

Inhaltsverzeichnis

1, Einleitung.....	3
1,1 Aufgabestellung.....	3
1,2 Lösung der Aufgabenstellung.....	3
2, Fertigungssystem.....	4
2,1 flexibles Fertigungssystem.....	4
2,2 Einsatzcharakteristika für FFS.....	5
2,3 Aufbau und Planung des FFS.....	7
2,4 Zusammenhang zwischen FFS und dem Fertigungsformen klassischer Werkstattfertigung.....	8
3, Umformtechnik.....	9
3,1 Umformende Fertigungsverfahren.....	9
3,2 Umformmaschinen.....	10
3,3 Massivumformung.....	12
3,3,1 Allgemeine Vorbemerkung.....	12
3,3,2 Verfahrensüberblick.....	12
3,4 Warmumformung.....	15
3,5 Walzen.....	16
3,5,1 walzenverfahren.....	16
3,5,2 Werkzeugstoffe.....	17
3,5,3 Walzbare Werkstoffe, Eigenschaften.....	19
3,6 Warmwalzen.....	19
4, Reckwalzen.....	21
4,1 Prinzip von Reckwalzen.....	21
4,2 Reckwalzmaschinen.....	24
4,3 Anwendung.....	25
4,4 Bewertung.....	26
5, Herstellungsprozess mit Beispiele.....	28
5,1 Überblick des Prozesses.....	28
5,2 Rohstahlerzeugung.....	29

5,2,1 Knüppel.....	29
5,2,2 Stranggussverfahren.....	29
5,2,2,1 Stranganlage.....	29
5,2,2,2 Brennschneidanlage.....	32
5,3 Erwärmungsöfen.....	33
5,4 Entzunderung.....	35
5,5 Reckwalzen.....	36
5,6 Kühlbett.....	38
5,7 Periphere Anlage.....	39
5,7,1 Kühlturm.....	39
5,7,2 Brückenkran.....	40
5,7,3 Sensoren.....	41
6. Zusammenhang zwischen Schnittstellen.....	43
6.1 Transportsystem.....	43
6,2 Transportmittel.....	44
6,2,1 Rollenförderer.....	44
6,2,2 Manipulator.....	46
6,3 Matrialfluss.....	47
7, Zusammenfassung.....	49
Selbständigkeitserklärung zur Bachelorarbeit.....	50
Literaturverzeichnis.....	51
Abbildungsverzeichnis.....	52

1, Einleitung

1,1 Aufgabestellung

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 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 der o.g. Zielstellung unter der Berücksichtigung der möglichen allgemeinen technischen Lösungen
2. Dokumentation der vorhandenen Lösungen für die o. g. Technischen Einrichtungen in derartigen Prozessen
3. Auslegung und Bewertung von allgemeinen Lösungsvarianten für das genannte Fertigungsverfahren
4. Beschreibung einer möglichen Lösung an einem selbst gewählten Beispielteil (mit Begründung)
5. Darstellung des technischen Zusammenhangs zwischen den maschinenbaulichen und organisatorischen Materialfluss (Rohteil, Fertigteil, Restmaterialien, Werkzeuge), Transport und Handhabung sowie Ver- und Entsorgung der einzelnen Elemente für die Vorzugsvariante

2, Fertigungssystem

Ein Fertigungssystem ist eine Methode zur Organisation der Produktion. Fertigungssysteme sind die Montage und Serienfertigung, flexibles Fertigungssystem, Lean Production, Inselfertigung, Einzelfertigung, Kanban und Massenfertigung.

2,1 flexibles Fertigungssystem

Flexible Fertigungssysteme (abgekürzt FFS) sind Mehrmaschinensysteme zur Bearbeitung von Werkstücken. Die einzelnen Bearbeitungsstationen sind meist handelsübliche numerisch gesteuerte Bearbeitungszentren. Über ein Transport- und Lagersystem sind diese miteinander verkettet verbunden, um so den automatisierten Werkstückfluss zu ermöglichen. Sie haben zusätzlich zu den Bearbeitungsstationen Werkstück- und Werkzeugspeicher mit den entsprechenden Übergabestationen. Das Aufspannen der Werkstücke und das Magazinieren der Werkzeuge können unabhängig und zum Teil zentralisiert durchgeführt werden, wodurch sich Neben- und Verteilzeiten bei den Maschinen einsparen lassen. Durch die Automatisierung des Transports werden außerdem Flächen- und Personalkosten verringert und die Durchlaufzeiten der Aufträge verkürzt.

Die Koordination der einzelnen NC-Steuerungen, der Transportsteuerung sowie anderer dezentraler Steuerungen erfolgt über einen zentralen Leitreechner, an den die einzelnen Zellenrechner (Flexible Fertigungszelle) gekoppelt sind. Die Bearbeitungsstationen können einen oder auch mehrere Bearbeitungsschritte übernehmen.

Obwohl flexible Fertigungssysteme ein hohes Rationalisierungspotential besitzen, sind sie gleichwohl in ihrer Anschaffung teuer und benötigen hochqualifiziertes Personal, das sie bedienen kann, sodass sich deren Anschaffung nur bei einer betrieblichen Auftragslage mit fortwährend hohen Stückzahlen lohnt.[1]

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 Automtisierung

- 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 **Mehrverfahrenbearbeitung**

die mittels einer übergeordneten Steuerung realisiert werden.

Somit gilt:

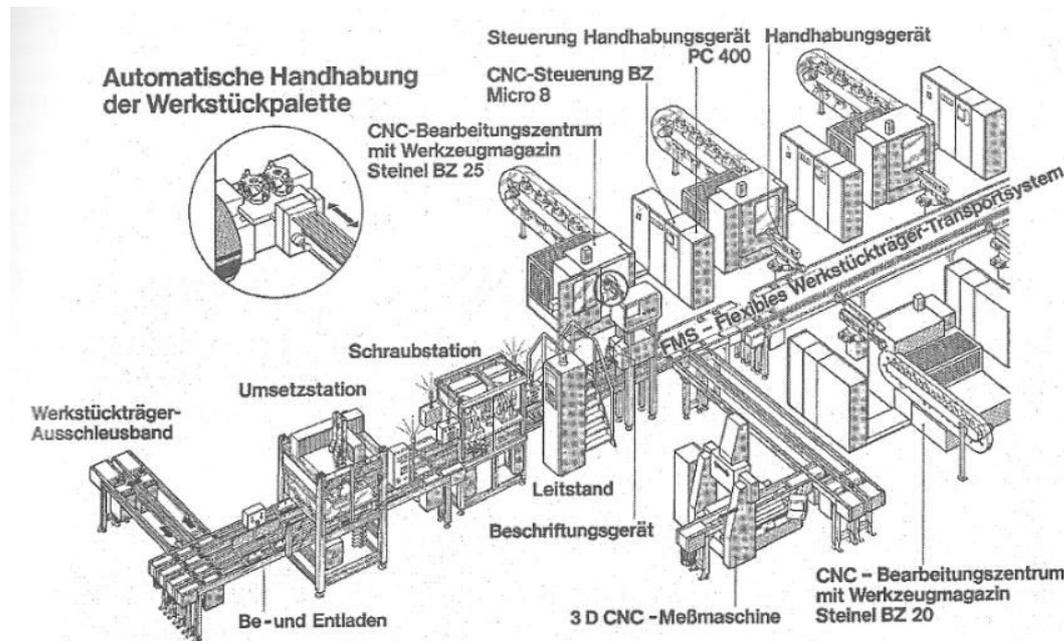
Flexible Fertigungssysteme (FFS) stellen Mehrmaschinensysteme mit übergeordneter Steuerung in Form eines Leitrechners dar.

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

Die Bearbeitungsstatonen, 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 Leitreechner gesteuert und koordiniert.



(Abb.1: Elemente und Grundaufbau eines FFS)

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 Spannlage geschieht in der so genannten Schraub- und Umsetzstation.

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.[2]

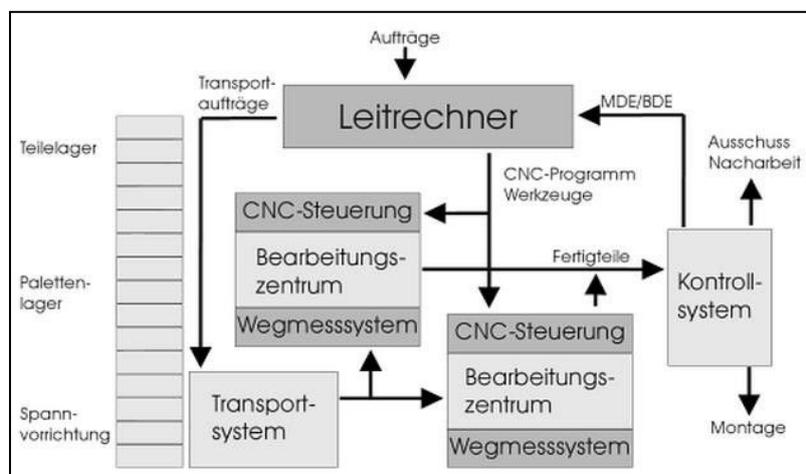
2,3 Aufbau und Planung des FFS

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.[2]



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

Das Grundschemata eines derartigen Fertigungskonzeptes ist Abbildung 3 zu entnehmen.



