

Kunststoff-Taschenbuch, 1936, Auszüge

AUSZÜGE AUS:

**Kunststoff-
Taschenbuch**

von Dr. F. Pabst



VERLAG PHYSIK G.M.B.H., BERLIN-DAHLEM

- 1936 -

II. Spritzgußmassen

Die Spritzgußmassen sind seit etwa 15 Jahren in der Technik eingeführt. Es haben sich bisher nur wenige Rohstoffe für diese Verarbeitungsmethode als geeignet erwiesen.

Zur Verwendung gelangen:

1. Azetylzellulosemassen,
2. Benzylzellulosemassen,
3. Vinylverbindungen.
 - a) Poly-Akrylsäureester,
 - b) Polystyrol.

a) Arbeitsverfahren.

Das Verfahren der Verarbeitung von organischen Massen auf dem Wege des Spritzgusses wurde aus dem Metallspritzgußverfahren entwickelt. Die Rohstoffe werden in körnigem Zustande in einem Zylinder erwärmt, so daß sie plastisch werden. Dann werden sie durch einen Kolben in die kalte Form gedrückt. Hierbei erstarren die nur in der Wärme plastischen Stoffe, so daß der fertige Gegenstand sofort der Form entnommen werden kann.

b) Maschinen.

Zahlreiche Maschinen sind im Gebrauch, welche alle gewisse Vorzüge besitzen.

1. **Spindelpresen.** Jede Spindelpresse kann zur Herstellung von Spritzgußteilen Verwendung finden, wobei sowohl die senkrecht stehende Spindel als auch die waagrecht stehende geeignet ist. Die Schnelligkeit, mit der eine Spindelpresse arbeitet, ist zwar von der Ganghöhe des Gewindes stark abhängig, doch gilt allgemein, daß diese Maschine am langsamsten arbeitet.
2. **Die Friktionspresse** arbeitet im Prinzip genau wie die Spindelpresse, nur gestattet der mechanische Antrieb ein schnelleres Schließen und Öffnen der Form.
3. **Gasdruckmaschinen.** Eine besondere Stellung nehmen diejenigen Spritzgußmaschinen ein, welche den Druck durch komprimierte Gase erzeugen. Es gibt auch Ausführungen, welche statt des Gasdrucks Wasserdruck verwenden. Das System beider Maschinen ist jedoch das gleiche.
4. **Automaten.** In neuester Zeit wurden Maschinen entwickelt, welche durch Motorantrieb den zum Einpressen der plastischen Massen notwendigen Druck erzeugen. Hierbei dient eine

exzentrisch befestigte Kurbelstange als Druckübermittler. Diese Maschinen wurden soweit vervollkommen, daß sie ganz automatisch arbeiten.

c) Herstellung und Eigenschaften der Spritzgußmassen.

1. Azetylzellulosemassen

Deutsche Rohstoff-Handelsnamen: Trolit W.

Herstellung. Azetylzellulosemassen werden nach dem deutschen Reichspatent 393873 hergestellt. Die reine Azetylzellulose eignet sich nicht zum Verspritzen, da Zersetzungspunkt und Erweichungspunkt zu nahe beieinander liegen. Deshalb wird die Azetylzellulose in eine beständigere Masse überführt, indem man chemische Stoffe der verschiedensten Art zusammen mit ihr auf heißen Walzen verknetet. Die Azetylzellulose bildet mit diesen Stoffen eine homogene Mischung, d. h. die Azetylzellulose ist in dem Mischprodukt nicht wiederzuerkennen, jedoch durch Extraktion der zugesetzten chemischen Stoffe, also auf physikalischem Wege, wiederzugewinnen.

Das Mischprodukt, welches als Azetylzellulose-Spritzgußmasse in den Handel kommt, erweicht unter Druck schon unter dem Siedepunkt des Wassers. Bei der Verarbeitung im Spritzgußverfahren ist es aber nötig, die Temperatur auf 120 bis 150° zu steigern.

