

FERTIGUNGSTECHNIK 02



Wintersemester 2019/20

GLIEDERUNG DER VORLESUNG

1	Einführung: Grundlagen der Fertigungstechnik		
2	Die verschiedenen Fertigungsverfahren		
2.1	Urformen (Gießen, Additiv, ...)	2.4	Fügen (Schweißen, Löten, ...)
2.2	Umformen (Massiv-, Blech-, ...)	2.5	Beschichten
2.3	Trennen (Drehen, Fräsen, ...)	2.6	Stoffeigenschaft ändern
3	Messen in der Fertigung		
4	Prüfungsvorbereitung		



Die verschiedenen Fertigungsverfahren

EINTEILUNG DER FERTIGUNGSVERFAHREN NACH DIN

DIN 8580					
Schaffen der Form	Ändern der Form				Ändern der Stoffeigenschaften
Zusammenhalt schaffen	Zusammenhalt beibehalten	Zusammenhalt vermindern	Zusammenhalt vermehren		
Hauptgruppe 1 Urformen	Hauptgruppe 2 Umformen	Hauptgruppe 3 Trennen	Hauptgruppe 4 Fügen	Hauptgruppe 5 Beschichten	Hauptgruppe 6 Stoffeigenschaft ändern

Quelle: DIN 8580

HAUPTGRUPPE 1 – URFORMEN

Definition:

Fertigen eines festen Körpers aus formlosem Stoff durch Schaffen des Zusammenhaltes; hierbei treten die Stoffeigenschaften des Werkstückes bestimmbar in Erscheinung

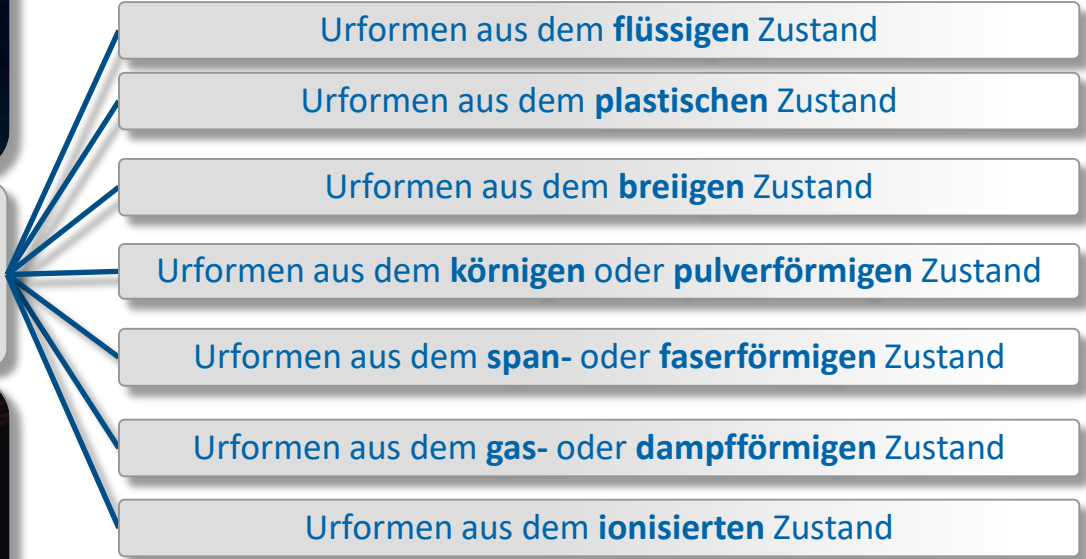
Unterteilung: Urformen aus...

dem flüssigen Zustand	dem plastischen Zustand	dem pulverförmigen Zustand
Schwerkraftgießen, Druckgießen, Schäumen,...	Spritzgießen, Strangpressen	Selektives Laserstrahlschmelzen, thermisches Spritzen
		

EINTEILUNG DER HAUPTGRUPPE URFORMEN [DIN 8580]



**Hauptgruppe 1
Urformen**



URFORMEN AUS DEN FLÜSSIGEN ZUSTAND:



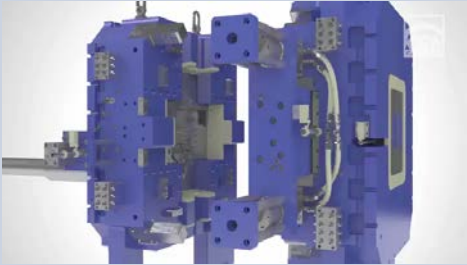
Zur **ersten Formgebung** kommen bei den meisten industriell hergestellten Produkten **Gießprozesse** zum Einsatz.

Gießen ermöglicht dem Konstrukteur **weitgehende Gestaltungsfreiheit**.

Gießen bietet oft eine Möglichkeit zur **wirtschaftlichen Fertigung** auch von **komplizierten Geometrien**.

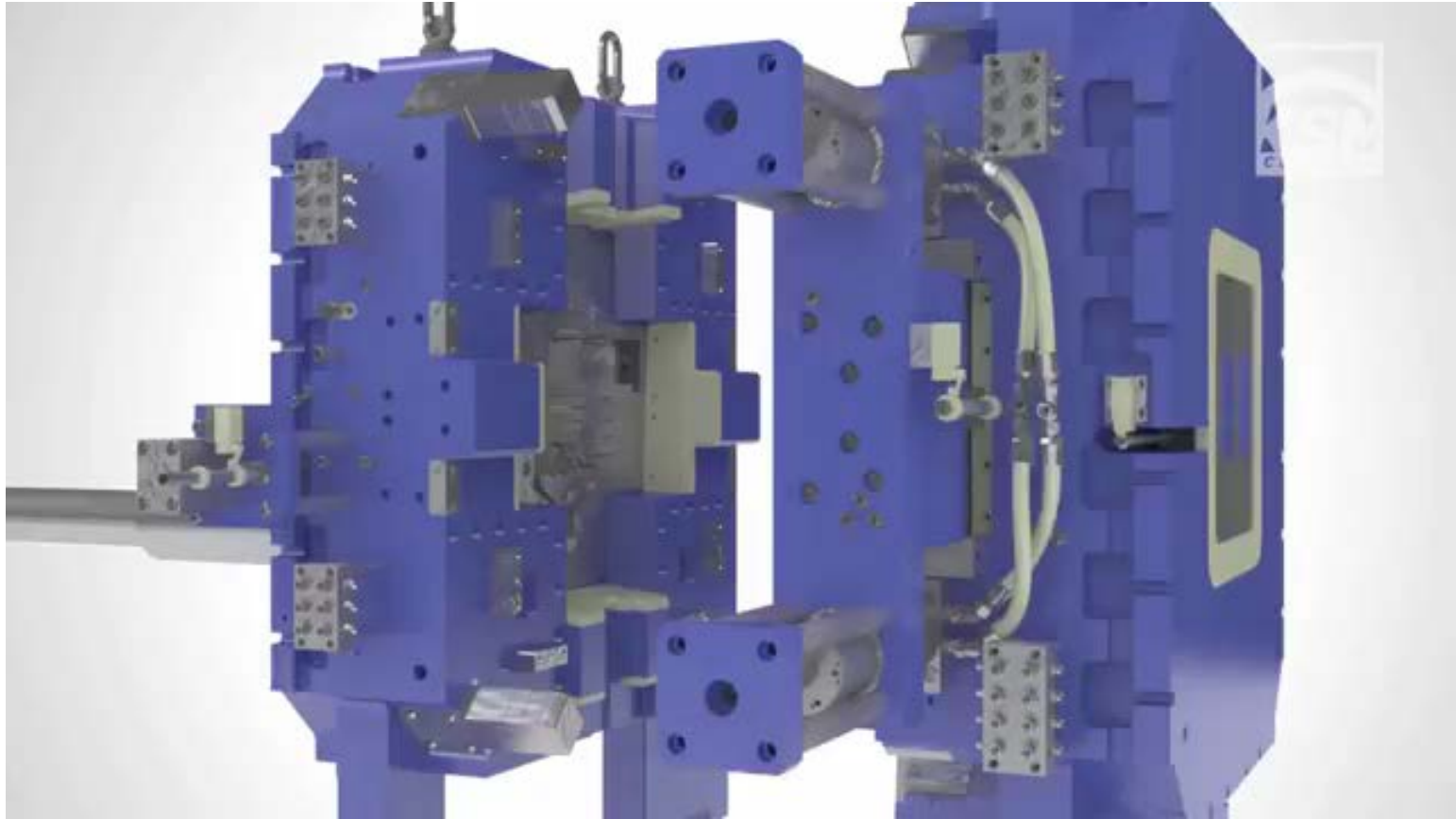
Gießverfahren lassen sich in Gießen mit **verlorenen Formen** und Gießen mit **Dauerformen** untergliedern.