(Abb.3: Struktur eines flexiblen Fertigungssystems)

2,4 Zusammenhang zwischen FFS und dem Fertigungsformen klassischer Werkstattfertigung

Das flexible Fertigungssystem wurde ausschließlich für die spanende Bearbeitung prismatischer Rohteile zusammengestellt, da diesem Teil der Produktion die größte Flexibilität abverlangt wird. Es ist auf die Bearbeitung von mehr als 120 verschiedenen Werkstücktypen mit einem Gewicht zwischen zwanzig Kilogramm und drei Tonnen ausgelegt. Das flexible Fertigungssystem stellt jedoch nur eine Stufe des Produktionsprozess dar. Alle weiteren vor- und nachgelagerten Bearbeitungsstufen sind nach wie vor in Form der klassischen Werkstattfertigung organisiert. Dazu zählen beispielweise die Gießerei, die Härterei, die Schleiferei, die Putzerei, die Dreherei oder die Lackiererei. Damit ist das flexible Fertigungssystem integraler Bestandteil einer Werkstattfertigung.[3]

3, Umformtechnik

3,1 Umformende Fertigungsverfahren

Umformmaschinen sind Werkzeugmaschinen für die spanlose Formgebung, d.h. die Herstellung und Bearbeitung von Werkstücken und Bauteilen durch umformende Fertigungsverfahren.

Die unter dem Begriff Umformtechnik zusammengefassten Technologien zeigen trotz ihrer außerordentlichen Vielfalt nachfolgend genannte gemeinsame charakteristische Merkmale:

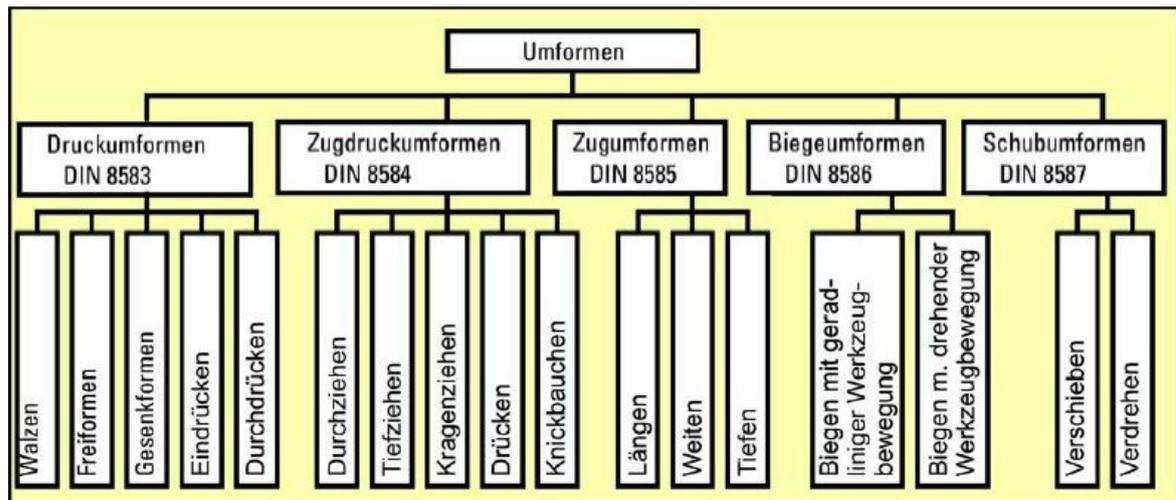
- Ausnutzung des plastischen Formänderungsvermögens von metallischen Werkstoffen,
- Formänderung durch Änderung einer Vor- und Zwischenform eines Werkstücks,
- Beibehaltung des Werkstoffzusammenhaltes,
- Spanlose Formänderung mit Beherrschung der Werkstückgeometrie.

Umformende Fertigungsverfahren sind in der zweiten Hauptgruppe (Umformen) der Fertigungsverfahren (DIN 8580) zusammengefasst. Folgende Einteilungskriterien haben dabei in der industriellen Praxis Bedeutung:

- Die Art der Ausgangsform (Rohteil, Halbzeug) → Blechumformung, Massivumformung und
- die Temperatur des Rohteils → Kaltumformung, Warmumformung.

Maßgebend für den Umformvorgang selbst sind die aus der Krafteinleitung durch Werkzeuge resultierende Spannungen im Werkstück, die eine plastische Formänderung in einem definierten Volumenbereich (Umformzone) bewirken.

Nach DIN 8582 erfolgt daher die Einleitung der Umformverfahren[4]



(Abb.4 Einteilung der Umformverfahren)

3,2 Umformmaschinen

Werkzeugmaschinen für die umformende Fertigung müssen entsprechend des außerordentlich breiten Spektrums der Umformverfahren in der Blechverarbeitung und der Kalt-/Warmmassivumformung sehr unterschiedlichen Anforderungen gerecht werden. Grundsätzliche Aufgaben ergeben sich diesbezüglich aus den charakteristischen Merkmalen der Umformtechnik. Diese sind in erster Linie

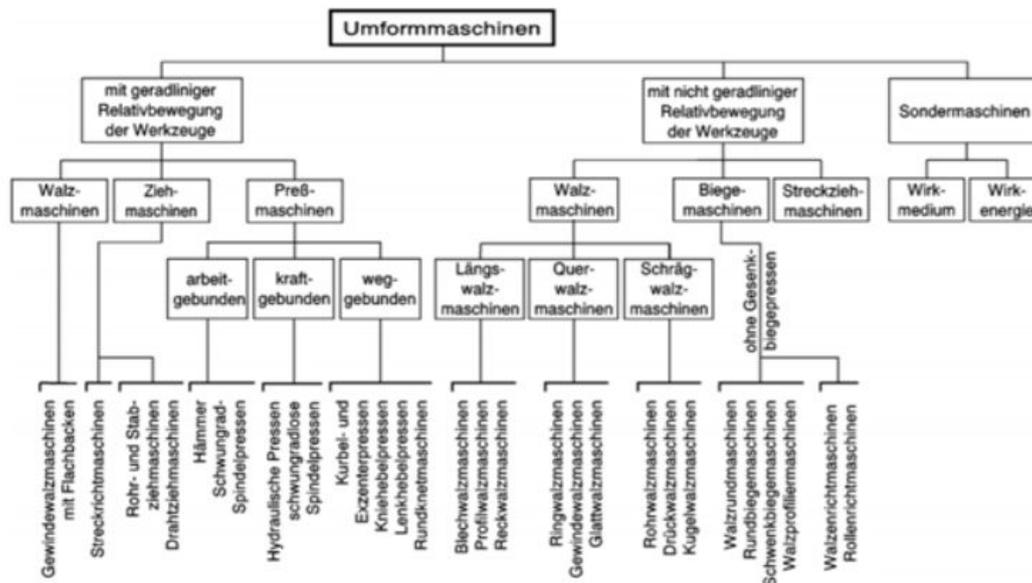
- das Erzeugen und Aufbringen der für die Umformung erforderlichen Kräfte, Momente und Energien,
- das Führen der notwendigen Baugruppen, Werkzeuge und Werkzeugelemente vor, während und nach dem Umformvorgang und
- das "in Eingriff bringen" der Werkzeuge mit dem Werkstück, so dass Kräfte direkt oder indirekt in die Umformzone eingeleitet werden.

Die systematische Unterteilung der Umformmaschinen berücksichtigt folgend Aspekte:

- Kinematik der Baugruppen und Werkzeuge,
- Art und Funktion des Antriebs,

- Maschinenbauart,
- Art der Umformaufgabe.

Abbildung 5 zeigt die Einleitung der umformenden Werkzeugmaschinen nach Lange.



