



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für metalltechnische Berufe

Roller

Buck Ludwig Dr. Polzin Pröm Rödter Schlotterbeck Dr. Trauzeddel Wintgens

Fachkunde Gießereitechnik

Technologie des Formens und Gießens

8., überarbeitete und erweiterte Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsseldorfer Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 1793X

Autoren:

Roller, Rolf	Dipl.-Ing.(FH), Oberstudienrat	Heidenheim
Buck, Volkmar	Dipl.-Ing.(FH), Oberstudienrat	Heidenheim
Ludwig, Johann	Dipl.-Ing., Oberstudienrat	Stuttgart
Polzin, Hartmut	Dr.-Ing., Dozent TU Freiberg	Freiberg
Pröm, Manfred	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Stuttgart
Rödter, Hans	Dipl.-Ing., Gießereiberatungsingenieur	Heidenheim
Schlotterbeck, Martin	Leiter Schulung Oskar Frech GmbH + Co. KG	Schorndorf
Trauzeddel, Dietmar	Dr.-Ing.	Aachen
Wintgens, Rudolf	Dipl.-Ing., Gießereikunde	Schopfheim

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:
Rolf Roller

Bildentwürfe: Autoren

Fotos: siehe Bild- und Textquellenverzeichnis Kapitel 9.2

Illustrationen: Grafische Produktionen Neumann, 97222 Rimpar

Betreuung der Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, 73760 Ostfildern

8. Auflage 2016

Druck 5 4 3

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-1798-7

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten

<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Umschlag: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar

Umschlagfotos: Laempe Mössner Sinto GmbH, Schopfheim, und SHW Casting Technologies GmbH & Co. KG, Aalen

Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Vorwort zur 8. Auflage der Fachkunde Gießereitechnik

Das vorliegende Standardwerk für die Gießerei ist seit 30 Jahren in Ausbildung und Praxis eingeführt.

Wie bereits bei sieben vorangegangenen Auflagen dient das Fachbuch nicht nur für die Ausbildung der Gießereimechaniker und Former, sondern wird auch in Meister- und Technikerschulen, zum Einstieg in spezielle Studiengänge sowie in der Praxis benutzt.

Für die Neubearbeitung waren wiederum der Stoffplan der Berufsschulen und der Ausbildungsplan der Betriebe maßgebend. Auch durch die weitgehende Verwendung des Buches in Industrie und Studium musste die sich rasch verändernde Praxis berücksichtigt werden.

So wurden in dieser Auflage u. a. die Themen Additive Fertigungsverfahren und Verfahrenstechnik neu aufgenommen. Zwei Videos auf der beiliegenden CD ergänzen das Thema Additive Verfahren. Auf der CD befinden sich außerdem Prüfungsfragen mit Antworten. Weiterhin wurden zahlreiche Kapitel wie z. B. Kernherstellung und Druckgießverfahren überarbeitet.

Erfreulicherweise waren hierzu wieder maßgebende Unternehmen bereit, an der Überarbeitung mitzuwirken. Ihnen gilt der besondere Dank des Verlages Europa-Lehrmittel. Zahlreiche Beiträge, Fotos und die Durchsicht von Kapiteln ermöglichen es, das Buch auf den neuesten Stand zu bringen. Die daran beteiligten Unternehmen sind im Kapitel 9.2 aufgeführt.

Die Technische Kommunikation ist in die entsprechenden Kapitel der Technologie aus methodischen Gründen fächerverbindend integriert.

Die Regeln für die gießereitechnischen Zeichnungen entsprechen dem VDG-Merkblatt M 150.

Der Inhalt des Buches, der über die Stoffpläne der Schulen hinausgeht, hat aus finanziellen Gründen seine Begrenzung. Trotzdem sind wir für Anregungen bezüglich der nächsten Auflage dankbar (lektorat@europa-lehrmittel.de).

Die Neuauflage im Vierfarbendruck ist für einen Beruf mit relativ geringen Ausbildungszahlen ein wirtschaftliches Problem. Durch die Unterstützung einiger maßgebender Unternehmen konnte jedoch erreicht werden, dass auch weiterhin ein Fachbuch für diese Branche zur Verfügung steht. Diese Sponsoren stellen im Kapitel 9.1 ihre Unternehmen und Produkte vor.

1 Formtechnik mit Technischer Kommunikation

9...160

2 Gießverfahren

161...200

3 Einguss- und Speisersysteme

201...223

4 Schmelztechnik, Schmelzöfen

224...243

5 Putztechnik

244...249

6 Formstofftechnik

250...274

7 Werkstoffkunde

275...330

8 Ergänzende Grundlagen

331...408

9 Sponsoren

409...445

Geleitwort

Im globalen Wettbewerb beweist die deutsche Gießereiindustrie immer wieder ihre Leistungsfähigkeit. Sie zeigt sich insbesondere in der ausgezeichneten Qualität der Produkte, höchster Produktivität und der systematischen Entwicklung neuer Gussteile. Gut ausgebildete und motivierte Fachkräfte sind hierfür unverzichtbar. Die zunehmende Mechanisierung und Automatisierung sowie die Anwendung computergestützter Technologien erfordern fachliche Kompetenz und bieten auch die Chance einer kontinuierlichen Weiterbildung. Moderne Fertigungstechnik, das Lösen anspruchsvoller Aufgaben und die guten Zukunftsperspektiven der deutschen Gießereiindustrie bieten eine Arbeitsumgebung, in der man Erfüllung und persönliche Bestätigung finden kann.

Die praktische Ausbildung in den Betrieben und der fachnahe Unterricht an einer Berufsschule sind ein weltweit anerkanntes Erfolgsmodell. Insbesondere für Hauptschul- und Realschulabsolventen ist sie der typische Start ins Berufsleben. Dieser Weg bietet auch Schulabgängern ohne Abschluss Aufstiegschancen und wird sogar von manchem Abiturienten einem Studium vorgezogen. Facharbeiter, Meister und Techniker werden nicht nur in den Gießereien, sondern auch in der Zuliefererindustrie und im Maschinen- und Anlagenbau dringend gebraucht. Die Gießereitechnologie bietet zahlreiche interessante Ausbildungsmöglichkeiten. Gerade weil sich die Anforderungen durch die rasante technische Entwicklung ständig verändern, ist ein solider fachlicher Grundstock unverzichtbar, um durch ständiges eigenes Dazulernen mit den technischen Erfordernissen zurechtzukommen. Ein Beispiel für die Aktualität und für neue Herausforderungen und Chancen ist unter anderem das neu aufgenommene Kapitel über die Additive Fertigung.

Das vorliegende klar strukturierte Lehrbuch ist über die Ausbildung hinaus ein nützlicher Begleiter der Gießereifachfrau und des Gießereifachmannes. Dem Lektor und den Autoren ist es gelungen, mit dem Lehrbuch „Fachkunde Gießereitechnik“ umfassende Fachkenntnisse praxisnah und graphisch anschaulich aufbereitet darzustellen.

Wir wünschen allen Auszubildenden Erfolg und Freude in unserem schönen Gießereiberuf und danken dem Lektor, den Autoren und dem Verlag für dieses gelungene Ausbildungs- und Nachschlagewerk.

Düsseldorf, im Herbst 2016

Verein Deutscher Gießereifachleute e.V.
Dr.-Ing. Erwin Flender
Hauptgeschäftsführer

1 Formtechnik mit Technischer Kommunikation

1.1	Geschichtliche Entwicklung	9	1.4.2	Kernlagerung	103
1.2	Grundlagen der Formtechnik	12	1.4.3	Kernmarkenarten	106
1.2.1	Werdegang eines Gussteils	12	1.4.4	Kernsicherungen	111
1.2.2	Formherstellung	14	1.4.5	Kernherstellung	120
1.2.3	Gießereimodelle – Arten	15	1.4.6	Kernformwerkzeuge	133
1.2.4	Farbkennzeichnung der Modelle	17	1.5	Europäische Normen und VDG-Merkblätter im Modellbau	150
1.2.5	Modellzugaben	18	1.5.1	Übersicht über die neuen Europäischen Normen	150
1.2.6	Form- und Modellteilung	22	1.5.2	Systematik der Werkstoff-Güteklassen	150
1.2.7	Grundlagen der Gießereitechnischen Kommunikation	24	1.5.3	VDG-Merkblätter	151
1.3	Formtechnik für verlorene Formen	33	1.5.4	Übersicht über die EN 12890	151
1.3.1	Formtechnik für verlorene Formen mit Dauermodell	34	1.5.5	Neue Inhalte der EN 12890 gegenüber der DIN 1511 – allgemein	152
1.3.1.1	Handformen	34	1.5.6	Neue Inhalte der EN 12890 gegenüber der DIN 1511 – güteklassenabhängig	153
1.3.1.2	Modelle für das Handformen	38	1.5.7	Güteklassen von Kernkästen	153
1.3.1.3	Maschinenformen	48	1.5.8	Gütemerkmale nach EN 12890	154
1.3.1.4	Modellplatten	69	1.5.9	EN 12892 Formwerkzeuge für verlorene Modelle für das Vollformverfahren	158
1.3.2	Herstellung von verlorenen Formen mit verlorenem Modell	77	1.5.10	EN 12883 Wachsspritzformen für verlorene Modelle für das Feingießen	159
1.3.2.1	Formverfahren mit Schaumstoffmodellen	77	1.6	Wiederholungsfragen zu Kap. 1	160
1.3.2.2	Feingießverfahren	88			
1.3.3	Direkte Formherstellung	93			
1.4	Formen mit Kernen	95			
1.4.1	Kernarten	95			

2 Gießverfahren

2.1	Übersicht	161	2.3	Druckgießen	178
2.1.1	Gießarten	161	2.3.1	Verfahren	178
2.1.2	Gießen in Dauerformen	163	2.3.2	Druckgießmaschine	179
2.1.3	Gießereigenschaften der Metallschmelzen	164	2.3.3	Grundlagen des Druckgießverfahrens	183
2.2	Kokillengießen	166	2.3.4	Druckgießwerkzeug	187
2.2.1	Verfahren	166	2.3.5	Trenn- und Schmierstoffe	188
2.2.2	Kokillengießmaschinen und Kokillengießanlagen	167	2.3.6	Entlüften der Form	190
2.2.3	Niederdruckkokillengießen	169	2.3.7	Beheizen der Form	192
2.2.4	Aufbau der Gießwerkzeuge	171	2.3.8	Kühlen der Form	195
2.2.5	Anschnittgestaltung	173	2.3.9	Formbeanspruchung	197
2.2.6	Wärmefluss	174	2.3.10	Instandhaltung und Wartung	199
2.2.7	Kokillenschichten	176	2.4	Schleudergießen	200
			2.5	Stranggießen	200

3 Einguss- und Speisertechnik

3.1	Eingusssystem	201	3.2.5	Fehleranalyse	212
3.1.1	Allgemeines	201	3.2.6	Speisertechnik Hauptbereiche	212
3.1.2	Naturgesetze	202	3.2.7	Berechnung der Speiser	213
3.1.3	Berechnung des Eingusssystems	204	3.2.8	Erstarrungsverlängerung	217
3.1.4	Zurückhalten von Schlacken	206	3.2.9	Vermeidung von Lunkern	218
3.1.5	Gestaltung des Eingusssystems	208	3.2.10	Speisungslänge	219
3.2	Speisersysteme	210	3.2.11	Innenkühlung	219
3.2.1	Aufgaben	210	3.2.12	Einfluss der Formstoffe	219
3.2.2	Speiserarten	210	3.2.13	Lunkerarten	220
3.2.3	Speiserformen	211	3.3	Erstarrungssimulation	221
3.2.4	Wirkungsweise	212	3.4	Wiederholungsfragen zu Kap. 3	223

4 Schmelztechnik und Schmelzöfen

4.1	Allgemeines über Schmelzöfen	224	4.5	Zustellen der Öfen	236
4.2	Auswahl der Schmelzöfen	224	4.6	Gattieren und Einsetzen	237
4.3	Allgemeines zum Schmelzen	225	4.7	Schlacke	238
4.4	Schmelzöfen	226	4.8	Schmelzbehandlung	239
4.4.1	Kupolofen	226	4.8.1	Desoxidation	239
4.4.2	Induktionsöfen	228	4.8.2	Impfen von Gusseisen	239
4.4.3	Lichtbogenofen	233	4.9	Temperaturmessung	240
4.4.4	Drehtrommelofen	233	4.10	Gießpfannen	240
4.4.5	Duplexverfahren	233	4.11	Arbeitssicherheit	242
4.4.6	Schmelzöfen in NE-Gießereien	234			

5 Putztechnik

5.1	Aufgabe	244	5.4	Strahlen	246
5.2	Gussputzerei Bereiche	244	5.5	Trennen und Schleifen	248
5.3	Auspacken	245			

6 Formstofftechnik

6.1	Formstoffe	250	6.2.3	Prozessstufen	264
6.1.1	Aufbau	250	6.2.4	Regenerieren von Altformstoffen	265
6.1.2	Anforderungen	250	6.2.5	Mischen der Formstoffe	268
6.1.3	Formgrundstoffe	251	6.2.6	Formstoffsteuerung	269
6.1.4	Formstoffbindersysteme	252	6.3	Formstoffprüfung	270
6.1.5	Kaltharzverfahren	258	6.3.1	Aufgaben	270
6.1.6	Schnellharzverfahren	259	6.3.2	Prüfung des Formgrundstoffes	271
6.1.7	Formstoffzusatzstoffe	260	6.3.3	Prüfungen mit Probekörpern	272
6.1.8	Form- und Kernüberzugstoffe	261	6.3.4	Formfestigkeitsprüfung	273
6.2	Formstoffaufbereitung	263	6.3.5	Prüfung der Formstoffbestandteile	273
6.2.1	Definition und Aufgabe	263	6.3.6	Prüfung harzgebundener Formstoffe	273
6.2.2	Systeme	263	6.4	Wiederholungsfragen zu Kap. 6	274

7 Werkstoffkunde

7.1	Einführung	275	7.4.2.1	Roheisenerzeugung	289
7.1.1	Einteilung der Werkstoffe	275	7.4.2.2	System Eisen-Zementit	291
7.1.2	Eigenschaften	276	7.4.2.3	Stahl	292
7.1.3	Verantwortlicher Umgang mit Werkstoffen	277	7.4.2.4	System Eisen-Graphit	296
7.2	Holz	279	7.4.2.5	Gusseisen	297
7.2.1	Anwendung für Gießereimodelle	279	7.4.2.6	Temperguss	304
7.2.2	Plattenförmige Holzwerkstoffe	279	7.4.2.7	Schneidstoffe	305
7.3	Kunststoffe	280	7.4.2.8	Wärmebehandlung	307
7.3.1	Eigenschaften	280	7.4.3	Nichteisenmetalle	310
7.3.2	Anwendungen in der Formerei	280	7.4.3.1	Leichtmetalle	310
7.3.3	Anwendungen im Modellbau	280	7.4.3.2	Schwermetalle	316
7.3.4	Chemie der Kunststoffe	284	7.5	Gussfehler	319
7.3.5	Kunststoffherstellung	285	7.6	Korrosion	323
7.3.6	Physikalisches Verhalten	286	7.7	Qualitätstechnik	324
7.4	Metalle	287	7.7.1	Qualitätsmanagement	324
7.4.1	Grundlagen	287	7.7.2	Werkstoffprüfung	326
7.4.2	Eisenwerkstoffe	289	7.8	Wiederholungsfragen zu Kap. 7	330