GESTALTPARAMETER VON WERKSTÜCKEN

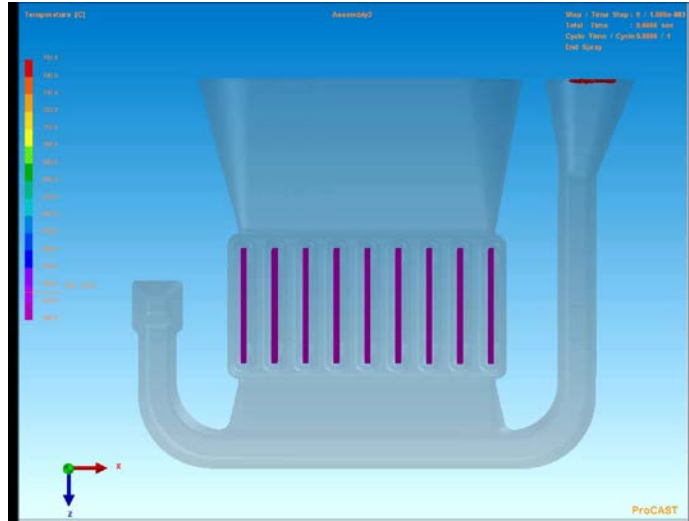
Formverfahren		
Verlorene Form		Dauerform
Verlorenes Modell	Dauermodell	
Feinguss	Sandguss	Druckguss
		

2.1 Urformen





SCHWERKRAFTGUSS MIT DAUERFORM



Simulation des Gießprozesses

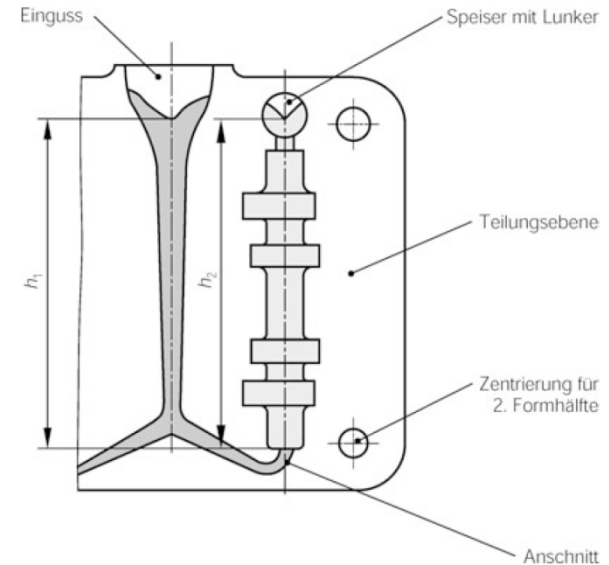


Abguss und Entformung

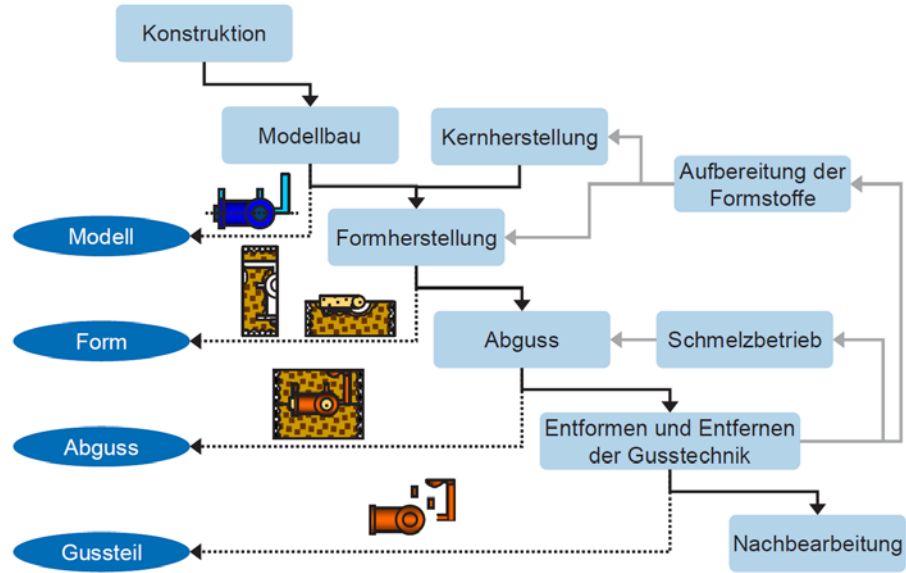
FORMENBAU

Zu beachten

- **Zuführung** des flüssigen Materials: *Einguss*
- **Füllrichtung** (steigend/fallend): Lage des *Anschnitts*
- **Austritt** für Luft/Gas: *Steiger*
- Kompensation für **Schwund** beim Abkühlen: *Speiser*

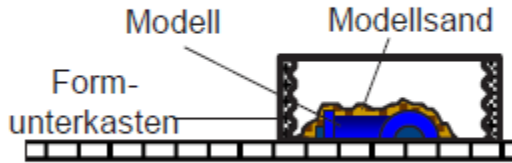


PROZESSABLAUF BEIM SANDGUSS



VERLORENE FORM - SANDFORMHERSTELLUNG

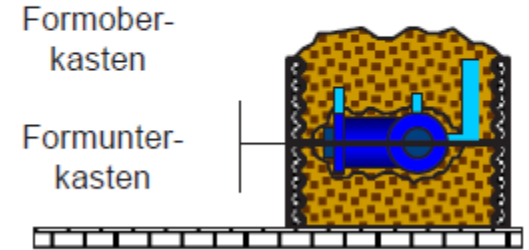
1. Modellunterteil einformen



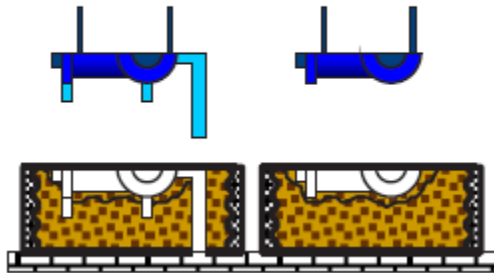
2. Hinterfüllen und Verdichten



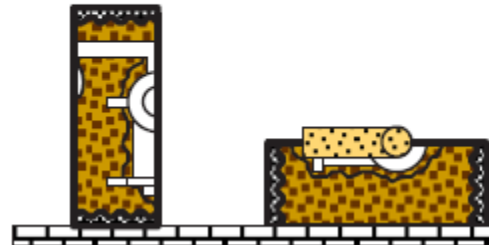
3. Kasten wenden und Oberteil einformen



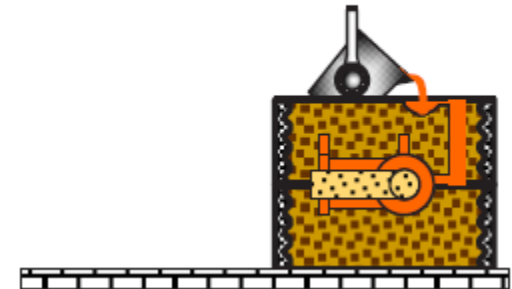
4. Formkasten öffnen und Modell entnehmen