(Abb.5 Einteilung der Umformmaschinen)

Nach Lange unterliegt jeder Umformprozess zahlreichen verschiedenen Einflüssen, die von einander abhängig sind. Bei dieser Systembetrachtung spielen die Umformmaschine und deren Peripherie (z.B. Zuführ- und Transporteinrichtungen) eine beträchtliche Rolle, da sie mit den anderen prozessbestimmenden Faktoren wie z.B. den Werkstoffeigenschaften des Werkstücks vor der Umformung in Wechselwirkung stehen. Somit ergeben sich in der Praxis für die Auswahl und den Einsatz der Maschinen und Anlagen entsprechend den umformtechnischen Erfordernissen eine Vielzahl von Kenngrößen. Eine Auswahl ist in Tabelle 1 zusammengestellt. [4]

Hämmer	Arbeitsvermögen, Bärhub, Druckberührzeit
Spindelpresen	Nennkraft, Prellschlagkraft, Hubzahl, Tischgröße
Mechanische Pressen	Nennkraft, Stößelkraft, Nennkraftwinkel, Hub, Tischgröße, Auffederung, Stößelverkipfung
Hydraulische Pressen	Betriebsdruck, Nennkraft, Auswerferkraft, Führungsspiel

(Tabelle1:Kenngrößen von Umformmaschinen(Pressmaschinen))

3,3 Massivumformung

3,3,1 Allgemeine Vorbemerkung

Beim Massivumformen werden "kompakte" Rohteile (z.B. Stababschnitte) dreidimensional umgeformt, während beim Blechumformen "flächenhafte" Rohteile meist zu dreidimensionalen Hohlkörpern geformt werden, die annähernd konstante Blechdicke besitzen.

Die spezifischen Kräfte sind bei der Massivumformung wesentlich höher als bei der Blechumformung, was in der Regel vergleichsweise steife Maschinen und Werkzeuge in sehr kompakter Bauausführung zur Folge hat.

Zur Massivumformung gehören die Verfahren

- des Freiformens (Stauchen) ,
- des Gesenkformens (schmieden),
- des Walzens,
- des Durchdrückens und des Durchziehens,
- des Eindrückens,
- des Strangpressen und
- des Fließpressens.[4]

3,3,2 Verfahrensüberblick

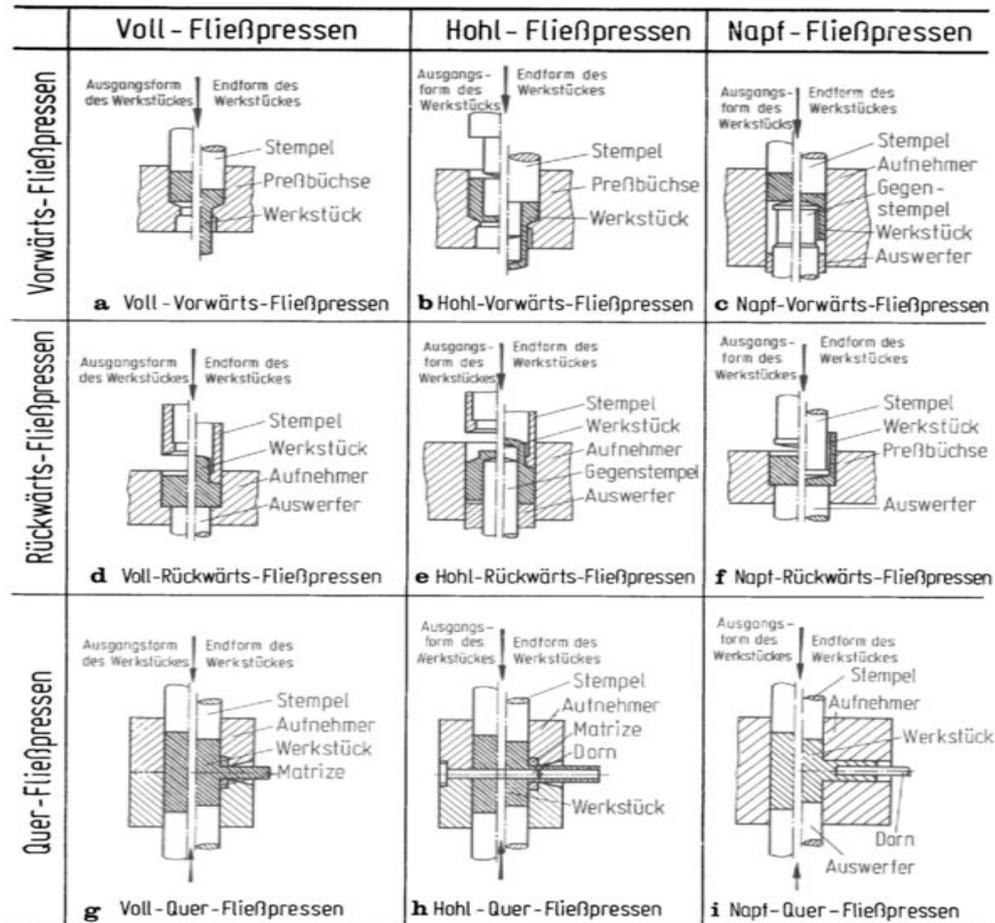
Die Verfahren Fließpressen und Verjüngen sind gekennzeichnet durch das Durchdrücken eines zwischen Werkzeugteilen aufgenommenen Rohteils/Werkstücks vornehmlich zur Erzeugung einzelner Werkstücke. Beim Strangpressen werden bei grundsätzlich ähnlichem Umformmechanismus Halbzeuge (Stäbe, Rohre, Profile) hergestellt.

(Abb.6) zeigt die Grundverfahren des Fließpressens. Und sie werden

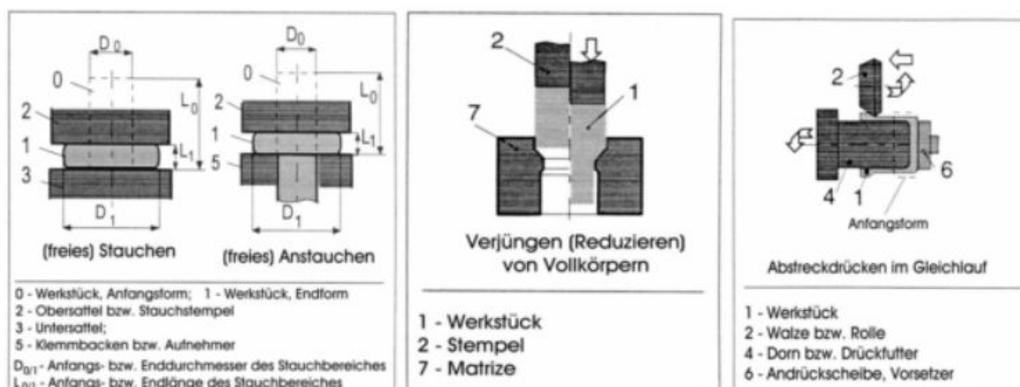
- nach der Wirkrichtung (Vorwärts-, Rückwärts-, Querfließpressen) sowie
- nach der Werkstückendform (Voll-, Hohl-, Napfflößpressen)

unterteilt.

Bei der Herstellung von Massivteilen werden die klassischen Fließpressverfahren durch Verfahren wie das Stauchen und Abstreckgleitziehen ergänzt. (Abb.7)



(Abb.6 Prinzipdarstellung der Fließpressverfahren)



(Abb.7 Stauchen, Verjüngen, Abstreckgleitziehen)

Warm-, Halbwarm- und Kaltumformung sowie Verfahrenskombinationen grundsätzlich kann gesagt werden, dass fast alle Massivumformverfahren theoretisch in verschiedenen Temperaturbereichen eingesetzt können.

Oberhalb der Rekristallisationstemperatur findet die Warmumformung (Schmiede) statt. Erfolgt vor dem Pressen kein Anwärmen des Rohteils bzw. Werkstücks so wird vom Kaltumformen gesprochen. Die Halbwarmumformung wird z.B. bei Stahlwerkstoffen zwischen 750 und 950°C durchgeführt. Es vereinigt für viele Bauteile und für spezielle Werkstückwerkstoffe mit höheren Kohlenstoffanteilen die technischen Vorteile des Schmiedes mit denen das Kaltumformens unter wirtschaftlich optimalen Bedingungen. Tabelle.2 stellt in einer vergleichenden Übersicht anhand fertigungstechnischer Kriterien die Vorteile der drei Umformungsvarianten dar.

