

## Grilon als Kunststoff\*

Von Dr. R. GABLER

Holzverzuckerungs-AG., Domat/Ems

(Schluß)

### II. Die Verarbeitung von Grilon nach Spritzguß- und Strangpreßverfahren

Das bevorzugte Verfahren zur Herstellung von geformten Teilen aus Grilon ist das *Spritzgußverfahren*. Das Formpressen von Polyamiden macht große Schwierigkeiten und hat bis jetzt keine Bedeutung erlangt. Für die spanabhebende Verarbeitung bevorzugt man den Weg über Spritzguß- oder stranggepreßte Rohlinge, die

nachträglich bearbeitet werden. Grilon kann auf handelsüblichen Spritzgußmaschinen mit nur geringfügigen oder gar keinen Änderungen verarbeitet werden (Abb. 9). Selbstverständlich muß den Materialeigenschaften genauestens Rechnung getragen werden; diese Eigenschaften sind vor allem: die Neigung, Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen, die Dünflüssigkeit bei hohen Temperaturen und der scharfe Übergang vom dünnflüssigen zum festen Zustand.

Das Grilon kommt in luftdicht verschlossenen Behältern oder in Kunststoffbeuteln zu 5 kg Inhalt zum

\* Vortrag, gehalten am 7. November 1951 auf dem Fachkurs des Verbandes Schweizerischer Gummi- und Thermoplastindustrieller, Zürich. Teil I: *Chimia* 6, 77 (1952).

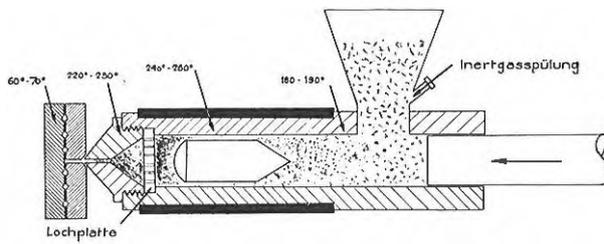


Abb. 9. Spritzgußmaschine, schematisch

Versand, und zwar mit einem Wassergehalt von ca. 0,1 %. Ohne besondere Vorsichtsmaßnahmen kann das Spritzpulver höchstens 1–2 Stunden an der Luft oder in der Maschine verweilen, weil es sonst wieder unzulässige Mengen Wasser aufnimmt. Mit feuchtem Pulver gespritzte Körper werden unansehnlich, sie erhalten eine fleckige, matte Oberfläche, gelegentlich sogar Lunkerstellen im Innern, und verlieren an Homogenität und Festigkeit. Grilon-Pulver, die länger als 2 Stunden offen an der Luft gestanden haben, sollte man deshalb keinesfalls direkt verspritzen, sondern erst noch einmal trocknen. Eine Trocknung bei 105° innert 12 Stunden in flach ausgebreiteter Schicht ist ausreichend, um das Pulver wieder einsatzfähig zu machen. Steht ein Vakuumtrockner zur Verfügung, so kann die Trockenzeit auf 4–6 Stunden gekürzt oder die Temperatur auf 80–90° gesenkt werden. Auch Angußreste oder sonstige Abfälle sollten zerkleinert und getrocknet werden, ehe sie gemeinsam mit Frischmaterial wieder verspritzt werden.

Wenn beim Spritzen von Grilon etwas Schwierigkeiten bereitet, so ist es in den meisten Fällen die Eigenschaft, daß die Schmelze bei hohen Temperaturen so sehr dünnflüssig ist. Mehr als bei anderen Thermoplasten neigen die Polyamidschmelzen dazu, zwischen Dichtflächen auszutreten und an der Düse nach dem Schuß nachzufließen. Besonders gefährlich ist das Zurücktreten von Schmelze hinter den Spritzkolben, weil das dort erstarrende, am Kolben haftende, zähe Material die Kolbengleitbahn beschädigen kann. Man achte deshalb auf gute Einpassung des Kolbens in den Zylinder. Das Kolbenspiel sollte bei mittleren Maschinen 5–10/100 mm nicht überschreiten. Das gleiche gilt übrigens auch für die Schneckenpressen, bei denen das Übel des Rückwärtsförderens gern in Erscheinung tritt. Allererste Voraussetzung für das Unterdrücken des Zurückpressens ist natürlich eine sorgfältige Anpassung der Heizleistung an Schußgewicht und Schußzahl, damit nicht unnötig viel Wärme zugeführt wird und die rückwärtigen Teile in der Nähe des Einfülltrichters übermäßig erhitzt werden. Schließlich kann man – wenn die bisher aufgeführten Maßnahmen nicht ausreichen – den Spritzkolben mit Druckluft oder Wasser von innen kühlen.

