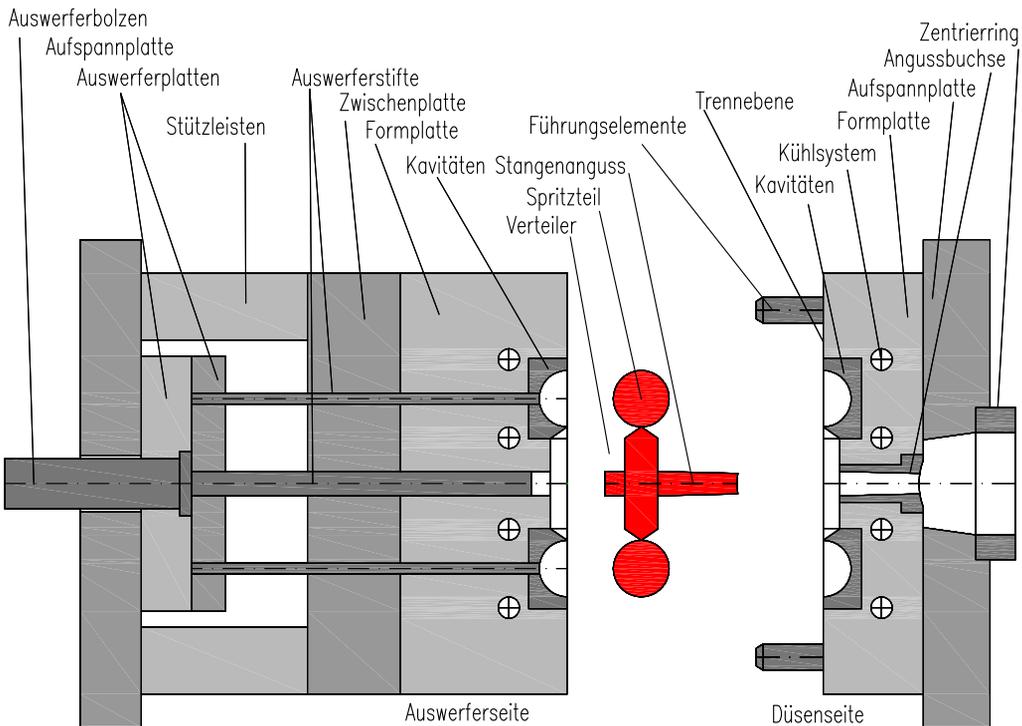


# 1

## Grundsätzlicher Werkzeugaufbau

### 1.1 Baugruppen eines Spritzgießwerkzeugs

Zum grundsätzlichen Verständnis sollen in der Einführung die wichtigsten Elemente eines Spritzgießwerkzeugs mit den gängigen Fachbegriffen benannt werden. Generell besteht jedes Spritzgießwerkzeug aus zwei Werkzeughälften, einer Düsenseite und einer Auswerferseite. In den Werkzeughälften befinden sich die Kavitäteneinsätze, die Angussysteme, die Kerne, die Auswerferelemente und die Kühlung.



**Bild 1.1** Prinzip Zweiplatten-Werkzeug

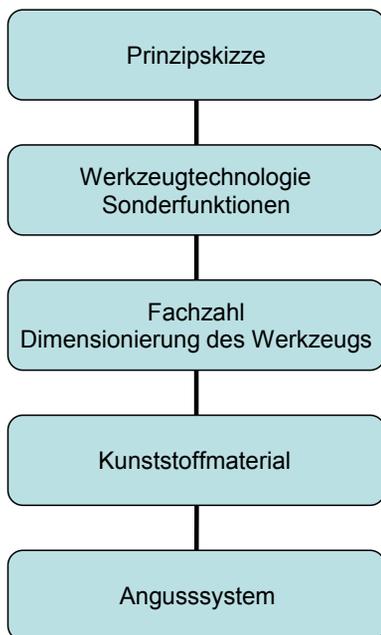
### 1.1.1 Phasen der Konstruktion

Es wird mit einer Prinzipskizze begonnen, um zu prüfen, welche Werkzeugtechnologie eingesetzt werden kann. Zu klären ist, ob Sonderfunktionen notwendig sind und sich das geplante Konzept für eine vollautomatische Fertigung eignet. Danach wird geprüft, wie hoch die Fachzahl (Anzahl der Formnester) sein soll, denn dies hat Einfluss auf die Spritzgießmaschinengröße sowie auf die Dimensionierung des Werkzeugs. Der nächste Schritt ist die Festlegung des Kunststoffmaterials. Ist der Kunststoff leicht-, zähfließend oder verstärkt? Muss das Werkzeug gekühlt oder beheizt werden? Welches Angussystem wird eingesetzt?

