Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

Band: 32 (1954)

Heft: 8

Artikel: Stand der Entwicklung und Verarbeitung von Kunststoffen

Autor: Suhner, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-874485

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: 09.12.2025

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

Es zeigt sich, dass die Einschaltung von Induktivitäten offenbar wirtschaftlich nicht tragbar ist.

Schaltet man zwischen die Grobfunkenstrecke und die Schmelzsicherung eines Kabelüberführungspunktes eine Induktivität, so entsteht nach Ansprechen des Ableiters infolge der steilen Stromfront eine grosse Spannung an der Induktivität, wodurch die Grobfunkenstrecke ansprechen kann und die Schmelzsicherung entlastet ist. Eine Induktivität von etwa 40 μH wirkt bei Steilheiten von mehr als 100 A/μs, wenn die Grobfunkenstrecke auf 4 kV eingestellt ist.

Diese Massnahme erfordert eine Änderung der Sicherungskasten und ist praktisch noch nicht erprobt.

leurs noyaux ne soient pas saturés par les grands courants qui surviennent.

On voit que l'adjonction d'inductances n'est pas avantageuse, économiquement parlant.

En intercalant entre l'éclateur du coupe-circuit et le fusible d'un point de transition aéro-souterrain une inductance, on obtient une tension élevée à l'inductance par suite du front raide du courant après le fonctionnement du parafoudre, ce qui permet à l'éclateur du coupe-circuit de fonctionner sans que le fusible soit détérioré. Une inductance de 40 μH environ réagit pour des pentes de plus de 100 A/μs, lorsque l'éclateur du coupe-circuit est réglé à 4 kV.

Cette mesure exige une modification des armoires de protection, et n'a pas encore été essayée pratiquement.

Stand der Entwicklung und Verarbeitung von Kunststoffen *)

Von *G. Suhner*, Herisau 679.5

Die Kunststoffe und das Wissen um deren Eigenschaften und Verarbeitung sind heute so verbreitet, dass es nicht einfach ist, Fachleuten der Elektrobranche in einem Kurzreferat über dieses weite Gebiet zu berichten, ohne dass einfach Bekanntes wiederholt wird oder dass man sich in technischen Einzelheiten verliert, die nur wenige interessieren. Das Referat setzt daher das Grundlegende als bekannt voraus und beschränkt sich auf die folgenden Punkte: Eine übersichtliche Darstellung der Entwicklung und der Produktion, eine praktisch bewährte Systematik, Behandlung der wichtigsten Kunststoffe und Verarbeitungsmethoden. Dabei sollen besonders die in der Elektrotechnik gebräuchlichen Materialien hervorgehoben werden und chemische Zusammenhänge unberücksichtigt bleiben.

Die Kunststoffe sind, trotz ihres Namens, längst *keine Ersatzstoffe* mehr. Diese Tatsache ist zu einem Teil das Verdienst der erfahrenen, seriösen Verarbeiter, die – nur scheinbar gegen ihre eigenen Interessen – in der stürmischen Entwicklung immer wieder bremsen und die Verarbeiter davon abhalten mussten, Kunststoffe dort einzusetzen, wo sie sich nicht eigneten. Der materialgerechte Einsatz ist auch heute noch von grösster Bedeutung. Er wird sogar um so wichtiger, je rascher die Entwicklung fortschreitet und je lauter von allen möglichen Seiten das Hohelied der Kunststoffe gesungen wird, weil dadurch die Übersicht allzu leicht verlorengeht. Trotz dieses Vorbehaltes dürfen wir heute ohne Übertreibung vom *Zeitalter der Kunststoffe* sprechen.

Ein Blick auf Figur 1 soll dies bestätigen. Die hyperbolische Kurve stellt die Welterzeugung an Kunststoffen, exklusive Kautschuk, in den letzten 50 Jahren dar, ferner die Hauptträger der Entwicklung, welche die Kurve progressiv nach oben gesteuert haben, und zwar von etwa 0,02 Millionen Tonnen im Jahre 1900 auf 1,6 Millionen Tonnen, also das nahezu 100fache, im Jahre 1953.

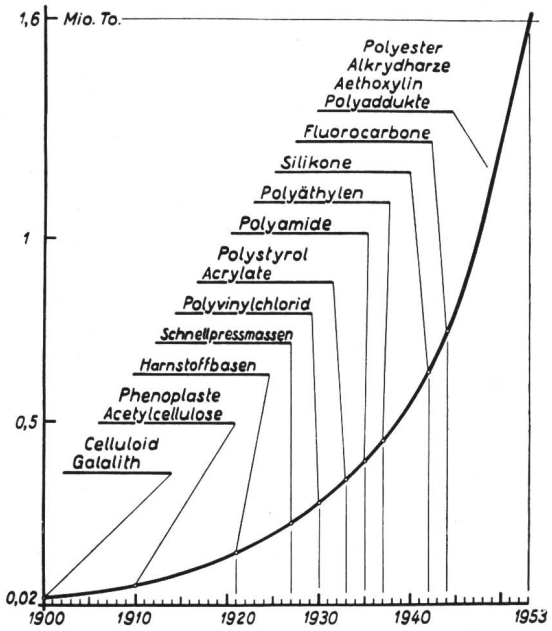

Fig. 1. Welterzeugung von Kunststoffen

Bis 1910 waren im wesentlichen nur Zelluloid- und Kaseinkunststoffe bekannt; dann traten die Phenolpressmassen auf und das Zelluloseazetat als Spritzguss-, Film- und Plattenmaterial. Ein weiterer Schritt waren 1921 die Harnstoffharze, während die für die Technik wichtigeren Melaminharze erst seit 15 Jahren bekannt sind. Ein bedeutendes Ereignis war 1927 die Einführung der Schnellpressmassen, welche erst die bisher üblichen Hartgummi- und Asphaltpressmassen zu verdrängen vermochten und die Begriffe Kunstharz und Kunststoff richtig populär machten. Die weitere Entwicklung verlagerte sich nun mehr