Das Nachfließen an der Düsenmase kann durch eine Packung von Filterplatten weitgehend unterdrückt werden. Eine geeignete Bohrung im Spritzkopf zur Aufnahme von drei bis vier solcher Filterplatten läßt sich an jeder Maschine leicht anbringen. Die Filterplatten

einer mittleren Maschine von 150–200 g Schußgewicht sollten 8 mm stark sein und Bohrungen von 0,8 mm besitzen. Die Lochzahl sollte gleich der maximalen Schußleistung dividiert durch 2 sein, also 100 Loch bei einer 200-g-Maschine. Wird die Schußleistung nicht voll ausgenutzt, so ist es zweckmäßig, zwei, drei oder vier Platten übereinander einzulegen, wobei man natürlich durch Paßstifte Sorge tragen muß, daß die Bohrungen genau übereinanderliegen. Es hat sich nicht bewährt, zusätzlich zu den Filterplatten noch Drahtsiebe vorzulegen. In der Maschenfeinheit, die notwendig wäre, eine bessere Filtrierwirkung als die Lochplatten zu erzielen, halten die Siebe den hohen Drücken und Spritzgeschwindigkeiten nicht lange stand. Bei den Schneckenpressen können dagegen solche Siebe mit großem Nutzen eingesetzt werden.

Eine völlige Versicherung gegen das Nachfließen von Schmelzgut nach dem Schuß gibt jedoch nur ein automatischer Außenverschluß oder eine sogenannte Selbstschlußdüse, wie sie von manchen Spritzmaschinenfabriken gebaut wird. Aber auch wenn man eine solche automatisch schließende Maschine besitzt, sollte man auf die Filterplatten nicht verzichten, da sie noch weitere wichtige Aufgaben zu erfüllen haben, nämlich Homogenisierung der Schmelze und Rückhaltung von nicht völlig verflüssigten Körnern der Spritzgußmasse.

Die Gefahr des nicht völligen Aufschmelzens ist bei Polyamiden größer als bei den übrigen Thermoplasten wegen der bereits einleitend erwähnten besonderen thermischen Eigenschaften, nämlich hoher, scharfer Schmelzpunkt, Kristallinität und ausgeprägte Schmelzwärme.

Über die Temperaturverteilung in Spritzgußmaschinen können für die Verarbeitung von Grilon keine allgemein gültigen Angaben gemacht werden, da die Betriebsbedingungen nicht allein von Bauart und Größe der Maschine, sondern noch von einer ganzen Reihe von Faktoren abhängen, darunter auch von den gestaltlichen Verhältnissen des Spritzlings. Die tiefstmöglichen Zylindertemperaturen bei geringer Belastung der Maschine und gedrungenen Formkörpern kommen nahe an den Schmelzpunkt des Grilons von 215° heran. Bei maximaler Beanspruchung der Maschine und komplizierten Formteilen mit dünnwandigen Stellen können Temperaturen von 240–250°, gelegentlich sogar 260° notwendig werden. Sehr wichtig ist eine einwandfreie Temperaturmessung, die am zuverlässigsten mit geeichten und kompensierten Thermoelementen realisiert werden kann. Bei den meisten handelsüblichen Maschinen älterer Bauart genügen die Meß- und Regeleinrichtungen nicht den Anforderungen, die die Polyamide in dieser Hinsicht stellen, und es ist sehr zu empfehlen, beim Übergang auf Polyamidmassen einige zusätzliche Meßstellen einzubauen, z. B. eine in Düsennähe und eine in der Nähe des Einfülltrichters. An dieser Stelle soll die Temperatur nicht mehr als 180–185° betragen, sonst können Störungen im Nachfluß des Materials eintreten. An der Düse sollte die Temperatur etwa gleich der Zylindertemperatur sein, eher