Umformung	Warm	Halbwarm	Kalt
Werkstückgewicht (kg)	0,05...1500	0,001...50	0,001...50
Genauigkeit	IT 13-16	IT 11-14	IT 8-11
Oberflächengüte Rz (μ m)	>50-100	>30	>10
Fließspannungen(%) f(Temperatur,Werkstoff)	ca. 20...30	ca. 30...50	100
Umformvermögen f(Temperatur,Werkstoff)	$\varphi \leq 6$	$\varphi \leq 4$	$\varphi \leq 1,6$
"Umformkosten"(%) VDM-Studie 1991 Darmstadt	bis 113	100	bis 147
Spanende Nacharbeit	hoch	gering	sehr gering

(Tabelle2: Vergleich Warm-, Halbwarm- und Kaltumform)

Die Stückgewichte der heute Warmumgeformten Bauteile liegen zwischen 0,05 und 1500 kg, die der Halbwarm- und Kaltumgeformten Teile im Bereich von 0,001 bis 50 kg. Maßgenauigkeit und Oberflächengüte nehmen mit zunehmender Temperatur ab. Die Ursache hierfür sind in thermisch nicht genau erfassbaren Dehnungen und im schnelleren Verschleiß der Werkzeuge zu sehen.

In der Praxis werden die genannten "Idealverfahren" des Massivumformens

auch als Verfahrenskombinationen in dreierlei Hinsicht eingesetzt:

- Heute werden fast alle komplexen Werkstücke in einer bestimmten mehrstufigen Kombination (Verfahrens- bzw. Stadienfolge) von Einzeloperationen gefertigt. → z.B. die Produktion von Buchsen: Kombination der Verfahren Setzen, Zentrieren, Napf-Rückwärts-Fließpressen, Lochen und Abstrecken
- In einer Umformoperation können zwei Verfahren gleichzeitig eingesetzt werden. → z.B. bei der Herstellung hülsenförmiger Werkstücke mit mittigem Steg (vgl. Abb.6) : kombiniertes Napf-Rückwärts- und Napf- Vorwärts-Fließpressen
- Für die Umformverfahren, bei denen zunächst halbwarm- bzw. warm- und dann kaltgepresst wird, hat sich ebenfalls der Begriff der Verfahrenskombination durchgesetzt. Über diese Technologie können z.B. die wirtschaftlichen Vorteile des Halbwarmpressens zur Erzeugung von annähernd einbaufertigen (Near-netshape) Bauteilen und die technischen Vorteile des Kaltfließpressens, insbesondere die sehr hohe Maßgenauigkeit und Oberflächengüte, gleichzeitig genutzt werden. Die Kraftumformstufe muss sich dabei keineswegs nur auf eine Kalibrieroperation beschränken - sie kann auch einen mehrstufigen Umformprozess beinhalten.[4]

3,4 Warmumformung

Mit Warmumformung werden all diejenigen Umformschritte bezeichnet, die oberhalb der Rekristallisationstemperatur eines Metalls stattfinden. Die während der Umformung ablaufende Verfestigung wird durch während und nach dem Umformschritt ablaufende Erholungs- und Entfestigungsprozesse begleitet. Dadurch können sehr hohe Umformgrade aufgebracht werden. Dabei ist nicht unbedingt notwendig, dass der Werkstoff erwärmt wird. In vielen Metallen läuft die Rekristallisation bereits bei Raumtemperatur ab (Richtwert: Rekristallisationstemperatur $> 0,6 \times$ Schmelztemperatur in K).

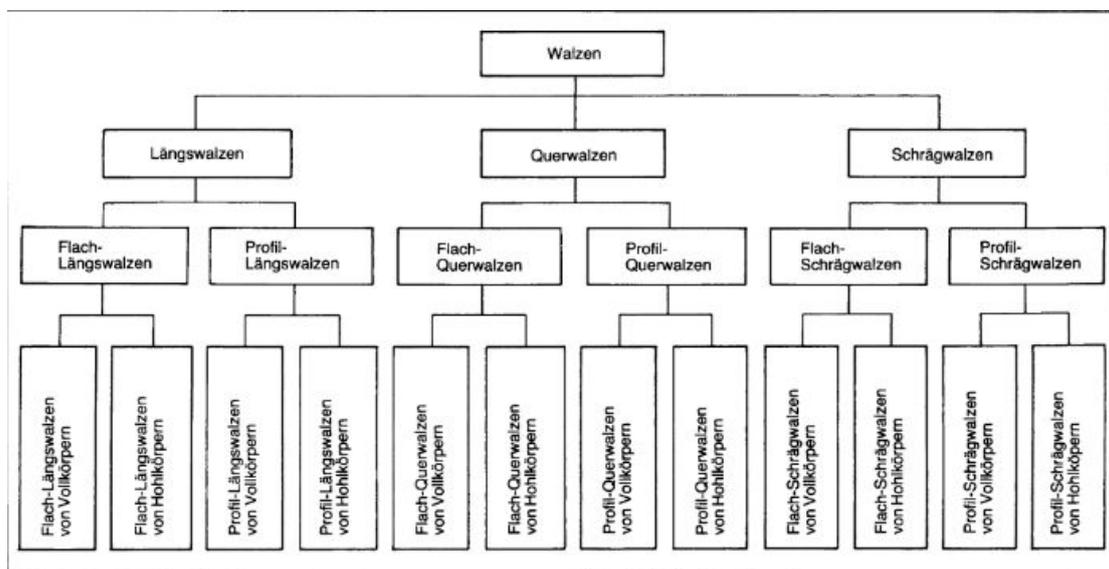
Verfahren der Warmumformung können unter anderem sein:

- Schmieden
- Warmwalzen
- Strangpressen[5]

3,5 Walzen

3,5,1 walzenverfahren

Die Walzenverfahren, die zu den Fertigungsverfahren des Druckumformens gehören, werden in DIN 8583, BL.2, nach den Gesichtspunkten Kinematik, Werkzeuggeometrie und Werkstückgeometrie geordnet. Damit ergibt sich das Ordnungsschema der Walzenverfahren nach Abb.8



(Abb.8 Ordnungssystem der Walzverfahren)

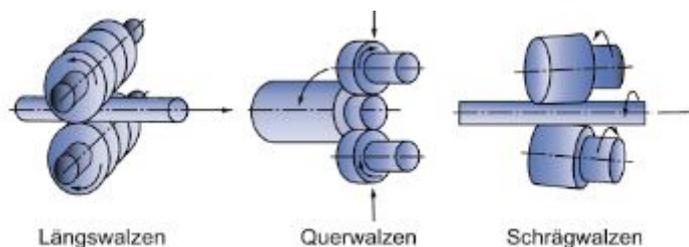
Man definiert Walzen als Stetiges oder Schrittweise Druckumformen mit einem oder mehreren sich drehenden Werkzeugen (Walzen). Dabei können Zusatzwerkzeuge zum Einsatz kommen(z. B. Stopfen oder Dorne, Stangen, Führungswerkzeug). Die Krafteinteilung erfolgt entweder durch angetriebene

Walzen oder durch vom Walzgut geschleppte Walzen.

Nach der Kinematik lassen sich die Walzverfahren in Längs-, Quer- und Schrägwalzen einteilen. (Abb.9)

Während beim Längswalzen das Walzgut senkrecht zu den Walzenachsen ohne Drehung durch den Walzspalt bewegt wird, ist das Querwalzen dadurch gekennzeichnet, daß sich Walzgut ohne Bewegung in Achsrichtung um seine eigene Achse dreht, Treten beide Bewegung gleichzeitig auf, so spricht man vom Schrägwalzen.

Die Werkzeuggeometrie läßt eine weitere Unterteilung der Walzverfahren zu. Haben die Walzen an den Berührungsflächen mit dem Walzgut eine zylindrische oder kegelige Form, so wird dieses Verfahren als Flachwalzen bezeichnet. Weicht die Walzenform an den Brührungsflächen von der zylinder- bzw. Kegel-form ab, so spicht man von Profilwalzen. Die sog. Walzenkaliber haben in Umfangsrichtung meist gleichbleibend Querschnitte, mitunter aber auch veränderliche Querschnitte, wie z. B. beim **Reckwalzen**. [6]



(Abb.9 Längs-, Quer- und Schrägwalzen in schematische Darstellung)

3,5,2 Werkzeugstoffe

Die Entwicklung der Walzwerkstechnik ist gekennzeichnet durch gestiegene und steigende Anforderungen an die Fertigprodukte bezüglich Planheit, Dickenabweichung und Oberflächengüte. Hierbei spielen verschiedene Faktoren zur Beurteilung der Walzenqualität mit, wie

- Verschleißfestigkeit,
- Druckfestigkeit,

- Zähigkeit,
- Thermische Belastbarkeit,
- Hohes Greifvermögen und
- Zapfenfestigkeit am Übergangsradius.

