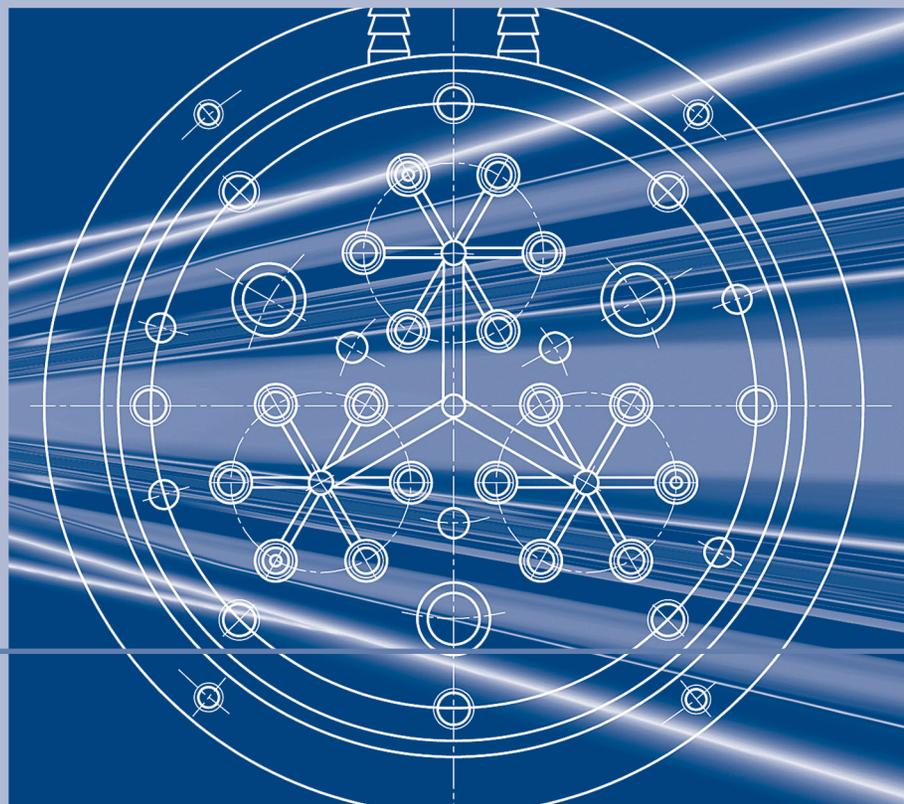


Heinrich Krahn
Dieter Eh
Harald Vogel

1000

Konstruktionsbeispiele für den Werkzeug- und Formenbau beim Spritzgießen



HANSER

Krahn/Eh/Vogel • 1000 Konstruktionsbeispiele für
den Werkzeug- und Formenbau beim Spritzgießen



Bleiben Sie einfach auf dem Laufenden:
www.hanser.de/newsletter

Sofort anmelden und Monat für Monat
die neuesten Infos und Updates erhalten.

Heinrich Krahn
Dieter Eh
Harald Vogel

1000 Konstruktionsbeispiele für den Werkzeug- und Formenbau beim Spritzgießen

Mit 1400 Abbildungen und CD-ROM

HANSER

Die Autoren

Heinrich Krahn war 28 Jahre Konstrukteur bei VW und 5 Jahre Projektplaner bei VW in Kassel. Er hält zahlreiche Patente und ist Mitautor von mehreren Fachbüchern.

Dieter Eh ist Industriemeister und Fertigungstechniker mit 20 Jahren Erfahrung als Fertigungsplaner bei VW.

Harald Vogel befasst sich seit über 10 Jahren mit dem Thema CAD. Er unterrichtet CAD und CAE an Bildungseinrichtungen rund um Aachen. Er publiziert regelmäßig in Computerzeitschriften und Zeitungen.

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-446-41243-9

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Alle in diesem Buch enthaltenen Programme und Verfahren wurden nach bestem Wissen erstellt und mit Sorgfalt getestet. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen.

Aus diesem Grund ist das in diesem Buch enthaltene Programm-Material mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autoren und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieses Programm-Materials oder Teilen davon entsteht.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der Vervielfältigung des Buches oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2008 Carl Hanser Verlag München Wien

<http://www.hanser.de>

Gesamtlektorat: Dipl.-Ing. Volker Herzberg

Herstellung: Der Buchmacher, Arthur Lenner, München

Satz: Manuela Treindl, Laaber

Coverconcept: Marc Müller-Bremer, Rebranding, München, Germany

Umschlaggestaltung: MCP · Susanne Kraus GbR, Holzkirchen

Coverillustration: Atelier Frank Wohlgemuth, Bremen

Druck und Bindung: Druckhaus „Thomas Müntzer“ GmbH, Bad Langensalza

Printed in Germany

Vorwort

Die Konstruktion von Spritzgießwerkzeugen ist eine Wissenschaft für sich. Der Konstrukteur muss viele miteinander konkurrierende Anforderungen in Einklang bringen. Insbesondere die Kosten spielen oft die Hauptrolle. Aber auch eine hohe Präzision des Werkzeugs ist unabdingbar, damit der Spritzgießprozess reibungslos funktionieren kann. Das Werkzeug darf nicht zu heiß und nicht zu kalt sein, da sonst die Zykluszeiten zu lang werden oder die Formmasse nicht richtig plastifiziert wird. Hinterschneidungen müssen entformt, Angüsse entfernt werden. Hier ist ein erfahrener Werkzeugkonstrukteur gefragt. Der Konstrukteur muss die grundsätzlichen Regeln für den Bau von Spritzgießwerkzeugen kennen und er sollte möglichst viele praktische Lösungsmöglichkeiten im Kopf haben aus denen er schöpft. Genau hier setzt unser Buch an. Es bietet zu den Baueinheiten eines Spritzgießwerkzeugs viele Konstruktionsbeispiele, die zeigen, wie etwas schon einmal gemacht wurde. Das Buch soll Anfänger und Praktiker schneller zu einer guten Lösung führen, ohne das Rad neu zu erfinden. Die Beispiele wurden aus vielen Quellen

zusammengetragen und mit hohem Aufwand für dieses Buch im CAD-System nachgezeichnet. Dabei sind ca. 1400 Bilder-Einzelzeichnungen entstanden. Die Zeichnungsdateien werden auf der CD mitgeliefert. Hier kann sich der Nutzer bestimmte Details genauer ansehen oder Einzelheiten für den konstruktiven Entwurf übernehmen.

Unser Dank gilt insbesondere den Firmen HASCO, Strack und D-M-E für die tatkräftige Unterstützung in Form von Anwendungsbeispielen.

Dieses Handbuch ist als Nachschlagewerk für den Konstrukteur konzipiert. Es ist aber auch für die Aus- und Weiterbildung von Technikern, Meistern, Mechanikern, Hochschulabsolventen und Ingenieuren geeignet.

Es soll jedem, der sich in der Praxis mit Spritzgießwerkzeugen auseinandersetzt, eine Hilfe sein.

Heinrich Krahn
Baunatal, Juli 2008

Inhaltsverzeichnis

| | | | |
|--|----|---|----|
| Vorwort | V | Gestaltungsbeispiele – Verbindungen | 39 |
| I | | Gestaltungsbeispiele – | |
| Spritzgießen – allgemeine Darstellungen | 1 | Kleb- und Schweißverbindungen | 40 |
| Spritzgießen – Fragen und Antworten | 3 | Produktgestaltung von Formteilen | 41 |
| Werkzeugtypen – Übersicht | 10 | Verarbeitungsbeispiele – | |
| Aufbau eines Spritzgießwerkzeugs mit | | Druckbehälter, Lagerbuchse | 42 |
| Auswerferbolzen | 12 | Produktgestaltung – Lagerdeckel | 43 |
| Entformungssysteme mit Auswerfer | 13 | Produktgestaltung – | |
| Spritzgießmaschine mit Werkzeug | 14 | Anwendungsbeispiele mit POM | 44 |
| Vorgänge beim Spritzgießen in der | | Produktgestaltung – | |
| Spritzgießform | 15 | Montagebeispiel Welle–Zahnrad | 45 |
| Spritzgießen – GID Verfahrensvariante | 16 | Produktgestaltung – Schraubenverbindungen | 46 |
| Durchbiegung von Formplatten | 17 | Produktgestaltung – Schraubenverbindungen | 47 |
| Aufbau und Wirkungsweise eines | | Produktgestaltung – Schraubenverbindungen | 48 |
| Presswerkzeuges | 18 | Schraubenverbindungen – | |
| Spritzgießwerkzeug mit Ausdrückstiften | 19 | Blechschaube, Gewindeeinsatz | 49 |
| Pressspritzverfahren für Duroplaste | 20 | Entformen von Formteilen mit | |
| Pressverfahren – Duroplaste | 21 | Hinterschneidungen | 50 |
| Spritzpresswerkzeuge | 22 | Hinterschneidungen | 51 |
| Formteil- und Werkzeuggestaltung für die | | Gestaltung mit Hinterschneidung versus ohne | 52 |
| Duroplast-Spritzgießverarbeitung | 23 | Hinterschneidungen mit Zwangsentformung | 53 |
| | | Schräg liegende Gitterdurchbrüche – | |
| II | | Entformungsrichtungen | 54 |
| Gestalten von Formteilen und | | Wandungen und Böden | 55 |
| Produktgestaltung | 27 | Seitenwandungen | 56 |
| Gestalten von Spritzgussteilen | 28 | Querschnittsänderungen und Masseanhäufungen .. | 57 |
| Gestalten von Formteilen – | | Rippen- und Knotenkonstruktion | 58 |
| Füllvorgang, Molekülorientierung | 29 | Augen, Warzen, Rippen | 59 |
| Gestaltungsaspekte – | | Rippen und Stehränder | 60 |
| Angusslage, Neigung, Wanddicke | 30 | Behältergriffe | 61 |
| Gestaltungsaspekte – | | Seitenschräge | 62 |
| Durchbrüche, Bohrungen, Schraubkappen | 31 | Lage und Art des Anschnitts | 63 |
| Gestaltungsaspekte – | | Bandanschnitte | 64 |
| Kanten, Hinterschneidungen, Durchbrüche | 32 | Überlappungsanschnitt | 65 |
| Gestaltungsaspekte – | | Anguss über Verteiler | 66 |
| Gewinde, Wandungen, Drehsicherungen | 33 | Anguss über Verteiler | 67 |
| Gestaltungsaspekte – | | Spritzlinggestaltung für Spreizkerne | 68 |
| Sicherung von Schraubverbindungen | 34 | | |
| Gestaltungsaspekte beim Aufspritzen auf Metall .. | 35 | III | |
| Gestaltungsbeispiele – | | Normalien im Werkzeugbau | 69 |
| Taste, Schraubverbindung, Gewindebuchse .. | 36 | Anwendung von Normalien im Werkzeugbau | 70 |
| Gestaltungsbeispiele – | | Normalien – Kassettenform Formplatten | 75 |
| Schraub- und Nietverbindungen | 37 | Kassettenform | 76 |
| Gestaltungsbeispiele – Verbindungen | 38 | Backenformen | 77 |
| | | Anwendung von Normalien | 79 |
| | | Spritzgieß-Normalien | 80 |
| | | Formplattensatz | 82 |