etwas niedriger, aber keinesfalls wesentlich höher als im Zylinder. Die Schmelze neigt dann sehr leicht zur Blasenbildung. Vor Beginn des Spritzens überzeuge man sich stets, daß die Schmelze frei von Blasen oder knötchenförmigen Verdickungen austritt und etwa die Konsistenz eines zähflüssigen Honigs besitzt. Enthält die Schmelze Blasen, so ist dies meist die Folge von Überhitzungen im Spritzzylinder oder aber die Folge von Feuchtigkeitsaufnahme des Spritzgußpulvers.

Die Spritzgußformen für Grilon sollten mit Kanälen für ein Heiz- bzw. Kühlmedium ausgerüstet sein, damit die Temperatur der Matrize auf etwa 60–70° gehalten werden kann. Eine zu kalte Matrize ergibt Spritzfehler, wie z. B. ungleichmäßige Oberfläche, eingefallene und mit inneren Spannungen behaftete Spritzkörper.

Die *Schrumpfung* der in der Form erstarrenden Masse ist bei Polyamiden größer als bei den amorphen Thermoplasten. Es darf deshalb die Nachdruckperiode nicht zu kurz gewählt werden. Sie sollte etwa die Hälfte bis zwei Drittel des ganzen Gußzyklus betragen. Dieser Mehrbedarf an Zeit läßt sich aber kompensieren durch Verkürzung der Einspritzzeit, was wegen der Dünnflüssigkeit des Grilons möglich und wegen der Gefahr des vorzeitigen Erstarrens der Schmelze sogar erwünscht ist. Insgesamt gesehen resultiert bei Polyamidspritzlingen keine längere Fertigungsdauer als bei gleichen Stücken aus anderen Thermoplastmaterialien. Die Gußkanäle in den Matrizen sollten nicht zu eng gehalten werden, damit die Schmelze nicht etwa dort vorzeitig erstarrt und das völlige Ausfüllen der Form verhindert.

Die Maßhaltung von Polyamidteilen ist nicht die von Metallen. Wenn in Kombination mit Metallen sehr genaue Einhaltung von Toleranzen gefordert wird, empfiehlt sich eine Nachbearbeitung der mit Übermaß gespritzten Rohlinge durch Drehen, Schleifen und Polieren. Eine nachträgliche Formänderung durch Quellung kann man weitgehend eliminieren, wenn man die Rohlinge wässert, trocknet und erst dann die Feinbearbeitung vornimmt. Die Dauer der Wässerung ist von der maximalen Wandstärke abhängig und sollte pro 3 mm Wandstärke einen Tag betragen. Ebenso lang, wie gewässert wurde, trocknet man dann bei 70° und dreht, schleift oder bohrt dann auf endgültige Dimensionen. Beim Drehen ist auf hohe Drehgeschwindigkeit und geringen Materialvorschub zu achten. Kühlung mit Seifenwasser oder Ölemulsionen kann nützlich sein, ist aber in den meisten Fällen nicht erforderlich. Das gleiche gilt für das Bohren.

Ein Verarbeitungsverfahren für Thermoplasten, das sich immer mehr in den Vordergrund schiebt, ist das *Strangpreßverfahren*. Wie die meisten Polyamide, so eignet sich auch das Grilon für die Verformung aus Schneckenpressen.

Was von der Spritzgußverarbeitung gesagt wurde, daß nämlich jede handelsübliche Maschine mit geringfügigen oder gar keinen Änderungen auf Polyamid gefahren werden kann, das gilt nun für das kontinuierliche

Strangpressen in keiner Weise. Das ist nicht überraschend, denn hier trifft ein an sich schon anspruchsvoller Kunststoff auf ein Verarbeitungsverfahren, bei dem auch von der maschinentechnischen Seite noch Fragen offen sind.

