuern und ihre Lebensdauer vermindern. Flächen sind in Richtung der Stempelbewegung mit Anzug von möglichst mehr als 1 % zu versehen und ausserdem zu neigen. Schlitze, Löcher und Einpressteile wähle man nicht zu klein und vermeide solche tunlichst senkrecht zur Pressrichtung. Grosse plane Flächen sind nicht werkstoffgerecht, da Verwerfungen beinahe unvermeidlich sind. Versteifung durch Rippen ist gut, besser ist Wölbung der Flächen. Metallteile können wohl eingepresst werden und werden vom Preßstoff satt umklammert, aber sie dürfen nicht zu gross sein, um Sprengungen zu vermeiden. Gewinde sollen nur eingepresst werden, wenn keine grossen Genauigkeiten verlangt sind oder die achsiale Länge klein ist, da sonst durch Schrumpfung zu grosse Steigungsfehler entstehen. Gewinde an Teilen für Massenfertigung werden in der Regel besser geschnitten, um Stockungen am Montage-Fliesstisch zu vermeiden. Komplizierte Gebilde können durch Vereinigung von einzelnen Pressteilen hergestellt werden, wobei Spezialkitte, Zusammenschrumpfen oder Verschrauben Anwendung finden. Für Pressteile grosser Massgenauigkeit sind die betreffenden Abmessungen mit Masstoleranzen in die Zeichnung einzutragen. Sind die Toleranzen kleiner als ca. ± 0,3 % quer zur Pressrichtung und ± 0,6 % in der Pressrichtung, so ist Pressen mit mehr als + 0,4 % Zugabe, evtl. Nachbacken und Nachbearbeitung am Platze. Enge Zusammenarbeit mit dem Presswerk bei Entwürfen und Wahl der Pressmassen ist zu empfehlen.

Die *nicht härtbaren Kunststoffe* werden hauptsächlich durch das *Spritzverfahren* in die gewünschte Form gebracht.

Ausführlich wird die *Bearbeitung der Kunststoffe* geschildert. Erschwerend wirkt die schlechte Wärmeleitung; meist kann auch nicht geschmiert, sondern nur mit Pressluft gekühlt werden. Es besteht oft eine ausgesprochen abnützende Wirkung, weshalb im allgemeinen Hartmetallschneiden nötig sind. Die Vorschubbewegung an Drehbänken, Fräsen und Bohrmaschinen geschieht vorteilhaft mit Handhebeln. Schnellaufende Werkzeugmaschinen mit grosser Beschleunigung und Verzögerung sind zweckmässig.

Die Schnittgeschwindigkeiten für Hartpapier, Hartgewebe und Phenoplaste mit organischen Füllmitteln betragen bei der Kreissäge für Grob- und Feinschnitt 40 bis 50 m/s, für die Bandsäge 30 m/s, die Vorschübe etwa 0,2 bis 0,5 mm pro Umdrehung der Kreissäge oder pro 1 m Länge des Sägebandes. Das Arbeiten mit der Schlagschere und Stanzwerkzeugen geschieht bei Dicken über 1 mm vorteilhaft nach Erwärmung der Platte auf etwa 100° C.

Bohrer bestehen am besten aus Hartmetall und können dann eine genau zentrisch geschliffene Spitze haben. Schnellstahlbohrer nützen sich stark ab, die Späne backen zusammen und verstopfen die Spannuten. Bei geschichteten Stoffen ist Bohren von beiden Seiten oder Durchbohren gegen eine festgespannte Bohrunterlage nötig.

Beim Fräsen von geschichteten Stoffen soll die Vorschubrichtung parallel mit der Schichtrichtung laufen. Senkrecht zur Schicht ist auf der Fräserauftrittseite mit ähnlichen Stoffen gegenzuspannen. Die Werkzeuge bestehen aus Schnellstahl, Messerköpfe mit Hartmetallmessern sind gut. Die Schnittgeschwindigkeit mit Schnellstahlwerkzeugen beträgt beim Schruppen 1 bis 2 m/s, beim Schlichten 1,5 bis 2,5 m/s, beim Zahnräderfräsen 0,5 bis 1,5 m/s. Hartmetallwerkzeuge gestatten die mehrfache Geschwindigkeit.

