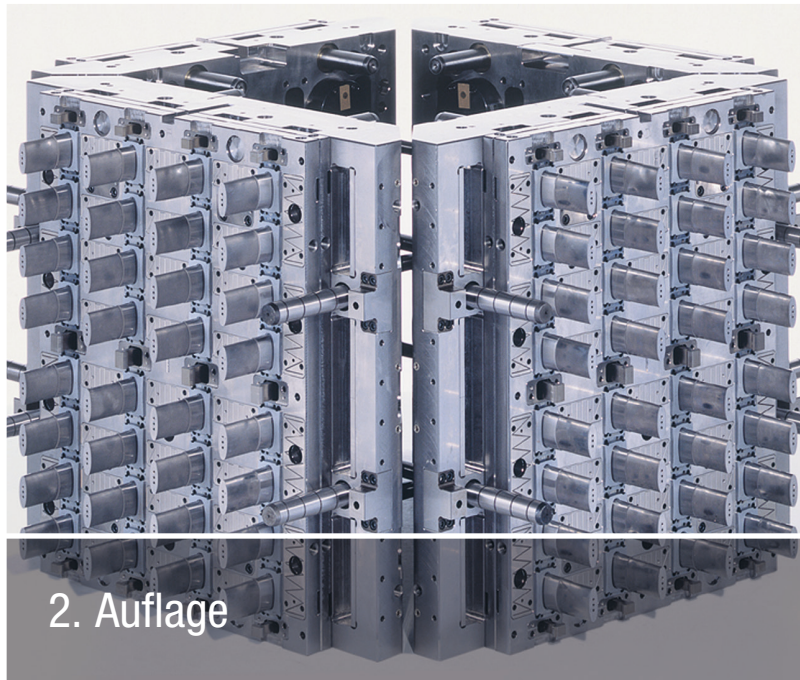


Harry Pruner  
Wolfgang Nesch

# Spritzgießwerkzeuge *kompakt*

Ein Praxisbuch für Einsteiger



2. Auflage

HANSER



**Bleiben Sie auf dem Laufenden!**

Hanser Newsletter informieren Sie regelmäßig über neue Bücher und Termine aus den verschiedenen Bereichen der Technik. Profitieren Sie auch von Gewinnspielen und exklusiven Leseproben. Gleich anmelden unter

**[www.hanser-fachbuch.de/newsletter](http://www.hanser-fachbuch.de/newsletter)**

## **Die Internet-Plattform für Entscheider!**

**Exklusiv:** Das Online-Archiv der Zeitschrift Kunststoffe!

**Richtungsweisend:** Fach- und Brancheninformationen stets top-aktuell!

**Informativ:** News, wichtige Termine, Bookshop, neue Produkte und der Stellenmarkt der Kunststoffindustrie

***Kunststoffe.de***

Harry Pruner  
Wolfgang Nesch

# **Spritzgießwerkzeuge kompakt**

Ein Praxisbuch für Einsteiger

2. Auflage

HANSER

**Die Autoren:**

*Harry Pruner, Pruner Marketing Services GmbH, Meisenweg 7, 79341 Kenzingen*

*Wolfgang Nesch, Waldstraße 81, 77933 Lahr*

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:**

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

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 Verfahren bzw. Daten wurden nach bestem Wissen dargestellt. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die in diesem Buch enthaltenen Darstellungen und Daten 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 dieser Darstellungen oder Daten oder Teilen davon entsteht.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG genannten Sonderfälle –, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2020 Carl Hanser Verlag München

[www.hanser-fachbuch.de](http://www.hanser-fachbuch.de)

Lektorat: Ulrike Wittmann

Herstellung: Jörg Strohbach

Coverconcept: Marc Müller-Bremer, [www.rebranding.de](http://www.rebranding.de), München

Coverrealisierung: Max Kostopoulos

Satz: Kösel Media GmbH, Krugzell

Druck und Bindung: Druckerei Hubert & Co GmbH und Co KG BuchPartner, Göttingen

Printed in Germany

ISBN: 978-3-446-46450-6

E-Book ISBN: 978-3-446-46505-3






## Hinweise zur Benutzung des Buches

Die Basis der Beschreibungen dieses Buches sind die Thermoplastwerkzeuge. Abweichende Abläufe für Duroplast- bzw. Elastomerwerkzeuge sind am Ende der jeweiligen Abschnitte erläutert.