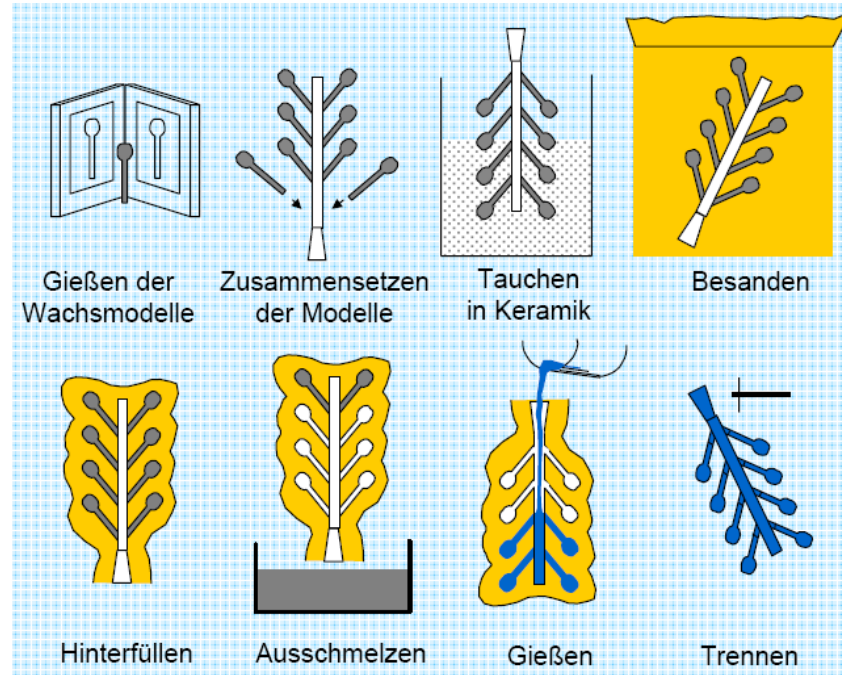
5. Kerne einlegen und Kästen schließen




6. Abguss



VERLORENE FORM - SCHALENHERSTELLUNG



VERLORENE FORM

Kasten	Schale
Ein- oder mehrteilig	Einteilig
	

Quelle: MK technologies,

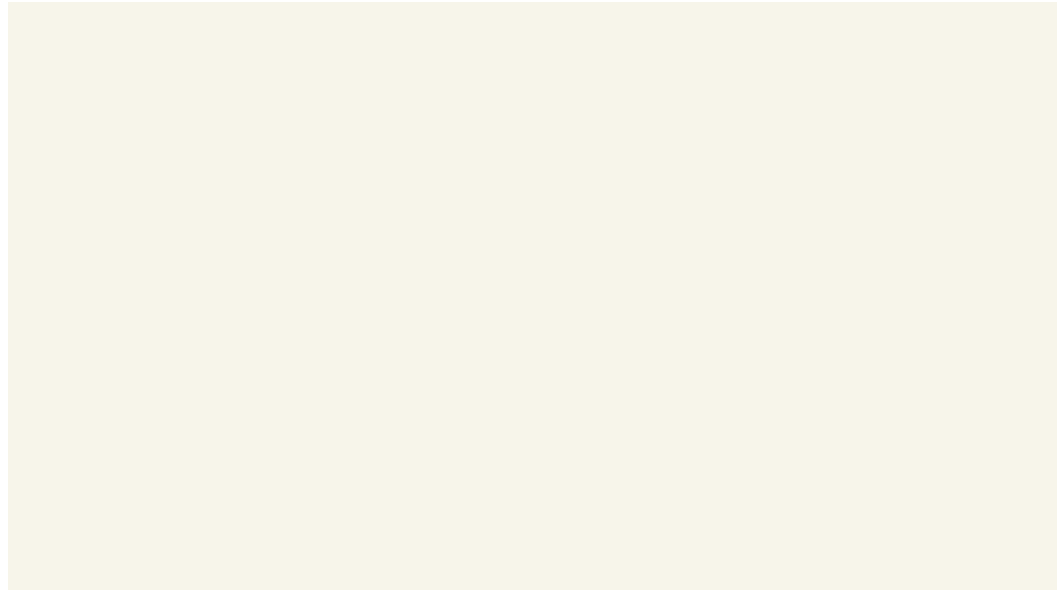
EINTEILUNG NACH DER ART

Gießverfahren		
Statisches Gießen Verlorene Form Dauerform	Dynamisches Gießen Verlorene Form Dauerform	
	Bewegung der Form	Bewegung des Gießmaterials
Sandgießen Kokillengießen Feingießen	Schleudergießen Sturzgießen	Druckgießen

Quelle: Universität Duisburg/Essen; Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Witt; 2017

SCHLEUDERGIESSEN I

- Herstellung von Rohren und anderen hohlen Bauteilen
- Rotieren der Form zum vollflächigen Benetzen der Wandung
- Material erstarrt bei Kontakt an der Außenwand



SCHLEUDERGIESSEN II

- Für komplexe Teile mit schwerer Formfüllung
- Schleudern der Form, Zentrifugalkraft wirkt als Formfüllung
- Schnell erstarrende Materialien (z.B. Titan) verwendbar



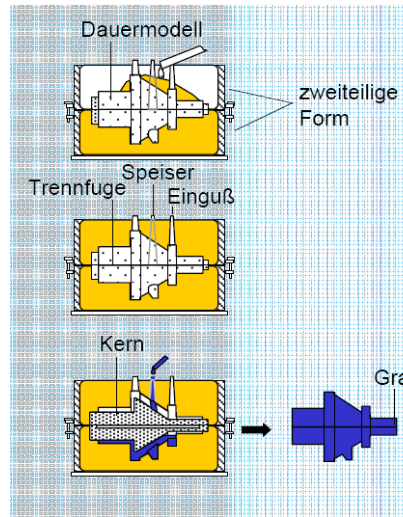
GIESSEN MIT VERLORENEN FORMEN

Die Form wird nach dem Gießvorgang und dem Abkühlen zerstört (einmalige Verwendung). Die Form kann ein- oder mehrteilig sein (Ober- und Unterkasten).

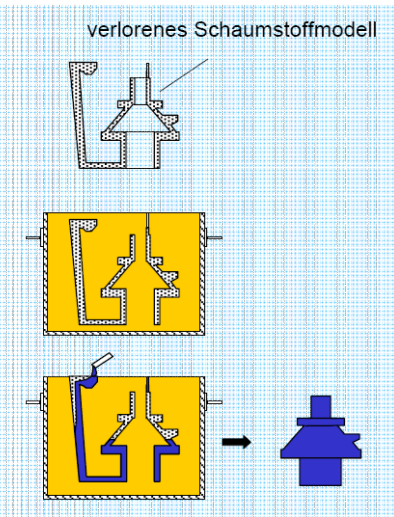
Die einteilige Form enthält, allseitig vom Formstoff umschlossen, das Modell, welches während des Gießvorganges ausdampft.

Die mehrteilige Form besteht aus Ober- und Unterkasten. Die Werkstückabbildung erfolgt im Formstoff durch Schablonen und Modelle. Die Modelle sind aus Holz, Gips, Leichtmetall oder Kunststoff, wobei das Schwindmaß durch die größeren Modellabmessungen berücksichtigt ist. Hohlräume, die nach der Modellentnahme in der Gießform vorhanden sind, werden mit der Metallschmelze ausgegossen. Hohlräume im Werkstück werden durch **Kerne** ausgebildet.

Hohlformgießen



Vollformgießen



2.1 Urformen

DER WEG ZUM FERTIGEN GUSSBAUTEIL

Formen aus tongebundenen Formstoffen.

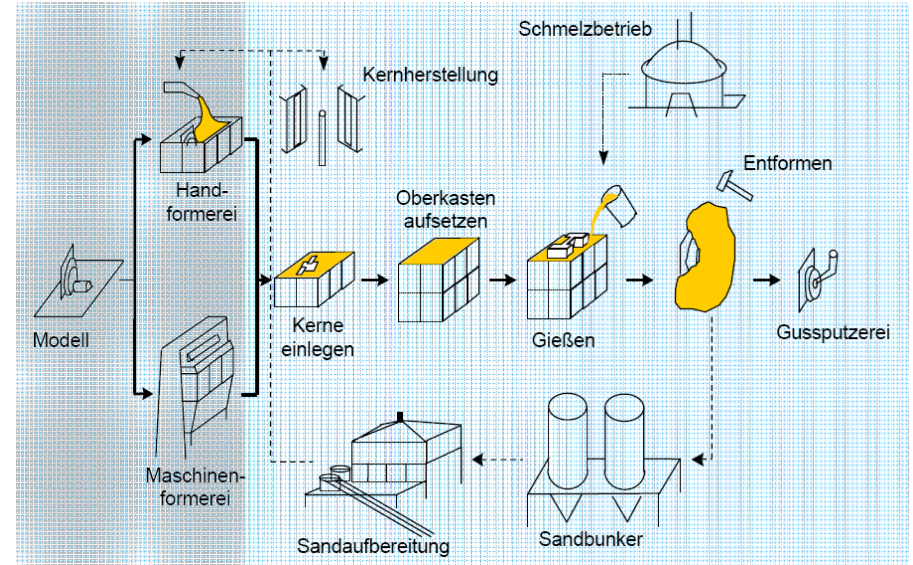
Mischung aus Sand, Bindeton, Wasser und verschiedenen Zusatzstoffen:

- Grundstoff: Sand (80-90 %)
- Bindemittel (organisch, anorganisch): Mischung mit Grundstoff und Wasser gibt Formstoff
- Zusatzstoffe: Beeinflussung der Formstoffeigenschaften

Anwendung für Gussstücke aus allen metallischen Werkstoffen.

Formstoffverfestigung kleinerer und mittlerer Formen erfolgt durch Rüttel-Press-Formmaschinen.