Zum Drehen aller Kunststoffe sind Hartmetallwerkzeuge heute vorteilhaft und leicht erhältlich. Die Schnittgeschwindigkeiten betragen bei Phenoplasten 1 bis 3, bei Hartpapier und Hartgewebe 1,5 bis 4, bei Rohren sogar bis 6 m/s, der Vorschub 0,3 bis 0,5 m/s, wobei die grösseren Werte für das Schlichten gelten.

Die Kunststoffe lassen sich im allgemeinen gut schleifen und polieren.

Messungen an Kunststoffen.

Von *A. Métraux*, Basel.

In einer kurzen Uebersicht werden die zahlreichen üblichen Messmethoden behandelt, welche für die Bestimmung der elektrischen, mechanischen, chemischen, hygroskopischen und wärmetechnischen Eigenschaften der Kunststoffe zweckdienlich sind; Methoden rein technologischer Art finden häufig Anwendung. Für einige Versuchsanordnungen werden die in wichtigen Länder-Vorschriften festgelegten Bedingungen verglichen. Bezug genommen wird insbesondere auf folgende offizielle Regeln:

1. Schweizerischer Verband für die Materialprüfungen der Technik: Veröffentlichungen der Kommission 19: Isolierstoffe.
2. Verband Deutscher Elektrotechniker: Vorschriftenbuch, Gruppe 3, Isolierstoffe.
3. Union des Syndicats de l'Electricité: Normalisations, Spécifications et Règles Techniques. Publication No. 46.
4. British Standard Institution: B S S No. 316, 474, 488 und 547.
5. American Society for Testing Materials: A S T M Standards on Electrical Insulating Materials.

Unter den *Messungen der elektrischen Eigenschaften* werden die Spannungsproben, die Messung des Oberflächenwiderstands, des Widerstands im Innern des Materials, der Kriechstromfestigkeit, des Verlustfaktors und der Dielektrizitätskonstante behandelt. Bei der Brücke nach Schering werden Vervollkommnungen und Erweiterungen der Methode

erwähnt, so die Vorrichtungen, um den Galvanometerzweig der Brücke auf das gleiche Potential wie die Abschirmungen der Kapazitäten und Widerstände zu bringen (Hilfsbrücke nach Wagner und Spannungsteiler von TTC), die kleinen kombinierten Brücken, die Geygersche selbständig aufzeichnende Apparatur als Zusatzeinrichtung an Stelle des Galvanometers in der Brücke. Auf die grosse Abhängigkeit des Oberflächenwiderstandes vieler Kunststoffe von der Höhe der angelegten Gleichspannung wird hingewiesen (bei Hartpapier nahezu Proportionalität mit dem Logarithmus der Feldstärke). Die mannigfachen Versuche, eine den praktischen Verhältnissen genügende Methode zur Ermittlung der Kriechstromfestigkeit zu finden, werden gestreift.

Die Beschreibung der *mechanischen Prüfungen*, teils technologischer Art, umfasst die Prüfung bei Zug, Druck, Biegung, Scherung, Schlagbiegefestigkeit, Spaltfestigkeit und Härte.

Weitere Prüfungen, die bei der Beurteilung der Kunststoffe einen erheblichen Umfang annehmen, umfassen u. a. die Bestimmung des spezifischen Gewichtes, des Wärmeausdehnungs-Koeffizienten und der bleibenden Veränderung durch Wärmeeinwirkung, der Wärmeleitfähigkeit, des Feuchtigkeitsgehaltes, der Wasseraufnahmefähigkeit, das Verhalten gegen Oel und chemische Reagentien.