Eigenschaften.

| | |
|---|----------------------------|
| Spezifisches Gewicht (je nach Farbe und Sorte) | ca. 1,4 |
| Biegefestigkeit | 300—550 kg/cm ² |
| Schlagbiegefestigkeit | 15—30 cmkg/cm ² |
| Druckfestigkeit | 575 kg/cm ² |
| Zerreißfestigkeit | 350 kg/cm ² |
| Kugeldruckhärte | 600 kg/cm ² |
| Wärmefestigkeit (Martens) | ca. 50° C |
| Wärmeleitfähigkeit Kal/cm × sec × C° × 10 ⁻⁵ | 50—60 |
| Lin. Wärmeausdehnungskoeffizient λ × 10 ⁻⁶ | 130 |
| Widerstand im Innern | 500 000 M.O. |
| Oberflächenwiderstand | 300 000 M.O. |
| Dielektrizitätskonstante (800 Hertz) E | 6,0 |
| Verlustwinkel tg δ | 0,028 |
| Elektr. Durchschlagfestigkeit | 45 KV/mm |

Azetylzellulosemassen sind in:

| | |
|--------------------|-------------|
| Alkalien | unbeständig |
| Alkohol | unbeständig |
| Aether | unbeständig |

| | |
|------------------------------------|------------------|
| Benzol | unbeständig |
| Benzin | beständig |
| Chlorkohlenwasserstoffen | unbeständig |
| Ester | unbeständig |
| Ketonen | unbeständig |
| Mineralölen | beständig |
| Pflanzenölen | beständig |
| Säuren und Laugen | unbeständig |
| Terpentin | beständig |
| Wasser | schwach quellend |

Benzyzellulose

Deutsche Rohstoff-Handelsnamen: Trolit B C.

Herstellung. Diese Masse wird durch Einwirkung von Benzylchlorid auf Zellulose bzw. Alkalizellulose erhalten. Sie unterscheidet sich in ihrem Verhalten von der Azetylzellulose dadurch, daß sie ohne alle Zusätze nach dem Spritzgußverfahren verarbeitet werden kann. Es besteht aber auch die Möglichkeit, durch geeignete Zusätze eine plastische Masse herzustellen, die bezgl. des Erweichungspunktes, der Festigkeit usw. besonderen Wünschen entspricht. Die Verarbeitung der Benzylzellulosemassen geschieht unter gleichen Bedingungen wie die der Azetylzellulosemassen.

Eigenschaften.

| | |
|---|------------------------|
| Spezifisches Gewicht | 1,22 |
| Wärmefestigkeit nach Martens | 55° |
| Wärmefestigkeit nach Vikat | 80° |
| Biegefestigkeit (Normalstab) kg/cm ² | ca. 700 |
| Schlagbiegefestigkeit (Normalstab) cmkg/cm ² | ca. 75 |
| Widerstand im Innern direkt | > 3 Million |
| 4 Tg. 80% F. | 800 000 M.O. |
| 4 Tg. 100% F. | 500 000 M.O. |
| Dielektrizitätskonstante E 1 Million Hertz | 3,5 |
| 800 Hertz | 2,96 |
| Verlustwinkel tg δ 1 Million Hertz | 110 · 10 ⁻⁴ |
| 800 Hertz | 48 · 10 ⁻⁴ |
| Reißfestigkeit kg/cm ² | 390 |
| (bestimmt an Flachstäben von 5 mm) | |
| Dehnung % | ca. 6 |
| Druckfestigkeit kg/cm ² | ca. 500 |
| (bestimmt an Würfeln von 10 mm Kantenlänge) | |
| Elastizitätsmodul kg/cm ² | ca. 25 000 |
| (bestimmt durch Biegeversuch an Normalstäben) | |

3. Polyakrylsäureester

Deutsche Rohstoff-Handelsnamen: Plexigum, Stabul.

Eigenschaften. Polyakrylsäureester ist glasklar. Im Handel ist er mit verschiedenen Eigenschaften und zwar weichgummiartig, hartgummiartig und glasähnlich hart. Zur Herstellung von Spritzgussteilen wird er in körnigem Pulver geliefert. Hauptsächliche Verwendung zu Kabel-Ummantelung.

4. Polystyrol

Deutsche Rohstoff-Handelsnamen: Trolitul.

Das Polystyrol ist etwa seit 6 Jahren in die Spritzgußtechnik eingeführt. Deutsche Fabrikmarken: Trolitul.

