

## Metallspritzen niedrigschmelzender Legierungen im Formenbau

R. Simmonds, Lübeck

Um Kosten zu senken, machen Konstrukteure des Formenbaus für die Prototyp- und Kleinserienfertigung von Kunststoff-Formteilen zunehmend Gebrauch von der Technik des Metallspritzens niedrigschmelzender Legierungen. Durch Aufspritzen einer Metalllegierung mit einem Schmelzpunkt von rd. 200 °C können einerseits Modelle aus wärmeempfindlichen Werkstoffen hochgenau abgeformt werden, andererseits können die Formen zum Spritzen von Kunststoff-Formteilen in Kleinserien benutzt werden. Hierüber wird berichtet.

### 0 Einleitung

Oft ist der Zeitaufwand für den Bau eines Spritzgießwerkzeugs bis zur Herstellung der Formteile von überragender Bedeutung. Hier bietet das Metallspritzverfahren niedrigschmelzender Legierungen (MCP<sup>1</sup>) eindeutige Vorteile gegenüber herkömmlichen Techniken des Werkzeugbaus. So läßt sich ein kleineres Spritzgießwerkzeug für Spritzgießteile bis 100 g häufig in einem Tag herstellen, sofern das Modell sofort greifbar ist. Der gesamte Zeitaufwand einschließlich Spritzversuche und Beurteilung der Formteile wird damit relativ kurz und das Verfahren interessant für den Konstrukteur, den Anwendungstechniker und den Fertigungsingenieur.

Tabelle 1. Anzahl der Kunststoff-Formteile, die bei verschiedenen Formverfahren in Formen aus niedrigschmelzenden Legierungen herstellbar sind (Richtwerte)

Fertigungsverfahren	schwieriges Teil	einfaches Teil
Spritzgießen	10 ... 1000	200 ... 5000
Blasformen	300 ... 500	10000
Pressen von Harzmatten und Preßmasse	10 ... 30	100
Handauflegeverfahren für glasfaserverstärkte Kunststoff-Formteile	1000	20000
Kaltpressen	1000	20000
Harz-Spritzpressen	1000	20000
Wachs-Spritzpressen	—	100000
Druckschäumen von Polyurethan (RIM)	500 ... 1000	30000 ... 80000
Druckschäumen von glasfaserverstärktem Polyurethan (RRIM)	10 ... 50	500 ... 1000
Vakuum-Tiefziehen (Warmumformen von Kunststoffpackungen)	5000	10000

Das Metallspritzen niedrigschmelzender Legierungen ermöglicht im Vergleich zur Formenherstellung aus Stahl eine Verringerung der Formkosten um 80...90%. Natürlich sind die in einem solchen Formwerkzeug herstellbaren Stückzahlen begrenzt, weshalb diese Technik als eine kostengünstige Möglichkeit zum Herstellen von Prototyp-Formteilen für Prüfzwecke, zum Beurteilen der Formteile durch den Kunden oder zum Simulieren von Bedingungen in der Serienfertigung nach Fertigungsverfahren wie dem Spritzgießen, dem Blasformen oder Verarbeitung von Harzmatten und Preßmatten anzusehen ist. Größere Stückzahlen lassen sich mit metallgespritzten Formwerkzeugen herstellen, wenn Formteile nach Verfahren mit nicht so hohen physikalischen Anforderungen verarbeitet werden, wie dem Handauflegeverfahren bei glasfaserverstärkten Kunststoffen, der Kaltpreßtechnik und der Herstellung von Polyurethan-Hart- und -Weichschaumteilen.

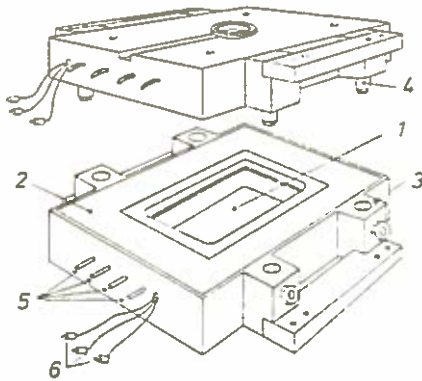
Für die in einer metallgespritzten Form herstellbaren Stückzahlen lassen sich nur schwer feste Werte angeben, weil diese von der Formteilkonstruktion und dem Fertigungsverfahren abhängig sind. Bei bestimmten Verfahren bewirken die Verarbeitungsbedingungen eine starke Beanspruchung der gespritzten Metallauflage, so daß nur kleine Stückzahlen erreicht werden. Richtwerte für mögliche Stückzahlen enthält Tabelle 1. Es handelt sich dabei um Erfahrungswerte aus der Bundesrepublik Deutschland und einigen anderen Ländern, die auf drei Voraussetzungen beruhen:

- fachgerechte Werkzeugkonstruktionen, bei denen Eigenheiten der Metallspritztechnik berücksichtigt sind,
- Beschränkungen in der Baugröße, die besonders bei Verarbeitungsverfahren wie dem Spritzgießen zu beachten sind, da sich die Werkzeugstandzeit bei zu hohen Schubgewichten stark verkürzt,
- geschultes Personal im Werkzeugbau, das etwas Erfahrung mit dem Metallspritzen niedrigschmelzender Legierungen hat.

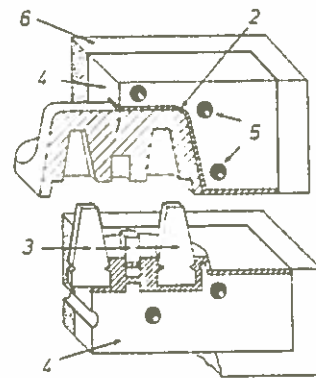
Das Metallspritzen niedrigschmelzender Legierungen läßt sich darüber hinaus verwenden zum Herstellen von Nachformmodellen, Galvanoplastikmatern, Kronen- und Brückenarbeiten in der Zahntechnik und Beschichtungen als Abschirmungen gegen elektrische und elektromagnetische Felder.

### 1 Vom Modell zur Form

Die zum Bau einer metallgespritzten Form am häufigsten verwendete Legierung ist der bei 200 °C schmelzende Werkstoff „MCP<sup>1</sup> 200“. Diese Legierung läßt sich auf praktisch jeden beliebigen Modellwerkstoff aufspritzen und gibt auch



**Bild 1.** Aufbau eines Spritzgießwerkzeugs mit metallgespritzter Formoberfläche. 1 metallgespritzte Formschale, 2 Hinterfütterung aus niedrigschmelzender Legierung, 3 Stahlrahmen mit Führungsblöcken, 4 Führungsstifte, 5 Kühlschläuche, 6 Temperaturfühler



**Bild 2.** Spritzgießwerkzeug für die Prototypfertigung eines Schaltknopfes aus Polyamid 66. 1 Modell bzw. Spritzgutteil, 2 metallgespritzte Formschale aus „MCP 200“, 3 Werkzeugeinsätze (eingebettet in Modelliermasse), 4 Hinterfütterung aus niedrigschmelzender Legierung „MCP 137“, 5 Kühlkanäle (vor dem Hinterfütern positioniert), 6 Metallrahmen

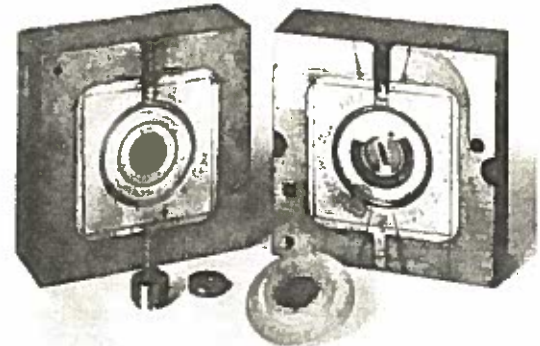
die feinsten Strukturen originalgetreu wieder. So lassen sich aus dieser Legierung ohne Schwierigkeiten Formen für die Prototyp- und Kleinserienfertigung bauen, vorausgesetzt, das Modell selbst oder ein gutes Formteil stehen hierfür zur Verfügung.

Zweifellos bildet poliertes Metall für einen hohen Oberflächenglanz, einwandfreies Entformen und die Verspritzbarkeit den besten Modellwerkstoff. Gute Ergebnisse werden aber auch mit versiegelten und polierten Holzmodellen oder Thermoplasten erzielt. Des Weiteren lassen sich beim Aufbau eines Modells für das Metallspritzen temperaturempfindliche Werkstoffe mitverwenden. So können temperaturbeständiges Wachs zum Dickenaufbau des Teils oder Modelliermasse (Plastilin) zum Festlegen einer unregelmäßigen Trennebene verwendet werden. Weitere Modellwerkstoffe sind Gips, Polyurethan-Gießharz, Silikonkautschuk und Kunstleder.