Nachteile (Vibration, Lärm) haben zur Entwicklung neuer Verfahren beigetragen, z.B. der Luftimpulsverdichtung

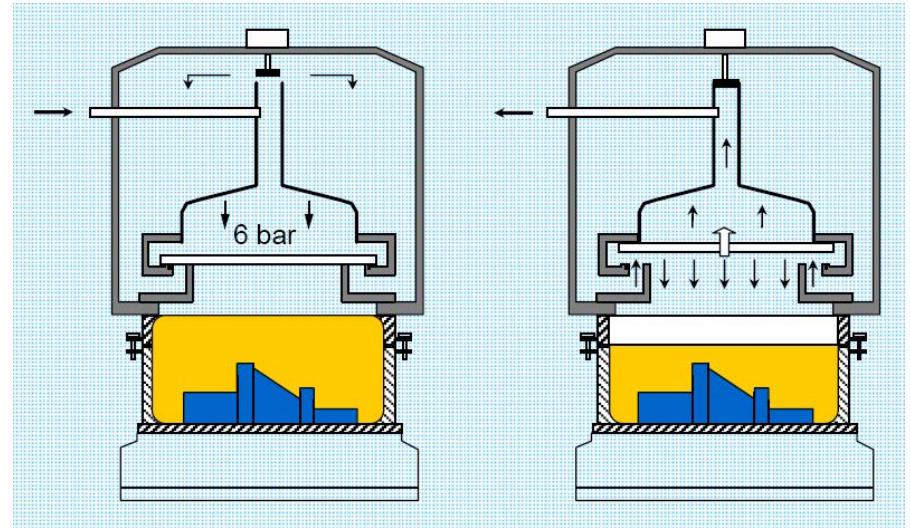


FUNKTIONSSSCHEMA DER LUFTIMPULSVERDICHTUNG

Die Maschine besteht aus einer Verdichtungseinheit mit Impulsventil und Druckluftkessel. Darunter ist die Formeinheit, die sich aus Modellplattenträger, Modellplatte, Formkasten und Füllrahmen zusammensetzt.

Während des Verdichtens sind die Formeinheit und Verdichtungseinheit kraftschlüssig miteinander verbunden. Durch das kurzzeitige Öffnen des Ventils wird die Formsandmasse mit Druckluft beaufschlagt, in Richtung der feststehenden Modelleinrichtung beschleunigt und beim Abbremsen am Modell verdichtet.

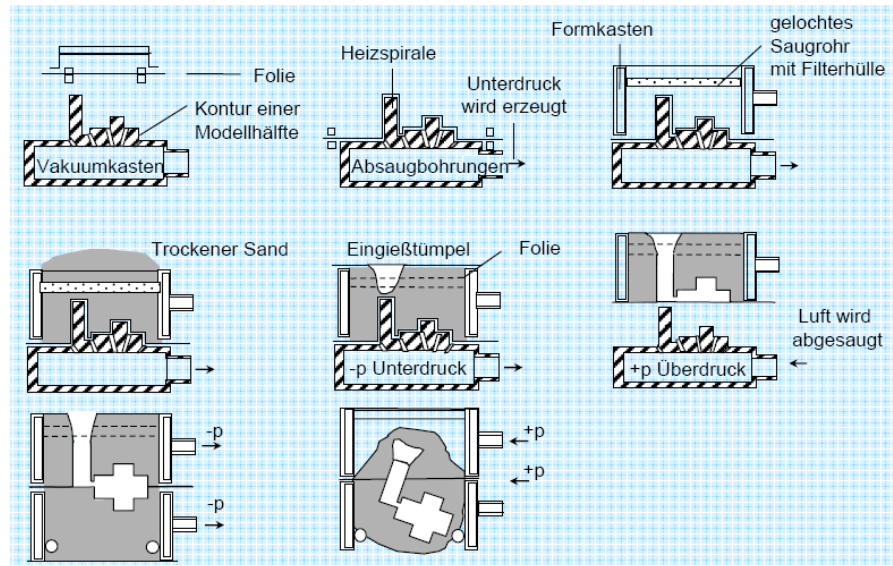
Verdichtungsdruck: 6 bar.



2.1 Urformen

FORMHERSTELLUNG MIT VAKUUM-VERFAHREN

1. erhitzte Kunststoffolie auf das Modell saugen
2. Aufsetzen eines Formkastens mit Vakuumanschlüssen
3. binderfreien Formsand einfüllen
4. Oberseite des Formkastens mit Kunststoffolie abdecken und Evakuieren des Kastens
5. Formkasten vom Modell abheben
6. Verklammerung mit evakuiertem Gegenkasten
7. Abgießen der Form; nach Erstarrung des Werkstücks und dem Aufheben des Vakuums rieselt der Sand heraus



Quelle: Universität Duisburg/Essen; Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Witt; 2017

WERKSTOFF SCHMELZEN: ÖFEN

Kupolofen



Induktionsofen



WERKSTOFF SCHMELZEN

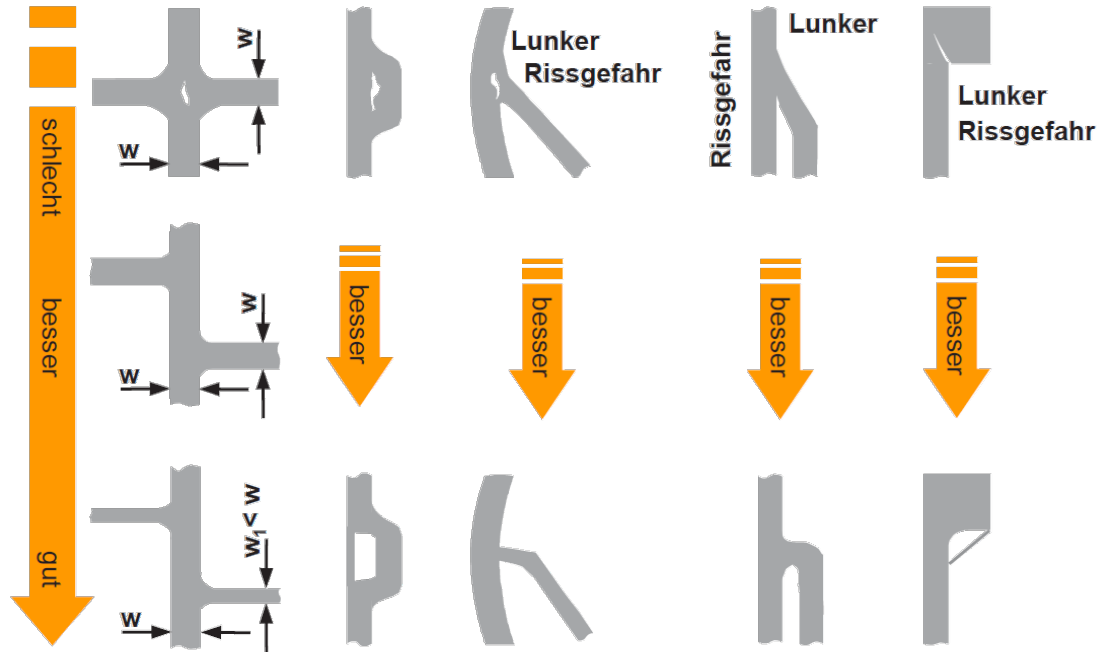
Lichtbogenofen



Tiegelofen



GUSSGERECHTE KONSTRUKTION I



w: Wandstärke

2.1 Urformen

WICHTIGE GESTALTUNGSRICHTLINIEN BEIM KONSTRUIEREN VON GUSSWERKZEUGEN

Fertigungs- und beanspruchungsorientierte Gestaltung:

- einfache, gut herstellbare Formen
- einfache Kerne, minimierte Anzahl
- Werkstoffhäufungen vermeiden (Lunkerbildung)
- Kreuzverrippung vermeiden; versetzte Verrippung günstiger
- Wanddickenübergänge sorgfältig gestalten
- Spannungs- und Eigenspannungsspitzen abbauen
- scharfe Kanten vermeiden (Rissgefahr)
- Festigkeitseigenschaften beachten (Druck-/Zugbelastung)
- Ein- und Auslauf bei Bohrungen senkrecht zur Bohrerachse
- Spannmöglichkeit, Bearbeitungsauslauf vorsehen

Die Gestaltungsrichtlinien lassen sich aus dem Bild ableiten.

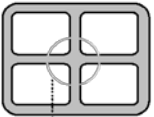
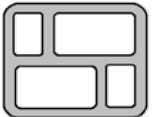
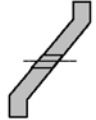

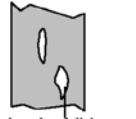



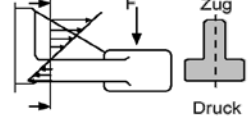
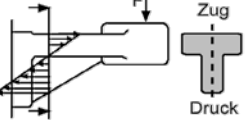
Nachbehandelnde Arbeitsgänge:

Entformung, Putzen, ggf. Wärmebehandlung

Putzen: Strahlen von Gusswerkstücken aus verlorenen Formen.

Dazu gehört das Entfernen von Speisern, Steigern, Eingüssen durch Sägen, Schneidbrennen etc..

