

Hochschule Merseburg

Fakultät für Ingenieur- und Naturwissenschaften



Bachelorarbeit

Im Studiengang Mechatronik, Industrie-u. Physiktechnik

Thema: Erstellung eines Konzeptes für ein Druckguss-Zentrum zur Herstellung von Magnesiumgussteilen.

Betreuer:

Prof. Dr. -Ing. Rolf Kademann; Hochschule Merseburg, Fachbereich INW

Dipl. -Ing. (FH) Thomas Kirchhofer; Hochschule Merseburg, Fachbereich INW

Verfasser: Ren Yuxuan

E-Mail: renyuxuan8888@gmail.com

Anschrift: Mainweg 10, 06217 Merseburg

Matrikelnummer: 21005

Abgabetermin:

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Grundlage	5
2.1	Fertigungssystem	5
2.2	Einsatzcharakteristika für FFS	5
2.3	Aufbau und Planung des FFS	8
2.4	Einteilung der Fertigungsverfahren	9
2.5	Werkzeugmaschinen.....	9
2.6	Druckguss	10
2.6.1	Druckgussverfahren.....	13
2.6.2	Die Eigenschaft des Magnesiums	19
3.	Lösungen für technischen Einrichtungen.....	20
3.1	Die Vakuum-Kaltkammer-Druckmaschine	21
3.2	Die Warmkammer-Druckmaschine	22
3.3	Die Thixomoldingmaschine der Magnesiumlegierungen.....	24
4.	Auslegung und Bewertung von Lösungsvarianten	26
4.1	Die Vakuum-Kaltkammer-Druckmaschine	26
4.2	Die Warmkammer-Druckmaschine	27
4.3	Die Thixomoldingmaschine der Magnesiumlegierungen.....	29
4.4	Bewertungskriterien und Ergebnis	30
5.	Prozess und Begründung	32
5.1	Vorbereitungen.....	33
5.1.1	Auswahl	33
5.1.2	Magnesium-Vorwärmanlage	34
5.1.3	Mg-Einkammer-Ofen.....	35
5.1.4	Form-Temperaturgerät-Öl	35
5.1.5	Vorbereitung.....	36
5.2	Herstellung mit Warmkammer-Druckgießmaschine	36
5.3	Die Schleif der Gussteilen	39
5.4	Begründung der Auswahl	40
6.	Zusammenhang zwischen Schnittstellen.....	41
6.1	Transportsystem	41
6.2	Transport des Rohteiles	44
6.2.1	Transportmittel für Fertigteile	45
6.3	Struktur	47

7. Zusammenfassung	49
8. Selbständigkeitserklärung zur Bachelorarbeit	51
9. Literaturverzeichnis	52
10. Abbildungsverzeichnis	53
11. Tabellerverzeichnis	55

1. Einleitung

Aufgabenstellung:

Zunehmend gewinnt die Automatisierung in mannigfaltiger Form in der Produktionstechnik an Bedeutung, so dass es bei der 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 dazustellen sowie dazugehörige maschinenbautechnische und organisatorische Besonderheiten aufzuzeigen und deren Einbindung in den Prozessablauf zu analysieren.

Lösung der Aufgabenstellung:

Analyse des gegenwärtigen Standes der Fertigungssystemauslegung in der Ziehschleif-Bearbeitung unter Berücksichtigung der Verfahrensvarianten.

Dokumentation der vorhandenen Lösungsvarianten für die o. g. technischen Einrichtungen in derartigen Prozessen.

Auslegung und Bewertung von allgemeinen Lösungsvarianten für das Koppeln der genannten Fertigungsverfahren.

Beschreibung einer möglichen Lösung an einem selbst gewählten Beispielteil (mit Begründung).

Darstellung des Zusammenhangs zwischen den maschinenbaulichen und organisatorischen Schnittstellen Materialfluss (Rohteil, Fertigteil, Werkzeuge), Transport und Handhabung sowie Ver- und Entsorgung der einzelnen Elemente für die Vorzugsvariante.

2. Grundlage

2.1 Fertigungssystem

Ein flexibles Fertigungssystem ist ein Produktionssystem, das eine Menge von ersetzenden und/oder ergänzende numerisch gesteuerte Maschinen enthält. Die Maschinen werden durch ein automatisiertes Transportsystem mit einander verbunden.

Im Gegensatz zu konventionellen Fertigungseinrichtung stellt die Planung und Inbetriebnahme eines Flexiblen Fertigungssystem(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 wichtigen charakteristischen Kennzeichen flexibler Maschinenkonzepte

sind dabei bezüglich der Automatisierung.

- Die **Prozessdurchführung**
- Der **Werkstückwechsel**
- Der **Werkstücktransport**
- Der **Werkzeugwechsel**
- Die **Prozessüberwachung**

Zu beachtende Kenngrößen im Hinblick auf die Bearbeitung sind

- Ein **wahlfreier Materialfluss**
- Die **Simultanbearbeitung**
- Sich **ersetzende/ergänzende Stationen**
- Eine **Mehrverfahrende Bearbeitung**

Die mittels einer übergeordneten Steuerung realisiert werden

Somit gilt:

Flexible Fertigungssystem (FFS) stellen Mehrmaschinensysteme mit übergeordneter Steuerung inForm 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 Werkstück ver- und -entsorgung erfolgen automatisch.

Alle diese prozessorientierten Vorgänge innerhalb des FFS werden durch den Leitreehner gesteuert und koordiniert.

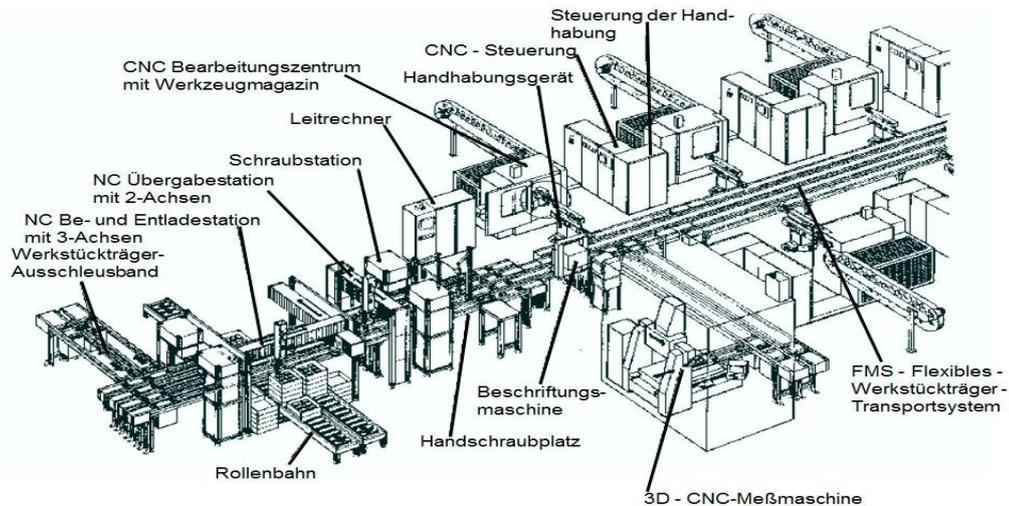


Abb. 1: Elemente und Grundaufbau eines FFS (BOSCH Industrieausrüstung, Anwender BOSCH Stuttgart)(1)

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. Die automatische Umspannen in die zweite Spannlage 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, so dass FFS als komplexe Einheit geplant werden muss. {1}



Abb. 2: Elemente eines FFS und deren Wechselwirkungen(1)

Das Grundschema eines derartigen Fertigungskonzeptes ist Abbildung 3 zu entnehmen.

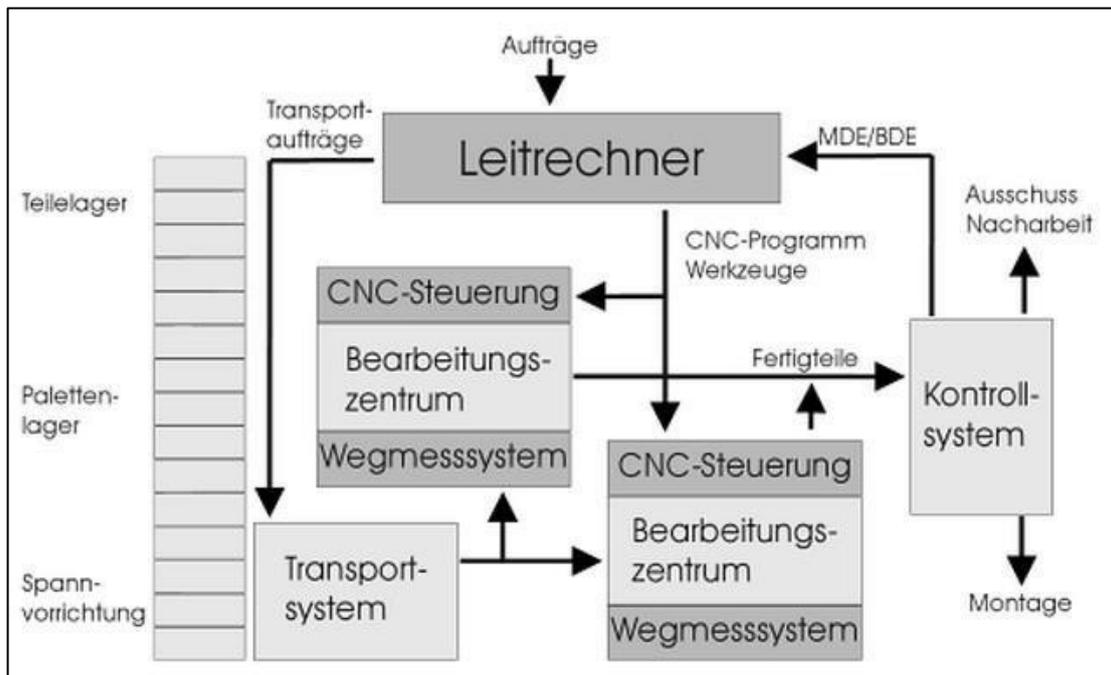


Abb. 3: Struktur eines flexiblen Fertigungssystems(1)

2.4 Einteilung der Fertigungsverfahren

Die Fertigungsverfahren werden in sechs Hauptgruppen unterteilt. Das Kriterium zur Einteilung der Fertigungsverfahren ist der Zusammenhalt einzelner benachbarter Materialteilchen. {1}

Fertigungsverfahren					
Zusammenhalt-schaffen	Zusammenhalt beibehalten	Zusammenhalt Vermindern	Zusammenhalt vermehren		
Urformen	Urformen	Trennen	Fügen	Besichtigen	Stoffeigenschaft ändern

Tabelle1: Einteilung der Fertigungsverfahren

2.5 Werkzeugmaschinen

Werkzeugmaschinen sind Mittel zum Zweck in der Produktion und realisieren damit die Kernprozesse der Fertigung. Die sich daraus ergebenden Herausforderungen für die Entwickler und Anwender von Werkzeugmaschinen sind Anlass, sich ständig mit neuesten Techniken auseinander zu setzen. {1}

Werkzeugmaschinen können auch als technische Systeme definiert werden, die aus Rohteilen durch Anwendung der Fertigungsverfahren Fertigteile herstellen. Wie bei allen technischen Systemen werden die drei Grundgrößen Energie, Material und Information im System gewandelt. (2)

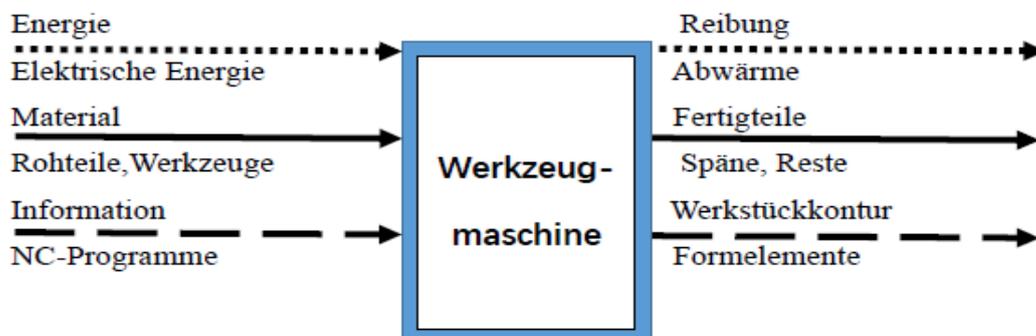


Abb. 4: Werkzeugmaschinen als technisches System(2)

Werkzeugmaschinen werden nach dem Fertigungsverfahren und dem Automatisierungsgrad bezeichnet.

Einzelmaschinen, die nur ein Fertigungsverfahren ausführen enthalten dieses in der Bezeichnung, z.B. Bohrmaschinen, Fräsmaschinen, Drehmaschinen. {2}

2.6 Druckguss

Nach DIN 8580 wird Urformen aus dem flüssigen, breiigen oder pastenförmigen Zustand als Gießen bezeichnet (Abb).