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| Schnellwechselsysteme | 83 | Schirmanguss, Scheibenanguss, Ringanguss, Filmanguss | 127 |
| Formwerkzeug-Normalien – Distanzleistenausbilder | 84 | Schirmanguss, Scheibenanguss, Ringanguss | 128 |
| Normalien für den Werkzeugaufbau | 85 | Anführungsarten von Angüssen und Anschnitten | 129 |
| Einsätze für Werkzeugentlüftung | 87 | Auswerferstift, Ausstoßerrückholzapfen | 130 |
| Spritzgieß-Normalien α -Platten | 88 | Ausführung der Angüsse | 131 |
| Normalien Backenform | 89 | Arten von Masseverteilung im Werkzeug | 132 |
| IV | | Angusskanalquerschnitte | 134 |
| Werkzeugpräzisionsführungen und Werkzeugzentrierungen | 91 | Querschnittsformen von Verteilerkanälen | 135 |
| Werkzeugpräzisionsführungen | 92 | Stangenanguss mit HK | 136 |
| Säulen-Führungen | 94 | Angießformen für rotationssymmetrische Teile .. | 137 |
| Kugelführungen mit Führungsbolzen | 95 | Film- oder Deltaanguss-Prinzip | 137 |
| Führungselemente für Spritzgieß- und Druckgießwerkzeuge, für Elastomer- und Duroplastwerkzeuge | 96 | Anspritzprinzip „Schräger Stangenanguss“ | 138 |
| Führungsbuchsen, Zentrierhülsen, Gleitführungsbuchse | 97 | Gestaltung Angussbuchse – Stangenanguss | 138 |
| Gleitführungsbuchse, Kugelführungseinheiten .. | 98 | Tunnelanguss mit linsenförmigem Anschnitt/ Stauboden | 139 |
| Formen – Bauelemente mit Führungs- elementen | 100 | Anspritzprinzip – Doppelseitige, schräge Stange | 140 |
| Führungssysteme – Rundführung | 101 | Punktanguss – Vorkammervorverfahren | 141 |
| Werkzeugführung und Zentrierung | 102 | Angussloses Spritzen, Schirmanguss | 142 |
| Führungssysteme | 103 | Beispiele für den Abreiß-Einfachpunktanguss .. | 143 |
| Führungssäulen und Führungsbuchse | 104 | Mehrfachanguss bei Dreiplattenwerkzeugen .. | 144 |
| Führungselemente – Bolzen, Buchse, Kugelkäfig | 105 | Isolierkanal-Werkzeug | 145 |
| Werkzeugzentrierungen | 106 | Tunnelanguss | 146 |
| Konusbolzen-Lagezentrierung | 106 | Tunnelanschnitt – Gut-Schlecht-Beispiele | 147 |
| Werkzeugkavitätslagezentrierung | 107 | Gebogener Tunnelanguss – Dimensionierung .. | 148 |
| Konusleisten-Lagezentrierung (Normalien) | 108 | Zylindrisch verlängerter Führungszapfen am Tunnelanguss | 149 |
| Rollen-/Passbolzen-Lagezentrierung | 109 | Zylindrischer Führungszapfen am Tunnelanguss. | 150 |
| Passbolzenzentrierung | 110 | Tunnelanschnitt mit Stauboden | 151 |
| Zentrierbeispiele | 111 | Tunnelanguss mit Punktanschnitt | 152 |
| Führung und Zentrierung bei großen Werkzeugen | 112 | Tunnelanguss mit Filmanschnitt über Abbrech- Hilfszapfen | 153 |
| Schieberführungen | 113 | Werkzeugprinzip zur Einarbeitung eines gebogenen Tunnelangusses | 154 |
| Flachführungen für Schieber | 114 | Entformungsvorgang „Gebogener Tunnel- anguss“ | 156 |
| Flachführungen für Schieber | 115 | Angussabtrennung | 157 |
| Normalisierte Zentriereinheit | 116 | Tunnelanguss gebogen | 158 |
| Führungssysteme bei Werkzeuggestaltung | 117 | Tunnelanguss – außenseitig und innenseitig | 158 |
| Führungssysteme – Beispiele für Rundführungen (Normalien) | 118 | Angussvarianten mit Angussausstoßern | 159 |
| Zentrierring an einem runden Werkzeug | 120 | Angussvarianten mit Angussausstoßern | 160 |
| V | | Ziehen der Angüsse bei der Entformung | 161 |
| Anguss-Systeme | 121 | Gestaltung von Angussausdrückstiften und Angusshaltekanälen | 162 |
| Angussarten und Verteiler | 123 | Abgestufte Entformung des Tunnelangusses auf der beweglichen Werkzeughälfte | 163 |
| Verschiedene Anschnitt- und Angussarten | 126 | Angusskralle | 163 |
| | | Werkzeugarten | 164 |
| | | Angussvarianten | 165 |
| | | Anguss, Temperierung, Entformung | 166 |
| | | Einfachform mit gebogenem Anguss | 167 |
| | | Spritzgießform mit Tunnelanschnitt und gebogenem Anguss | 168 |

| | |
|---|-----|
| Backenwerkzeug für Buchsen mit verdecktem Anguss | 169 |
| Isolierkanalwerkzeug | 170 |
| Selbsttätige Anguss-Abtrennvorrichtung in einem Hülsenwerkzeug | 171 |
| Werkzeug für Rahmen mit selbsttätiger Anguss-Abtrennvorrichtung | 172 |
| Pneumatische Anguss-Auswerfer | 173 |
| Anguss-Systeme | 174 |
| 4-fach-Werkzeug mit mechanischem Abscherschieber | 175 |
| Temperierte Anguss-Systeme Heißkanal | 176 |
| Normalien für Anguss-Systeme | 177 |

VI

Auswerfer- und Entformungssysteme

| | |
|---|-----|
| Auswerfer- und Entformungsarten | 180 |
| Auswerferplattenendlage mit Zwangsdrückstift .. | 183 |
| Auswerferstifte – Auswerferhülse | 184 |
| Abstreiferplatte, Ausdrückbuchse, Stempel (fest und beweglich) | 185 |
| Zweiweg-Auswerfer | 186 |
| Auswerfen flacher Teile | 187 |
| Auswerferwegverlängerer | 188 |
| Abstreiferplatten mit Angussausstoßer | 189 |
| Angussauswerfer mit Angusskralle | 190 |
| Werkzeug mit Ausdrückteller | 191 |
| Werkzeug mit Abstreifer | 192 |
| Varianten der Auswerfergestaltung | 193 |
| Auswerferstifte, Flachauswerfer, Auswerferhülsen | 194 |
| Ausführungsvarianten zylindrischer Rundstiftauswerfer | 194 |
| Ausstoßer mit verzögerter Wirkung | 195 |
| Kombiniertes Ausdrücksystem | 196 |
| Geteilter Kern zum Entformen einer Kappe mit innerer Hinterschneidung | 197 |
| Luftauswerfer | 198 |
| Beschleunigungswippe | 199 |
| Entformungssysteme | 200 |
| Werkzeug mit Hülsenauswerfer | 201 |
| Hülsenauswerfer | 201 |
| Werkzeug mit Druckluftauswerfer | 202 |
| Auswerfer mit Ausstoßerbolzen | 203 |
| Zweistufenausstoßer mit einem Kugelsatz | 204 |
| Zweistufige Abdrückvorrichtung | 205 |
| Zweistufige Abdrückvorrichtung | 205 |
| Zweistufenauswerfer | 206 |
| Zweistufenauswerfer | 207 |
| Zweistufenauswerfer | 208 |
| Ausstoßer allgemein | 209 |
| Auswerferstifte | 210 |

| | |
|---|-----|
| Entformungssystem | 211 |
| Dreiplattenwerkzeug für Abschlussdeckel mit Klinkenzug | 212 |
| Spritzgießwerkzeug mit Auswerfer | 213 |
| Zweistufenauswerfer | 214 |
| Auswerfereinheit flexibel | 215 |
| Zweistufenauswerfer | 216 |
| Schieberwerkzeug mit Ausstoßerrückzug | 217 |
| Ausstoßer allgemein – Rückdrucksystem für Formbauteile unter Nutzung einer geschlitzten Hülse mit Drucknocken (HASCO) | 218 |
| Pneumatischer Auswerfer | 219 |
| Ausstoßer – Rückzugsicherung – Einbau Mikroschalter und Flanschstecker .. | 220 |
| Auswerferbeschleuniger | 221 |
| Diverse Zweistufenauswerfer | 222 |
| Auswerferrückzugeinrichtung Entformung | 223 |
| Auswerferrückdrückeinheiten | 224 |
| Einbau von Auswerferhülsen | 225 |
| Zweistufenauswerfer | 226 |
| Auswerfübersetzer | 227 |
| Auswerfervorrichtung für Dreiplattenwerkzeuge .. | 228 |
| Schrägausstoßer (Entformung) | 229 |
| Gemischter Auswerfer | 230 |
| Zweistufenauswerfer | 231 |
| Schrägauswerfer für Innenentformung | 232 |
| Formnest-Einsätze für Teile mit inneren Hinterschneidungen | 233 |
| Entformwerkzeuge mit Ringauswerfer, Auswerferplatte, Abschiebering | 234 |
| Entformungsablauf einer Schraubkappe für Seifenblasen-Röhrchen | 235 |
| Schiebersockel für Innenentformung mit Hubsystem | 236 |
| Entformung mit Hinterschneidung – Schiebersockel mit Hubsystem für Innenentformung .. | 237 |
| Federnde Kerne für Innenentformung | 238 |
| Federnde Kerne für Hinterschneidungen | 239 |
| Entformen von Formteilen mit Gewinde | 240 |
| Entformung von verschiedenen Positionen | 241 |
| Ausschraubsystem mit Steilgewinde-Spindeltrieb | 242 |
| Dreiplattenform mit Klinkenzug | 244 |
| Spulenkörperwerkzeug mit Schiebern | 245 |
| Schieberwerkzeug – Entformung mit Hilfe von Schrägbolzen | 246 |
| Schrägbolzenführung | 247 |
| Entformen gespritzter Teile | 248 |
| Schieberbetätigung mit Verzögerung | 249 |
| Zusammenfaltbarer Kern | 250 |
| Spreizkern | 250 |
| Zusammenklappende Kerne | 251 |
| Zusammenfaltbare Mini-Kerne zum Entformen kleiner Innengewinde | 252 |