Herstellung. Das Polystyrol ist ein reiner Kohlenwasserstoff, besteht also nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Dadurch erklärt sich, daß es dem Paraffin, seinen chemischen und dielektrischen Eigenschaften sehr nahe steht. Seine mechanische Festigkeit ermöglicht seine verbreitete technische Verwendung.

Die Verarbeitung von Polystyrol erfolgt bei 130—150° C. Jedoch sind besondere Rücksichten zu nehmen, die bei den allgemeinen Verarbeitungsvorschriften nachzulesen sind.

Eigenschaften.

| | Trolitul rein | Trolitul Si *) | |
|--|------------------------|-------------------|----------------------|
| Spezifisches Gewicht | 1,05 | 1,2—1,65 | |
| Biegefestigkeit | 1100 | 950—700 | kg/cm ² |
| Schlagbiegefestigkeit | 20 | 10—5 | cmkg/cm ² |
| Druckfestigkeit | 950 | | kg/cm ² |
| Zerreißeigenschaft | 400 | | kg/cm ² |
| Kugeldruckhärte | 1100 | | kg/cm ² |
| Wärmefestigkeit nach Martens | 65 | 74—85 | °C |
| Wärmeleitfähigkeit | | | |
| kal/cm × sec × C°. | 38 × 10 ⁻⁵ | | |
| Lin. Wärme-Ausdehnungs- | | | |
| Koeffizient λ | 102 × 10 ⁻⁶ | | |
| Widerstand im Innern | > 3 Million | > 3 Million | M.O. |
| Oberflächen-Widerstand | > 3 Million | > 3 Million | M.O. |
| Dielektrizitäts-Konstante | 2,3 | 3,25—3,4 | |
| Verlustwinkel tg δ (bei 1 Mill. Hertz) | 0,0002 | 0,00083—0,0014 | |
| Elektrische Durchschlagfestigkeit | 50 | | KV/mm |

*) Es sind drei Trolitul Si im Handel, deren Eigenschaften stufenweise verschieden sind.

Polystyrol ist in:

| | |
|----------------------------------|-------------|
| Alkalien | beständig |
| Alkohol | beständig |
| Aether | unbeständig |
| Benzol | unbeständig |
| Benzin | unbeständig |
| Chlorkohlenwasserstoff | unbeständig |
| Ester | unbeständig |
| Keton | unbeständig |
| Mineralöl | beständig |
| Pflanzenöl | beständig |
| Säuren | beständig |
| Terpentin | unbeständig |
| Wasser | beständig |

d) Anwendungsgebiete der Spritzgußmassen.

Hochfrequenz-Technik: Detektorknöpfe, Kondensatorgehäuse, Skalenscheiben, Röhrensockel, Drosselspulen, Tragescheiben, Isolierbrücken, Federplatten, Grundplatten, Isolierperlen.

Niederspannungs-Technik: Akkumulatorkästen, Separatoren, Akkumulatorenstopfen, Einführungstüllen, Schaltersockel, Drücker, Muttern, Grubenlampen-Glocken.

Schwachstrom-Technik: Sprechtrichter, Mikrofon-Einsprachen, Spannrings, Schaltblocks, Klemmleisten, Klingelknöpfe, Spulenkörper, Skalenscheiben, Birnenschalter, Eichelschalter, Auslösetasten.

Messapparatebau: Wassermesser-Rädchen, Zeiger, Ziffern, Triebrollen, Zahlenrollen, Meßdosen.

Möbelindustrie: Fenstergriffe, Türgriffe, Möbelgriffe, Schlüsselbuchsen, Schlüsselschilder, Gardinenquasten, Laufrollen-Gehäuse.

Medizinische Artikel: Hörkapseln, Saugmasken, Membranen, Augenprothesen, Injektionsspritzen, Mundstücke für Spritzen.

Maschinenbau: Melkbecher, Bezeichnungsschilder.

Haushaltwaren: Salz- und Pfefferstreuerkappen, Salz- und Pfefferstreuer, Salz- und Senflöffel, Schuhlöffel, Deckel für Senfgläser.

Optische Industrie: Brillenmittelteile, Brillenbügel, Leseglassfassungen, Lupenfassungen, Riefelrohre, Brillenetuis, Kompaßgehäuse, Stativköpfe, Schutzbrillen, Gasmaskengläser.