*) Vortrag, gehalten an der 13. Schweizerischen Tagung für elektrische Nachrichtentechnik in St. Gallen, am 18. Juni 1954.

auf das Gebiet der Thermoplaste, und es folgten Schlag auf Schlag 1930 Polyvinylchlorid, zuerst als Ersatz für Kautschuk, 1933 das Polystyrol und die Methylmetakrylate. In das Jahr 1935 fiel die Geburt der Polyamide, die in den Vereinigten Staaten von Amerika zuerst als Nylonfaser, in Deutschland als Spritzguss-Werkstoff Igamid Verbreitung fanden. Im Jahre 1937 brachten die Imperial Chemical Industries das Polyäthylen heraus. Ab 1942 entwickelten sich die verschiedensten Formen der Silikone und seit 1944 die Fluorokarbone. Seither wurden wieder eher härtbare Kunststoffe forciert, wie zum Beispiel die ungesättigten Polyesterharze, Alkydharze und Polyaddukte.

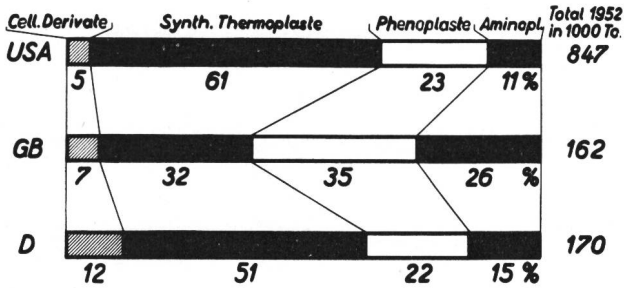

Fig. 2. Prozentuale Verteilung der Kunststofferzeugung

Figur 2 zeigt eine interessante und bisher nicht veröffentlichte Gegenüberstellung der Produktionsverteilung auf die verschiedenen Kunststoffgruppen in den USA, in Deutschland und Grossbritannien. Wir entnehmen daraus die erstaunliche Tatsache, dass in den USA, die heute über die Hälfte der gesamten Welterzeugung bestreiten, der prozentuale Anteil der Thermoplaste gegenüber den Phenoplasten und Aminoplasten viel grösser ist als in Westdeutschland und Grossbritannien, welch letzteres etwa unseren Verhältnissen entsprechen dürfte. Es hat dies seinen Grund darin, dass Marktstruktur, Verarbeitungskosten, Anforderungen an das Aussehen, Dauerhaftigkeit usw. in den USA wesentlich anders sind als in Europa und im besondern als bei uns.

Es hat sich immer mehr herausgestellt, dass die für den Praktiker übersichtlichste und bewährteste *Einteilung der Kunststoffe* diejenige ist, bei der drei dem *Verhalten* nach verschiedene Gruppen aufgestellt werden:

1. Die *Wärme-härtbaren Kunststoffe*, für welche die Kunststoff-Normenkommission des Vereins schweizerischer Maschinenindustrieller (VSM) den erstmaligen und meines Erachtens einzig zutreffenden Ausdruck in Vorschlag bringen wird: *die Thermostarren.*
2. Die *Thermoplaste*, also die in der Wärme plastisch werdenden Kunststoffe.
3. Die *Elastomere*, deren Hauptvertreter die auf Natur- oder synthetischem Kautschuk aufgebauten Kunststoffe sind.

Die *härtbaren Kunststoffe* sind im wesentlichen Polykondensationsprodukte. Dies trifft lediglich auf die Polyaddukte nicht zu, die sonst aber ebenfalls in diese Gruppe einzureihen sind. Weil wir uns hier mit diesen letzteren nicht näher befassen können, seien lediglich einige wichtige Vertreter genannt, die schon weitgehend bekannt sind. Es sind dies Araldit, Polyurethan, Vulcollan, Moltopren.

Die *Thermoplaste* anderseits sind im allgemeinen Polymerisationsprodukte mit reversibler Verarbeitungsmöglichkeit. Es gibt aber auch hier Grenzgebiete, wie zum Beispiel die Polyamide, bei denen im Verlauf der Fabrikation sowohl Polykondensation als auch Polymerisation auftreten, die aber trotzdem, einschliesslich der Fasern, eindeutig zu den Thermoplasten zu zählen sind.

Die *Elastomere*, auf die hier nicht näher eingetreten werden kann, zeigen während der Verarbeitung vorerst ein thermoplastisches Verhalten, während der Endprozess, die Vulkanisation, eine Art Wärmehärtung ist, die beim Hartkautschuk am deutlichsten zum Ausdruck kommt. Dieser Prozess ist, wie bei den Thermostarren, nicht reversibel, die Werkstoffe sind also chemisch ebenfalls weitgehend umgewandelt.

