

Hochschule Merseburg

Fakultät für Ingenieur- und Naturwissenschaften



Bachelorarbeit

Im Studiengang Mechatronik, Industrie- u. Physiktechnik

Thema: Erstellung eines Konzeptes für ein flexibles Fertigungszentrum zur Realisierung des Maschinenformverfahrens für Metallgussteile unter Berücksichtigung der Handhabung von Form, Modell und Gussteil

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Rolf Kademann; Hochschule Merseburg, Fachbereich INW
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Kirchhofer; Hochschule Merseburg, Fachbereich INW

Verfasser: Feng Baiming

E-mail: 1061326883@qq.com

Anschrift: Eberhard-Leibnitz-Str.3 Zimmer 5A-216

Matrikelnummer: 21999

Abgabetermin:

Inhaltverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Grundlage	6
2.1 Fertigungssystem	6
2.2 Einsatzcharakteristika für FFS	7
2.3 Aufbau und Planung des FFS	9
2.4 Einleitung der Fertigungsverfahren	10
2.5 Werkzeugmaschinen	10
2.6 Maschinenformverfahren	11
2.6.1 Maschinenform	11
2.6.2 Formverfahren mit verlorenen Formen	11
2.6.2.1 Tongebundene Formstoffe.....	12
2.6.2.2 Kohlensäure-Erstarrungsverfahren.....	13
2.6.2.3 Maskenformverfahren.....	13
2.6.3 Formverfahren mit verlorenen Formen nach verlorenen Modellen.....	13
2.6.4 Formverfahren mit Dauerformen	13

2.6.4.1 Druckgießverfahren	14
2.6.4.2 Kokillengießverfahren	15
2.6.4.3 Schleudergießverfahren	16
2.6.4.4 Stranggießverfahren.....	17
2.6.4.5 Thixogießverfahren.....	18
3. Lösungen für technischen Einrichtungen	19
3.1 Rüttel-Press-Formmaschine	19
3.2 Warmkammergießmaschine	22
3.3 Kokillengießmaschine	24
4. Auslegung und Bewertung von Lösungsvarianten	25
4.1 Rüttel-Press-Formmaschine	26
4.2 Warmkammergießmaschine	28
4.3 Kokillengießmaschine	29
4.4 Bewertungskriterien und Ergebnis	30
5. Prozess und Begründung	32
5.1 Vorbereitungen	33
5.2 Bearbeitung	33

5.3 Begründung	35
6. Zusammenhang zwischen Schnittstellen	36
6.1 Transportsystem	36
6.1.1 Transportmittel für Rohteile	37
6.1.2 Transportmittel für Fertigteile	38
6.2 Formhälfte	39
6.3 Steuerung	41
6.4 Kühl- und Reinigungsanlage	42
7. Zusammenfassung	44
Selbständigkeitserklärung zur Bachelorarbeit	45
Abbildungsverzeichnis	46
Tabellenverzeichnis	49
Quelle	50

1. Einleitung

1.1 Aufgabenstellung:

Zunehmend gewinnt die Automatisierung in mannigfaltiger Form in der Produktionstechnik an Bedeutung, so dass es bei Auslegung der einzusetzenden Fertigungstechnik eine Vielzahl an technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen zu beachten gilt.

Im Rahmen der Bachelorarbeit sind, gemäß der o. g. Themenstellung, das Maschinenkonzept zu konzipieren, deren Struktur darzustellen sowie dazugehörige maschinenbautechnische und organisatorische Besonderheiten aufzuzeigen und deren Einbindung in den Prozessablauf zu analysieren.

1.2 Lösung der Aufgabenstellung

1. Analyse des gegenwärtigen Standes der Fertigungssystemauslegung in der Massivumformung
2. Dokumentation der vorhandenen Lösungen für die o. g. technischen Einrichtungen in derartigen Prozessen
3. Auslegung und Bewertung von allgemeinen Lösungsvarianten für das Koppeln der Wärmebehandlungs- und Schmiedevorgänge
4. Beschreibung einer möglichen Lösungen an einem selbst gewählten Beispielteil (mit Begründung)
5. Darstellung des Zusammenhangs zwischen den maschinenbaulichen und organisatorischen Schnittstellen Materialfluss (Rohteil, Fertigteil, Restmaterialien, Werkzeuge), Transport und Handhabung sowie Ver- und Entsorgung der einzelnen Elemente für die Vorzugsvariante

2. Grundlage

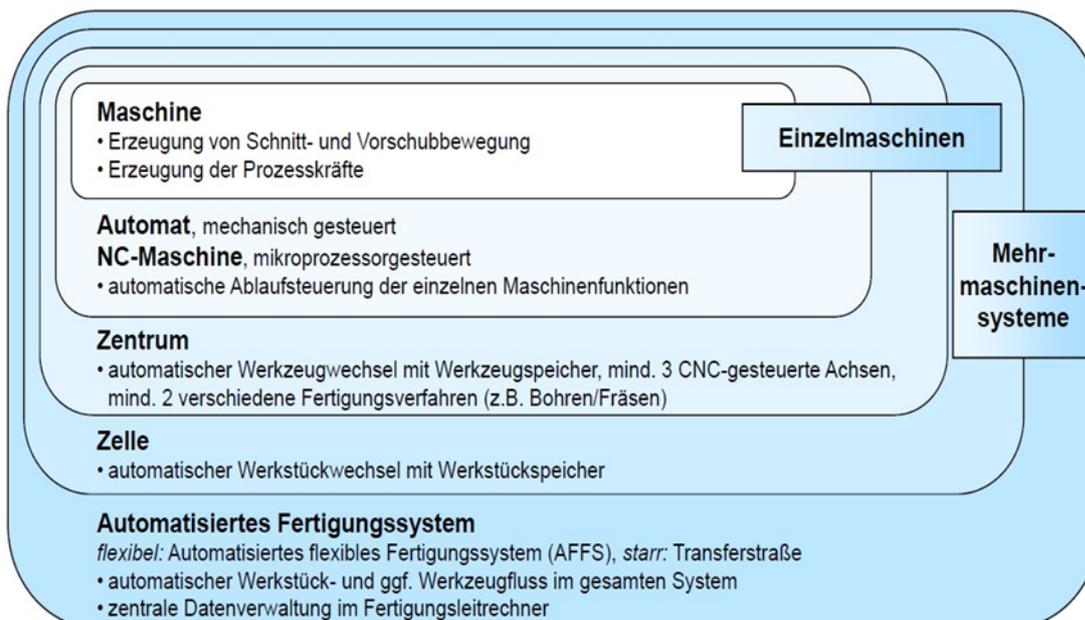
2.1 Fertigungssystem

Um die Wettbewerbsfähigkeit zu haben, brauchen produzierendes Unternehmen eines effiziente Fertigungskonzept und entsprechende Fertigungseinrichtungen zu verwenden. Daher ist flexible Fertigungssystem eine sehr wichtige Lösung in dem Herstellungsprozess.

Im Gegensatz zu konventionellen Fertigungseinrichtung stellt die Planung und Inbetriebnahme eines Flexiblen Fertigungssystems(FFS) eine sehr komplexe Aufgabe dar, die durch einen das Gesamtsystem (technisch-, technologisch, betriebsorganisatorisch und betriebswirtschaftlich) betrachtenden Planungsansatz zu bewältigen ist.

Die Hauptmerkmale, die dabei berücksichtigt werden müssen, sind

- die **Systemkomponenten**
- das **Informationssystem**
- das **Personal**
- die **organisatorische Einbindung** in den innerbetrieblichen Produktionsprozess sowie
- die **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**



2.2 Einsatzcharakteristika für FFS

Flexible Fertigungssysteme sind unter heutigen Gesichtspunkten nach dem Maschinenkonzept systematisiert. Es existieren das Einzelmaschinenkonzept (NC-Maschine -- NCM, Bearbeitungszentrum -- BZ, Flexible Fertigungszelle -- FFZ) sowie das Mehrmaschinenkonzept (Flexible Taktstraße -- FTS, Flexibles Fertigungssystem -- FFS).

Die wichtigsten charakteristischen Kennzeichen flexibler Maschinenkonzepte sind dabei bezüglich der Automatisierung

- die **Prozessdurchführung**
- der **Werkstücktransport**
- die **Prozessüberwachung**
- der **Werkstückwechsel**
- der **Werkzeugwechsel**

Zu beachtende Kenngrößen im Hinblick auf die Bearbeitung sind

- ein **wahlfreier Materialfluss**
- die **Simultanbearbeitung**
- sich **ersetzende/ergänzende Stationen**
- eine **Mehrverfahrenbearbeitung**

die mittels einer übergeordneten Steuerung realisiert werden. ^[1]

Somit gilt:

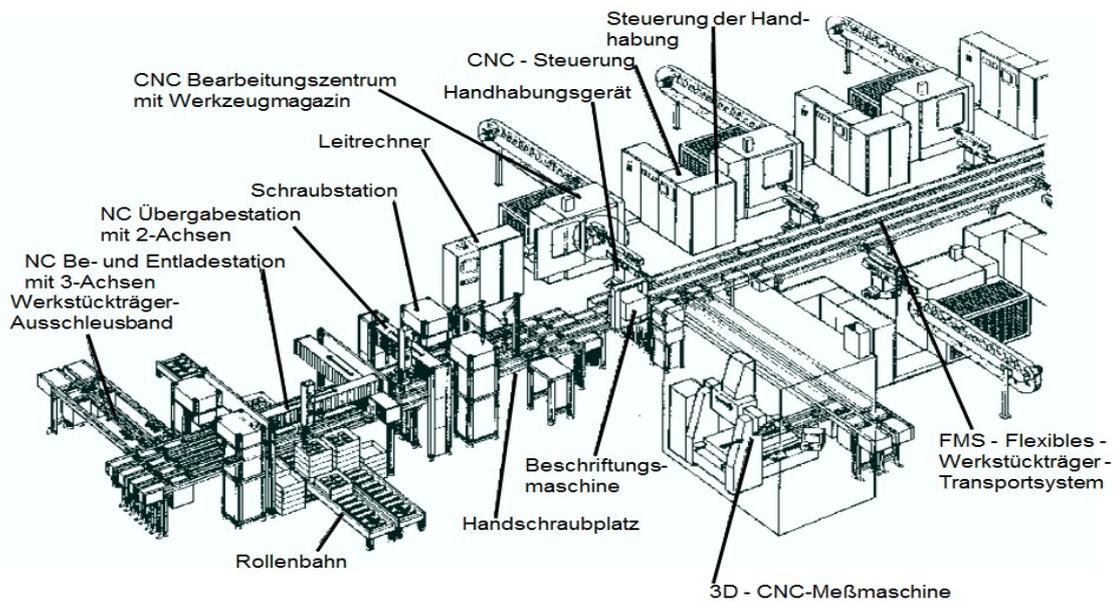
Flexible Fertigungssysteme (FFS) stellen Mehrmaschinensysteme mit übergeordneter Steuerung in Form eines Leitrechners dar.

Das Hauptmerkmal eines FFS besteht darin, dass unterschiedliche Werkstücke auf verschiedenen Fertigungseinrichtungen simultan bearbeitet werden können.

Die Bearbeitungsstationen, die von den einzelnen Werkstücken wahlfrei angelaufen werden, können dabei sowohl ersetzend oder auch ergänzend sein. Weiterhin kann ein großes Variantenspektrum im Teilemix bearbeitet werden.