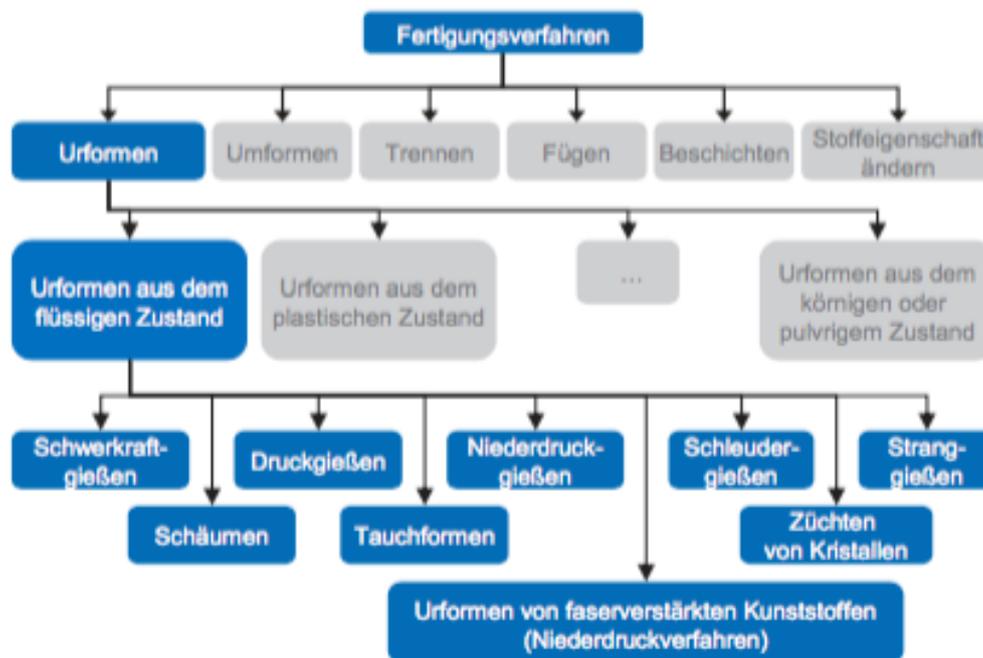


Abb. 5: Eingliederung in die IN 8580

Zum Fertigungsprozess Gießen sind ein fließförmiger Werkstoff, die Schmelze und eine Negativform des zu fertigenden Bauteils erforderlich. Die Form kann entweder als Dauerform mehrere Abgüsse ermöglichen oder sie wird als verlorene Form für jeden Abguss neu angefertigt. Die Formherstellung kann entweder durch direkte mechanische Bearbeitung des Formwerkstoffs (Dauerformen) oder durch Abformen eines Modells in Formstoff (verlorene Formen) erfolgen. Auch bei den Modellen kommen Dauermodelle z.B. aus Wachs oder Schaumstoff zum Einsatz. Abhängig davon, welche der oben genannten Formen und Modelle Verwendung finden, werden drei

Verfahrensgruppen unterschieden:

- Verfahren mit verlorenen Formen und Dauermodellen,
- Verfahren mit verlorenen Formen und verlorenen Modellen,
- Verfahren mit Dauerformen.

Beim eigentlichen Gießvorgang, der als Abguss bezeichnet wird, fließt die Schmelze in die Form. Damit die Form den mechanischen und thermischen Belastungen standhält, muss die Hitzebeständigkeit der Form deutlich über der Temperatur der Schmelze liegen. Bei Gießtemperatur muss die Form eine ausreichende Fließfähigkeit besitzen, um eine vollständige Formfüllung zu gewährleisten. {3}

Bevor das fertige Gussteil entformt werden kann, muss die Schmelze erstarren. Während der Abkühlung und bei der Umwandlung vom flüssigen in den festen Zustand verringert sich das Volumen des Bauteils. Dies wird als Schwindung bzw. Schrumpfung bezeichnet. Um die Volumenkontraktion auszugleichen, muss während der Erstarrung zusätzliches Material über Speiser und den Anschnitt nachfließen können. Die Abkühlung muss möglichst homogen und kontrolliert erfolgen, da sonst die Speiserkanäle zu früh verschlossen werden, was zur Bildung von Lunkern, also Hohlräumen im Bauteil, führen kann. Weiterhin führt eine inhomogene Erstarrung zu lokal unterschiedlichen Schwindungen, und es besteht die Gefahr des Auftretens von Spannungsrissen. Neben der richtigen Platzierung von Anguss und Steigern, die zusammen mit Kernmarken und Entgasungsbohrungen auch als Gusstechnik bezeichnet werden, sind das Verständnis und die Kontrolle der metallurgischen Vorgänge während der Erstarrung und der Abkühlung für ein hochwertiges Gussergebnis wichtig. {3}

Druckguss ist ein industrielles Gussverfahren für die Serien- oder Massenproduktion von Konstruktionsteilen. Hierfür kommen in der Regel metallische Werkstoffe mit niedrigem Schmelzpunkt zum Einsatz.

Seit vielen Jahren werden die Druckgussteile aus Legierungen der

Nichteisenmetalle wie Aluminium-, Magnesium-, und Zink- sowie, in einem geringeren Ausmaß, Kupferdruckgusslegierungen hergestellt. Das Druckgießverfahren ist bekanntlich recht attraktiv, weil durch eine rasche Fertigungsfolge die Produktion sehr wirtschaftlich ist und kompliziert gestaltete, meist dünnwandige Bauteile maßgenau und mit hervorragender Oberflächenbeschaffenheit gegossen werden können, so dass nur noch wenig mechanische Fertigbearbeitung erforderlich ist. Der Bedarf an Druckgussteilen aus Aluminium-, Magnesium- und Zinklegierung steigt laufend an, wobei zugleich die Anforderungen an die Qualität und die Zuverlässigkeit der Druckgussteile mit komplizierter Geometrie in engen Toleranzen wachsen. {3}

Unter dem Druckguss versteht man ein Gießverfahren, bei dem das Metall im flüssigen oder teigigen Zustand unter einem hohen Druck in eine Stahlform gebracht wird. Der Druckguss ist ein Gießverfahren für die Massenfertigung von Druckgussteilen und bietet bei einer hohen Stückzahl größte Vorteile gegenüber dem Sand- oder Kokillenguss: geringster Materialverbrauch, bessere mechanische Eigenschaften, größere Maßhaltigkeit mit geringfügigen mechanischen Nacharbeiten, bessere Oberflächengüte und kleinere Kosten in der Herstellung. Seine hohe Wirtschaftlichkeit und die gute Eignung der Druckgusslegierungen zum Recycling machen das Druckgießverfahren für die Zukunft interessant. {3}

Beim heutigen Entwicklungsstand des Druckgießverfahrens werden in erster Linie die Druckgießmaschinen mit einer horizontalen oder vertikalen Kaltkammer für Aluminium-, Magnesium- und Kupferlegierung sowie die Druckgießmaschinen mit einer Warmkammer für Zink- und seltener für Magnesiumlegierung verwendet. Die Sonderdruckgießverfahren wie beispielsweise Squeeze-Casting-Verfahren, Acurad-Verfahren, Thixo-Casting, Thixospritzgießen, PFD-Verfahren und Vakuumdruckgieß-Verfahren stellen zumeist nur eine Druckgießverfahrensvariante dar. {3}

Nichteisen-Gusswerkstoffe

Ein wichtiger Leichtmetall-Gusswerkstoff ist Magnesium. Aufgrund der geringen Dichte ist Magnesium. Aufgrund der geringen Dichte ist Magnesium das leichteste Gebrauchsmetall. Reines Magnesium besitzt eine geringe Verformbarkeit und Zugfestigkeit. Die Eigenschaften können jedoch durch das Zulegieren verschiedener Metalle verbessert werden.

Die häufigsten Magnesiumlegierungen sind:

- Magnesium-Aluminium-Legierungen,
- Magnesium-Zinn-Legierungen,
- Magnesium-Aluminium-Zinn-Legierungen.

Bei den Schwermetall-Gusswerkstoffstoffen kommen Kupfer- und Zinklegierungen zum Einsatz. Gusswerkstoffe aus Kupferlegierungen zeichnen sich durch gute Gießeigenschaften aus. Dabei sind die Gusslegierungen des Kupfers mit Zink, die als Gussmessinge bezeichnet werden, von großer Bedeutung. Des Weiteren werden Kupfer-Zinn-Legierungen(Gussbronzen) industriell vergossen. Einsatzgebiete dieser Legierungen sind Küchenarmaturen, Baubeschläge oder Kleinteile wie Türgriffe und Scharniere. {3}

2.6.1 Druckgussverfahren

Kaltkammer-druckgießverfahren

Bei der schematischen Anordnung in Bild6 handelt es sich um die traditionellen, vielfach vorherrschenden Druckgießmaschinen mit horizontaler Kaltkammer, die in einer Reihe von bedeutenden Firmen hergestellt werden. Bei diesen Druckgießmaschinen wird vor dem Gießvorgang eine entsprechende Menge des flüssigen Metalls über Gießlöffel oder automatische Beschickungseinrichtungen aus dem Warmhalteofen, der neben der Druckgießmaschine steht, gefördert und in die kalte horizontale

Gießkammer durch die Einfüllöffnung von oben gebracht. Der hydraulisch bewegte Gießkolben drückt danach die eingefüllte Schmelzmenge in der Gießkammer durch das Gießlaufsystem in den Formhohlraum der geschlossenen Druckgießform mit einem hohen spezifischen Druck. Nach der Formfüllung wird das halbflüssige Metall mit einem relativ hohen Nachdruck weiter verdichtet. Die höheren Nachdrücke wirken bei den dickwandigen Partien des Gussstücks der Schwindung entgegen. Nach der Erstarrung des Gussstücks wird die Druckgießform geöffnet, und das Gussstück mit dem Gießlaufsystem durch automatisch betätigte Auswerferstifte und den Roboter aus dem Formhohlraum entnommen. {3}

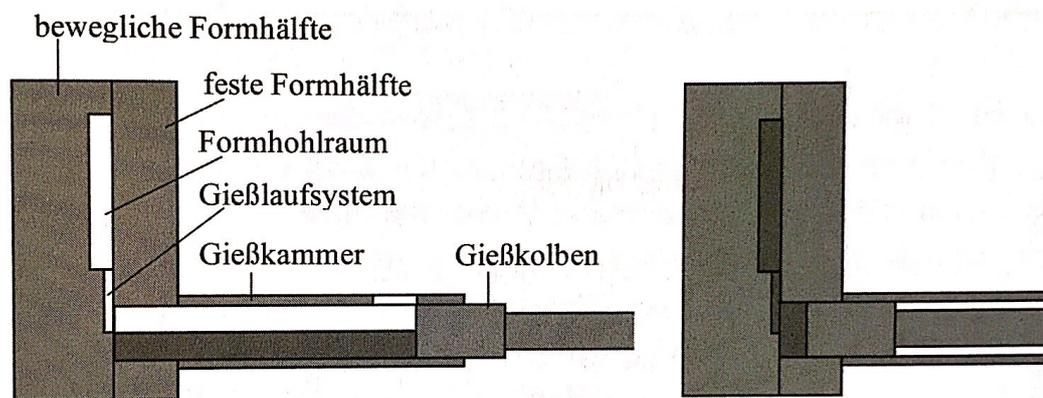


Abb. 6: Schematische Darstellung des Kaltkammer-Druckgießverfahrens

Warmkammer-druckgießverfahren

Bei den Warmkammer-Druckgießmaschinen liegt der vertikale Gießbehälter mit der Gießkammer im beheizten Metallbad des Tiegels, der ein Bestandteil der Druckgießmaschine ist (Bild7). Das Metall wird im Tiegel auf Gießtemperatur gehalten. In der oberen Endstellung des Gießkolbens ist die Füllbohrung des Gießbehälters und der Gießkammer offen. Durch die Lage der Füllbohrung, die sich etwa in der Mitte der Tiegelhöhe befindet, gelangt das flüssige Metall in die Gießkammer. Gleitet der Gießkolben abwärts, wird die Füllbohrung vom Gießkolben überdeckt, und das flüssige Metall wird weiter über den Druckkanal und die Druckdüse in die geschlossene

Druckgießform gepresst. Nach einer gewissen Nachpresszeit fährt der Gießkolben wieder in seine obere Endstellung zurück. Der Gießkolben gibt damit die Füllbohrung frei, und das flüssige Metall fließt in die Gießkammer. Die Formschließeinheit der Druckgießmaschine und die Achse der Gießdüse sind waagrecht in einem leichten Winkel von 3 bis 5° angeordnet, um das flüssige Metall wieder in die Gießkammer zurücklaufen zu lassen. Die Gießkammer und der Gießkolben sind auswechselbar und werden mit verschiedenen Durchmessern hergestellt, um eine Anpassung des Nachdrucks an die einzelnen Gussstücke zu erreichen. {3}