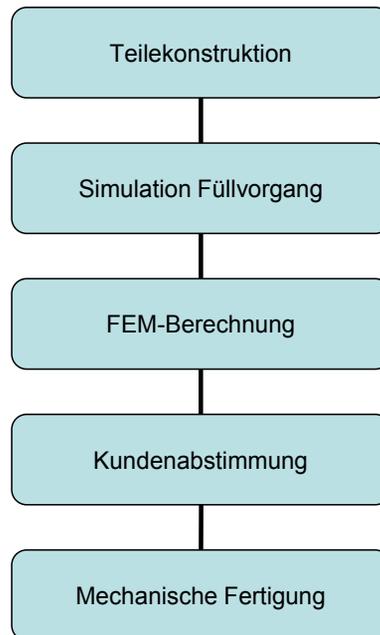
Mit diesem Wissen kann die Konstruktion beginnen. Zuerst ist eine Teilezeichnung in 3D anzufertigen. Anschließend entscheidet man, ob für dieses Teilemodul eine Simulation des Füllvorganges (Moldflow-Analyse) durchzuführen ist. Bei einem Teil, das mechanischen Belastungen ausgesetzt ist, können auch eine Finite-Elemente-Berechnung (FEM) und eine Prozesssimulation notwendig sein.

Der große Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass bis auf das Herstellen des Prototyps alle Aufgaben mit CAD-Programmen durchführbar sind. Nach Abschluss dieser Phase empfiehlt sich ein Kundengespräch zur detaillierten Klärung aller Punkte. Danach erfolgt die Freigabe der Konstruktion. Das Werkzeug und die Einzelteile werden nun produziert.

Der große Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass bis auf das Herstellen des Prototyps alle Aufgaben mit CAD-Programmen durchführbar sind. Nach Abschluss dieser Phase empfiehlt sich ein Kundengespräch zur detaillierten Klärung aller Punkte. Danach erfolgt die Freigabe der Konstruktion. Das Werkzeug und die Einzelteile werden nun produziert.



**Tabelle 1.1** Aufklärungsphase



**Tabelle 1.2** Konstruktionsphase

### 1.1.2 Stabilität des Werkzeugs bei Duroplasten

Wenn möglich, sollten bei Duroplastwerkzeugen die Kerne und Einsätze nicht zusammengesetzt werden. Für die Stabilität der Werkzeuge ist es besser, wenn diese aus einem Stück gefertigt sind. Aus Gründen der Stabilität empfiehlt es sich bei Duro-

plastwerkzeugen, die Stammformen generell eine Nummer größer zu wählen als bei Thermoplastwerkzeugen. Dies verhindert eine Verformung der Seitenwände des Werkzeugs durch den hohen Einspritzdruck (bis 2.500 bar).

### 1.1.3 Verschleiß des Werkzeugs bei Duroplasten

Werkzeuge für die Duroplastverarbeitung neigen zu stärkerem Verschleiß als Thermoplastwerkzeuge. Das liegt hauptsächlich an den Zuschlagstoffen wie zum Beispiel Glasfasern und Gesteinsmehl. Diese Stoffe sind abrasiv. Auch an die Stabilität der Werkzeuge werden höhere Anforderungen gestellt.

Schon bei der Konstruktion muss darauf geachtet werden, dass scharfe Kanten und Umlenkungen austauschbar gestaltet sind. Um den Verschleiß zu minimieren, werden bereits Angussbausteine aus Sintermetall eingesetzt.

Die Formplatten und formgebenden Bauteile wie Kerne, Gesenke, Schieber etc. müssen durchgehärtet sein und gegebenenfalls hartverchromt werden.

Sinnvoll ist, alle Bauteile, die nicht im Bereich der Trennebene liegen, chemisch zu vernickeln. Denn die Gase und Wasserdämpfe, die über die Auswerfer in den Bereich der Auswerferplatten gelangen, sind aggressiv und führen zur Korrosion.



Aus Stabilitätsgründen empfiehlt es sich, die Duroplastwerkzeuge generell eine Nummer größer zu wählen, als dies bei Thermoplastwerkzeugen nötig ist. Bei den Duroplastwerkzeugen müssen die Formplatten und die formgebenden Bauteile wie Kerne, Gesenke und Schieber durchgehärtet sein.

## 1.2 Düsenseite

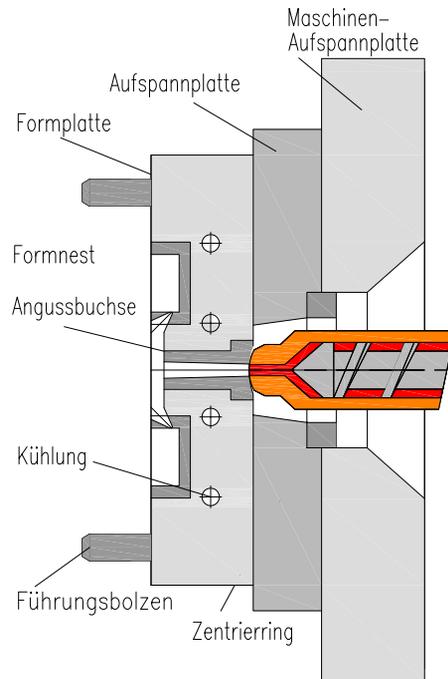
Einfache Spritzgießwerkzeuge bestehen aus zwei Hälften, der Düsen- und der Auswerferseite, die beide wiederum aus mehreren Platten aufgebaut sind. Die Düsenseite ist die Werkzeughälfte, welche sich während der Produktion nicht bewegt.

In die düsenseitige Formplatte der Zweiplattenwerkzeuge sind in den meisten Fällen die Halbschalen der Kavitäten, auch Formeinsätze oder Formnester genannt, eingearbeitet. Die Bauteile, die zum Angussystem gehören, wie zum Beispiel die Angussbuchse, meist in Verbindung mit einem Kaltkanal-Verteilersystem, liegen ebenfalls auf der düsenseitigen Formplatte.