Neben diesen grundsätzlichen Qualitätskriterien stehen bisweilen zusätzliche Forderungen wie gute Bearbeitbarkeit oder Resistenz gegen thermische Überlastung bei Betriebsnotfälle in Warmbandstraßen. Die hohen Flächenpressung erfordern einen verschleißfesten, harten Mantel mit ausreichender Zähigkeit im Kern.

Als Werkstoffe kommen Stahl- aber aus gußeiserne Walzen in Betracht. Stahlwalzen können entweder durch Schmieden oder Gießen hergestellt werden. Die geschmiedete Variante wird schwerpunktmäßig als Stütz- und Arbeitswalze in Kalt-Tandemstraßen, als Stützwalze in Warmbreitbandstraßen, als Block- bzw. Brammenwalze und darüber hinaus dort, wo hohe Bruchrisiken vorhanden sind, verwendet. Stahlgußwalzen haben ihren Anwendungsbereich in Flach- aber auch Profil- und Rohrwalzwerken. Aufgrund ihres günstigen Verschleißverhaltens und ihrer Festigkeit findet vor allem beim Flachwalzen in Duo-Gerüsten Stahl- und Stahlverbundguß Verwendung. Stahlverbundgußwalzen bestehen in der Mantelzone aus einem Härtbaren, legierten Stahl, während sich der Zapfen- und Kernwerkstoff aus zähem Stahl mit geringem C-Gehalt zusammensetzt.

Gußeiserne Walzen können in solche mit Lamellengraphit, in Sphärogußwalzen mit Kugelgraphit und Hartgußwalzen ohne Graphit unterteilt werden. Hartgußwalzen werden verzugsweise als Flachwalzen in Draht-, Feinstahl- und Mittelstahlwalzwerk eingesetzt. Die graphitfreie Randschicht beträgt etwa 10% des Walzendurchmessers und weist eine Härte von ca. 500HV 30 auf. Walzen aus laminaem und globularem Guß bilden den größten Teil der gußeisernen Walzen. Laminarer Guß wird vorrangig bei der Fertigung kleiner Lose aus wirtschaftlichen Gründen eingesetzt. Sphärogußwalzen hingegen zeichnen sich bei hohen mechanischen Belastbarkeiten durch gutes

Greifvermögen und gute Widerstandsfähigkeit gegen thermische Spannungsrisse aus. Die Anwendung dieser Werkstoffgruppe ist überaus groß und reicht von Drahtstraße über Profil-, Block- und Brammenstraßen bis hin zu Flachwalzwerken.

Für Hochleistungswalzstraßen sind Chromstahlwalzen entwickelt worden, die mit einem Legierungsanteil von 10 bis 25% Cr sehr gute Festigkeit, Zähigkeit und Verschleißbeständigkeit aufweisen. Für Flachwalzwerk werden sie als Verbundenwalzen gegossen mit einem Kern aus GGL oder GGG.[6]

3,5,3 Walzbare Werkstoffe, Eigenschaften

Durch Walzen lassen sich nahezu alle metallischen Werkstoffe bearbeiten. Auch spröde Werkstoffe lassen sich bei entsprechender Auslegung des Vorgangs so walzen, daß die auftretenden Zugspannungen unschädlich klein bleiben.

Beim Warmwalzen wird das grobkristalline Gußgefüge zerstört und in ein feinkörniges, gleichmäßiges Knetgefüge umgewandelt. Schwindungshohlräume und Gasblasen werden gleichzeitig geschlossen und verschweißt. Weiterhin erzeugt das Walzen, wie alle Umformverfahren, eine charakteristische Textur im Werkstück. So lassen sich zum Beispiel die Blechtexturen in bestimmte Gruppen einteilen. Nach Wassermann, Grewen zeigen alle unlegierten kubisch flächenzentrierten Metalle (Silber ist dabei eine Ausnahme) gleichartige Walztexturen. Auch die kubisch raumzentrierten Metalle sind vom gleichen Texturtyp, während die hexagonalen Metalle drei verschiedene Arten von Walztexturen aufweisen können. Die Textur, die sich auf das Umformverhalten des Werkstoffs beim Weiterverarbeiten zum Teil stark auswirkt, läßt sich in gewissen Grenzen durch gezielte Abstimmung der Walz- und Glühbedingungen beeinflussen.[6]

3,6 Warmwalzen

Als Warmwalzen bezeichnet man den Walzprozess eines Walzguts (Brammen, Knüppel, Draht etc.) bei einer Temperatur oberhalb der Rekristallisationstemperatur des zu verarbeitenden Metalls. Bei Stahl ist das in der Regel 720-1260 Grad Celsius, bei anderen Metallen liegen die Temperaturbereiche in anderen Größenordnungen (Aluminium z. B. 250 bis 500 Grad Celsius).

Der Vorteil des Warmwalzens ist, dass das Walzgut bei höheren Temperaturen weicher ist und damit mit geringerer Kraft umgeformt werden kann. Beim Stahl befindet sich das Metall zudem im austenitischen statt im ferritischen Zustand (d. h., die Eisenatome sind kubisch flächenzentriert statt kubisch raumzentriert angeordnet). Im austenitischen Bereich sind Umformgrade (d. h. geometrische Verhältnisse von Eingangs- zu Ausgangsgröße) bis 1:250 möglich (Beispiel: typische Brammendicke in einer Warmbreitbandstraße ist 240 mm, Enddicken sind minimal 0,8 mm – bei geringeren Dicken kühlt das Band zwischen den einzelnen Walzvorgängen zu sehr ab). Im Flachstahlbereich sind Umformgrade bis 120 in einer typischen Warmbreitbandstraße möglich. Für Enddicken unter 3 mm wird Stahl jedoch oft kaltgewalzt (z. B. Walzen im rein ferritischen Bereich des Stahls). Beim Kaltwalzen sind ohne Zwischenglühen nur Umformgrade bis 1:10 erreichbar.

Für das Warmwalzen verwendete Anlagen sind Warmbreitbandstraßen für Blech sowie Drahtstraßen und Stabstraßen für Rund- und Kantmaterial und Profile. Für die Herstellung des erforderlichen Vormaterials (Knüppel und Vorbrammen) werden Block- und Brammenwalzwerke verwendet.

Bei Aluminium können je nach Legierung Warmbanddicken von zwei bis sechs Millimeter erzielt werden, darunter geht die Wärme wegen der großen Oberfläche zu schnell verloren. Für weitere Dickenabnahmen muss das Blech kaltgewalzt werden.[10]

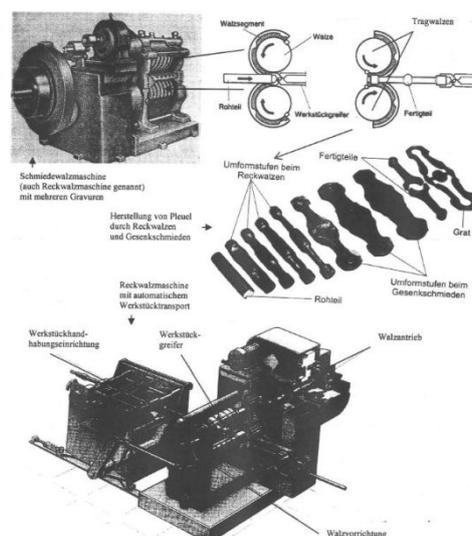
4, Reckwalzen

4,1 Prinzip von Reckwalzen

Schmiede- oder Reckwalzen ermöglichen gleichzeitiges Recken und Stauchen an einem Werkstück.

Es wird bevorzugt in Schmiedestraße zum Vorrecken von Gesenkschmiedewerkstück eingesetzt. Das Prinzip ist in Abbildung.10 dargestellt.

Als Werkzeug dienen paarweise auf den Walzen angeordnete und leicht auswechselbare Walzsegment, in die die Negativform der Werkstück eingraviert ist. Für das Walzen in mehreren Umformschritten werden die notwendigen Walzsegmentpaare nebeneinander auf den Walzen angeordnet. Die Zuführung der Werkstück erfolgt über eine automatische Handhabungseinrichtung, deren Transportbewegung über eine Kurbelschwinge mechanisch mit der Walzenbewegung gekoppelt sind. Die hydraulisch betätigte Werkstückzange führt die vorgewärmten Werkstück nacheinander in die verschiedenen Walzsegment ein und kann (falls erforderlich) zwischen den Walzschritten eine Werkstückdrehung um jeweils 90° realisieren.