Unter den *thermischen Prüfungen* wird die Bestimmung der Wärmefestigkeit durch mechanische Beanspruchung (namentlich durch Biegebeanspruchung) unter Temperatureinwirkung behandelt, ferner die Glutfestigkeit und Brennbarkeit. Hier sei besonders auf die neueste Methode des SEV zur Ermittlung der Entflammbarkeit nach der Tiegelprobe hingewiesen, welche der Flammpunktsprobe für flüssige Brennstoffe gleicht. Auch die Glühdorn-Probe, welche vom SEV wieder verlassen wurde, ist eine Art Flammpunktsprobe.

Erwähnung finden endlich die Strukturuntersuchungen, die mikroskopische Beobachtung und die Röntgen-Grob- und Feinstrukturuntersuchungen.

Kunstharz-Pressformstücke vom wirtschaftlichen Standpunkte aus gesehen.

Von *W. Meyer*, Rapperswil.

Die Sorgen des Verkäufers, sein Standpunkt dem Kunden gegenüber, psychologische Beobachtungen aus Kaufen und Verkaufen kamen in kurzweiligen Betrachtungen zum Ausdruck. Die Eigenschaften der besonders verbreiteten Phenoplaste wurden hier, unter Weglassung der physikalisch strengen Darstellungsweise, geschildert. Auch wurden wirtschaftliche Belehrungen eingeflochten. Mit Recht wurde hervorgehoben, wie wenig Verständnis viele Auftraggeber für die Notwendigkeit der einmaligen Formkosten zeigen, welche rohen, unwirtschaftlichen Methoden der Materialprüfung mit Wasser, Lötlampen und Hammer oft zu bekämpfen sind, ferner dass fälschlicherweise von den Eigenschaften der Muster, die mit schneidenden Werkzeugen aus dem Vollen gearbeitet sind, auf die wirklichen Presslinge geschlossen wird.

Anwendungen der Kunststoffe in der Konstruktion von Installationsmaterialien und elektrischen Apparaten; werkstoffgerechte Anwendung; sicherheitstechnische Prüfungen.

Von *F. Tobler*, Zürich.

Die technologischen Prüfverfahren, die der SEV zur Kontrolle der Kunstharzpreßstoffe, zur Hauptsache zur Prüfung fertiger Objekte der Isolationstechnik anwendet, werden erläutert.

In möglichster Nachahmung einer überhitzten Anschlussklemme schlug die Materialprüfanstalt der zuständigen SEV-Kommission seinerzeit den sog. Glühdorn zur Prüfung auf «*Feuersicherheit*» vor. Ein elektrisch beheizter, konischer Stahldorn wird in eine entsprechende Bohrung des Prüfobjektes gepresst. Während einer Versuchsdauer von 5 Minuten wird die Temperatur konstant gehalten; die entstehenden Gase werden mit einem Funken an der Austrittstelle in Berührung gebracht. So wird die Entflammungstemperatur ermittelt. Gleichzeitig wird ein allfälliges Erweichen des Isolierstoffes nach dessen achsialer Verschiebung auf dem Glühdorn beurteilt. Diese Methode wurde von der IFK übernommen.

Gewisse Ungenauigkeiten der Methode liessen nach einer verbesserten Methode suchen. Diese wurde gefunden in der Tiegel-Flammpunkts-Probe. In ähnlicher Weise, wie die Flamm- und Brennpunkts-Prüfung in Flüssigkeiten vorgenommen wird, geschieht dies mit verpulvertem, z. B. durch Bohren zerkleinertem Kunststoff.