Ein wichtiger Faktor in der technischen Entwicklung der letzten Jahre ist der, dass es jetzt auch möglich ist, verschiedene Kombinationen zwischen Thermostarren, Thermoplasten und Elastomeren herzustellen.

Wir wollen nun im folgenden die für die Elektrotechnik und insbesondere die Schwachstromtechnik wichtigsten Vertreter der beiden ersten Kunststoffgruppen, ihre typischen Eigenschaften und besonders die neuentwickelten Werkstoffe und Verarbeitungsmethoden näher betrachten.

In der Gruppe der härtbaren Kunststoffe, der *Thermostarren*, sind die Phenoplaste immer noch die weitaus wichtigsten Vertreter. Seit der Einführung der Schnellpressmassen im Jahre 1927 sind viele weitere Verbesserungen verwirklicht worden. Neben den traditionellen Phenoformaldehyd-Holzmehl-Pressmassen, des Typs H.POP nach VSM, sind hier vorerst die Materialien mit anderem Harzträger zu erwähnen, wie Asbest, organische Fasern, Zellstoffschnitzel, Textilschnitzel, Glimmer für verlustarme und wärmebeständige Typen, Graphit für Lagerkörper und sodann die Papier- und Gewebebahnen. (Trotz einer gewissen Feuchtigkeitsaufnahme sind ja die zuletzt erwähnten Schichtstoffe gerade in der Schwachstromtechnik für dünne Zwischenlagen noch stark verbreitet, weil sie gegenüber Thermoplastfolien und -platten dem Nachteil des Kriechens, des sogenannten kalten Flusses, nicht unterworfen sind.)

In letzter Zeit hat man besonders mit zwei neuen Zusatzstoffen vorzügliche Erfahrungen gemacht, mit den Glasfaser-gefüllten Pressmassen, durch die man interessanterweise höhere Festigkeiten erreicht als zum Beispiel mit Nylonfaser-gefüllten, sowie den längst ersehnten halbelastischen Qualitäten, denen durch Zusatz von Natur- und synthetischem Kaut-

schuk, zum Beispiel Hycar (Butadien-Mischpolymerisat mit Akrylnitril und Styrol), eine erhöhte Schlagfestigkeit und ein bemerkenswert neuartiger Charakter gegeben werden konnte. Dies hatte jedoch automatisch eine erhöhte Temperaturabhängigkeit zur Folge. Dieses Material kann, im Gegensatz zu den Schnitzelpressmassen, mit den normalen Presswerkzeugen verarbeitet werden. Das macht seinen Einsatz wesentlich interessanter, indem ein Stück, das vorerst in H.POP vorgesehen war und für das später auf ein schlagfesteres Material übergegangen werden muss, fabriziert werden kann, ohne dass die Herstellung neuer Presswerkzeuge nötig wird.

In der Verarbeitung konnte vorerst durch die Einführung des heute allgemein bekannten, in Herisau aber schon 1932 vollkommen unabhängig entwickelten Spritzpressverfahrens ein wesentlicher Fortschritt erzielt werden. In Deutschland streitet man darüber, ob man Spritzpress- oder Preßspritzverfahren sagen soll oder gar Kanalspritzverfahren. Wir haben in der Anwendung von Fremdwörtern weniger Hemmungen und tun am besten daran, uns dem internationalen Sprachgebrauch anzupassen und ganz einfach vom *Transferverfahren* zu sprechen. Es können damit gut durchgebackene Teile hergestellt werden, wie dies früher nicht möglich war, seien es nun sehr massige oder auch sehr zerklüftete Preßstücke mit langen Einpress-Metallteilen. Ein weiterer Schritt war vor rund zehn Jahren die Einführung der *Hochfrequenz-Vorwärmung*, durch die eine Verbesserung der elektrischen Eigenschaften und der Festigkeit erreicht werden konnte und die erst die rasche Entwicklung des Transferverfahrens ermöglichte. Dank einer Reihe weiterer Verbesserungen ist es möglich geworden, den steigenden Anforderungen der Industrie an die mechanische, elektrische, chemische und Tropenfestigkeit weitgehend zu entsprechen.

Andere wichtige härtbare Kunststoffe sind die *Aminoplaste*, Harnstoff-, Melamin- und Phenol-Melamin-Preßstoffe, von denen sich besonders die letzteren wegen der guten Isolations- und Kriechstromfestigkeit steigender Bedeutung erfreuen.

In der Gruppe der Thermostarren ist im weitern auf ein neueres Material hinzuweisen, auf die *Alkydharz-Pressmassen*, die durch die erhöhte elektrische und Wärmefestigkeit ein Verbindungsglied mit der Gruppe der keramischen Werkstoffe darstellen. Leider werden bei diesem Material die kurze Formschliess und -backzeit und die andern guten Eigenschaften durch einen sehr hohen Anschaffungspreis wettgemacht.

Ferner machen heute die ungesättigten *Polyesterharze* viel von sich reden, die sowohl als Giessharze für Isolatoren und Wicklungen als auch als Harze für die Bindung von Glasfaservliesen in Platten oder in gewissen Rahmen auch im Formverfahren Bedeutung erlangt haben. In unserem Lande ist daneben besonders das *Äthoxylinharz Araldit*, ein den Polyesterharzen ähnliches Polyaddukt, bekannt geworden, das auch als Kleb- und Lackrohstoff interessante Möglichkeiten eröffnet hat.