Der Heißkanalverteiler mit Heißkanaldüsen zur Herstellung der Spritzteile ist eine weitere Baugruppe der düsenseitigen Formplatte.

Das Werkzeug wird an der Maschinenaufspannplatte befestigt. Sie ist mit einem austauschbaren Zentrierring ausgestattet. Durch den Zentrierring taucht die Düsenspitze ins Werkzeug ein und presst sich gegen die Angussbuchse.

Bei Werkzeugen mit höheren Werkzeugtemperaturen ist vor der Aufspannplatte noch eine Isolierplatte angebracht. Sie verhindert einen Wärmeaustausch zur maschinenseitigen Aufspannplatte.



**Bild 1.2** Düsenseitige Werkzeughälfte



Die Düsenseite des Werkzeugs wird auf der feststehenden Maschinenplatte befestigt. Die Bezeichnung leitet sich aus der Tatsache ab, dass sich dieser Werkzeuteil vor der Maschinendüse befindet.

### 1.2.1 Angussbuchse

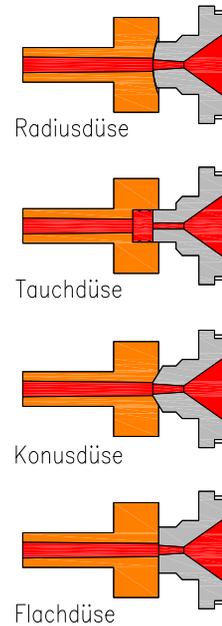
*Die exakte Ankopplung der Maschinendüse mit dem Werkzeug erfolgt über die Angussbuchse. Diese muss an die verwendete Maschinendüse angepasst sein.*

Entsprechend den verschiedenen Düsenarten, Konus-, Radius-, Flach- und Tauchdüse, muss die Angussdüse passend gewählt werden. Einer exakten Kopplung kommt eine große Bedeutung zu. Denn ist die Kopplung nicht dicht, schiebt sich von Schuss zu Schuss immer mehr Masse über die Düse. Dies führt zur Verunreinigung, aber auch die Druckübertragung ins Werkzeug ändert sich.

Tauchdüsen sind für Heißkanalwerkzeuge ideal. Die Angussbuchse bei diesen Werkzeugen ist beheizt.

Außer bei Tauchdüsen muss der Durchmesser des Düsenmunds in der Regel immer etwas kleiner sein als der Durchmesser der Angussbuchse, damit keine Hinterschneidungen entstehen. Dies könnte sonst das Entformen der Angüsse erschweren.

Die Düse des Plastifizierzylinders übt beim Einspritzvorgang eine große Kraft (Düsenanpresskraft) auf die Angussbuchse aus. Das Werkzeug wird dadurch an der Angussbuchse sehr hoch belastet, so dass es dort relativ schnell verschleißt. Angussbuchsen werden deshalb aus gehärtetem Stahl hergestellt.



**Bild 1.3** Prinzip Angussbuchse



In die Angussbuchse ist der Angusskegel eingearbeitet. Er übernimmt die plastische Formmasse vom Plastifizierzylinder. Auf die Angussbuchse wirkt während des Einspritzens eine große Kraft. Deshalb wird sie aus gehärtetem Stahl hergestellt.

## 1.2.2 Dekompression

Insbesondere beim Einsatz von Heißkanalsystemen ist eine richtige Druckentlastung äußerst wichtig, damit kein Kunststoff bei offenem Werkzeug aus der Heißkanaldüse austritt.

### Schneckenrückzug

Beim Schneckenrückzug wird durch gezieltes Zurückziehen der Schnecke das unter Druck stehende Material im Heißkanal entlastet. Dies verhindert, dass Material bei offenem Werkzeug aus der Heißkanaldüse austritt.

### Tauchdüse

Die Alternative ist die Verwendung einer Tauchdüse. Sie kommt immer dann zum Einsatz, wenn die Spritzgießmaschine über keinen Schneckenrückzug verfügt. Das Spritzaggregat mit Düsenkopf darf während der Produktion nur so weit zurückgezogen werden, dass der Heißkanal entlastet wird. Verlässt der Düsenkopf ständig die Tauchdüse, kommt Luft in das Heißkanalsystem. Beim Einspritzen komprimiert die Luft und verbrennt den Kunststoff (Diesel-effekt). Das hat zur Folge, dass die Spritzgießteile Schlieren und Oberflächenfehler aufweisen.

Tauchdüsen sind im Werkzeugbau sehr gängig. Deshalb werden sie als Normalien angeboten. Oft baut man Tauchdüsen mit einem Siebeinsatz ein. Dies verbessert die Homogenität der Kunststoffmasse und verhindert einen Düsenverschluss durch Fremdkörper.