Einsätze lassen sich vor dem Spritzen ohne Schwierigkeit auf das Modell aufbringen. Sie dienen gegebenenfalls als Verstärkung oder erhöhen die Abriebfestigkeit. Die Oberfläche kann mit Hilfe einer entsprechenden Folie strukturiert werden, während sich die Form des Anguß- und Verteilersystems in der Formschale mit geteilten Dübeln oder Kunststoffrohr vorgeben läßt. Auch Kombinationen aus solchen Werkstoffen bzw. Konstruktionen werden erfolgreich angewendet. Zwar bedeutet Werkzeugbau im allgemeinen Präzisionstechnik, doch bleibt beim Entwerfen von Werkzeugen, die unter Anwendung des Metallspritzverfahrens zu fertigen sind, genügend Konstruktionspielraum – vor allem im Anfangsstadium eines solchen Projekts.

Das Aufspritzen der Metalllegierung auf das Modell ist ein einfacher Vorgang. Dabei wird die niedrigschmelzende Legierung „MCP 200“ mit Druckluft zerstäubt und aus einer Handpistole über das Modell gesprüht. Beim Auftreffen auf die Modelloberfläche kühlen die einzelnen Metalltröpfchen ab und verbinden sich miteinander zu einem geschlossenen Film. Bei weiterem Spritzen baut sich eine Schicht auf, die dabei auch an Festigkeit zunimmt. Als geeignete Auftragsdicke für den Bau von Formschalen gelten 3...5 mm.

Vor dem Abnehmen vom Modell muß die Formschale hinterfüllt werden. Hierzu gibt es verschiedene Möglichkeiten. So hat sich für Spritzgießwerkzeuge eine verträgliche, niedrigschmelzende Legierung (MCP<sup>1</sup> 137) bewährt, die außerdem wiederverwendbar ist. Für die meisten anderen Formgebungsverfahren dagegen hat sich ein schnellaus-



**Bild 3.** Spritzgießwerkzeug für die Prototypfertigung eines Telefonteils, das aus einem magnetischen Einlege- und glasfaserverstärktem Polykarbonat besteht

härtendes Harz als geeignet erwiesen. Wie die Schemazeichnung eines größeren Spritzgießwerkzeugs zeigt (**Bild 1**), wird die eigentliche Hinterfütterung mit Hilfe eines Stahlrahmens abgestützt.

## 2 Anwendungsbeispiele

Ein typisches Beispiel für die Anwendung der Metallspritztechnik im Werkzeugbau ist das im **Bild 2** gezeigte Spritzgießwerkzeug für die Prototypfertigung eines Schaltknopfes aus Polyamid 66 für ein Haushaltsgerät. Die Teile sollten zur Auswertung und für die Freigabe durch den Kunden dienen. Ihr Schußgewicht betrug rd. 12 g. Zur Herstellung des Modells, in dem die Werkzeugeinsätze aus Aluminium mit Modelliermasse befestigt wurden, diente ein vorhandenes Teil aus thermoplastischem Kunststoff. Das Werkzeug wurde nach Anlieferung des Modells in der Werkstatt in 8 h fertiggestellt. Es hatte eine Standmenge von 200 Formteilen. Die Kosten für die niedrigschmelzende Legierung und den Metallrahmen lagen bei 500 DM, wobei Legierung und Rahmen wiederverwendbar sind.

Mit der metallgespritzten Form im **Bild 3** werden Telefonteile aus glasfaserverstärktem Polykarbonat hergestellt, wobei ein Magnet eingelegt und umspritzt wird. Der vor der im **Bild 3 links** befindlichen Formhälfte abgebildete Bolzen mit Feder dient der Aufnahme und Positionierung des Magneten in der Form. Das Spritzgießwerkzeug entstand

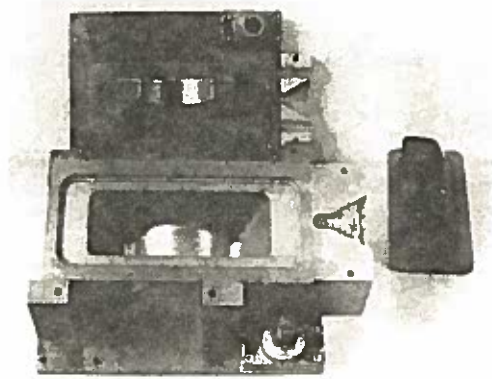


Bild 4. Spritzpreßform für 300 mm langes Sichtfenster

nach einem Werkstückmodell in etwa 5 h Arbeitszeit. Gespritzt werden konnten etwa 100 Werkstücke.