8 Ergänzende Grundlagen und Techniken

8.1 Grundlagen Fertigungstechnik	331	8.4.2 Pneumatik	364
8.1.1 Einführung	331	8.4.3 Hydraulik	369
8.1.2 Umformen	332	8.5 SPS	371
8.1.3 Spanende Bearbeitung	333	8.5.1 Einführung	371
8.1.3.1 Keil als Werkzeugschneide	333	8.5.2 Analoge und digitale Signale	372
8.1.3.2 Winkel an der Werkzeugschneide	333	8.5.3 Aufbau einer SPS	373
8.1.3.3 Meißel	334	8.5.4 Arbeitsweise einer SPS	374
8.1.3.4 Sägen	334	8.5.5 Programmierung einer SPS	375
8.1.3.5 Feilen	335	8.5.6 Ablaufsteuerungen	379
8.1.3.6 Spiralbohrer	336	8.5.7 Software STEP 7	381
8.1.3.7 Senker	337	8.5.8 Aufbau mit Programmbausteinen	382
8.1.3.8 Reibahlen	337	8.6 Rechnerunterstützte Verfahren	385
8.1.3.9 Gewindeschneidwerkzeuge	338	8.6.1 Allgemeines zur Computertechnik	385
8.1.3.10 Drehen	339	8.6.2 Flächenhafte 3D-Messtechnik	388
8.1.3.11 Fräsen	340	8.7 Automatisierung in der Gießerei	390
8.1.3.12 Bohrmaschine	341	8.7.1 Allgemeines	390
8.1.4 Schweißen von Gussteilen	342	8.7.2 Allgemeines zum Roboter	391
8.1.5 Mess- und Anreißtechnik	347	8.7.3 Aufbau des Roboters	391
8.1.5.1 Prüfen	347	8.7.4 Roboter im Gießereibetrieb	392
8.1.5.2 Messmethoden	347	8.8 Gießereiprozesssimulation	395
8.1.5.3 Prüfmittel	348	8.8.1 Allgemeines	395
8.2 Chemie	352	8.8.2 Anwendungen	395
8.2.1 Allgemeines	352	8.8.3 Simulation des Kernschießens	396
8.2.2 Elemente	352	8.8.4 Beispiele für die Anwendung	397
8.2.3 Chemische Verbindungen	352	8.9 Additive Fertigungsverfahren	400
8.2.4 Chemische Umsetzungen	353	8.9.1 Begriff	400
8.2.5 Säuren – Basen – Salze	356	8.9.2 Geschichtliche Entwicklung	400
8.3 Elektrotechnik	357	8.9.3 Vorteile des Verfahrens	400
8.3.1 Allgemeines	357	8.9.4 3D-Druckverfahren in der Gießerei	401
8.3.2 Stromkreis	358	8.9.5 Additives Verfahren für Feinguss	403
8.3.3 Stromarten	360	8.9.6 Laser-Sinter-Verfahren	404
8.3.4 Spannungserzeugung	360	8.10 Anlagen- und Verfahrenstechnik	405
8.3.5 Elektrische Unfälle	361		
8.4 Steuerungstechnik	363		
8.4.1 Steuern und Regeln	363		

9 Sponsoren

9.1 Werbeseiten	409	9.3 Sachwortverzeichnis	448
9.2 Bild- und Textquellennachweis	446		



1 Formtechnik mit Technischer Kommunikation

1.1 Geschichtliche Entwicklung des Formens und Gießens

■ 5000 Jahre Gießen von Metallen

Fundstücke aus dem Vorderen Orient zeigen, dass es dem Menschen bereits vor rund 5000 Jahren gelang, Gegenstände aus Metall herzustellen. Die ältesten Funde der Bronzezeit in Europa sind etwa 1000 Jahre jünger. In vielen Museen der Welt sind heute solche gegossenen Zeugen der Vergangenheit zu sehen. Weiterhin geben alte Darstellungen einen Einblick in die damalige Technik. So sind die Abbildungen in Bild 1 in einer Grabstätte im Tal der Könige, nicht weit von Luxor in Oberägypten, zu finden.

■ Gießformen aus Lehm, Stein und Metall

Nachdem es gelungen war, das Metall zu erschmelzen, wurden Gießformen notwendig. Häufig wurden sie direkt als Negativformen aus Sandstein, Speckstein, Glimmerschiefer, Serpentin und anderen Gesteinen herausgearbeitet (folgende Seite Bild 1). Solche Gießer der Bronzezeit stellten ihre Formen noch selbst her. Sie waren also gleichzeitig die Vorläufer der heutigen Formenbauer, die Kokillen herstellen.

■ Wachsaußschmelzverfahren

Die direkte Herstellung von Gießformen beschränkte sich vorwiegend auf die einfacheren Formen. Diese Technik setzte dem künstlerischen Drang des Menschen jedoch enge Grenzen. Der größte Teil der gegossenen Kunstwerke konnte in allen Kulturländern nur dadurch hergestellt werden, dass zuerst ein Wachsmodell angefertigt wurde, denn nur durch Ausschmelzen des eingeförmten Modells wurde die Herstellung auch hinterschnittener Formen möglich. Aus diesem Verfahren hat sich das hochmoderne Feingießen entwickelt (siehe hierzu Kapitel 1.3.2.2). Bild 2 zeigt den ältesten erhalten gebliebenen figürlichen Hohlguß aus Mittel- und Nordeuropa. Eine Nachbildung des kleinen bronzzeitlichen Kultwagens von Trondheim ist im Römisch-Germanischen Zentralmuseum in Mainz zu sehen.

■ Schmelzöfen

Bei den im Altertum verwendeten Tiegelöfen wurde Erz und Holzkohle in den Tiegel eingegeben und die Feuerführung durch Einblasen von Luft mit Blasrohren und Blasbälgen verbessert (Bild 1). Die Entwicklung über Rennfeuer zum freistehenden Schachtofen vollzog sich über lange Zeiträume.

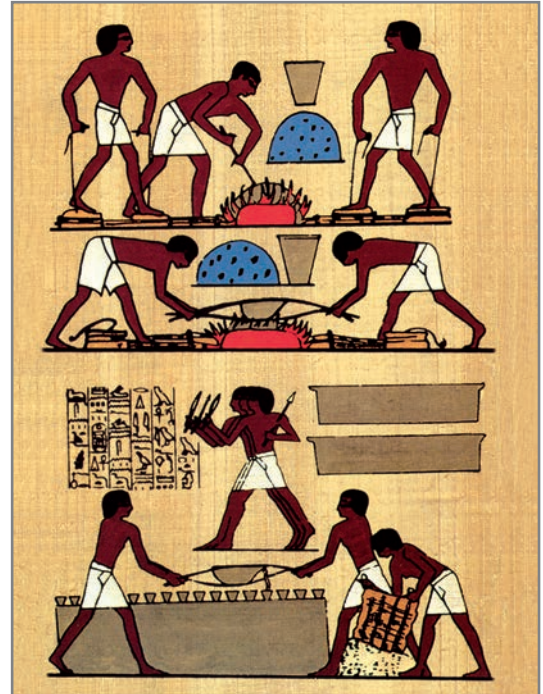


Bild 1: Schmelzen und Gießen in Ägypten 1450 v. Chr.

Bild oben: Arbeiten am Tiegelfeuer und Betätigen der Blasebälge

Bildmitte: Abnehmen des Schmelztiegels

Bild unten: Gießen einer Tempeltür und Transportarbeiten



Bild 2: Ältester Kunstguß europäischer Bronzezeit (Wachsaußschmelzverfahren)

■ Dauermodelle aus Holz und Gips

Seit dem Mittelalter entwickelte sich in Europa die Technik des Formens mit Dauermodellen. Einfachste Modelle dieser Art stellten dabei Schablonenbretter für Glocken und Geschützrohre (Bild 2) dar. Nach der Erfindung des Eisengusses erlebte die Herstellung gusseiserner Öfen eine Blütezeit. Bekannte Holzschnitzer fertigten dabei die Modelle für solche Kunstwerke an. Sie fertigten auch für Kaminplatten und Ofenplatten wertvolle „Holzmodel“, die im offenen Herdguss abgeformt wurden.

■ Gusswerkstoffe im Laufe der Geschichte

Bekannt ist die Einteilung der vorgeschichtlichen Zeiträume in Steinzeit, Bronzezeit und Eisenzeit. Als es in der sogenannten Bronzezeit vor ca. 5000 Jahren den Menschen erstmals gelang Metall zu verarbeiten, war es zunächst reines Kupfer. Man kam sehr bald darauf, dass Zusätze von Zinn (Kupfer + Zinn = Bronze) und weiteren Metallen Schmelzbarkeit und Härte verbessern.

Die wesentlich schwierigere Verhüttung der Eisenerze bedingte, dass in Europa erst ab 1400 n. Chr. Eisenguss hergestellt wurde.

Die Gewinnung der Leichtmetalle war möglich, als elektrische Energie nach Erfindung der elektrodynamischen Maschinen zur Verfügung stand. 1884 wurde das erste Aluminiumgussteil und 1909 das erste Magnesiumgussteil hergestellt.

■ Mechanisierung und Automatisierung

Die erste Modellplatte wurde 1827 zum genaueren und rationelleren Ablauf der Herstellung von Ofenplatten in der Roten Hütte zum Handformen verwendet. Erste Formmaschinen werden erstmals 1827 als reine Pressformmaschinen erwähnt. Ab 1907 spielt die Rüttelformmaschine über einige Jahrzehnte eine vorrangige Rolle.

Heute sind die im Kapitel Maschinenformen beschriebenen modernen Verfahren eingebunden in Formanlagen mit rechnergesteuerten Abläufen.

■ Gießereiberufe im Wandel der Zeit

In der industriellen Gießerei werden seit 1986 Gießereimechaniker ausgebildet, die neben gießertechnischen Kenntnissen auch solche der Metall- und Datenverarbeitung vorweisen müssen, damit sie den Anforderungen moderner Formanlagen entsprechen können. Der Gießereimechaniker hat den Former abgelöst, der im Handwerk, wo auch der Kunstguss zu finden ist, weiterhin ausgebildet wird. Die Berufsbezeichnung Gießer ist übergreifend als traditioneller Name aller Gießereiberufe zu verstehen.



Bild 1: Einfache Formtechnik der Bronzezeit um 900 bis 800 v. Chr.: Gießform für Beil aus Stein



Bild 2: Für Geschützrohre kam ab dem Mittelalter Eisenguss zur Anwendung. Geformt wurde mit Drehschablonen aus Holz.



Bild 3: Produkt der Neuzeit: Gussteil für Schiffsdiesel

■ Zeittafeln Geschichte

Der Fachausschuss Geschichte im VDG (Verein Deutscher Gießereifachleute) hat für die Geschichte des Formens, der Schmelztechnik und der Gusswerkstoffe Zeittafeln erarbeitet. Diese schließen in gekürzter Form das Kapitel „Geschichtliche Entwicklung des Formens und Gießens“ ab.

Formen (Beispiele)

5000 v. Chr.	Steinformen in Vorderasien
3000 v. Chr.	Wachsausschmelzverfahren in Vorderasien und Indien
1500 v. Chr.	Blasebälge statt Blasrohre in Ägypten
1500 v. Chr.	Erste Rennfeuer zur Eisenverhüttung in Vorderasien
1800 v. Chr.	Älteste Sandsteingießform in Mitteleuropa (Olmütz)
1250 v. Chr.	Metallische Dauerform aus Bronze für Beile in Uelzen
300 v. Chr.	Metallische Kokillen für Eisenguss in China
1100 n. Chr.	Erste schablonierte Formen für Bronzegrapen
1400	Drehspindel-Schablonenformen von Geschützrohren
1827	Erfindung der Modellplatte in der „Rote Hütte“, Harz
1872	Erste Formmaschine mit mech. Verdichtung (Seboldt)
1944	Croning-Grundlagenpatent f. d. Maskenformverfahren
1950	Kernschießmaschine von Hansberg

Öfen und Schmelztechnik (Beispiele)

5000 v. Chr.	Gold wird in Vorderasien geschmiedet und gegossen
3000 v. Chr.	Tiegelöfen zum Schmelzen von Bronze in China
500 v. Chr.	Keltische Schmelzfeuer der La-Tène-Zeit
1500 n. Chr.	Herd-Flammöfen in Glocken- und Kanonengießereien
1700	Ersatz von Holzkohle durch Koks in englischen Hochöfen
1700	Wilkinson-Schachtofen – Vorläufer des Kupolofens
1864	Siemens-Martin-Ofen (Gebr. Siemens, Pierre Martin)
1865	Erster Kupolofen mit integriertem Eisensammelraum
1879	Erster Lichtbogen-Schmelzofen (Werner v. Siemens)
1908	Erster Netzfrequenz-Induktionsrinnenofen
1912	Erster ölbeheizter Ofen zum Eisenschmelzen
1935	Erster Netzfrequenz-Induktionstiegelofen

Gusswerkstoffe (Beispiele)

5000 v. Chr.	Gegossenes und geschmiedetes Gold in Vorderasien
3000 v. Chr.	Bronzegüsse (Cu-As-Pb) in Indien und Mesopotamien
2700 v. Chr.	Beginn der Kupferzeit in Europa
1100 v. Chr.	Beginn der europäischen Eisenzeit
500 v. Chr.	Beginn des Eisengusses in China
1400 n. Chr.	Beginn des Eisengusses in Europa
	Gusseiserne Geschützrohre und Kugeln
1630	Erstes englisches Patent zum Tempern von Gusseisen
1800	Entdeckung der Leichtmetalle (Ti 1791, Mg 1808, Al 1825)
1845	Erster Formguss aus Tiegelstahl (J. Mayer, J.C. Fischer)
1909	Erste Magnesium-Gusslegierung
1921	Verwendung von Aluminium als Gusswerkstoff
1942	Arbeiten zur Herstellung von Temperguss



Bild 1: Mesopotamischer Kupferguss 2000 v. Chr.



Bild 2: Skytischer Goldkamm 400 v. Chr.



Bild 3: Hildesheimer Dom, Bronzeguss 1225 n. Chr.

1.2 Grundlagen der Formtechnik

1.2.1 Werdegang eines Gussteils

■ Konstruktion

In der Konstruktionsabteilung wird entschieden, ob ein Produkt durch Gießen, Schmieden, Schweißen oder durch Zerspanen hergestellt wird.

Auch der Konstrukteur muss die Grundlagen der Formtechnik kennen, damit er das Gussteil so konstruiert, dass es sich mit dem geringsten Aufwand formen lässt.

■ Modellbau

Im Modellbau nimmt das Gussteil erstmals dreidimensionale Gestalt an. Heute werden vielfach CNC-Maschinen zur Modellfertigung eingesetzt. Der Modellbauer fertigt nach der vorliegenden Zeichnung oder CAD-Vorgaben eine **Modell-Einrichtung**, die meist aus Modell und zugehörigen Kernkästen besteht. Die Zeichnung, nach welcher der Modellbauer arbeitet, unterscheidet sich von der Konstruktionszeichnung durch form- und gießereitechnische Ergänzungen wie Formschräge, Teilung und Kerne sowie die Bearbeitungszugabe.

Entsprechend dem verwendeten Modellwerkstoff werden die Modelle als Holz-, Kunststoff-, Schaumstoff- oder Metallmodelle bezeichnet.

■ Formerei

Mithilfe des Modells werden in der Formerei die Formen hergestellt. Formen sind Negative, sie enthalten den auszugießenden Hohlraum, der das zukünftige Gussteil ergibt. Die mit Modellen hergestellten Formen bestehen aus Formstoffen wie z.B. tongebundenem Quarzsand. Er erhält seine Festigkeit durch Verdichten. Dies geschieht in der Handformerei durch Aufstampfen und in der Maschinenformerei mit Formmaschinen durch Pressen, Schießen, Rütteln oder durch Impuls. Bei kunstharzgebundenen Formstoffen erfolgt die Verfestigung durch Aushärten.

■ Kernmacherei

Die Hohlräume eines Gussstückes können durch Kerne gebildet werden. Kerne sind Verkörperungen der Hohlräume und bestehen aus Formstoff. Zur Herstellung der Kerne benötigt man sogenannte Kernkästen, die in der Serienfertigung auch als Kernformwerkzeuge bezeichnet werden. Damit die Kerne in die Form eingelegt werden können, müssen Form und Kern eine Kernlage- rung aufweisen.

Die Abteilung in der Formerei, welche die Kerne herstellt, wird als Kernmacherei bezeichnet.

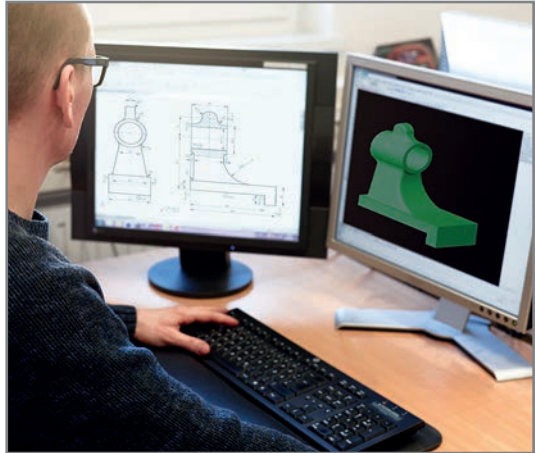


Bild 1: Konstruktion



Bild 2: Modelle und Kernkästen aus Holz und Kunststoff

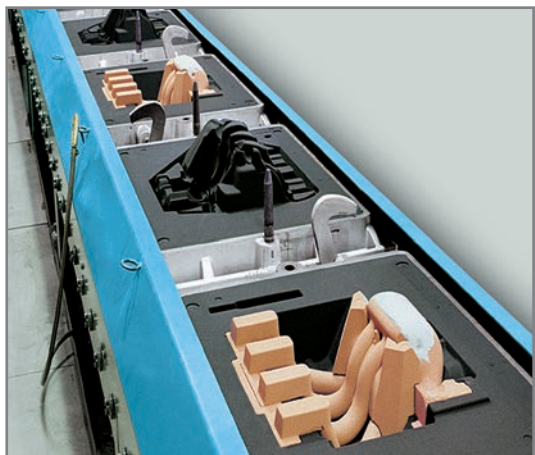


Bild 3: Formhälften mit eingelegten Kernen in einer automatischen Formanlage

■ Schmelzen

Das zum Abgießen der Gussteile erforderliche flüssige Metall wird in der Schmelzerei aus Masseln, Rücklaufmaterial und teilweise Schrott erschmolzen. Das Zusammensetzen dieser Rohstoffe wird als Gattieren bezeichnet (Bild 1). Für Eisengießereien ist der älteste und am meisten verbreitete Schmelzofen der Kupolofen, zunehmend wird jedoch auch hier der Induktionstiegelofen verwendet. Für Stahlguss kommt überwiegend der Lichtbogenofen und für die Nichteisenmetalle der öl-, gas-, oder widerstandsbeheizte Tiegel-Schmelzofen zur Anwendung. Seltener wird mit dem Drehtrommelofen erschmolzen.