| | | | |
|---|------------|---|-----|
| Faltkern-Entformung – Außen-Entformung | 253 | Temperiersysteme für Kerne mit geringen Abmessungen | 297 |
| Spreizhülse, Spreizkern | 254 | Kühlstifte | 298 |
| Faltkernwerkzeug | 256 | Temperierkreis, Anschlusselemente für Temperierkreisläufe | 299 |
| Faltkern – Funktionsweise | 257 | Temperierkreis mit 8 mm Kühlrohr | 300 |
| Faltkern – Funktionsweise | 258 | Kühlleitung in einer Spritzgießform | 301 |
| Faltkern – Funktionsweise | 259 | Kühlung Drehführung für rotierende Kerne bei Schraubenentformung | 302 |
| Rückdruckeinheit (Funktion) | 260 | Kühlrohre mit Umlenkung – Einbauvarianten | 303 |
| VII | | Kühlsystem mit O-Ring abgedichtet | 304 |
| Düsen und Heißkanalsysteme | 261 | Anschlussarmaturen – Kupplungs- und Nippelausführung mit automatischem Verschlussventil | 305 |
| Heißkanaldüsen – Ausführungsbeispiele | 263 | Werkzeugtemperierung | 306 |
| Heißkanaldüsen – Einbaubeispiele | 264 | Werkzeugtemperierung | 307 |
| Nadelverschlussdüse | 265 | Werkzeugkühlung mit HK-Düse | 308 |
| Nadelverschlussdüse | 266 | Kühlwendel eines Becherwerkzeugs | 309 |
| Heißkanalsystem mit Nadelverschlussdüse und Federbetätigung | 267 | Kühlkreis der Kernkühlung | 310 |
| Heißkanaldüse mit Nadelverschluss | 268 | Kühlordnung – Temperierungsbeispiel | 311 |
| Verlängerte Düsenspitzen | 269 | Kühlung eines schlanken Formkerns | 312 |
| Maschinendüse | 270 | Kühlbohrungsanordnung der Kernkühlung | 313 |
| Direkt beheizte Wärmeleitdüsen | 271 | Form-Kernabdichtung | 314 |
| Direkt beheizte Wärmeleitdüsen | 272 | Heißkanalpunktanguss mit Nadelverschlussdüse und Kühlung | 315 |
| Pneumatische oder hydraulische Verschlussdüse | 273 | Kühlanschluss, 2-Wege-Dreheinführung | 316 |
| Heißkanal-Vorkammer Düsenbauarten | 274 | Allgemeine Übersicht über Temperierung | 317 |
| Anspritzzpunkte für Vorkammerdüsen | 275 | Allgemeine Übersicht über Temperierung | 318 |
| Offene Düsen und Verschlussdüsen | 276 | Kühlanschluss | 319 |
| Düsenbauarten mit Nadelverschluss | 277 | Wärmeleitpatrone | 319 |
| Düsenbauarten | 278 | Temperierpatronen | 319 |
| Heißkanal-Düsen | 279 | Kühlanschluss für Schieber | 320 |
| Heißkanal-Einschraubdüsen | 280 | Verschlussstopfen | 321 |
| Heißkanalblock | 281 | Flexibler Rohrheizkörper | 321 |
| Heißkanalgestaltung für niedrigviskose Thermoplaste | 282 | Temperierkanäle in Platten | 322 |
| Auslegen und Konstruieren von Heißkanalwerkzeugen – Schmelzezuführung | 283 | Temperierkanäle um Gesenke | 322 |
| Heißkanal – Einbaubeispiele | 284 | Ausführung von Strömungskanälen, HK | 323 |
| Gestaltung des Anschnittbereichs | 285 | Ausführung von Temperierkanälen | 324 |
| Anschnittbuchse – Ausführungsformen | 286 | Ausführung von Temperierkanälen | 325 |
| Wärmeleit-Torpedo | 287 | Ausführung von Temperierkanälen | 326 |
| Verschlussdüsen | 288 | Ausführung von Temperierkanälen | 327 |
| Verschlussdüsen | 289 | Ausführung von Temperierkanälen | 328 |
| Düsenbauarten für den Heißkanal- Mehrfachanguss (Hostalen-Transportkasten) | 290 | Umlenkelemente für Kernkühlungen | 329 |
| Diverse Düsenbauarten – Anspritzungen | 291 | Temperierkanal spiralförmig | 330 |
| Verschlussdüsen | 292 | Kühlung am Spritzgießwerkzeug – Beispiel Eimerherstellung | 331 |
| VIII | | Kernkühlung | 332 |
| Temperierung von Spritzgießwerkzeugen | 293 | Kühlung bei rotationssymmetrischen Formteilen | 333 |
| Temperierung von Spritzgießwerkzeugen | 295 | Kernkühlung | 334 |
| Temperierung flächenförmiger Teile | 296 | Zweiteiliger Kern | 334 |
| | | Mehrfache Kerntemperierung mit Domen | 335 |
| | | Kernkühlung bei großen Kernen | 336 |
| | | Finger-/Springbrunntemperierung | 336 |
| | | Kern-/Springbrunntemperierung | 337 |

| | |
|--|-----|
| Kerneinsätze aus Kupferlegierung | 337 |
| Kühlstifte oder Kerneinsätze | 338 |
| Temperierkanalbohrungsauslegung | 338 |
| Kühlung in den Werkzeugkavitäten | 339 |
| Kerntemperierung | 340 |
| Temperierung | 341 |
| Wärmeschutzplatten | 342 |

IX

| | |
|---|-----|
| Heißkanalwerkzeuge | 343 |
| HK-System mit Thermo-Wärmeleitdüse | 345 |
| HK-System-Wärmeleitdüse mit Nadelverschluss | 346 |
| HK-Verteiler mit Rohrheizkörper für Thermoplay-Wärmeleitdüse | 347 |
| Heißkanal | 348 |
| Heißkanalwerkzeuge – Versatz der Verschluss- düsen durch thermische Ausdehnung | 349 |
| Anordnung der Heißkanal-Düse | 350 |
| Anspritzdüsen | 351 |
| Heißkanalsysteme | 352 |
| Heißkanalwerkzeug mit Verschlussdüse | 353 |
| Heißkanalwerkzeug für angusslose Technik | 354 |
| Einfach-Heißkanalwerkzeug für Zahnrad | 355 |
| Heißkanalwerkzeug für Leuchtenabdeckung mit mehrteiligem Block | 356 |
| Heißkanalwerkzeug (4-fach) mit flach anliegenden Düsen | 357 |
| Heißkanalwerkzeug für Gashülse mit schräg eintauchenden Düsen | 358 |
| Einfach-Werkzeuge mit direkter und indirekter Anspritzung | 359 |
| Miniheißkanalsystem (HASCO) | 360 |
| Heißkanal-Verteilerblock Balkenform | 361 |
| Heißkanal-Verteilerblock H-Form | 362 |
| Heißkanal-Verteilerblock Kreuzform | 363 |
| Heißkanal-Verteilerblock Balkenform | 364 |
| Heißkanal-Verteilerblock Kreuzform | 365 |
| Heißkanal-Verteilerblock H-Form | 366 |
| HK-Verteiler mit Filtereinsatz | 367 |
| Heißkanalsystem | 368 |
| Prinzipielle Möglichkeiten mit Heißkanalwerkzeugen | 369 |
| Heißkanalblock – Grundformen, Wärmeverhalten | 370 |
| Heißkanal, Metall-O-Ringe für Übergangsdichtstellen | 371 |
| Heißkanal-Umlenkbolzen | 373 |
| Heißkanalwerkzeug | 374 |
| Heißkanal – Umlenkstopfen, Verbindungsrohr | 375 |
| Heißkanal-Werkzeug für die Verarbeitung technischer Thermoplaste | 376 |
| Heißkanalwerkzeuge mit Vorkammerdüse | 377 |

| | |
|---|-----|
| Heißkanalwerkzeug – technische Verarbeitung .. | 378 |
| Heißkanalwerkzeug – 2-fach-technische Thermoplaste | 379 |

X

| | |
|---|-----|
| Klinkenzüge | 381 |
| Klinkenzüge – Öffnungsablauf | 383 |
| Prinzip einer Zweibege-Entformung mit Klinken- und Abstreifer | 384 |
| Klinkenzug | 385 |
| Rundklinkenzug | 385 |
| Rundklinkenzug – Montagebeispiele | 386 |
| Arbeitsweise eines Rundklinkenzugs | 387 |
| Anwendungsbeispiele – Klinkenzüge | 388 |
| Anwendungsbeispiele – Klinkenzüge | 389 |
| Klinkenzug | 390 |
| Klinkenzug – Zweistufentransfer: Kombinierte Abstreifplatte mit Auswerferplatten | 391 |
| Klinkenzug | 392 |
| Spritzgießwerkzeug mit Klinkenzug | 393 |

XI

| | |
|--|-----|
| Vereinfachte Winkelmessungen | 395 |
| Vereinfachte Winkelmessungen für den Kunststoff-Formenbau | 396 |
| Winkelmessungen | 399 |

XII

| | |
|---|-----|
| Schieberwerkzeuge und Elemente | 401 |
| Schieberwerkzeuge und Elemente | 402 |
| Schieberform | 403 |
| Schrägschieber mit Auswerferstempel | 404 |
| Schieberform mit Auswerferplatten | 405 |
| Schieberform mit Abstreiferplatte | 405 |
| Schiebersicherung mit Schrägstift | 406 |
| Schiebersicherung | 407 |
| Formschiebersicherung mit Zwangskurve | 408 |
| Formschiebersicherung mit Schieberklammer .. | 408 |
| Schiebersicherung – Schieberklammer | 409 |
| Mini-Migt Schiebersicherung | 410 |
| Schiebersicherung mit Druckfeder | 411 |
| Gefederte Formschieberrückführung | 412 |
| Schiebersicherung (Index- und Stützbolzen) .. | 413 |
| Schiebereinheit | 414 |
| Schiebereinheit – Zusammenbau mit Spritzteil .. | 415 |
| Schrägschiebereinheit in Sonderausführung .. | 416 |
| Werkzeugelemente – Schieberelemente | 417 |
| Schiebermechanik | 418 |

| | |
|--|-----|
| Schieber mit Verdrehsicherung | 419 |
| Schrägschieber zum Entformen | 419 |
| Schieber – Anwendungsbeispiele | 420 |
| Schrägschieber für die Entformung – 2 Wege ... | 421 |
| Schieber-/Backenwerkzeuge, Grundlagenausführung | 422 |
| Schieber-/Backenwerkzeuge, Grundlagenausführung | 423 |
| Schieber-/Backenwerkzeuge, Grundlagenausführung | 424 |
| Schrägschieber mit Fußgelenk | 425 |
| Schieberhaltesicherungen | 426 |
| Schieberhaltesicherungen | 427 |
| Innenschieber (zum Entformen von Innenkonturen) | 428 |
| Abgekröpfte Zugteile | 428 |
| Schieber für innere Hinterschneidung | 429 |
| Spritzgießwerkzeug mit hydraulischem Kernzug | 430 |
| Mehrfachwerkzeug mit Doppelschieber | 431 |
| Spritzgießform – Zusammenbau | 432 |
| Hinterschneidungen | 433 |
| Heißkanalwerkzeug mit Steuerkurve | 434 |
| Werkzeug mit geteiltem Kern (Innenentformung) | 435 |

XIII

| | |
|--|-----|
| Werkzeugelemente | 437 |
| Automatische Transportsicherung – Stellungen .. | 439 |
| Endschalter für Formsicherung | 440 |
| Formsicherung durch Endschalter | 441 |
| Transportbrücke | 442 |
| Schnellwechsel von Spritzgießformen | 443 |
| Werkzeug mit Zentrierflansch mit Einführungsschräge | 444 |
| Sicherungshaken bei Spritzgießform | 445 |