Eine Abhandlung über Kunststoffe wäre – auch wenn sie nur ein Spezialgebiet erfasst – nicht abgerundet, wenn nicht auch die *Lacke* erwähnt würden. Die Kunstharzlacke umfassen ein riesiges Gebiet, auf das hier nicht näher eingetreten werden kann. Es seien aber immerhin, ausser den klassischen härtbaren Tränk- und Spritzlacken, die Polyvinylazetale genannt, die besonders in der Schweiz für Lackdrähte stark verbreitet sind.

Damit verlassen wir die Thermostarren und wenden uns den *Thermoplasten* zu. In diese Gruppe müssen, obschon es keine reinen Kunststoffe, sondern abgewandelte Naturstoffe sind, nach Aufbau, Verarbeitung und Verhalten auch die

1. *Zellulosederivate* gezählt werden. Wie wir gesehen haben, standen sie auch historisch an erster Stelle. Dazu gehören heute vor allem die Spritzgussmassen Zelluloseazetat, Azetobutyrat und Aethylzellulose, denen wegen ihrer vorzüglichen mechanischen Eigenschaften, die sie auch als Strangpress-Werkstoffe geeignet machen, eine eher steigende Bedeutung zukommt. Sie können durch Änderung des Weichmachergehaltes den Anforderungen weitgehend angepasst werden. Ein Nachteil bei der Verwendung als Isoliermaterial ist eine gewisse Wasseraufnahme.
2. Die nächste wichtige Gruppe, die vor allem im Nachrichtenwesen und auch hier wieder vorwiegend in der Spritzgusstechnik gewaltige Verbreitung gefunden hat, bilden die besonders elektrisch hochwertigen *Polystyrole*. Sondertypen gestatten heute die Verwendung bis nahezu 100 ° C, also weit über die den meisten Thermoplasten eigene Temperaturgrenze hinaus. In letzter Zeit haben sich die Mischpolymerisate mit Butadien gut eingeführt, weil sie die klassischen Vorteile des Polystyrols mit hoher mechanischer Festigkeit verbinden. Neuestens hört man sogar von Glasfasergefülltem Polystyrol, über das aber noch keine Erfahrungen vorliegen. Durch eine nachträgliche Wärmebehandlung, das Tempern, ist es übrigens gelungen, auch bei normalem Polystyrol Spannungen, die zu Brüchen führen können, weitgehend zu beseitigen.
3. Die dritte wichtige Gruppe sind die *Vinylpolymerisate* und Mischpolymerisate. Erwähnt sei hier vor allem das Polyvinylchlorid, das in der Elektrotechnik als Kabelisoliermaterial nicht mehr wegzudenken ist. Durch den Einsatz neuer Weichmacher und intensiverer Aufarbeitungsmethoden konnten in letzter Zeit sowohl die elektrischen als auch die mechanischen und thermischen Eigenschaften spürbar verbessert werden. Neben der Verarbeitung des mit Weichmachern vermischten oder harten Polyvinylchlorids auf Schnecken- oder Strangpressen zu Profilen wird auch hier gelegent-

lich die Spritzguss-Verarbeitung angewendet; es sind ihr aber wegen der Salzsäureabspaltung gewisse Grenzen gesetzt. Wichtiger ist daher die Herstellung von Folien und Platten im Walzverfahren, wie zum Beispiel Kunstleder, Bekleidungsfolien, Bodenbeläge.

4. Bekannte Kunststoffe für Spritzguss, Warmverformung und spanabhebende Verarbeitung sind die *Akrylate*, die aber in der Elektrotechnik keine grosse Bedeutung haben. Fälschlicherweise werden sie immer wieder als Plexiglas bezeichnet, was jedoch nur eine Fabrikmarke für eine ganz bestimmte Qualität ist.

5. Auch die *Polyamide* finden in der Schwachstromtechnik ausser für scheuerfeste Kabelmäntel wegen ihrer Wasseraufnahme wenig Verwendung, haben aber sonst in den letzten Jahren nicht nur als Textilfasern, sondern auch in der Technik weitgehend Eingang gefunden, weil man mit ihrer unglaublichen Bruch- und Abriebfestigkeit bei gleichzeitig sehr hohem Schmelzpunkt ungeahnte Möglichkeiten erschliessen konnte. Es sei hier an Zahnräder, Schaltnocken, Gleitstücke erinnert. Ein Nachteil bei der Spritzguss-Verarbeitung ist der, dass das sehr dünnflüssig werdende Material in die feinsten Formfugen eindringt, die so entstandenen Gräte aber sehr schwierig zu entfernen sind. Es ist interessant, am Beispiel der Polyamide festzustellen, wie sehr die Definitionen der Eigenschaften relativ sind: In der Textilindustrie haben die Polyamidfasern nicht nur wegen der enormen Reissfestigkeit die grösste Bedeutung erlangt, sondern weil sie «kein Wasser aufnehmen». Als Isoliermaterial dagegen sind sie praktisch unbrauchbar, gerade wegen der grossen Wasseraufnahme von bis zu 5 % (die übrigens für die mechanische Festigkeit wichtig ist).