Im Anschluss erfolgt eine Prüfung auf Maßhaltigkeit der Werkstücke und der Werkstoffeigenschaften wie Härte, Gefügeausbildung.

ungünstig	günstig
 <p>Materialanhäufung</p>	 <p>versetzte Verrippung</p>
	<p>Kanten entschärft - besserer Spannungsverlauf</p>  <p>Bohrungsachse ⊥ Werkstück</p>
 <p>Lunkerbildung</p>	 <p>gute Spannungsübertragung konstante Wanddicken</p>
<p>Ein- und Auslauf für Werkzeug vorsehen</p> 	
 <p>Druck</p>	 <p>Druck</p>

2.1 Urformen

RICHTWERTE FÜR DIE LINEARE SCHWINDUNG EINIGER GUSSWERKSTOFFE

Werkstoffschmelzung geschieht in Schmelzöfen. Jeder Legierungsgruppe lässt sich ein bestimmter Ofentyp zuordnen.

Kupolofen = Gusseisen
 Induktionsofen = Gusseisen, Stahlguss, NE-M
 Lichtbogenofen = Stahlguss
 Tiegelofen = NE-M (elektrisch-, gas- oder ölbeheizter)

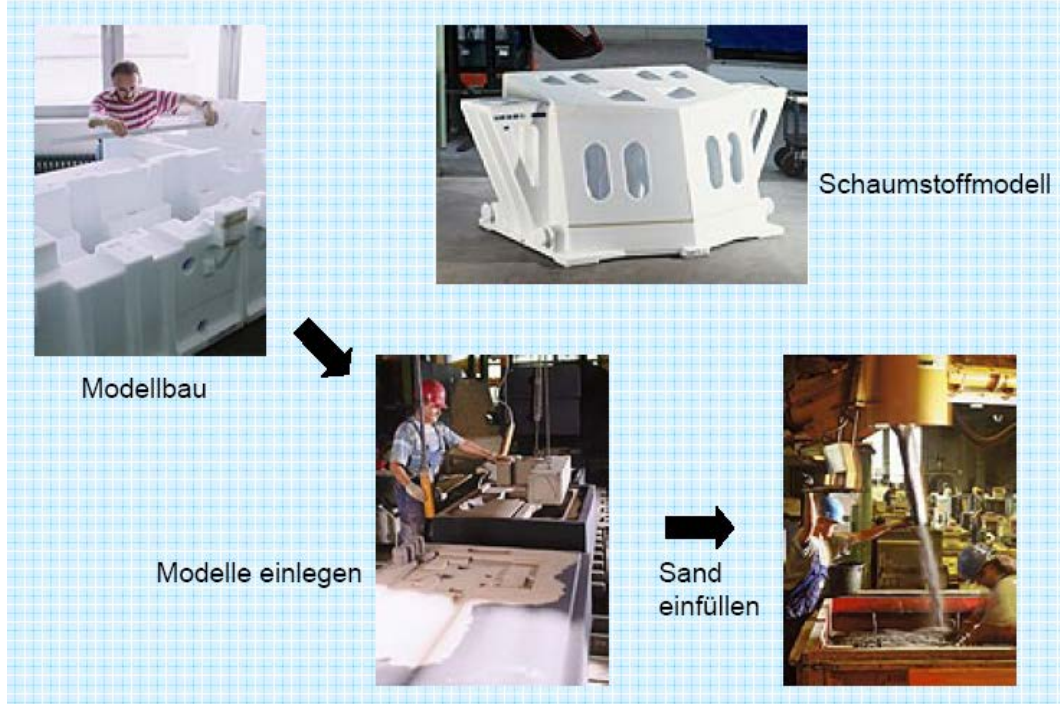
Gestaltungsrichtlinien

Schwundung beim Erstarren und Abkühlen des Werkstoffes durch Aufmaß (Schwindmaß) berücksichtigen.

Die Tabelle zeigt Richtwerte für die lineare Schwundung einzelner Gusswerkstoffe.

Gusswerkstoff	Richtwert [%]	Abweichung [%]
Gusseisen		
- mit Lamellengraphit	1,0	0,5 ... 1,3
- mit Kugelgraphit	1,2	0,8 ... 2,0
Stahlguss	2,0	1,5 ... 2,5
Temperguss GTW	1,6	1,0 ... 2,0
Temperguss GTS	0,5	0,0 ... 1,5
Aluminium-Gusslegierung	1,2	0,8 ... 1,5
CuSn-Legierung (Gussbronzen)	1,5	0,8 ... 2,0
Zinkguss-Legierungen	1,3	1,1 ... 1,5

BEISPIEL FÜR VOLLFORMGIESSEN I



BEISPIEL FÜR VOLLFORMGIESSEN II



2.1 Urformen

MASKENFORMVERFAHREN

Maskenformen (-Kerne) sind Gießereiformkörper (Hohlkörper mit dünnen, gleichen Wanddicken). Die Herstellung erfolgt mit Modellen, Modellplatten und Kernkästen (250°-300° beheizt).

Fertigungsablauf

- Trennschicht auf Modell;
- Aufbringen einer trockenen, schütt- oder blasfähigen Formmasse (enthält Kunstharzbindemittel);
- Anhärten infolge Kontakt;
- Aushärtung bei 500°;
- Abheben der Formmaske.

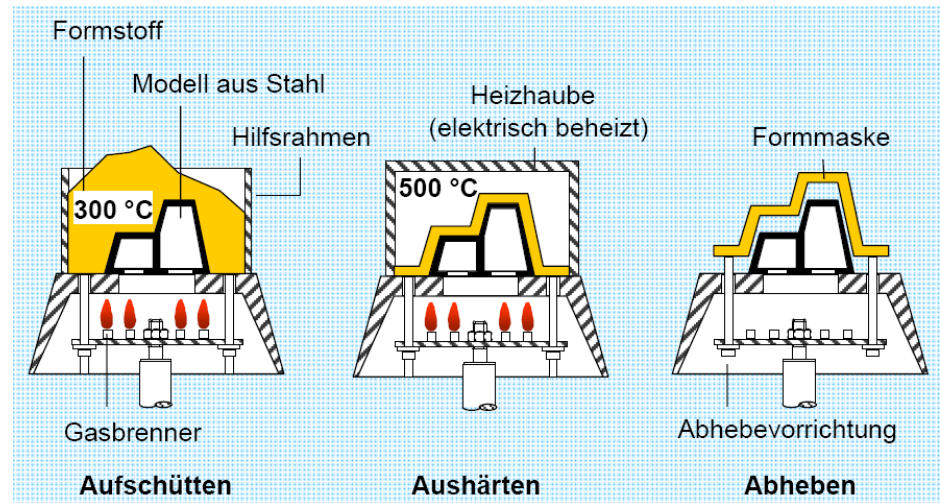
Ggf. Verstärkung der Rückseite. Herstellung von Gussstücken bis 20 kg ohne Hinterfüllung, bis 100 kg mit Hinterfüllung.

Formmasse: Quarzsand und Kunstharzbindemittel (z.B. Phenolkunstharz).

Vorteile: geringer Formsandverbrauch, hohe Maßhaltigkeit, saubere, glatte Oberflächen und unbegrenzte Lagerfähigkeit der Masken.

Nachteile: teure Modellherstellung (nur für Serienfertigung). Hinterschneidung möglich, wenn mehrere Masken verklebt werden, alle Metalle vergießbar

Anwendung: Herstellung von Rippenzylindern, Kompressoren, Schaufel- und Flügelrädern, Armaturen



2.1 Urformen

FEINGIEßSEN

Feingießen ist ein sehr wirtschaftliches Gießverfahren bei kompliziert gestalteten Teilen. Es ist für alle Metalle und Legierungen mit hoher Fließfähigkeit im schmelzflüssigen Zustand (v. a. Stähle, Al-, Cu-Legierungen) geeignet.

Vorteile:

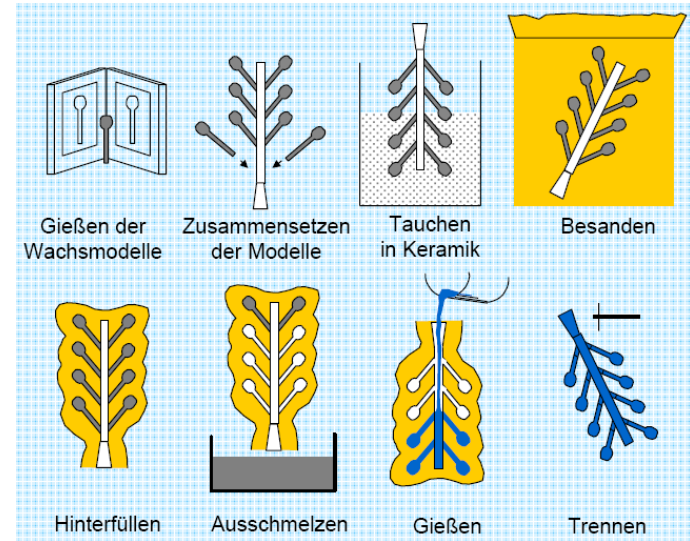
- sehr genaues Gießverfahren
- gute Maß- und Formgenauigkeit
- gute Oberflächenqualität
- keine Teilfugen
- Hinterschneidungen möglich