■ Gießen

Das Gießen ist der eigentliche Höhepunkt bei der Herstellung eines Gussteils. Allerdings beansprucht der Vorgang als solcher nur kurze Zeit, je nach Gussgewicht liegt die benötigte Zeit für das Füllen einer Form zwischen dem Bruchteil einer Minute und einigen Minuten. Um das flüssige Metall von den Schmelzöfen zu der gießfertigen Form und über das Eingussystem in das Innere der Form zu bringen, werden Kranpfannen, Stopfenpfannen, Handpfannen oder andere Gießgefäße benutzt. Vor dem Gießen erfolgt oft noch eine Schmelze-Behandlung wie beispielsweise das Impfen.

■ Auspacken

Nach ausreichender Zeit für das Erstarren und Abkühlen der Gussteile erfolgt das Auspacken. Unter Auspacken versteht man das Freilegen des Gussteils von Formkasten und Formstoff. Während dieser Vorgang früher mithilfe des Pressluftmeißels erfolgte, geschieht dies heute vorwiegend auf dem Rüttelrost. Der Formstoff fällt dabei durch den Rost und kann der Wiederaufbereitung zugeführt werden, während das Gussteil weiter gekühlt und der Putzerei zugeführt wird. Häufig wird die Form auch aus dem Kasten ausgedrückt und vollends in einer Schwingtrommel ausgepackt.

■ Gussputzerei

In der Gussputzerei wird das Gussteil von Einguss- und Speisersystem, Gussgrat und Formsandresten befreit. Beim Strahlputzen werden körnige, metallische Strahlmittel mit hoher Geschwindigkeit auf die zu reinigende Oberfläche geschleudert, während beim Nassputzen der Vorgang mit einem Hochdruckwasserstrahl durchgeführt wird. Grate und Unebenheiten werden durch Schleifen beseitigt, hier werden auch bereits Manipulatoren eingesetzt.



Bild 1: Gattieren der für das Schmelzen notwendigen Rohstoffe



Bild 2: Gießen



Bild 3: Gussputzen

1.2.2 Formherstellung

Die Voraussetzung, um ein Gussteil herstellen zu können, ist das Vorhandensein einer Form. Die Form enthält das zukünftige Gussteil als Hohlraum, sie ist deshalb das Negativ des Gussteils.

■ Möglichkeiten der Formherstellung

Um den Hohlraum einer Form herzustellen, können zwei grundlegende Möglichkeiten angewandt werden:

- Bei **Dauerformen**, wie sie bei Kokillen und Druckguss notwendig sind, wird der Hohlraum meist aus einem Stahlblock zerspanend herausgearbeitet. In eine solche Dauerform werden immer wieder Gussteile gegossen und anschließend entformt (siehe Kap. 2).
- Bei **verlorenen Formen** wird mithilfe eines **Modells** der Hohlraum in den **Formstoff** geformt. Das Modell ist wie das Gussteil ein Positiv. Naturmodelle sind hierbei um das Schwindmaß größer, Kernmodelle besitzen außerdem noch Kernmarken.

Um den Hohlraum in den Formstoff zu formen, wurden ursprünglich einfache, flache Modelle in den Sand gedrückt und anschließend gezogen. Heute wird der Formstoff auf das Modell geschüttet und entweder durch Verdichten oder durch Aushärten verfestigt. Durch Ziehen des Modells aus der Form oder Abheben der Form vom Modell entsteht dann beim Formen der Hohlraum.

■ Entformbarkeit der Modelle

Das Entformen der Modelle ist nur möglich, wenn die Form nach oben offen ist. Das kann man auch erreichen, wenn man Form und Modell teilt. Die Teilfläche wird dadurch zur offenen Seite, an der das Modell herausgezogen wird. Formschräge, Lackierung und Trennmittel dienen ebenfalls zur leichteren Entformung der Modelle aus der Form.

■ Formung der Hohlräume durch Kerne

Hohlräume in Gussteilen können durch **Kerne** gebildet werden. Das sind Körper mit der Form des Hohlraumes bestehend aus Formstoff. Die Kerne werden in Kernkästen hergestellt, indem der Formstoff in diese gefüllt und verfestigt wird. An Stelle von Stampfen wird hierzu heute oft Schießen in Verbindung mit chemischer Aushärtung angewandt. Damit der Kern maßgerecht in die Form eingelegt und während des Gießvorganges nicht mehr verrückt werden kann, erhält er eine Kernlagerung. Diese Verlängerung des eigentlichen Hohlraumes wird an Modell und Kernkasten als Kernmarke bezeichnet.

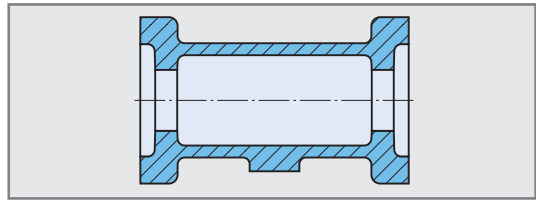


Bild 1: Gussteil

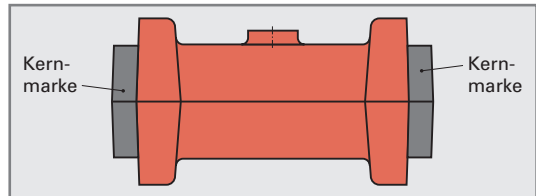


Bild 2: Modell zweiteilig

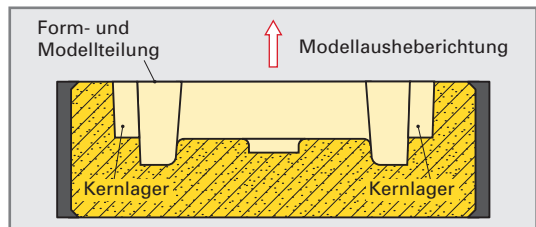


Bild 3: Formhälfte

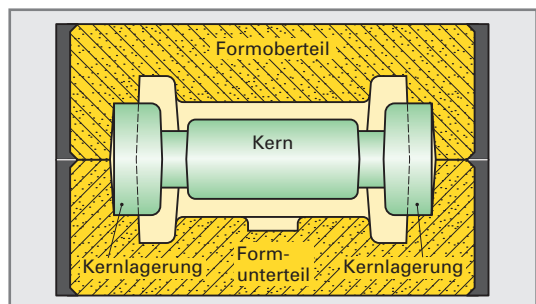


Bild 4: Formkasten zweiteilig mit eingelegtem Kern

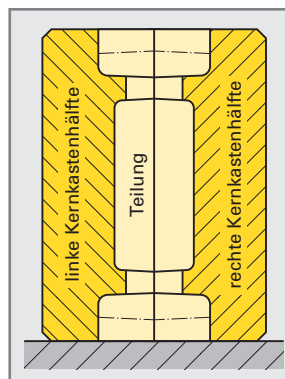


Bild 5: Kernkasten zweiteilig

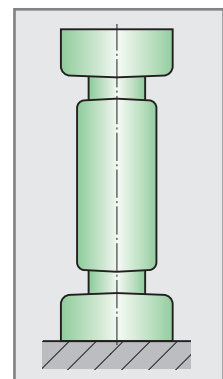


Bild 6: Kern entformt

1.2.3 Gießereimodelle – Arten

Zur Herstellung der Verlorenen Formen werden vom Modellbau Gießereimodelle gefertigt. Unterscheidung siehe Bild 1.

• Dauermodelle – Verlorene Modelle

Modelle, die mehr als einmal eingeformt und wieder ausgeformt werden, sind **Dauermodelle**. Dagegen werden **Verlorene Modelle** nur einmal eingeformt, bei Polystyrolschaummodellen vergast oder herausgeschnitten und beim Feingießverfahren ausgeschmolzen.

• Naturmodell – Kernmodell

Ein Modell, das genau dem Gussteil entspricht, ist ein Naturmodell (Bild 2). Werden dagegen Außen- und Innenkonturen durch Kerne gebildet, so handelt es sich um ein **Kernmodell**. Dieses ist an den schwarz gestrichenen Kernmarken (Bild 3) zu erkennen.

• Modellarten nach Werkstoff

Holzmodelle sind bei Güteklasse H3 und H2 aus Weichhölzern und bei den Güteklassen H1 aus Harthölzern und Hartholz furnierplatten hergestellt. Holzmodelle kommen neben allgemeinem Einsatz besonders für große Abmessungen, als Hohlmodelle zur Anwendung.

Kunstharzmodelle werden aus Epoxydharz und Polyurethanharz mithilfe von Negativen abgegossen. Sie werden für höchste Stückzahlen bis zu einigen zehntausend Abformungen eingesetzt.

Metallmodelle kommen bei Verfahren mit Heißaushärtung wie z. B. Croning zur Anwendung.

Polystyrolschaumstoffmodelle werden beim Vollformverfahren und beim Lost-Foam-Verfahren (Bild 4 und Seite 83 ff.) in der Form gelassen und durch die Schmelze vergast. Aber auch lackiert, als Dauermodell, kommt dieses Modell für Stückzahlen bis meist 10 zur Anwendung.

Hohlbauweise – Massivbauweise

Kleine oder mittlere Modelle werden ohne Hohlraum, d. h. als Modell in **Massivbauweise** und Großmodelle mit Hohlraum d. h. als Modell in **Hohlbauweise** ausgeführt. Durch Hohlbauweise verringern sich Gewicht und Kosten. Diese Modelle werden in Rahmenbauweise mit Beplankung oder ähnlich aufgebaut.

Handmodelle – Maschinenmodelle

Handmodelle sind für das Handformen und **Maschinenmodelle** für das Formen an Formmaschinen und automatischen Formanlagen bestimmt.

• Modelle durch Additive Verfahren/3D-Druck

Modelle können auch durch Additive Verfahren erzeugt werden. Bei den Additiven Verfahren wird das Modell schichtweise entsprechend der Daten aufgebaut (siehe Seite 400 ff.).

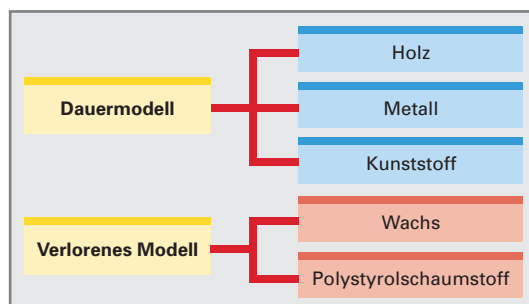


Bild 1: Modelle und ihre Werkstoffe

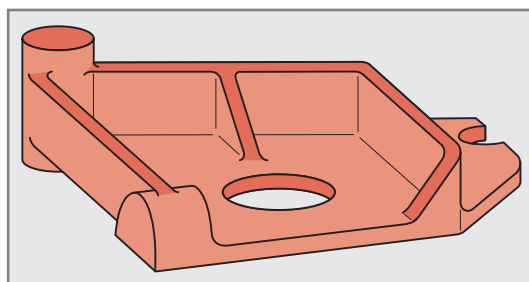


Bild 2: Naturmodell

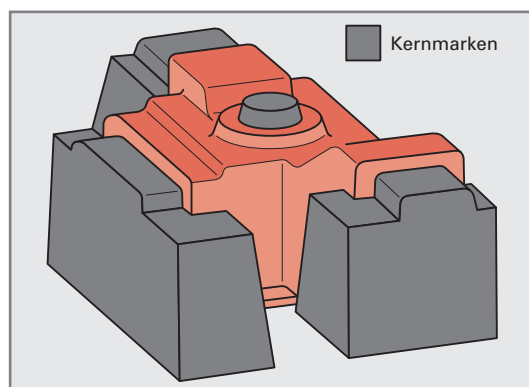


Bild 3: Kernmodell



Bild 4: Ansaugmodell für einen Pkw
Verlorenes Modell und Abguss

■ Modelle in Stückbauweise

Bei der Stückbauweise wird das Gesamtmodell in zwei oder mehrere Stücke unterteilt (Bild 1).

Diese Bauweise wird bei sehr großen und langen Modellen angewendet, damit sie vorteilhafter gebaut, gut transportiert und auch besser aus der Form ausgehoben werden können.

Eine Unterteilung wird auch vorgesehen, wenn bei ebener Einförmung eines langen Modells sich das Gussstück bei der Abkühlung und Schwindung krumm ziehen würde.

Hier ist es üblich, dass der Former das Modell gekrümmt einförm, sodass sich das Gussstück während des Schwindungsvorganges gerade zieht.

Für diese „Durchformung“ muss der Modellbauer aber das Modell in der Länge einige Male unterteilt herstellen. Die einzelnen Modellteile werden dann vom Former auf ein vorbereitetes gekrümmtes „Sandbett“ gelegt und eingeförm (Bild 2).

■ Vollmodell – Teilmodell

Beim **Vollmodell** sind die Konturen vollständig, beim **Teilmodell** nur teilweise ausgeführt. So stellt z.B. eine Schablone nur einen Querschnitt oder Radialschnitt dar. Das Formen mit Teilmodellen: Drehschablonen, Ziehschablonen und Skelettmodellen war noch vor wenigen Jahrzehnten besondere fachliche Qualifikation des Formers. Heute ist das Vollformen an die Stelle des Formens mit Teilmodellen getreten. Lediglich zum Formen großer runder Gussteile wird noch in manchen Betrieben das Formen mit Drehschablonen (Bild 3) angewandt.

■ Modellarten nach Werkstoff

Holzmodelle sind bei Güteklasse H3 und H2 aus Weichhölzern und bei den Güteklassen H1 aus Harthölzern und Hartholz furnierplatten hergestellt. Holzmodelle kommen für große Abmessungen als Hohlmodelle genauso wie als Maschinenmodelle für hohe Stückzahlen zur Anwendung.

Kunstharzmodelle werden aus Epoxydharz und Polyurethanharz mithilfe von Negativen abgegossen. Sie werden für höchste Stückzahlen bis zu einigen zehntausend Abformungen eingesetzt.

Metallmodelle kommen bei Verfahren mit Heißaushärtung wie z.B. Croning zur Anwendung.

Polystyrolschaumstoffmodelle werden beim **Vollformverfahren** in der Form gelassen und durch die Schmelze vergast. Aber auch lackiert, als Dauermodell, setzt sich dieses Modell für Stückzahlen bis meist 10 immer mehr durch.

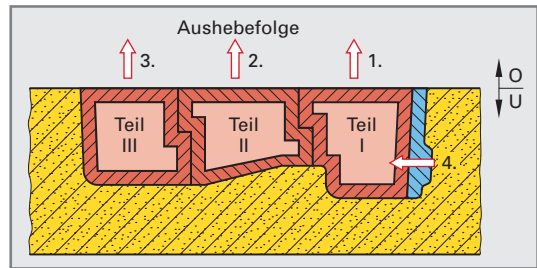


Bild 1: Modell in Stückbauweise

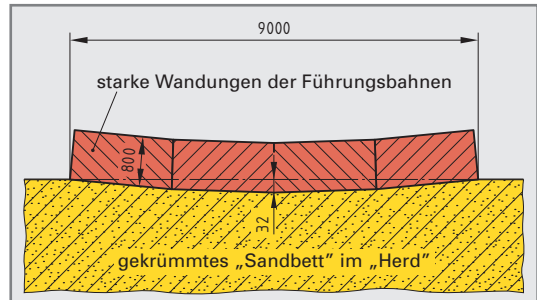


Bild 2: Modell in Stückbauweise, für das „Durchformen“

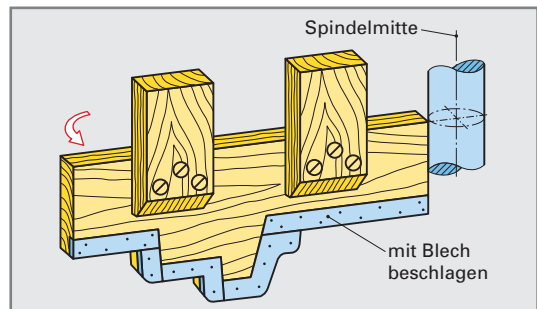


Bild 3: Drehschablone

Wiederholungsfragen

1. Nennen Sie die wichtigsten Abteilungen des Gießereibetriebes und ihre Aufgaben.
2. Wodurch unterscheidet sich eine Dauerform von einer verlorenen Form?
3. Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, damit sich ein Modell entformen lässt?
4. Welche Aufgabe hat ein Kern?
5. Welcher Unterschied besteht zwischen einem Naturmodell und einem Kernmodell?
6. Warum werden Großmodelle meist in Hohlbauweise gebaut?
7. Welche Vorteile hat die Stückbauweise?
8. Welches Verfahren hat das Formen mit Teilmodellen weitgehend ersetzt?