XIV

| | |
|--|-----|
| Hydraulikzylinder | 447 |
| Verriegelungszylinder (Befestigungsbeispiele) .. | 449 |
| Verriegelungszylinder (Befestigungsbeispiele) .. | 450 |
| Hydraulischer Kurzhubzylinder (Anwendungsbeispiele) | 451 |
| Hydraulikzylinder | 452 |
| Kurzhubzylinder (Anwendungsbeispiele) | 453 |
| Kurzhubzylinder | 454 |

XV

| | |
|--|-----|
| Werkzeuge mit drehender Entformung | 455 |
| Mehrfachwerkzeug mit Steilspindel- Abschraubvorrichtung | 457 |
| Werkzeug mit Motor-Abschraubvorrichtung ... | 458 |
| Mehrfachwerkzeug mit Motor- Abschraubvorrichtung | 459 |
| 8-fach-Spritzgießwerkzeug – Gewindeformung über Zahnstangenbetriebe mit externem Antrieb | 460 |
| Ausschraubform | 461 |
| Ausschraub-Formeinsatz | 462 |
| Teilansicht einer Ausschraubform | 463 |
| Vierfach-Heißkanalwerkzeug (mit Schraubentformung) | 464 |
| Werkzeug mit hydraulischer Ausdrehvorrichtung | 465 |
| Ausschraubwerkzeug mit Zahnstangenantrieb .. | 466 |
| Hydraulische Ausdrehvorrichtung | 467 |
| Ausschraubform – Zweiplattenwerkzeug | 468 |

XVI

| | |
|--|-----|
| Sonderkonstruktionen | 469 |
| Werkzeug für das Verbinden von Laufradhälften | 471 |
| Vierfach-Spritz-Prägewerkzeug für eine Feldlinse | 472 |
| Zweifach-Spritzgussform zum vollautomatischen Einlegen von Metallteilen | 473 |
| Zweifach-Spritzgussform zum vollautomatischen Einlegen von Metallteilen (Fortsetzung) | 474 |
| Sechsfachwerkzeug für Okularlinse | 475 |
| Werkzeug für Spreiznieten mit Sperrstift | 476 |
| Versuchswerkzeug | 477 |
| Wechselwerkzeug | 478 |
| Presswerkzeug für Werkstücke mit Metalleinsätzen | 479 |
| Schnellwechselsystem „A“ – Typ Kassette | 480 |
| Schnellwechselsystem „A“ | 481 |
| Schnellwechselsystem „B“ – Typ Kassette | 482 |
| Schnellwechselsystem „B“ | 483 |
| Spritzwerkzeug mit Schrägstift und Schließflächen | 484 |
| Spritzwerkzeug | 485 |
| Dreifach-Spritzgießwerkzeug für Kosmetik- Cremedosen | 486 |
| Fünffach-Werkzeug für Tablettenröhrchen | 487 |
| Einfach-Spritzgießwerkzeug für Leuchtenabdeckung | 488 |
| Einfach-Gießform für Dekordeckel | 489 |
| Vierfach-Hohlraumgießform für Deckel | 490 |
| Zweifach-Hohlraumgießform für Behälter | 491 |

| | |
|--|-----|
| Vierfach-Hohlraumgießform für Trommel | 492 |
| Einfach-Hohlraumspritzform für Schneckengetrieberad | 493 |
| Vierfach-Hohlraumgießform für Führungsstück | 494 |
| Einfach-Hohlraumgießform | 495 |
| Zweifach-Hohlraumgießform für Gehäuse | 496 |
| Vierfach-Hohlraumgießform | 497 |
| Zweifach-Hohlraumgießform für Sicherheitsdeckel | 498 |
| Vierfach-Hohlraumgießform für Verteilerkopf | 499 |
| Zweifach-Hohlraumgießform für Spule | 500 |
| Zweifach-Hohlraumgießform für Tasse | 501 |
| Vierfach-Hohlraumgießform für Behälter | 502 |
| Spritzgießform für Griff | 503 |
| Spritzgussform für Flaschenkasten | 504 |
| Einfachform für Kühlschrankschale | 505 |
| Schematische Darstellung mit elektromechanischer Betätigung | 506 |
| Spritzgießwerkzeug mit zwei bogenförmigen Kernen | 507 |
| Schematische Darstellung eines Einfachwerkzeugs | 508 |
| Schematische Darstellung eines Einfachwerkzeugs | 509 |
| Schema der Betätigung von Ausschraubkernen | 510 |
| Schema manueller Betätigung durch Handkurbel | 511 |
| Schema einer Betätigung über Schnecken- radgetriebe | 512 |
| Anwendungsarten von Steilgewindegetrieben | 513 |
| Zahnstangenantrieb durch hydraulischen Arbeitszylinder | 514 |
| Zweifach-Spritzgießwerkzeug für Schraubdeckel mit Rasthaken | 515 |
| Zweifach-Spritzgießwerkzeug für Schraubdeckel mit Rasthaken | 516 |
| Zweifach-Spritzgießwerkzeug für Schraubdeckel mit Rasthaken | 517 |
| Zweifach-Spritzgießwerkzeug für Schraubdeckel mit Rasthaken | 518 |
| Etagen-Spritzwerkzeug für mehrere Schalen | 519 |
| Mehrfachwerkzeug mit zwei Etagen | 520 |
| Spritzwerkzeug mit Schieber für äußere Hinterschneidung | 521 |
| Zahnstangenzug für Etagenform | 522 |
| Zahnstangenzug für Etagenformen | 523 |

XVII

| | |
|-------------------------|-----|
| Anhang | 525 |
|-------------------------|-----|

| | |
|--|-----|
| Richtlinien und Normen | 526 |
| Literatur | 527 |
| Service Adressen | 528 |
| Anlage A: Checkliste für Formenbauer | 540 |

XVIII

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Stichwortverzeichnis | 545 |
|---------------------------------------|-----|

I

Spritzgießen – allgemeine Darstellungen

Spritzgießen – Fragen und Antworten

Spritzgießverfahren, Maschine, Werkzeug, Form

Welche Kunststoffe lassen sich grundsätzlich im Spritzgießverfahren verarbeiten?

Grundsätzlich lassen sich Thermoplaste, Elastomere und Duromere verarbeiten. Überwiegend werden jedoch Thermoplaste im Spritzgießverfahren verarbeitet.

Aus welchen zwei Haupt-Baugruppen besteht eine Spritzgießmaschine?

Sie besteht aus der Spritz- und der Schließeinheit.

Welche Aufgaben hat die Spritzeinheit zu erfüllen?

Die Spritzeinheit fördert und dosiert, plastifiziert, homogenisiert und transportiert Schmelze in den Werkzeughohlraum.

Was versteht man unter dem Plastifizieren eines Kunststoffes?

Der Kunststoff wird durch Druck und Wärme bildsam und fließfähig gemacht.

Was versteht man unter Homogenität einer Kunststoffmasse?

Eine Kunststoffmasse ist homogen, wenn sie in ihrer Zusammensetzung und Beschaffenheit gleichmäßig oder einheitlich ist. Das bedeutet: man kann an jeder beliebigen Stelle der Masse gleiche Eigenschaften und Beschaffenheit erwarten.

Wovon ist die Einspritzzeit im Werkzeug abhängig?

Die Einspritzzeit ist abhängig von:

- der Größe des Spritzteils oder der Spritzteile
- dem Spritzdruck
- der Schmelztemperatur
- der Viskosität der Schmelze
- der Länge und Form der Angüsse

Welche Vorteile hat eine Schneckenplastifizierung gegenüber einer Kolbenplastifizierung?

Durch die Schneckenplastifizierung wird die Plastifizierungsleistung erhöht und die Schmelze wird homogener.

Welche Bewegung macht die Schnecke einer Spritzgießmaschine beim Dosieren?

Die Schnecke vollführt gleichzeitig eine Drehbewegung und vom Staudruck verursacht eine geradlinige Rückwärtsbewegung.

Wie erfolgt die Erwärmung der Kunststoffmasse im Plastifizierzylinder einer Schnecken – Spritzmaschine?

Die Erwärmung der Kunststoffmasse erfolgt durch die Scherwärme und durch die Zylinderheizung.

Wie entsteht in der Spritzgießmaschine die Scherwärme?

Die Kunststoffmasse wird von der Schnecke durch den Plastifizierzylinder gedrängt. Dabei werden die Kunststoffpartikel unter Druck gegeneinander verschoben. Die dabei auftretende Reibung im Inneren des Kunststoffs führt zur Erwärmung.

Wie hoch kann der Anteil der Scherwärme an dem erforderlichen Gesamtwärmebedarf für die Plastifizierung der Kunststoffmasse in einer Spritzgießmaschine sein?

Die Scherwärme kann bis zu 50 % der erforderlichen Gesamtwärme betragen.

In welchem Bereich muss der Zylinder einer Spritzgießmaschine gekühlt werden?

Die Einzugszone des Plastifizierzylinder (Nähe der Einfüllöffnung) muss gekühlt werden.

Durch die Kühlung der Einzugszone einer Spritzgießmaschine wird das ungestörte Einziehen des Rohmaterials in Form von Pulver oder Granulat erleichtert. Eine Pfropfenbildung an der Einfüllöffnung wird vermieden.

Wie wird die Schneckenlänge einer Spritzgießmaschine angegeben?

Die Schneckenlänge wird als Vielfaches des Schneckendurchmessers angegeben.

Wie hoch ist das Schneckenspiel einer Spritzgießmaschine?

Das Schneckenspiel ist der halbe Maßunterschied zwischen dem Innendurchmesser des Zylinders und dem Schneckendurchmessers der Schnecke.

Was geschieht beim Dosieren?

Beim Dosieren wird Formmasse durch die Drehbewegung der Schnecke in den Sammelraum gefördert. Gleichzeitig wird die Schnecke axial nach hinten geschoben.

Warum ist beim Dosieren ein Staudruck erforderlich?

Durch den Staudruck wird die axiale Verschiebung der Schnecke verzögert und eine gründliche Plastifi-

zierung und Homogenisierung der Kunststoffmasse ermöglicht.

Wie lange dauert die Dosierung?

Wenn die gewünschte Menge an aufgeschmolzener Kunststoffmasse im Sammelraum vorhanden ist, wird durch axiale Verschiebung der Schnecke ein einstellbarer Endschalter betätigt, der die Drehung der Schnecke und damit die Dosierung beendet.

Welche Aufgabe hat die Düse einer Spritzmaschine?

Die Düse erfüllt folgende Aufgaben:

- Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit der Schmelze
- Verbindungsstelle zwischen Spritzeinheit und Werkzeug
- Verschluss des Zylinders

Welche Düsenausführungen gibt es bei Spritzgießmaschinen?

Es gibt folgende Düsenformen:

- Nadelverschlussdüsen
- Schieberverschlussdüsen
- Offene Düsen als Flach oder Konkavdüsen

Für welche Schmelzen können an der Spritzgießmaschine keine offenen Düsen verwendet werden?