Um ein rd. 300 mm langes Sichtfenster für ein industrielles Röntgengerät handelt es sich bei dem in Bild 4 gezeigten Teil, das in der abgebildeten Spritzpreßform hergestellt wird. Hierbei wird auf 150 °C erwärmtes Epoxidharz einem Druck von 20 bar ausgesetzt. Es handelt sich um das sogenannte Druckgeliervfahren.

#### Fußnote

<sup>1</sup> MCP Firmenkurzbezeichnung für Metallspritzverfahren niedrigschmelzender Legierungen (mining and chemical products)

(Alle Abbildungen sind Werkbilder der HEK-GmbH, Lübeck)

## Buchbesprechungen

**DE FERRI METALLOGRAPHIA.** Teil 1: Die neuesten metallographischen Untersuchungsverfahren. Teil 2: Metallographie der Schweißverbindungen. Von versch. Autoren. Düsseldorf: Verlag Stahl Eisen 1983. 483 S., 90 Abb., 102 Tafeln. Geb. DM 270,-.

Die Kommission der Europäischen Gemeinschaften veröffentlicht jetzt Band IV der Enzyklopädie „Metallographie des Eisens“. Die Bände I, II, III und V waren schon früher erschienen und behandeln andere Gesichtspunkte metallographischer Untersuchungen. Das Interesse an den ersten drei Bänden war so groß, daß diese inzwischen vergriffen und nicht mehr lieferbar sind. Ähnlich wird es wahrscheinlich auch mit dem vorliegenden Band im Format DIN A 4 sein. Er besteht aus zwei Teilen. In dem ersten werden auf 271 Seiten vor allem elektronenoptische Verfahren beschrieben, um Gefüge von Stählen sichtbar zu machen, zu analysieren und auszuwerten. Es werden somit die schon 1966 erschienenen „Grundlagen der Metallographie“ von Band I vervollständigt und ergänzt. Der Inhalt gliedert sich unter anderem in Geräte zur Gefügeabbildung wie Transmissions-, Reflexions- und Rasterelektronenmikroskop und in solche zur Oberflächenanalyse wie Mikro- und Ionen-sondenanalysator. Hinzu kommen Abschnitte über Probenahme und -herstellung. Die Texte sind alle dreisprachig (deutsch, englisch und französisch). Die Verfahrensgrundlagen werden sehr klar und kurz, aber verständlich, dargelegt und durch Skizzen, hervorragende Bilder und Schrifttumsangaben ergänzt. Jede Verfahrens- oder Gefügevariante ist durch mehrere Abbildungen bei gleicher oder veränderlicher Vergrößerung belegt.

Ähnlich verhält es sich mit dem zweiten Teil. Zunächst werden auf 16 Seiten die Grundlagen der wichtigsten Schweißverfahren beschrieben, sodann Metallurgie (38 Seiten) und Gefüge (30 Seiten) der Schweißnähte. Hieran schließen sich detaillierte Betrachtungen geschweißter Teile aus unterschiedlichen Stahlsorten an mit Angabe der Analyse, Wärmebehandlung und eingebrachten Wärmeenergie je cm Schweißnaht. Den Abschluß bilden analog aufgebaute Darlegungen über verwandte Verfahren wie Hartlöten, thermisches Trennen und Oberflächenhärten.

Es fällt schwer, im Rahmen einer kurzen Besprechung das Werk angemessen vorzustellen. Soll man auf die ausgezeichnete Bildauswahl und -wiedergabe verweisen, auf die prägnante Verfahrensbeschreibung oder auf den erstklassigen Druck? Vielleicht sollte man sagen, mit Band IV liegt wieder ein Standardwerk ohne Gleichen vor, das seinen Preis hat und ihn auch wert ist. A. Peiter

**DIN-Taschenbuch 1: Mechanische Technik.** Grundnormen. 20. Aufl. Hrsg. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin, Köln: Beuth 1983. 378 S., viele Abb. Kart. DM 98,-.