In nachfolgendem Inhaltsverzeichnis ist farblich markiert, ob die Bereiche Duroplaste und Elastomere mit den Thermoplasten identisch, nicht identisch oder gar nicht vorhanden sind. Diese Markierungen werden auch im Text fortgeführt, wobei das obere Quadrat die Elastomere und das untere Quadrat die Duroplaste kennzeichnet.

Bei der Farbgebung der Prinzipzeichnungen wurden folgende wiederkehrende Farben verwendet:

rot = Spritzgießteil  
gelb = zweite Komponente bei Mehrkomponententeilen  
orange = beschriebene Baugruppen eines Abschnitts

-  Elastomer- bzw. Duroplastwerkzeuge sind identisch
-  Elastomer- bzw. Duroplastwerkzeuge sind nicht identisch und werden zusätzlich beschrieben
-  Themengebiet für Elastomer- bzw. Duroplastwerkzeuge nicht vorhanden

# Inhaltsverzeichnis



















































































<b>Vorwort</b> .....	<b>XIII</b>		
<b>1 Grundsätzlicher Werkzeugaufbau</b> .....	<b>1</b>		
1.1 Baugruppen eines Spritzgießwerkzeugs .....	1		
1.1.1 Phasen der Konstruktion .....	2		
1.1.2 Stabilität des Werkzeugs bei Duroplasten .....	3		
1.1.3 Verschleiß des Werkzeugs bei Duroplasten .....	3		
1.2 Düsenseite .....	4		
1.2.1 Angussbuchse .....	5		
1.2.2 Dekompression .....	6		
1.2.3 Siebdüsen .....	7		
1.2.4 Düsenseite bei Duroplastwerkzeugen .....	8		
1.2.5 Düsenseite bei Elastomerwerkzeugen .....	8		
1.3 Auswerferseite .....	9		
1.3.1 Auswerfereinrichtung .....	10		
1.3.1.1 Auswerferpaket mit Auswerferstiften .....	10		
1.3.1.2 Abstreifplatten .....	10		
1.3.1.3 Pilzauswerfer .....	11		
1.3.1.4 Luftauswerfer .....	11		
1.3.1.5 Auswerfereinrichtung bei Duroplastwerkzeugen .....	12		
1.3.1.6 Auswerfereinrichtung bei Elastomerwerkzeugen .....	12		
1.3.2 Entformungsschrägen .....	13		
1.3.3 Auswerferkupplung .....	14		
1.4 Auftreibkraft im Werkzeug .....	15		
1.5 Werkzeugsicherung .....	16		
1.5.1 Lichtschranke/Ausfallwaage .....	16		
1.5.2 Infrarot-Sicherung .....	16		
1.5.3 Bildverarbeitungssysteme .....	17		
1.6 Werkzeuginnendruck, Formfüllkontrolle .....	18		
1.7 Simulation des Füllvorgangs (Moldflow-Analyse) .....	19		
1.8 Entformungskraft .....	20		
1.9 Entlüftung .....	21		
1.9.1 Entlüftung durch Entweichen .....	21		
1.9.2 Entlüftung durch Vakuum .....	22		