Von der *anwendungstechnischen Seite* betrachtet, ergeben sich sehr gute Möglichkeiten für Polyamide aus endlos gepreßten Profilen. Selbst wenn man sich nur auf die einfachsten Profile, wie Drähte, Bänder und Schläuche, beschränkt, gibt es bereits außerordentlich vielseitige Verwendungsmöglichkeiten. Ein besonders sinnfälliges Beispiel für einen werkstoffgerechten Kunststoffeinsatz bildet die *Kabelschutzhülle* mit Polyamidschläuchen; denn hier wird der Kunststoff auf seine hervorstechendsten Eigenschaften beansprucht, nämlich seine überragende Abrieb- und Knickbruchfestigkeit, die von anderen Kunststoffen nicht erreicht wird, wohingegen die schwächeren Eigenschaften, Quellung, Wärmeausdehnung usw., nicht nachteilig zur Geltung kommen können.

Von entscheidender Bedeutung beim Schneckenpressen von Grilon ist die Temperaturführung über die gesamte Maschinenlänge, soweit sie dem Materialtransport dient (Abb. 10). Wie wichtig dieser Punkt genommen

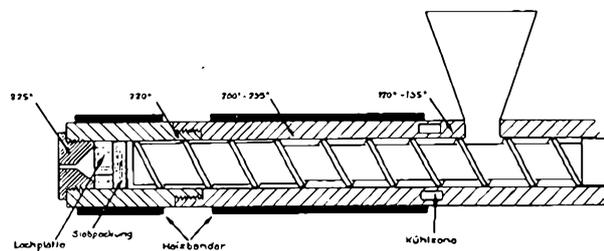


Abb. 10. Schneckenpresse, schematisch

wird, geht aus der Tatsache hervor, daß größere amerikanische Schneckenpressen bis zu sieben selbständig regelbare Heizelemente besitzen. Drei Heizbänder sind auf alle Fälle das Erstrebenswerte, auch bei kleinen Maschinen. Eine selbständige Spritzkopfheizung ist selbstverständlich. Leider werden immer noch Maschinen mit Heizelementen geliefert, ohne daß an dieser Stelle eine Temperaturmeßstelle vorgesehen wäre. Es ist auch außerordentlich schwierig, nachträglich noch Thermomeßgeräte einzubauen, da die Heizbänder die ganze interessierende Fläche abdecken und natürlich nicht verletzt werden dürfen. Und dabei wäre es ein leichtes, von vornherein ein oder zwei Löcher im Heizband auszusparen und es dem Benutzer freizustellen, ob er dort die Maschine zur Aufnahme eines Thermoelementes anbohren will oder nicht. Die Unterbringung der notwendigen Meßstellen auf die ganze Maschinenlänge bereitet oft nicht wenig Kopfzerbrechen. Aber es ist unerlässlich, sich über den Temperaturverlauf vom Fülltrichter bis zur Düse genaue Kenntnisse zu verschaffen. Dies gilt nicht nur für das Strangpressen von

Polyamiden, sondern von scharf schmelzenden Plastics ganz allgemein. Es genügt aber nicht nur die Temperaturmessung, sondern man muß auch die Möglichkeit besitzen, die Temperatur in den entscheidenden Zonen der Maschine nach Wunsch einzustellen. Vorläufig stehen zumeist nur Maschinen zur Verfügung, die für leicht plastifizierbare Massen, wie PVC, Celluloseacetat und ähnliche, gebaut sind, d. h. mit relativ kurzem Massezylinder. Da man bei Polyamiden mit der Temperatur in der Schmelzzone hoch hinauf muß, stoßen sich Heiß und Kalt sehr eng im Raume. Man muß Kühlzonen zu Hilfe nehmen, die nicht leicht regelbar sind, und es entstehen zu starke Temperaturgefälle auf kurze Distanz. Die Amerikaner bevorzugen längere Maschinen für Polyamide, haben bequem Platz für zwei oder mehr Heizzonen auf dem Schneckenzyylinder und können eine besondere Kühlvorrichtung in der Nähe des Einfülltrichters entbehren.