Die Warmkammer-Druckgießmaschinen für Magnesiumdruckgusslegierungen unterscheiden sich von Warmkammer-Druckgießmaschinen für Zinklegierungen. Die Hauptunterschiede liegen in der Gießeinheit, der Gießdüsen- und Gießbehälterheizung, dem Schmelz- und Warmhalteofen, der Schutzgas- und Ofenabdeckung sowie den Kaltkammer-Druckgießverfahren. Um die für Magnesiumlegierungen notwendigen Gießkolbengeschwindigkeiten und Drücke zu erreichen, sollte die hydraulische Gießeinheit der Magnesium-Warmkammer-Druckgießmaschinen gegenüber den Warmkammer-Druckgießmaschinen für Zinklegierungen verstärkt werden. Mit Rücksicht auf die Brandgefahr wird in der Regel die Warmkammer-Druckgießmaschine mit einer schwer entflammaren Hydraulikflüssigkeit betrieben. {3}

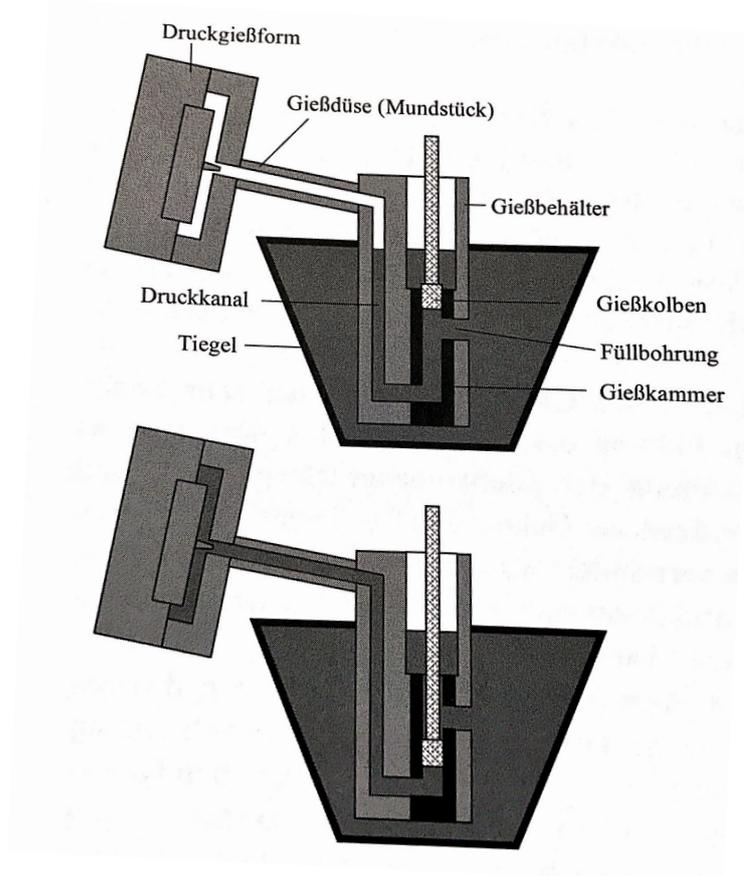


Abb. 7: Schematische Darstellung des Warmkammer-Druckgießverfahrens

Vakuum-druckgießverfahren

Die Evakuierung der Luft aus dem Formhohlraum vor Auslösen des Schusses mithilfe der Vakuumeinrichtungen bringt günstige Voraussetzungen für eine entscheidende Reduzierung der Gasporosität. Der Einsatz von Vakuum zur Entlüftung einer Druckgießform hat sich in den letzten Jahren immer mehr durchgesetzt, weil dadurch in vielen Fällen eine weitaus bessere Qualität des Druckgussteils erreicht wird. {3}

Die Zwangsentlüftung mit dem Vakuum ist ein Verfahren, bei dem man einen geringeren Luftdruck als Atmosphärendruck im Formhohlraum und in der Gießkammer erzeugt. Der Formhohlraum wird nicht ganz evakuiert und ein Restluftdruck bleibt vor dem Gießen erhalten. Das Evakuieren muss aber nicht unerhebliche Schwierigkeiten, beispielsweise das Verstopfen des Vakuumkanals durch das eingetretene flüssige Metall im Ablauf des

Gießvorganges, mit sich bringen. {3}

In der Kaltkammer-Druckgießpraxis sind sowohl die konventionelle Dosierung des flüssigen Metalls von oben über Gießlöffel und Dosieranlagen sowie von unten, wenn die Einfüllöffnung der Druckgießkammer nach unten gerichtet und mit dem Metallbad des Warmhalteofens durch ein Steigrohr verbunden wird, bekannt. Im Prinzip arbeiten alle Einrichtungen zum Erzielen eines Vakuums in der Art, dass nach der manuellen oder automatischen Beschickung der Gießkammer mit flüssigem Metall bei der Dosierung von oben die Einfüllöffnung der Gießkammer verschlossen und abgedichtet wird. Das Verschließen der Einfüllöffnung kann beispielsweise durch einen Anlauf des Gießkolbens, wenn der Gießkolben an der Einfüllöffnung vorbeigefahren ist, oder vor der Gießkolbenbewegung mit einem Absperrorgan erreicht werden. Damit kann der Vakuumbehälter mit der Gießkammer und dem Formhohlraum durch die Vakuum- und Metallabsperrentile verbunden werden. Die Luft wird gleichzeitig aus dem Formhohlraum, dem Gießlauf sowie schließlich aus der Gießkammer in den Vakuumbehälter eingesaugt. {3}

Bei der zweiten Konstruktion mit Dosierung von unten wird die Luft aus dem Formhohlraum und der Gießkammer sowie dem Steigrohr durch das Vakuumsystem, das mit dem Formhohlraum verbunden ist, abgesaugt. Der auf dem Badspiegel des Ofens lastende Atmosphärendruck zwingt das flüssige Metall, über das Steigrohr nach oben und dann in die Gießkammer zu fließen. Die eingesogene Metallmenge in der Gießkammer regelt hierbei die Prozessdauer. {3}

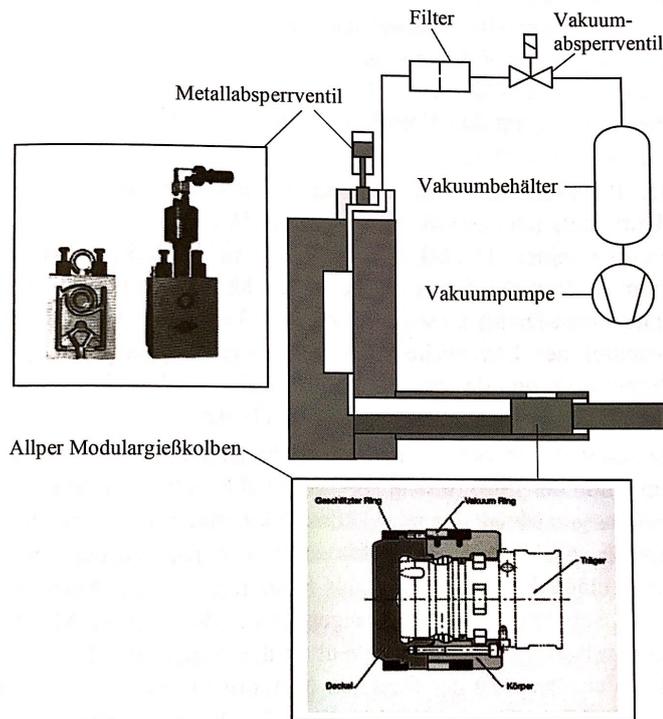


Abb. 8: Schematische Darstellung des Vakuumkammer-Druckgießverfahrens

Thixospritzgießen der Magnesiumlegierungen

Die Spritzgießeinheit und ihre Hauptbestandteilkomponenten ähneln denen von Thermoplastspritzgießmaschinen und sind schematisch in Bild 8 dargestellt. Das Magnesiumgranulat wird über das Saugfördergerät mithilfe einer Dosiereinrichtung, die auf der Einfüllöffnung des Zylinders montiert ist, in den Zylinder hinzu geschüttet. Durch eine kleine Dosierschnecke wird die Materialzufuhr in Abhängigkeit vom erforderlichen Einspritzvolumen ermöglicht. Im Anschluss an die Dosiereinrichtung, vor der Einfüllöffnung des Zylinders, wird eine Argonatmosphäre angelegt. Da die Magnesiumlegierungen im flüssigen Zustand stark zum Oxidieren neigen, wird im Einfüll- und Einzugsbereich des Zylinders die Luft durch das Inertgas Argon verdrängt. {3}

Die Schnecke nimmt das noch feste Granulat auf und fördert es durch Rotation zur Schneckenspitze in den Schneckenorraum. Die Magnesiumlegierung durchläuft von außen beheizte Zylinderheizzonen. Auf dem Weg zur Schneckenspitze wird das Granulat ständig umgelagert und

erfährt dadurch eine gleichmäßige Erwärmung bis zum Anschmelzen im Erstarrungsintervall der Magnesiumlegierung. Zusätzlich werden die Bestandteile der teigigen Formmasse in einem Temperaturbereich von 560 bis 580°C ständig geschert. Diese Scherung bewirkt die Einförmung aus der dendritischen Ausgangsstruktur zu den kugelförmigen Feststoffpartikeln, die mit der Schmelze vollständig umgeben sind. Durch eine niedrige Viskosität der Formmasse baut die Schnecke beim Fördervorgang einen geringen Druck vor ihrer Spitze auf. Ist das eingestellte Einspritzvolumen in den Schneckenorraum dosiert, wird die Schneckenrotation gestoppt. Danach findet der Einspritzvorgang durch die vorgeschobene Schnecke mit der laminaren Formfüllung statt. Die Regelung des Einspritzvorgangs erfolgt durch den Gießantrieb mit der Unterstützung des Druckspeichers ähnlich wie bei Druckgießmaschinen. {3}

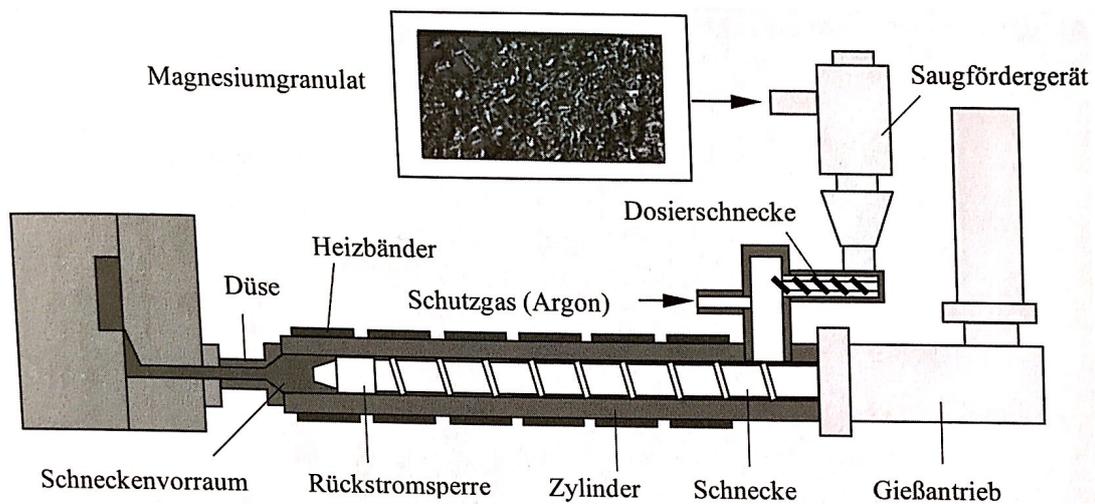


Abb. 9: Schematische Darstellung des Thixospritzgießens

2.6.2 Die Eigenschaft des Magnesiums

Das Magnesium ist Leichtmetall und ein Drittel leichter als Aluminium. Das Magnesium hat eine geringe Festigkeit und Härte.

Die Magnesiumlegierung der Schmelzbereich liegt zwischen 430 und

630°C, es liegt niedriger energiesparend. Die mechanischen Eigenschaften wie Zugfestigkeit und Härte liegen jedoch deutlich tiefer als bei Aluminiumlegierung. Die Magnesium Gussteile werden umfassend in den Bereichen in Autos, Flugzeugbau, Maschinenbau verwendet.