Elastomer

Duroplast





1.10 Stützleisten, Stützplatten und Stützrollen .....	23		
1.11 Werkzeug-Aufspannplatten und Zentrierring .....	24		
1.11.1 Werkzeug-Aufspannplatten .....	24		
1.11.2 Zentrierring .....	24		
1.12 Kernzüge .....	25		
1.13 Werkzeugaufbau bei der Elastomerverarbeitung .....	26		
<b>2 Entformungsarten des Zweiplatten-Werkzeugs .....</b>	<b>27</b>		
2.1 Formteile ohne Hinterschneidung .....	27		
2.2 Formteile mit Hinterschneidung .....	28		
2.2.1 Elastisches Abstreifen .....	28		
2.2.2 Entformen durch Schieber .....	29		
2.2.3 Entformen mit Backen .....	30		
2.2.4 Einfallkerne .....	31		
2.3 Formteile mit Innen-/Außengewinde .....	32		
2.3.1 Innengewinde .....	32		
2.3.2 Außengewinde .....	32		
2.3.3 Ausschraubeinrichtung .....	32		
2.3.3.1 Arten des Ausschraubens .....	33		
2.3.3.1.1 Ausschrauben bei geschlossener Form .....	33		
2.3.3.1.2 Ausschrauben bei anliegender Abstreiferplatte .....	33		
2.3.3.1.3 Ausschrauben während der Auffahrbewegung .....	34		
2.3.3.1.4 Ausschrauben der Abstreiferplatte mit Federkraft .....	34		
2.4 Formteile mit Gewinde, zwangsentformt .....	35		
2.5 Ausschraubgetriebe .....	36		
<b>3 Angusstechnik .....</b>	<b>37</b>		
3.1 Verteilersysteme .....	37		
3.1.1 Verteilersystem, mit Formteil entformt .....	38		
3.1.1.1 Kaltkanal .....	38		
3.1.1.2 Dreiplattenverteiler .....	39		
3.1.2 Verteilersystem, im Werkzeug verbleibend .....	40		
3.1.2.1 Isolierkanal .....	40		
3.1.2.2 Heißkanal .....	41		
3.1.2.2.1 Vorteile Heißkanal .....	41		
3.1.2.2.2 Heißkanal, innen beheizt .....	42		
3.1.2.2.3 Heißkanal, außen beheizt .....	43		
3.1.2.2.4 Mehrfachenbindungen .....	45		
3.1.2.2.5 Nadelverschlussdüsen .....	46		
3.1.2.2.6 Heiße Seiten .....	48		
3.2 Anschnitttechnik .....	49		
3.2.1 Erstarrender Anguss, am Formteil verbleibend .....	50		
3.2.1.1 Stangenanguss .....	50		
3.2.1.2 Punktanguss .....	51		
3.2.1.3 Schirm- und Ringanguss .....	52		

3.2.1.4	Kegelanguss .....	53	■	■
3.2.1.5	Film- oder Bandanguss .....	54	■	■
3.2.2	Automatisch abgetrennter Anguss .....	55	■	■
3.2.2.1	Tunnelanguss .....	55	■	■
3.2.2.2	Peitschenguss .....	56	■	■
3.2.2.3	Hot-Edge-Anguss (Seitliches Anspritzen) .....	57	■	■
3.2.2.4	Heißkanaldüsen .....	58	■	■
3.3	Verteilersysteme bei Duroplasten und Elastomeren .....	59	■	■
3.3.1	Mit Formteil entformt bei Duroplasten .....	60	■	■
3.3.1.1	Kaltkanal bei Duroplasten .....	60	■	■
3.3.2	Mit Formteil entformt bei Elastomeren .....	61	■	■
3.3.2.1	Kaltkanal bei Elastomeren .....	61	■	■
<b>4</b>	<b>Normalien .....</b>	<b>63</b>		
4.1	Formaufbauarten .....	63	■	■
4.2	Werkzeugführungselemente .....	64	■	■
4.3	Entformungselemente .....	65	■	■
4.4	Ausrüstung für die Werkzeugtemperierung .....	66	■	■
4.5	Werkzeug-Schnellwechselsysteme .....	67	■	■
4.6	Klinkenzüge .....	68	■	■
4.7	Heizplatten bei Duroplasten und Elastomeren .....	69	■	■
4.8	Ausbürstanlagen bei Elastomeren .....	70	■	■
<b>5</b>	<b>Temperierung .....</b>	<b>71</b>		
5.1	Temperierkanäle .....	71	■	■
5.2	Temperierverteilung .....	72	■	■
5.2.1	Temperierverteilung bei Duroplasten .....	73	■	■
5.2.2	Temperierverteilung bei Elastomeren .....	73	■	■
5.3	Kontinuierliche Kühlung .....	74	■	■
5.4	Segmentierte Temperierung .....	75	■	■
5.5	Dynamische Temperierung .....	76	■	■
5.6	Impulskühlung .....	77	■	■
5.7	Kerntemperierung .....	78	■	■
5.8	Temperaturmessung .....	79	■	■
<b>6</b>	<b>Sonderbauarten .....</b>	<b>81</b>		
6.1	Etagenwerkzeuge .....	81	■	■
6.1.1	Etagenwerkzeuge bei Elastomeren .....	82	■	■
6.2	Mehrkomponentenwerkzeuge .....	83	■	■
6.2.1	Schiebertechnik (Core-Back) .....	84	■	■
6.2.2	Umsetzverfahren (Handlingtransfer) .....	85	■	■
6.2.3	Indexplatte .....	86	■	■
6.2.4	Drehkreuz .....	87	■	■