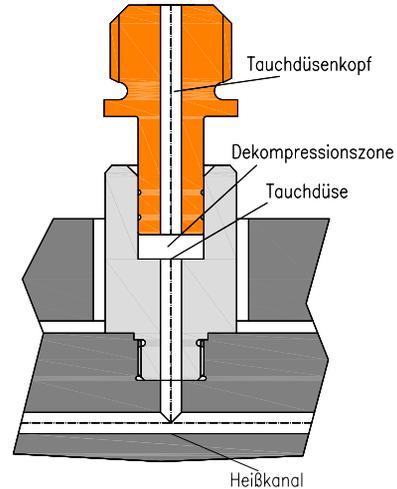


Bild 1.4 Tauchdüsenystem



Schneckenrückzug oder Tauchdüsen verhindern, dass flüssiger Kunststoff aus der Heißkanaldüse austritt, erkaltet und dann als Materialpfropfen oder Fäden zu Störungen führt.

### 1.2.3 Siebdüsen

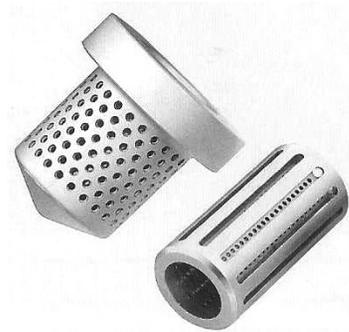
*Siebdüsen haben die Aufgabe, bei der Recyclatverarbeitung Fremdstoffe auszufiltern oder Farbpigmente besser zu mischen. Sie können in den Heißkanal, im Werkzeug oder in die Maschinendüse eingebaut werden.*

Beim Einmahlen von Kunststoffen kommen häufig auch Fremdstoffe mit in die Mühle. Eisen- und Buntmetallteile können relativ leicht ausgesondert werden, da sie detektierbar sind. Aber Holz, Glas, Papier und andere Fremdstoffe gelangen ungefiltert in die Düsenbohrungen von Heiß- und Isolierkanälen und verstopfen diese.

Mit Siebdüsen lassen sich diese Fremdstoffe hervorragend ausfiltern. Der Austausch einer verstopften Siebdüse ist leicht möglich. Eine Verunreinigung eines Heißkanals hat jedoch die Demontage des Werkzeugs zur Folge.

Siebdüsen eignen sich aber auch zum Durchmischen von Farbpigmenten. Verwendet man Siebdüsen bei der Verarbeitung von eingefärbtem Material, wird wegen der besseren Mischung und Farbverteilung weniger Masterbatch benötigt. Das Material ist viel homogener, nachdem es die Siebdüse durchlaufen hat.

Der Einbau der Siebdüse ist sowohl im Werkzeug als auch in der Maschinendüse möglich.



**Bild 1.5** Siebdüsen (Quelle: HASCO Hasenclever GmbH + Co KG)

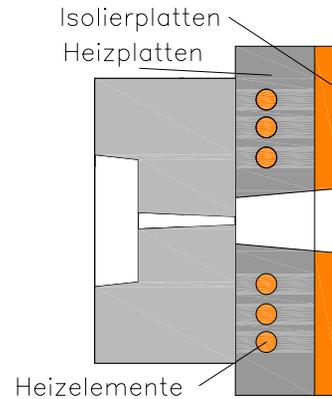


Siebdüsen verhindern, dass Verunreinigungen im Recyclingmaterial in die Heiß- oder Isolierkanäle gelangen.

### 1.2.4 Düsenseite bei Duroplastwerkzeugen

Spritzgießwerkzeuge, die zur Verarbeitung von Duroplasten eingesetzt werden, besitzen keine Anschlüsse für die Temperierung, da sie elektrisch beheizt werden.

Die Verteilerkanäle, soweit vorhanden, sind stärker gerundet. Es gibt Heißkanalsysteme, die nicht elektrisch beheizt, sondern mit Wasser temperiert werden. Bei manchen Werkzeugen sind die Formnester direkt in die düsenseitige Formplatte eingearbeitet.



**Bild 1.6** Düsenseite bei Duroplastwerkzeug mit Heizplatten



Wegen der stärkeren Beanspruchung müssen die Duroplastwerkzeuge etwas stabiler ausgeführt werden. Sie sind deshalb durchgehärtet.

### 1.2.5 Düsenseite bei Elastomerwerkzeugen

Nicht alle Massen, die im Elastomer-Spritzgießverfahren eingesetzt werden, sind rieselfähig, deshalb gibt es verschiedene Dosiersysteme. Die rieselfähigen Massen werden über einen Trichter der Einzugszone der Schnecke zugeführt. Manche Elastomere werden als Band zugeführt, andere sind pastös. Diese werden aus Kartuschen auf die Schnecke gedrückt. Die Zweikomponenten-Flüssigsilicone führt man aus zwei verschiedenen Behältern über einen Mischer der Schnecke zu.

Die Düsenseite bei Elastomerwerkzeugen mit Heizplatten entspricht der Düsenseite bei Duroplastwerkzeugen mit Heizplatten (siehe Bild 1.6).



Das Spritzgießen ist heute in der Elastomerverarbeitung die am meisten angewandte Technik. Im Gegensatz zu den Thermoplastwerkzeugen, die hauptsächlich gekühlt werden, müssen die Elastomerwerkzeuge beheizt werden.