Rüstvorgänge werden parallel zur Hauptzeit durchgeführt. Werkzeug- und Werkstückver- und -entsorgung erfolgen automatisch.

Alle diese prozessorientierten Vorgänge innerhalb des FFS werden durch den Leitrechner gesteuert und koordiniert. ^[1]



(Abb. 1: Elemente und Grundaufbau eines FFS)^[2]

Das in Abbildung 1 dargestellte Beispiel eines FFS ist für die Bearbeitung prismatischer Teile ausgelegt und besteht aus acht Bearbeitungszentren, die rechts und links des Transportsystems angeordnet sind. Die Be- und Entladung jeder dieser integrierten Fertigungseinrichtungen erfolgt automatisch durch ein Handhabegerät (jeweils vier Spannvorrichtungen mit je zwei Werkstücken, d.h. acht identische Teile). Im Anschluss an die Bearbeitung wird eine der vier Paletten zur Messmaschine transportiert und in dieser kontrolliert. Bei positivem Messergebnis erfolgt die Freigabe aller acht Teile für deren Montage. Das automatisch Umspannen in die zweite Spannvorrichtung geschieht in der so genannten Schraub- und Umsetzstation.^[1]

Einlaufträge können unter Berücksichtigung vorgegebener Bearbeitungsprioritäten sehr kurzfristig in den aktuellen Auftragspool eingelastet werden. Dieser Eigenschaft ist es zu verdanken, dass ein FFS heute dem hohen Flexibilitätsbedarf gerecht werden kann.^[1]

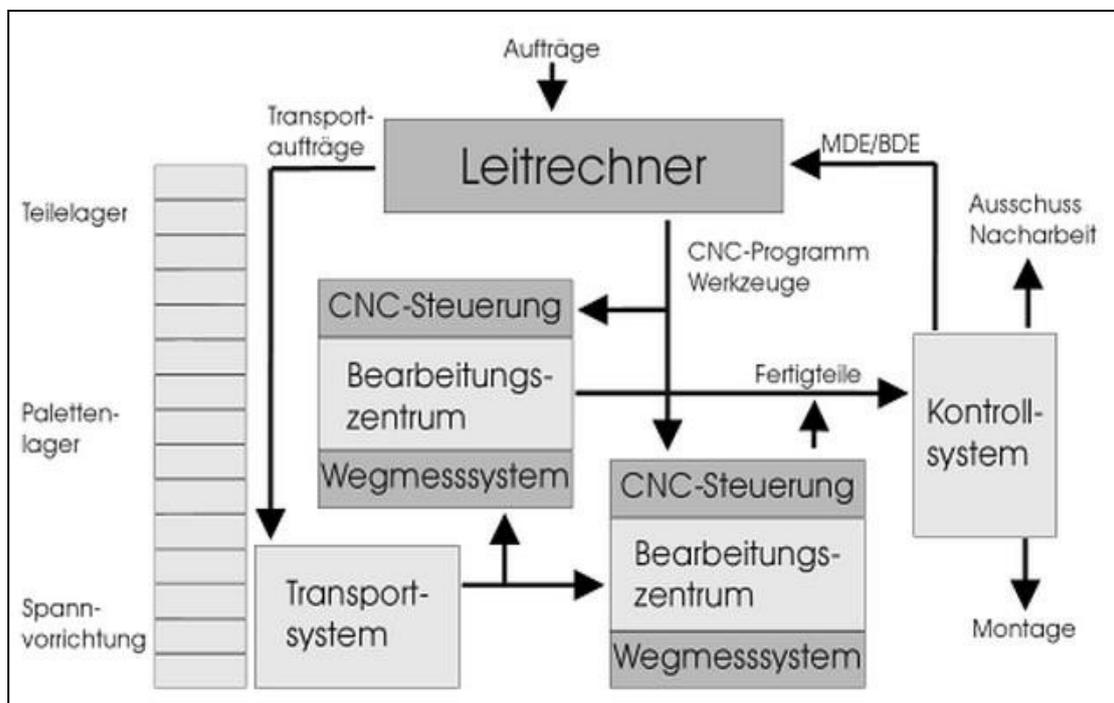
2.3 Aufbau und Planung des FFS

Das FFS bildet unter betrieblichen Bedingungen eine technische und organisatorische Einheit aus verschiedenen Einzelkomponenten, wobei periphere Komponenten im Gegensatz zu konventionellen Maschinen fest integrierte Bestandteile des Gesamtsystems sind, sodass FFS als komplexe Einheit geplant werden muss.^[1]



(Abb. 2: Elemente eines FFS und deren Wechselwirkungen)^[3]

Das Grundschema eines derartigen Fertigungskonzeptes ist Abbildung 3 zu entnehmen.



(Abb. 3: Struktur eines flexiblen Fertigungssystems)^[1]

2.4 Einteilung der Fertigungsverfahren

Die Fertigungsverfahren werden in sechs Hauptgruppen unterteilt. Das Kriterium zur Einteilung der Fertigungsverfahren ist der Zusammenhalt einzelner benachbarter Materialteilen.

Fertigungsverfahren					
Zusammenhalt - schaffen	Zusammenhalt beibehalten	Zusammenhalt vermindern	Zusammenhalt vermehren		
Urformen	Umformen	Trennen	Fügen	Beschichten	Stoffeigenschaft ändern

Tabelle 1: Einteilung der Fertigungsverfahren

2.5 Werkzeugmaschinen

Um Fertigungs- und Produktionsprozesse zu realisieren sind Werkzeugmaschinen eine wesentliche Voraussetzung. Sie muss somit die Anforderungen erfüllen, die sich aus der Einbindung in die Prozesse des jeweiligen Unternehmens ergeben. Dies erfordert für das Management der Prozess eines Unternehmens ein Umdenken und Umstrukturieren der vorhandenen Funktionsorientierten in eine Prozessorientierte Organisation. [2]

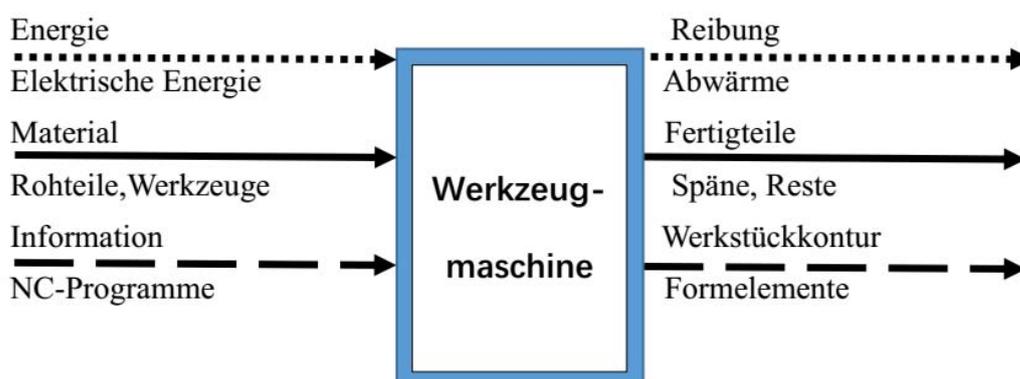


Abb. 4: Werkzeugmaschinen als technisches System [2]

2.6 Maschinenformverfahren

2.6.1 Maschinenform

Das Maschinenformen ist ein teil- bzw. vollautomatischer Fertigungsverfahren zur rationellen Herstellung gießfertiger Sandformen. Dabei werden einzelne bis alle Teilschritte des Handformens maschinell durchgeführt. Maschinengeformte Gussstücke sind maßgenauer und besitzen eine bessere Oberfläche. Anwendung findet das Maschinenformen bei kleineren bis mittleren Stückzahlen.

Die wesentlichen Stationen sind Formstation, Kerneinlege-, Gieß- und Kühlstrecke. Die Entleerstation gibt die Formgussstücke frei.

Die Formstation kann aus einem Formautomaten für komplette Formen oder aus mehreren bestehen, die Ober- und Unterkasten getrennt herstellen. Es gibt auch kastenlose Formanlagen. Hier wird nur während der Formherstellung mit einem Rahmen gearbeitet, der nach Verdichten des Sandes abgezogen wird.^[3]

2.6.2 Formverfahren mit verlorenen Formen

Alle Einzelgussstücke und der größere Teil der Seriengussstücke werden nach Form- und Gießverfahren mit verlorenen Formen gefertigt.

Da die Form nach jedem Abguss verloren ist, besteht die Möglichkeit, aus dem wieder aufbereiteten Formstoff eine wiederholbar gleiche, neue Form herzustellen. Das Abformen des Formstoffs am Modell und der dabei auftretende Modellverschleiß ist eine relativ geringe Beanspruchung, da nur der Formstoff und nicht die Schmelze das Modell berührt.

Bei den Dauerformverfahren ist die metallische Dauerform (= Kokille) Modell und Formstoff zugleich. Mit jedem Abguss wird die Form durch die Schmelze maximal beansprucht. Deshalb wird die Formoberfläche durch nicht benetzbare Überzüge, die Schichten, gegen den Kontakt mit der Schmelze geschützt. Schichten lassen sich nur schwer mit wiederholbar gleichmäßiger Schichtdicke auf einer nicht ebenen Kokillenoberfläche auftragen. Jeder weitere Abguss verschleißt die Kokillenoberfläche, die Gussstücke werden zunehmend ungenauer. Vergleicht man schematisch die beiden Möglichkeiten:

Modell→verlorene Form→Gussstück,

Kokille → verschleißende Form → Gussstück^[3]

Mechanische Verfahren	Chemische Verfahren zur Form- und Kernherstellung				Physikalische Verfahren
Zuführen von Verdichtungsarbeit	Kalthärtend in der Form oder Kernbüchse		Heißhärtend in der Form oder Kernbüchse		Magnetfeld, Vakuum
formgerecht, feucht	formgerecht, feucht	formgerecht, feucht und begasen	trocken und rieselfähig	formgerecht, feucht	trocken und rieselfähig
Synthetischer Bentonitsand, Natursand, Schamotte, Ton, Lehm, Mergel	Zementsand, Polyphosphat, Magnesia, Gips, Sand	Wasserglasverfahren, Cold-Box-Verfahren	<i>Croning</i> -Verfahren	Hot-Box-Verfahren	Magnetform-Verfahren, Vakuumform-Verfahren

Tabelle 1: Verfahren zur Form- und Kernherstellung, geordnet und ausgewählt nach der Bindung des Formstoffsystems im formbaren Zustand^[3]

2.6.2.1 Tongebundene Formstoffe

Zum Abformen der Außenkonturen von Gussstücken haben sich Formsande bestens bewährt, die aus der feinkörnigen Grundmasse Quarzsand und dem Bindemittel Ton bestehen. Weil dieser Formstoff unmittelbar am Modell anliegt, nennt man ihn Modellsand, besteht zu mehr als 99% aus Siliciumdioxid SiO₂.

Kornform, Korngröße und Kornverteilung des Sandes beeinflussen wichtige Eigenschaften des Formstoffsystems, wie z.B.

1. Verbrauch an Bindemittel,
2. Verdichtbarkeit,
3. Rauheit der Gussoberfläche,
4. Gasdurchlässigkeit und
5. Feuerfestigkeit.