Sanftäre Artikel: Zahnbürstenstiele, Thermometerhülsen, Irrigatorenteile, Augentropfgläser, Modellzähne, Scheiben für Ersatzzähne, Zahnstocherhülsen.

Pharmazeutische und Parfümerie-Industrie: Tubenverschraubungen, Flaschenverschraubungen, Flaschenkapseln, Puderdosen, Salbendosen, Lippenstiftgehäuse, Flaschenringe, Behälter für Tabletten, Tropfpipetten, Trichter, Tropfkorken.

Bekleidungs-Industrie: Anhänger, Gürtelschließen, Knöpfe, Schnallen, Fingerhüte, Hosenträgerbügel, Schlaufen, Kragenknöpfe.

Schmuck-Industrie: Armreifen, Armbandteile, Broschen, Ringe.

Devotionalien: Kruzifixe, Medaillen, Rosenkranzperlen.

Raucherbedarf: Zigaretten- und Zigarren-Beißkiele, Zigaretten-Mundstücke, Hülsen für Zigarettenspitzen, Entnikofinisierungspatronen, Zigarettenetuis, Etuisschalen, Menthol-Zigarettenspitzen.

Spielwaren und Sportartikel: Würfel, Puppenteile, Schachfiguren, Signalpfeifen, Spielmarken, Flügelteile, Flügelspannen für Flugzeuge, Golftees, Golfstift-Tees, Golfplatten-Tees, Trillerpfeifen.

Stahlwaren-Industrie: Messerschalen, Schraubenzieher-Griffe, Messergriffe, Bandmaßgehäuse, Gehäuse für Rasierapparate, Spiegelgriffe.

Uhrenindustrie: Zeiger, Ziffern, Uhrendeckel.

Schreibwaren- und Bürobedarf: Füllfederhalterteile, Klipskappen, Abschlußkappen, Drehstiftkörper, Bleistiftschoner, Bleistiftspitzer, Radiergummihülsen, Tintenfässer, Farbnapfchen, Dosen für Schreibmaschinenbänder, Anfeuchter, Schreibdüsen-Büchsen.

e) Hilfsmittel zur Verarbeitung von Spritzgußmassen.

Heizung. Es ist zunächst gleichgültig, auf welche Weise das Spritzgußmaterial so weit erwärmt wird, daß es die zum Verspritzen notwendige Plastizität erreicht. Bei denjenigen Maschinen, welche senkrecht arbeiten, bei denen also der Kolben das Material senkrecht in die darunter stehende Form drückt, ist eine Gasbeheizung möglich und auch üblich. Der Nachteil der senkrecht stehenden Bauart liegt darin, daß beim Öffnen der Form aus der praktisch nicht verschließbaren Düse das erwärmte Material von selbst ausfließen kann.

Selbstverständlich kann der Rohstoff auch auf elektrischem Wege erwärmt werden, indem ein Heizband um den Zylinder gelegt wird. Steht hochgespannter Wasserdampf zur Verfügung, so kann auch dieser zur Erwärmung des Zylinderinhaltes herangezogen werden. Ein Vorteil dieser Methode besteht darin, daß eine Erhitzung des Rohstoffes über die Dampftemperatur hinaus nicht möglich ist.

Um eine Ueberhitzung bei Gas- oder elektrischer Beheizung zu vermeiden, wird eine indirekte Beheizung häufig vorgezogen. Sie besteht darin, daß der Zylinder in ein Ölbad eingebettet wird, das seinerseits mit Gas oder auf elektrischem Wege beheizt wird. Bei elektrischer Beheizung ist selbstverständlich auch die Anwendung eines Thermostaten möglich, so daß die Temperatur einmal eingestellt, sich selbsttätig auf einer bestimmten Höhe erhält.