Nachteile:

- hoher Aufwand an Einrichtungen, Maschinen, Trockenvorrichtungen, Schmelz- und Brennöfen

Fertigungsablauf:

- Erstellen geteilter Dauerform (Stahl, Leichtmetall, Kunststoff)
- Gießen kleiner Gussmodelle aus Wachs, Thermoplasten
- Zusammenkleben zu traubenförmigen Bauteil
- Überziehen der Modelltraube im Keramikbad
- Verstärken des Überzugs durch wiederholtes Eintauchen u. Besanden
- bei größeren Teilen Hinterfüllung mit Formsand
- Trocknen der Form 40°C)
- Ausschmelzen des Wachses bzw. Kunststoffes
- Brennen bei 1000° C (einige Stunden)
- Abguss
- Entfernen des Formstoffs (z.B. Abschlagen)
- Trennen des Bauteils vom Gußsystem



FERTIGUNGSABLAUF BEIM MODELLAUSSCHMELZVERFAHREN

Wachsspritzwerkzeuge sind aus hochfestem Aluminium. Eine Wachspressen spritzt flüssiges Wachs in das Werkzeug. Sobald es erstarrt ist, wird das Werkzeugoberteil aufgehoben und das fertige Wachsmodell entformt. Alternativ kann das Wachsmodell auch in einer flexiblen Silikonform hergestellt werden (geringere Stückzahlen).

Die Wachsmodelle werden auf ein Gießsystem geklebt und zu "Trauben" zusammengefügt.

Die Trauben erhalten durch Tauchen in einen keramischen Schlicker den ersten Überzug, der für die spätere Oberflächengüte entscheidend ist.

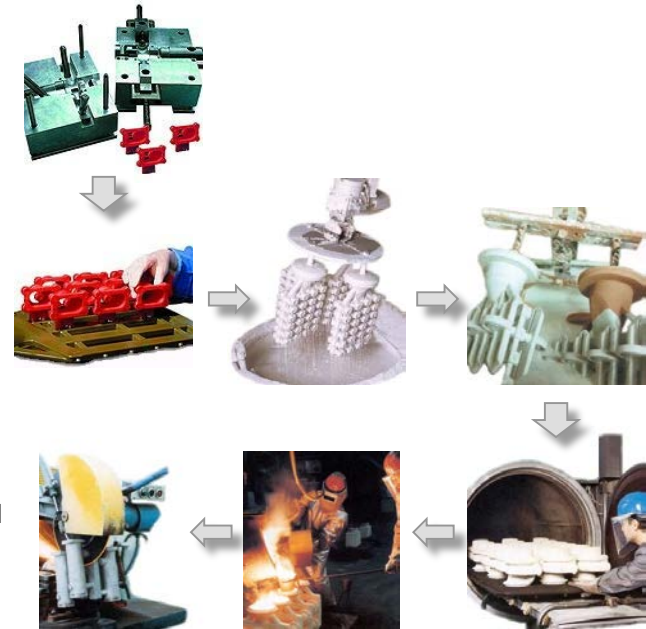
Noch feucht wird die Traube mit feuerfestem Sand beschichtet. Tauchen und Beschichten wird mehrfach wiederholt, bis eine tragfähige Schale entstanden ist.

Sobald die Keramikform trocken ist, werden die Wachsmodelle in einem Ofen ausgeschmolzen. Durch anschließendes Brennen erhält die Keramik die nötige Festigkeit.

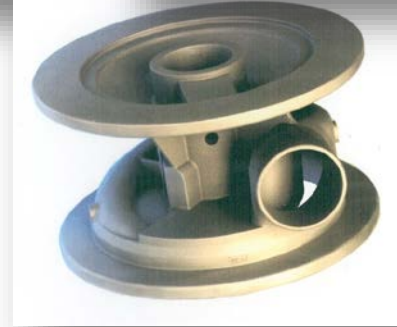
Nun wird gegossen. Die vorgewärmten Formschalen lassen das flüssige Metall in feinste Hohlräume eindringen. So ist es möglich, Gussstücke mit dünnen Wänden und geometrisch schwierigen Konturen herzustellen.

Die Gussstücke kühlen in der Form ab. Dann wird die Keramik durch Abschlagen und anschließendes Strahlen entfernt. Die Feigussteile werden vom Gießsystem abgetrennt. Die einzelnen Gussstücke werden geputzt, geschliffen, wärmebehandelt, fertig gestrahlt und auf Wunsch mechanisch bearbeitet oder oberflächenbehandelt.

Schließlich erfolgen Endkontrolle und ggf. Abnahme durch den Kunden oder dessen Beauftragten.



BEISPIELE FÜR FEINGUSSTEILE



2.1 Urformen

MAGNETFORM-VERFAHREN

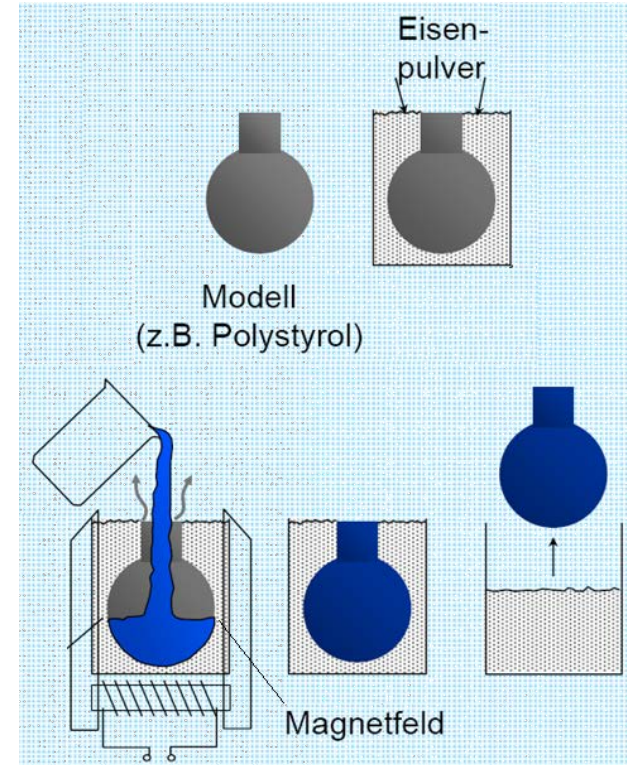
Form aus physikalisch gebundenen Formstoffen

Ablauf

- Eisengranulat als Formstoff in Verbindung mit vergasbarem Polystyrolschaummodell.
- Verfestigung durch starkes Magnetfeld zur Gießform.
- Während des Gießvorgangs vergast das Modell.
- Stabilisierung der Form durch Magnetform bis zum Erstarren des Gussstücks.

Vorteil

Grundsätzlich alle vergießbaren Metalle verarbeitbar



2.1 Urformen

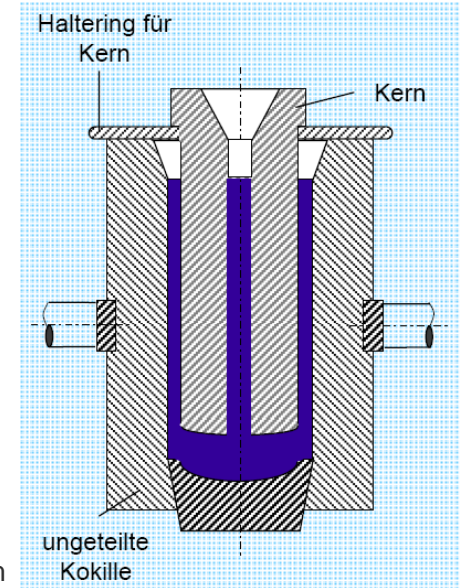
GIESSEN MIT DAUERFORMEN: EINZELKOKILLE MIT SANDKERN

- Unterschied zum Gießen in verlorenen Formen: **Gießform** (Gießwerkzeug) wird nicht zerstört, sie **kann wiederholt verwendet werden**.
- Anwendungsbereich ist die Fertigung **großer Stückzahlen** maßgleicher Gussrohlinge, Standzeit der Gießwerkzeuge liegt zwischen 5000 und 25000 Abgüssen. Modelle werden aus Grauguss, Temperguss oder Warmarbeitsstählen hergestellt