1.4.5 Kernherstellung

Kerne bilden beim Gießen Hohlräume und Hinterschnidungen an Gussstücken ab. Sie werden aus einem Formstoffgemisch als verlorene Kerne eingesetzt. Kleine Stückzahlen einfacher Kerne können durch manuelles Füllen mit selbsthärtenden Formstoffmischungen in gussstückspezifischen Kernformwerkzeugen (Kernkästen) hergestellt werden. Für komplexe Geometrien und größere Stückzahlen werden Kerne mit Kernschießmaschinen gefertigt.

■ Kernschießen

Kernschießen ist das Füllen eines Kernkastens durch schlagartiges Entspannen eines großen Luftvolumens. Die Formstoffmischung (Kernsand) wird dabei durch Fluidisieren fließfähig. Es entsteht eine Zweiphasenströmung aus den einzelnen Sandkörnern und der sie tragenden Luft. Durch die Strömung wird der Kernsand in den Kernkasten transportiert und bildet so die Kernkontur ab (Bild 1).

Dieser Füllvorgang läuft weitgehend unabhängig von der Größe des Kerns in nur 0,3 bis 0,8 Sekunden ab und wird wegen dieser kurzen Zeit als *Schuss* bezeichnet, der gesamte Prozess als *Kernschießen*.

Nach dem Füllen des Kernkastens erfolgt das Aushärten des Sandgemischs. Das Aushärten ist abhängig vom verwendeten Kernsandbindeverfahren und kann durch Begasung, Wärmezufuhr oder eine Kombination von beiden erfolgen. In Ausnahmefällen werden selbsthärtende Sandsysteme verwendet. In diesen Fällen füllt die Maschine nur den Kernkasten, der zur Härtung dann von der Maschine bewegt wird.

Nach dem Aushärten wird der Kernkasten geöffnet. Einfache Maschinen Schießen und Härten nur, das Trennen erfolgt manuell. Automaten trennen den Kernkasten und stoßen den Kern automatisch aus.

Kernschießautomaten (Bild 2) führen die notwendigen Einzelschritte selbstständig durch. Die Aufgaben des Bedieners liegen neben der Überwachung hauptsächlich in der Kernentnahme und in der Kernnachbearbeitung. Bei der Serienfertigung werden Kernentnahme und Nachbearbeitung oft durch automatische Systeme (z. B. Roboter) übernommen (Bild 3).

Zur Erstellung von kompletten Kernpaketen können auf mehreren nacheinander geschalteten Fertigungszellen unterschiedliche Kerne gefertigt werden, die fortlaufend zu Kernpaketen zusammengefügt werden.

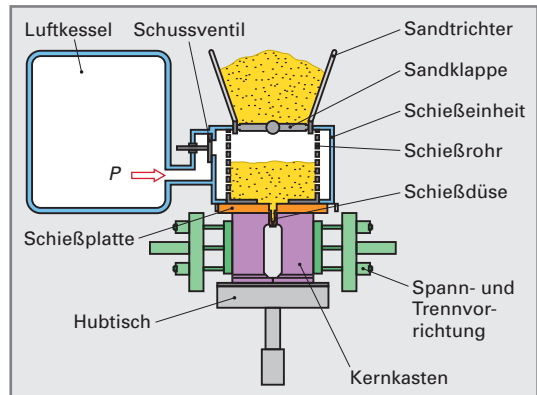


Bild 1: Grundaufbau einer Kernschießmaschine

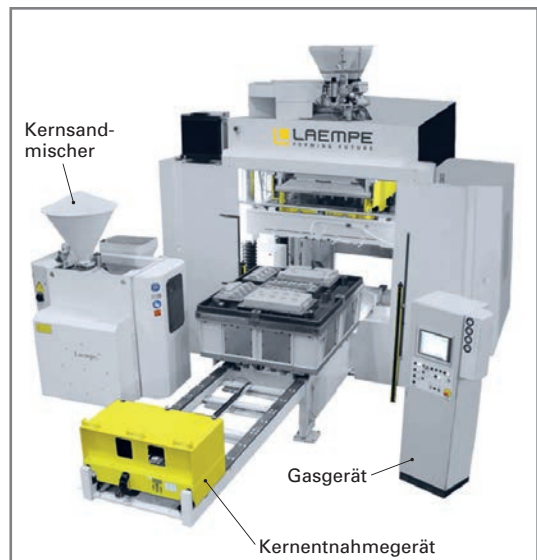


Bild 2: Kernschießmaschine mit Mischer und Gasgerät

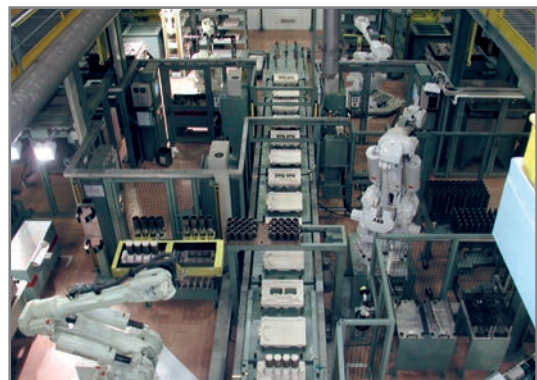


Bild 3: Produktionslinie für Kernpakete mit Robotern für die automatische Kernentnahme und Kernpaketmontage

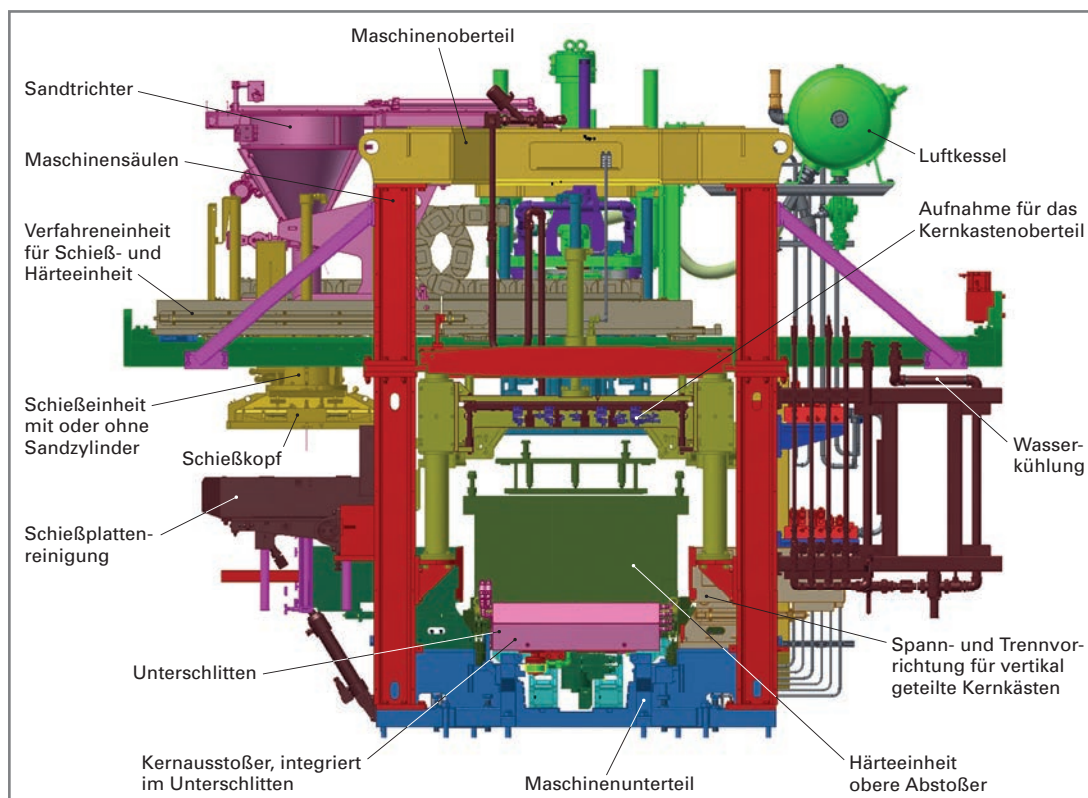


Bild 1: Schematischer Aufbau einer modernen Kernschießmaschine

Kernschießmaschinen werden nach Kernkastenteilung, -größe und -gewicht, Kernvolumen und dem zu verarbeitenden Kernsandbinderverfahren ausgelegt.

Die wirksame Fläche der Kernkästen bestimmt mit dem Schuss- und Begasungsdruck die notwendige Zuhaltkraft der Maschine. Die Kernkästen müssen beim Schuss und beim Begasen (bei gashärtenden Verfahren) dicht geschlossen bleiben, um die Gratbildung an den Teilungsebenen und Kernkastenverschleiß zu vermeiden. Das höchste Druckniveau wird während der Begasung und dem nachfolgenden Spülen mit heißer Luft in der Gashaube bzw. unter der Gasplatte mit ca. 3 bar effektiv erreicht.

Die Schließ- und Anpressfunktionen werden bei modernen Kernschießmaschinen meist hydraulisch angetrieben. Horizontale Bewegungen von Unterschlitten, Gaswagen oder oberer Verfahrenseinheit können hydraulisch, elektrisch oder pneumatisch angetrieben werden. Hohe Kernkastengewichte aus Vollmetallkernkästen, wie sie in der Großserienproduktion eingesetzt werden, erfordern hohe Beschleunigungs- und Bremskräfte, um kurze Taktzeiten erreichen zu können. Hohe Schließkräfte gewährleisten möglichst gratfreie Kerne. Automatische Ausblas- und Einsprühvorrichtungen reinigen die Kernkästen von Sandresten und können zyklisch den Kernkasten mit Trennmittel einsprühen. Das reduziert die Haftung der Kerne in der Kontur und vermeidet so Kernbruch beim Ausstoßen der Kerne aus den Konturen.

In der Kleinserienfertigung werden oft leichte, manuell bewegbare Kernkästen aus Holz oder Kunststoff eingesetzt. Das Trennen kann hier ebenfalls manuell erfolgen, in der Maschine erfolgt nur das Schießen und Härten.

Bei Kernschießmaschinen für heißhärtende Verfahren können die Kernkästen mit elektrischen Widerstandsheizungen, mit offenen Gasflammen, mit Thermotransferölen oder mit Dampf beheizt werden. Verfahrensabhängig müssen die Kernkästen auf bis zu 350 °C aufgeheizt werden.

Um ein Erwärmen der Maschine und des Formstoffgemischs im Sandvorrat und in die Schießeinheit – und damit ein vorzeitiges Aushärten – zu verhindern, können Sandtrichter, Schießeinheit, Schießkopf, und Schießplatte wassergekühlt werden.

4.4.2 Induktionsöfen

■ Vorteile

Für den Schmelzprozess werden ca. 60–70 % des Gesamtenergieverbrauchs einer Gießerei eingesetzt. Daher kommt die Auswahl eines Schmelzaggregates große Bedeutung zu. Beim Schmelzen von Gusseisen können die Anforderungen der Umwelt mit dem „sauberen Strom“ leichter erfüllt werden wie beim Kupolofen mit seinen aufwendigen Abgasreinigungsanlagen. Die grundsätzlichen technologischen Vorteile der Induktionsöfen beruhen auf der unmittelbaren, exakt einstellbaren Erwärmung des Einsatzgutes, der gezielt beeinflussbaren Badbewegung der Schmelze und der neutralen Ofenatmosphäre. Damit werden eine exakte Temperatur- und Prozessführung, niedrige Abbrandwerte, geringe Umwelt- und Arbeitsplatzbelastungen und eine hohe Gleichmäßigkeit und Analysengenauigkeit gewährleistet. Nicht zuletzt der relativ gute energetische Wirkungsgrad und die damit erreichbare hohe Energieeffizienz sprechen für diese Technologie.

■ Grundsätzliches Funktionsprinzip

Bei den beiden Grundtypen des Induktionsofens dem **Induktionstiegelofen** (Bild 1) und dem **Induktionsrinnenofen** (Bild 2) gilt das gleiche physikalische Grundprinzip: Durch Wechselstrom wird ein elektromagnetisches Feld erzeugt, das im zu erwärmenden Material Wirbelströme induziert. Die Wirbelströme führen zur Erwärmung und schließlich zum Schmelzen des Materials. Die Kraftwirkung des Magnetfeldes erzeugt auch die sogenannte **Badbewegung** der Schmelze und damit ein gleichmäßiges Durchmischen der Schmelze.

■ Vergleich Tiegelofen und Rinnenofen

Beim **Tiegelofen** besteht der Ofenkörper im Wesentlichen aus einer zylindrischen Ofenspule, die den zumeist keramischen Tiegel umschließt. Die wassergekühlte Spule umfasst nahezu die gesamte Tiegelhöhe, weshalb mit dem Tiegelofen eine wesentlich höhere maximale Leistungsdichte (kW pro Tonne Fassungsvermögen) und Nennleistung (Bild 3) gegenüber einem Rinnenofen erreicht werden kann. Daher ist auch die Badbewegung im Tiegelofen wesentlich stärker.

Beim **Rinnenofen** kommt ein Induktor zum Einsatz, der wie in Bild 2 einen U-förmigen Verlauf oder auch einen W-förmigen Verlauf aufweist. In diesem befindet sich das dauernd flüssige Metall. Vereinfacht gilt das Transformatorenprinzip: Die Primärwicklung ist die Spule und die Sekundärwicklung ist das kurzgeschlossene Metall in den Rinnenästen.

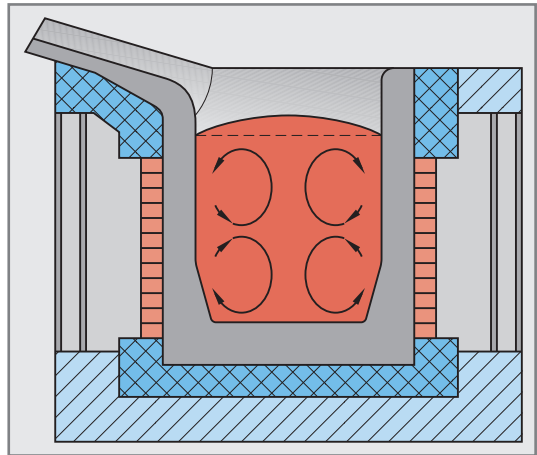


Bild 1: Badbewegung im Induktionstiegelofen

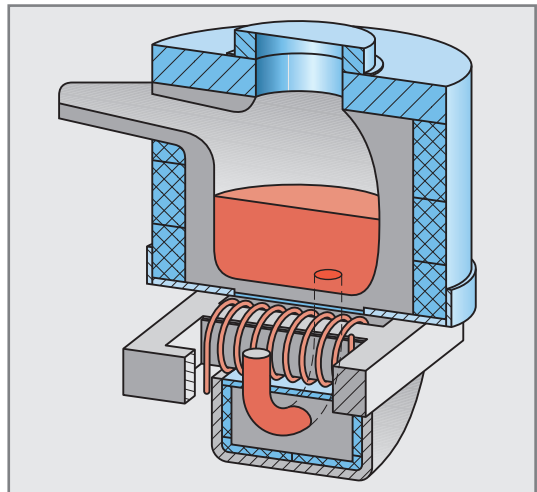


Bild 2: Aufbau eines Induktionsrinnenofens



Bild 3: Leistungsstarke Mittelfrequenz-Tiegelofen-Anlage, 16-t-Anlage mit 10.000-kW-Nennleistung

■ Induktionstiegelofen

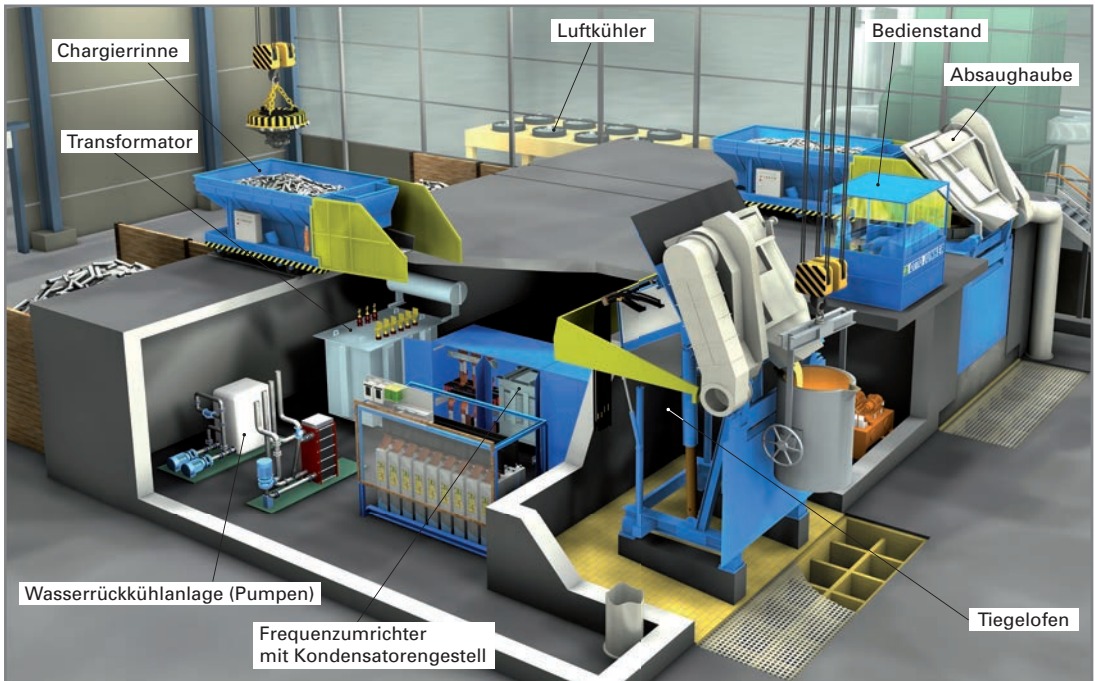


Bild 1: Schmelzanlage mit Induktionstiegelofen

■ Aufbau der Gesamtanlage

Zum **Schmelzaggregat** einer Induktionstiegelofenanlage gehört im Wesentlichen der Ofenkörper, der aus dem keramischen Tiegel, der zylindrischen, wassergekühlten Spule und den Transformator-Blechpaketen besteht (siehe Bild 1, vorhergehende Seite). Dieser Ofenkörper ist in einem Ofenstuhl gelagert und wird mithilfe von Hydraulikzylindern der Hydraulikeinheit gekippt.