(Abb.10 Schmiede- bzw. Reckwalzen - Verfahren und maschinen)

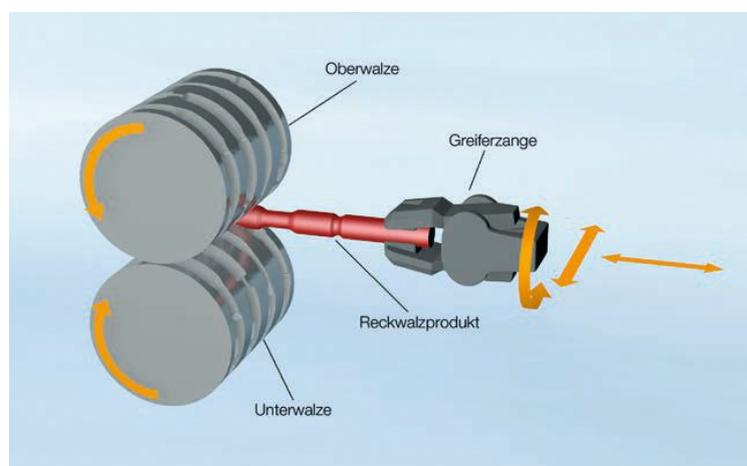
Da bei der automatischen Handhabung nur Walzsegmente mit einem Umschließungswinkel von maximal 180° verwendet werden, steht für das Zurückziehen, Drehen, seitliches Verschieben und Verschieben der Werkstücke zwischen den Walzschriften eine halbe Walzdrehung zur Verfügung. Das fertig gewalzte Teil wird zwischen den Walzen hindurch ausgestoßen.

Es werden überlicherweise Rohteile mit einem Durchmesser (oder Quadratquerschnitt mit einer Dicke) bis zu 60 mm bearbeitet. Die Größe der Bearbeitungslänge der Werkstücke liegt zwischen 250mm bis 1250mm.

Der schmiede-(Reckwalz-)Vorgang selbst kann auf zwei Arten durchgeführt werden:

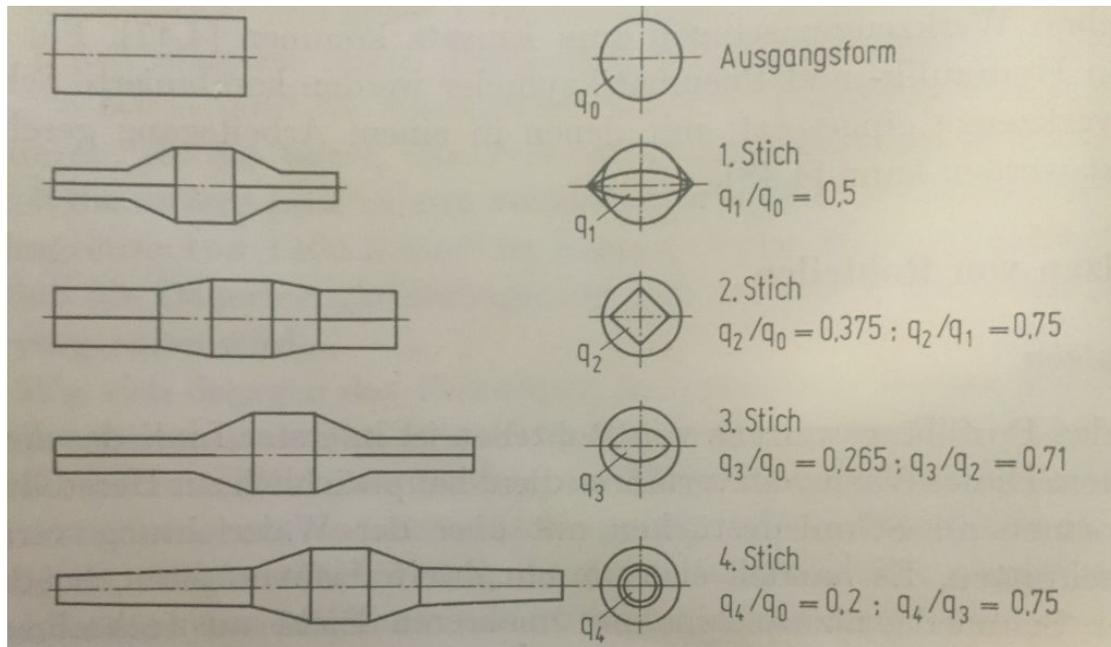
- In einer Gravur mit mehreren Durchgängen, wobei von Durchgang zu Durchgang
- In mehreren Gravuren und den entsprechenden Durchgängen.

Bei der Anwendung des Schmiedewalzens für die Zwischenformung ist zu beachten, dass ihre hohe Ausstoßkapazität mit den Kapazitäten der Hämmer und Pressen für die Endformung abgestimmt wird, um ein Zwischenerhitzen zu vermeiden und Wärmeenergie einzusparen. Da der Arbeitsvorgang nur kurze Fertigungszeit erfordert, verlieren die Werkstücke wenig Wärme und können unmittelbar folgend in die Endform gepress werden.[4]

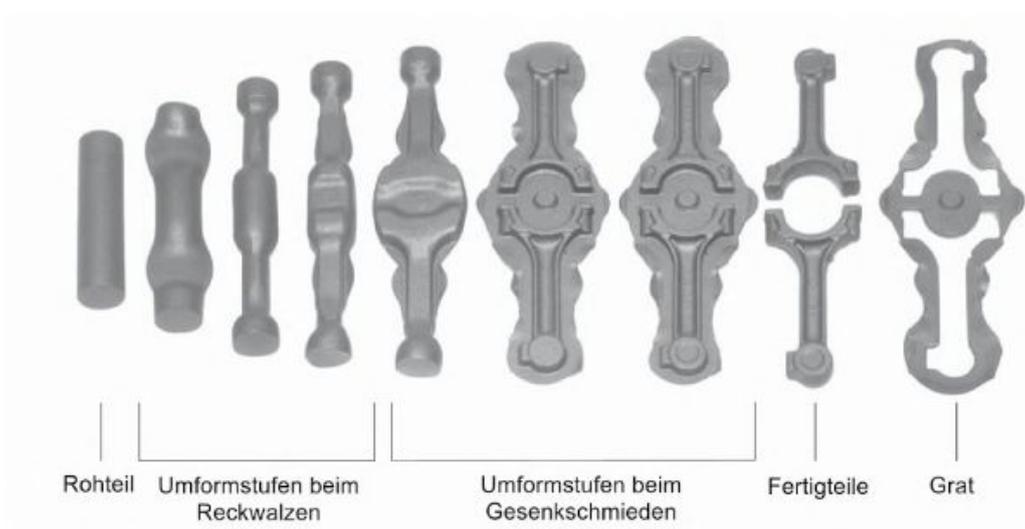


(Abb.11 Reckwalzen)

Dabei durchläuft das Reckwalzprodukt meist mehrere Stufen („Stiche“), folgende sind einige Beispiele. (Abb.12 und 13)



(Abb.12 Entwurf der Stichfolge für die Zwischenform einer Schaltgabel)



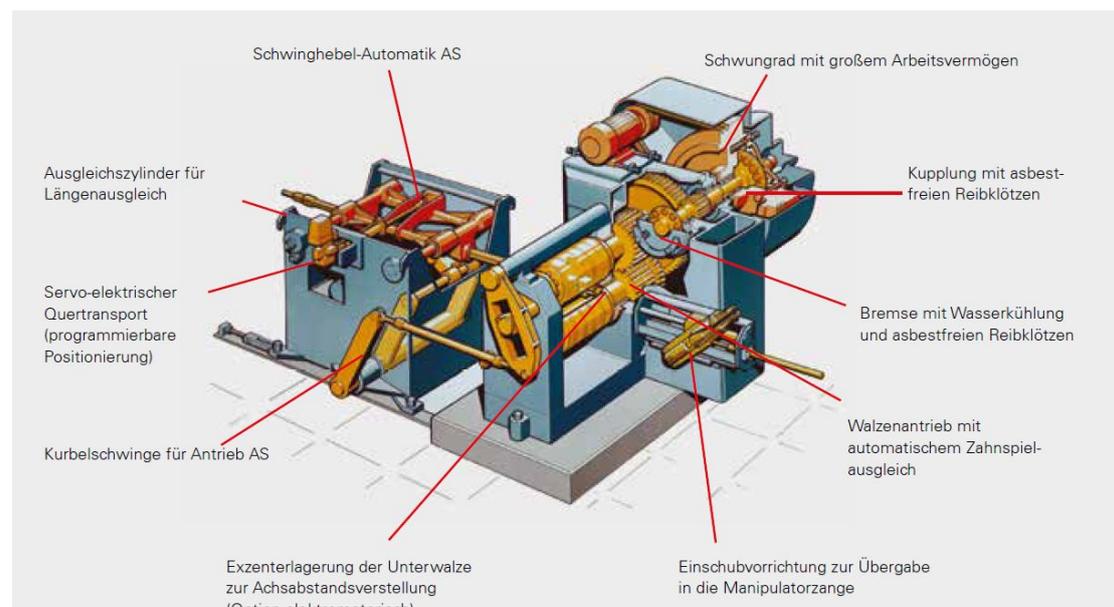
(Abb.13 Herstellung von Pleuel durch Reckwalzen und Gesenkschmieden)