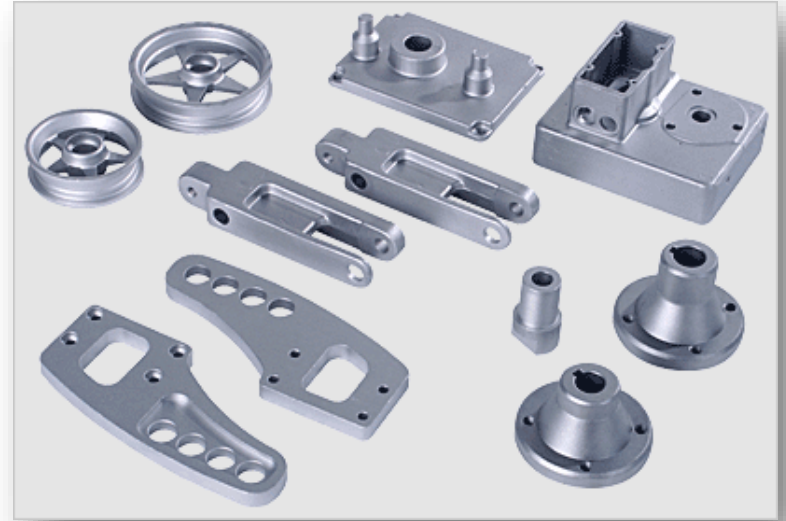
Schwerkraft-Kokillengießen

- Metallschmelze wird von oben durch deren Schwerkraft in Form eingefüllt.
- Schneller Abkühlungsvorgang wegen hoher Wärmeleitfähigkeit
- Gerichtete Erstarrung anstreben, um Lunkerbildung zu vermeiden (Kokillenguss hierfür gut geeignet, da Verwendung von Kühleinsätzen in der Kokille möglich),
- Beim Abguss der Form gute Entlüftung der Hohlräume nötig.
- Verwendung von verlorenen Formteilen und Kernen möglich.
- Mit diesem Verfahren können Gussstücke von 100 kg und mehr gegossen werden.

Die **Vorteile** des Kokillengießverfahrens sind **hohe und gute Oberflächenbeschaffenheit** bei uneingeschränkter Anwendbarkeit von Sandkernen. Ein weiterer Vorteil ist das im Vergleich zum Sandguss **feinere Gefüge** und die damit verbundene höhere Festigkeit und Dehnung. Diese Eigenschaften sind eine Folge der **höheren Erstarrungsgeschwindigkeit** gegenüber Sandguss.



GIESSEN MIT DAUERFORMEN: EINZELKOKILLE MIT SANDKERN



2.1 Urformen

NIEDERDRUCK-GIESSVERFAHREN

Hierbei wird **Metallschmelze mittels Druckluft** (0,4 - 1,2 bar) **durch ein Steigrohr von unten in die Form gedrückt**. Der Druck wird mit einem auf die Oberfläche der Schmelze wirkenden Gas erzeugt. Der Druck wird aufrechterhalten bis die Erstarrung des Gussteils abgeschlossen ist. Nachspeisung ist möglich (Vermeidung von Lunkern).

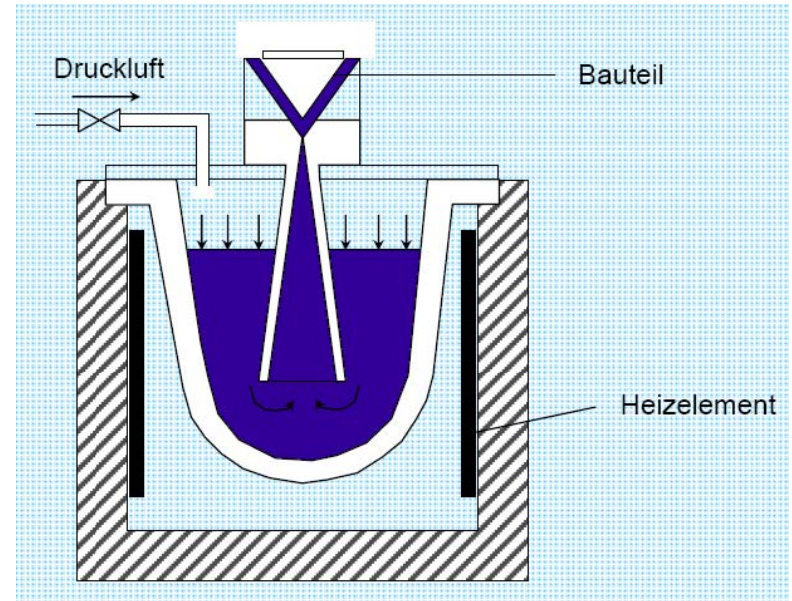
Vorteile:

- ruhige, quasilaminare Metallströmung, Luft kann nach oben abziehen
- gute Festigkeitswerte, dichtes Gefüge sowie
- höhere Standzeiten der Formen.

Nachteile (im Vgl. zum Hochdruck-gießen):

- schlechtere Oberflächen,
- geringere Formgenauigkeit und
- größere Wanddicken der Werkstücke.

Hauptsächlichliche Verarbeitung von Al-Werkstoffen
(z. T. auch Mg-, Cu-, Stahlwerkstoffe).



2.1 Urformen

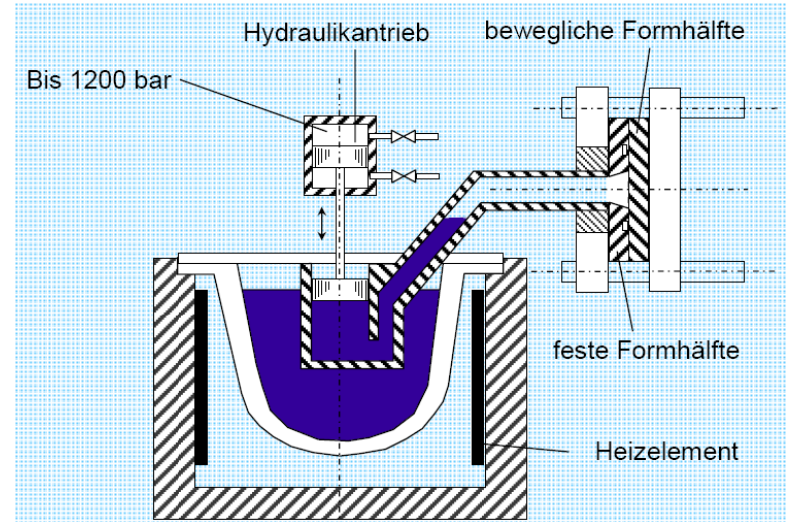
PRINZIP DER WARMKAMMER-DRUCKGIEßMASCHINE

- Gießen von NE-Metalllegierungen unter hohem Druck, dadurch schnelle Erstarrung.
- Einbringen der Schmelze durch Kolben (unter Drücken bis ca. 1.200 bar), wobei Formschließkräfte von bis zu mehreren zehntausend kN erforderlich sind.
- Teure Formen erfordern Herstellung hoher Stückzahlen.

Zwei Varianten von Druckgießverfahren:
Warmkammer-Verfahren und **Kaltkammer**-Verfahren.
 Hauptunterscheidungsmerkmal: Temperatur der Gießkammer.

Prinzip der Warmkammer-Druckgießmaschine

Vertikale Anordnung der Gießkammer im beheizten Metallbad. Verarbeitung von Metallen mit niedrigen Schmelzpunkten.



Quelle: Universität Duisburg/Essen; Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Witt; 2017

2.1 Urformen

PRINZIP DER KALTKAMMER-DRUCKGIEßMASCHINE

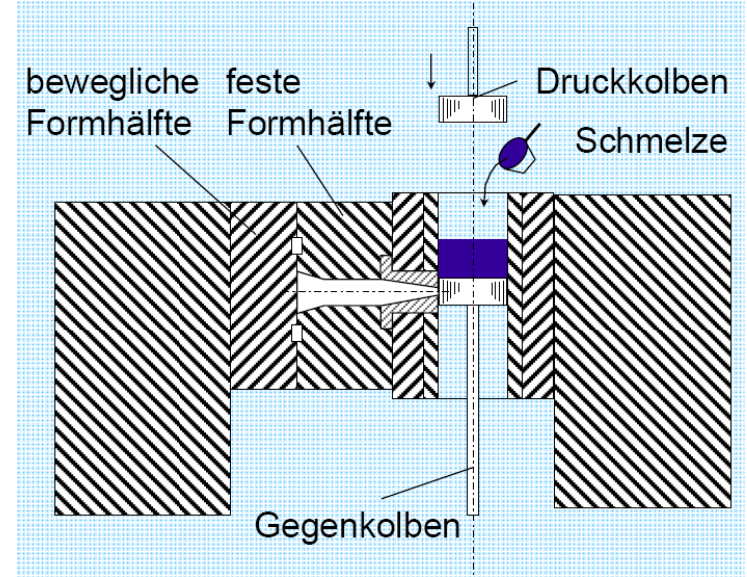
- Horizontale und vertikale Druckkammeranordnung möglich.
- Prinzipiell alle gießfähigen Schmelzen verwendbar.
- Abführung eingeschlossener Luft in der Gießform durch Entlüftung, Absaugung vor dem Abguss oder durch ständiges Arbeiten der Gießform im Vakuum.
- Abkühlung der Formen, damit schnelle Erstarrung der Werkstücke erfolgen kann und somit hohe Ausbringungsmengen erreicht werden.