Besondere Sorgfalt ist bei Schneckenpressen der Temperaturmessung und -regelung zu widmen. Thermometer als Meßinstrumente sind nicht allein wegen der Zerbrechlichkeit, sondern wegen der bei den hohen Meßtemperaturen notwendigen Korrekturen und der schlechten Wärmeübergangsverhältnisse nicht zu empfehlen. Es ist anzustreben, absolute Temperaturen zu messen; denn nur dann ist eine Verständigung im Sinne eines Erfahrungsaustausches möglich. Am zweckentsprechendsten sind Thermoelemente. Diese sollten einigermaßen mechanisch stabil sein, mit der zu messenden Wandstelle in unverrückbarem Kontakt stehen und leicht abnehmbar sein, damit sie bei Demontagen nicht im Wege sind. Sehr gut bewähren sich Thermofühler, die entsprechend Abb. 11 aufgebaut sind. Die Eisenkonstantandrähte sind in

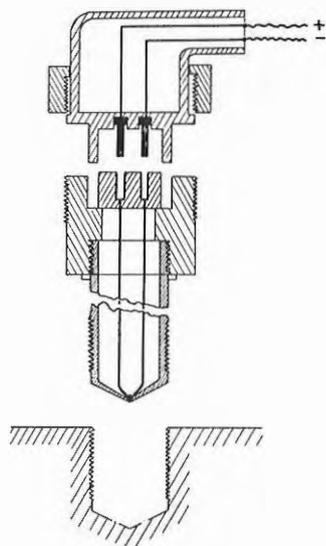


Abb. 11. Thermoclement

einem 6-mm-Stahlrohr geführt. Das Rohr endet in einer Kegelspitze, in der die Lötstelle aus Eisen-Konstantan untergebracht ist. Die zu messende Wandstelle ist kegelförmig mit gleichem Winkel ausgebohrt, und mittels

zweier Gewinde am Fühler und im Mantel kann die Lötstelle in die Wandvertiefung eingepreßt werden. Die Thermodrähte werden isoliert zurückgeführt zu einem versilberten Spezialstecker. Auf diese Weise ist es ebenso bequem möglich, die Kompensationsleitung vom Thermofühler zu trennen, wie auch den Fühler selbst auszubauen. Kompensationsleitungen und eine geregelte Kaltlötstelle sind unerlässlich, um von Temperaturdifferenzen im Raum absolut unabhängig zu sein.

Die Thermofühler dienen der Temperaturmessung einerseits und der Regelung der Heizbänder andererseits. Es ist sehr zu empfehlen, die Temperaturen mit Hilfe eines Mehrfachschreibers zu registrieren. Auf diese Weise erleichtert man sich die Versuchsarbeit ungemein und hat für die Produktion eine wertvolle Kontrolle, zumal ja die Maschinen für Tag- und Nachtbetrieb prädestiniert sind. Als Temperaturregler sind gewöhnliche Fallbügelregler mit nicht allzulanger Schaltperiode brauchbar. Man erzielt damit ohne weiteres eine Temperaturkonstanz von  $\pm 1^\circ$ . Ob diese Genauigkeit bei der Verarbeitung von Grilon wirklich gefordert werden muß, oder ob vielleicht  $\pm 2^\circ$  auch noch toleriert werden können, sei dahingestellt. Dazu liegen noch nicht genug Erfahrungen vor. Sicher ist jedoch, daß einfache Bimetallthermostaten nicht ausreichen, um bei feinen Profilen die notwendige Konstanz der Durchmesser bzw. Filmstärken sicherzustellen.