Für Formsande sind annähernd kugelförmige Quazkörner am besten geeignet, weil die Kugel die kleinste Oberfläche je Körpervolumen hat.^[3]

Form- und Gießverfahren		
Verlorene Formen		Dauerformen
Dauermodelle	Verlorene Modelle	Ohne Modelle
Handformen, Herdformen, Schablonenformen	Feingießen	Druckgießen: Warmkammerverfahren Kaltkammerverfahren
Maschinenformen, Kastenformen, kastenloses Formen		Kokillengießen: Voll-, Halb-, Gemischtkokillen
Maskenformen, <i>Croning</i> -Verfahren	Vollformgießen	Schleudergießen und Stranggießen horizontal
Verbundgießen		Verbundgießen

Tabelle 2: Die wichtigen Form- und Gießverfahren für verlorene Form mit Dauermodellen und verlorenen Modellen, abgegrenzt gegenüber den Dauerformverfahren^[3]

2.6.2.2 Kohlensäure-Erstarrungsverfahren

Nassgussformen aus tongebundenen Formstoffen trocknen rasch aus, sind nicht lagerfähig und müssen deshalb zügig abgegossen werden. Das kann von Nachteil sein, wenn das personalaufwändige Formen einschichtig und das mechanisierbare Gießen, Erstarren und Auspacken kontinuierlich sowie das Putzen zwei- oder drei-schichtig erfolgen sollen.^[3]

2.6.2.3 Maskformverfahren

Aushärtbare Kunstharze als Sandbinder ergeben so große Formstoffestigkeiten, dass man statt kompakter Formen und Kerne leichte, nur wenige Millimeter dicke Formschalen, sog. Masken und Hohlkerne mit einer sehr guten Abbildbarkeit herstellen kann.^[3]

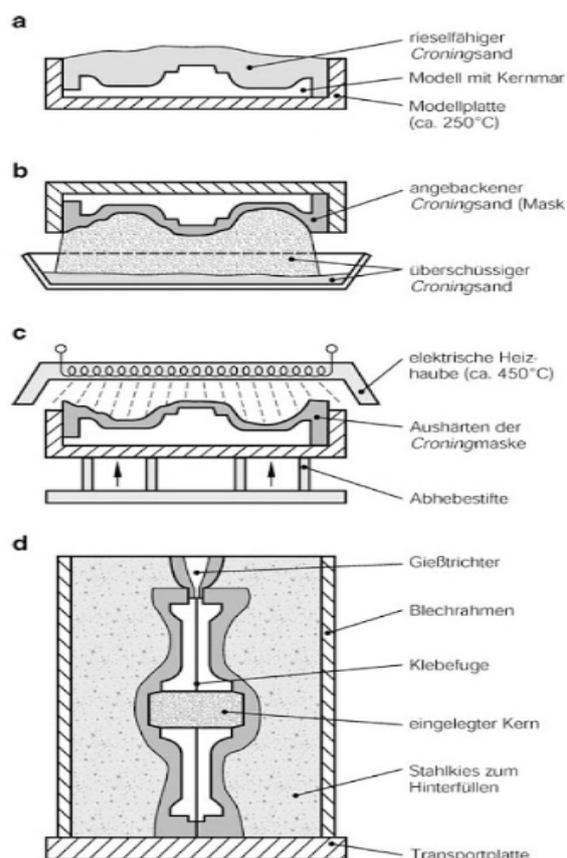


Abb.5 Maskenformverfahren: a Schütten und Aufbacken von Croningsand; b Wenden der Modellplatte; c Aushärten und Abheben; d Fertige Form zum Gießen^[3]

2.6.3 Formverfahren mit verlorenen Formen nach verlorenen Modellen

Aus der Römischen Kaiserzeit sind Kleinbronzen und Reiterstandbilder erhalten, die ohne Formteilung nach dem damals aus dem Orient bekannten Wachsausschmelzverfahren gegossen wurden.

Im Mittelalter wurden von den Glockengießern außer der Glockenschablone Wachsmo- dellplatten für Inschriften und Verzierungen verwendet. An den ältesten gusseisernen Geschützen und Steinbüchsen, die im 14. Jahrhundert aufkamen, wurden schwierige Formteile, wie Ösen, Ring und schmückende Verzierungen mit Schriften durch Wachs oder Tierfette, wie z.B. Talg ("Unschlitt"), ausgeformt.

Als Seriengießverfahren führte man ein Wachsausschmelzverfahren unter dem Namen Präzisionsguss zum Fertigen von chirurgischen Instrumenten aus Kolbaltlegierungen in New York ein (ab etwa 1930). Der Durchbruch gelang vor und während des Zweiten Weltkrieges, als Präzisionsgussteile ohne spannende Nacharbeit in Serien gefertigt wurden.

Die genormte Bezeichnung Feinguss wurde eingeführt, um von der durch mechanische Verfahren möglichen Präzision beim unzulässigen Vergleich mit spanenden oder spanlosen Bearbeitungsverfahren abzugrenzen.

2.6.4 Formverfahren mit Dauerformen

Die wichtigsten Dauerformverfahren (Druckguss und Kokillenguss) sind werkstoffspezifische Form- und Gießverfahren für wenige ausgewählte Legierungen in größeren Serien. Die Verfahren lassen sich zweckmäßiger mit den speziellen Gusswerkstoffen darstellen.^[3]

2.6.4.1 Druckgießverfahren

Man unterscheidet das Warm- und das Kaltkammerverfahren. Beim Warmkammerverfahren ist der Warmhalteofen mit der Gießkammer und dem Saugrohr Bestandteil der Druckgießmaschine. Nur wenige Zinklegierungen und Magnesiumlegierungen können außer Zinn- und Bleiwerkstoffen nach dem Warmkammerverfahren vergossen werden, denn einige Schmelzen jener Legierungen greifen die Eisenwerkstoffe der Pumpe und des Warmhalteofens an.

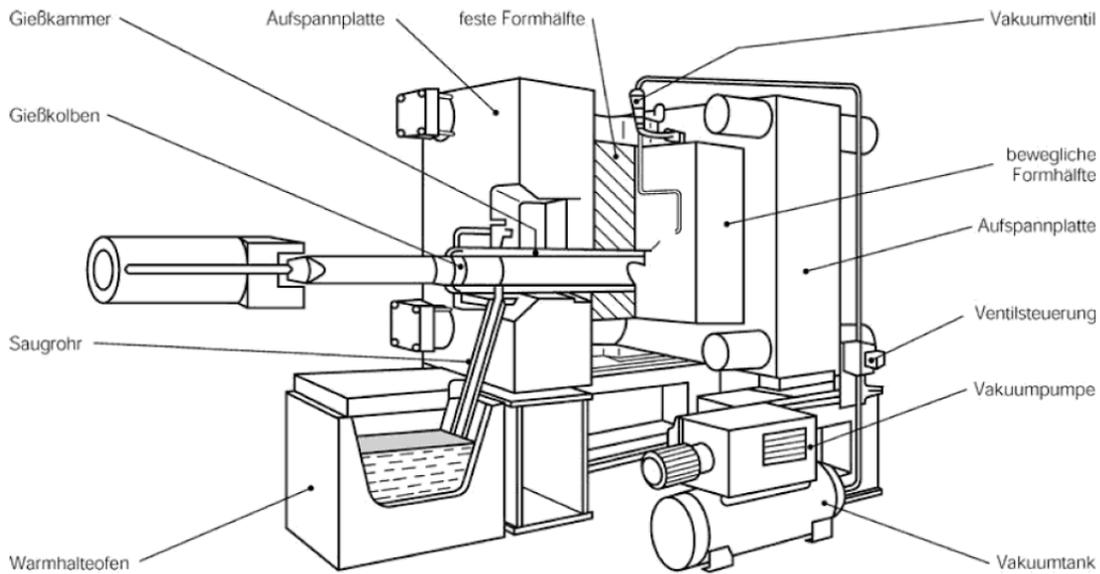


Abb.6 Warmkammergießmaschine Vacural (nach Ritter)^[3]

Nach dem Kaltkammerverfahren werden hauptsächlich Aluminium- und wenige Magnesiumlegierungen vergossen. Die Druckgießmaschine und der Warmhalteofen mit dem Schöpftiegel als Dosiergefäß sind stets getrennt, wie Abb.7 zeigt. Beim Druckgießen presst man die flüssige oder teigige Druckgusslegierung unter hohem Druck rasch in metallische Dauerformen. Der Arbeitsdruck wird durch einen unmittelbar wirkenden Kolben auf den Gusswerkstoff übertragen. Dabei werden auf die Schmelzen Drücke zwischen 70bar und 1000bar ausgeübt.^[3]

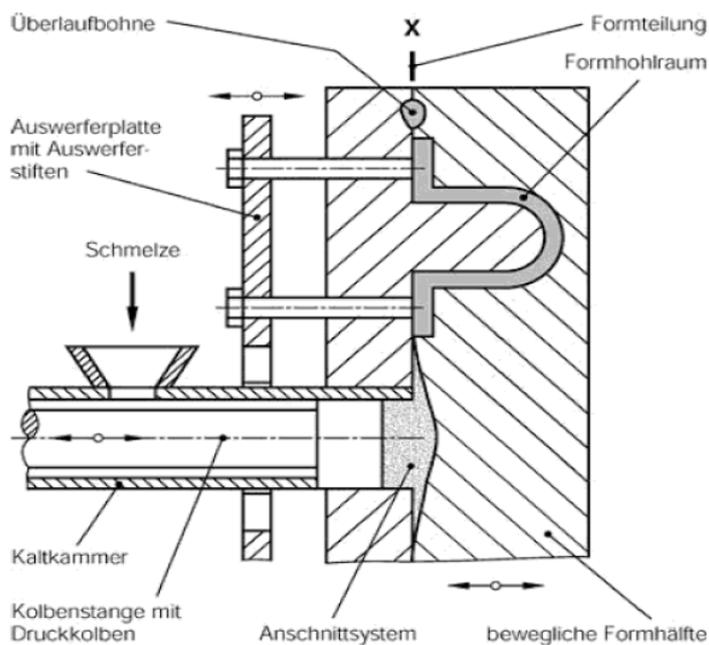


Abb.7 Waagerechte Kaltkammer-Druckgießmaschine, schematisch^[3]

2.6.4.2 Kokillengießverfahren

Beim Kokillenguss werden Schmelzen unter dem Einfluss der Schwerkraft oder geringer Drücke in Dauerformen steigend oder fallend vergossen. Die Dauerformen bestehen aus dem perlitischen lamellaren Gusseisen, dem Hämatit. Sie sollen mehr als 10.000 Abgüsse aushalten. Durch Cr- und Mo-Zusätze sowie niedrige P- und S-Gehalte werden Temperaturwechselbeständigkeit und Formstabilität erreicht. Nur für Verschleißteile der Dauerform werden an thermisch hoch beanspruchten Eingüssen oder Kernen warmfeste Stähle verwendet. Kokillenguss wird vergossen in

1. Vollkokillen,
2. Gemischtkokillen oder
3. Halbkokillen.

Alle Teile der Form bestehen bei Vollkokillen aus Gusseisen oder Stahl. Gemischtkokillen bieten die Möglichkeit, durch Sandkerne die Gestaltungsfreiheit zu vergrößern. Halbkokillen bilden eine Formhälfte an der Dauerform ab, die andere an einer Sandform, meist um Warmrisse zu vermeiden. Das Kokillengießen ist ein Seriegießverfahren. Seine Entwicklung führte zu

1. Höheren Stückmassen (<100kg),
2. Druckdichten Gussgefügen,
3. Glatten Oberflächen (Galvanik) und
4. Hohen Gießleistungen (Mechanisierung).