Vorteile:

- saubere, glatte Oberflächen (sowohl Warm- als auch Kaltkammer-Verfahren)
- hohe Maßgenauigkeit
- geringe Wanddicken und hohe Mengenleistung.

Nachteile:

- poröses Gefüge durch Lufteinschlüsse (niedrige Festigkeit),
- unwirtschaftlich für kleine Losgrößen sowie
- hohe thermische und mechanische Belastung der teuren Formen



Quelle: Universität Duisburg/Essen; Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Witt; 2017

BEISPIELE FÜR DRUCKGUSSTEILE 1



BEISPIELE FÜR DRUCKGUSSTEILE II



2.1 Urformen

SCHLEUDERGIEßVERFAHREN MIT VERTIKALER UND HORIZONTALER DREHACHSE

Metallschmelze gelangt unter Einwirkung der Zentrifugalkraft in die rotierende Form und erstarrt dort.

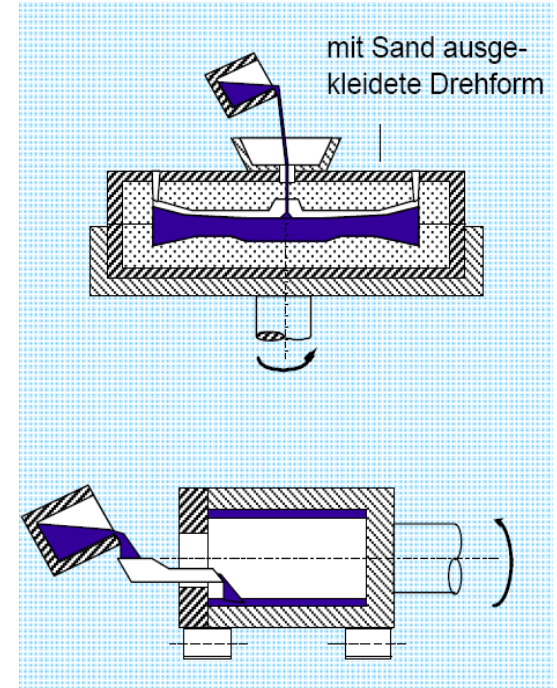
Zwei Arten von Verfahren (je nach Lage der Drehachsen): **Vertikales** und **horizontales Schleudergießen**. Verwendung in der Herstellung von (überwiegend) rohr- oder ringförmigen Werkstücken. Durch Einwirken von Zentrifugal-, Schwer- und Reibungskräften kann auf Verwendung von Kernen zur Bildung von Hohlräumen verzichtet werden (Werkstück mit gleichmäßiger Wanddicke). Erstarrung nach Einfließen des Metalls ausgehend von gekühlter Innenwand. Durch Schwindung beim Erstarren entsteht ein Luftspalt (Gefahr von Warmrissen).

Schwere Bestandteile der Schmelze wandern an äußere Rotationsoberfläche und verdrängen Schlacke und Lunker. Dadurch Zunahme der Festigkeit. Hohe thermische und mechanische Belastung der Gießformen bei höheren Drehzahlen. An Innenflächen wechselnde Zugspannung, an Außenflächen wechselnde Druckspannung durch thermische Belastung (Risse).

Vorteile gegenüber Schwerkraft-Kokillenguss: höhere Festigkeit, größere Stückzahlen, kleineres Gewicht

Nachteile: hohe Investitionskosten

Alle vergießbaren Metalle verarbeitbar (besonders: Gusseisen, Stahl, Leichtmetall- und Kupferlegierungen). Herstellung von Zylinderlaufbuchsen, Buchsen für Kolbenringe, Riemenscheiben, Zahnräder.



URFORMEN AUS DEM IONISIERTEN ZUSTAND

Galvanoformen

- Elektrolytische Metallabscheidung aus wässriger Lösung ihrer Salze (Galvanotechnik).
- Dient hauptsächlich zur Erzeugung von Beschichtungen.
- Auch zur Herstellung von selbst tragenden metallischen Werkstücken (Galvanoformung) einsetzbar, meist in Nickel- oder Kupferhochleistungsbädern.

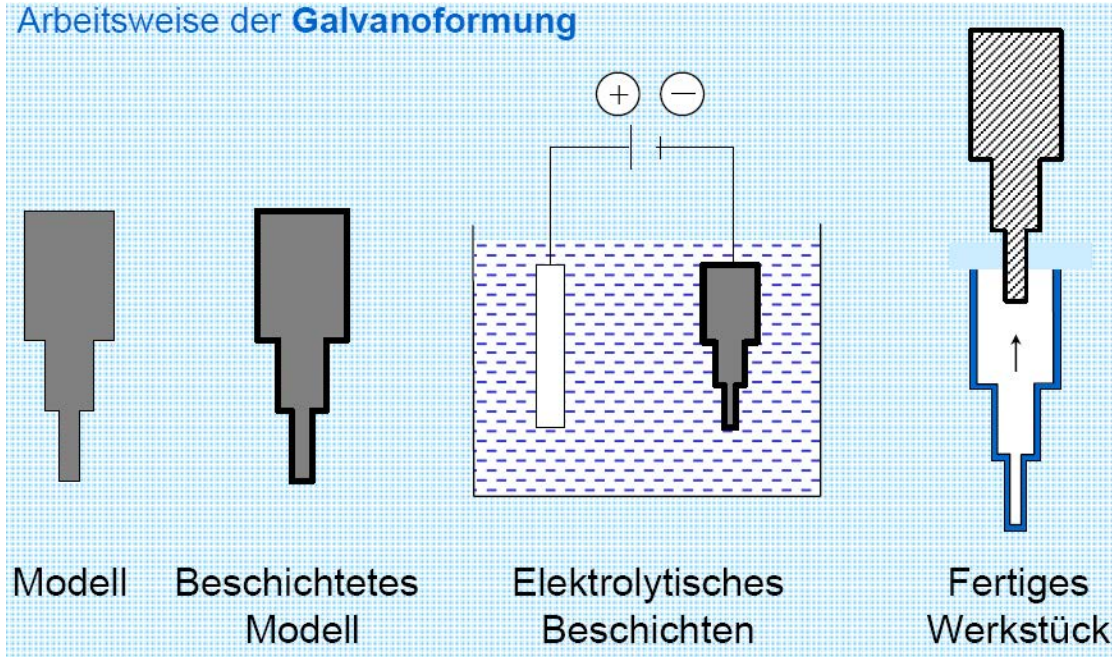
Anlage zur Galvanoformung:

Umfasst einen Elektrolysebehälter mit Elektrolyt, Anode und Kathode als elektrisch leitfähiges Modell, auf dem abgeschieden wird. Anschluss einer äußeren Gleichstromquelle zur Abscheidung. Heizung, Kühlung und Umwälzung meist erforderlich.

Arbeitsweise der Galvanoformung:

- Herstellung des Badmodells (Negativform) aus Metall oder Kunststoff und entsprechende Vorbehandlung (Trennmittel, Leitlack).
- Galvanisches Abscheiden der Metallschicht auf Badmodell (0,1 bis mehrere mm Schichtdicke, Abscheidungsraten konventioneller Verfahren 25 - 50 $\mu\text{m/h}$, bei neuen Verfahren bis 1 mm/h).
- Trennen, Nacharbeit (z. B. Hinterfüllen)
- Einsatz des Verfahrens nur, wenn Komplexität der Bauteile dies erfordert (z. B. Einzelstücke, Prototypen). Hohe Abformgenauigkeit.
- Anwendung der Galvanoformung vielfältig: Siebe, Filter, Hohlleiter (Mikrowelle), Spritz- und Gießformen für Kunststoffverarbeitung, Erodiererelektroden.

URFORMEN AUS DEM IONISIERTEN ZUSTAND: GALVANOFORMEN



GALVANISCH HERGESTELLTE BAUTEILE IN DER ZAHNTECHNIK



Amalgam- und Kompositfüllungen



Die laborgefertigten Alternativen
aus Gold, Galvano, Keramik und Kunststoff





Additive Fertigung

FERTIGUNGSTECHNIK 19/20 - 02

Technische Universität Bergakademie Freiberg
IMKF - Additive Fertigung
Agricolastraße 1, 09599 Freiberg, Germany

Prof. Dr.-Ing. Henning Zeidler
Tel: +49 3731 39 30 66
henning.zeidler@imkf.tu-freiberg.de



imkf
INSTITUT FÜR MASCHINENELEMENTE
KONSTRUKTION UND FERTIGUNG



TU Bergakademie Freiberg | Institut für Maschinenelemente, Konstruktion und Fertigung | Professur für Additive Fertigung
Agricolastraße 1 | 09599 Freiberg DE | Tel.: +49 3731 39 2986 | <http://www.imkf.tu-freiberg.de> | Prof. Dr.-Ing. Henning Zeidler