Bei der Verwendung dünnflüssiger Schmelzen können keine offenen Düsen verwendet werden.

Welche Aufgabe hat das Werkzeug an einer Spritzgießmaschine zu erfüllen?

Aufgaben sind:

- Aufnahme der Schmelze ins Formnest
- Gestaltung der Schmelze
- Abkühlung der Schmelze bis zur Erstarrung

Wodurch unterscheiden sich Einfach- von Mehrfachwerkzeugen?

Der wichtigste Unterschied besteht darin, dass ein Einfachwerkzeug nur ein Formnest enthält (ein Teil gefertigt), während ein Mehrfachwerkzeuge mehrere Formnester enthält (mehrere Teile werden gleichzeitig gefertigt).

Welche Aufgabe hat die Trennebene eines Spritzgießwerkzeugs zu erfüllen?

Aufgaben sind:

- Trennung des Werkzeugs in mindestens zwei Teile
- Abdichtung der Werkzeughälften gegen Austritt der Schmelze
- Durchlassen der Luft, die beim Eintritt der Schmelze ins Werkzeug aus dem Formnest verdrängt wird

In welchen Spritzgießwerkzeugen werden Werkstücke mit Hinterschneidungen (Aussparungen und Vertiefungen) hergestellt?

Werkstücke mit Hinterschneidungen können nur in mehrteiligen Werkzeugen hergestellt werden.

Welche Verfahrensschritte hat ein Spritzzyklus?

Verfahrensschritte sind:

- Schließen des Werkzeugs
- Vorfahren der Spritzeinheit
- Einspritzen der Schmelze ins Werkzeug
- Beginn der Kühlung
- Nachdrücken
- Zurückfahren der Spritzeinheit
- Dosieren
- Öffnen des Werkzeugs

Welche Aufgabe hat beim Einspritzvorgang die Rückström Sperre zu erfüllen?

Die Rückström Sperre verhindert bei jedem Einspritzvorgang das Zurückströmen der Schmelze aus dem Sammelraum in den Plastifizierzylinder.

Welche Aufgabe hat der Werkzeugsicherungsschalter einer Spritzgießmaschine?

Durch die Arbeitsweise des Werkzeugsicherungsschalters soll erreicht werden, dass das teure Werkzeug während des Schließvorgangs nicht durch eingeklemmte Fremdkörper zerstört wird.

Wie arbeitet die Ausfallsicherung einer Spritzgießmaschine?

Das aus dem Werkzeug fallende Spritzteil öffnet eine Klappe, die sich selbsttätig wieder schließt. Dadurch wird ein Kontakt geschlossen, durch den ein erneutes Schließen des Werkzeugs ermöglicht wird.

Womit wird die Schnecke einer Spritzgießmaschine angetrieben?

Der Schneckenantrieb erfolgt durch einen Elektromotor oder durch stufenlos regelbare Hydraulikzylinder.

Welche Aufgaben hat die Schließeinheit einer Spritzgießmaschine zu erfüllen?

Die Schließeinheit hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Aufnahme des zwei oder mehrteiligen Spritzwerkzeugs
- Durchführung der Schließ- und Öffnungsbewegungen
- Zuhalten des Werkzeugs

Wie groß muss die Zuhaltkraft einer Spritzgießmaschine sein?

Die Zuhaltkraft soll stets größer sein als die Kraft, die durch den Werkzeuginnendruck entsteht. Aus Sicherheitsgründen sollte die Zuhaltkraft nur zu 80 % in Anspruch genommen werden.

Was bezeichnet man als Restmassepolster?

Als Restmassepolster bezeichnet man die vordere Stellung der Schnecke am Ende der Nachdruckzeit

Was ist die Düsenanliegezeit?

Als Anliegezeit der Düse bezeichnet man die Zeit vom Beginn des Anliegens am Werkzeug bis zum Abheben vom Werkzeug.

Was sind die Hauptteile eines „Normal-Spritzgießwerkzeugs“?

Düsenseitig: Aufspannplatte mit Zentrierung, Formplatte, Formeinsatz, Angussbuchse, Führungssäulen
Schließseitig: Formplatte, Formeinsatz, Zwischenplatte, Stützbolzen, Distanzleisten, Aufspannplatte, Auswerferhalteplatte, Distanzscheiben, Auswerfergrundplatte, Auswerferbolzen, Druckfeder, Auswerfer, Rückstoßstift, Mittenauswerfer, Führungsbuchse

Wozu dient die Zwischenplatte oder Druckplatte?

Sie dient der Auflage und Befestigung der Formeinsätze und verhindert ein Durchfedern der Formplatte.

Was ist eine Normalform?

Sie besitzt nur eine Formöffnungsebene und dient der Herstellung einfacher Spritzgussteile ohne Hinterschneidungen, z. B. Becher, Schalen.

Was sind Formeinsätze?

Austauschbare Formen oder Formteile für schwierig herzustellende Formpartien oder wenn durch Bruchgefahr Austauschbarkeit gefordert wird. Sie geben das eigentliche Formbild, indem die Spritzgießmasse ein Abbild derselben einnimmt.

Was ist der Zweck der Entlüftungssysteme?

Durch sie wird ein Entweichen der Luft während der Füllung des Formhohlraumes ermöglicht.

Was muss vor der Erprobung von Spritzwerkzeugen geprüft werden?

Vor der Erprobung ist es empfehlenswert, folgende Funktionskontrollen durchzuführen:

- Ausstoßbewegung und Auswerferplattenführung kontrollieren
- Bewegungsspiel der Formteile überprüfen
- Dichtheit der Kühl- oder Heizsysteme feststellen

– Kontrolle auf Dichtheit der Formtrennungsebene

Was sind handwerkliche Formen?

Dies sind Formen für geringe Stückzahlen. Sie werden meist aus Glasfaser verstärkten Kunststoffen (GFK) hergestellt, seltener aus Kohlefaser verstärkten Kunststoffen (CFK). Solche Formen sind nach der Herstellung von etwa 10–200 Bauteilen verschlissen. Sinnvoll sind sie besonders zur Herstellung komplexer und großer Teile, zum Beispiel im Bootsbau. GFK-Formen werden meist per Hand angefertigt, in dem dünne Glasfasermatten um ein Urmodell (oft ein massiver Polystyrol-Kern) oder um ein Muster-Bauteil gelegt werden und härten. Dadurch entsteht eine sogenannte Negativform. Bei der Herstellung des Bauteils wird der zu formende Werkstoff auf der Innenseite der Form angebracht, was eine glatte Außenfläche bewirkt. Eine Positivform (auch Kern) hingegen ist ein Abbild des herzustellenden Bauteils. Das zu formende Material wird auf der Außenseite aufgebracht, wodurch die innere Oberfläche glatt wird. Die Herstellung der Form und der Bauteile ist nach dem selben Verfahren möglich und unterscheidet sich in der Praxis oft nur geringfügig.

Was ist eine industrielle Form?

Dies sind verschleißfeste Formen, die in der Regel aus gehärtetem oder vergütetem Werkzeugstahl oder aus Hartmetall bestehen. Die meistens sehr genauen Formkonturen werden mit Hilfe von verschiedenen Werkzeugmaschinen nach Konstruktionszeichnung und NC-Daten eingearbeitet, zum Teil auch mit der Hand. Das macht die Herstellung einer Form zwar teurer, aber für die Herstellung von Bauteilen in großen Mengen ist dies ab einer gewissen Losgröße (Mindeststückzahl) kostengünstiger und schneller als die Teileherstellung ohne Formen (zum Beispiel durch CNC-Fräsen).

Metallformen können aus bis zu mehreren hundert Einzelteilen (Formbestandteilen) bestehen. Diese Bestandteile sind nicht nur die geformten Teile, sondern auch eingekaufte Normteile und Normalien. Eine Metallform besteht mindestens aus einer Matrize, welche das Negativ der Außenform für das herzustellende Massenteil bildet. Um die Innenform dieses Teils zu bilden, wird der so genannte Kern benötigt. Ein Kern und eine Matrize bilden gemeinsam eine Kavität.

Wie ist eine Form aufgebaut?

Die meisten Formen bestehen aus Angussseite und Ausstoßseite. In beiden Hälften ist die negative Kontur der Spritzlinge als Hohlraum vorhanden. Die Spritzgießmaschine fährt diese beiden Formhälften nach dem Einspritzen und erfolgter Erstarrung auseinander.

Der Spritzling verbleibt in der Ausstoßseite und wird mit einer separaten Ausstoßvorrichtung ausgeworfen. Die Kontur des Spritzlings erlaubt normalerweise keine Hinterschneidung in Öffnungsrichtung. Falls die Kontur dennoch Hinterschneidungen haben muss, werden zusätzliche Schieber eingebaut, die vor dem Öffnungsvorgang zurückgefahren werden.

Teile einer typischen Form sind:

- Aufspannungsplatte
- Formplatte Angussseite
- Formplatte Ausstoßseite
- Abstandsleisten für die Auswerferplatten
- Distanzstücke für Auswerferbewegung
- Auswerferplatten mit den Auswerferstößeln
- Aufspannungsplatte
- Anschlüsse für die Kühlbohrungen

Welche Rolle spielt die Oberflächenbeschaffenheit des Spritzteils bei der Formherstellung?

Ein Massenteil weist immer eine ganz bestimmte Oberflächenbeschaffenheit und Rauheit auf. Diese Oberflächenbeschaffenheit muss beim Herstellen einer Form berücksichtigt werden. Je nach Bedürfnis des Endkunden wird die Oberfläche einer Form poliert, nach einem bestimmten Muster strukturiert (z. B. Ätzen) oder im angewendeten Herstellungsverfahren der entsprechenden Werkzeugmaschine belassen.

Welche Vorteile bietet das Hartverchromen der Form?
Es schützt vor Reibungsverschleiß und Korrosion.

Weshalb ist ein stumpfes Anflanschen der Formeinsätze zu unterlassen?

Die beim Einspritzprozess wirksam werdenden Spritzkräfte könnten zur Verschiebung des Formeinsatzes führen.

Angussystem

Was ist ein Anguss?

Der Anguss ist ein System von Strömungswegen, in denen die plastifizierte Formmasse von der Düse zum Formhohlraum fließt. Der Anguss muss so konstruiert werden, dass die Formmasse auf kürzestem Wege den Formhohlraum erreicht. Wärme- und Druckverluste sind auf ein Minimum zu reduzieren. In Mehrfachformen verläuft der Angussweg durch den Angusskegel über den Hauptangusskanal und die Verteilerkanäle zum Anschnitt. Der komplette Anguss wird dann als Angussspinne oder Verteilerkreuz bezeichnet.

Welche Angussarten (Anspritarten) gibt es?

Es gibt Stangenanguss (auch Kegelanguss), Normalanguss, Scheibenanguss, Ringanguss, Schirmanguss,

Punktanguss, Tunnelanguss, Ringanguss und Bandanguss (auch Filmanguss)

Wie erreicht man bei Mehrfachformen eine gleichmäßige Füllung der Formhöhlräume?

