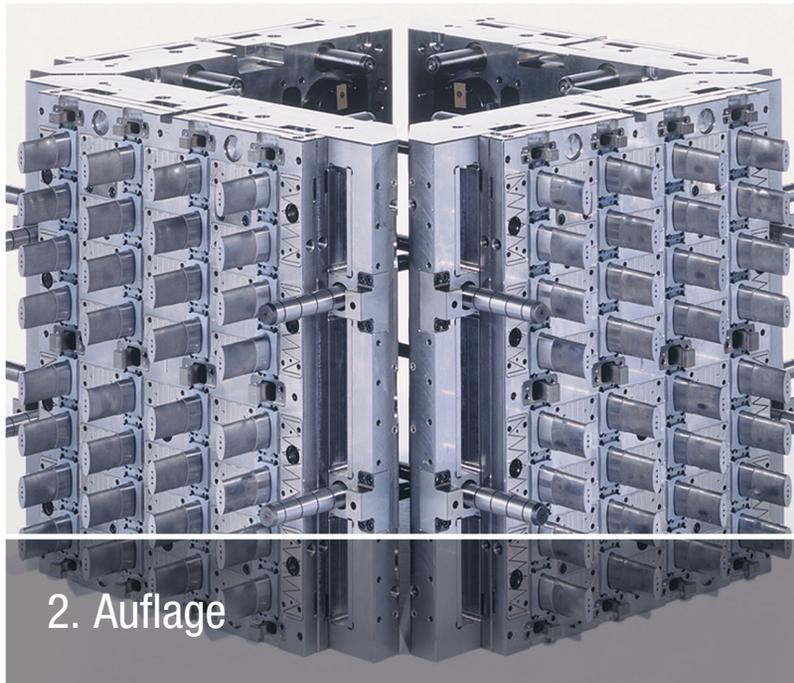


Harry Pruner
Wolfgang Nesch

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

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

Lektorat: Ulrike Wittmann

Herstellung: Jörg Strohbach

Coverconcept: Marc Müller-Bremer, 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

Vorwort	XIII		
1 Grundsätzlicher Werkzeugaufbau	1		
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 Auswerferereinrichtung	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 Auswerferereinrichtung bei Duroplastwerkzeugen	12		
1.3.1.6 Auswerferereinrichtung 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		
2 Entformungsarten des Zweiplatten-Werkzeugs	27		
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		
3 Angusstechnik	37		
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	Peitschenanguss	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	■	■
4	Normalien	63		
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	■	■
5	Temperierung	71		
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	■	■
6	Sonderbauarten	81		
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		

7 Werkzeug-Oberflächenveredelung 121

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	■	■

8 Bearbeitungsverfahren 133

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	■	■

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

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.

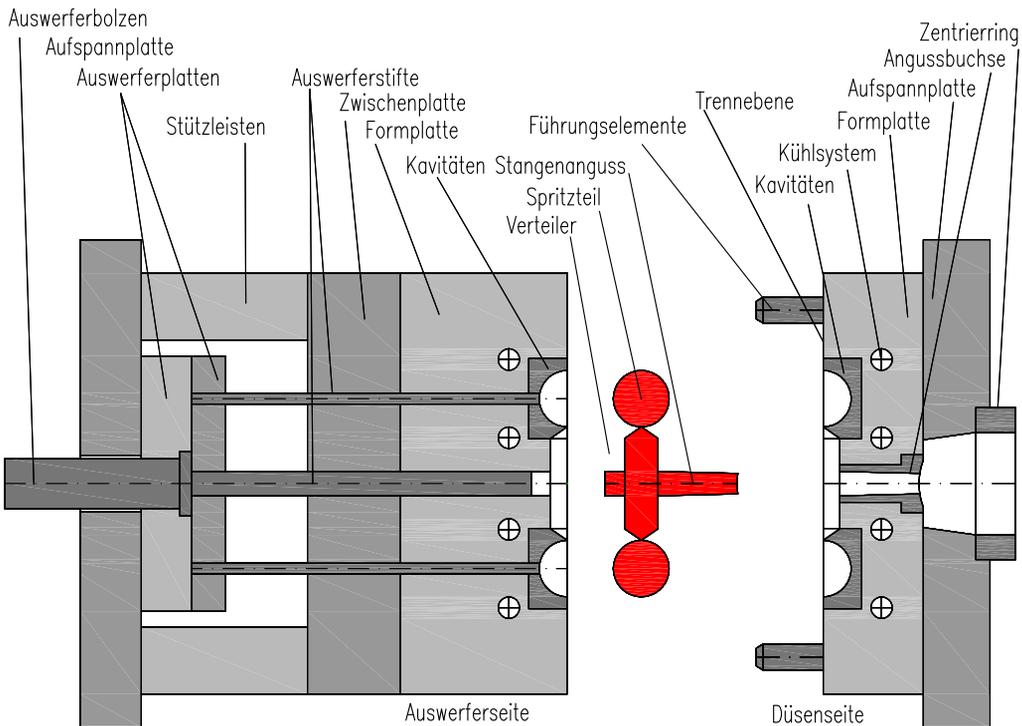


Bild 1.1 Prinzip Zweiplatten-Werkzeug

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 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.

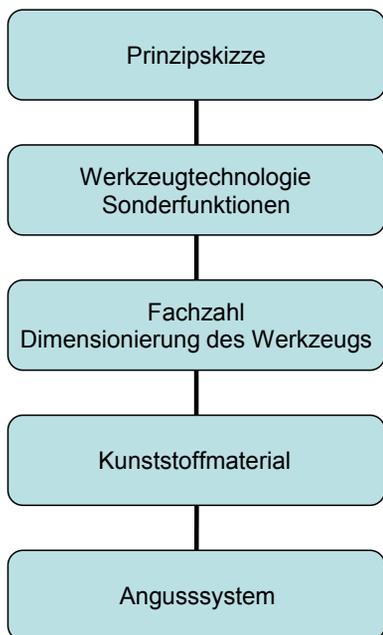


Tabelle 1.1 Aufklärungsphase

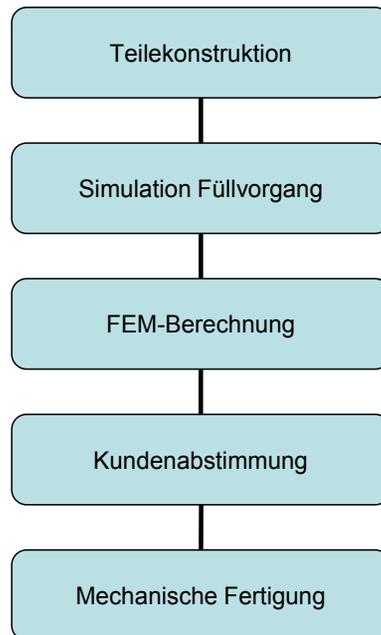


Tabelle 1.2 Konstruktionsphase