Das Füllen der Kokillen kann mittels Schwerkraftgießen, Niveauverschiebung der Schmelze wie in kommunizierenden Röhren oder durch geringen Gasdruck auf die Schmelze erfolgen.^[3]

2.6.4.3 Schleudergießverfahren

Beim Schleudergießen gießt man die Schmelze in eine um die Mittelachse drehende rohr- oder ringförmige Kokille. Der Gusswerkstoff wird als Folge der drehzahlabhängigen Zentrifugalkraft gegen die Kokillenwand gepresst und nimmt beim Erstarren außen deren innere Form an. Diese kann auch profiliert sein. Im Inneren bildet sich symmetrisch zur Drehachse ein Zylinderrischer Hohlkörper. Die Wanddicke des Hohlzylinders kann durch genaues Abmessen oder Abwiegen der Schmelze verkleinert oder vergrößert werden. Die Drehachse kann horizontal,

vertikal oder auch geneigt sein.^[3]

2.6.4.4 Stranggießverfahren

Wie schon bei den Kupferwerkstoffen erwähnt, wird ein erheblicher Anteil von ihnen als horizontaler Strangguss (GC) zu Halbzeugen mit Rund-, Sechs- und Vierkantquerschnitt vergossen. Daraus lassen sich dann preisgünstige Massendrehteile herstellen. Halbzeuge aus Stahl dienen meist als Vorprodukte für die Umformverfahren. Gießereitechnisch unterscheidet sich das Verfahren deutlich von der Formgussherstellung. Beim Stranggießen mit Durchlauf-Kokille wird die Schmelze einem ortsfesten Urformwerkzeug zugeführt. Je nach Arbeits- und Bauweise unterscheidet man dis- und kontinuierlich arbeitende vertikale und horizontale Stranggießanlagen.^[3]

Die Erstarrung der Schmelze beginnt bereits in der Kokille, Abb. 8 Nach dem Austritt wird der Strang als Voll- oder Hohlprofil bis zur vollständigen Erstarrung durch Wasserduschen gekühlt. Nach dem Ablängen werden die Abschnitte ähnlich wie gegossene Blöcke durch Umformen weiter verarbeitet.

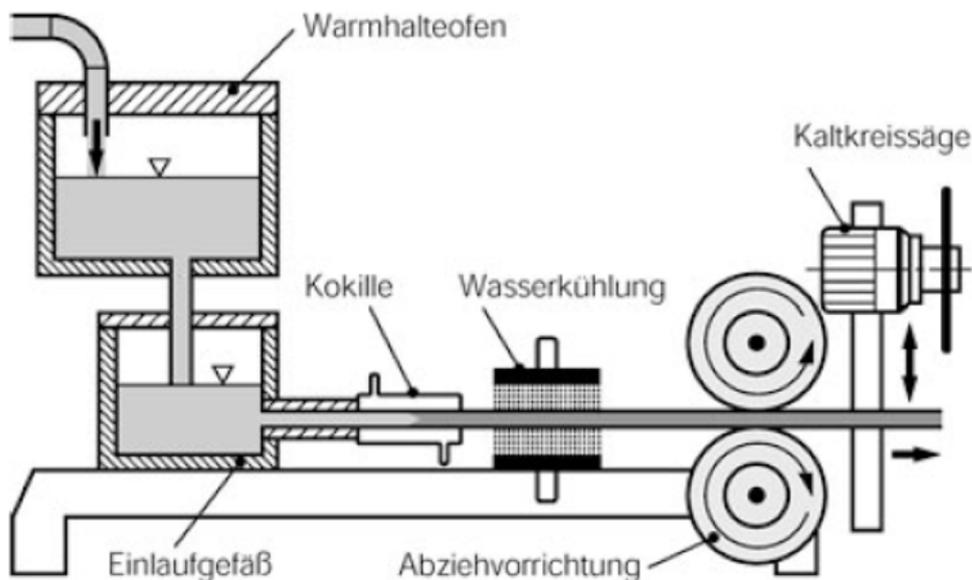


Abb.8: Prinzip einer horizontalen kontinuierlichen Stranggießanlage (nach Spur)^[3]

2.6.4.5 Thixogießverfahren

Ein noch neues Anwendungsgebiet ist das senkrechte Stranggießen mit elektromagnetisch gerührter Schmelze (sog. Rheogießen). Dabei wird z.B. bei Aluminiumlegierungen ein feinkörniges, globulitisches Stranggefüge als Voraussetzung für das Thixogießen erreicht. Bei diesem Verfahren wird der Werkstoff bei einer Temperatur verarbeitet, die zwischen der Liquidus- und der Solidustemperatur liegt, also innerhalb des Erstarrungsintervalls. Der Werkstoff wird somit im halbfesten Zustand verarbeitet. Diese Technik wird auch als "Semi-Solid Metal Casting" oder "Thixoforming" bezeichnet.^[3]

3. Lösungen für technischen Einrichtungen

Die Hauptgruppe Urformen wird als Fertigungsverfahren nach DIN 8580

Definiert: Urformen ist das Fertigen eines festen Körpers aus formlosem Stoff durch Schaffen des Zusammenhalts. Dabei lassen sich die Stoffeigenschaften des Werkstücks messtechnisch bestimmen.

Die meisten Werkstücke werden durch Gießen hergestellt. Die Gießverfahren stellen den kürzesten Weg von der Konstruktion bis zum fertigen Rohrteil dar.

Es gibt viele Arte und Hersteller des flexiblen Fertigungszentrum zur Realisierung des Maschinenformverfahrens für Metallussteile. Ich nenne die folgenden Maschinen als Beispiel.

3.1 Rüttel-Press-Formmaschine

Ich wähle einen Rüttel-Press-Formmaschine von der Firma **MGM** als Beispiel aus.



Abb. 9 Rüttel-Press-Formmaschine^[4]



Abb.10 Rüttel-Press-Formmaschine^[4]

Technische Daten Rüttel-Press-Formmaschinen

Typ	Formkasten- Innenmaß, mm	Leistung, Formenhälften/h	
Z145Jx	500 x 400 x 200	40 – 60	– C-Ständer, flache Preßplatte, pneumatisch
ZB1410	Min. 900 x 700 Max. 1400 x 900		– C-Ständer, flache Preßplatte – Steuerung mit SPS, halbautomatisch und manueller Betrieb
Z1410A	1000 x 800 x 350 1200 x 800 x 350	40	– für die Herstellung von Unterkasten- und Oberkasten-Form auf einer Maschine – für Gußstücke mit schwierigen Konturen – 2-Stationen-Drehtisch, 3-Säulen-Ausführung – Vorverdichtung durch Rütteln und Endverdichtung durch Rüttel-Pressen mit Vielstempelpresse – für den Einsatz in automatischen Formanlagen
SZD0806	800 x 630 x 300	35 – 40	– für Gußstücke mit schwierigen Konturen – Rüttel-Pressen mit Vielstempelpresse – Spannsystem Formkasten – Maschinentisch für höhere – Verdichtungswirkung des Rüttel-Pressens für den Einsatz in automatischen Formanlagen

Tabelle 3: Technische Daten von Rüttel-Press-Formmaschine^[4]

Das Verdichten des Formstoffs in den Kästen erfolgt gleichzeitig an verschiedenen Orten. Die glockenförmige Schwungscheibe ist kernlos mit Hängendem Ballen geformt. Zum maschinellen Verdichten des Formstoffs wird die Rüttel-Press-Abhebeformmaschine verwendet, Abb. 11 auf dem massiven Formmaschinentisch wird die Modellplatte für den Oberkasten von dem Spannrahmen gehalten. Mit elektrischen Heizplatten an der Unterseite werden die Modelle auf etwa 40 bis 70°C beheizt, damit man sie konturenscharf abheben kann.^[3]

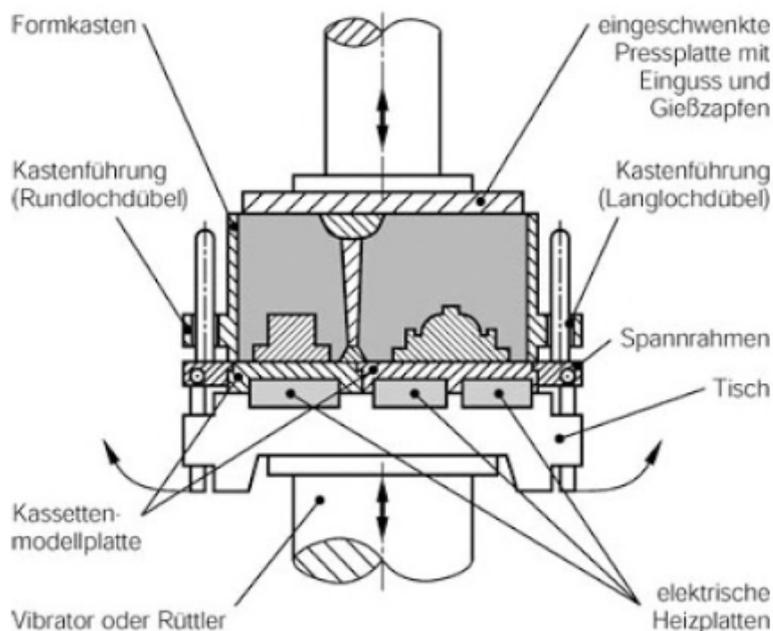


Abb. 11 Rüttel-Press-Formmaschine in Position Ende Verdichten des Formstoffs im Oberkasten^[3]

Seit mehr als 50 Jahren stellt SUZHU einzeln arbeitende Formmaschinen her und hat Tausende davon geliefert. Die Formmaschinen können zusammen mit einem mechanisierten oder automatisierten Formkasten- und Formentransport oder bei manuellem Transport oder Transport mittels Lasthebezeug arbeiten.

Die Maschinen sind mit Abhebestiften ausgestattet und können mit Umroll-Vorrichtung oder Abhebe-Rollenbahn ausgerüstet sein.^[4]

Für eine einfache Bedienung, bequeme und einfache Wartung bei guter Qualität der Sandformen produziert SUZHU weiterhin die klassischen Rüttel-Press-Formmaschinen. Sie verwenden Pufferfedern, um die Last auf das Fundament zu reduzieren.

3.2 Warmkammergießmaschine

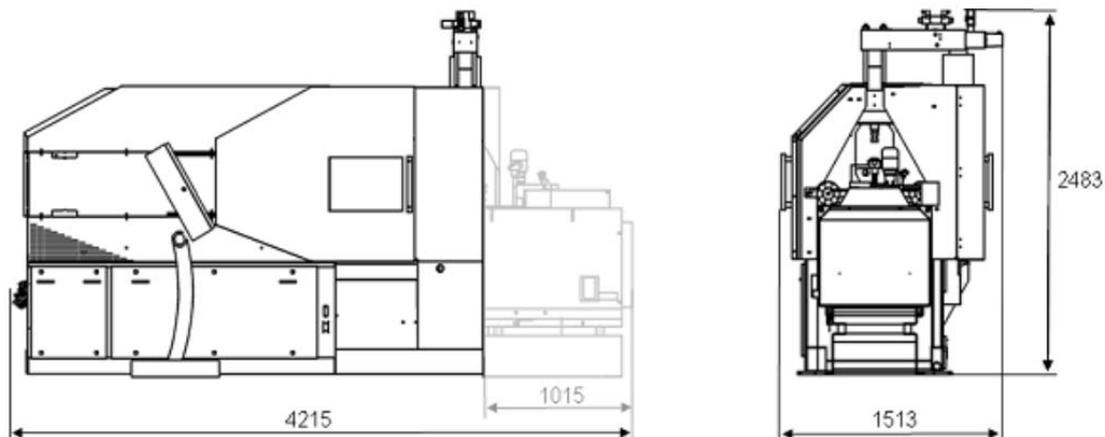
Die folgende Maschine ist eine Warmkammer-Druckgießmaschine für Zink von der Firma **Frech**. Das heißt Frech DAW 80 S DC Warmkammer-Druckgießmaschine.