Zur **elektrischen Versorgung** gehören unter anderem der Transformator und der Frequenzumrichter. Zum Beispiel werden Tiegelöfen für Gusseisen bevorzugt mit einer Frequenz von 250 Hz betrieben.

Die **Prozessleittechnik** ermöglicht den automatisierten vollautomatischen Betrieb mit Schmelzprozessor, Wiegeeinrichtung und Bedienschrank.

Zu den notwendigen **Hilfs- und Nebenaggregaten** zählen die Wasserrückkühlanlage mit Luftkühler oder Kühlturm, die Entstaubungsanlage mit Absaughauben und die Chargiereinrichtung.

■ Stromeinspeisung von Induktionsöfen

Nach der Frequenz (in Hz = Hertz = Schwingungen des Wechselstroms pro Sekunde) mit der die Induktionsöfen betrieben werden, unterscheidet man **Netz-, Mittel- und Hochfrequenzöfen**. Tiegelöfen für Gusseisen werden bevorzugt mit einer Frequenz von 250 Hz betrieben. Bei Einsatz der Mittelfrequenztechnik können daher sehr hohe Schmelzleistungen erreicht werden: Eine 8-Tonnen-Ofenanlage mit 8.000 kW Nennleistung bringt es immerhin auf eine theoretische Stundenleistung von fast 15 t pro Stunde, eine Netzfrequenzanlage dagegen nur auf ca. 4 t, jeweils bezogen auf das Schmelzen von Gusseisen. **Induktionsrinnenöfen** werden vorwiegend mit **Netzfrequenz** betrieben. Die zumeist verwendeten **Mittelfrequenztiiegelöfen** arbeiten mit Frequenzen zwischen 110–1.000 Hz. Durch diese variable Frequenz mittels Umrichter kann der Ofen ohne Leistungseinbuße mit festem Einsatzmaterial angefahren werden. Mit steigender Frequenz nehmen die Badbewegung und die Eindringtiefe der Schmelzwärme in das Schmelzgut ab. Durch diese Vorteile werden heute kaum mehr **Netzfrequenzinduktionsöfen** (Netzfrequenz = 50 Hz) verwendet. **Hochfrequenztiiegelöfen** arbeiten mit Frequenzen von über 10.000 Hz. Da die Eindringtiefe mit steigender Frequenz abnimmt, können in solchen Öfen nur wenige Kg Metall geschmolzen werden, weshalb diese keine industrielle Bedeutung haben.

8.9 Additive Fertigungsverfahren

8.9.1 Begriff

Bei den Additiven Fertigungsverfahren werden CAD-Daten im Rahmen einer Prozesskette zur Herstellung von Teilen aller Art verwendet. Der Aufbau der Teile erfolgt dabei schichtweise von unten nach oben oder entlang einer 3D-Bahn (Bild 1).

Die nach diesem Prinzip arbeitenden Additiven Fertigungsverfahren umfassen zahlreiche Unterarten, die sich durch die Art der Aushärtung, Werkstoffart und Auftrag unterscheiden.

Beispiele:

Beim **3D-Druckverfahren** trägt ein Druckkopf, ähnlich einem Tintenstrahldrucker flüssiges Material (eine Art Klebstoff) auf ein pulverförmiges Sand- oder Metallbett auf. Dieses Verfahren wird zunehmend bei der Form- und Kernherstellung eingesetzt.

Beim **Lasersintern** werden die pulverförmigen Werkstoffe (z. B. trocken umhüllter Formsand) mit einem Laserstrahl versintert oder verschmolzen.

8.9.2 Geschichtliche Entwicklung

Die Entwicklung der Additiven Fertigungsverfahren begann 1986 mit dem **Stereolithographieverfahren** (Bild 2). Dieses fand zunächst seine Anwendung im Prototypen-Modellbau, es wurde der Begriff **RapidPrototyping** (Schnelle Prototypenfertigung) geprägt. Dieses Verfahren beruht darauf, dass flüssiger Polymerisationskunststoff mit einem Laserstrahl ausgehärtet wird. Ein entscheidender Schritt war in den 90er-Jahren die Entwicklung von Verfahren mit pulverförmigen Stoffen. Die metallischen, organischen oder mineralischen Pulver werden durch Verschmelzen, Verkleben oder Verbacken z. B. mittels mit CAD-Daten geführten Laserstrahls miteinander verbunden.

Beispiele:

Mineralisch: Gussformen und Kerne aus Quarzsand mit Furan- oder Phenolharzbinder (kalt- oder heißhärtend)

Metall: Einsätze für Druckgusswerkzeuge aus Titan

Kunststoff: Modelle für das Feingießverfahren und das Lost-Foam-Formverfahren

Die Entwicklung der Additiven Verfahren ist so weit fortgeschritten, dass heute alle Arten von Werkstücken gefertigt werden können.

8.9.3 Vorteile des Verfahrens

Verringerung der Kosten durch Wegfall von Modellfertigung. Der direkte Weg von CAD zum Werkstück verkürzt die Durchlaufzeiten.

Problemlose Herstellung jeder Kontur und Hinter-schneidung damit gewichts- und kostensparende Gussteilkonstruktion.

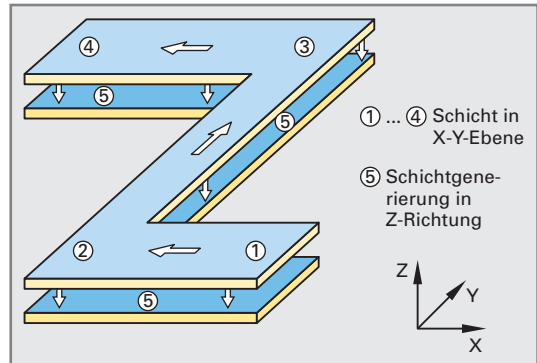


Bild 1: Schichtebenen in X-Y-Z-Richtung

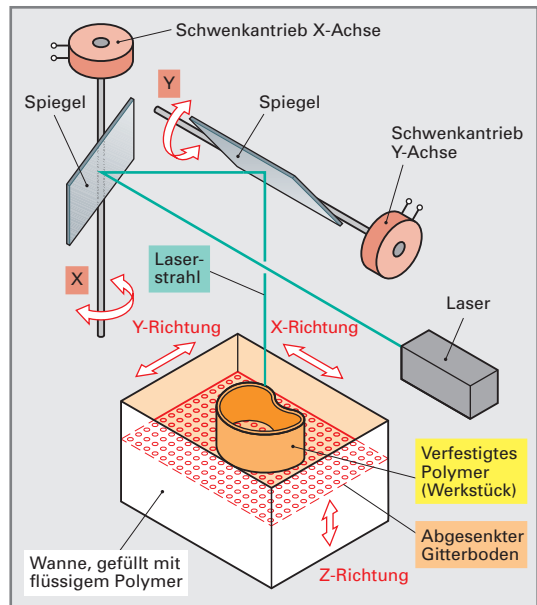


Bild 2: Funktionsprinzip der Stereolithographie



Bild 3: Maschine, die mittels dem Additiven Verfahren Gussformen und Kerne im Meterbereich herstellt

8.9.4 3D-Druckverfahren in der Gießerei

■ Grundlagen

Im Gießereibereich werden zunehmend Modelle, Formen und Kerne mit dem 3D-Druckverfahren hergestellt. In den hierzu notwendigen Anlagen (Bild 1) ist der **Druckkopf** das Herzstück mit der Funktion ähnlich einem Tintenstrahldrucker. Bei den pulververarbeitenden Systemen wird zum Drucken eine Flüssigkeit auf den lose aufgeschütteten Formsand aufgespritzt. Bindersysteme beruhen auf Furan- oder Phenolharzbasis. Das 3D-Druckverfahren findet in der Gießerei Anwendung für Sandformen, Sandkerne, Einsätze in Gießformen und für Feingießmodelle.

Sandformen und Sandkerne

Wie bei den traditionellen Sandformen besteht auch eine mit 3D-Druckverfahren hergestellte Form aus dem Formgrundstoff und dem Formstoffbinder. Formgrundstoff ist meist Quarzsand, jedoch auch Olivin für Mg-Gusswerkstoffe sowie Zirkon und Cerabeads für höhere thermische Belastung. Als Binder kommen Furanharz oder Phenolharz zur Anwendung, neuerdings auch anorganische Binder auf Wasserglasbasis.

Anders als bei dem in Kapitel 6.1.5 beschriebenen Kaltharzverfahren werden hier nicht die Bezeichnungen Härter verwendet, sondern Aktivator.

Formherstellung

Entsprechend dem schichtweisen Aufbau der Additiven Verfahren wird zunächst die erste Formstoffschicht mit dem Recoater aufgebracht und geglättet. Diese Schicht wird mit dem Druckkopf entsprechend der CAD-Daten bedruckt. Der Formstoff, der mit dem Teil 1 des Binders vermischt ist, wird mit dem Teil 2 des Binders bedruckt. Die Aushärtung der einzelnen Schichtkontur kann bei bestimmten Bindertypen durch Bestrahlen mit einer Infrarotlampe beschleunigt werden. Danach wird die Bauplattform jeweils für die nächste Schicht abgesenkt um den gleichen Vorgang zu wiederholen. Durch Druckgeschwindigkeiten bis 0,5 m/s wird die hohe Leistungsfähigkeit des Schichtprozesses erreicht, sie beträgt bis 140 l/h. Ist die gesamte Kontur der Form schichtweise fertig gestellt und die Abkühlphase abgewartet, wird das Teil entpackt, d.h. vom nicht bedruckten und ausgehärteten Formstoff befreit.

Das unbedruckte Material kann teilweise wieder verwendet werden. Vor dem Gießen werden die Formen und Kerne unter Umständen in einem Umluftofen bei 220 °C oder in großindustriellen Mikrowellenanlagen etwa zwei Stunden getrocknet um anhaltende Feuchtigkeitsreste zu entfernen.

Beispiele vorteilhafter Anwendung

Im Vergleich zur herkömmlichen Fertigung des Zusammenklebens einzeln hergestellter Teilkerne kann ein komplettes Kernpaket in einem einzigen Verfahrensschritt 3D-gedruckt werden. Das in Bild 2 dargestellte Beispiel ist ein Formpaket mit einem Druckvolumen von 200 Liter mit einer Fertigungszeit von vier Stunden. Kleinere Teile mit hoher Stückzahl wie das Beispiel in Bild 3 mit einem Druckvolumen von 0,7 Liter und 1680 Stück können bereits in einer Gesamtzeit von 21 Stunden gefertigt werden.

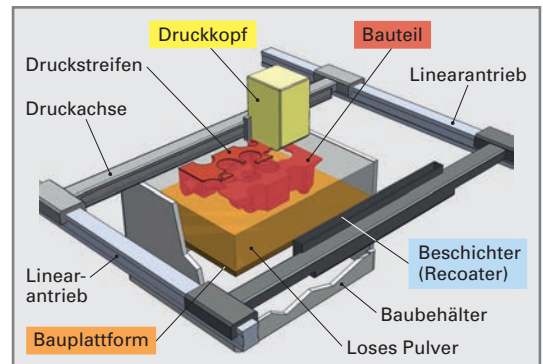


Bild 1: Aufbau eines pulververarbeitenden Systems

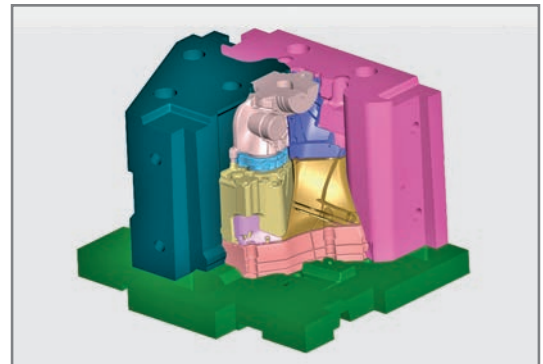


Bild 2: Modell des additiv gefertigten Formpakets für ein Formel 1-Getriebegehäuse

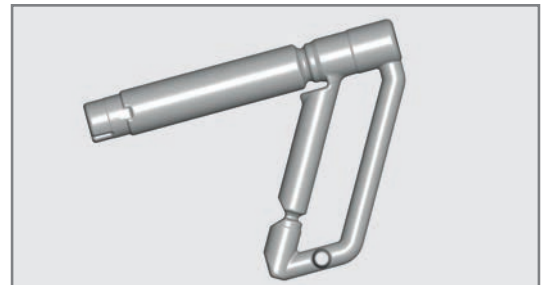


Bild 3: CAD-Modell des additiv gefertigten Kernes für ein Wasserhahnus-teil aus Messing. Druckmaterial für den Kern: Quarzsand mit Furanharzbinder

■ **Verfahrensschritte für die Additive Fertigung (siehe hierzu Video: „S-Max“ auf CD)**

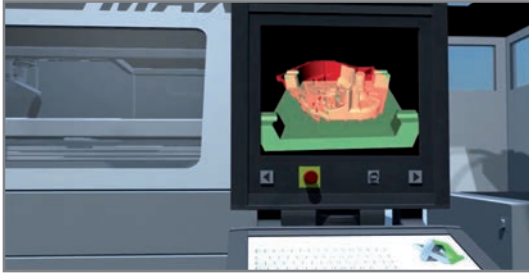


Bild 1: Die Daten für die Sandform des Gussteils werden auf die 3D-Sanddruckmaschine geladen.

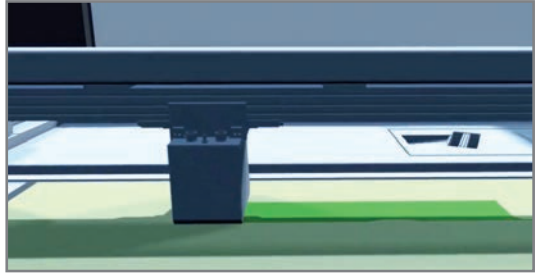


Bild 5: Mittels Druckkopf wird Teil 2 des Bindersystems auf die Schicht aktivierten Sand aufgetragen, genau an den Stellen, an denen sich später das Bauteil befinden soll. Anschließend wird die Bauplattform um eine Schicht abgesenkt.

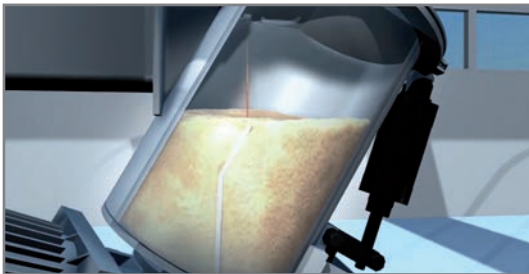


Bild 2: Der eingefüllte Sand wird mit Teil 1 des Bindersystems gemischt.