Die Erkenntnis, dass die im Betrieb beobachteten Brandausbrüche an Apparaten mit Kunstharzisolierpreßstoff grösstenteils auf Kriechwegbildung zwischen den stromführenden Teilen zurückzuführen sind, veranlasste die Schaffung einer Prüfmethode, welche ein genügend sicheres Mass für die Kriechempfindlichkeit liefert, durch die Materialprüfanstalt des SEV. An zwei schneidenförmigen, mit einem Druck von je 50 g auf dem zu prüfenden Isolierstoff liegende Metallelektroden, die 5 mm voneinander distanziert sind, wird über einen Begrenzungswiderstand von 60 Ohm eine Wechselspannung von 300 V dauernd angelegt. Aus einer Pipette wird eine Benetzungsflüssigkeit (1/2%ige Nekallösung) in Tropfen von ca. 0,01 g in Intervallen von ca. 3 Sekunden zwischen die Elektroden fallen gelassen. Je nach Art des Isolierstoffes bildet sich nach kürzerer oder längerer Zeit ein leitender Kriechweg, längs dessen das Material so lange weiterbrennt, als die Spannung an den Elektroden aufrecht erhalten bleibt.

Um fertig zusammengebaute Schalter, Steckkontakte und dergleichen auf Kriechstromsicherheit zu prüfen, entwickelte die Materialprüfanstalt des SEV ein Tauchverfahren, bei welchem das ganze Prüfobjekt während 2 Sekunden in die Nekallösung eingetaucht wird. Nach Abschleudern der anhaftenden Flüssigkeit wird die 1,2fache Nennspannung so lange an die Klemmen des Prüflings gelegt, bis der Kriechstrom auf 10 mA gesunken ist. Dann wird die Tauchung wiederholt usw. Die Anzahl Zyklen, bis zu der eine Kriechwegbildung eintritt, wird gemessen. Sehr gute Objekte ergeben innert 8 Stunden noch keinen Kriechweg. Die Methode muss ihre Bewährung noch beweisen.

Verschiedene technologische Prüfungen mechanischer Art wurden in Wort und Bild erläutert, so ein Prüfdrehmoment-Schraubenzieher, mittels welchem das genügende Festsitzen der im Isolierstoff eingebetteten metallischen Muttergewinde geprüft wird, dann eine Falltrommel, in der die Prüflinge eine gewisse Zahl mal von einer bestimmten Höhe auf eine Eisenplatte fallen gelassen werden. Zur Prüfung fester Installationsmaterialien wird ein Fallhammer angewandt. Auf genügende Formbeständigkeit und Nichterweichbarkeit bei praktisch vorkommenden Erwärmungen wird durch Ermittlung des Härtegrades bei 120 und 150° C an Hand eines Kugel-Eindruckes geprüft.

An Hand zahlreicher Lichtbilder wurde gezeigt, welcher Art die Schäden sind, welche durch unzweckmässiges Material, schlechte Fabrikation oder falsche Konstruktion entstanden sind.

Die Entwicklung der Kunststoffe in den USA. Eindrücke einer Studienreise.

Von *H. Tschudi*, Rapperswil.

In ansprechendstem Humor wurden die von feiner Beobachtungsgabe zeugenden Wahrnehmungen auf dem Gebiete der Kunststofftechnik in Worte gekleidet und durch zahlreiche, gutgewählte Bilder illustriert. Der Verbrauch an Kunststoffen ist in Amerika ein ungeheurer und wächst stetig an, ganz besonders im Gebiet der allgemeinen Gebrauchsartikel, deren Vorzüge durch eine gewaltige Reklame dem Publikum eingehämmert werden. Fortwährend müssen sich neue Einfälle, neue Formen, neue Farben folgen, um das Interesse wachzuhalten; Modeformen setzen sich überall durch, ob sie Sinn haben oder nicht, so vorletztes Jahr die Stromlinienformen auch für die unbeweglichsten Gegenstände. Das Feld ist für Pressgegenstände infolge des riesigen Absatzgebietes und der Zugänglichkeit des Amerikaners und besonders der Amerikanerin für Massenartikel günstig. Dementsprechend sind vielfach Formen, hergestellt durch Gesenk-Schmiedearbeit, stark verbreitet. Besondere Vielfach-Pressen für kleinere Gegenstände, die z. B. in 50 oder noch grösserer Zahl auf einmal gepresst werden und die ein