Abb. 12 Warmkammergießmaschine von Frech^[5]

Der Vorsprung von Frech-Warmkammer-Druckgießmaschinen basiert auf jahrzehntelanger Entwicklungsarbeit.

Das Ziel unserer Forschungen ist Ihr Erfolg – deshalb legen wir besonderen Wert auf beispielhafte Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit. Durch umfangreiche Individualisierungsmöglichkeiten kann jede Maschine auf die spezifischen Wünsche jedes einzelnen Kunden zugeschnitten werden.^[5]



Maße mit Standard-Mehrkammerofen

Abb. 13 Maße von Warmkammergießmaschine W80 von Frech^[6]

Diese Maschine braucht jeder, weil sie sehr viele Anwendungen und Applikationen im Warmkammer-Druckguss abdeckt. Unsere meistverkaufte Maschine vereint modernste Technologie mit beispielloser Leistung und stellt somit den Benchmark im mittleren Größensektor dar.

Technische Daten W80

	W80
Auswerfer	
Auswerferhub in mm	70
Schließeinheit	
Zuhaltekraft in kN	900
Schließhub in mm	280
Formhöhe min. - max. in mm	160 - 400
Größe der Aufspannplatten in mm	540 x 540
Säulenabstand in mm	350 x 350
Gießaggregat	
Eingießposition in mm	0 / -60
Gießkolbendurchmesser in mm	50, 55, 60
Gießkraft max. in kN	78
Gießvolumen in cm ³	147, 191, 241
Spezifischer Gießdruck in daN/cm ²	396, 327, 275
Gewicht	
Leergewicht der Maschine in kg, max.	5100

Tabelle 4 Technische Daten von W80^[6]

3.3 Kokillengießmaschine

Die folgende Maschine ist die Kokillengießmaschine von der Firma **KUKA**



Abb.14 Kokillengießmaschinen von KUKA^[7]

Synchronisierter Füllvorgang der Kokillengießmaschine

Die Besonderheit: Die Eingießbewegung des Roboters ist hier **akkurat auf die Kippbewegung der Kokillengießmaschine abgestimmt**. So wird das Bauteil gleichmäßig von unten nach oben gegossen. Das sorgt für einen optimalen, exakten Füllvorgang.

Mit dem umfangreichen Produktprogramm an Robotern, Softwaretools, Entgratanlagen, Gießrundtischen, Gießmaschinen, Anlagen für die Vorbearbeitung und der erforderlichen Peripherie stehen **ganzheitliche Automationskonzepte für den Kokillenguss** im Vordergrund.^[7]

Die Kokillen-Kippgießmaschinen mit dem innovativen Antriebs-, Bedien- und Steuerungskonzept bieten Ihnen die erforderliche Basis für eine hohe Gussqualität. Die Softwarefunktion in KRC ROBOTstar synchronisiert die Eingießbewegung des Roboters mit der Kippbewegung der Gießmaschine. Dadurch stehen Ihnen die optimalen Voraussetzungen für den exakten Füllvorgang zur Verfügung.

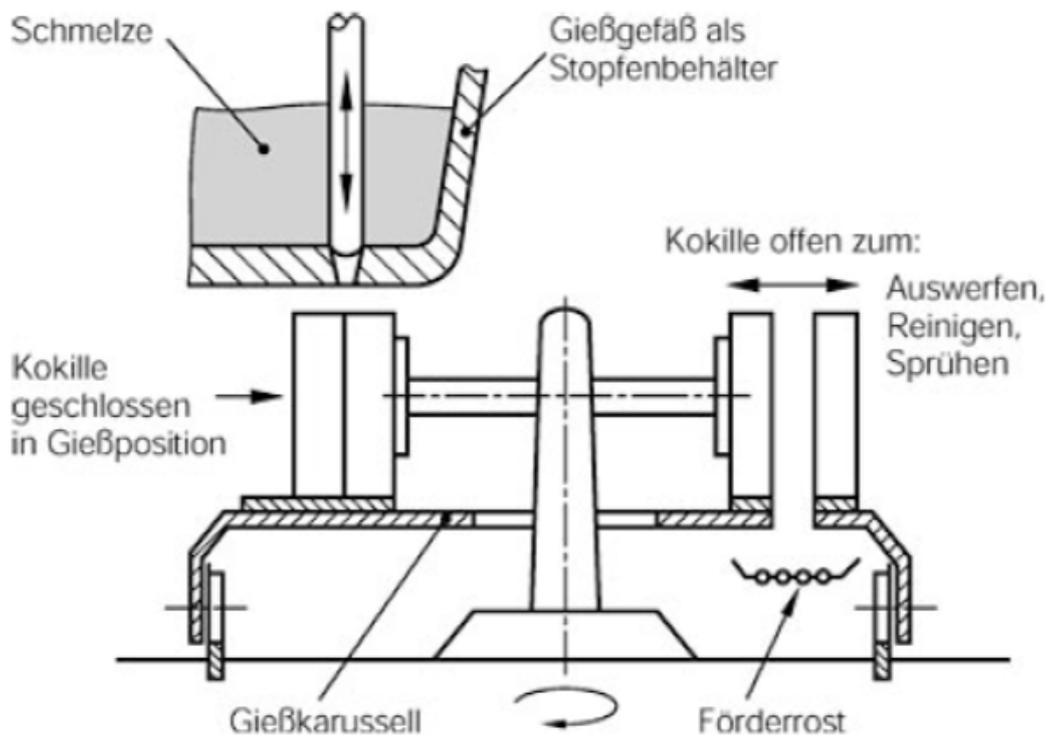


Abb.15 Mechanisiertes Schwerkraft Kokillengießen auf dem Karussell^[3]

4. Auslegung und Bewertung von Lösungsvarianten

4.1 Rüttel-Press-Formmaschine

Das wichtigste Verfahren für die Gussstückfertigung in mittleren Serien bis millionenfachstückzahlen nach verlorenen Formen ist die Kastenformerei. Die Modelle aus Holz, Kunststoff oder Metall sind grteilt und werden nach Möglichkeit zur Hälfte auf je einer Modellplatte für den Unterkasten und den Oberkasten fest verschraubt.

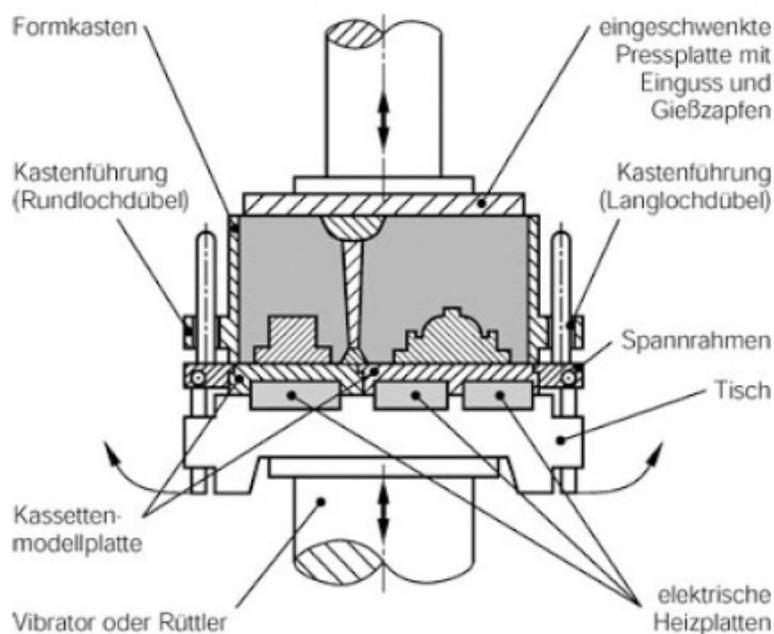


Abb.11: Rüttel-Press-Formmaschine in Position Ende Verdichten des Formstoffs im Oberkasten^[3]

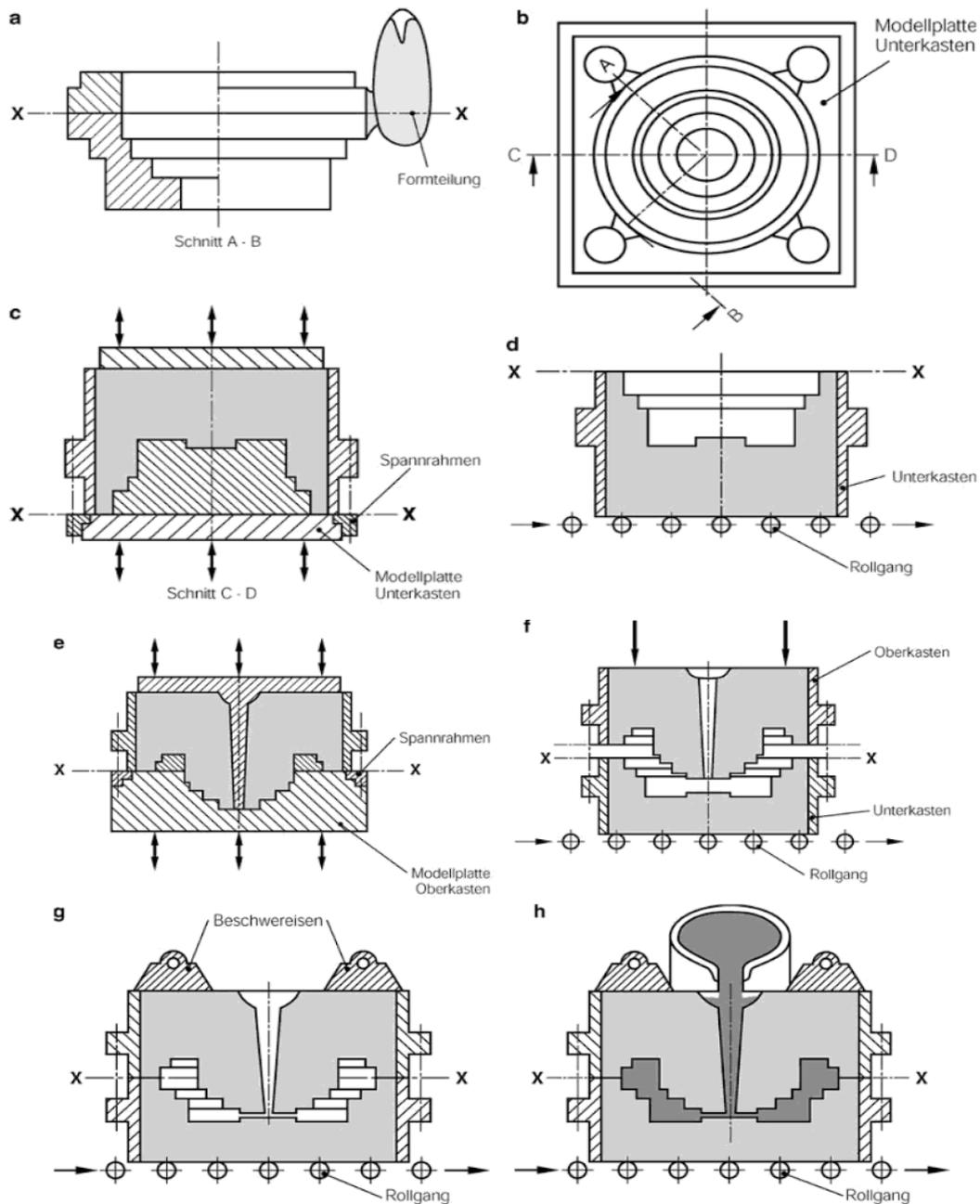


Abb. 16 Maschinenformen mit Kästen^[3]

Vorteile

1. Kostengünstig
2. Einfache Bearbeitungsvorgang
3. Kurze Produktionsperiode

Nachteile

1. hohe Rauigkeit, nicht so hohe Qualität
2. Nicht so einfache und sichere Bedienung

4.2 Warmkammergießmaschine

Beim Warmkammerverfahren ist der Warmhalteofen mit der Gießkammer und dem Saugrohr Bestandteil der Druckgießmaschine.