Das Volumen der Angusskanäle soll möglichst gleich groß sein.

Was ist ein Anschnitt?

Der Anschnitt ist die Verengung des Angusskanals am Eingang zum Formhohlraum. Sein Querschnitt kann rund oder rechteckig sein. Die richtige Größe des Anschnittes wird durch Probespritzen ermittelt. Ziel ist es, alle Formnester gleichmäßig zu füllen.

Was ist der Nachteil eines Stangenangusses?

Dieser Anguss muss nachträglich vom Spritzteil entfernt werden, entweder manuell oder maschinell.

Welche Anspritzart erfordert der Normalanguss?

Eine seitliche, da der Formhohlraum außerhalb der Mitte liegt.

Was sind Vor- und Nachteile des Punktangusses?

Er erfordert keine Nacharbeit am Spritzgussteil. Es sind aber bis zu 30 % größere Spritzdrücke erforderlich.

Wo wird der Scheibenanguss eingesetzt?

Bei kurzen rohrförmigen Körpern, zentrale Anspritzung. Es ist Nacharbeit erforderlich.

Wofür ist der Schirmanguss geeignet?

Für längere Teile, die eine Kernabstützung benötigen. Die Anspritzung erfolgt schirmförmig in mehreren Kanälen.

Was sind die Besonderheiten beim Tunnelanguss?

Beim Tunnelanguss wird seitlich durch eine schräge, konische Bohrung (Durchmesser 0,6 bis 1,2 mm) angespritzt. Der verengte Teil des Angusskanals muss so ausgeführt werden, dass das Spritzgut beim Auswerfen der Verteilerspinne aus der Bohrung gezogen wird ohne abzurechen. Für harte und spröde Thermoplaste geeignet.

Was bedeutet „angussloses Verfahren“?

Die Spritzdüse der Spritzgießmaschine wird direkt an die Formpartie angesetzt. Dieses Verfahren wird nur bei Einfachformen eingesetzt.

Wie lässt sich der Strömungsverlauf in den Angusskanälen optimieren?

Die Abzweigungen im Spritzlauf werden ausgerundet.

Was sind die Vor- und Nachteile des runden Angussquerschnittes?

Vorteilhaft ist die gleichmäßige Verteilung der Druck- und Wärmeverluste auf beide Hälften. Die Verluste werden erheblich reduziert. Allerdings fallen höhere Herstellkosten an, da die Kanäle in beide Formplatten eingearbeitet werden müssen. Beim halbrunden Angussquerschnitt sind lediglich vertiefte Einarbeitungen in einer Formplatte nötig.

Temperierung – Heizung und Kühlung

Wie funktionieren Heizung und Kühlung?

Die Kühlung einer Form bestimmt wesentlich die Zykluszeit in der Produktion und damit die Kosten des herzustellenden Serienteiles. Je besser die Kühlung, desto kürzer ist die Zykluszeit.

In bestimmten Situationen ist auch eine Heizung notwendig, um zum Beispiel eine Form auf eine gewisse Temperatur für das Spritzgießen zu bringen.

Um eine Temperierung zu erreichen, werden meistens Bohrungen im Werkzeug eingebracht. Diese werden, zum Teil in mehreren komplizierten Kreisläufen, möglichst gleichmäßig und nahe an die Formpartie gelegt. Ein flüssiges Medium (z. B. Kühlsole, Leitungswasser, Öl) durchfließt diese während der Herstellung der Spritzgussteile. Die Schnittstelle wird meist über Schnellkupplungen gelöst. Dabei sollte eine Unverwechselbarkeit der Vor- und Rückläufe sowie eine dauerhafte und prozesssichere Lösung gewählt werden. Mit einer Werkzeug-Temperierung kann folgendes beeinflusst werden:

- Zykluszeit (und damit die Kosten des herzustellenden Spritzgießteiles)
- Teileverzug oder Schwundverhalten (Qualität des herzustellenden Spritzteiles)
- Oberflächenbeschaffenheit des Spritzteiles, (z. B. glänzend oder matt beim Kunststoffspritzteil)
- Qualität an der Stelle des Anspritzpunktes

Wo sind an einer Spritzgießmaschine die Heizbänder oder Heizmanschetten angeordnet?

Die Heizbänder oder -manschetten umschließen den Plastifizierzylinder.

Wie erreicht man eine konstante Temperatur im Zylinder der Spritzgießmaschine?

Die Temperatur der Zylinderwandung wird mit Hilfe von Thermoelementen gemessen und mit Hilfe eines Temperaturreglers durch Ein- und Ausschalten des Heizstromes konstant gehalten.

Was bezeichnet man als thermisches Gleichgewicht einer Spritzgießmaschine?

Beim thermischen Gleichgewicht arbeitet die Spritzgießmaschine bei einem festgelegten Arbeitsrhythmus bei konstanter Temperatur.

Welche Folgen haben Betriebsstörungen oder Betriebspausen für die Qualität der Spritzteile?

Durch Betriebsstörungen oder Betriebspausen wird die Verweilzeit der Kunststoffmasse im Plastifizierzylinder vergrößert und damit das thermische Gleichgewicht der Maschine gestört. Die Qualität der Spritzteile wird durch solche Störungen zunächst schlechter sein.

Wird eine Spritzgießmaschine mit Temperaturregelung stets die vorgesehene Zylindertemperatur halten?

Am Temperaturregler der Spritzgießmaschine wird der Sollwert der Temperatur eingestellt. Die tatsächliche Temperatur an der Maschine wird um diesen Sollwert nach unten und oben schwanken.

Welche Aufgabe hat das Vorwärmen von Formmassen vor dem Spritzgießen?

Durch das Vorwärmen wird zum Beispiel eine duroplastische Formmasse getrocknet und die Fließeigenschaften werden verbessert.

Wie soll eine Werkzeugkühlung ausgelegt sein?

Sie soll ein möglichst rasches Erstarren der Schmelze ermöglichen. Dadurch wird ein kürzerer Fertigungszyklus je Spritzteil möglich. Mehr Teile je Zeiteinheit bedingen eine hohe „Schusszahl“ und bessere Wirtschaftlichkeit.

Wie sollen die Kühlbohrungen im Werkzeug beschaffen sein?

Sie sollten möglichst kurz sein. Ein kurzer Weg des Kühlmittels durch das Werkzeug vermindert die Möglichkeit der Kühlmittelerwärmung. Gesteigerte Kühlmittelerwärmung reduziert das Kühlvermögen.

Was ist der Unterschied zwischen Serienkühlung und Parallelkühlung?

Bei einer Serienkühlung werden die einzelnen Formteile nacheinander vom Kühlmittel durchströmt. Bei der Parallelkühlung wird das Kühlmittel durch Sammelkanäle den einzelnen Formteilen gleichzeitig zu- und abgeführt. Der Vorteil der Serienkühlung liegt in der verhältnismäßig einfachen Herstellung. Vorteil der Parallelkühlung ist der hohe Kühlwirkungsgrad. Sie wird hauptsächlich bei Vielfachformen angewendet.

Was versteht man unter Schwindung und Schwindmaß?

Schwindung ist die Maßänderung des Werkstücks durch Zusammenziehen des Werkstoffes beim Abkühlen. Das Schwindmaß ist der Unterschied zwischen den Formmaßen und den Maßen des erkalteten Spritzlings. Je nach Material kann es 0,5 bis 3 % betragen. Das Schwindmaß muss bei der Formauslegung berücksichtigt werden.

Zentrierung, Führung, Spannsysteme

Welche Funktion hat die düsenseitige Aufspannplatte mit Zentrierring?

Sie übernimmt die zentrische Aufspannung der düsenseitigen Werkzeughälfte.

Welche Funktion haben die Formplatten?

Sie nehmen die Formeinsätze oder Formearbeitungen, die Angussbuchse und die Führungssäulen (düsenseitig) bzw. Führungsbuchsen (schließeitig) auf. In den Formplatten befinden sich die Kühlung oder das Temperiersystem.

Wodurch wird die Positionierung der Werkzeughälften gewährleistet?

Durch Führungsbolzen und Führungsbuchsen. Um falsches Zusammenfahren der Formhälften zu verhindern, haben die Führungsbolzen unterschiedliche Durchmesser.

Wozu benötigt man seitliche in die Backen eingearbeitete Führungsstifte?

Um beim Pressen die Übereinstimmung der beiden Formhälften zu gewährleisten, sowie als Zentrierung bei der Einarbeitung.

Welche Aufgabe hat die Aufspannung?

Um eine Form in der Gießmaschine zu befestigen, dient in der Regel beidseitig eine Aufspannplatte. Diese wird meistens mit Spannnuten versehen, die auf den entsprechenden Maschinentyp abgestimmt sind. Die heutige Fertigung verlangt immer schnellere Wechsel der Produkte und damit kleinere Serien, die hergestellt werden. Bei den damit verbundenen häufigen Wechseln der Form auf der Produktionsmaschine kann ein Schnellspannsystem sinnvoll sein. Dieses vereinfacht die Aufspannung und den schnellen Anschluss von Kühlung, Hydraulik oder Pneumatik.

Entformen

Wie sind Übergänge und Innenkanten im Formhohlraum zu gestalten?

Eine leichte und schnelle Entformung wird erreicht, indem alle Formflächen, die in Öffnungsrichtung des Werkzeugs liegen, eine Entformungsschräge aufweisen. Auch Kanten und Übergänge sollen abgerundet sein.

Welche Funktion haben Distanzleisten und Stützbolzen?

Distanzleisten begrenzen den Auswerferweg, Stützbolzen stützen die Druckplatte zur Aufspannplatte ab.

Was ist die Aufgabe der schließeitigen Aufspannplatte?

Sie dient zur Aufspannung der Werkzeughälfte und zur Führung der Auswerferstange.

Was ist eine Abstreifform?

Bei einer Abstreifform wird der Spritzling nicht mit Auswerferstiften sondern mit Abstreifleisten oder mit Abstreifringen entformt, z. B. bei Verschlusskappen.

Was sind „Klinken“?

Klinken sind seitlich an der Form befestigte Haken, die nach Erreichen des gewünschten Öffnungsweges durch die Kurvenleiste gelöst werden.

Was ist eine Abreißspritzgießform?

Bei ihr wird durch Bewegungsvorgänge im Werkzeug der Anguss vom Artikel getrennt (abgerissen). Der Anschnitt ist als Tunnelanschnitt ausgelegt.

Was sind die Besonderheiten der Schieber- und Backenform?

Diese Formen weisen eine oder mehrere Entformungsebenen auf. Dadurch lassen sich auch komplexere Spritzteile fertigen. Bei der Schieberform können mit Hilfe beweglicher Formelemente, den Schiebern, Durchbrüche und Bohrungen erzeugt werden. Die Schieber werden durch Flachführungen oder Schwalbenschwanzführungen geführt und durch Schrägbolzen, Schieberkurven, Kernzugzylinder und Keile betätigt.

Wozu dient die Verriegelung?

Verriegelungen fangen die Schieber- und Kerndrücke auf und entlasten dadurch die Betätigungen. Sie arbeiten nach dem Prinzip der schiefen Ebene, wobei 30° nicht überschritten werden soll.