	Mg	GD-MgAl9Zn1	Al	GD-ALSi9Cu3	Fe
Dichte [g/cm ³]	1,74	1,8	2,7	2,75	7,87
Schmelztemperatur T bzw. Erstarrungsbereich [°C]	650	470 - 620	660	570 - 620	1150 - 1530
Wärmeleitfähigkeit λ [W/cmK]	1,575	0,59 - 0,84	2,21	0,8 - 1,9	50
Wärmeausdehnungskoeffizient α [$10^{-6} K^{-1}$]	26	26,5	24	21,5	12
Elastizitätsmodul E [N/mm ²]	451500	44000	70000	74000	210000
Schubmodul G [N/mm ²]	17700	17600	27200	29600	80000
0,2-Grenze R _{p0,2} [N/mm ²]	-	150 - 170	<100	140 - 240	200 - 1200
Zugfestigkeit R _m [N/mm ²]	160 - 300	200 - 250	50 - 500	240 - 310	300 - 1500
Bruchdehnung A ₅ [%]	2 - 12	0,5 - 0,3	2 - 40	0,5 - 3	2 - 30

Tabelle2: Die Eigenschaft von Magnesium

3. Lösungen für technischen Einrichtungen

Bei Druckguss wird die flüssige Schmelze unter hohem Druck und mit einer sehr hohen Formfüllgeschwindigkeit in eine Druckgussform gedrückt, wo sie dann erstarrt. Das Besondere am Druckgussverfahren ist, dass mit einer Dauerform gearbeitet wird. Dadurch fällt bei einer Serie gleicher Bauteile die Formherstellung nur einmal an, allerdings wesentlich höherem Herstellungsaufwand. Die Druckgießmaschinen können nach ihrer Eignung für Druckgussteile mit einer bestimmten Größenordnung in drei Gruppen wie Großmaschinen, Mittelgroße Maschinen und Kleinmaschinen in Abhängigkeit von der Formschließkraft eingeteilt werden. Die folgenden Druckguss-Einrichtungen wird als Beispiele genommen.

3.1 Die Vakuum-Kaltkammer-Druckmaschine

Die K-DAK-Kaltkammermaschine von Firma **FRECH** soll als Beispiel genannt werden.

Frech bietet Kaltkammer-Druckgießmaschinen im Schließkraftbereich zwischen 2.750 kN und 44.000 kN für den Guss von kleineren Zulieferteilen bis hin zu Motorblöcken und Getriebegehäusen sowie Fahrwerks- und Karosserieelementen aus Aluminium- oder Magnesiumlegierungen an.

Der Vakuumbehälter saugt die flüssige Magnesium in die Gießkammer ein.



Abb. 10: Die -DAK1100-Kaltkammermaschine von **FRECH**

Technische Daten DAK1100-112	DAK1100-112
Zuhaltekraft in kN	12.100
Aufspannplatten in mm	1.630×1. 630
Säulenabstand in mm	1.050
Gießposition max./min.mm	0/-420
Gießkraft max. in kN	1.120
Gießkolbendurchmesser in mm	80-140
Gießhub in mm	750

Gießvolumen in cm ³	2.152-7.693
Spezifischer Gießdruck in daN/ cm ²	2.190-715
Zugeh. Trennfl. von-bis in cm ²	552-1.692
Gewicht in kg	56.000

Tabelle3: Die Technische Daten von DAK 1100-112

Vorteile:

- Erhöhung der Produktivität durch kürzeste Zykluszeiten.
- Bestmögliche Gussqualität mit höchsten Einpressgeschwindigkeiten.
- Hohe Flexibilität für Nachrüstungen durch modularen Aufbau.
- Prozessgerechte Kombinationsmöglichkeiten von verschieden großen Einpressaggregaten und Schließeinheiten.
- Einsatzmöglichkeit großer Werkzeuge durch optional vergrößerbare Aufspannplatten.
- Servicefreundlich durch gute Zugänglichkeit und Remote-Fähigkeit.
- Lange Lebensdauer aufgrund der robusten Maschinenkonstruktion.

3.2 Die Warmkammer-Druckmaschine

Die W315-Warmkammermaschine von Firma **FRECH** soll als Beispiel genannt werden.

Frech Forschung und Entwicklung führt immer wieder zu Innovationen, die eine ganze Branche revolutionieren. So setzen unsere Magnesium-Warmkammer-Druckgießmaschinen neue Maßstäbe zum Beispiel in der IT-Zulieferer-Industrie. Die dort benötigten Funktionsteile können in puncto engster Toleranzen, minimaler Wandstärken und bester Oberflächenqualität besonders wirtschaftlich produziert werden.



Abb. 11: Die –W315-Warmkammermaschine von **FRECH**

Technische Daten W315	W315
Auswerfer	
Auswerferhub in mm	120
Schließeinheit	
Zuhaltekraft in kN	3150
Schließhub in mm	500
Formhöhe min.-max. in mm	300-700
Größe der Aufspannplatten in mm	900 × 900
Säulenabstand in mm	550 × 550
Gießaggregat	
Eingießposition in mm	0/-120
Gießkolbendurchmesser in mm	70,80,90,100
Gießkraft max. in kN	158
Gießvolumen in cm ³	514,791,1105,1455
Spezifischer Gießdruck in daN/ cm ²	410,316,249,201
Gewicht	

Leergewicht der Maschine in kg,max.	17000
-------------------------------------	-------

Tabelle4: Die Technische Daten von W315

Vorteile:

- Die Düsenspitze oder die ganze Gießdüse, der Gießkolben und die Gießkammer einfach austauschen.
- Eine relativ lange Lebensdauer kann für diese Bauteile durch die Auswahl der geeigneten Werkstoffe erreicht werden.
- Es ist einfach zu bedienen.
- Es ist weniger Metall zu verbrauchen.
- Der Verlauf ist stabil.
- Die Maschine kann kleiner Gießkraft benutzen.
- Es entsteht weniger Luftbläschen.
- Es ist effizient.

3.3 Die Thixomoldingmaschine der Magnesiumlegierungen

Die JLM100MG II von Firma **JSW** von Japan soll als Beispiel genannt werden.



Abb. 12: Die Thixomoldingmaschine vonJS

Die Thixospritzgießmaschinen wurden von der Firma JSW gebaut.

Technische Daten		JLM100MG II
Spritzeinheit	Durchmesser in mm	40
	Einspritzdruck in MPa	98
	Theoretisches Gewicht von Spritz in g	193
	Düse Berührungskraft in kN	37
Spanneinheit	Klemmkraft in kN	981
	Max. Abstand in mm	800
	Dicke des Metalls in mm	200-450
	Auswerferkraft in kN	32
Andere	Maschinengewicht in t	5,7
	Größe in m	4,8*1,6*2,0
	Hydraulisches Volumen des Öls in L	200
	Kühlwasserverbrauch m ³ /h	1,5

Tabelle5: Die Technische Daten von JLM100MG II

Vorteile:

- Ausgezeichnete Qualität von Oberfläche
- Dünn und hohe Präzision Bauteil erzeugen
- Die dimensionale Genauigkeit und die mechanische Eigenschaft Wegen niedriger Temperatur einer teilflüssigen Magnesiumlegierung verbessern
- Sicherheit und Sauberkeit verbessern
- Umweltfreundlicher

4. Auslegung und Bewertung von Lösungsvarianten

4.1 Die Vakuum-Kaltkammer-Druckmaschine

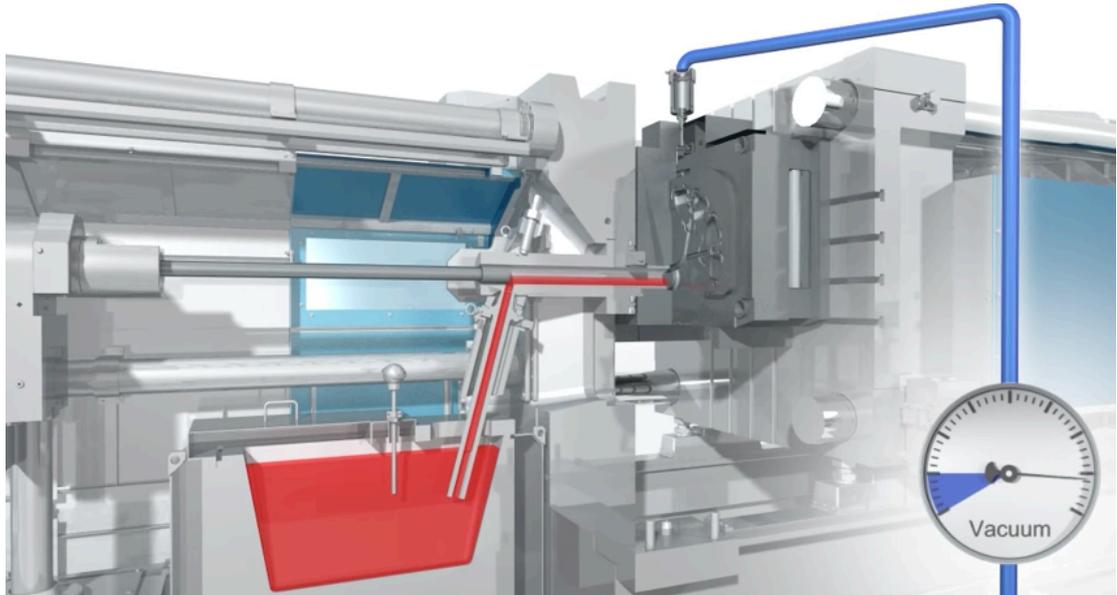


Abb. 13: Der Verlauf von Gießkammer bei DAK1100-Kaltkammer-Druckmaschine

Der Vakuumbehälter wird mit der Gießkammer und dem Formhohlraum durch die Vakuum- und Metallabsperrentile verbunden. Die Luft wird gleichzeitig aus dem Formhohlraum, dem Gießlauf sowie schließlich aus der Gießkammer in den Vakuumbehälter eingesaugt.

In Vergleich zur anderen Druckmaschine hat die Vakuum-Kaltkammer-Druckmaschine die folgenden Vorteile.

Vorteile:

- Erhöhung der Produktivität durch kürzeste Zykluszeiten.
- Bestmögliche Gussqualität mit höchsten Einpressgeschwindigkeiten.
- Prozessgerechte Kombinationsmöglichkeiten von verschiedenen großen Einpressaggregaten und Schließeinheiten.
- Umfassende Verfolgbarkeit.

- Gesamtprozessflexibilität.
- Magnesium nicht einfach oxidieren

Trotzdem die Vakuum-Kaltkammer-Druckmaschine viele Vorteile hat, gibt es nämlich auch einige Nachteile.

Nachteile:

- Wegen des Vakuumbehälters , kompliziert aufbauen
- Die Mehrzahl der unterschiedlichsten Konstruktionen der Gießeinheiten sich ergeben, wegen unterschiedlicher Geschwindigkeit von flüssiger Metalls.
- Luftbläschen entstehen.