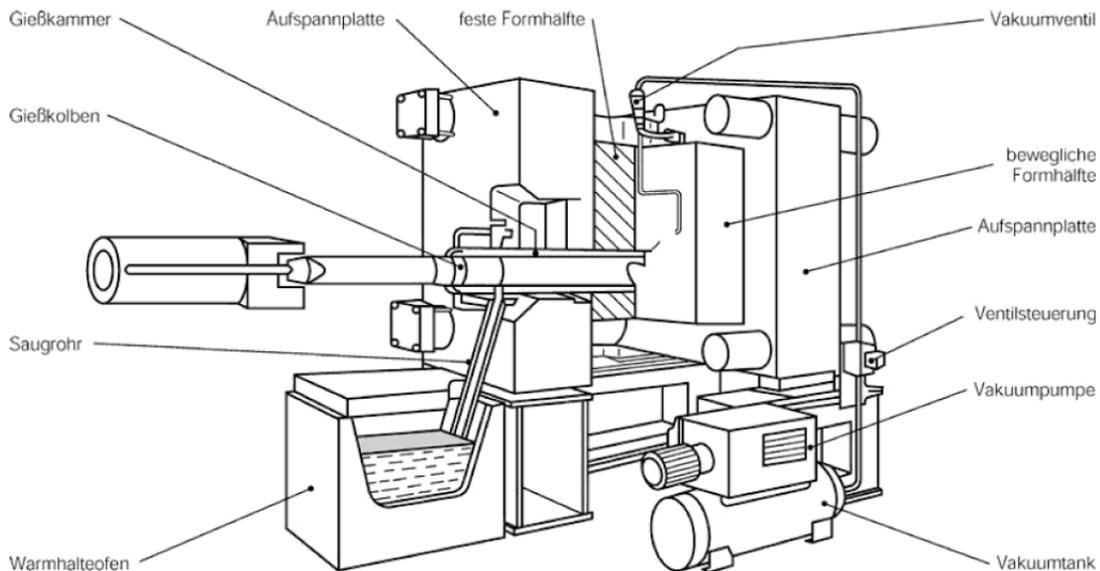


Abb.6: Warmkammergießmaschine Vacural (nach Ritter)^[3]



Abb.17: Warmkammergießmaschine von Frech^[5]

Von den teuren Dauerformen werden lange Haltbarkeit, hohe Maßgenauigkeit und Oberflächengüte verlangt. Aus diesem Grund werden sie aus niedrig- oder

hochlegierten dreidimensional durchgeschmiedeten Warmarbeitsstählen gefertigt, die folgende Vorteile besitzen sollen:

- Gut bearbeitbar,
- Anlassbeständig,
- Warmfest,
- Verschleißbeständig (Erosion),
- Nicht warmrissanfällig.

4.3 Kokillengießmaschine

Der Kokillenguss ist ein Gießverfahren, bei dem Schmelze über einen oben liegenden Einguss in eine metallische Dauerform – die sogenannte Kokille – eingegossen wird. Deren Hohlraum wird allein infolge der Schwerkraft ausgefüllt. Durch ihre hohe Wärmeleitfähigkeit sorgt die Form für eine beschleunigte Abkühlung der erstarrenden Schmelze. Das wiederum hat ein dichtes und feinkörniges Gefüge mit verbesserten mechanischen Eigenschaften zur Folge.^[7]



Abb.18: Kokillengießmaschinen von KUKA^[7]

Vorteile:

- geringerer Platzbedarf gegenüber Sandgussverfahren
- Vollmechanisierung mittels Robotereinsatz möglich
- glatte Oberflächen durch Formschlichtung
- stückabhängig hohe Gießleistung
- im Niederdruckgießverfahren porenarmer und dichter Guss
- geringe Wanddicken

4.4 Bewertungskriterien und Ergebnis

Durch die folgende Kriterien kann man die obengenannte Maschinenformverfahren bewerten.

Bewertungskriterien

Funktional

- Präzision
- Zuverlässigkeit
- Anwendungsbereich
- Produktqualität

Ergonomisch

- Arbeitssicherheit
- Bedienbarkeit

Betrieblich

- Anschaffungskosten
- Energieeffizienz
- Zeitkosten

	Rüttel-Press-Formmaschine	Warmkammergießmaschine	Kokillengießmaschine
Präzision	1	2	2
Zuverlässigkeit	2	2	1
Anwendungsbereich	1	2	1
Produktqualität	0	2	1
Arbeitssicherheit	1	2	1
Bedienbarkeit	0	2	1
Anschaffungskosten	2	0	1
Energieeffizienz	0	2	1
Zeitbedarf	0	2	1
Summe	7	16	10
Gewichtung[%]	43.75	100	62.5

0-normal, 1-gut, 2-Sehr gut

$$Gewichtung[\%] = \frac{\sum n}{\sum max} \times 100\%$$

Tabelle 5: Bewertung des Maschinenformverfahrens für Metallgussteile

Aus dieser Tabelle können wir erkennen, dass zur Maschinenformverfahren für Metallguss die Warmkammergießmaschine die beste Lösung ist.

5. Prozess und Begründung

Mit einer obengenannten Formmaschine beschreibe ich das Verfahren zur Warmkammergießmaschine.

Der rote Teil ist die Werkstück

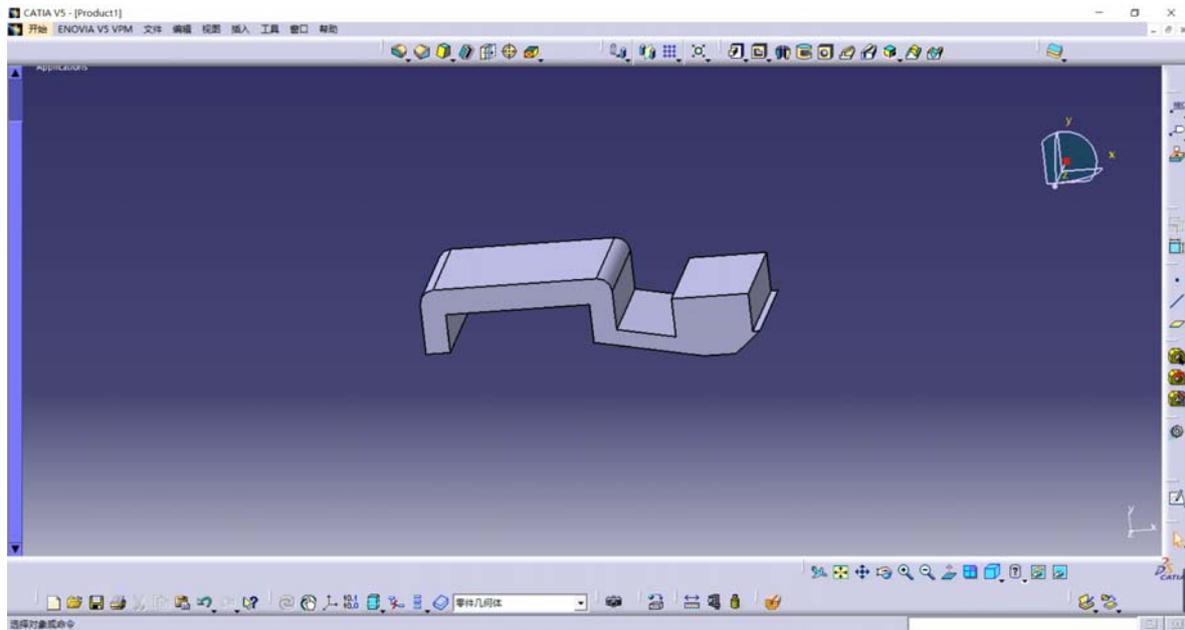


Abb.19:Die Zeichnung von Gusswerkstücke

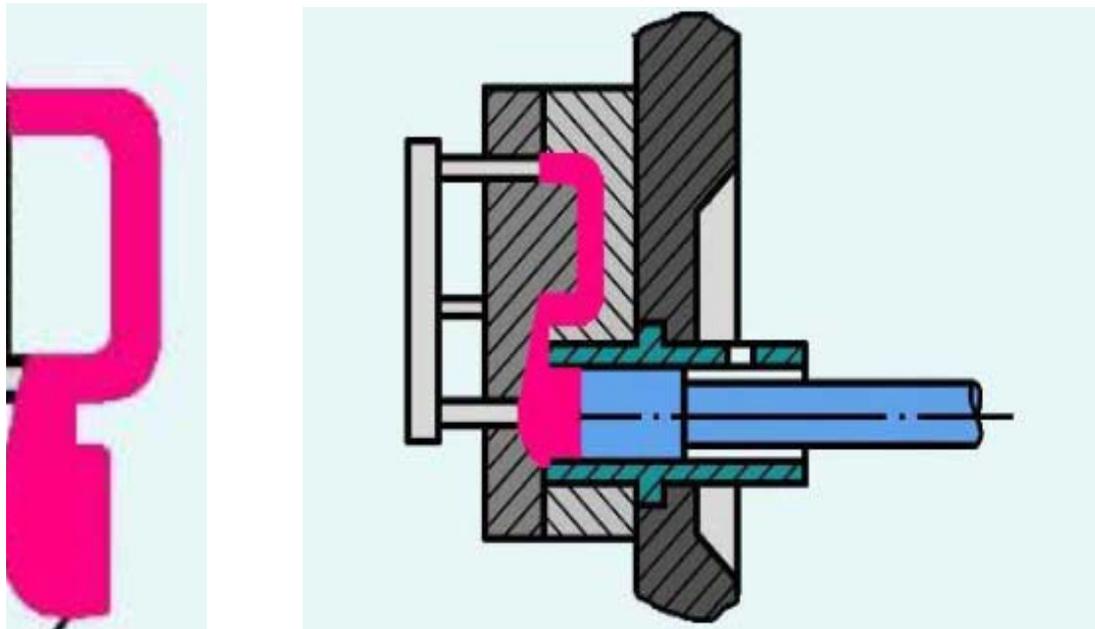


Abb.20: Die Schnittansicht von Gusswerkstücke

5.1 Vorbereitungen

Am Anfang der Bearbeitung mit einer CNC-Flachschleifmaschine werden die folgenden Vorbereitungen durchgeführt.