Auf die Bedeutung der Meß- und Regeleinrichtungen muß mit allem Nachdruck hingewiesen werden, weil, wie die Erfahrung zeigt, der weitaus größte Teil der Betriebschwierigkeiten temperaturbedingt ist. Man könnte wohl von der chemischen Seite her die Strangverarbeitung von Grilon erleichtern, indem man den Kunststoff mehr plastifiziert. Man muß sich aber Rechenschaft darüber geben, daß eine solche Plastifizierung durch Weichmacher oder Copolymerisation mit anderen Komponenten nicht ohne Einbuße an mechanischen Eigenschaften und chemischer Beständigkeit geschehen kann. Bei weichgemachtem Grilon würde außerdem die Gefahr bestehen, daß der Weichmacher wandert, entweder heraus oder bei Kombinationsüberzügen in andere Kunststoffschichten hinein und dort eventuell unübersichtliche Komplikationen verursacht. Wenn trotzdem eine spezielle weiche Grilon-Sorte erwähnt wird, die entwickelt wurde, um diesen Kunststoff aus Lösung auf Lacke und Folien verarbeiten zu können, so geschieht dies nur interessenthalber, aber nicht, um diese Sorte für das Schneckenpressen zu empfehlen. Grilon gehört von Natur aus zu den mittelharten Polyamidtypen und seine Plastizität ist ausreichend, um es betriebssicher auf Strangpressen verarbeiten zu können, sofern sie mit den vorhin erwähnten Meß- und Regeleinrichtungen versehen sind.

Abb. 12 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine Förderschnecke bewährter Type. Als Schneckenform hat sich am besten eine solche mit progressiver Gewindetiefe bewährt. Ob eventuell auch eine progressive Schneckensteigung Vorteile bietet, kann vorläufig noch nicht

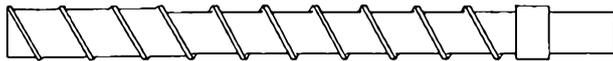


Abb. 12. Förderschnecke für Polyamide

entschieden werden. Die Meinungen hierüber gehen noch sehr auseinander. Genau wie bei den Spritzgußmaschinen ist eine Lochplatte unmittelbar vor der Düse sehr von Nutzen. Sie erfüllt mehrere Aufgaben:

1. filtert sie Fremdkörper heraus und hält nicht völlig plastifizierte Teile solange zurück, bis sie geschmolzen sind;
2. dient sie der Homogenisierung der Schmelze;
3. erhöht sie den Staudruck vor der Düse, was zur Vergleichmäßigung der Förderung und Unterdrückung von Blasen von Nutzen ist.

Durch Auflegung von Sieben kann der Staudruck noch erhöht werden, was besonders dann notwendig ist, wenn große Düsenquerschnitte verwendet werden.

Der Raum vor der Filterplatte sollte so klein wie möglich gehalten werden, damit der Schmelze möglichst wenig Zeit gelassen wird, wieder *Blasen* zu bilden.

Als Ursachen für die Blasen kommen dreierlei in Frage: *Feuchtigkeit* in den Schnitzeln – dies ist die häufigste Ursache – *Lufteinschluß* bei zu geringem Staudruck oder unterbrochenem Materialfluß und als dritte Ursache *Zersetzungsprodukte* infolge zu hoher Temperaturen im Schneckenzyylinder oder Gußkopf.

Die drei wesentlichen Abschnitte der Schneckenpresse sind Spritzkopf, Schmelzzone und Vorwärmzone. Wegen der Dünnschmelze von Grilon sind Vertikalspritzköpfe zu bevorzugen. Man spritzt dann direkt in Wasser, wobei man die Wasseroberfläche bis auf etwa 10 mm an die Düsenöffnung annähert. Kühl- und Abzugsvorrichtungen sind allgemein bekannt, so daß es sich erübrigt, hierauf im einzelnen einzugehen. Die Temperatur am Gußkopf sollte so nahe am Schmelzpunkt liegen – also an  $214^{\circ}$  – wie nur möglich. Wegen der Gefahr, daß der Gußkopf einfriert, kann man eine so niedrige Düsentemperatur nur ganz allmählich von oben her einstellen. Zu Beginn des Pressens stellt man sicherheitshalber eine um  $15\text{--}20^{\circ}$  höhere Spritzkopftemperatur ein und geht dann, wenn die Masse im Fluß ist, allmählich herunter. Die Temperatur ist richtig, wenn austretende dünne Stränge nach 3–5 sec unter gleichzeitiger Trübung erstarren.