6. Ein für die Elektrotechnik und besonders für die Fernmeldetechnik äusserst wichtiger Thermoplast ist das *Polyäthylen*, das zuerst für die Kabelisolierung entwickelt wurde. Man darf behaupten, dass die Alliierten den Krieg nicht mit der Atombombe, sondern durch das Polyäthylen gewonnen haben, das durch seine vorzüglichen elektrischen Werte erst die Radartechnik ermöglichte. Auch dieses Material wird heute oft im Spritzguss-Verfahren verarbeitet, allerdings mehr für Gebrauchsartikel. Daneben wird es auf Strangpressen zu Schläuchen geblasen, die besonders für Verpakkungszwecke Verwendung finden. Am Rande sei hier noch die für Kunststoffe neuartige Verarbeitung zu Hohlkörpern, wie z. B. Flaschen, durch ein Blasverfahren erwähnt, das entweder stranggepresste oder Spritzgussrohlinge zum Ausgang hat. Es wird immer wieder behauptet, Polyäthylen sei unangreifbar und ohne Geruchabgabe. Man prüfe dies gerade einmal mit Kosmetikflaschen dieser Art nach, und man wird dabei mit Erstaunen feststellen, dass das Eau de Cologne schon sehr bald nach Kunststoff und das Polyäthylen nach Eau de Cologne riecht, auch wenn es noch so gut gereinigt wird. An diesem aus vielen herausgenommenen Beispiel möchte ich nur zeigen, wieviel leider in der Kunststoffpropaganda übertrieben wird. Und wenn ich als alter Praktiker mit dieser Abhandlung nur eines bieten könnte, dann wäre es dieser Rat: Erkundigen Sie sich nicht in erster Linie beim Produzenten oder in einem in der Fachpresse erschienenen Artikel, der Ihnen über einen Kunststoff das Blaue vom Himmel verspricht. Fragen Sie doch auch Ihren alten Lieferanten, den Verarbeiter. Der weiss zwar auch nicht alles, aber er ist wenigstens nicht darauf angewiesen, Ihnen seinen eigenen Kunststoff anzupreisen. Er verfügt vielmehr über ein ganzes Sortiment von Werkstoffen, die er kennt. Auf Grund seiner Erfahrung und der Kenntnis des Verwendungszweckes wird es ihm somit möglich sein, den Verbraucher zu beraten und das für diesen Bestgeeignete herauszusuchen. Dies ist ein Prinzip, das in der Firma des Verfassers stets hochgehalten wurde.

   Zur Ehrenrettung des Polyäthylens muss allerdings nach dem soeben Ausgeführten noch ergänzt werden, dass es bei richtiger Anwendung und Verarbeitung tatsächlich einer der besten Werkstoffe für den Korrosionsschutz ist, für den es entweder in Plattenform oder durch das noch in den Kinderschuhen steckende Flammspritz-Verfahren eingesetzt wird. Ausser diesen beiden Auftragungsmöglichkeiten gibt es heute noch das Sinterverfahren, bei welchem der Kunststoff (ausser Polyäthylen auch Polyvinylchlorid, Polyamid usw.) in pulverförmigem Zustand auf Metallteile aufgeschmolzen wird.

7. Die neueste, wichtigste Gruppe unter den Thermoplasten sind die *Fluorokarbone*, wie Teflon, Hostaflon. Es sind dies fluorhaltige Polymerisate, die extremste dielektrische Festigkeiten mit höchster Temperaturbeständigkeit und praktischer Unlöslichkeit gegen alle Chemikalien verbinden. Die Verarbeitungsmethoden sind aber noch nicht voll entwickelt, und es seien hier vorerst lediglich gewisse Kabelisolationen sowie aus Folien oder Stäben auf mechanischem Wege hergestellte Teile erwähnt (z. B. Hochfrequenzstecker).

8. Eine ebenfalls noch nicht abgeschlossene Entwicklung ist für die *Silikone* typisch, die nicht nur hier, unter den Thermoplasten, sondern, je nach ihrem Aufbau, auch unter den Thermostarren und Elastomeren einzureihen sind. Die Silikonverbindungen finden heute vorerst hauptsächlich als Lackrohstoffe, Öle und Silikonkautschuk Verwendung, wobei die grosse Wärmebeständigkeit und eine verblüffende Konstanz der Eigenschaften über einen grossen Temperaturbereich die Hauptvorzüge sind. Dagegen sind auch hier die mechani-

schen Eigenschaften noch nicht gut. Im engern Kunststoffgebiet ist die Bedeutung der Silikone noch verhältnismässig klein.

9. Es wäre hier der Vollständigkeit halber noch eine Reihe von Polymeren zu erwähnen, die besonders für die Lack- und Klebstoffherstellung sowie für die Fabrikation der heute in starker Entwicklung begriffenen Schaumkunststoffe Bedeutung haben. Dies würde aber im Rahmen der vorliegenden Arbeit zu weit führen.

Anhand von Figur 4 soll versucht werden zu zeigen, wie sich die Fortschritte im Material und in der Verarbeitungstechnik auf die Entwicklung eines bestimmten Konstruktionsteiles auswirken können. Es betrifft dies hier den bekannten Mikrotelephongriff. Wir sehen in Figur 4a das bis etwa 1930 verwendete Modell, das ohne Mikro- und Telephonkapsel aus 17 Einzelteilen bestand. Der Preßstoffgriff Modell 1931 (Figur 4b) bestand aus 4 Einzelteilen und zwei eingepressten Drähten, welche ein mehrstufiges Pressverfahren