4,2 Reckwalzmaschinen

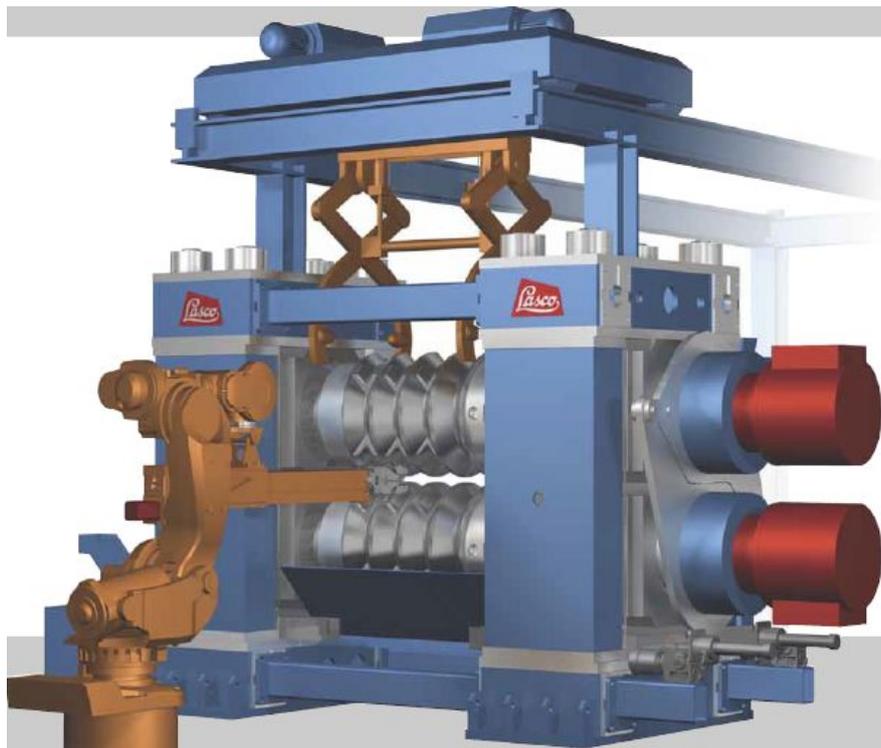
DIE RECKWALZE BESTEHT AUS:

- Ständer mit Grundplatte
- Walzgerüst
- Vorgelegewelle mit Schwungrad
- Kupplung und Bremse
- Zahnradantrieb
- Ober- und Unterwalze mit gesondertem Zahnradantrieb
- automatischem Zahnspielausgleich
- automatischer Achsabstandsverstellung

Über einen Riementrieb wird das Schwungrad vom Hauptmotor angetrieben. Durch das Einrücken der Kupplung drehen sich Ober- und Unterwalze. Nach beendeter Arbeitsfolge rückt die Kupplung wieder aus und die Bremsfunktion wird wirksam.[7]



(Abb.14 Reckwalzmaschine)



(Abb.15 Reckwalzmaschine mit Reckwalz-Manipulator)

4,3 Anwendung

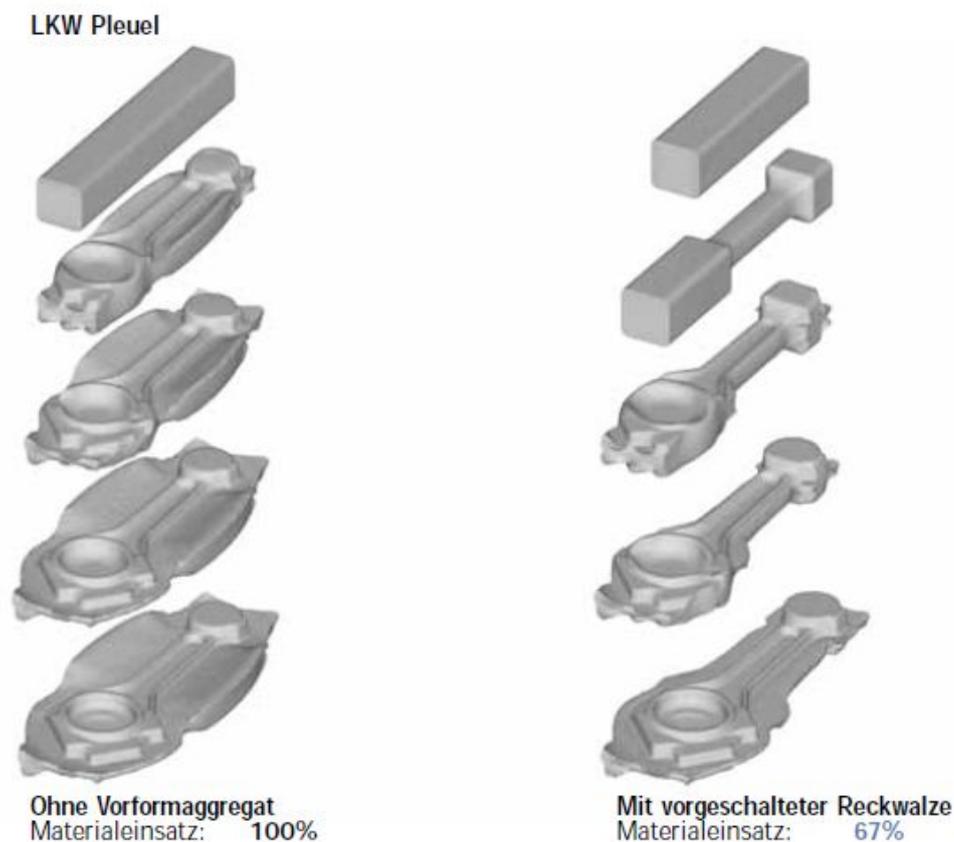
Die Reckwalze ist zum Vorformen von Rund- und Vierkantmaterial konzipiert. Im Gegensatz zum Querkeilwalzen wird beim Reckwalzen der Rohling durch einen Manipulator radial zu den Walzen zugeführt und in einzelnen Sektoren (Stichen) umgeformt. Der fertig gewalzte Rohling wird auf einem Transportband abgelegt und dem Hauptumformaggregat zugeführt.[8]

Anwendung:

- Warmumformung von Stahl- und Aluminiumlegierungen.
- Das Reckwalzen wird ausschließlich als Vorformverfahren für ein nachfolgendes Gesenkschmieden eingesetzt.
- Beim Gesenkschmieden von Bauteilen mit stark unterschiedlicher Massenverteilung über der Produktlänge wie zum Beispiel Pleuelstangen, Achsschenkel mit weit ausladenden Armen, Nfz-Achsen etc.[9]

4,4 Bewertung

Der Materialkostenanteil an den Stückkosten bei Gesenkschmiedeteilen beträgt 30 – 50 %. Allein aus diesem Grund ist eine optimale Vorformung zur Kostenreduzierung erforderlich. Ziel ist es also, in einer frühen Phase der Fertigung die Massenvorverteilung möglichst nahe an die Endform anzupassen. Eine gute Massenvorverteilung reduziert im Schmiedewerkzeug die Stoffflusswege und erhöht damit die Werkzeugstandzeit.[8] In der Regel kann jeder Werkstoff der geschmiedet werden kann auch durch Reckwalzen verarbeitet werden. Mittels Reckwalzen erzeugte Vorformen werden zum Gesenkschmieden von Bauteilen wie Kurbelwellen, Achsen und Lenkerbauteilen verwendet. Engste Fertigungstoleranzen sind durch Reckwalzen nicht zu realisieren, weshalb das Verfahren selten zur Fertigbearbeitung eingesetzt wird.[11]