## 1.3 Auswerferseite

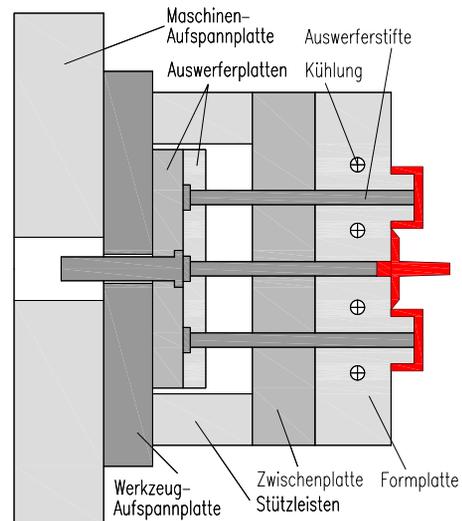
In die Auswerferseite sind die formgebenden Kerne und Einsätze, auch Kavitäten genannt, und die Auswerferelemente eingebaut. Beim Öffnen des Werkzeugs verbleibt das Spritzteil in der Regel auf der Auswerferseite. Je nach Schwierigkeitsgrad der Entformung verwendet man unterschiedliche Auswerfereinrichtungen.

Bei der ersten Betrachtung des Spritzteils wird festgelegt, welche Art der Entformung notwendig ist. Folgende Varianten stehen zur Verfügung:

- Spritzgießteile ohne Hinterschneidung, diese kann man abstreifen, abziehen oder mit Auswerferstiften entformen.
- Spritzgießteile mit Hinterschneidung werden mit Schiebern oder Backen entformt.
- Spritzgießteile mit Innen- oder Außengewinde können entweder zwangsentformt, mit drehenden Kernen abgeschraubt oder mit Einfallkernen entformt werden.

Beide Formhälften haben jeweils ein separat regelbares Temperiersystem, das eine optimale Temperaturführung sicherstellt. Die Werkzeugtemperatur ist vom zu verarbeitenden Kunststoff abhängig.

Alle Spritzgießwerkzeuge lassen sich in drei Grundmodule und deren entsprechenden Untergruppierungen einteilen. Diese sind die Entformungsarten, die Angusstechnik und die Temperierung. Als viertes Kriterium kommt die Auswahl der Sonderbauart hinzu.



**Bild 1.7** Auswerferseitige Werkzeughälfte



Das Kunststoffteil, das sogenannte Spritzteil, bestimmt weitgehend die gesamte Ausführung des Werkzeugs. Um die vielseitigen Anwendungen zu unterscheiden, werden die Werkzeuge nach dem Entformungsprinzip, dem Angusssystem, der Temperierung und der Sonderbauart eingeteilt.

# Index

## A

Abrasion 121  
Abreiß-Punktanguss 39  
Abstellrollen 24  
Abstrahlwärme 73  
Abstreifleisten 12  
Abstreifplatte **10**, 12, 28, 33, 68  
Adapterplatte 92  
Aluminiumwerkzeuge **131**  
Angussbuchse 4, **5**, 24, 139  
Angusspunkt 15  
Angussspinne 39  
Angussstangen 38  
Angussystem 4  
Anschnitte 39  
Anschnittmarkierungen 54  
Anschnitttechnik **49**  
Anschnittvarianten 30  
Anspritzpunkt 41, 101  
Antriebsmedium 25  
Ätzen 129  
Aufkohlen **124**  
Auftragsschweißen 135  
Auftreibkraft **15**, 23  
Aufziehlaschen 39  
Ausbürstanlage 26, **70**  
Ausdrehen 32  
Ausfallwaage **16**  
Ausformschräge 20  
Ausschraubeinrichtung **33**  
Ausschrauben **33**  
– bei anliegender Abstreiferplatte **33**  
– bei geschlossener Form **33**  
– der Abstreiferplatte mit Federkraft **34**  
– während der Auffahrbewegung **34**  
Ausschraubgetriebe 32, **36**  
Ausschraubwerkzeuge 36  
Ausschubkraft 20  
Außengewinde **32**  
– Teile mit 9  
Auswerfen 12  
Auswerferbolzen 22

Auswerfereinrichtung **10**  
– bei Duroplastwerkzeugen **12**  
– bei Elastomerwerkzeugen **12**  
Auswerferhilfen 12  
Auswerferkasten 22  
Auswerferkraft 65  
Auswerferkupplung **14**  
Auswerferpaket 10  
Auswerferpilz 11  
Auswerferseite 4, **9**  
Auswerferstift **10**, 18, 28, 56, **65**

## B

Backen 25, **65**  
Backenwerkzeuge 30  
Bandanguss **54**  
Bildüberwachungssysteme 70  
Bildverarbeitungssysteme **17**  
Bindemittel 109  
Bindenähte 52, 101  
Bindersystem 109  
Braunling 109

## C

CAD-Systeme 19  
Chemical-Vapour-Deposition 126  
Chemisches Vernickeln **125**  
Chromschicht 14  
Core-Back-Verfahren **84**  
CVD-Beschichtung **126**

## D

Dekompression **6**  
Dekoretiketten 103  
Dekormaterial 118  
Diamond-Like-Carbon 126  
Dielektrikum 133  
Diseleffekt **6**  
DLC-Beschichtung **126**  
Doppelbürsten 70