4.2 Die Warmkammer-Druckmaschine

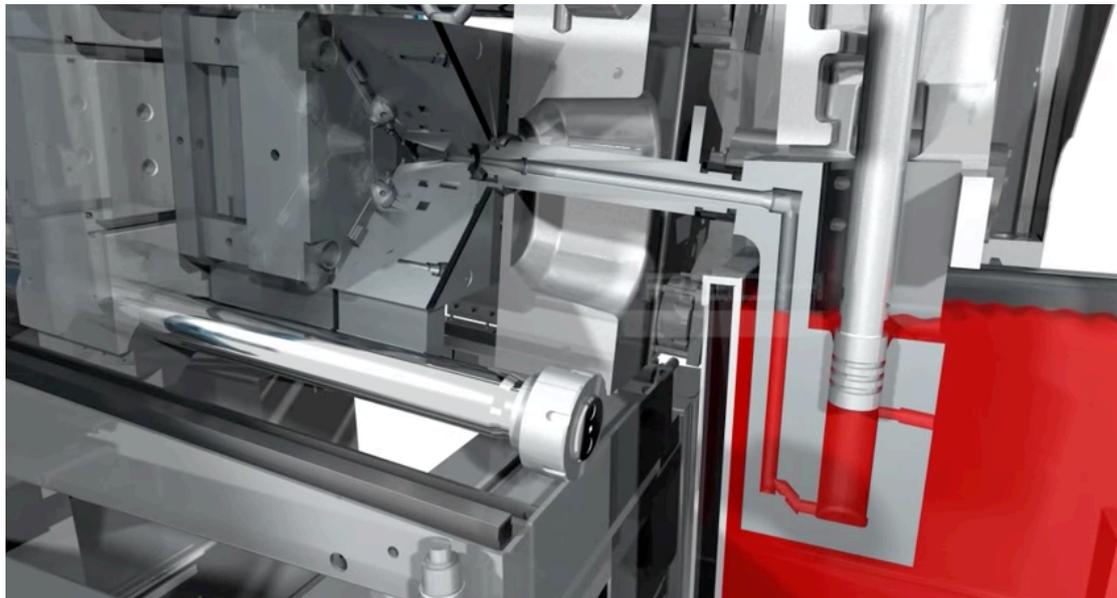


Abb. 14: Der Verlauf von Gießkammer bei W315-Warmkammer-Druckmaschine

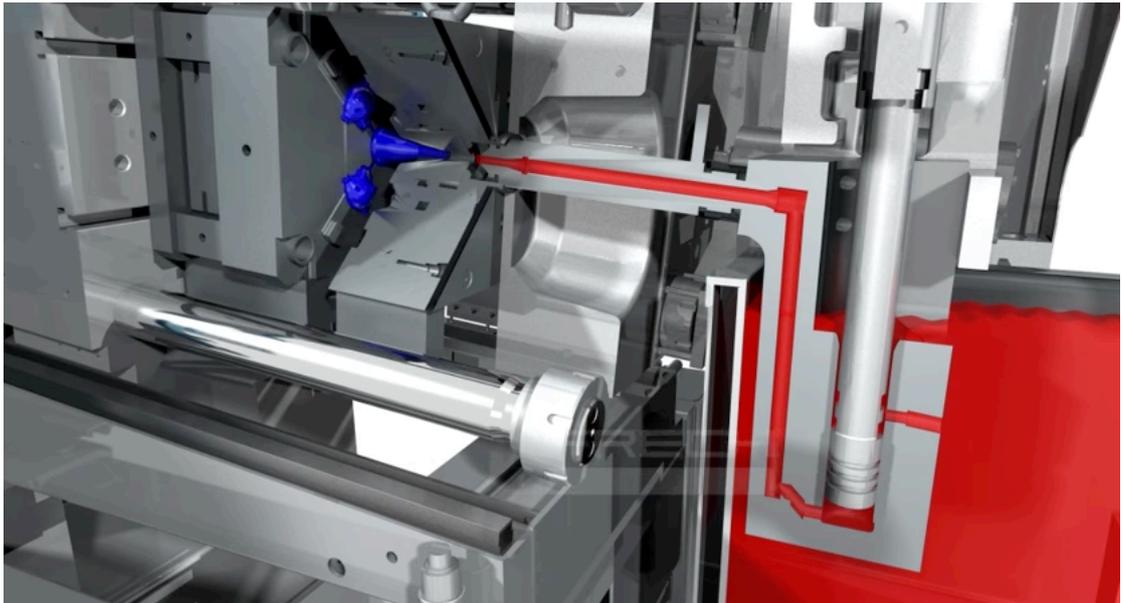


Abb. 15: Der Verlauf der Entstehung von Gussstück bei
W315-Warmkammer-Druckmaschine

Das Gießkolben schiebt das beheizten flüssigen Metall von Gießkammer in die geschlossene Druckgießform.

Vorteile:

- Es ist einfach zu behandeln.
- Es ist weniger Metall zu verbrauchen.
- Der Verlauf ist stabil.
- Die Maschine kann kleiner Gießkraft benutzen.
- Es entsteht weniger Luftbläschen.
- Es ist effizient.

Nachteile:

- Der Gießkolben wird immer in flüssigem Metall eingetaucht, die Lebensdauer zu verkürzen.
- Das Anteil des Eisen von Gussstück erhöhen.
- Die Energie verbraucht mehr.

4.3 Die Thixomoldingmaschine der Magnesiumlegierungen

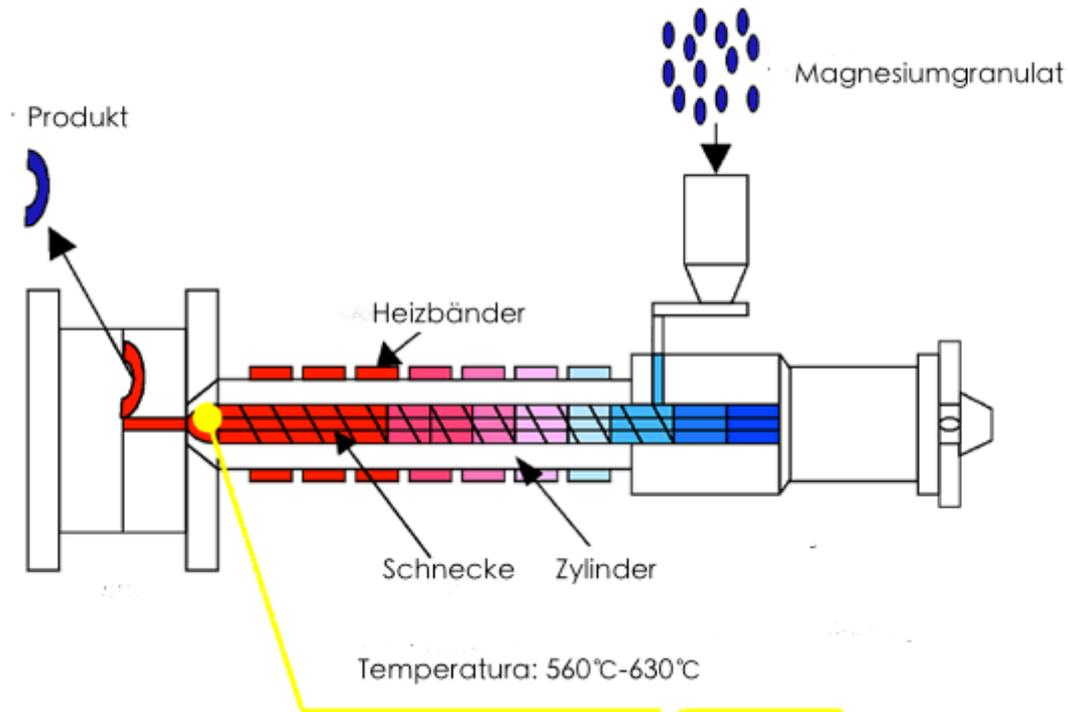


Abb. 16: Die Darstellung von Thixomoldingmaschine von JLM100MG II

Die Thixomoldingmaschine schiebt das Magnesiumgranulat unter hoher Druck und Temperatur in den Formhohlraum.

Vorteile:

- Der Bereich der Temperatur ist niedriger als normal Druckgießverfahren 50°C-100°C, kann man besser die Änderung der Größe wegen der Wärmexpansion kontrollieren.
- Die Rippe wird besser geformt.
- Die dimensionale Genauigkeit und die mechanische Eigenschaft Wegen niedriger Temperatur einer teilflüssigen Magnesiumlegierung verbessern.
- Sicherheit und Sauberkeit verbessern
- Umweltfreundlicher
- Die Menge der Magnesiumgranulat, die in den Formhohlraum gedruckt wird, ist genau. Die Fehlergröße der Produkte verkürzen.

Nachteile:

- Hohe technische Anforderung
- Mehr Kosten
- Die Produkte schränken von die Größe, Technik usw. ein.

4.4 Bewertungskriterien und Ergebnis

Die Bewertungskriterien kann man in 3 Punkte einteilen.

- **Funktional**
- **Ergonomisch**
- **Betrieblich**

Darunter sind die wichtige Anforderungen, um die Druckgießmaschinen zu bewerten.

Funktional	Präzision
	Zuverlässigkeit
	Anwendungsbereich
	Montage
Ergonomisch	Arbeitssicherheit
	Bedienbarkeit
Betrieblich	Anschaffungskosten
	Energieeffizienz
	Zeitkosten

Tabelle6: Die Anforderungen der Bewertungskriterien

Ergebnis

	Die Vakuump-Kaltkammer-Druckmaschine	Die Warmkammer-Druckmaschine	Die Thixomoldingmaschine der Magnesiumlegierungen
Präzision	1	2	2
Zuverlässigkeit	1	2	2
Anwendungsbereich	2	1	1
Montage	1	2	1
Arbeitssicherheit	2	2	2
Bedienbarkeit	2	2	1
Anschaffungskosten	2	2	1
Energieeffizienz	1	1	2
Zeitkosten	1	1	2
Summe	13	15	14
Gewichtung {%	86,6	100	93,3

Tabelle7: Die Bewertung der Druckgießmaschinen

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

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

Durch diese Tabelle kann man ablesen, dass zur Herstellung von Magnesiumussteilen die **Warmkammer-Druckmaschine** die beste Lösung ist.

5. Prozess und Begründung

Mit einer obengenannten Druckmaschine beschreibe ich das Verfahren zur Herstellung von Magnesiumussteilen. Der Bremstritt kann als Beispiel genommen. Zur Zeit bestellt zum größten Teil der Bremstritt (Abb.17) des Autos aus Magnesiumlegierung.

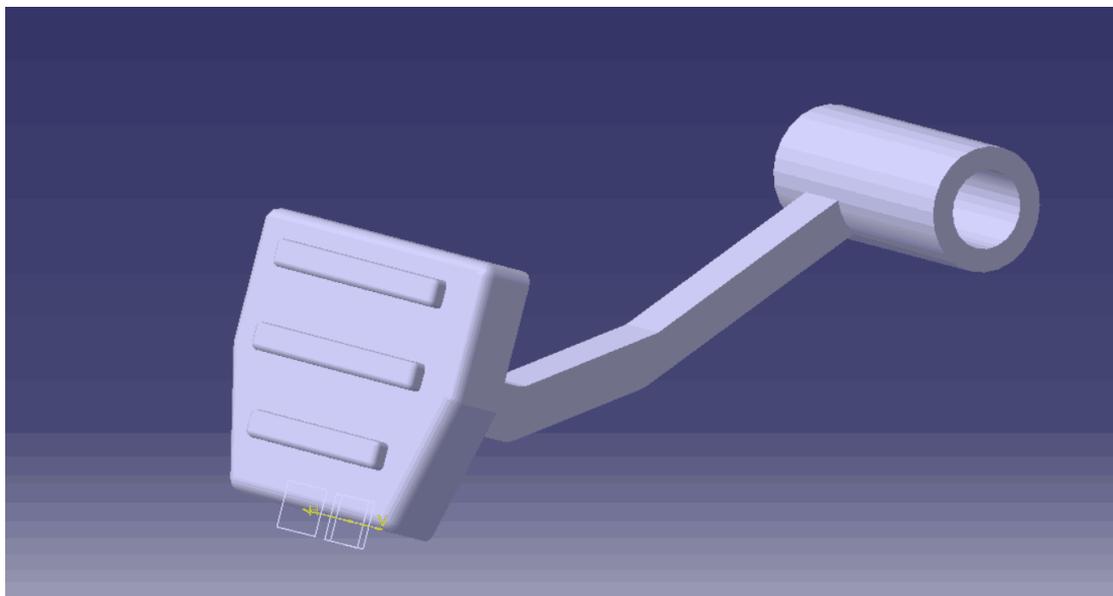


Abb. 17: Die Zeichnung einer Bremstritt (aus CATIA)

5.1 Vorbereitungen

Vor dem Beginn Herstellung mit einer Warmkammer-Druckmaschine müssen einige wichtige Vorbereitungen durchgeführt werden.

- Auswahl die Druckform des Bremstritts
- Magnesium-Vorwärmanlage
- Mg-Einkammer-Ofen
- Form-Temperaturgerät-Öl
- Vorbereitung

5.1.1 Auswahl

FRECH bietet zwei typen von Druckformen, Einfach-Heißverteiler und Zweifach-Heißverteiler.

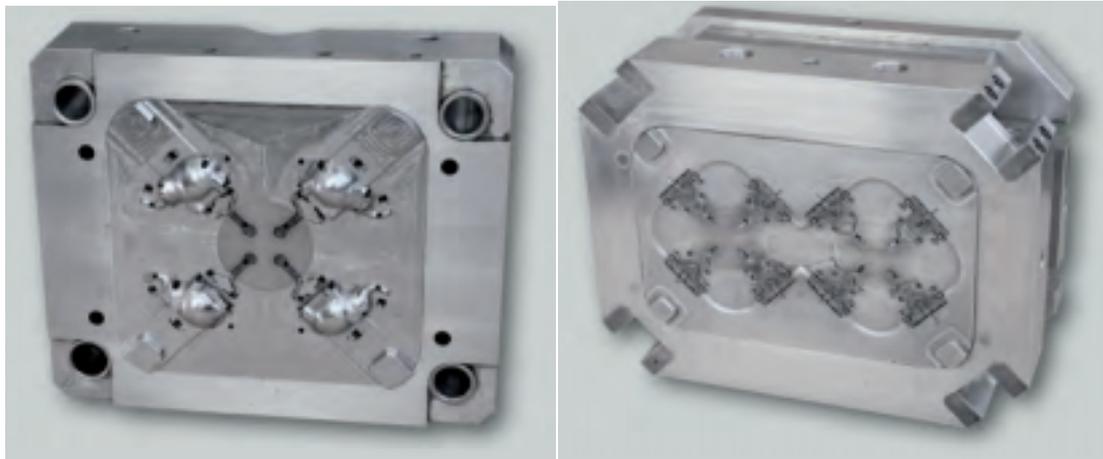


Abb. 18: Die Zeichnung eines Einfach-Heißverteilers

Abb. 19: Die Zeichnung eines Zweifach-Heißverteilers

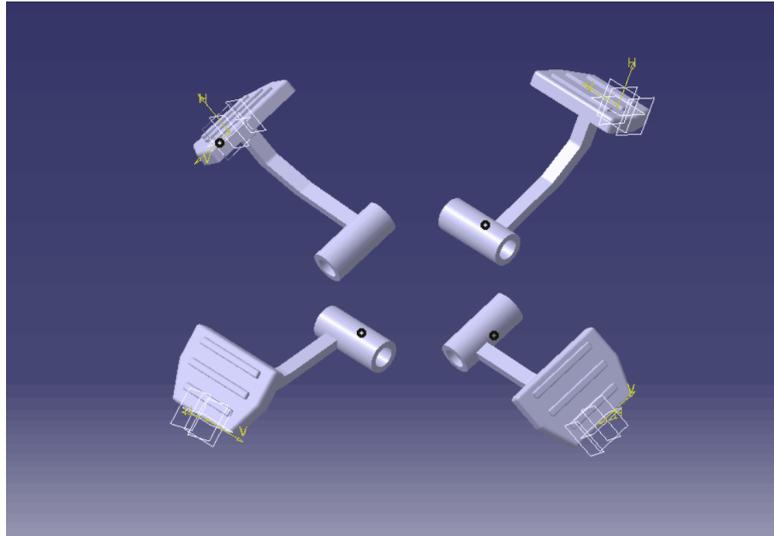


Abb. 20: Die Zeichnung der Bremstritte von Einfach-Heißverteiler

4 Gussteilen können von dem Einfach-Heißverteiler einmal hergestellt werden. Die Gussteilen von Zweifach-Heißverteiler sind doppelt als der Zweifach-Heißverteiler.