Herausdrehen der Form zwecks Säuberung nach jeder Ausstossung gestatten, sind im Gebrauch. Neuerdings gibt es Maschinen, welche vollautomatisch füllen, pressen und ausstossen und damit u. E. eine Umwälzung in den Maschinenpark bringen können, wenn sie einmal genügend durchentwickelt sein werden. In kleineren Presswerken beschäftigt man sich auf einmal nur mit wenigen verschiedenen Aufträgen, um rationell arbeiten zu können. Es ist üblich, dass ein Arbeiter nur 2 Pressen zusammen bedient, welchen er seine volle Aufmerksamkeit schenken kann. Im Formenbau ist, gerade wegen der grossen Bedeutung der Mehrfachform, die Kopierfräse häufig angewandt, welche teilweise nach Stahl-Musterkörpern arbeitet, teilweise nach einer positiven Form automatisch das Negative mit Zugabe der gewollten Wandstärke ausfräst.

Die zahlreichen Beispiele der Anwendung von Kunststoffen geben zum Teil Anregungen, die auch bei uns mit Erfolg dienstbar gemacht werden könnten, teilweise aber unserem Verständnis fernerstehen.

Die physikalisch-chemischen Einflüsse auf Kunstharzpreßstoffe und einige Anwendungen, insbesondere für Lager.

Von *P. Bäuerlein*, Hamburg.

Der Einfluss verschiedener Schmiermittel, so Fette, auf Emulsions-Basis und auf Seifen-Basis, emulgierende und nicht emugierende Oele und Wasser, mit Schwefel behandelte Oele, Reinheit des Wassers auf die Quellung der Presstofflager, wird diskutiert. Dickes Oel gibt weniger Quellung als dünnes, Oele bedingen weniger Quellung als Fette. Je weniger Oel im Wasser, desto stärker die Quellung. Bei höheren Temperaturen stärkere Quellung. Mineralöl bedingt schwache Quellung. Bei kleiner Wandstärke der Büchsen ist die Quellung stärker als bei dicken Wandungen. Senkrecht zu Stoffbahnen ist die Quellung stärker als längs den Bahnen. Quellung kann nachteilig sein wegen Veränderung des Lagerspieles; Klemmung kann eintreten. Anderseits ist die Quellung ein Vorteil, weil sie die Gleiteigenschaften verbessert und eine Anpassung an Formen-Unvollkommenheiten stattfindet. Quellung erleichtert das Einlaufen.

Die Oberfläche eines geschliffenen Preßstofflagers hat einen dichten Belag von Fäserchen in einer Länge von etwa 0,025 mm. Dieser gibt dem Schmierfilm grösseren Halt, bürstet ihn aber auch ständig vom Zapfen. Preßstofflager erfordern deshalb grössere Geschwindigkeit, bis die sogenannte flüssige Reibung auftritt. Bei hohen Lasten sind Preßstofflager den metallischen Lagern oft überlegen, bei kleinen Lasten und grosser Geschwindigkeit ist es umgekehrt.

Die Schlagempfindlichkeit der Kunststoffe.

Von *R. Nietzsche*, Berlin.

Der u. U. grosse Einfluss der Schlagmasse und Schlaggeschwindigkeit auf die Schlagempfindlichkeit wird dargelegt. Die Werte können sich von 1 auf 50 ändern. Besonders gross sind die Unterschiede bei Pressharz, fast verschwindend dagegen bei Hartpapier und Hartgewebe. Es ergibt sich also hier ein gewisser Maßstab für die Zähigkeit eines Stoffes.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Grands Réseaux.

Réunion en Suisse des Comités d'Etudes des Interrupteurs et des Surtensions.

061.3 : 621.311(∞)

On sait que la *Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à haute tension (CIGRE)* a institué depuis bien des années divers Comités d'Etudes, appelés à approfondir entre deux sessions successives les problèmes spéciaux soulevés dans leur domaine respectif, afin de pouvoir présenter à chaque session un rapport circonstancié sur l'état de ces questions et sur les progrès réalisés pendant la période biennale écoulée.