THERMOSTARRE		THERMOPLASTE		ELASTOMERE	
Press- und Transferverfahren	*Phenoplaste* mit verschiedenen Harzträgern Kombinationen mit Elastomeren *Aminoplaste* Harnstoff Melamin *Alkydharze*	Spritzguss-, Strangpress-, Walzverfahren	*Zelluloseazetat* Azetobutyrat Äthylzellulose *Polystyrole* und Mischpolymerisate *Vinylpolymerisate* Polyvinylchlorid *Akrylate* *Polyamide* Nylon, Grilon *Polyäthylen* *Fluorokarbone*	Form-, Walz-, Strangpress-, Lösungsverfahren	*Natur-* und synthetische *Kautschuke* *Silikonkautschuk*
Giess- und Schichtverfahren	*Polyester-* und *Äthoxylinharze*				
Lösungen Dispersionen	*Silikone* und diverse *Lackharze*	Lösungen Dispersionen	*Silikone* und diverse Lack- und Klebstoff-Kunststoffe		

Fig. 3 Tabellarische Zusammenstellung der 3 Kunststoffgruppen, ihrer wichtigsten Vertreter und der Verarbeitungsmethoden

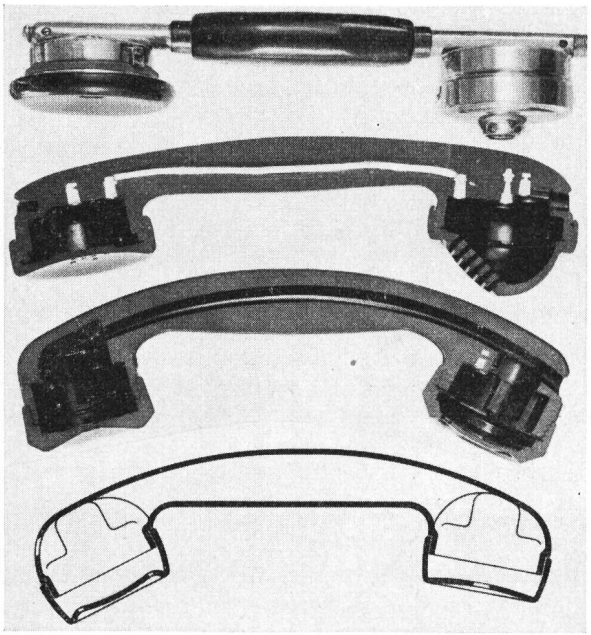

Fig. 4. Entwicklung des Mikrotelephongriffes (Werkphoto Suhner & Co. AG., Herisau)

erforderten. Die Figur 4c stellt das heute gebräuchliche Mikrotelephon Modell 46 dar, das nur noch aus 3 Teilen besteht. Die Fabrikation dieses Stückes mit durchgehender Bohrung wurde erst durch die Entwicklung des Transferverfahrens möglich. Die Figur 4d stellt eine noch mögliche Entwicklung dar: Ein Mikrotelephon kleinsten Gewichtes, aus 2 verkitteten Thermoplasthälften, und zwar würde dies kaum Grilon oder ein anderes Polyamid sein, sondern eher Zelluloseazetat oder Polystyrol. Diese Konstruktion ist heute ohne weiteres möglich, in Deutschland für private Stationen schon ausgeführt worden, dürfte aber unseren mit vollem Recht höher geschraubten Anforderungen bis auf weiteres noch nicht entsprechen.

In den Figuren 5...7 sind noch einige neuere Pressteile gezeigt, mit denen demonstriert werden soll, wie durch die Ausnützung aller konstruktiven Möglichkeiten eine Menge von Funktionen in einem einzigen Formstück vereinigt und dadurch viele Einzelteile eingespart werden können.

Es besteht im übrigen immer mehr die Tendenz – und das fällt nebenbei an den beigegebenen

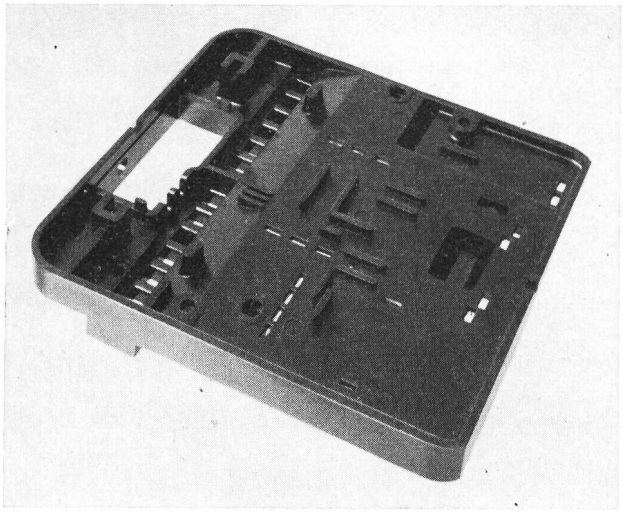

Fig. 5. Kunststoff-Pressteil (Werkphoto Suhner & Co. AG., Herisau)

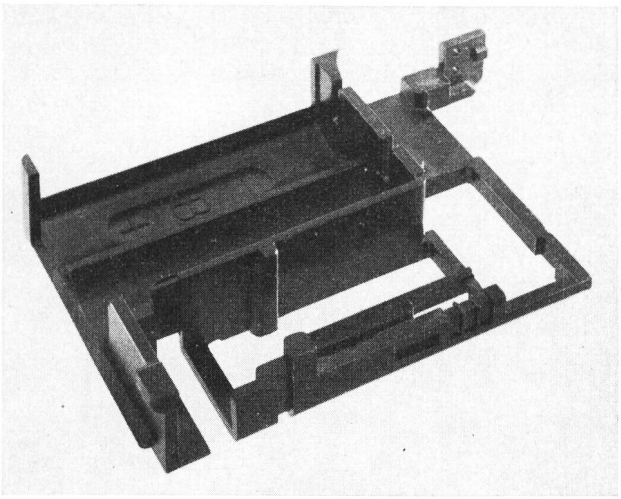

Fig. 6. Kunststoff-Pressteil (Werkphoto Suhner & Co. AG., Herisau)