Welchem Zweck dient die Auswerferhalteplatte?

Sie hält die Auswerfer in der richtigen Lage und Distanz und schützt sie gegen Verdrehung.

Wie sind die Ausstoßer im Spritzwerkzeug angeordnet?

Auswerferstifte müssen in erster Linie dort angebracht werden, wo durch Schrumpfungen Entformungsschwierigkeiten entstehen. Dies tritt insbesondere bei Werkzeugen mit Kernen auf.

Was bewirken die Rückstoßstifte?

Sie garantieren ein sicheres Zurückstoßen der Auswerfer.

Wie erfolgt das Öffnen der Werkzeugbacken?

Das Öffnen der Werkzeugbacken geschieht durch einen von unten betätigten zentralen Auswerfer, der auch die Rückstellung der beiden Werkzeugbacken bewirkt.

Wann benötigt man ein Metalleinlegeteil im Artikel?

Um z. B. Gewinde haltbar zu machen oder wenn elektrische Leitkontakte nötig sind.

Was begünstigt eine gute Entformung des Artikels?

- Konizität der Formhohlraum und Kerne
- Günstige Anordnung der Auswerfer
- Polieren in Entformungsrichtung

Wie stark soll die Konizität der Formeinsätze sein?

Je nach Art und Gestaltung des Artikels sollten die Außen- und Innenflächen der Form eine Neigung in Öffnungsrichtung von $0,5^\circ$ – 2° erhalten.

Worauf ist bei der Herstellung des Kernzuges besonders zu achten?

Die Endlage des Kernes muss dicht schließen, sonst bildet die eindringende Spritzmasse einen Grat.

Wie sind die Backenwerkzeuge beim Pressverfahren ausgelegt?

Backenwerkzeuge sind stets als Konuswerkzeuge gebaut; in den beiden Backen sind die Artikelhohlräume und der Füllraum je zur Hälfte seitlich eingearbeitet. Die Werkzeugbacken werden dabei in einem konischen Ring oder Rahmen geführt.

Wie groß sollte der Konus der Werkzeugbacken gewählt werden?

Die Konizität richtet sich nach der Größe und Gestaltung des Teiles, sollte aber nicht unter 15° liegen, da sonst ein Entformen nur sehr schwer möglich ist.

Welche Aufgabe fällt der Auswerfergrundplatte zu?

Sie ist stets stärker auszulegen als die Auswerferhalteplatte und überträgt die Auswurfkraft von der Auswerferstange auf den Ausstoßer.

Welche Aufgaben hat der Schieber?

Schieber dienen dazu, Partien zu entformen, die nicht in normaler Entformungsrichtung entformt werden können. Das heißt, dass das gespritzte oder gegossene Teil nicht durch das alleinige Öffnen der Form in der so genannten Trennebene entformt werden kann. Diese Partien nennt man Hinterschnitte.

Solche Hinterschnitte am Formteil können eine Form massiv verteuern, auch wenn diese nur sehr klein sind. Die Lage des Hinterschnittes, welche die Richtung der Entformung angibt, ist mitbestimmend für den Aufwand zur Herstellung eines Werkzeuges.

Schieber werden entweder mechanisch durch Schrägzugbolzen während des Öffnens der Form oder hydraulisch betätigt, um das Spritzteil oder Gussteil bei den Hinterschnitten zu befreien.

Welche Aufgaben hat der Auswerfer?

Die Ausstoßer- oder Auswerfereinheit dient der Entformung eines gespritzten oder gegossenen Teiles. Es besteht im Wesentlichen aus einer Ausstoßerplatte und einer Halteplatte sowie von der Teilekontur abhängigen Anzahl, in der Regel runden Auswerfern. Die von der Halteplatte durch einen Bund festgehaltenen Auswerfer werden nun via Ausstoßbolzen und Ausstoßerplatte nach vorne geschoben, um das Teil aus der Form auszuwerfen respektive auszustoßen.

Bei komplexeren Formteilkonturen kann der Ausstoßer auch aufwändigere Funktionen wie Schräg ausstoßer, Konturen ausstoßer, Hülsenauswerfer oder Flachauswerfer beinhalten. Der Ausstoßer ist in der Regel durch Endschalter abgesichert, um Fehlern im Programmablauf und damit einer Beschädigung der teuren Formpartien vorzubeugen.

Werkzeugtypen – Übersicht

Tabelle 1.1

| | Backenwerkzeug | Abschraubwerkzeug | Abreißwerkzeug |
|---------------------------------------|---|--|--|
| Schematische Darstellung | <p>SS Tr DS</p> <p>1 2 3 4 5</p> | <p>SS Tr DS</p> <p>1 2 3 4 5</p> | <p>SS Tr1 Tr2 DS</p> <p>1 2 3 4</p> |
| Wichtige Elemente | 1 Entformungssystem 2 Backenführungsplatte 3 Backe 4 Formnest 5 Angusskanal | 1 Entformungssystem 2 Spindel 3 Zahnrad 4 Formkern 5 Formnest | 1 Entformungssystem 2 Zuganker 3 Formnest 4 Angusskanal |
| Charakteristische Beschreibung | Aufbau ähnlich dem Normalwerkzeug, jedoch mit zusätzlichen Backen für Teile mit Hinterschneidung oder äußerem Gewinde sowie zur Kraftaufnahme | Drehbewegung des Gewindeformkerns durch eingebautes Getriebe mechanisch betätigt | Zwei Trennebenen; Betätigung der Zwischenplatte durch Klinkenzug oder Zuganker; unterteilte Öffnungsbewegung |
| Formteile | Für längliche und breite Teile mit Hinterschneidung | Für Teile mit innerem oder äußerem Gewinde | Für Teile mit automatischer Angussabtrennung |
| Öffnungsrichtung | | | |
| Beispiel | | | |

Tabelle 1.1 (Fortsetzung)

| | Normalwerkzeug | Abstreifwerkzeug | Schieberwerkzeug |
|---------------------------------------|---|---|---|
| Schematische Darstellung | | | |
| Wichtige Elemente | 1 Aufspannplatte – SS 2 Entformungssystem 3 Formnest 4 Angusskanal 5 Aufspannplatte – DS | 1 Aufspannplatte – SS 2 Abstreifplatte 3 Formnest 4 Angusskanal 5 Aufspannplatte – DS | 1 Entformungssystem 2 Steuerfinger 3 Formnest 4 Schieber 5 Angusskanal |
| Charakteristische Beschreibung | Einfachste Bauweise; zwei Werkzeughälften; eine Teilungsebene; Öffnungsbewegung in eine Richtung; Entformung durch Schwerkraft, Hülse oder Stifte | Aufbau ähnlich dem Normalwerkzeug, jedoch Entformung durch Abstreifplatte | Aufbau ähnlich dem Normalwerkzeug, jedoch mit zusätzlichem Schieber und Steuerfinger für Seitenbewegung |
| Formteile | Für Formteile aller Art ohne Hinterschneidung | Für becherförmige Teile ohne Hinterschneidung | Für flache Teile mit Hinterschneidung oder äußerem Gewinde |
| Öffnungsrichtung | | | |
| Beispiel | | | |

(Quelle: Menges, G./Michaeli, W./Mohren, P.: Spritzgießwerkzeuge, Auslegung, Bau, Anwendung, 6. Auflage, S. 58 u. 59, Carl Hanser Verlag, München, 2007)

Aufbau eines Spritzgießwerkzeugs mit Auswerferbolzen

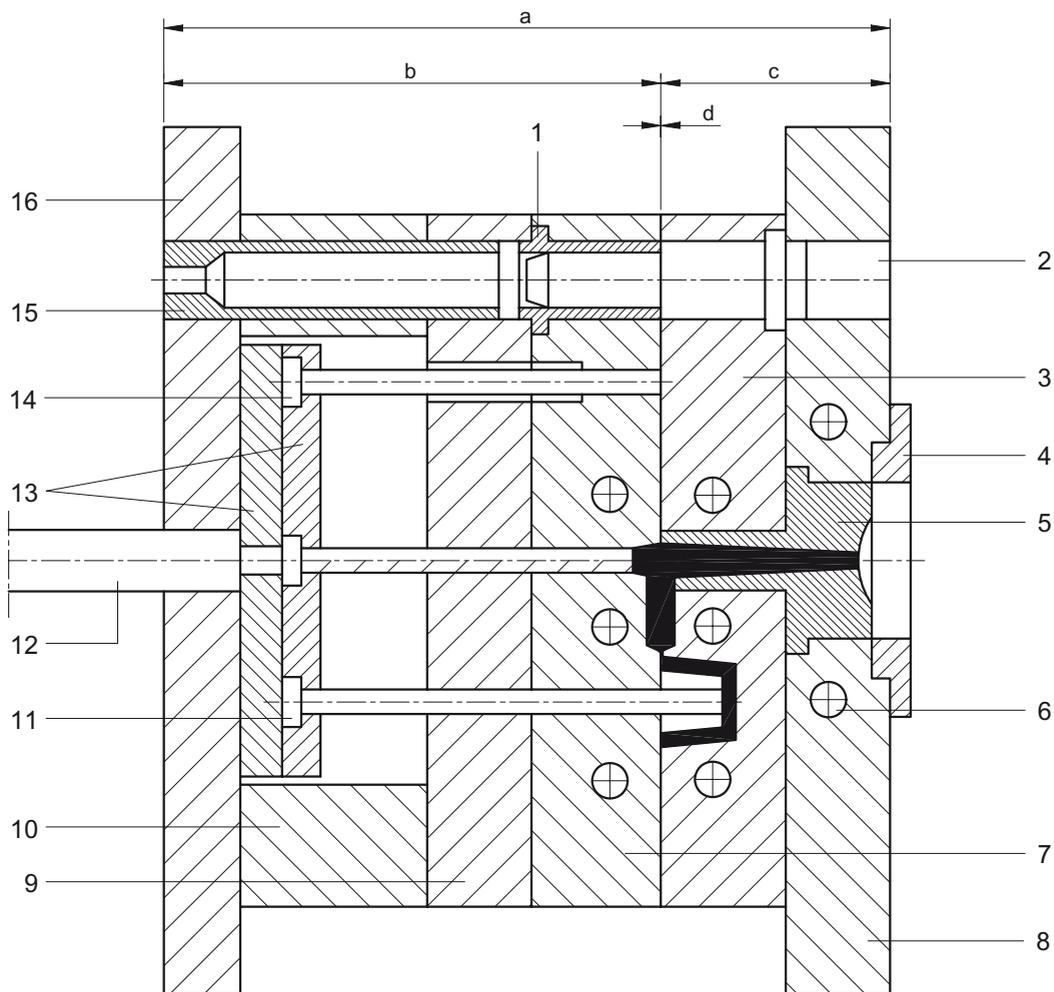


Bild 1.1

- | | |
|---|---------------------------------|
| | 1 Führungsbuchse |
| | 2 Führungssäule |
| | 3 Formplatte (feste Seite) |
| | 4 Zentrierflansch |
| | 5 Angießbuchse |
| | 6 Kühlbohrung |
| | 7 Formplatte (bewegliche Seite) |
| | 8 Aufspannplatte |
| | 9 Zwischenplatte |
| | 10 Leisten |
| | 11 Auswerferstift |
| | 12 Auswerferbolzen |
| | 13 Auswerferplatten |
| | 14 Rückdrückstift |
| | 15 Zentrierhülse |
| | 16 Aufspannplatte |
| a | Einbauhöhe |
| b | bewegliche Seite |
| c | feste Seite |
| d | Trennebene |