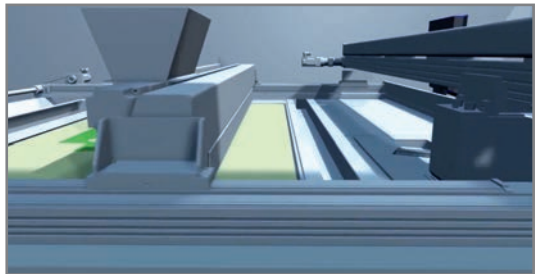


Bild 6: Durch die Absenkung der Bauplattform wird Platz für eine neue Schicht geschaffen und der Recoater (Beschichter) trägt eine neue Schicht aktivierten Sand auf.

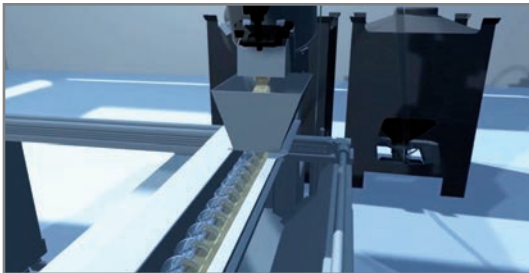


Bild 3: Der Recoater (Beschichter), der den Sand aufträgt, wird befüllt.

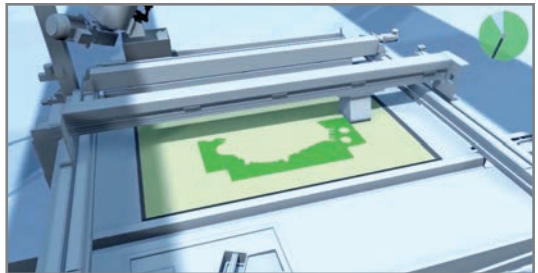


Bild 7: Die zuvor beschriebenen Schritte werden wiederholt bis die Sandform komplett fertig ist.

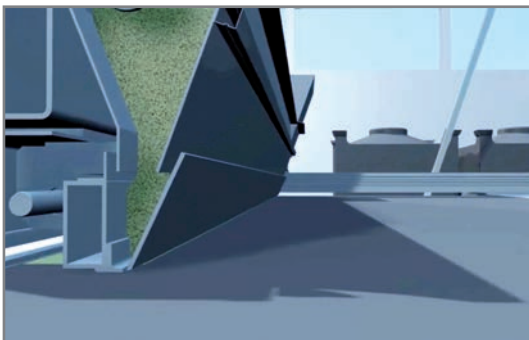


Bild 4: Die erste Schicht des aktivierten Sands wird auf die Bauplattform aufgetragen.

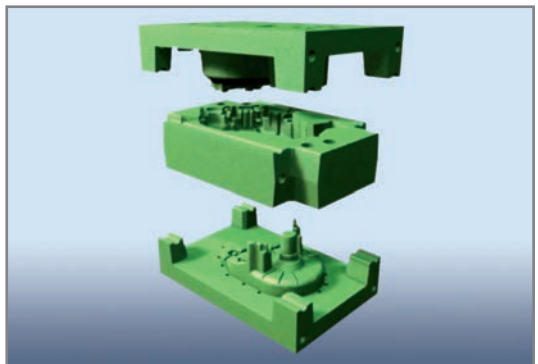


Bild 8: Die 3 Teile der kastenlosen Sandform sind fertig.

8.9.5 Additives Verfahren für Feinguss

Der 3D-Druck hat das auf den Seiten 88 ff. beschriebene Feingießverfahren revolutioniert. An Stelle des Wachsmodells wird ein PMMA-Modell (Polymethylmethacrylat-Modell) nach den CAD-Daten additiv gedruckt (Bild 1). Das Spritzgusswerkzeug, die Matrize, wird deshalb bei Verwendung von gedruckten Modellen für Einzelabgüsse oder Kleinserien überflüssig. Je nach Geometrie und Größe sind auch bis zu wenigen hundert Bauteile wirtschaftlich über additive Fertigung herstellbar. Die weiteren Abläufe der Feingussherstellung, nach der additiven Herstellung des Modells sind

- Formherstellung durch Tauchen (Bild 2)
- Brennen der Form (Bild 3)
- Gießen
- Keramik entfernen, Teile abtrennen und verschleifen.

Die Vorgänge sind unter 8.9.3 beschrieben und unter 8.9.4 bildlich aufgezeigt.

Gedruckt wird mit PMMA-Granulat mit einer durchschnittlichen Korngröße von 0,055 mm. Dieses Granulat wird durch den Binder Polypor punktuell miteinander verklebt.

Vorteile

- Einzelstücke oder Kleinserien innerhalb weniger Arbeitstage möglich
- Werkzeugloses und deshalb kostengünstigeres Verfahren
- Modellgrößen bis zu 1000 x 600 x 500 mm
- Handhabung wie bei üblichen Wachsmodellen
- Hohe Genauigkeit von 0,3 % ($\pm 0,1$ mm)
- Wachsinfiltrierte geschlossene glatte Oberfläche
- Für Autoklaven geeignet, selbst für dünnwandige Modelle
- Ausbrennen in normalem Brennofen bei niedriger Emissionsentwicklung möglich
- Keine Ausdehnung während des Ausbrennprozesses, deshalb kein Schalenbruch
- Restaschegehalt < 0,02 %
- 600 dpi Druckauflösung
- Loses, nicht gedrucktes Material kann bis zu 100 % recycelt werden
- Im Feinguss für jegliche Legierungen geeignet

■ Infiltrieren

Die Oberflächen von gedruckten Feingussmodellen können durch Infiltration mit Wachs verbessert werden. Beim Infiltrieren dringt das Wachs in die Hohlräume zwischen den Pulverteilchen und ergibt die geschlossene, glatte Oberfläche sowie eine höhere Festigkeit.



Bild 1: PMMA-Modell und Feingießteil für Aluminium-Getriebegehäuse (Modellgewicht: 3,2 kg, Gussgewicht: 8,5 kg, Abmessungen 590 x 455 x 455 mm, Bauzeit des PMMA-Modells 28 Stunden)



Bild 2: Tauchen einer PMMA-Modelltraube zur Herstellung der Feingießform (siehe Seite 90 ff.)



Bild 3: Einfahren der Keramikformen mit Modell in den Brennofen

8.9.6 Laser-Sinter-Verfahren

Das additive Fertigungsverfahren Laser-Sintern unterscheidet sich im Ablauf von den auf der Seite zuvor beschriebenen Verfahrensschritten nur durch das Verschmelzen des Pulvers (Bild 2). Auch beim Laser-Sinter-Verfahren wird zunächst eine dünne Schicht des Pulverwerkstoffes aufgetragen. Ein starker Laserstrahl schmilzt das Pulver exakt an den Stellen auf, welche die computergenerierten Bauteil-Konstruktionsdaten vorgeben.

Ablauf der Verfahrensschritte:

- Einlesen der digitalen Daten des Bauteils (Bild 1)
- Auftragen der Pulverschicht
- Verschmelzen des Pulvers im Bauteilquerschnitt (Bild 2)
- Absenken der Bauplattform
- Auftragen der nächsten Pulverschicht
- Diese Vorgänge wiederholen sich bis das Bauteil in seiner Kontur fertig ist
- Entfernen des nicht verschmolzenen Materials

Anwendung

Prinzipiell können mit dem Laser-Sinter-Verfahren die zuvor bei den Additiven Druckverfahren beschriebenen Kunststoffe und Formstoffe eingesetzt werden. Durch den Vorgang des Verschmelzens des Pulvers liegen seine unübertroffenen Vorteile jedoch in der Verwendungsmöglichkeit von Metallen, auch mit hohem Schmelzpunkt. Es muss dabei kein niedrig schmelzendes Metall zur Verbindung der Pulverpartikel eingesetzt werden. Die verwendeten Metallsorten erstrecken sich von Aluminium über Edelstahl und Titan bis hin zu Nickel- und Kobaltlegierungen. Damit ist auch der Einsatz für den Werkzeugbau, Kokillen- und Druckgussformen in der Gießerei möglich. Allerdings ist die Teilefertigung auch eine Alternative zu Feingussteilen.

Beispiel (Bild 3):

Bei der Fertigung des Einsatzes für eine Druckgussform konnten die im Schema blau dargestellten Kühlkanäle in optimalem Verlauf durch das Direkte Metall-Laser-Sintern im Bauteil verwirklicht werden. Kritische Hotspots (heiße Punkte) in der Druckgussform lassen sich mit dieser Möglichkeit vermeiden. Mit optimaler Kühlung wird Verzug und vorzeitiger Ausfall der Druckgussform vermieden. Das Gussteil weist dadurch höhere Maßhaltigkeit auf, Ausschussursachen können verringert werden. Durch die konturnahen Kühlkanäle und der damit verbundenen besseren Kühlleistung, konnte im Beispiel die Zykluszeit um ca. 20 % verbessert werden.



Bild 1: Dateneingabe an Laser-Sinter-Maschine (Direktes Metall-Laser-Sintern)



Bild 2: Verschmelzen des Pulvers im Bauteilquerschnitt

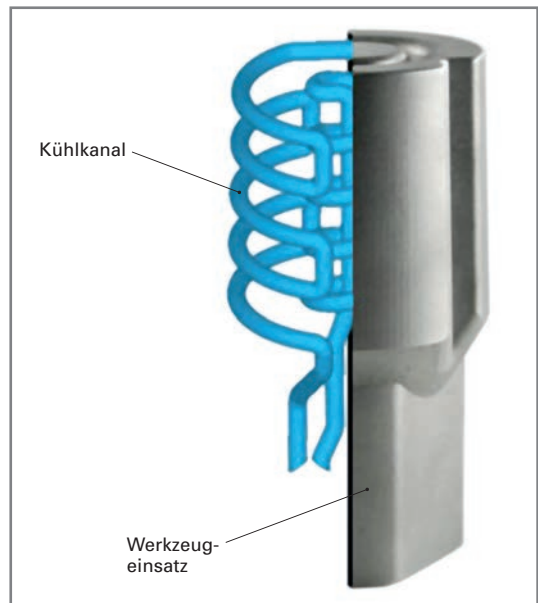


Bild 3: Werkzeugeinsatz für eine Druckgussform



Abguss an der Formanlage mit einer Stopfenpfanne

9 Sponsoren

Dreißig Jahre nach dem Erscheinen der ersten Auflage von Fachkenntnisse für gießereitechnische Berufe liegt das Standardwerk, vollständig überarbeitet und mit modernem, vierfarbigem Layout unter dem Titel Fachkunde für gießereitechnische Berufe vor. Neu ist die beige-fügte CD mit Bildern, Video und Prüfungsfragen. Mit ermöglicht wurde diese Neuauflage durch die Unterstützung der in Kapitel 9 dargestellten Unternehmen.

Diese Übersichtsseite ermöglicht das schnelle Auffinden der Werbeseiten. In Klammer wird auf die Seiten in den betreffenden Fachkapiteln hingewiesen, in denen weitere Texte oder/und Bilder dieses Unternehmens zu finden sind.

Das Kapitel 9.1 zeigt neben der Vielseitigkeit der Gießereien auch ihre vielfältigen Verknüpfungen mit ihren Ausrüstern, Zulieferern sowie dem Modell- und Formenbau. Hierdurch ist das Kapitel 9.1 nicht nur eine in sich abgeschlossene Präsentation, sondern ergänzt die vorangegangenen Kapitel in fachlicher Hinsicht.

Im Bild- und Textquellennachweis 9.2 sind sämtliche Unternehmen zu finden, die durch Bilder und Texte dazu beigetragen haben, dass dieses Fachbuch praxisnah und aktuell ist.

Auch für Durchsicht, Anregungen und Verbesserungen des Manuskriptentwurfs sei diesen Unternehmen besonders gedankt.

Rolf Roller

9.1 Werbeseiten

Unternehmen

Werbeseite (Seiten im Fachkapitel)

Gießereien und ihre Ausrüster

MAGMA	410 u. 411 (124/3, 395...399)
Otto Junker	412 u. 413 (224, 228...231, 232/1, 233/3, 276/2, 405, 406)
Aalener Gießereimaschinen Buderus	414 u. 415 (13/1 u. 2, 54...56, 62, 268)
Laempe & Mössner Sinto	416
Ortmann Druckgießtechnik	417 (120 ff., 262/3, 390)
Klein Anlagenbau	418
Oxford Instruments	419
datec	420 u. 421
bdg Service GmbH	422
CARO-PROMETA	423
Saveway	424
Kurtz ersa	425
	426 u. 427

Zulieferer der Gießereien

HÜTTENES-ALBERTUS	428 u. 429 (256, 258)
Foseco	430 u. 431 (176/5, 177, 206/6, 215/3, 217/2 u. 3, 220/1, 240/2, 241, 261/1, 262/1 u. 2, 392/2, 393/3)
SQ Deutschland	432 u. 433
tribo-chemie	434
Lungmuß FEUERFEST	435
Taschenbuch der Gießereipraxis	436

Modell- und Formenbau mit Zulieferern und Ausrüstern

Bundesverband	
Modell- und Formenbau	437
MEISSNER	438
ebalta	439
HOHNEN	440 u. 441
Stihl	442
RAMPF	443
Gom	444
Modellbau Hermann	445

ZUKUNFT GESTALTEN !



MAGMA GmbH
Kackertstraße 11
D-52072 Aachen
Telefon +4924188901-0
Fax +4924188901-60
info@magmasoft.de
www.magmasoft.de



MAGMA
Committed to Casting Excellence

MAGMA - MITTEN IM GUSS

Gießen ist ein anspruchsvolles und variantenreiches Verfahren

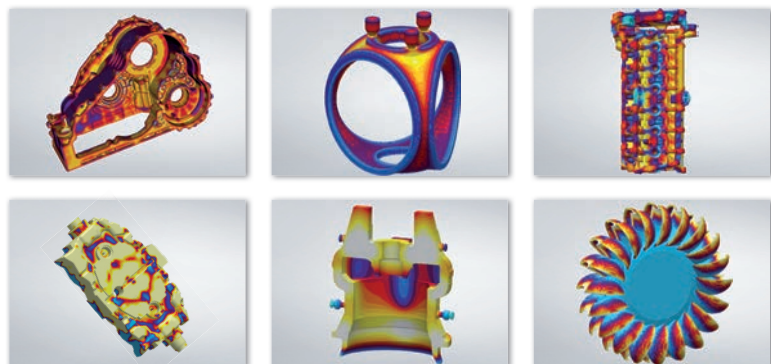
Alles muss bedacht werden, damit man am Ende stolz ist auf ein Hightech-Teil "aus einem Guss". Vom Design bis zur Fertigung sind viele Prozessschritte und Einflussgrößen gezielt zu optimieren und abzusichern, um Fertigungsrisiken so klein wie möglich zu halten. Die rechnerische Simulation des Gießprozesses schafft Transparenz und weist in Verbindung mit fundiertem Wissen den Weg zu robusten Entscheidungen. Berechenbare Gussteilqualität schafft Vertrauen und stärkt die Zusammenarbeit nachhaltig.

MAGMA's Produkte sind führend in der Welt

Unser Programm MAGMASOFT® mit der aktuellen Version MAGMA⁵ ist die weltweit führende Lösung für die Simulation und Optimierung des gesamten Gießprozesses. Sie sichert die wirtschaftliche Produktion mit robusten Prozessen ab und unterstützt die nachhaltige Reduzierung von Energie- und Rohstoffeinsatz. MAGMA-Softwareprodukte werden heute weltweit zur Optimierung von Gussteilen für alle Anwendungen, speziell in der Automobilindustrie und dem Maschinenbau eingesetzt. Zu unserem Produkt- und Leistungsangebot gehören neben der Simulations-Software auch Engineering-Dienstleistungen zur Gussteilauslegung und -optimierung sowie umfangreiche Weiterbildungsangebote unserer MAGMAacademy.

MAGMA bietet weltweit Entwicklung und Zukunft

Die MAGMA Gießereitechnologie GmbH wurde 1988 gegründet und hat ihren Hauptsitz in Aachen. Unser globales Engagement mit Kunden in 60 Ländern wird durch Tochtergesellschaften in den USA, Singapur, Brasilien, Korea, Türkei, China, Indien und Tschechien sichergestellt. Darüber hinaus unterstützen 30 qualifizierte Partner MAGMA's weltweite Präsenz.