Parmi ces Comités d'Etudes, celui des *Interrupteurs à haute tension,* dont la Suisse a la présidence et la responsabilité, s'est occupé notamment, l'an dernier à Paris, des essais d'interrupteurs et de l'éventualité de leur unification. A ce propos, il a été décidé de procéder à une *enquête internationale sur les caractéristiques des stations d'essai,* et c'est le Sous-Comité Suisse qui était naturellement censé en prendre l'initiative. Dans ce but et conformément à une suggestion faite à Paris, nous avons convoqué d'abord les spécialistes représentant des maisons de construction d'interrupteurs possédant une station d'essai, pour établir en commun un *questionnaire* susceptible de servir de base à l'enquête envisagée.

La réunion en question, à laquelle ont pris part 23 ingénieurs d'Allegmagne, d'Amérique, de France, d'Italie, des Pays-Bas et de Suisse, s'est tenue à Bâle le 27 mai 1938, sous la présidence de M. Juillard, Lausanne.

D'autre part, le *Comité des Surtensions* de la CIGRE s'est réuni l'après-midi du même jour, à Bâle également, pour permettre aux spécialistes qui s'intéressent aux deux domaines en question d'assister — en partie du moins — aux deux réunions. Celle du Comité des Surtensions, avec 24 participants, s'est déroulée sous la présidence de M. Wedmore, Londres. Ce Comité avait pour tâche d'arrêter des définitions qui soient reconnues par tous les pays intéressés, puis de mettre au point des règles pour l'appréciation des parafoudres ainsi que les épreuves auxquelles il convient de les soumettre, en prenant comme base de discussion le rapport présenté par M. Berger à la session 1937 de la CIGRE et intitulé «Règles pour parafoudres».

Pour donner à nos hôtes étrangers une idée de la façon dont nous cherchons en Suisse à «dompter» les surtensions et à en déjouer les mauvais tours, les organisateurs avaient organisé, le lendemain 28 mai, une visite du laboratoire à haute tension installé en plein-air à Gösgen, où M. le Dr Berger exerce une bonne part de son activité au service de la Commission de l'ASE et de l'UCS pour l'étude des questions relative à la haute tension («Forschungskommission des SEV und VSE für Hochspannungsfragen», FKH).

Arrivés de Bâle, soit en train, soit en auto — par une pluie maussade malheureusement — les quelque trente visiteurs furent accueillis à Gösgen par le président de la commission sus-dite (FKH), M. Habich, chef de section aux Chemins de fer fédéraux à Berne, qui leur adressa la petite allocution suivante:

«Messieurs,

Au nom de la Commission suisse pour l'étude des questions relatives à la haute tension (Forschungskommission für Hochspannungsfragen, FKH), au nom de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, je vous souhaite la plus cordiale bienvenue. Nous sommes particulièrement honorés que vous soyez les premiers, Messieurs, vous tous spécialistes éminents à qui nous puissions faire voir notre nouvelle station d'essai, et je vous remercie d'avoir bien voulu accepter notre invitation.

Vous savez tous, je pense, que M. le Dr Berger s'est attaqué, il y a douze ans déjà, à la mesure des surtensions d'origine atmosphérique à l'aide de l'oscillographe cathodique (système Dufour, Paris). Aujourd'hui, ces études sont plus ou moins terminées, mais l'activité de M. Berger ne continue pas moins à s'exercer dans un domaine analogue; en effet, notre commission vient de créer — il y a quelques mois seulement — une station pour les essais de choc, qui permet entre autres de contrôler les parafoudres dans des conditions pratiquement identiques à celles qui se présentent dans les réseaux. Pour cela, nous disposons, en dehors des installations normales pour réaliser des essais de choc, de lignes aériennes de différentes longueurs en connexion avec le réseau de la Société anonyme Aar-Tessin (ATEL); le raccordement de notre station d'essai à un grand réseau nous permet d'examiner tout spécialement l'effet de réallumage des parafoudres, sous la tension de service. A cette occasion, permettez-moi de remercier la Société ATEL — et tout