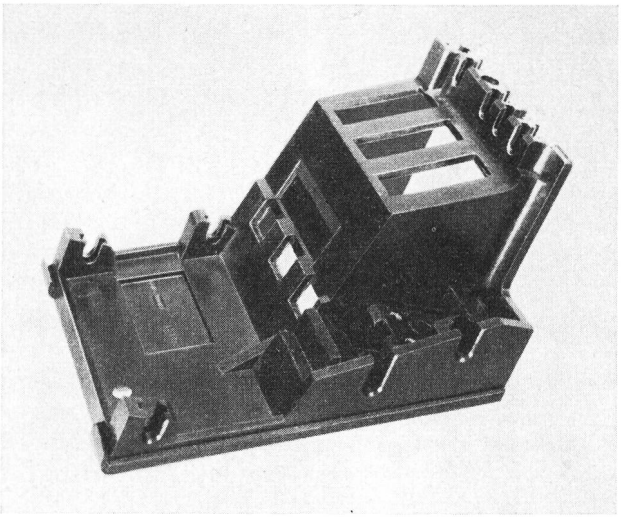

Fig. 7. Kunststoff-Pressteil (Werkphoto Suhner & Co. AG., Herisau)

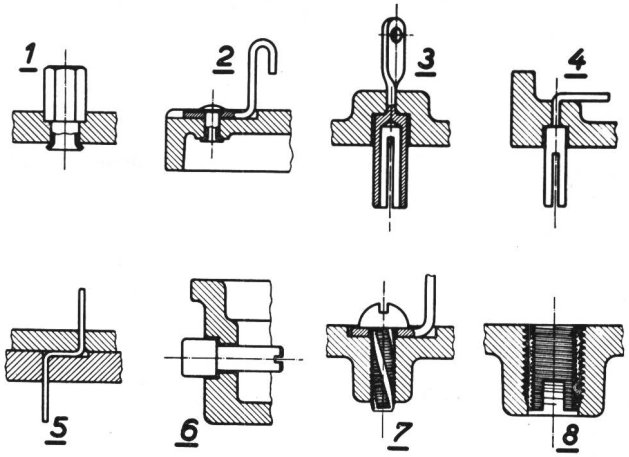

Fig. 8. Nachträgliche Befestigung von Metallteilen an Kunststoff-Formstücken

Figuren auf –, die Metallteile nachträglich zu montieren, statt sie einzuformen, weil dadurch billigere, zuverlässigere und vielseitigere Preßstücke erhältlich sind. Was einst als Vorzug der Kunstharzpressteile gegenüber anderen Isolierstücken galt, kann heute der Rationalisierung geopfert werden. Für das nachträgliche Montieren von Metallteilen bestehen mehrere, zum Teil erst in letzter Zeit eingeführte Möglichkeiten, weshalb diese in Figur 8 etwas ausführlicher dargestellt sind.

Wir sehen unter 1) das Befestigen von runden oder Sechskantbolzen mit Bördelrand, unter 2) das Montieren einer Kontaktlamelle mit Hohlniete. In beiden Fällen wird der Pressluftnieter den Eigenschaften der Kunststoffe am besten gerecht. Unter 3) und 4) ist die Befestigung durch Verdrehen und Umbiegen von Lötlappen dargestellt und unter 5) die Halterung durch eine Zweiteilung des Preßstückes, die sehr empfohlen werden kann. Gut bewährt hat sich auch das unter 6) angedeutete Einkitten von Metallteilen aller Art mit Resinolkitt oder Araldit, wobei jedoch immer auf einen ausreichenden Raum für den Klebstoff geachtet werden muss. Im weiteren sei hier an die Verwendung von selbstschneidenden Schrauben (7) oder neuartigen Muttern erinnert, die ausser dem normalen Innengewinde ein selbstschneidendes Aussengewinde und Schlitze als Verdrehungsschutz aufweisen (8). Beides ist heute im Handel erhältlich.

Die vorliegende Abhandlung wäre nicht vollständig, wenn nicht noch auf drei neue Verfahren hingewiesen würde, die für eine Reihe von Kunststoffen anwendbar sind:

1. Das *Vakuum-Aufdampfverfahren*, durch das die Herstellung metallischer, leitender Überzüge in sehr eleganter Weise gelöst wurde, sei es nun für Dekorationszwecke oder für Abschirmungen.

2. Das *Vakuum-Formverfahren*, das aus dem Warmziehverfahren entstand und heute für verschiedene harte Kunststoffolien anwendbar ist.

3. Schliesslich gehört hierher als Verarbeitungsverfahren in weiterem Sinne auch die Anwendung sogenannter *gedruckter Schaltungen* beim Bau von Miniaturelektronikapparaten. Dabei werden auf sehr verschiedene Arten metallische Verbindungen, Kondensatoren, Induktivitäten, Widerstände usw. auf Kunststoffteile aufgetragen.