INDUKTIONSOFENANLAGEN



WWW.OTTO-JUNKER.DE

WE
UNDERSTAND
METALS

WIR STELLEN UNS VOR



OTTO JUNKER ist weltweit einer der erfolgreichsten Hersteller von komplexen Industrieofenanlagen für die Metallindustrie sowie einbaufertiger Edelstahlussteile. Mehr als 650 Mitarbeiter entwickeln, fertigen und montieren Anlagen zum Schmelzen und Gießen sowie für die Wärmebehandlung von metallischen Werkstoffen. Die Edelstahlgießerei fertigt erstklassige Gussprodukte und bietet eine hochpräzise mechanische Bearbeitung kundenspezifischer Bauteile. Mit einer klaren Ausrichtung auf die Technologie- und Innovationsführerschaft setzt OTTO JUNKER sowohl im Anlagenbau als auch im Edelmetallguss kontinuierlich neue Maßstäbe hinsichtlich Technik, Materialbeschaffenheit, Arbeits- und Prozesssicherheit und Energieeffizienz.

OTTO JUNKER bietet für praktisch jede erdenkliche Aufgabenstellung die optimale Lösung — vom einzelnen Aggregat bis hin zur hochkomplexen Gesamtanlage inklusive Zusatzeinrichtungen. Anlagen aus dem Hause OTTO JUNKER werden überall dort eingesetzt, wo passgenaue Schmiede- oder Gussstücke sowie hochwertige Halbzeuge wie Platten, Bänder, Folien, Profile oder Rohre aus den verschiedensten Metallen gefragt sind. Wir verpflichten uns zur ständigen Steigerung der Energieeffizienz unserer Anlagen, der Erhöhung der Prozesssicherheit sowie der Reproduzierbarkeit der technologischen Parameter. Als Systemlieferant beraten wir Sie bei der Einbindung kompletter Anlagen oder einzelner Aggregate in bestehende Produktionsabläufe.

Das Unternehmen OTTO JUNKER ist seit 1982 im Besitz der Otto-Junker-Stiftung. Entsprechend der Satzung der Stiftung wird die Ausbildung des Ingenieur Nachwuchses an der technischen Hochschule in Aachen (RWTH) und die Forschung und Entwicklung auf den Gebieten Metallurgie und Elektrotechnik gefördert.

Dies ermöglicht dem Unternehmen den schnellsten Zugriff auf modernste Technologien und Verfahren sowie eine kurzfristige Umsetzung der neuesten Entwicklungen für die Anlagentechnik.

Auf dem Gebiet des Gießereianlagenbaus für die Gusseisen/Stahl-, Leicht- und Schwermetallindustrie umfasst das Lieferprogramm

- Engineering und Realisierung kompletter Anlagen für den Schmelz- und Gießbetrieb und von Wärmebehandlungsanlagen

OTTO JUNKER bietet im Gießereibereich Schmelz-, Warmhalte- und Gießöfen, insbesondere:

- Mittelfrequenz-Induktionstiegelöfen mit und ohne Vakuumtechnik
- Rinneninduktionsöfen
- Druckbetätigte Gießöfen mit Rinnen und Tiegelinduktor
- Gasbeheizte Aluminium-Schmelzöfen sowie
- Wärmebehandlungsanlagen für Aluminium-Gussteile

You Tube



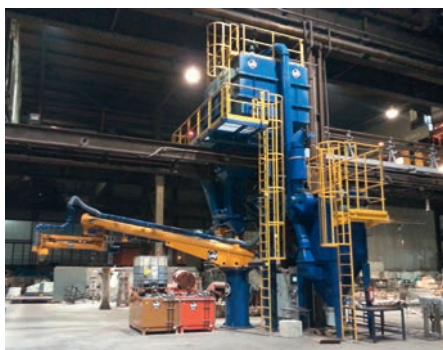
OTTO JUNKER GMBH
Jägerhausstr. 22
52152 Simmerath-Lammersdorf
Tel.: (02473) 601-0 | Fax: (02473) 601-600
E-Mail: info@otto-junker.de

WE
UNDERSTAND
METALS



AAGM Aalener

> Durchlaufwirbelmischer für
kaltharzgebundene Formsande



> www.aagm.de

Gießereimaschinen GmbH

- > Regenerierungsanlagen
- > Formanlagen



Gewerbehof 28

D-73441 Bopfinger

Tel.: +49 7362 956037-0

Fax: +49 7362 956037-10

Email: info@aagm.de



**Choose the Original
Choose Success!**



Buderus

G U S S

Als führender Hersteller und Entwickler von Pkw-Brems-scheiben und international agierendes Unternehmen mit 800 Mitarbeitern bietet Buderus Guss engagierten jungen Leuten eine zukunftsorientierte Top-Ausbildung.

Du suchst einen Beruf mit Zukunft? Einen Beruf, der dir Perspektiven eröffnet? Du willst dich nach deiner Ausbildung bei einem international ausgerichteten Arbeitgeber weiterentwickeln? Dann bewirb dich bei Buderus Guss!

Für deine Bewerbung nutze unser Online-Bewerbungsverfahren unter:

www.buderus-guss.de

Buderus Guss GmbH
Buderusstraße 26
35236 Breidenbach



Durchstarten bei Buderus Guss!

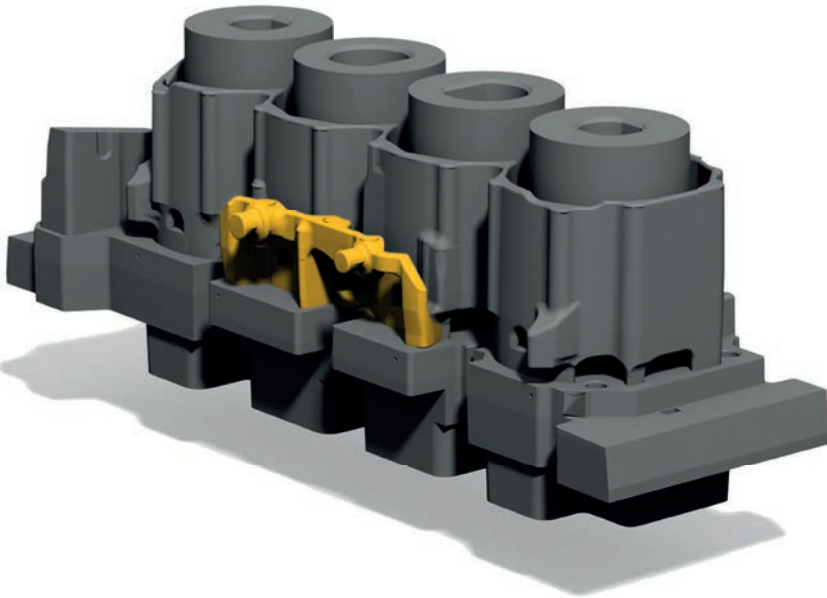
Ausbildungsberufe

- Gießereimechaniker/-in
- Elektroniker/-in – Betriebstechnik
- Maschinen- und Anlagenführer/-in
- Industriemechaniker/-in
- Industriekaufrau/-mann

Duale Studiengänge

- Ingenieurwesen Gießereitechnik (TU Freiberg)
- Ingenieurwesen Maschinenbau (THM Wetzlar)
- Ingenieurwesen Formgebung (THM Biedenkopf)

Laempe. Der Kern.



Wenn es nicht irgendein Kern sein soll, sondern DER Kern.

Laempe Mössner Sinto ist weltweit führend in der Kernmacherei-Technologie. Wir bieten maßgeschneiderte Lösungen für unsere Kunden: Als einziger Komplettanbieter liefert Laempe von der Kernsandmischanlage über die Kernschießmaschine bis hin zur Automatisierung alles aus einer Hand.

Branchenführendes Know-how in der Kernmacherei und weltweite Präsenz machen Laempe Mössner Sinto zum idealen Partner.

www.laempe.com



Laempe. Der Kern.

Ortmann verbindet – seit mehr als 40 Jahren.

- Gießkammern
- Gießbehälter
- Druckgießverschleißteile



Made by Ortmann steht in der Branche für höchste Qualitäts- und Bearbeitungsstandards. Präzise und sehr effektiv. Zukunftsweisend verbinden wir effiziente Lösungen für unsere Kunden mit innovativer Druckgießtechnik.

www.ortmann-druckgiesstechnik.de



ORTMANN
Druckgießtechnik

Gießerei- Know-how

*wie aus dem
Lehrbuch*

Pneumatische Fördertechnik

für trockene, rieselfähige,
abrasive und abrieb-
empfindliche Stoffe

Kernsandmischtechnik

für organische und
anorganische Verfahren,
schlüsselfertige Anlagen
mit Sand-, Binder- und
Additivdosierung und
Kernsandverteilung

Regeneriertechnik

Anlagen für Kaltharzsand- und
Kernsand-Rückgewinnung,
CLUSTREG für anorganisch
gebundene Kernsande



Von Experten für Ex

Leistungsstarke Metallanalyse für

Schnelle, genaue Verifizierung der Eingangsmaterialien, z. B. Schrottsortierung und Analyse des Legierungsmaterials

Hochgenaue Analyse für Prozessüberwachung & von Kosten & Ausschuss

Nahtlose Qualitätskontrolle während der einzelnen Produktionsschritte ist unerlässlich für Giessereien, von Schrottmetall über Wareneingang bis Warenausgang. Die Analysegeräte von Oxford Instruments sind die ideale Lösung für Metallverarbeitungsbetriebe, die ein kosteneffizientes, verlässliches Spektrometer benötigen.

www.oxford-instruments.de



RFA Handgerät



per ten

den gesamten Produktionsprozess

Umfangreichste Werkstoffdatenbank
bereits vorinstalliert: 10 Mio. Daten von
über 320.000 Metallwerkstoffen

optimale
Reduzierung



Optische Emissionsspektrometer



The Business of Science®

Scharfe Modell-Konturen

FORMSTOFFMANAGEMENT 2020



Feuchtemessung

Wasserdosierung

Kühlersteuerung

Mischersteuerung

Formsandsteuerung

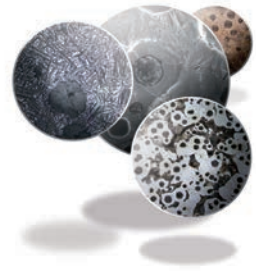


**datec | Dosier- und
Automationstechnik GmbH**
Alte Salzdahlumer Str. 203
D-38124 Braunschweig

Fon +49 531 26408-0
Fax +49 531 26408-20
E-Mail info@datec.org
Internet www.datec.org

Was wir Ihnen bieten können?

- > Alle gängigen Mess- und Untersuchungsverfahren für die chemische Analyse von Metallen, Einsatzstoffen und Reststoffen.
- > Ein leistungsfähiges Formstofflabor das eine umfassende Untersuchung von Formgrundstoffen, Formstoffen, Regeneraten, Zusatzstoffen und Hilfsstoffen ermöglicht.
- > Metallographische Prüfmethoden zur Qualitätsbeurteilung und Schadensanalytik.
- > Mechanische Werkstoffprüfung zur Bestimmung der mechanisch-technologischen Eigenschaften unterschiedlichster Werkstoffe für Lasten bis 250 kN und in einem Temperaturbereich von -196 bis 1200 °C.
- > Fachkundige Beratung bei Schadensfällen und Unterstützung bei der Analyse von Qualitätsproblemen und der Optimierung interner Prozesse.
- > Unterstützung in den Bereichen Umwelt- und Arbeitsschutz, sowie Energie- und Umweltmanagement.



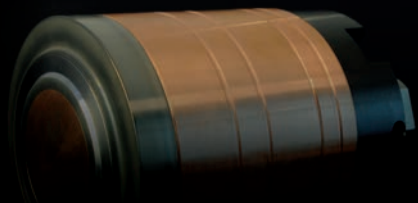
Fotos: BDG-Service; pressmaster - Fotolia





CARO®TEC-SYSTEMKOLBEN

Unsere weiterentwickelten CARO®TEC-Varianten ergänzen den bewährten CARO®TEC-Kolben



Vorteile des CARO®TEC-SYSTEMKOLBENS

- // Extrem hohe Standzeiten
- // Kühlleistung wählbar zur Optimierung der Zykluszeiten
- // Baukastensystem für alle Größen
- // Verschleißteile können wiederverwendet werden
- // Umweltfreundliche beryllium- und kobaltfreie Gleitbuchsen

CARO®VAK-VAKUUMKOLBEN

Vakuummuss auf Vakuummaschinen oder herkömmlichen Druckgießmaschinen



Vorteile des CARO®VAK-VAKUUMKOLBENS

- // Entwickelt für Struktur- und Vakuumguss
- // Extrem hohe Standzeiten
- // Füllkammerschonendes Kolbenkonzept
- // Verwendbar auf herkömmlichen Horizontal-Kaltkammermaschinen und Vakuummaschinen
- // Patentiertes Abdichtsystem
- // Hohe Lebensdauer durch tribologisch günstige Werkstoffpaarung Kammer/Kolben

Für unsere Kunden steht eine Servicezentrale mit umfangreicher Lagerbevorratung zur Verfügung. Zudem bieten wir Ihnen auch Beratung und Prozessentwicklung vor Ort an.



CARO-PROMETA Metallvertriebs GmbH

(Ein Unternehmen der Wieland-Gruppe)

Wilhelm-Maisel-Str. 20a

90530 Wendelstein Deutschland

Tel: +49 9129 4006-0

info@caro-prometa.de





Die Nr. 1 für einen sicheren Ofenbetrieb

SAVEWAY®

RESTWANDSTÄRKEMESSUNG

SAVELINE®

FLÄCHENDECKENDE HOT-SPOT-ÜBERWACHUNG

SAVEDRY®

TROCKNUNGS- UND LECKAGENÜBERWACHUNG

SAVESEARCH®

ÜBERWACHUNG DER SPULE-JOCH-ISOLATION

OPTISAVE®

GROßFLÄCHIGE TEMPERATURMESSUNG

Deine Zukunft bei Saveway

Die Saveway GmbH & Co. KG ist ein international agierendes Unternehmen mit Niederlassungen in Japan, den USA und Südafrika. Die weltweit größten Gießereien, Stahlwerke und Metallhütten gehören zu unseren Kunden. Seit über 24 Jahren produzieren wir einzigartige und individuell zugeschnittene Mess- und Sicherheitstechnik für feuerfeste Zustellungen von Schmelz- und Warmhalteaggregaten jeglicher Art.

**Wir suchen und beschäftigen Fachkräfte aus den Bereichen
Gießerei-, Werkstoff- und Elektrotechnik.**

WWW.SAVEWAY-GERMANY.DE



Production needs us. Formen Sie Ihre Zukunft mit Kurtz Ersä!



Wir sind Kurtz Ersä, ein inhabergeführter Technologie- und Zuliefererkonzern mit Tradition seit 1779.

Mit weltweiter Präsenz und höchstem Qualitätsanspruch bauen wir erfolgreich Gießerei-, Partikelschaumstoff- und Lötmaschinen. Zudem liefern wir Rohteile, einbaufertige mechanisch bearbeitete Teile, Feinblech-Konstruktionen sowie komplett montierte Systeme.

Für unsere Bereiche **Kurtz Gießerei-maschinen** und **Kurtz Eisenguss** sind wir kontinuierlich auf der Suche nach qualifiziertem und motiviertem Personal mit Teamplayerherz!

Mit der Wissensplattform **HAMMER ACADEMY** haben wir unsere Bildungs-offensive gestartet – seit ihrer Eröffnung im Februar 2016 haben unsere Mitarbeiter bereits mehr als 300 Kurse aus einem breit gefächerten Angebot zu persönlicher und fachlicher Fortbildung belegt.

Kurtz Holding GmbH & Co. Beteiligungs KG
Frankenstr. 2
97892 Kreuzwertheim
bewerbung@kurtzersa.de
www.kurtzersa-jobs.de





Think bigger, think faster – bei Kurtz geben wir Ihnen den nötigen Raum dafür! Seien Sie dabei, wenn Kurtz weltweit Gieß- und Entgratprozesse revolutioniert und immer schnellere Prozesszeiten im Guss durch Mehrfachbelegung ermöglicht.

Sind auch Sie heiß darauf, in Europas modernster Handformgießerei richtig was zu bewegen – **in einer Industrie 4.0-Umgebung mit getakteter Fließfertigung und SAP-integrierten Geschäftsprozessen** zu arbeiten?

In folgenden Berufen stellen wir regelmäßig ein:

Kurtz GmbH in Kreuzwertheim

- Prozesstechniker/in Gießen
- Servicetechniker/in
- Technischer Verkauf – Area Salesmanager (m/w)
- Projektleitung Gießerei (m/w)

Kurtz Eisenguss GmbH & Co. KG in Hasloch am Main

- Ausbildung zum/zur Modellbauer/in und Gießereimechaniker/in HF
- Gießereimeister/in
- Techniker/in Fachrichtung Gießereitechnik
- Dipl. Ing. Gießereitechnik oder Maschinenbau

HÜTTENES-ALBERTUS

CHEMISCHE WERKE GMBH

Wiesenstraße 23/64
40549 DüsseldorfTel: +49 211 5087-0
Fax: +49 211 500560

Starte Deine Karriere bei HA!

future@huettenes-albertus.com

Hüttenes-Albertus ist ein modern strukturiertes Familienunternehmen und bietet als international führender Hersteller von chemischen Produkten für die Gießereiindustrie interessante Einstiegs- und Entwicklungsmöglichkeiten.