- Auswahl von Metalltypen
- Gießenszeit bestimmen
- Gießenstemperatur bestimmen



Abb.21 Schmelze von Metall^[8]

5.2 Bearbeitung

Druckgießmaschine werden mit in der Formteilung wirksamen Schließkräften zwischen 0.3MN und 15MN automatisch und programmgesteuert betrieben. Der Gießtakt läuft dabei wie folgt ab:

- Form schließen,
- Kerne einfahren,
- Entlüften oder Vakuum,
- Einschließen der Schmelze,
- Halten und Nachdrücken,
- Kerne ausfahren,
- Gussstück auswerfen.

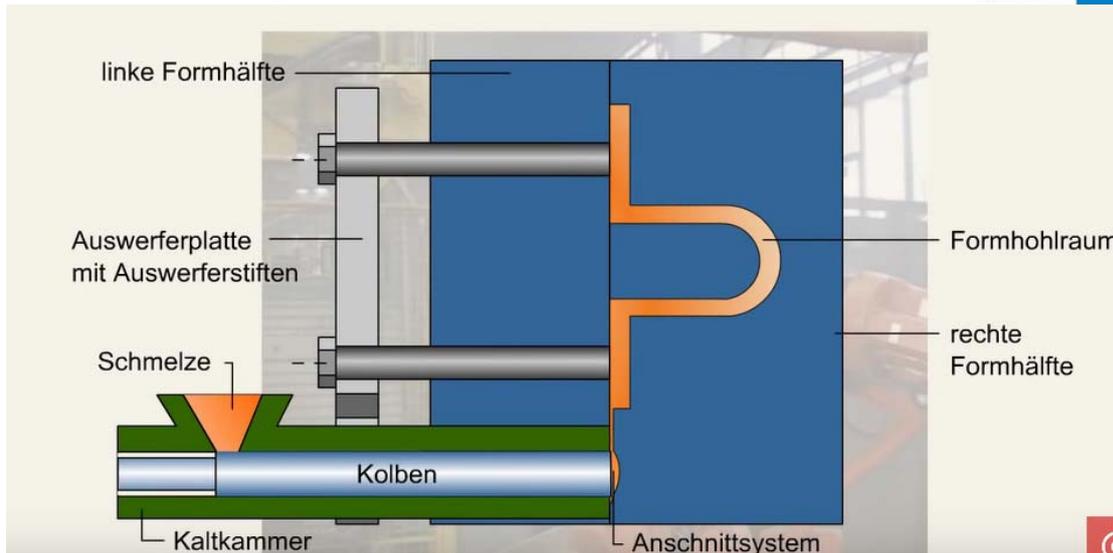


Abb.22: Prozess von KUKA Maschine^[7]

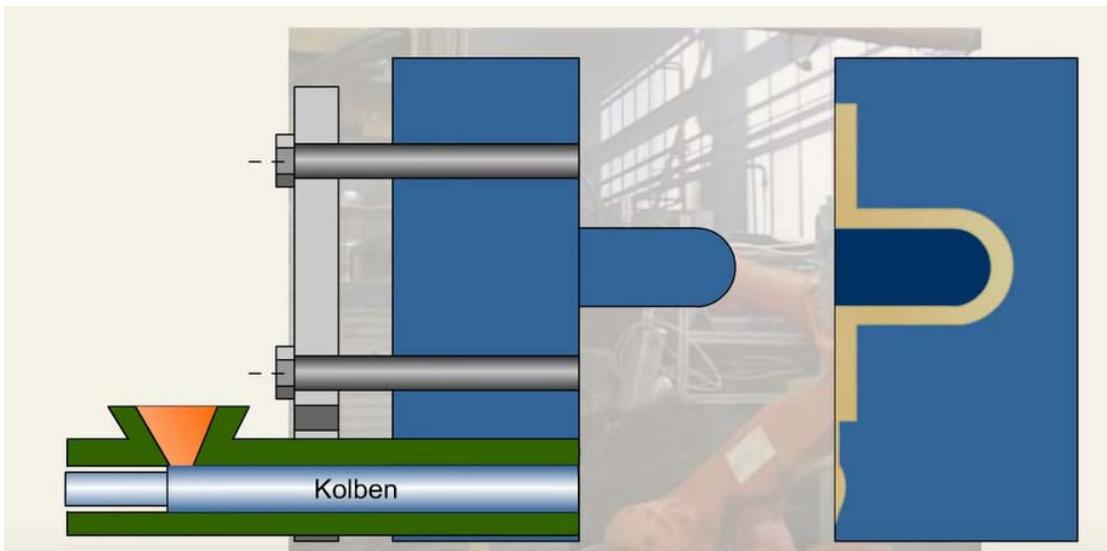


Abb.23: Prozess von KUKA Maschine^[7]

Die Druckgießmaschinen mit warmer Befüllkammer enthalten als Besonderheit unmittelbar in der Schmelze, die in einem Tiegel warmgehalten wird, eine Konstruktion, die den Ofen mit der Druckgießform verbindet, Gießbehälter genannt. Die Druckgussmaschine und der Warmhalteofen bilden eine Einheit. Die Gießeinheit (Gießbehälter) befindet sich auch in der Schmelze. Dadurch wird ein Vergießen von Werkstoffen auf Aluminium- oder Kupferbasis unmöglich, denn bei den höheren Temperaturen von mindestens 700 °C besteht eine Gefahr der Zerstörung der metallischen blanken Dauerformen durch die unkontrollierbare Diffusion.^[3]

Dieses Verfahren ist in der Industrie voll automatisierbar und dadurch entstehen schnelle Taktzeiten von drei bis vier Sekunden, abhängig von der Maschinengröße. Bei solchen Maschinen wird das flüssige Metall (Zink-, Zinn- und Magnesiumlegierungen) durch den sich aufwärts bewegenden Presskolben eingesaugt. Bei der abwärts gerichteten Bewegung wird die Einlassöffnung verschlossen und das flüssige Metall in die Druckgießform gedrückt. Die Druckgießmaschinen besitzen eine hohe Wärmeabfuhrgeschwindigkeit. Dadurch wird das Gefüge des Gussteils sehr feinkörnig und unmittelbar unter der Randschale der Teile sehr dicht. Infolge der hohen Einströmgeschwindigkeit des flüssigen Metalls kann die Luft aus dem Formhohlraum nicht schnell genug entweichen. Auf diese Weise findet man im Innenteil der Gusstücke oft Porositäten, also Lufteinschlüsse.^[3]

5.3 Begründung

Ich wähle eine Warmkammergießmaschine zur Maschinenformverfahren für Metallgussteile aus, weil:

- Von den teuren Dauerformen werden lange Haltbarkeit, hohe Maßgenauigkeit und Oberflächengüte verlangt. Aus diesem Grund werden sie aus niedrig- oder hochlegierten dreidimensional durchgeschmiedeten Warmarbeitsstählen gefertigt, die folgende Vorteile besitzen sollen:
- die folgende Vorteile besitzen sollen: Gut bearbeitbar, Anlassbeständig, Warmfest, Verschleißbeständig (Erosion), Nicht warmrissanfällig.
- Im Vergleich zur Rüttel-Press-Formmaschine und Kokillengießmaschine hat Warmkammergießmaschine höhere Präzision und Produktivität.
- CNC Universal-Flachschleifmaschine ist eine häufigstebenutzte Flachschleifmaschine in der Industrie, die automatisch und flexibel arbeiten.

6. Zusammenhang zwischen Schnittstellen

6.1 Transportsystem

Die Gesamtheit des Werkstücktransportes ist in Flexiblen Fertigungssystemen durch ein integriertes Transportsystem vorzunehmen, das sowohl eine technische als auch eine informationsorientierte Schnittstelle zum innerbetrieblichen Gesamtprozess sowie zur jeweiligen Leiteinheit des FFS besitzt. Da die werkstückseitige Verkettung der Bearbeitungsstationen das wesentliche Kennzeichen eines FFS darstellt, kommen dem Transportsystem die Aufgaben:

- Erkennen
- Handhaben
- Transportieren

der Werkstücke mit oder ohne Spannvorrichtungen zu.^[1]

Automatische Ver- und Entsorgungseinrichtungen tragen aufgrund ihrer Vorteile wesentlich zur Komplettbearbeitung der Teile innerhalb eines FFS bei. Ein wesentliches Element des Transportsystems stellt das Transportmittel dar. Für prismatische (kubische) Werkstücke werden in FFS vorrangig Paletten verwendet. Als technische Ausführungen dieses Transportmittels kommen

- einfache Transportunterlagen
- Transportpaletten
- Wechselpaletten und
- System-Paletten mit Standardabmessungen nach DIN: Euro-Palettenmaß 800 mm * 1200 mm zur Anwendung.^[1]

Gemäß den vorangegangenen Ausführungen wird der Materialfluss wie folgt definiert:

Materialfluss ist die Zusammenfassung aller Lager-, Speicher- und Bewegungsvorgänge beim Ver- und Entsorgen von Lagern Puffern und Arbeitsstationen. Diese Prozesse betreffen Rohstoffe, Werkstück, Werkzeuge, Betriebsmittel und Abfallstoffe.^[1]

6.1.1 Transportmittel für Rohteile

Die Rohteile werden durch die Roboterarme transportiert, die Flachsleifmaschine hat eine automatische Ladeluke und Entladeeinrichtung zur Beschickung. Abbildung 26 zeigt den Roboterarm.



Abb.24 Roboterarm^[9]

6.1.2 Transportmittel für Fertigteile

In der FFS gibt es 2 Transportbandarten: Rollenband und Förderband.

Um ebene Fläche an Teilen zu transportieren, können Rollenband und Förderband eingesetzt werden.



Abb.27: Rollenband^[13]



Abb.28: Förderband^[14]

6.2 Formhälfte

Die Formhaltbarkeit, d.h. die Wirtschaftlichkeit des Druckgießens ist demnach in erster Linie von der Wärmemenge abhängig, die die Form abzuführen hat. Die Einflüsse der Strömungsmechanik durch den Formenaufbau stehen erst an zweiter Stelle.

Für die werkstoffgerechte Konstruktion von Druckgussteilen aus Zinklegierungen sind die ausgezeichnete Gießbarkeit und der niedrige Schmelzpunkt $< 419^{\circ}\text{C}$ bestimmend.



Abb.27: Formhälfte^[12]

Für Druckgussteile wird im VDG-Merkblatt P680 der Begriff der einhaltbaren Tolerranzen definiert. Tabelle ist ein Auszug dieser Richtlinie für Zinkdruckguss. Vier Bereichen von Raumdiagonalen sind 16 Nennmaßbereiche zugeordnet.

Für jede mögliche Kombination werden die Toleranzgruppen “a” und “b” unterschieden:^[3]

- a für formgebundene Maße in einer Formhälfte,
- b für nicht formgebundene Maße, Formteilung überschreitend.