Doppelwürfel **91**  
Drahterodieren **134**  
Drahtschneiden 131  
Dreheinrichtung  
– horizontal 90  
Drehkreuz **87**  
Drehspindel 86  
Drehteller **88**  
Drehtische 25  
Drehtischtechnik 113  
Dreiplatten-System 39  
Dreiplattenverteiler **39**  
Druckaufnehmer 18  
Druckentlastung 6  
Druckphase 18  
dünnwandiger Verpackungsbehälter 11  
Dünnwandtechnik 95  
Dünnwandwerkzeuge **95**  
Durchbiegung 23  
Durchflusssensoren 77  
Durchmischen von Farbpigmenten 7  
Duroplastwerkzeug **3**, 21  
Düsenanpresskraft 5  
Düsenarten 5  
Düsenkopf 6  
Düsenkopfdurchmesser 58  
Düsenseite 4, 81  
Düsen spitze 4  
Düsentypen 44

## E

Einfallkerne 9, **31**, **65**, 87  
Einlegetechnik **96**  
Einsatzhärten 124  
Einspritzdruck 15  
Einspritzen  
– sequenzielles 84  
Einspritzprozess 18  
Einstiche 12  
Elastisches Abstreifen **28**  
Elastomer-Spritzgießverfahren 8  
Elastomerverarbeitung 22

Elastomerwerkzeuge 26  
 Elektrode 133  
 Entbinder 109  
 Entformen  
 – durch Schieber **29**  
 – mit Backen **30**  
 Entformung 9  
 Entformungselemente **65**  
 Entformungskraft **20**  
 Entformungsschräge **13, 20**  
 Entformungstemperatur 72  
 Entlüften 95  
 Entlüftung 12, **21**  
 – durch Vakuum **22**  
 Entlüftungskanäle 21, 95  
 Entlüftungstätigkeit 21  
 Etagenwendetechnik **90**  
 Etagenwerkzeuge **81, 92**  
 – bei Elastomeren **82**

## F

Fachzahl 2, 41  
 Faltkern 32, 35  
 Federkraft 11, 34  
 Filmanguss **54**  
 Flammhärten **123**  
 Fließfell 117  
 Fließweg 15, 104  
 Fluid-Injektionstechnik **97**  
 Flüssigsilikonverarbeitung 22  
 Formaufbauarten **63**  
 Formaubtrieb 70  
 Formeinsätze 4  
 Formenabrieb 125  
 Formfülldruck 18  
 Formfüllkontrolle **18**  
 Formhälften 89  
 Forminnendruck 20, 38  
 Formnest 4, 20, 38, 49  
 Formplatten 23  
 Formteile  
 – mit Gewinde, zwangsentformt **35**  
 – mit Hinterschneidung **28**  
 – mit Innen-/Außengewinde **32**  
 – ohne Hinterschneidung **27**  
 Formteilgewicht 38  
 Formteilsegmente 75  
 Freistellen 12, 35  
 Führungsbuchsen 64  
 Führungselemente 63, 64  
 Fülldrücke 38  
 Funkenerosion 131

## G

Galvanoformeinsätze 138  
 Galvanoformen **138**  
 Gasdruck 97  
 Gase 3  
 Gasinjektion **97**  
 Gasnitrieren **124**  
 Gegendruck 21  
 Gegentaktspritzgießen 101  
 Gegentakt-Spritzgießwerkzeuge **101**  
 Getriebe 32  
 Gewindekerne 32  
 Gewindezapfen 14  
 Gießen **137**  
 GIT-Technik **97**  
 Glimmen 124  
 Greifersystem 85  
 Grünlinge 109

## H

Haftkraft 65  
 Halbschalen 4, 105  
 Handlinggerät 85, 96, 118  
 Härteofen 123  
 Hartverchromen **125**  
 Hart-Weich-Verbindungen 94  
 Heiße Seiten **48**  
 Heißkanal **41, 42, 43, 48, 81**  
 – außen beheizt 43  
 – innen beheizt 42  
 Heißkanaldüse **46, 58**  
 – innen beheizt 58  
 – offen 58  
 Heißkanalsystem 57, 86, 87, 139  
 Heißkanalverteiler 4  
 Heißkanalwerkzeuge 106  
 Heizpatronen 43, 69, 76  
 Heizplatten 26, **69**  
 Heizschlangen 43, 69  
 High-Speed-Cutting-Verfahren 127  
 Hinterlüften 12  
 Hinterschneidung 5, 12  
 – äußere 65  
 – innere 65  
 – Teile mit 9  
 – Teile ohne 9  
 Hinterschnitt 35  
 Hochglanzpolieren **128**  
 Hochleistungsheizung, keramische 76  
 Hohlteile 105  
 Holmverlängerung 88, 89

Hot-Edge-Anguss **57**  
 Hot-Edge-Düse 45  
 HSC-Fräsen **127**  
 Hydraulikzylinder 25

## I

IML-Verfahren **103**  
 Implantationsspritzgießen **102**  
 Impulskühlung 72, **77**  
 Indexplatte **86, 87**  
 Indexplattenwerkzeuge 86, 115  
 Induktionsschleifen 76  
 Infrarot-Sicherung **16**  
 Injektortyp 100  
 In-Mould-Assembly 90  
 In-Mould-Labeling **103**  
 In-Mould-Painting **107**  
 In-Mould-Welding **107**  
 Innengewinde **32**  
 – Teile mit 9  
 Inserts 96  
 Insertwerkzeuge 96  
 Inspektion **140**  
 Instandhaltung **141**  
 Isolierkanal **40**  
 Isolierkanalwerkzeug 40  
 Isolierplatte 4, 73