Entformungssysteme mit Auswerfer

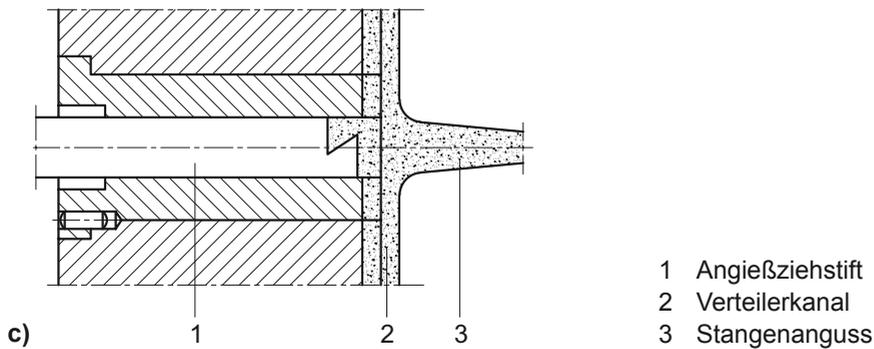
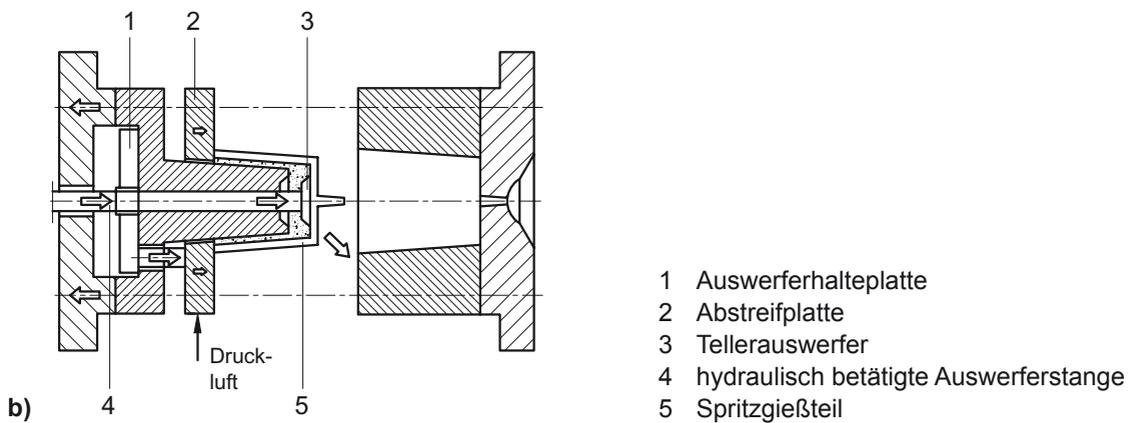
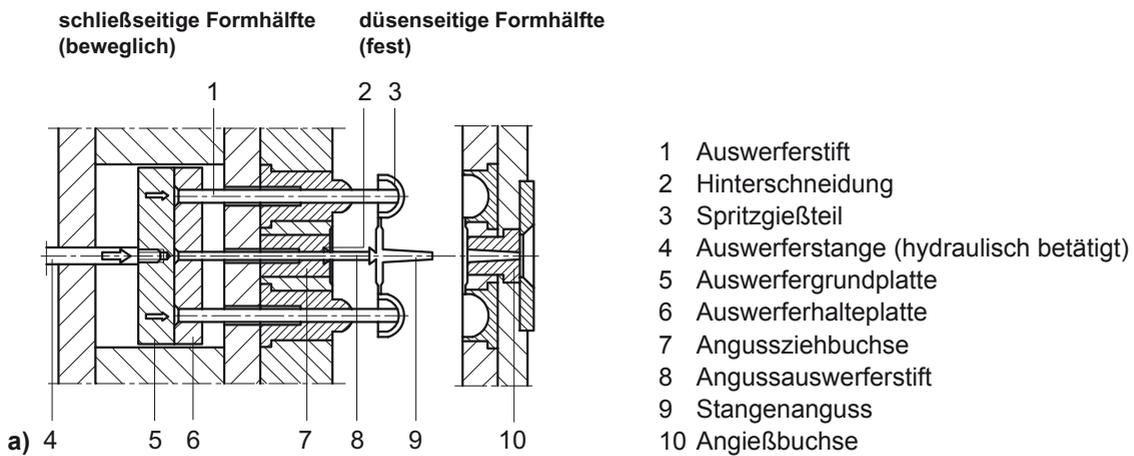


Bild 1.2

- a) Auswerfersystem
- b) Auswerfer Elemente
- c) Angießziehstift

Spritzgießmaschine mit Werkzeug

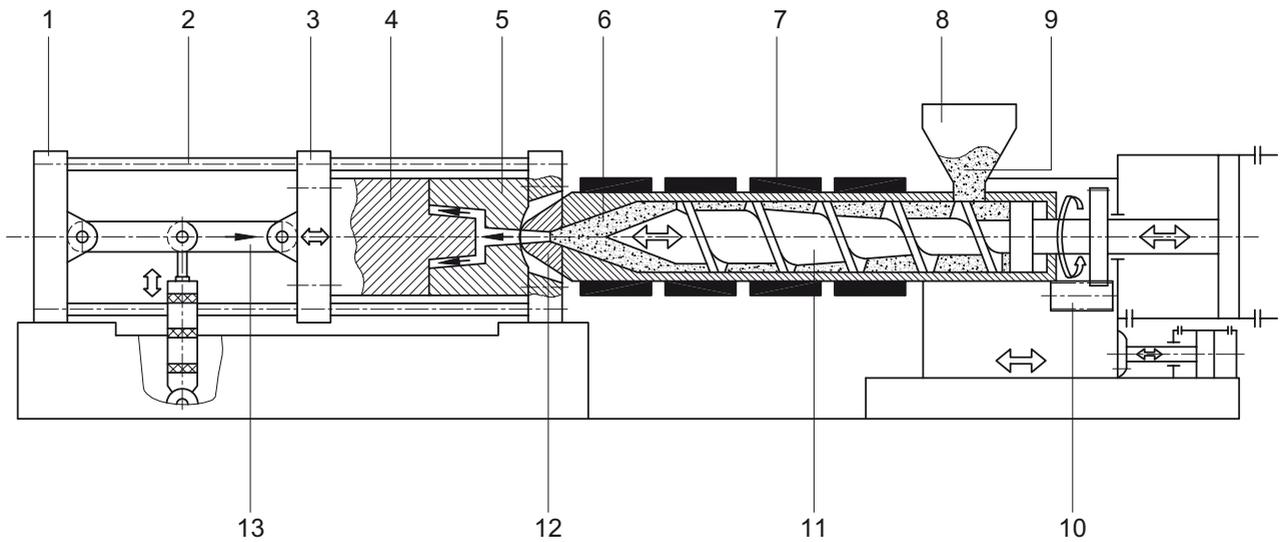
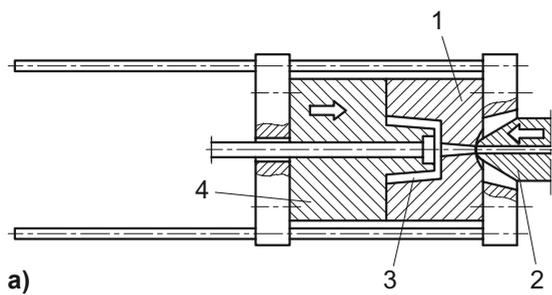


Bild 1.3

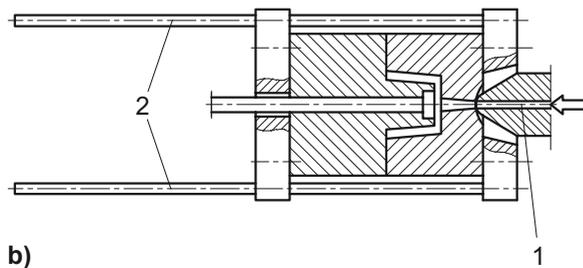
- 1 Stützplatte
- 2 Säule
- 3 Werkzeugaufspannpatte beweglich
- 4 bewegliche Formhälfte
- 5 feststehende Formhälfte
- 6 Einspritzdruck Nachdruck
- 7 Heizband
- 8 Einfülltrichter
- 9 Formmasse
- 10 Antrieb für Schnecke
- 11 Schnecke
- 12 Düse
- 13 Kniehebel

Das Granulat wird durch das Heizband zu einer Formmasse aufgeschmolzen, durch die Schnecke gefördert und homogenisiert und unter Druck in die Form gepresst.

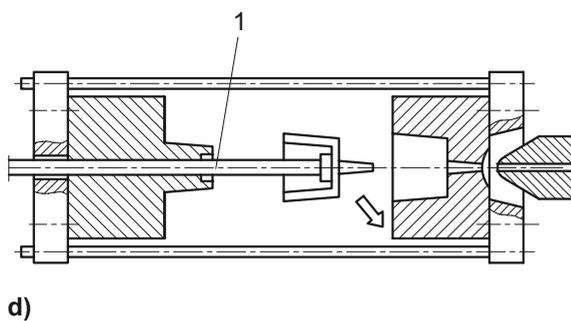
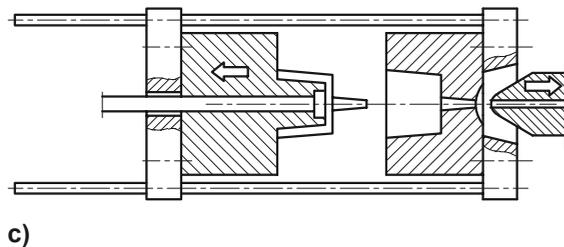
Vorgänge beim Spritzgießen in der Spritzgießform



- 1 feste Formhälfte
- 2 bewegliche Düse
- 3 Formhöhlung
- 4 bewegliche Formhälfte



- 1 Formmasse
- 2 Führungssäulen



- 1 hydraulisch betätigter Auswerfer

Bild 1.4

- a) Schließen der Form
- b) Einspritzen der Formmasse
- c) Öffnen der Form
- d) Auswerfen des Spritzgießteils

Schließen der Form

Die Spritzgießform wird durch die Bewegung einer Formhälfte geschlossen.

Die bewegliche Düse wird an den Anguss der Spritzform gepresst.

Einspritzen der Formmasse

Die Formmasse befindet sich im plastifizierten Zustand und wird unter hohem Druck in die Formhöhlung gepresst.

Öffnen der Form und Auswerfen des Spritzgießteils

Nach dem Abkühlen des Spritzgießteils wird die Form geöffnet und das Werkstück ausgeworfen.