Bereich der Raumdiagonalen mm	Toleranzgruppe	Nennmaß in mm															
		bis 6	über 6 bis 10	über 10 bis 18	über 18 bis 30	über 30 bis 50	über 50 bis 80	über 80 bis 120	über 120 bis 180	über 180 bis 250	über 250 bis 315	über 315 bis 400	über 400 bis 500	über 500 bis 630	über 630 bis 800	über 800 bis 1000	
bis 50	a b	50 120	60 150	70 180	85 210	100 250											
50 bis 180	a b	60 150	75 180	90 215	105 260	125 310	150 370	175 435	200 500								
180 bis 500	a b	75 180	90 220	110 270	130 330	160 390	190 460	220 540	250 630	290 720	320 810	360 890	400 970				
über 500	a b	90 240	110 290	135 350	165 420	195 400	230 600	270 700	315 800	360 925	405 1050	445 1150	485 1250	550 1400	625 1600	700 1800	

Tabelle 6: Auszug aus dem VDG-Merkblatt P 680^[3]

6.3 Steuerung

Bei Werkzeugmaschinen sind Raumkoordinaten und Maschinenkoordinaten identisch (x-Koordinate des Werkzeugs hängt ausschließlich von der Stellung der Planvorschubachse ab, z-Koordinate ausschließlich von der der Längsvorschubachse). Dagegen hängt bei einem Knickarmroboter jede Raumachse des Werkzeugmittelpunktes von mehreren Maschinenachsen ab (im Extremfall von allen). Die Koordinatentransformation stellt deshalb hohe Anforderungen an die Rechenleistung der Steuerung (z.B. wenn der Roboter mit großer Geschwindigkeit fahren soll).^[1]

Im Fokus stehen die intuitive Bedienung und ein Höchstmass an Arbeits- und Produktionssicherheit. Die frei programmierbare Software erlaubt es, die Steuerung werkstückspezifisch und den Kundenanforderungen gemäss zu konfigurieren. Ein mobiles Handbediengerät mit Visualisierungen aller relevanten Funktionen am LCD-Monitor vereinfacht und beschleunigt das präzise Einrichten der Maschine direkt am Werkstück. Über die Steuerung SIEMENS Sinumerik 840D solution line (Abb.30) ist der automatisierte Betrieb der Schleifzentren mit genauer Ansteuerung der einzelnen Achsen gesichert.^[13]



Abb.30: Steuerung SIEMENS Sinumerik 840D^[13]

6.4 Kühl- und Reinigungsanlage

Die Kühl- und Reinigungsanlagen sind die notwendigen Anlagen in der Flachsleifmaschine. Weil im Flachsleifmaschine viele Wärme und viele feine Späne durch Schleifen entstehen, müssen Werkstück und Schleifscheibe durch Kühlschmiermittel und Filter gekühlt und gereinigt werden. Abbildung 31 zeigt den Aufbau der Kühl- und Reinigungsanlage.

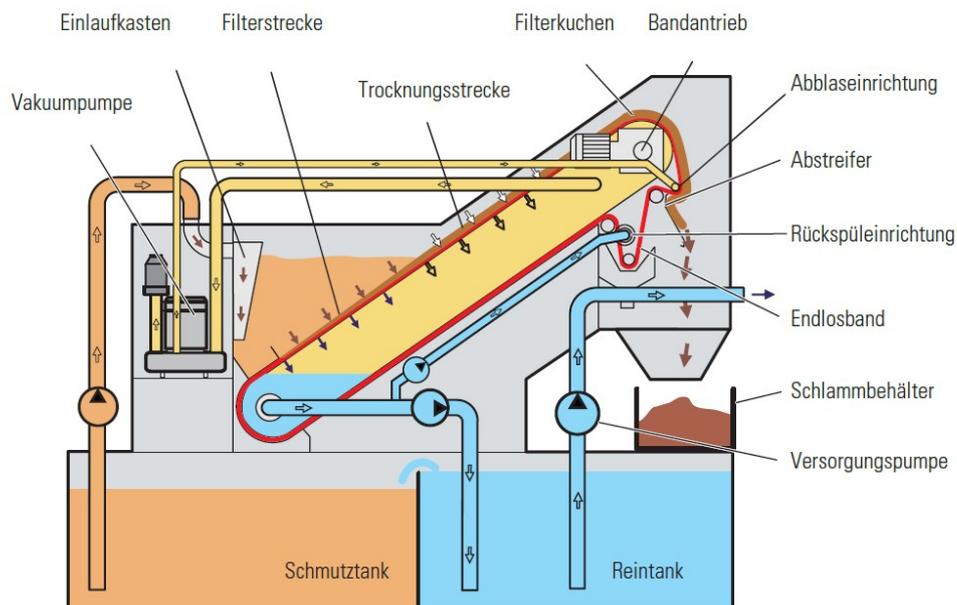


Abb.31: Kühl- und Reinigungsanlage^[13]

Arten der Kühlschmiermittel:

- Nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe
 - unlegierte und legierte Öle
- Wassermischbare und wassergemischte Kühlschmierstoffe
 - Wassermischbare Konzentrat

– Anwendungsfertige Emulsionen

Aufgaben des Kühlschmiermittels

- Kühlung der Werkstückoberfläche
- Verringerung der Reibung durch Schmieren
- Verminderung des Verschleißes von Werkzeug
- Verminderung des Erwärmens von Werkstück und des Energiebedarfs
- Korrosionsschutz für Maschine und Werkstück

7. Zusammenfassung

Nach dem Fertigungsverfahren Gießen werden aus Metallen und Legierungen Gussstücke erzeugt. Durch Gießen lassen sich metallische Werkstücke dann besonders wirtschaftlich fertigen.

Verschiedene Maschinenformverfahren für Metallgussteile haben unterschiedliche Prozess. Ich habe 3 Beispiele genommen.

- Rüttel-Press-Formmaschine
- Warmkammergießmaschine
- Kokillengießmaschine

Warmkammergießmaschine und Kokillengießmaschine sind am häufigsten.

Der Eisenguss hat viele Eigenschaften. Von den Eisengusswerkstoffen sind besonders die hochkohlenstoffhaltigen Legierungen ausgezeichnet gießbar. Das Material hat im eutektischen Bereich mit etwa 1150 °C einen deutlich geringeren Schmelzpunkt als Stahl, es lässt sich aber wegen des hohen Kohlenstoffgehalts nicht schmieden da dieser zu einer hohen Härte und Sprödigkeit führt und einer geringen Plastizität. Gusseisenteile mit unverletzter Gushaut sind besser korrosionsbeständig als Stahl, durch Zulegieren von Silizium, Chrom und Nickel kann die Korrosionsbeständigkeit noch erhöht werden.

Die Verwendung von Gussstücken nutzt das Werkstoffvolumen besser aus und senkt den Energieaufwand erheblich. Durch gießen können Werkstücken in ihre endgültige Form gebracht und verlustarm hergestellt werden. Das bedeutet: Rohteile unter Reduzierung der Anzahl notwendiger Fertigungsschritte nur an Funktionsflächen so wenig wie möglich spanlos oder spanend fertig bearbeiten. Immer mehr bessere Gießmaschinen werden durch die Entwicklung der Technik in der Industrie angewendet.

Selbständigkeitserklärung **zur** **Bachelorarbeit**

Hier versichere ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbständig verfasst und nur die angegebenen Literatur und Hilfsmittel benutzt habe.

Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Merseburg, Den 20.10.2017

Feng Baiming

Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Elemente und Grundaufbau eines FFS(BOSCH Industrieausrüstung, Anwender BOSCH Stuttgart) [1].....	8
Abb.2: Elemente eines FFS und deren Wechselwirkungen [1].....	9
Abb.3: Struktur eines flexiblen Fertigungssystem [1].....	9
Abb.4: Werkzeugmaschine als technisches System [2].....	10
Abb.5: Maskenformverfahren [3].....	11
Abb.6: Warmkammergießmaschine Vacural (nach Ritter) [3].....	15
Abb.7: Waagerechte Kaltkammer-Druckgießmaschine, schematisch [3]	17
Abb.8: Prinzip einer horizontalen kontinuierlichen Stranggießanlage (nach Spur) [3].....	18
Abb.9: Rüttel-Press-Formmaschine [4].....	19
Abb.10: Rüttel-Press-Formmaschine [4].....	19
Abb.11: Rüttel-Press-Formmaschine in Position Ende Verdichten des Formstoffs im Oberkasten [3].....	21

Abb.12: Warmkammergießmaschine von Frech ^[5]	22
Abb.13: Maße von Warmkammergießmaschine W80 von Frech ^[6]	23
Abb.14: Kokillengießmaschinen von KUKA ^[7]	24
Abb.15: Mechanisiertes Schwerkraft Kokillengießen auf dem Karusse ^[3]	25
Abb.16: Maschinenformen mit Kästen ^[10]	26
Abb.17: Warmkammergießmaschine von Frech ^[5]	28
Abb.18: Kokillengießmaschinen von KUKA ^[7]	28
Abb.19: Die Zeichnung von Gusswerkstücke.....	36
Abb.20: Die Schnittansicht von Gusswerkstücke.....	37
Abb.21: Schmelze von Metall ^[8]	38
Abb.22: Prozess von KUKA Maschine ^[7]	39
Abb.23: Prozess von KUKA Maschine ^[7]	39
Abb.24 Roboterarm ^[9]	42
Abb.25: Rollenband ^[10]	43

Abb.26: Förderband ^[11]	43
Abb.27: Formhälfte ^[12]	44
Abb.28: Steuerung SIEMENS Sinumerik 840D ^[13]	45
Abb.31: Kühl- und Reinigungsanlage ^[13]	46

Tabellerverzeichnis

Tabelle 1: Verfahren zur Form- und Kernherstellung, geordnet und ausgewählt nach der Bindung des Formstoffsystems im formbaren Zustand^[3] ..20

Tabelle 2: Die wichtigen Form- und Gießverfahren für verlorene Form mit Dauermodellen und verlorenen Modellen, abgegrenzt gegenüber den Dauerformverfahren^[3].....24

Tabelle 3: Technische Daten von Rüttel-Press-Formmaschine ^[4].....

Tabelle 4: Technische Daten von W80^[6].....

Tabelle 5: Bewertung des Maschinenformverfahrens für Metallgussteile...

Tabelle 6: Auszug aus dem VDG-Merkblatt P 680^[3].....

Quelle

[1]Arbeitsblätter zur Lehrveranstaltung: Fertigungssysteme;

Prof.Dr.-Ing R.Kademann

[2]Taschenbuch der Werkzeugmaschinen 2. Aufgabe; Klaus-Jörg Conrad (Hrsg.); Hanser

[3] Fertigungstechnik 11. Auflage, A. Herbert Fritz und Günter Schulze Hrsg.

[4]<http://www.mgm-foundry.de/de/produkte/formerei/ruettel-press-formmaschinen/>

[5]<http://www.fiss-machines.de/frech-daw-80-s-dc-warmkammer-druckgiessmaschine-gebraucht-wk1341?c=2154>

[6] <http://www.frech.com/w80.html>

[7]<https://www.kuka.com/de-de/produkte-leistungen/fertigungsmaschinen/giessereiprodukte/kokillengiessmaschine>

[8] <http://www.baidu.com/>

[9]<http://www.fabricatingandmetalworking.com/2012/11/thermal-spray-laser-cladding-and-integration/2/>

[10] <http://www.kbh-maschinenbau.de/transportband-friktionsrollenband.htm>

[11]<http://www.bertram-hannover.de/foerderbaender/foerderband-konfiguration/>

[12]<http://www.directindustry.de/prod/guenther-heisskanaltechnik/product-20464-1441233.html>

[13] <https://www.maegerle.com/de/produkte/mfp-flach-und-profil/mfp.html>