## K

Kaltkanal **38, 48, 97**  
 – bei Duroplasten 60  
 – bei Elastomeren 61  
 Kaltkanalsysteme 109  
 Kaltkanalverteiler 40, 82  
 Kaltkanal-Verteilersystem 4  
 Kaltverformen 136  
 Kaskadenspritzgießen 118  
 Kaskadenspritzgießverfahren 45, **104**  
 Kaskadenwerkzeug 102  
 Kegelanguss **53**  
 Keramikwerkzeug **109**  
 Kernausschmelztechnik **105**  
 Kernausschmelzverfahren 105  
 Kernbohrung 66, 78  
 Kernrückzugverfahren 99  
 Kerntemperierung **78**  
 Kernnest 20  
 Kernzüge **25**  
 Klinken 39  
 Klinkenzüge 65, **68**  
 Kondensation 140

Kondenswasser 139  
 Konservierung 140  
 Konservierungsmittel 140  
 Kontinuierliche Kühlung **74**  
 konturabhängige Temperaturführung 44  
 Kopplung 5  
 Korrosion 121, 125  
 Kugelfräser 127  
 Kugelrastsysteme 14  
 Kühlanschlüsse 67  
 Kühlkreisläufe 74  
 – parallele 60  
 Kühlphase 20  
 Kühlwasser-Durchflussregler **74**  
 Kupplungsbolzen 14

## L

Lagerung **142**  
 Laserhärten **123**  
 Lasersintern **111**  
 Leitmutter 33, 34  
 Lichtschranke **16**  
 Lithografische Galvanoabformung 108  
 Losbrechkraft 20  
 Luftauswerfer **11**

## M

Mantelthermo-Elemente 79  
 Marmorieren **106**  
 Maschinenaufspannplatte 4, 23  
 Maschinenauswerfer 10  
 Maschinendüse 24  
 Masterbatch 7  
 Materialfluss 19  
 Mehrfachanbindungen **45**  
 Mehrkomponentenverfahren  
 – bei Duroplasten **94**  
 – bei Elastomeren **94**  
 Mehrkomponentenwerkzeuge **83**  
 Mehrkreistemperierung 75  
 Mehrstationenwerkzeuge 88  
 Melt-Flow-Index 104  
 Metall-Aktives Gasgemisch 135  
 Metall-Inert-Gas 135  
 Mikroschaum-Spritzguss (MuCell) **106**  
 Mikrospritzgießwerkzeuge **108**  
 Mikrospritzgussteile **108**  
 Mikrostrukturbauteile **108**  
 Mittelpaket 81  
 Mittelplatte 90  
 Mold-Monitor 79

Monomerreste 12  
 Monosandwich-Verfahren **107**  
 Montagevorgänge 91

## N

Nachdruck 18  
 Nadelgreifer 118  
 Nadelverschlussdüse **46**, 47, 58, 81,  
 106  
 – konische 47  
 – zylindrische 47  
 Nadelverschlussystem 103  
 Nebenextruder 107  
 Nebenkavität 100  
 Nestabstände 39  
 Normalien 63

## O

Oberflächenbehandlungsverfahren **121**  
 Oberflächenfehler 17  
 Oberflächenglanz **127**  
 Oberflächennarbung **129**  
 Oberflächenveredelungsverfahren 129  
 Öffnungskraft 20  
 O-Ring 22

## P

PACVD-Beschichtung **126**  
 Panzerung 135  
 Paralleltemperierung **71**  
 Paternoster **89**  
 Peitschenanguss **56**  
 Pfaffen **136**  
 Physical-Vapour-Deposition 126  
 Pilzauswerfer **11**, 12  
 Plasma-Assisted-Chemical-  
 Vapour-Deposition 126  
 Plasmanitrieren **124**  
 Positivmodell 138  
 Pressrost 24  
 Prozessführung  
 – variotherm 76, 108  
 Pulvermetallwerkzeug **109**  
 Punktanguss **51**, 60  
 PVC-Verarbeitung **106**  
 PVD-Beschichtung **126**

## Q

Quadt-Ring 22

## R

Rapid-Prototyping **111**  
 Rapid-Prototyping **111**  
 Recyclatverarbeitung 7  
 Reihentemperierung **71**  
 Reparaturabteilung 141  
 Ringanguss **52**  
 Röntgen-LIGA-Verfahren 108  
 Rückblasverfahren 99  
 Rückhaltestifte 39  
 Rundtisch 96  
 Rundtischtechnik 113  
 Rundtischwerkzeuge **113**

## S

Sandstrahlen 129  
 Säulenführungssystem 81  
 Scherwärme 19  
 Schichtaufbauverfahren  
 – generativ 111  
 Schieber 13, 25, 29, **65**  
 Schiebertechnik **84**  
 Schiebetisch 96  
 Schirmanguss **52**  
 Schließkraft 15, 104  
 Schließkraftermittlung 15  
 Schneckenrückzug 6  
 Schnellläuferwerkzeuge 95  
 Schnellverschlusskupplungen 66  
 Schrägbolzen 29  
 Schraubkerne 33  
 Schubspindel 86  
 Schweißen **135**  
 Schwermkörpermesssystem 74  
 Seitliches Anspritzen **57**  
 Selektives Lasersintern 111  
 Senken **136**  
 Senkerodieren **133**  
 Serientemperierung **71**  
 Sichtprüfung 139  
 Siebdüsen **7**  
 Siebeinsatz 6  
 Siegelpunkt 18  
 Silikonwerkzeuge 12, **114**  
 Simulation des Füllvorgangs  
 (Moldflow-Analyse) **19**  
 Sintermetall 3  
 Sinterofen 110  
 Sinterverfahren **111**  
 Spannrahmen 118  
 Spindeltrieb 89