Grundsätzlich ist darauf zu achten, daß Ueberhitzung des Rohstoffes in jedem Falle zu einer Schädigung des Endproduktes führt:

1. **Azetylzellulosemassen** spalten bei Ueberhitzung Essigsäure ab, die das Eisen des Zylinders angreift. Dadurch wird eine Verfärbung der Masse herbeigeführt, so daß an der Verfärbung die Ueberhitzung kenntlich ist. Die durch Zersetzung der Azetylzellulose entstandene Essigsäure macht das fertige Spritzstück elektrisch minderwertig. Bei der Verwendung in Berührung mit Kupfer oder Messing tritt Korrosion auf.
2. **Benzylzellulosemassen** neigen weniger zur Zersetzung, so daß Temperaturüberschreitungen nicht so bedenklich sind.
3. Bei **Polystyrol** tritt durch wesentliche Ueberschreitung der Spritzgußtemperatur (gewöhnlich 130° C) eine Zersetzung ein, die schwer erkennbar und deshalb besonders gefährlich ist. Polystyrol spaltet bei Ueberhitzung Styrol ab, ein leicht flüchtiges Produkt, das in Polystyrol gelöst bleibt, um später aus dem fertigen Spritzgußstück langsam zu entweichen. Damit ist eine Raumverminderung am Spritzgußstück verbunden, die bei dem harten Material zu Spannungen führt. Durch Erschütterung oder durch starke Temperaturschwankungen lösen sich die Spannungen später aus, indem größere Risse oder zum mindesten ganz feine Haarrisse am Fertigstück entstehen; erstere können zur völligen Zerstörung des Spritzgußstückes führen. Außerdem führt zu heißes Verspritzen sehr oft zu Stücken, welche eine schlierige oder glimmerähnliche Oberfläche zeigen, was ebenfalls auf Zersetzung des Rohstoffes zurückzuführen ist.
4. **Polyakrylsäureester.** Zur Verarbeitung ist eine höhere Erwärmung nötig, die zwischen 150 und 200° C liegen kann.

f) Formenbau.

Lose Formen finden Verwendung, jedoch selten z. B., wenn viele Metallteile schwierig einzubetten sind. Die Beschickung der Maschine erfolgt dann jeweils mit einer außerhalb der Maschine zusammengebauten Form.

Eingebaute Formen sind die Regel. Sie sind mit der Maschine fest verbunden.

Einfach-Formen enthalten nur ein Spritzgußteil. Sie sind bei großen Gegenständen nicht zu umgehen.

Mehrfach-Formen enthalten viele Spritzgußteile. Sie werden bei kleinen Spritzgußteilen bis zu mehrhundertfachen hergestellt.

Zweiteilig sind alle Spritzguß-Formen.

Mehrteilig werden die Formen erst, wenn Metallteile eingebettet werden sollen oder ein Spritzgußteil mit komplizierter Gestalt hergestellt wird.

g) Richtlinien für die Verarbeitung von Spritzgußmassen.

Grundsätzlich gelten für alle Spritzgußmassen folgende Richtlinien beim Preßteil-Entwurf und Formenbau:

1. Die Schnelligkeit des Spritzgußvorganges ist begrenzt durch
 - a) die Möglichkeit der Anwärmung der Spritzgußmasse,
 - b) die Geschwindigkeit der Abkühlung des Spritzgußteils.
Dünne Wandung des Preßteils beschleunigt das Herstellungsverfahren.
2. Die Größe der Düse, des Uebergangs von Heizzylinder zum Anguß ist abhängig von der Größe des Spritzgußteils. Die Düse regelt die Geschwindigkeit des Massedurchgangs.
3. Der Anguß ist immer kegelig zu halten, um ein leichtes Lösen von der Masse des Heizzylinder-Inhaltes zu ermöglichen.
4. Der Uebergang von Anguß zum Spritzgußstück ist so zu gestalten, daß ein leichtes Entfernen (wenn möglich Abbrechen von Hand) möglich ist.
5. Dickwandige Teile sind länger unter Druck zu halten als dünnwandige, da sonst Lunken entstehen oder die Oberfläche an einzelnen Stellen einfällt.
6. Spritzgußmassen haben einen großen Ausdehnungskoeffizienten. Sie schrumpfen beim Abkühlen auf einen Dorn stark auf. Alle Kerne sind deshalb 1—2% konisch zu halten.