Man kann **die Einfach-Heißverteiler** wählen.

Die Begründung:

Der Einfach-Heißverteiler eignet sich für kleinere Teile. Viele kleine Angusspunkte verkürzen die Fließwege.

Der Zwei-Heißverteiler eignet sich für die Teilen mit vielen Kavitäten.

Der Bremstritt ist für der Einfach-Heißverteiler geeignet.

5.1.2 Magnesium-Vorwärmanlage

Die Magnesiumbarren müssen bis ungefähr 150°C erhitzen, bevor die Barren zum Ofen transportiert werden.

Die Begründung:

Vorwärmanlage vermeidet die Explosion aufgrund den trockenen Barren.



Abb. 21: Die Zeichnung einer Vorwärmanlage

5.1.3 Mg-Einkammer-Ofen

Der Einkammer hält die Temperatur im Bereich von 630°C bis 650°C , um die Magnesiumlegierung in flüssigem Zustand zu halten.

Die Begründung:

Der Ofen kann luftdicht sein. Während der Kammer erhitzt, muss das Schutzgas eingießen.

5.1.4 Form-Temperaturgerät-Öl

Temperaturgerät kann die Temperatur des Druckgießforms messen.

Die Begründung:

Die Daten der Temperatur kann den Zustand der Magnesiumlegierung im Druckgießform simulieren.

5.1.5 Vorbereitung

Am Ende der Vorbereitung wird Gießkolben im Gießkammer vorbereitet.

Die Magnesiumlegierung wird im flüssigen Zustand erhitzt.

Der Druckgießform wird unter hohe Kraft gepresst und die Gießkolben gut funktionieren. Somit ist die Vorbereitung fertig und die Bearbeitung kann beginnen.

5.2 Herstellung mit Warmkammer-Druckgießmaschine

Wenn die Vorbereitung fertig ist, schließt die Sichertür automatisch.



Abb. 22: Die Herstellung von Warmkammer-Druckgießmaschine

Die erste Schrift:

Der Druckgießform wird zusammengelegt und unter 3150kN gepresst.

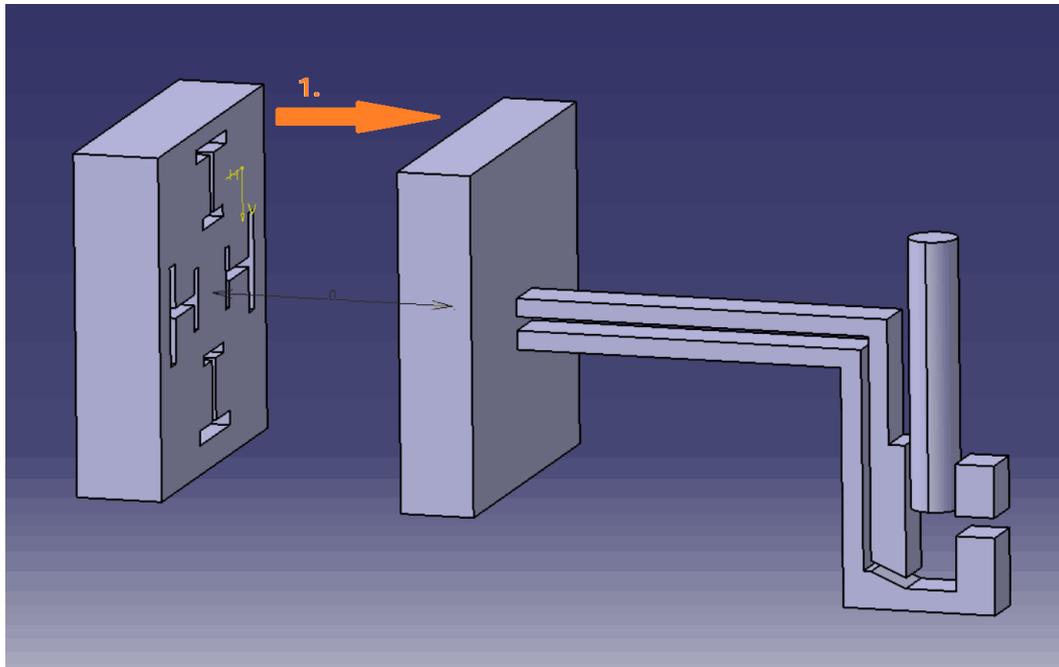


Abb. 23: Die Zeichnung des Druckgießform

Die zweite Schrift:

Die flüssige Magnesiumlegierung fließt in das Raum durch Zugang.

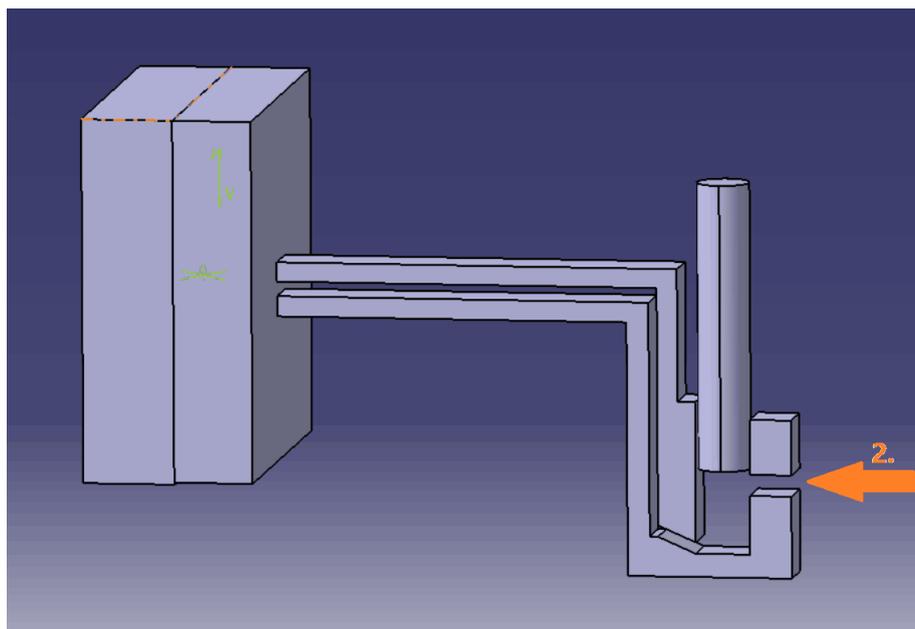


Abb. 24: Die Zeichnung des Gießkolbens

Die dritte Schrift:

Dann die Gießkolben schiebt die flüssige Magnesiumlegierung unter der Geschwindigkeit mehr als 6m/s und bestimmtes Volumen in den gepressten Gießform.

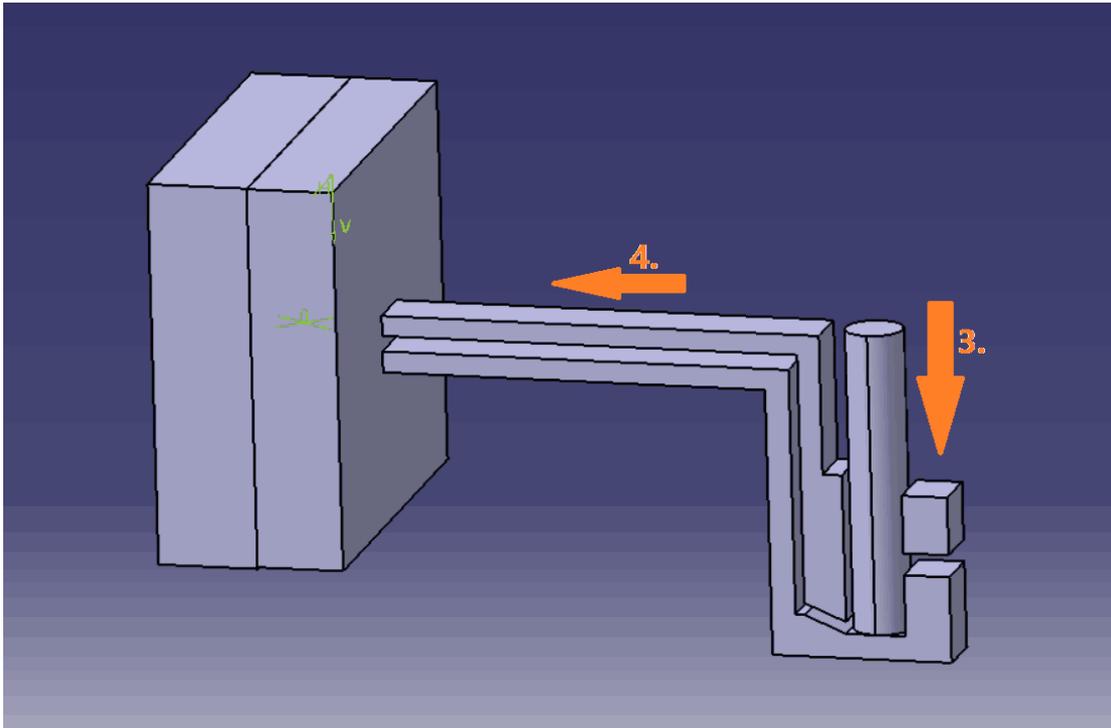


Abb. 25: Die Zeichnung des Verfahrens

Die vierte Schrift:

Die geschobenen flüssigen Magnesiumlegierung lässt im gepressten Gießkammer auskühlen. Die flüssigen Legierung wird bei der Gießkolben gedrückt und der Gießdruck bleibt immer unter $410N/cm^2$, bis die Magnesiumlegierung formt. Anschließend öffnet der Druckgießkammer. Die fertigen Magnesiumussteilen werden vom Druckgießkammer durch gleichmäßig verteilte Stäbchen geschoben.

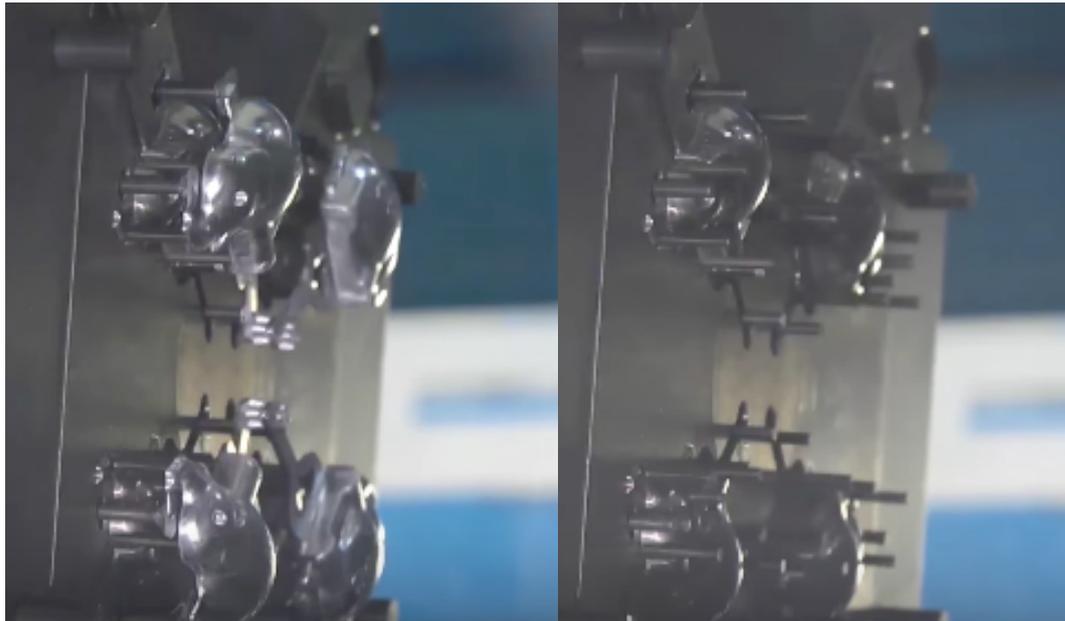


Abb. 26: Die fertige Gussteilen entnehmen

5.3 Die Schleif der Gussteilen

Die 4 fertige Gussteilen werden zum Schleif geliefert. Der Schleif-Roboter schleift die Gussteilen wenn sie geschoben werden.