Spiralkerne **66, 78**  
 Spritzblaswerkzeuge **115**  
 Spritzgießteile  
 – mit Hinterschneidung **9**  
 – mit Innen- oder Außengewinde **9**  
 – ohne Hinterschneidung **9**  
 Spritzgießwerkzeug **1, 9**  
 Spritzprägewerkzeuge **116**  
 – bei Elastomeren **117**  
 Stahlauswahl **130**  
 Stahlsorte **130**  
 Stammformen **63**  
 Stangenanguss **50, 60**  
 Startlochbohrung **134**  
 Stauboden **55**  
 Steck- und Schnellspannsysteme **14**  
 Steilgewindespindel **36**  
 Stereolithographie **111**  
 Steuerbolzen **29**  
 Stickstoff **97**  
 STL-Datensatz **111**  
 Stützleisten **23**  
 Stützplatten **23**  
 Stützrollen **23**  
 symmetrisches Füllen **41**

## T

Tandemwerkzeuge **92**  
 Tauchdüse **5, 6**  
 Temperaturfühler **44, 69**  
 Temperaturmessung **79**  
 Temperaturzonen **75**  
 Temperierfinger **78**  
 Temperiergeräte **74**  
 Temperierkanäle **71**  
 Temperiermedium **78**  
 Temperierrohr **78**  
 Temperierung  
 – diskontinuierlich **72**  
 – dynamische **76**  
 – kontinuierlich **72**  
 – segmentierte **72, 75**  
 Temperierverteilung **72**  
 – bei Duroplasten **73**  
 – bei Elastomeren **73**  
 Textil-Hinterspritztechnik **118**

Thermofühler **73, 77, 79**  
 Thermoplast-Schaum-Gieß (TSG)-  
 Verfahren **106**  
 Transportbrücken **140**  
 Transport  
 – des Werkzeugs **88**  
 Trennblech **78**  
 Trennebene **15, 22, 90, 92, 95, 139**  
 Trennung  
 – thermische **58**  
 Tunnelanguss **55, 57**

## U

Überspritzen **15**  
 Umschaltmarkierungen **99**  
 Umsetztechnik **85**  
 Umsetzverfahren **85**

## V

Vakuumhärten **123**  
 Vario-Kaltkanaltechnik **61**  
 Verkralen  
 – geometrisch **84**  
 Verriegelungssystem **92**  
 Verrippungen **131**  
 Verschleiß **3**  
 Verschleißfestigkeit **126**  
 Verteilerarme **38**  
 Verteilerkanäle **117**  
 Verteilerspinne **39**  
 Verteilersystem **30, 37, 48, 70**  
 – düsenseitig **48**  
 – im Werkzeug verbleibend **40**  
 Volumenschwund **18**  
 Vorformspritzling **115**  
 Vorkammer **51**  
 Vorschubgeschwindigkeit **127**  
 Vorspritzlinge **86**

## W

Wanddicke **15, 19**  
 Wandstärke **50**  
 Wärmeausdehnung  
 – im Heißkanalverteiler **44**

Wärmebilanzen **77**  
 Wärmeleitdüsen **44**  
 Wärmeleitgeschwindigkeit **127**  
 Wärmeleitpaste **43, 79**  
 Wärmeleitpatrone **78**  
 Wasseranschlusskupplungen **66**  
 Wasserdämpfe **3**  
 Wasserinjektion **100**  
 Wasserinjektionstypen **100**  
 Wechselplatten **119**  
 Werkstückträgersystem **119**  
 Werkzeug-Aufspannplatten **24**  
 Werkzeuge **142**  
 – beheizt **94**  
 Werkzeugführungselemente **64**  
 Werkzeughälfte **4**  
 Werkzeughohlraum **20**  
 Werkzeuginnendruck **15, 18**  
 Werkzeugkennung **142**  
 Werkzeuglager **142**  
 Werkzeuopflege **139**  
 Werkzeug-Schnellwechselsysteme **67**  
 Werkzeugsicherung **16**  
 Werkzeugspannelemente **67**  
 Werkzeugtemperatur **26, 72, 79**  
 Werkzeugtemperierung **66, 72**  
 Werkzeugunterteile **96, 113**  
 Werkzeugwandtemperatur **77, 79**  
 Widerstandsheizungen  
 – keramisch **76**  
 Wismutlegierung **105**  
 WIT-Technik **100**  
 Wolfram-Inert-Gas **135**  
 Würfeltechnik **90**

## Z

Zahnstange **36, 81**  
 Zentrierbohrungen **23**  
 Zentrierelemente **64**  
 Zentrierring **4, 24**  
 Zuglasche **30**  
 Zwangsentformen **35**  
 Zweiebenen-Kaltkanal-Etagentechnik **82**  
 Zweikomponenten-Flüssigsilikone **8**