7. Ein umflossener Kern gibt Anlaß zur Bildung einer Fließnaht gegenüber der Einflußstelle. Dort ist
 - a) die Temperatur der Form möglichst hoch zu halten,
 - b) der Form ein Sack anzusetzen, um einen Ueberlauf von Masse herbeizuführen, der vom fertigen Spritzgußteil abgebrochen wird.
8. Die Arbeitsgeschwindigkeit ist abhängig von
 - a) der Geschwindigkeit des Anwärmens des Rohstoffs,
 - b) der Wandstärke des Spritzgußteils.
9. Die notwendige Höhe der Erwärmung des Rohstoffes hängt ab
 - a) von dem zur Verfügung stehenden Druck (je höher der Druck, desto weniger flüssig kann die Masse gehalten werden),
 - b) von der Arbeitsgeschwindigkeit (je schneller der erwärmte Rohstoff vorwärts geschafft wird, desto weniger besteht die Gefahr der Ueberhitzung),
 - c) von den Eigenschaften des Rohstoffes. (Spritzgußmassen mit niedrigem Schmelzpunkt brauchen nicht so hoch erwärmt zu werden, wie solche mit hohem Schmelz- bzw. Erweichungspunkt.)

Nach Fertigstellung dieses Aufsatzes wird bekannt, daß „erweichte“ Mischpolymerisate (s. S. 33, 38, 75) sich ebenfalls nach dem Spritzgußverfahren verarbeiten lassen. Erweichte Mischpolymerisate sind solche, welche durch Zugabe von „Weichmacher“ eine mehr oder weniger dem Weichgummi ähnliche Beschaffenheit zeigen. Es besteht also nunmehr die Möglichkeit, weichgummiähnliche Gegenstände (z. B. hygienische Teile) nach dem Spritzgußverfahren zu erzeugen, so daß der Spritzguß-Industrie ganz neue Möglichkeiten offen stehen.

III. Vergußharz

Deutsche Rohstoff-Handelsnamen: Idonit, Trolon.

Die gleichen Phenolharze, welche zur Herstellung der Edelkunstharze dienen, werden auch als Vergußmassen verwandt. Sie sind in kaltem Zustande dem Kolophonium ähnlich, werden beim Erwärmen zunächst flüssig, dann fest.

Eigenschaften.

Die nachstehenden Werte beziehen sich auf das vergossene, also verformte und gehärtete Harz. Die angegebenen Werte können nur als Anhaltspunkt dienen, da sie von dem Harz selbst und der Art seiner Weiterbehandlung abhängig sind.

| | |
|---|----------------------------|
| Spezifisches Gewicht | 1,35 |
| Biegefestigkeit | 1200 kg/cm ² |
| Schlagbiegefestigkeit | 25—30 cmkg/cm ² |
| Zugfestigkeit | 600 kg/cm ² |
| Druckfestigkeit | 1300 kg/cm ² |
| Kugeldruckhärte | 1200 kg/cm ² |
| Lin. Wärmeausdehnungskoeffizient $\lambda \times 10^{-6}$ | 96 |
| Wärmeleitfähigkeit kal/cm \times sec \times C ⁰ $\times 10^{+5}$ | 20 |
| Wärmefestigkeit nach Martens | 55 ⁰ C |
| Glutsicherheit Gütegrad VDE | 3 |
| Oberflächenwiderstand direkt | ca. 10 000 |
| Widerstand im Innern direkt | ca. 200 000 |
| nach 4 Tagen bei 80% rel. Feuchtigkeit | 100—1000 |
| Verlustwinkel tg δ (800 Hertz) | 0,04 |
| Dielektrizitätskonstante | 7—8 |
| Durchschlagsfestigkeit KV/mm | ca. 30 |

Vergußharze sind gegen Feuchtigkeit, verdünnte Säuren, Alkohol, Benzin, Benzol, Oel, Ester usw. unempfindlich.

Verarbeitung.

Die Vergußharze werden in flüssigem Zustande in die gewünschte Form gegossen, die zweckmäßig aus Messing, Blei oder Glas besteht. Nach dem Einfüllen setzt man die Form in einen Kessel, der mit einer Luftpumpe verbunden ist, und erzeugt in dem ein geringes Vakuum, um Luftblasen aus dem zähflüssigen Harz zu entfernen. Dann kommt die Form in einen Heizschrank, dessen Temperatur langsam auf etwa 80⁰ gesteigert wird. Nach 24—48 Stunden ist das Harz erhärtet. Da es bei dem Härtevorgang etwas schrumpft, läßt es sich aus der Form leicht lösen.