Abb. 27: Die Zeichnung des Schleif-Roboters

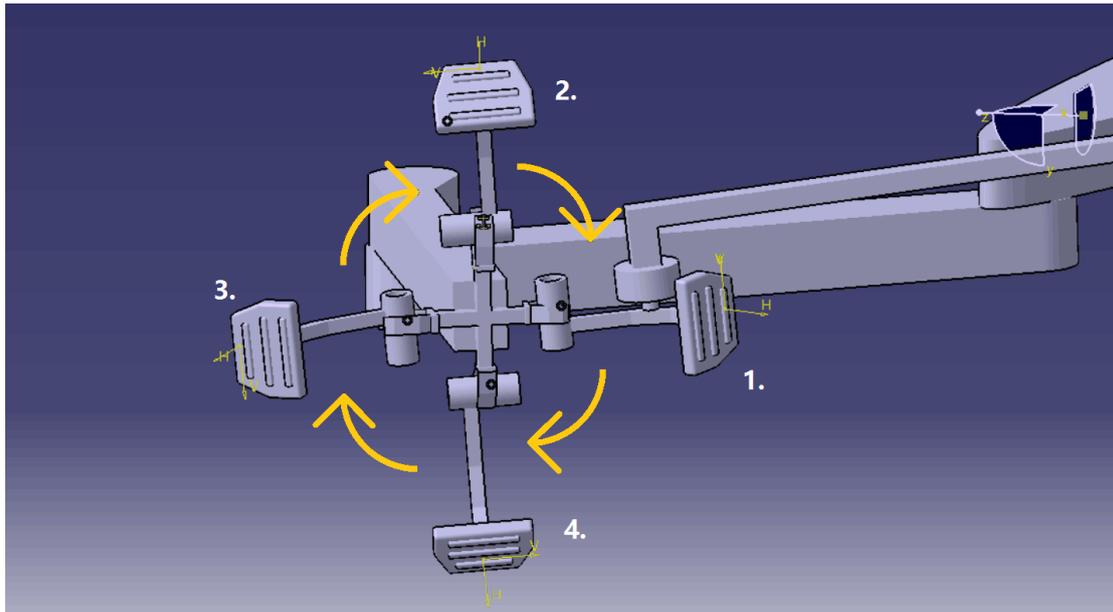


Abb. 28: Das Schleif-Verfahren

Das Verfahren:

Der 4-Greifer-roboter greift die 4 Gussteile und hält, dann der Schleif-Roboter bewegt sich auf die Gussteile, und schleift den Rand. Nach die erste Gussteile fertig geschleift wird, dreht der 4-Greifer-Roboter sich, um die Gussteile nacheinander zu schleifen.

Die Begründung:

Der Rand des Gussteils kann übrige Teil entstehen. Der Roboter kann den Rand genau und glatt schleifen.

5.4 Begründung der Auswahl

Eine Warmkammer-Druckgießmaschine wird zur Herstellung von Magnesiumgussteilen ausgewählt, wegen

- Die Warmkammer-Druckgießmaschine kann kleine Gussteilen herstellen und weniger Metall verbrauchen.

- Die Gussteile sind mit hoher Präzision.
- Die Maschine stellt Gussteile effizient her.
- Es verbraucht weniger Energie wegen der niedrigen Ofentemperatur.

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 Bearbeitungsstation das wesentliche Kennzeichen eines FFS darstellt, kommen dem Transportsystem die Aufgaben: {1}

- Erkennen
- Handhaben
- Transportieren

Der Werkstücke mit oder ohne Spannvorrichtungen zu.

Eine wichtige Grundlage für die Auslegung eines FFS bezüglich der Anordnung der Bearbeitungsstationen stellt das Transportsystem dar, woraus sich prinzipiell die vier Grundstrukturen

- Linearstruktur

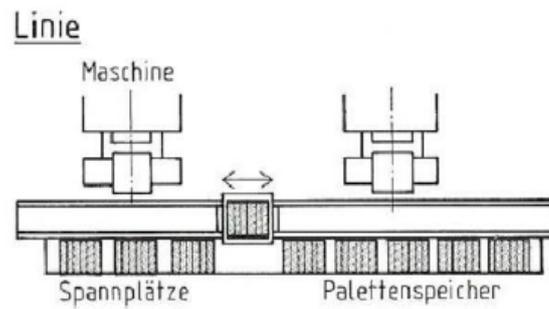


Abb. 29: Linearstruktur eines Transportsystems

- Ringstruktur

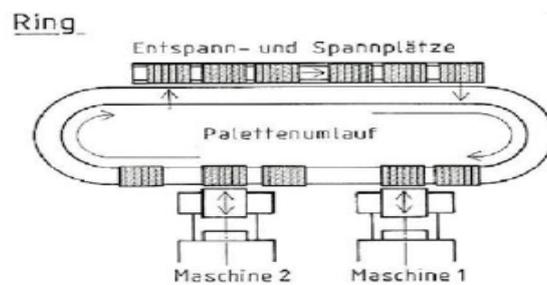


Abb. 30: Ringstruktur eines Transportsystems

- Flächenstruktur

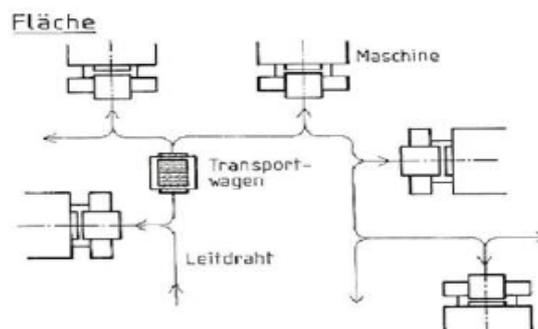


Abb. 31: Flächenstruktur eines Transportsystems

- Leiterstruktur

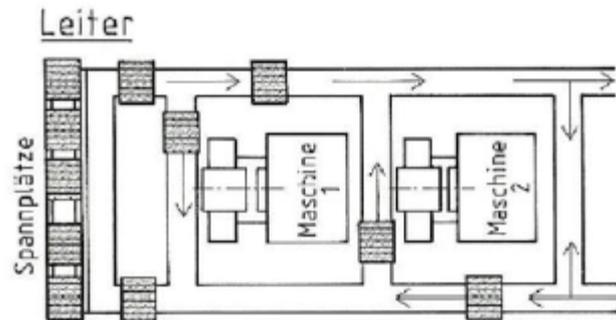


Abb. 32: Leiterstruktur eines Transportsystems

des Transportsystems ableiten lassen.

Automatische Ver- und Entsorgungseinrichtungen tragen aufgrund ihrer Vorteile wesentlich zur Komplettbearbeitung der Teile innerhalb eines FFS bei. {1}

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 {1}

- Einfache Transportunterlagen
- Transportpaletten
- System-Paletten mit Standardabmessungen nach DIN:
Euro-Palettenmaß 800mm*1200mm zur Anwendung {1}

Gemäß den vorangegangenen Ausführungen wird der Materialfluss wie folgt definiert: {1}

Materialfluss ist die Zusammenfassung aller Lager-, Speicher- und Bewegungsvorgänge beim Ver- und Entsorgen von Lagern Puffen und Arbeitsstationen. Diese Prozesse betreffen Rohstoffe, Werkstück, Werkzeuge, Betriebsmittel und Abfallstoffe. {1}

6.2 Transport des Rohteiles

Die Rohteile werden auf Förderband zur Vorwärmanlage transportiert.

Der Magnesiumbarren wird durch Roboterarm auf Förderband gesetzt.



Abb. 33: Die Zeichnung des Förderbands



Abb. 34: Die Zeichnung des Roboterarms

6.2.1 Transportmittel für Fertigteile

Die 4-Greifer-Roboterarm nimmt die 4 fertige Bremstritten, nach die Fertigteilen vom Kammer geschoben werden. Danach hält er die Gussteilen. Gleichzeitig werden die Gussteilen durch Schleif-Roboter geschleift. Zuletzt liegt der 4-Greifer-Roboterarm die Fertigteile in der Palette und lagern.