Die Entwicklung neuer Kunststoffe und die Verbesserung der Verarbeitungsmethoden werden wohl etwa im bisherigen Tempo weitergehen, und das ist gut so. Denn immer noch ist der ideale Werkstoff, bei dem die Verbesserung einer Eigenschaft nicht durch die Verschlechterung einer andern erkauft werden muss, nicht gefunden worden, aber – er wird kommen.

Adresse des Verfassers: *G. Suhner*, dipl. Ing. ETH
i. Fa. Suhner & Co. AG., Kabel-, Kautschuk-, Kunststoffwerke, Herisau

Neue Kabel-Messgeräte

Von *Robert Kallen*, Bern

621.317.7 : 621.315.2

Der ständige Ausbau unseres Leitungsnetzes und die immer grösser werdenden Ansprüche an die Leistungsfähigkeit der Anlagen bedingen notgedrungen erhöhte Anforderungen an den Unterhaltsdienst. So ist man heute beispielsweise zufolge des Standes der Entwicklung im Zentralen- und Stationsbau gezwungen, in den Orts-Linienanlagen, ausser den Gleichstrom-Eigenschaften, auch den Sprach-Übertragungseigenschaften vermehrte Aufmerksamkeit zu schenken, wobei vor allem die Nebensprechwerte interessieren.

Zur Erfüllung der vermehrten Aufgaben, die den Bau- und Betriebsdiensten überbunden sind, ist eine fortlaufende Ergänzung und Anpassung des Apparateparkes unumgänglich. Die Forschungs- und Versuchsanstalt der PTT-Verwaltung, in deren Aufgabenkreis die Beschaffung von tragbaren Messeinrichtungen fällt, hat in den Jahren seit der Veröffentlichung des letzten Berichtes[1]) für den Baudienst drei neue Messgeräte entwickelt, die im folgenden kurz beschrieben werden.

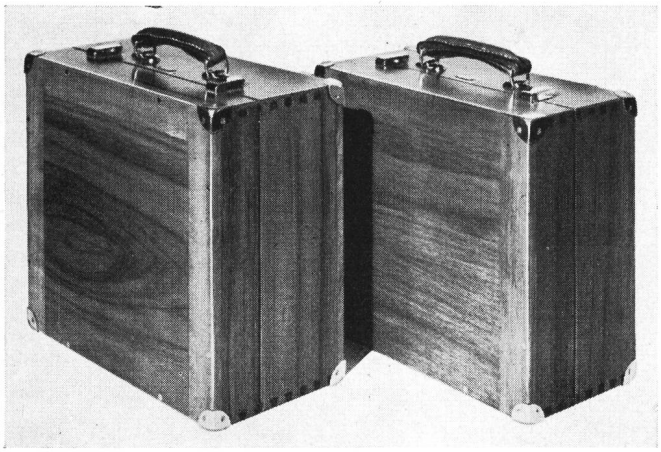

Fig. 1. Kabel-Messeinrichtung Modell 52, zweiteilig
Instrument de mesure des câbles modèle 52, en deux parties

1. Kabel-Messeinrichtung, Modell 1952

Dieses Gerät dient, wie alle seine Vorläufer, zur Messung der Gleichstrom-Eigenschaften der Linien-

[1]) Vgl. Techn. Mitt." PTT 1951, Nr. 7, S. 271 ff.

Nouveaux instruments de mesure des câbles

Par *Robert Kallen*, Berne

L'agrandissement constant du réseau des lignes téléphoniques et les exigences sans cesse croissantes imposées à la capacité des installations obligent le service d'entretien à fournir des prestations accrues. Par exemple, du fait de l'état actuel du développement dans la construction des centraux et des stations, on est obligé, dans les installations de lignes locales, de vouer une attention plus grande non seulement aux caractéristiques à courant continu, mais aussi à celles de la transmission de la parole, pour lesquelles les valeurs diaphoniques présentent un intérêt particulier.

Pour que les services de construction et d'exploitation puissent remplir les tâches plus nombreuses qui leur sont dévolues, il est nécessaire de compléter et d'adapter constamment les appareils. Le laboratoire de recherches et d'essais de l'administration des PTT, dont l'une des obligations réside dans l'acquisition des instruments de mesure portatifs, a développé au cours des années qui ont suivi la publication du dernier rapport[1]) trois nouveaux appareils de mesure pour le service de construction. L'exposé ci-après en donne brièvement la description.

1. Appareil pour l'essai des câbles, modèle 1952

Comme tous ses prédécesseurs, cet appareil est destiné à mesurer les caractéristiques à courant continu des installations de lignes, ainsi qu'à localiser les dérangements. Bien que, actuellement, on emploie en général davantage les galvanomètres à spots comme indicateurs de courant, on est revenu pour cet appareil au principe du galvanomètre à aiguille. L'application du principe des spots n'a pas donné entière satisfaction pour les appareils de mesure utilisés en campagne, parce que, spécialement lorsque la lumière du soleil est éblouissante ou dans la neige, il faut prendre des mesures spéciales pour mieux distinguer les spots. On s'est accommodé du grand encombrement et du poids élevé du galvanomètre; en revanche, le lourd système de galvanomètre à aiguille est moins sensible aux courants induits; en outre, il est robuste et facile à réparer.

[1]) Voir le Bulletin technique PTT 1951, nº 7, page 271 et suivantes.