6.2.5	Drehteller .....	88	■	■
6.2.6	Paternoster .....	89	■	■
6.2.7	Würfeltechnik .....	90	■	■
6.2.7.1	Etagenwendetechnik .....	90	■	■
6.2.7.2	Doppelwürfel .....	91	■	■
6.2.8	Tandemwerkzeuge .....	92	■	■
6.2.9	Mehrkomponentenwerkzeuge bei Duroplasten und Elastomeren .....	93	■	■
6.3	Dünnwandwerkzeuge .....	95	■	■
6.4	Einlegetechnik .....	96	■	■
6.5	Fluid-Injektionstechnik .....	97	■	■
6.5.1	GIT (Gasinjektion) .....	97	■	■
6.5.1.1	Teilfüllung .....	98	■	■
6.5.1.2	Nebenkavität .....	98	■	■
6.5.1.3	Rückblasverfahren .....	99	■	■
6.5.1.4	Kernrückzugverfahren .....	99	■	■
6.5.2	WIT (Wasserinjektion) .....	100	■	■
6.6	Gegentakt-Spritzgießwerkzeuge .....	101	■	■
6.7	Implantationsspritzgießen .....	102	■	■
6.8	In-Mould-Labeling (IML)-Verfahren .....	103	■	■
6.9	Kaskadenspritzgießverfahren .....	104	■	■
6.10	Kernausschmelztechnik .....	105	■	■
6.11	Materialabhängige Sonderverfahren .....	106	■	■
6.11.1	Marmorieren .....	106	■	■
6.11.2	Mikroschaum-Spritzguss (MuCell) .....	106	■	■
6.11.3	Thermoplast-Schaum-Gieß (TSG)-Verfahren .....	106	■	■
6.11.4	PVC-Verarbeitung .....	106	■	■
6.11.5	Monosandwich-Verfahren .....	107	■	■
6.11.6	In-Mould-Painting .....	107	■	■
6.11.7	In-Mould-Welding .....	107	■	■
6.12	Mikrospritzgießwerkzeuge .....	108	■	■
6.13	Pulvermetall-/Keramik-Werkzeuge .....	109	■	■
6.14	Rapid Prototyping .....	111	■	■
6.14.1	Rapid Prototyping .....	111	■	■
6.15	Rundtischwerkzeuge .....	113	■	■
6.16	Silikonwerkzeuge .....	114	■	■
6.17	Spritzblaswerkzeuge .....	115	■	■
6.18	Spritzprägewerkzeuge .....	116	■	■
6.18.1	Spritzprägewerkzeuge bei Elastomeren .....	117	■	■
6.19	Textil-Hinterspritztechnik .....	118	■	■
6.20	Werkstückträgersystem .....	119	■	■