Höhere Temperaturen sind in der Schmelzzone erforderlich, und zwar je nach Schmelzleistung  $235\text{--}260^{\circ}$ . Darüber hinaus – allenfalls noch bis  $270^{\circ}$  – sollte man wegen beginnender Zersetzung nicht gehen. Für den Anfang der Grilon-Preßversuche hegnügte man sich mit niedriger Schneckendrehzahl, etwa 12 bis 15, und dementsprechend niedrigen Zylindertemperaturen. Die im Zylinder entwickelte Wärme macht einem im rückwärtigen Teil, in der Nähe des Fülltrichters, sehr zu schaffen. Vor allem kurze, gedrungene Maschinen leiden

sehr unter diesem Übel, und man kann ohne eine besondere Kühlzone den Einfülltrichter nicht kalt genug halten, um Verklumpungen und Brückenbildung zu verhindern. Es ist sehr zu empfehlen, den Kühlkanal zusätzlich noch rings um den Einfülltrichter zu legen; denn die Erwärmung der Maschine im Dauerbetrieb ist enorm, auch in den rückwärtigen Teilen. Eine Temperatur von  $130^{\circ}$  am Fülltrichter ist als Höchstgrenze anzusehen. Gelegentliche Nachschubstörungen kommen bei dieser Temperatur auch noch vor.

Das Einfüllen des Preßpulvers wird sehr erleichtert durch eine nicht zu geringe Eingangsgewindetiefe der Schnecke. Bei ein- bis dreizölligen Maschinen sollte sie wenigstens 10–12 mm betragen und sich dann nach vorn allmählich verringern, so daß schließlich ein Kompressionsverhältnis von wenigstens 4:1 resultiert. Bei der in Abb. 12 dargestellten Schnecke wird die minimale Gewindetiefe schon beim drittletzten Schneckengang erreicht. Auf diese Weise entsteht eine Teilung der Schnecke in einen zylindrischen und einen konischen Teil, und man kann durch Wahl geeigneter Schnecken den Staudruck der Schmelze variieren, je nachdem ob man die definitive Gangtiefe früher oder später erreicht.

Wie beim Pressen von Grilon das Verhältnis zwischen zylindrischem und konischem Teil am besten gestaltet wird, darüber liegen noch keine Erfahrungen vor. Entsprechende Versuche mit verschiedenartigen Schnecken werden demnächst in Ems durchgeführt. Die Schnecken müssen natürlich auf enge Passung in den Zylinder eingeschliffen sein. Eine Toleranz von  $5\text{--}10/100$  sollte nicht überschritten werden, sonst hat man möglicherweise mit einem Rücktreten der Schmelze zu rechnen. Ein Schneckenantrieb über ein stufenloses Regelgetriebe bringt große Erleichterung, vor allem im Einfahrstadium.

Besondere Korrosionsprobleme bestehen bei Grilon nicht. Die normalerweise verwendeten chromlegierten Stähle werden von der Schmelze nicht angegriffen. Die Berührung der Schmelze mit Buntmetallen ist dagegen möglichst zu vermeiden.

Die *Reinigung* der Spritzmaschinenteile geschieht am zweckmäßigsten durch Erhitzen auf  $350\text{--}400^{\circ}$  in einem geeigneten Ofen oder in einem Salzbad. Die Erhitzung im Ofen muß ohne Luftzirkulation ausgeführt werden, damit sich die Polyamidreste nicht entzünden und lokale Überhitzungen hervorrufen können. Es würde darunter die Härte der Maschinenteile leiden. Letzte anhaftende Kohleteilchen der auf diese Weise gereinigten Maschinenteile werden durch Abblasen mit Druckluft oder mit Hilfe von Messingbürsten entfernt.

Teile mit feinen Bohrungen und Nuten (z. B. Düsen, Lochplatten, Torpedos usw.) fertigt man zweckmäßig aus einem hochlegierten Chrom-Nickelstahl (18/8). Man kann diese Teile mit Hilfe heißer, konzentrierter Salpetersäure in kurzer Zeit von jeglichem anhaftendem Polyamid befreien, ohne daß noch eine Nachreinigung notwendig wäre.