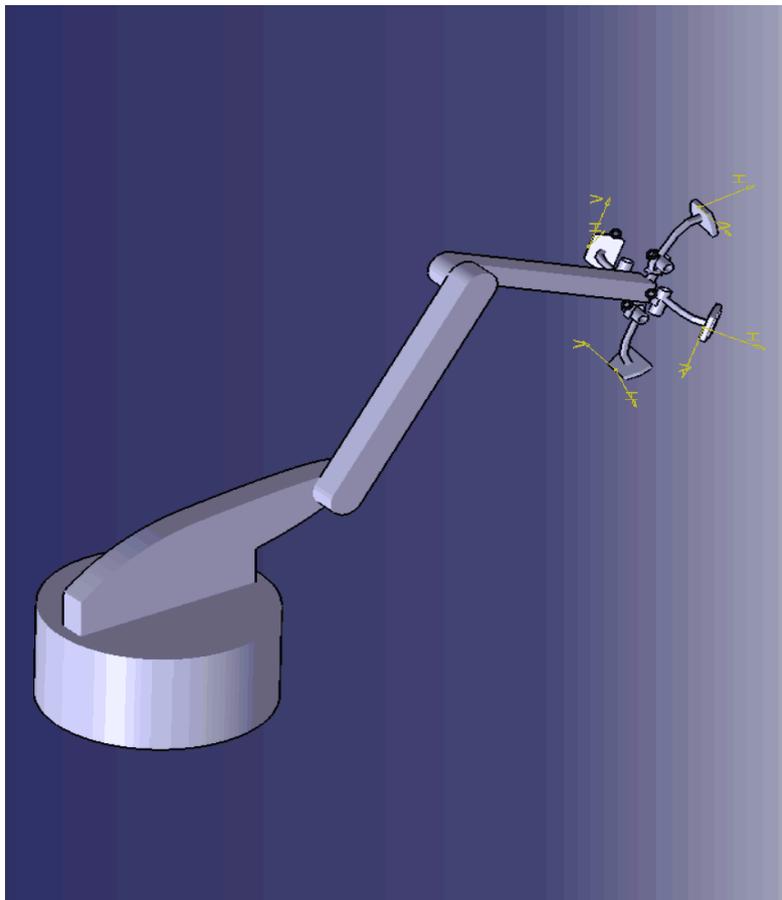


Abb. 35: Die Zeichnung des 4-Greifer-Roboterarms

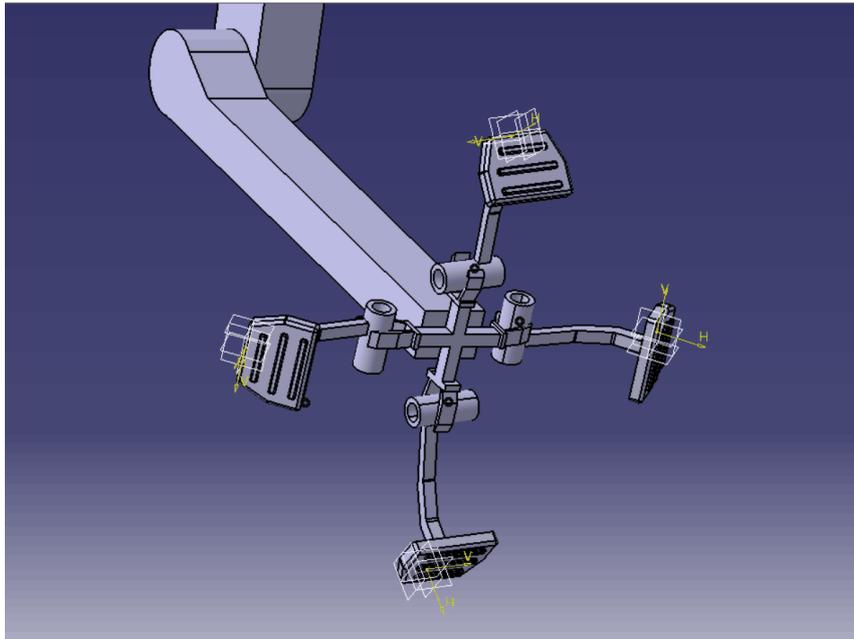


Abb. 36: Die Zeichnung des Greifers

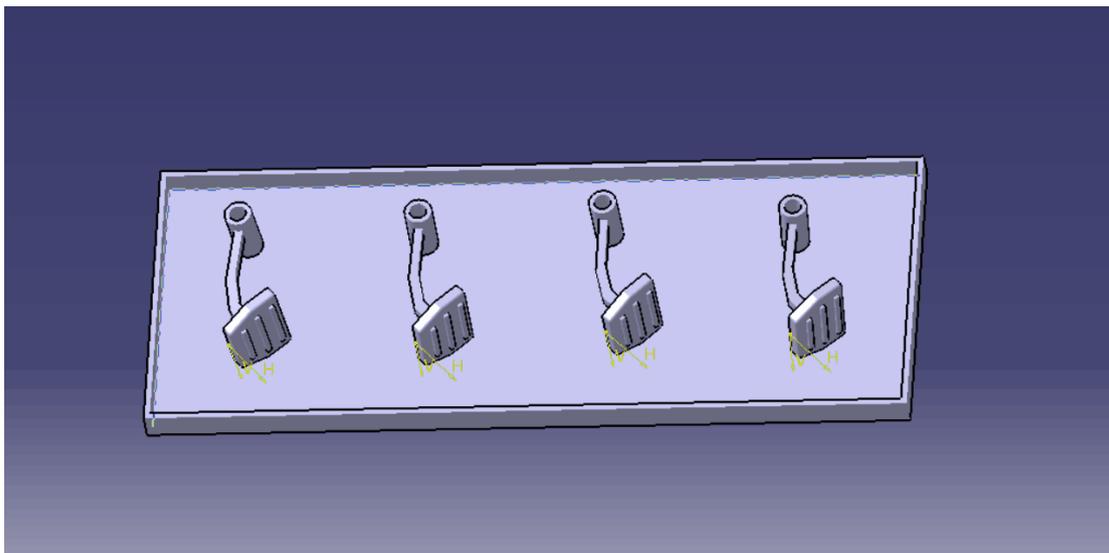


Abb. 37: Die Zeichnung der Palette

6.3 Struktur

Linearstruktur

Vorteile:

- Kleiner Platzbedarf
- Einfache Erweiterungsmöglichkeiten durch das Verlängern.

Nachteile

- Schwierige Zugänglichkeit der Rückseite beispielsweise bei manuellem Werkstückwechsel, Störungsbeseitigung und Wartung.

Ringstruktur

Vorteile:

- Kleiner Platzbedarf
- Einfache Erweiterungsmöglichkeiten durch das Verlängern.

Nachteile

- Schwierige Zugänglichkeit der Rückseite beispielsweise bei manuellem Werkstückwechsel, Störungsbeseitigung und Wartung.

Flächenstruktur

Vorteile:

- Gute Zugänglichkeit von jeder Seite.
- Gute spätere Erweiterungsmöglichkeiten.

Nachteile

- Hoher Platzbedarf beim Aufstellen der Maschinen und Paletteplätze
- Lange Fahrstecken für das Transportsystem.

Leiternstruktur

Normalerweise sind keine Einsatzgebiete im heutigen Fertigungssystem verfügbar.

Nachteile

- Sämtliche Bearbeitungsstationen u.a. systeminternen Anlagen umfasst das Transportsystem.
- Schwere Bedingungen bei Überwachen, Werkzeugtausch, Warten und Reparieren. (Diese Struktur ist nicht empfehlenswert.)

Weil es insgesamt 4 Schritte im ganz Verfahren und jede Schritt nicht getrennt sein kann, kann man Linearstruktur (Ringstruktur ist nicht geeignet) auswählen.

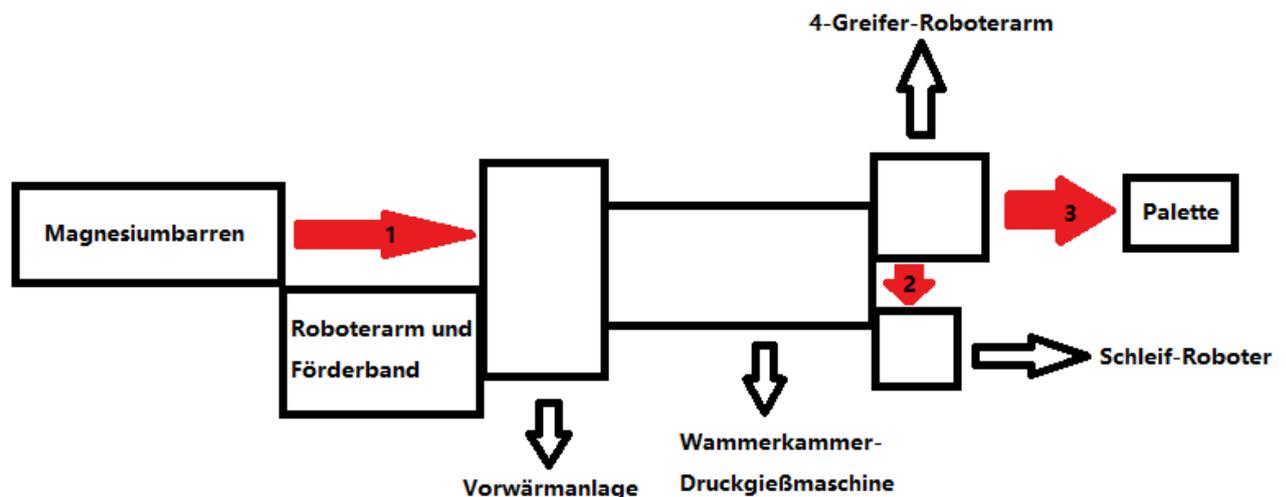


Abb. 38: Linearstruktur des Verfahrens

7. Zusammenfassung

Das Druckgießverfahren heißt, das flüssige Metall wird unter hohem Druck und mit großer Strömungsgeschwindigkeit in den Formhohlraum der Druckgießform gegossen. Die Druckgussteile werden in Automobil- und Elektronikindustrie, Computer, Büromaschinen Handys und Werkzeuge usw. verwendet. Die Magnesiumgussteile werden besonders wegen niedriger Gewicht, hoher Zugfestigkeit und Härte umfassend benutzt. Deshalb wird Magnesiumgussteilen eine der häufigsten Gussteilen in der Industrie genutzt.

Zur Zeit teilt die Druckmaschine in hauptsächlich 3 Arten: die Kaltkammer-Druckgießmaschine, Warmkammer-Druckmaschine und Thixomoldingmaschine der Magnesiumlegierung. Sie können die Größe der Gussteilen von der Größe des Motors bis der Größe der Teile von Handys hergestellt.

Die Warmkammer-Druckmaschine wird von **FRECH** ausgewählt ,um der Bremstritt zu herstellen. Firma **FRECH** liegt im Bereich der Druckmaschine in der Welt vorn. Die Maschine läuft effizient, präzis und energiesparend. Danach erkläre ich mich das Konzept für ein Druckguss-Zentrum.

Es gibt Faktoren, die die Qualität des Ergebnisse beeinflussen. z.B. die Geschwindigkeit des Gießkolbens, der Druckkraft, die Wärmbehandlung usw.

Durch die Entwicklung der Technik entstehen immer mehr Druckmaschine, die höhere Präzision und Produktivität haben und flexibler sind.

8. Selbständigkeitserklärung zur Bachelorarbeit

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorgelegte Bachelorarbeit eigenständig verfasst und keine anderen als die im Literaturverzeichnis angegebenen Quellen, Darstellung und Hilfsmittel benutzt habe. Dies trifft insbesondere auch auf Quellen aus dem Internet zu. All Textstellen, die wortwörtlich oder sinngemäß anderen Werken oder sonstigen Quellen entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Fall unter genauer Angabe der jeweiligen Quellen, auch der Sekundärliteratur, als Entlehnung gekennzeichnet.

Ich erkläre hiermit weiterhin, dass die vorgelegte Arbeit zuvor weder von mir noch –soweit mir bekannt ist von einer anderen Person an dieser oder einer anderen Hochschule eingereicht wurde.

Darüber hinaus ist mir bekannt, dass die Unrichtigkeit dieser Erklärung eine Benotung der Arbeit mit der Note „nicht ausreichend“ zur Folge hat und dass Verletzungen des Urheberrechts strafrechtlich verfolgt werden können.

Ren Yuxuan

08.04.2017

9. Literaturverzeichnis

{1} Arbeitsblätter zur Lehrveranstaltung Fertigungssysteme

{2} Arbeitsblätter zur Lehrveranstaltung Werkzeugmaschinen und
Fertigungstechnik

{3} Theorie und Praxis des Druckgusses; Schiele & Schön. Berlin

{4} Fertigungsverfahren; Fritz Kloche

{5} Broschüre Warmkammer-Serie von **FRECH**

{6} Broschüre Kaltkammer-Serie von **FRECH**

{7} Broschüre **JLM100-MG II** von **JSW**

10. Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Elemente und Grundaufbau eines FFS (BOSCH Industrieausrüstung, Anwender BOSCH Stuttgart){1}
- Abb. 2: Elemente eines FFS und deren Wechselwirkungen(1){1}
- Abb. 3: Struktur eines flexiblen Fertigungssystem(1){1}
- Abb. 4: Werkzeugmaschinen als technisches System(2){1}
- Abb. 5: Eingliederung in die IN 8580{1}
- Abb. 6: Schematische Darstellung des Kaltkammer-Druckgießverfahrens {3}
- Abb. 7: Schematische Darstellung des Warmkammer-Druckgießverfahrens {3}
- Abb. 8: Schematische Darstellung des Vakuum-Kammer-Druckgießverfahrens {3}
- Abb. 9: Schematische Darstellung des Thixospritzgießens {3}
- Abb. 10: Die -DAK1100-Kaltkammermaschine von **FRECH**{6}
- Abb. 11: Die -W315-Warmkammermaschine von **FRECH**{5}
- Abb. 12: Die Thixomoldingmaschine von **JSW**{7}
- Abb. 13: Der Verlauf von Gießkammer bei DAK1100-Kaltkammer-Druckmaschine {6}
- Abb. 14: Der Verlauf von Gießkammer bei W315-Warmkammer-Druckmaschine {5}
- Abb. 15: Der Verlauf der Entstehung von Gussteil bei W315-Warmkammer-Druckmaschine {5}
- Abb. 16: Die Darstellung von Thixomoldingmaschine von JLM100MG II {7}
Die Thixomoldingmaschine schiebt das Magnesiumgranulat unter hoher Druck und Temperatur in den Formhohlraum. {7}
- Abb. 17: Die Zeichnung einer Bremstritt (aus CATIA)
- Abb. 18: Die Zeichnung eines Einfach-Heißverteilers {5}
- Abb. 19: Die Zeichnung eines Zweifach-Heißverteilers {5}
- Abb. 20: Die Zeichnung der Bremstritte von Einfach-Heißverteiler(aus CATIA)
- Abb. 21: Die Zeichnung einer Vorwärmanlage {5}
- Abb. 22: Die Herstellung von Warmkammer-Druckgießmaschine {5}
- Abb. 23: Die Zeichnung des Druckgießform(aus CATIA)
- Abb. 24: Die Zeichnung des Gießkolbens(aus CATIA)
- Abb. 25: Die Zeichnung des Verfahrens(aus CATIA)
- Abb. 26: Die fertige Gussteilen entnehmen {5}
- Abb. 27: Die Zeichnung des Schleif-Roboters {von Internet}
- Abb. 28: Das Schleif-Verfahren(aus CATIA)
- Abb. 29: Linearstruktur eines Transportsystems {1}
- Abb. 30: Ringstruktur eines Transportsystems {1}
- Abb. 31: Flächenstruktur eines Transportsystems {1}
- Abb. 32: Leiterstruktur eines Transportsystems {1}
- Abb. 33: Die Zeichnung des Förderbands {von Internet}

Abb. 34: Die Zeichnung des Roboterarm {von Internet}

Abb. 35: Die Zeichnung des 4-Greifer-Roboterarms(aus CATIA)

Abb. 36: Die Zeichnung des Greifers(aus CATIA)

Abb. 37: Die Zeichnung der Palette(aus CATIA)

Abb. 38: Linearstruktur des Verfahrens

11. Tabellenverzeichnis

Tabelle1: Einteilung der Fertigungsverfahren

Tabelle2: Die Eigenschaft von Magnesium

Tabelle3: Die Technische Daten von DAK 1100-112

Tabelle4: Die Technische Daten von W315

Tabelle5: Die Technische Daten von JLM100MG II

Tabelle6: Die Anforderungen der Bewertungskriterien

Tabelle7: Die Bewertung der Druckgießmaschinen