<b>7</b>	<b>Werkzeug-Oberflächenveredelung</b>	<b>121</b>		
7.1	Gängige Oberflächenbehandlungsverfahren	121	■	■
7.2	Thermische Behandlung	123	■	■
7.2.1	Vakuumbhärten	123	■	■
7.2.2	Laserhärten	123	■	■
7.2.3	Flammhärten	123	■	■
7.3	Thermo-chemische Behandlung	124	■	■
7.3.1	Gasnitrieren	124	■	■
7.3.2	Plasmanitrieren	124	■	■
7.3.3	Aufkohlen	124	■	■
7.4	Elektro-chemische Behandlung	125	■	■
7.4.1	Hartverchromen	125	■	■
7.4.2	Chemisches Vernickeln	125	■	■
7.5	Chemisch-physikalische Behandlung	126	■	■
7.5.1	CVD-Beschichtung	126	■	■
7.5.2	PACVD-Beschichtung	126	■	■
7.5.3	DLC-Beschichtung	126	■	■
7.5.4	PVD-Beschichtung	126	■	■
7.6	Mechanische Behandlung	127	■	■
7.6.1	HSC-Fräsen	127	■	■
7.6.2	Oberflächenglanz	127	■	■
7.6.3	Hochglanzpolieren	128	■	■
7.7	Oberflächennarbung	129	■	■
7.8	Stahlauswahl	130	■	■
7.9	Aluminiumwerkzeuge	131	■	■
<b>8</b>	<b>Bearbeitungsverfahren</b>	<b>133</b>		
8.1	Senkerodieren	133	■	■
8.2	Drahterodieren	134	■	■
8.3	Schweißen	135	■	■
8.3.1	WIG-Schweißen	135	■	■
8.3.2	MIG-Schweißen	135	■	■
8.3.3	MAG-Schweißen	135	■	■
8.3.4	Laserstrahlschweißen	135	■	■
8.4	Pfaffen und Senken	136	■	■
8.4.1	Pfaffen	136	■	■
8.4.2	Senken	136	■	■
8.5	Gießen	137	■	■
8.6	Galvanisch gefertigte Werkzeugeinsätze	138	■	■

<b>9</b>	<b>Wartung, Instandhaltung und Lagerung</b>	<b>139</b>		
9.1	Werkzeugpflege	139	■	■
9.2	Inspektion	140	■	■
9.3	Instandhaltung	141	■	■
9.4	Lagerung	142	■	■
	<b>Index</b>	<b>143</b>		

# Vorwort

Mit dem vorliegenden Fachbuch werden gezielt Einsteiger angesprochen. Der Inhalt vermittelt dem Leser eine umfassende und prägnante Beschreibung aller relevanten Baugruppen eines Spritzgießwerkzeugs in praxisnaher, leicht verständlicher Darstellung. Die Texte sind so konzipiert, dass sie im chronologischen Aufbau das komplette Basiswissen über Spritzgießwerkzeuge vermitteln und als Ratgeber tägliche Hilfestellung bieten. Die Zielgruppe ist dabei nicht der Konstrukteur, sondern sind die Einsteiger und Verarbeiter der Spritzgießtechnik, denen schnell und umfassend die Vielfalt der Spritzgießwerkzeuge erklärt wird. Im Vordergrund der Beschreibung stehen die Thermoplast-Werkzeuge. Insbesondere wurden in kompakter Form die verfahrenstechnischen Aspekte bei der Erklärung der Werkzeuge beleuchtet. Abweichende Abläufe für Duroplast- bzw. Elastomerwerkzeuge sind am Ende der jeweiligen Kapitel erläutert.

Besonderer Wert wurde auf einen übersichtlichen didaktischen Aufbau des Buches gelegt, damit die Leser alles Wesentliche schnell erfassen können. Tiefergehendes Wissen, wie es Konstrukteure und Fachleute der Fertigung benötigen, kann anderen Publikationen entnommen werden. Für Hinweise zur Optimierung dieses Fachbuches sind wir den Benutzern dankbar.

Ein besonderer Dank gilt an dieser Stelle allen Unternehmen, die uns durch fachliche Hinweise, konstruktive Kritik und Bildmaterial unterstützten sowie allen Mitarbeitern des Carl Hanser Verlags, die an der Erstellung dieses Buches beteiligt waren.