In der vorliegenden 20. Ausgabe wurden 25 Normen neu aufgenommen und 68 Normen, die noch in der 19. Auflage enthalten sind, herausgelassen. Da die meisten der in der 19. Auflage des DIN-Taschenbuches 1 abgedruckten Normen noch gültig sind, kann der Benutzer dieses Taschenbuches beide Auflagen parallel verwenden. So erhöhen sich die ihm zur Verfügung stehenden

Grundnormen um ein beträchtliches. Dies war auch die Absicht des Herausgebers, um den Umfang des DIN-Taschenbuches 1 nicht zu groß werden zu lassen. MG

**DIN-Taschenbuch 7: Normen über graphische Symbole für die Elektrotechnik.** Schaltzeichen. 8. Aufl. **DIN-Taschenbuch 107: Schaltungsunterlagen für die Elektrotechnik.** Normen. 2. Aufl. Hrsg. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin, Köln: Beuth 1983. Tb. 7: 338 S., viele Abb. Kart. DM 89,-. Tb. 107: 180 S., viele Abb. Kart. DM 58,-.

Vom Ausschuß „Schaltzeichen und Schaltungsunterlagen“ der Deutschen elektrotechnischen Kommission wurden im Jahre 1979 die Normen über graphische Symbole für die Elektrotechnik und die Normen über Schaltungsunterlagen für die Elektrotechnik in zwei getrennten Taschenbüchern aufgenommen, die ursprünglich im DIN-Taschenbuch 7 enthalten waren. Als wesentliche Änderung im DIN-Taschenbuch 7 ist zu verzeichnen, daß die 18 in der 7. Auflage abgedruckten Teile der DIN 40100 über Bildzeichen aus dem DIN-Taschenbuch 7 herausgenommen wurden. Es ist beabsichtigt, diese Normenreihe zusammen mit der Normenreihe über „Schilder der Elektrotechnik“ in ein neues DIN-Taschenbuch einfließen zu lassen. Neu aufgenommen wurden 4 Normen.

Im DIN-Taschenbuch 107 sind jetzt 14 Normen abgedruckt, 3 mehr als in der 1. Auflage. 10 Normen gehören zu der Normenreihe DIN 40719 Schaltungsunterlagen. Ge

**DIN-Taschenbuch 9: Gußrohrleitungen.** Normen. 4. Aufl. **DIN-Taschenbuch 15: Stahlrohrleitungen 1.** Normen für Maße und Technische Lieferbedingungen. 5. Aufl. Hrsg. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin, Köln: Beuth 1983. Tb. 9: 257 S., viele Abb. Kart. DM 72,-. Tb. 15: 362 S., viele Abb. Kart. DM 99,-.

Die 4. Auflage des DIN-Taschenbuches 9 war nötig, weil viele Normen an den Stand der Technik und an die SI-Einheiten (Gesetz über Einheiten im Meßwesen) angepaßt werden mußten. So wurden 16 Normen neu aufgenommen, aber nur 3 Normen herausgelassen, da die DIN 2403 Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflußstoff in das Taschenbuch 141 aufgenommen wurde und 2 weitere Normen noch immer nicht dem Stand der Technik entsprechen.

Zu dem Fachgebiet Rohrleitungen gehört neben den Taschenbüchern 9, 141 und 142 auch das DIN-Taschenbuch 15. Es ist in der 5. Auflage erschienen. Bereits in der 4. Auflage wurde der Bereich Stahlrohrleitungen in drei DIN-Taschenbücher aufgeteilt (15, 141 und 142). Jedes dieser DIN-Taschenbücher bildet in sich einen abgeschlossenen Themenkreis. In der vorliegenden 5. Auflage des DIN-Taschenbuches 15 wurden lediglich 6 Normen neu aufgenommen, aber 10 geänderte und 8 Normen abgedruckt, zu denen ein Normentwurf besteht. Zu den neu aufgenommenen Normen gehört auch die ISO 4200, in der eine Übersicht über Maße und längenbezogene Massen nahtloser und geschweißter Stahlrohre gegeben wird. MG