Wir beliefern unsere Kunden mit den modernsten gießereichemischen Produkten für alle gängigen Kern- und Formherstellungsverfahren. Die mit Hilfe unserer Bindersysteme hergestellten Gussstücke begleiten uns durch unser ganzes Leben: Ob als Motor im Auto, riesige Nabe in einer Windkraftanlage oder als glänzende Armatur im Badezimmer.

Als international erfolgreiches Unternehmen sind wir in mehr als 30 Ländern auf allen Kontinenten mit Produktions- und Vertriebsstandorten vertreten. Neben unserer Zentrale in Düsseldorf und dem Hauptproduktionsstandort in Hannover haben wir in Deutschland weitere Standorte in Delligsen, Baddeckenstedt, Braunschweig und Duisburg.

future@huettenes-albertus.com



Ausbildung - Studium - Karriere

Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind das Fundament unseres Unternehmens und dessen Erfolg am Markt. Die einzigartige Gießereibranche, die Vielfalt unserer Produkte sowie die weltweite Ausrichtung unserer Aktivitäten sorgen hierbei für spannende Arbeitsbereiche.

Wir suchen und beschäftigen insbesondere Mitarbeiter/innen aus den folgenden Fachrichtungen:

- Gießereingenieurwesen
- Chemie- / Verfahreningenieurwesen
- Chemie
- (Int.) Betriebswirtschaft
- Chemikant/in, Laborant/in, kfm. Sachbearbeiter/in

Senden Sie Ihre Bewerbung an: bewerbung@huettenes-albertus.com
Unser Team freut sich auf Sie.

www.huettenes-albertus.com



Foseco

Ein weltweit führender Lieferant von Verbrauchsmaterialien und Lösungen für die Gießereiindustrie

Mehr unter www.foseco.de

Folgt uns: www.facebook.com/vesuviusgmbh

More than
100 years
of innovation



FOSECO





SQ Deutschland GmbH

Die Firma SQ Deutschland GmbH wurde im Jahr 2009 als eine 100%ige Tochtergesellschaft der Shengquan Gruppe aus Jinan/China gegründet. Die Shengquan Gruppe zählt zu den Top 5 Herstellern von Gießereihilfsstoffen weltweit. Ein sehr umfangreiches Produktprogramm bietet den Kunden die Möglichkeit des Single Sourcing.

Bisher wurden sämtliche Produkte zentral in den Chinesischen Produktionsstätten hergestellt. Mit Aufbau einer neuen Fertigungsstätte für Speiserhilfsstoffe am Standort Kassel wurde die erste Fertigungsstätte außerhalb von China in Betrieb genommen und die Basis für weiteres Wachstum auf den internationalen Märkten geschaffen. Unsere Hauptprodukte:

SQ Speiserhilfsstoffe – Made in Germany –

Hochexotherme-, exotherme-, exotherm/isolierende oder isolierende Speiser.

SQ Keramische Filter

Siliziumkarbid-, Zirkonoxyd-, Aluminiumoxyd-, Carbon-, Rundloch- oder Wabenfilter. SQ produziert als einziger Hersteller weltweit alle Filterqualitäten in eigener Fertigung.

SQ Formstoffbinder

Bindemittel auf Furan- oder Phenolharzbasis für den Einsatz in der Aluminium-, Eisen- und Stahlgießerei. SQ ist der größte Hersteller von Furanharzen weltweit.





THE POWER OF SUCCESS



www.sq-deutschland.com



Phone: +49 (0) 561 81 04 18 0
Fax: +49 (0) 561 81 04 18-19
E-Mail: info@sq-deutschland.com



Isolat[®]

Trenn- und Kolbenschmierstoffe

Produkte für traditionelles Sprühen
und für die Minimal- und Mikro-
sprühanwendung.

✉ **Tribo-Chemie GmbH**
Gutenbergstr. 4 | D-97762 Hammelburg
☎ +49 9732 7838-0
🏠 www.tribo-chemie.de



QR-Code scannen und
sich online informieren!



Tradition trifft Innovation

Feuerfeste Erzeugnisse für

- Kupolöfen
- Induktionsöfen
- Gießöfen
- Warmhalteöfen
- Transportpfannen
- Behandlungspfannen
- Gießpfannen

Über 55 Jahre Erfahrung und ständige Weiterentwicklung unserer Produkte garantieren unseren Partnern optimale und maßgeschneiderte Systemlösungen bei größtmöglicher Flexibilität durch kurze Reaktionswege.

Genauere Informationen finden Sie unter www.lungmuss.de



Chemikalien-Gesellschaft Hans Lungmuß mbH & Co. KG
Franziskusstraße 84 · 44147 Dortmund (Germany)
Telefon +49 (0)231 – 982 333-0 · Fax +49 (0)231 – 982 333-82
info@lungmuss.de · www.lungmuss.de

Wissen aus einem Guss im Handbuch- Format!

Seit 70 Jahren
das Standardwerk
der Gießereibranche.
Jährlich aktualisiert!

› Das unverzichtbare Handbuch bietet Einblick in die tägliche Praxis und Kompetenz in allen Fachgebieten rund um das Gießereiwesen. Das Taschenbuch dient seit über 70 Jahren als praktisches Arbeitsmittel für Spezialisten in der Gusserzeugung, des Gießereibedarfs und der Zulieferindustrie, und vor allem als Arbeitshilfe im Studium, in der Lehre und in der Forschung.

› praxisorientierte
Darstellung der Begriffe und
Anwendungsbereiche

› Grundlagen des
Gießereiwesens

› alle Verfahren der
Gusstechnik

› die neusten Trends,
Technologien und
Forschungsergebnisse

Herausgeber:
Simone Franke

Ca. 700 Seiten,
stabiler Kunststoffeinband

ISBN 978-3-7949-0906-3
€ 54,90

service@schiele-schoen.de

inklusive
App



www.schiele-schoen.de



Brancheninfos aus erster Hand



modell+form

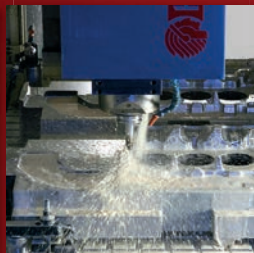
- ▶ Das Magazin für Fachleute
- ▶ Das Magazin für Entscheider
- ▶ Das Magazin für Aktive
- ▶ Das Magazin für Ein- und Aufsteiger

MFB
MODELL- UND FORMENBAU
BUNDESVERBAND

Bundverband Modell- und Formenbau
Kreuzstr. 108-110, D-44137 Dortmund
Tel. +49 (0)231 - 91 20 10 27
Fax +49 (0)231 - 91 20 10 10

www.modell-formenbau.eu
www.modell-und-form.com

Kompetenz und Innovation.



Entwicklung und Bau
von Prototyp- und
Serienwerkzeugen
für alle Gießverfahren



MEISSNER®
Return on Investment

Meissner AG · D-35216 Biedenkopf-Wallau · Phone +49 (0)6461 802-0 · info@meissner.eu · www.meissner.eu

***Leistungsstarke Polyurethan- und
Epoxidharze von ebalta.
Ihre Größe im Gießereimodellbau.***

Spezialkunstharze Halbzeuge Hilfsstoffe Silikone

Wir freuen uns auf Ihren Anruf!

*Tel.: +49 9861 7007-0
www.ebalta.de*

ebalta
Lösung zur Form

Jetzt mit
**online-
shop**
Direkt online
bestellen!

GIESSEREIBEDARF
HOHNEN & CO
MODELLBAUBEDARF



Lipper Hellweg 47 • 33604 Bielefeld • Postf. 2190 33 • 33697 Bielefeld • Tel. (05 21) 9 22 12-0 • Fax (05 21) 9 22 12-20
E-mail: info@hohnen.de • Internet: www.hohnen.de

AUSWAHL · QUALITÄT · SERVICE

GIESSEREIBEDARF von A - Z

MODELLBAUBEDARF von A - Z

führend seit Jahrzehnten



*„Es gibt viele Möglichkeiten, sich zu unterscheiden...
wir haben uns für Qualität entschieden!“*

Die Firma **Hohnen & Co. KG** wurde bereits 1918 als technische Großhandlung gegründet und ist spezialisiert auf die Lieferung von Gießerei- und Modellbaubedarf.

Wir sind Vertriebspartner für

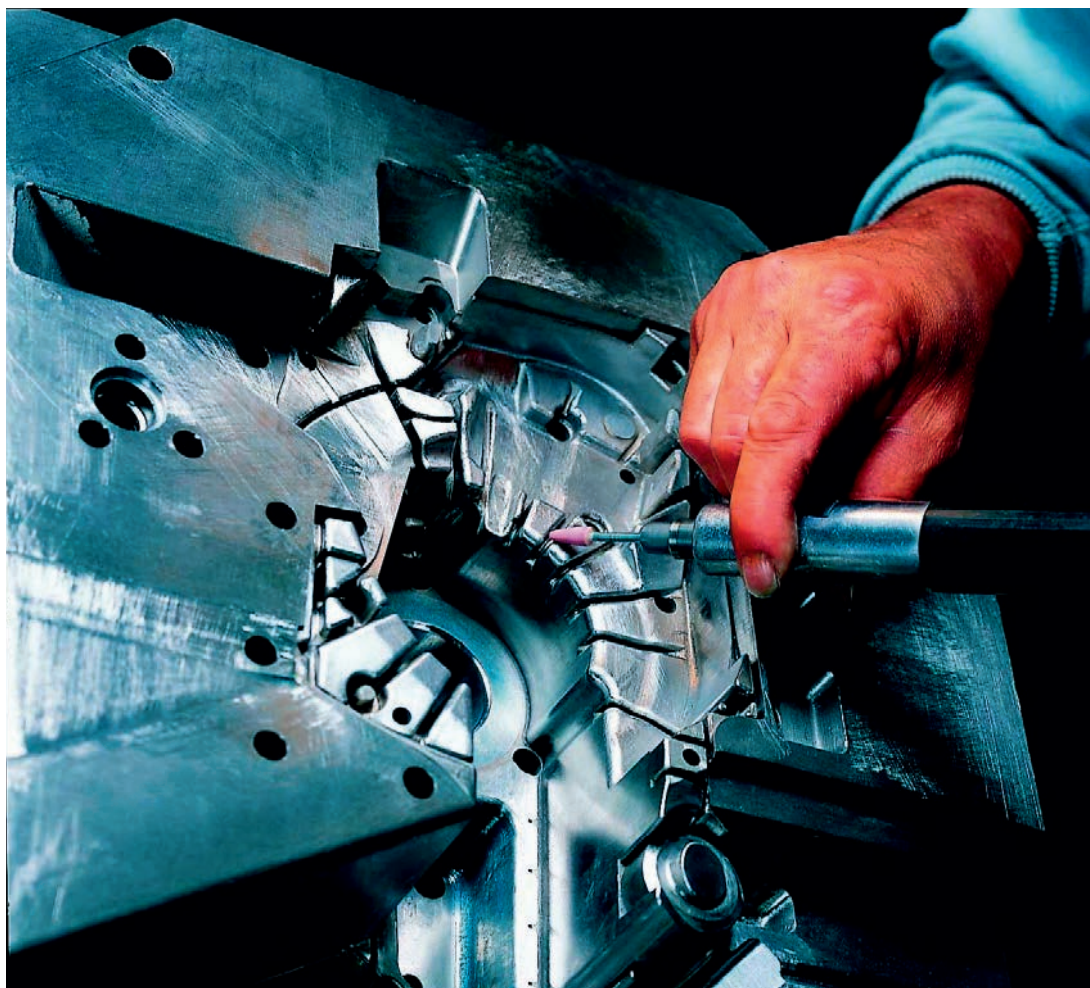


Das breitgefächerte Gießereibedarfsprogramm umfasst alle zum Schmelzen, Gießen und Formen notwendigen Werkzeuge, Kernstützen und Kühlmaterialien, vielfältiges Zubehör für Formerei und Kernmacherei, Gussputzwerkzeuge, Labor- und Transportgeräte sowie Arbeitsschutzartikel und Hilfsstoffe. Im Bereich Modellbau liegt der Schwerpunkt seit einigen Jahren neben dem traditionellen Lieferungsprogramm mit Zubehör für Modelle, Kernkästen und Kokillen sowie Mess- und Fräswerkzeugen, auf den SIKA-Tooling-Produkten SikaBlock® und Biresin®-Flüssigkunststoffen sowie den Modellbaumaschinen Fabrikat Zimmermann.

Wir handeln nach unserem Leitspruch: „Auswahl – Qualität – Service“ und versuchen, stets den größten Umfang des Lieferungsprogramms in den Bereichen Gießerei- und Modellbaubedarf sowie qualitativ hochwertige Produkte anzubieten und unsere Verlässlichkeit im Kundenkontakt zu optimieren.

Wir bauen auf ein zentrales Wertesystem:

- Kundenorientierung & Kundenzufriedenheit
- Innovation
- Teamfähigkeit
- Tradition (Familienunternehmen)



Präzision erreichen wir maschinell, Qualität garantieren wir persönlich.

STIHL-Qualität: vom Werkzeug bis zum Endprodukt
Äußerste Präzision ist bei uns die Norm. Dies gilt für den gesamten Herstellungsprozess von Magnesium-Druckgussteilen – angefan-

gen beim eigenen Werkzeugbau. Als eines der größten Magnesium-Druckgusswerke Europas verfügen wir zum einen über modernste Maschinen, um höchste Präzision bei der Herstellung

der Werkzeuge zu erreichen. Und zum anderen über qualifizierte Mitarbeiter, die durch ihr Know-how und Engagement höchste Qualität persönlich garantieren.
<http://magnesium.stihl.de>

STIHL®

Magnesium Druckguss


RAMPF®

discover the future

RAKU-TOOL®. Created with passion. Created for you.


Polyurethan- und Epoxidsysteme für die Gießerei-Industrie.

Modelle. Negative. Formplatten. Kernkästen.

- > Herausragende Abrasionsbeständigkeit
- > Sehr gute Dimensionsstabilität (kein Nachschwund),
Chemikalienbeständigkeit, Formbeständigkeit
und Festigkeit
- > Konstant hohe Qualität
- > Einfaches Ändern und Reparieren
- > Schneller Aufbau, Reduktion von Prozesskosten


RAMPF Tooling Solutions GmbH & Co. KG

Robert-Bosch-Straße 8–10 | 72661 Grafenberg
T +49.7123.9342-1600
E tooling.solutions@rampf-gruppe.de

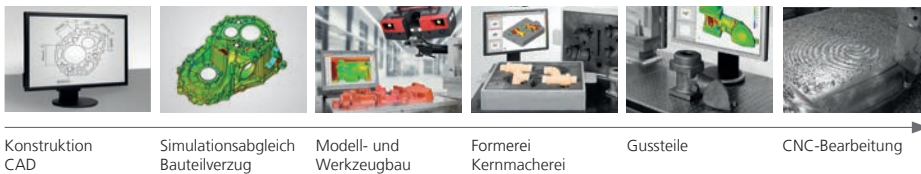
www.rampf-gruppe.de



Nachhaltige Qualitätskontrolle

Seit über 20 Jahren liefert die GOM GmbH industrielle 3D-Messtechnik-Lösungen von der Messmaschine bis zur Inspektionssoftware und weltweitem Support aus einer Hand. Insbesondere für die Gießereiindustrie bietet das berührungslose optische Messen Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen Messverfahren. Die schnelle Bauteilmessung und die vollflächige Messdatenbasis ermöglichen eine übersichtliche Darstellung der Bauteilgeometrie und Abweichungen zum Soll-Zustand. Dadurch können Entwicklungszeiten und Produktionsabläufe im Modellbau sowie in Form- und Gießerei-prozessketten beschleunigt und optimiert werden.

Qualitätssicherung in der Gießerei-Prozesskette



ATOS Messsysteme sind mobil, sodass auch Gussteile, Werkzeuge und Modelle, die wegen ihrer Größe oder ihres Gewichtes nicht in Messräume verbracht werden können, mit dem ATOS direkt in Gießereien und Werkstätten vermessen und inspiziert werden.

www.gom.com



Modellbau Hermann Siegen



**Modell- und Formenbau
Werkzeug- und Lehrenbau
CAD-CAM-CAQ**

ENGINEERING UND HANDWERK.

Die komplette Prozesskette aus einer Hand.

**KONTAKT:**

Hermann GmbH

Auf der Weiss 7 | 57074 Siegen

Telefon +49 271 | 66052-0

Telefax +49 271 | 66052-52

E-Mail info@modellbau-hermann.de

Internet www.modellbau-hermann.de

PRÄZISE. FLEXIBEL. ZUVERLÄSSIG. Seit 1919.