*Harry Pruner  
Wolfgang Nesch*

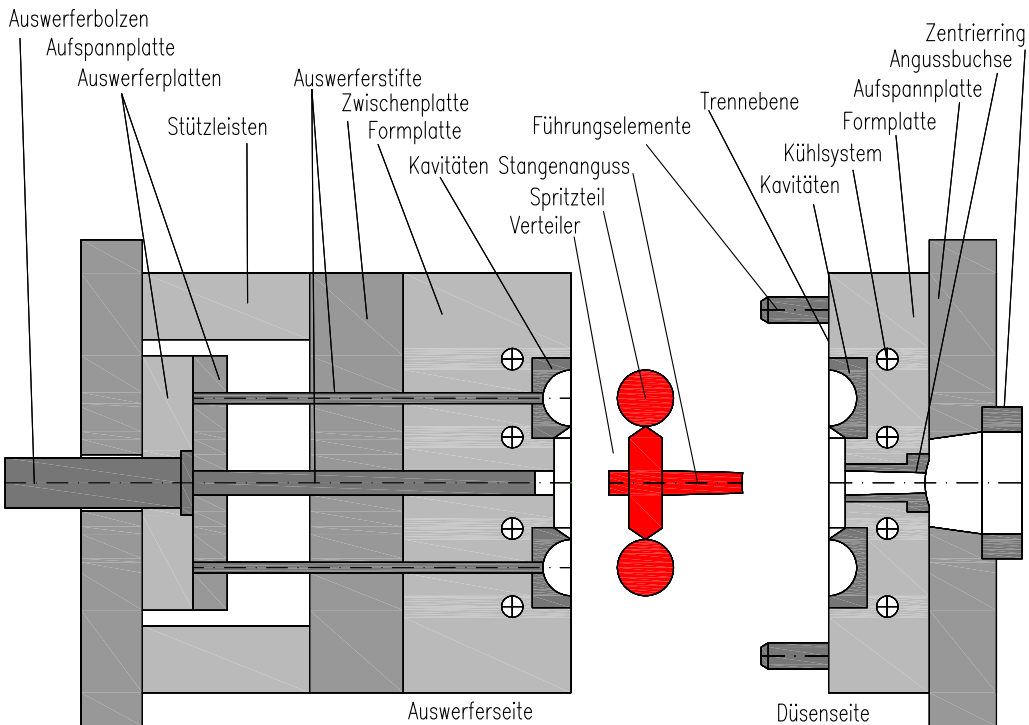


# 1

## 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



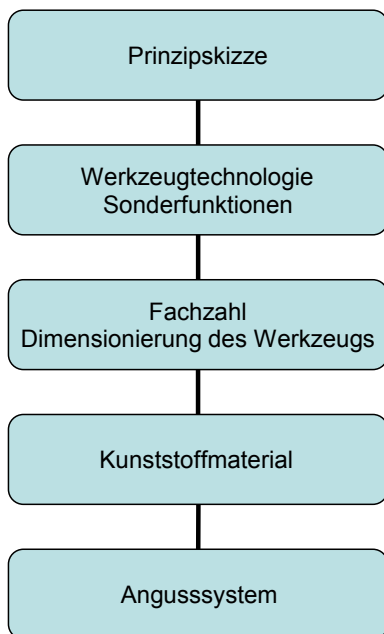
### 1.1.1 Phasen der Konstruktion

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?

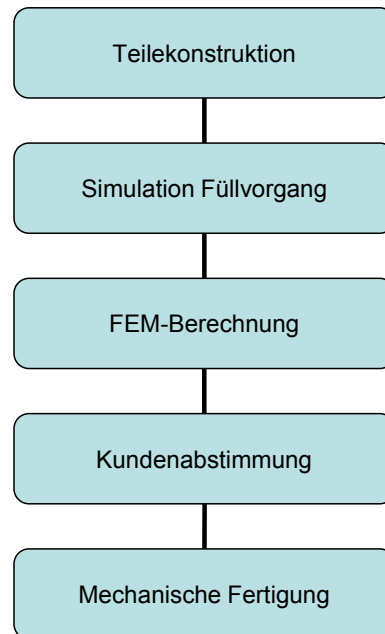
Mit diesem Wissen kann die Konstruktion beginnen. Zuerst ist eine Teilezeichnung in 3D anzu-

fertigen. 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.



**Tabelle 1.1** Aufklärungsphase



**Tabelle 1.2** Konstruktionsphase