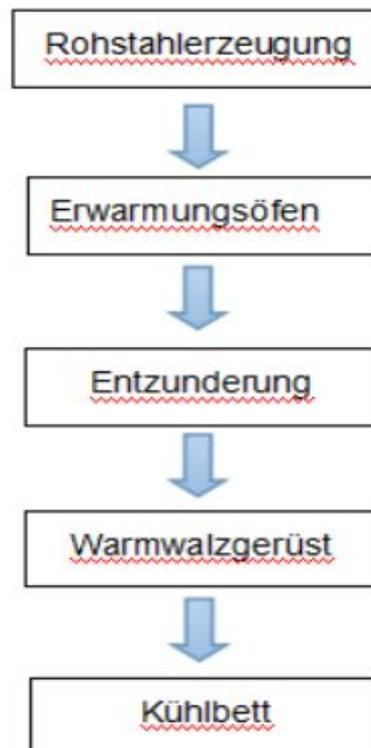
(Abb.16 Beim Vergleich der Stadien einer Umformung mit und ohne Vorformung durch Walzen)

- Verringerung der erforderlichen Ofenleistung durch geringeren Materialeinsatz
- bessere Oberfläche der nachfolgend im Gesenk geschmiedeten Werkstücke durch das Entzundern während des Walzvorgangs
- Steigerung der Gesenkstandzeiten durch optimierte Materialverteilung und Entzundern
- Verbesserung des Faserverlaufs im Schmiedestück
- in Schmiedelinien integrierte automatische Reckwalzen erfordern keinen zusätzlichen Bedienungsmann
- durch die hohe Mengenleistung einer automatischen Reckwalze läßt sich die Kapazität einer nachgeschalteten automatischen Gesekschmiedepresse voll nutzen.[7]

5, Herstellungsprozess mit Beispiele

5,1 Überblick des Prozesses

Hier wird ein Beispiel von Halbzeug des Pleuels genommen. Zur Realisierung der Herstellung von Halbzeug durch Reckwalzen ist folgende Prozesskette konzeptiert.



(Abb.17 Herstellungsprozess)



(Abb.18 Darstellung des ganzen Prozesses)

5,2 Rohstahlerzeugung

5,2,1 Knüppel

Für die Herstellung des Halbzeugs des Pleuels wird Knüppel (Stahl) gewählt. Knüppel ist die Bezeichnung für ein Halbzeug aus Stahl, mit quadratischem oder rundem Querschnitt, dessen Seitenlängen bzw. Durchmesser von 50 bis 130 mm hergestellt wird. Der Knüppel ist grob verarbeitet und hat runde Kanten. Seine Länge beträgt normalerweise zwischen einigen Metern und 18 m. Sie haben auf der ganzen Länge einen annähernd gleichbleibenden Querschnitt. Knüppel werden im Stranggussverfahren hergestellt und im Walzwerk weiterverarbeitet. Sie können unmittelbar danach, noch im warmen Zustand, gewalzt werden, oder nach Transport und Lagerung. [12]



(Abb.19 Knüppel aus Stranggussverfahren)

5,2,2 Stranggussverfahren

5,2,2,1 Stranganlage

Stranggießen ist ein Verfahren zur Herstellung von rechteckigen Walzbarren

(Brammen, Knüppel) oder Rundbarren (Ronden). In kontinuierlich arbeitenden Stranggussanlagen wird ein Endlosstrang gegossen, der zum Bogen umgelenkt wird und die Anlage als horizontaler Strang verlässt. Dieser wird durch eine Brennschneideanlage oder fliegende Säge auf die erforderliche Länge geschnitten.

Die gesamte Stranggussanlage besteht im wesentlichen aus dem Pfannendrehturm zur Aufnahme der Stahlgießpfanne, dem Schmelzeverteiler, der Gießform (Kokille), der Kokillenführung, dem Strangführungssystem (Gießbogen) mit Treib- und Richtapparaten, dem Auslaufrollgang, einer Querteilanlage und einer Markiermaschine.

Kokille und Gießbogen werden kontinuierlich mit Wasser gekühlt, Sensoren überwachen hier Durchfluss und Wassertemperatur.[13]



(Abb.20 Stranggussverfahren)

Die Technik des Stranggießens unterscheidet sich nur wenig, ob nun Stähle, Kupferlegierungen oder Aluminium verarbeitet werden. Der wesentliche Unterschied liegt bei den Temperaturen, die von ca. 700 °C bei reinem oder legiertem Aluminium bis >1600 °C bei Stahl reichen. Versuche, kontinuierlich zu gießen, reichen in die Mitte des 19. Jahrhunderts zurück. Entscheidende

Fortschritte wurden ab 1930 erzielt (Junghans-Rossi-Verfahren für Leicht- und Schwermetalle).

Entsprechend der Kokillenanordnung wird zwischen horizontalem und vertikalem Stranggießen unterschieden, wobei ersteres speziell bei Kupferlegierungen und kleinformatischen Strängen angewandt wird. Einfachkokillen, die nur einen viereckigen Walzbarren erzeugen, sind auf große Gewichte, bzw. Durchmesser der Rundbarren beschränkt. Barrengewichte von 30 und mehr Tonnen sind Stand der Technik. Besonders beim Gießen von Rundbarren (auch Ronden oder Pressbolzen genannt) kommen dagegen Kokillensysteme zum Einsatz, die es ermöglichen, bis zu 32 Ronden mit Durchmessern im Bereich von 120–150 mm gleichzeitig zu gießen.

Im Gegensatz zum individuell geformte Gussstücke hervorbringenden Kokillenguss ist Strangguss ein semikontinuierliches bis kontinuierliches Verfahren. Bei semikontinuierlich arbeitenden Anlagen bestimmt deren Bauhöhe die maximale Länge des jeweiligen Stranggussprodukts. Kontinuierliche Arbeit bedeutet Gießen eines Endlosstranges. Dieser kann entweder durch eine Säge („fliegende Säge“) unterteilt werden, sobald ein Strangabschnitt ausreichend erstarrt ist, oder der Strang wird zum Bogen umgelenkt und verlässt die Anlage als horizontaler Strang. Diese Technik wird unter anderem bei der Herstellung von Stranggussmasseln für Formgießereien, oder bei der Verarbeitung von Kupferwerkstoffen zu Stangenmaterial oder Rohren verwendet. Auch bei Strangguss aus Kupferlegierungen wird sowohl horizontal als auch vertikal gegossen.

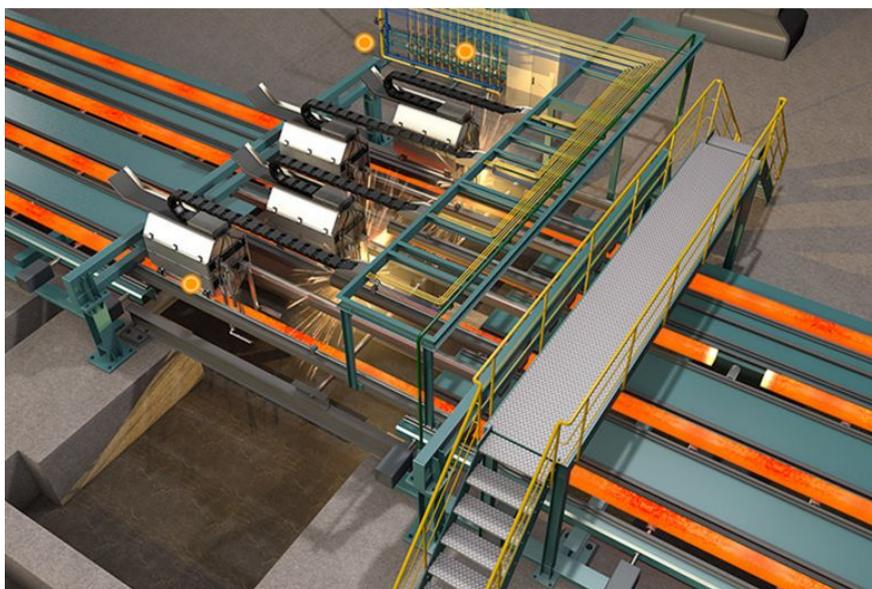
Halbzeug werden die Stranggussprodukte deshalb genannt, weil sie sich bis zum Endprodukt noch weiteren Bearbeitungsgängen unterziehen müssen. Walzen, Pressen und Tiefziehen kommen mehrheitlich zur Anwendung, verbunden mit einer vorausgehenden zeitlich terminierten Auslagerung bei Raum- bzw. Umgebungstemperatur, oder einer vor- bzw. nachgeschalteten thermischen Behandlung (Anlassen und Auslagern).

Für den bei NE-Metallen vorwiegend angewandten vertikalen Strangguss wird eine unten offene, wassergekühlte Kupferkokille verwendet, auch Kragenkokille genannt. Flüssigmetall wird ihr über ein Verteilersystem, kontinuierlich bei dosierter Gießgeschwindigkeit zugeführt. In einfachster Form steht hierbei zwischen Schmelzofen und Kokille ein Eingusstiegel, auch Tundish genannt. Innerhalb der Kokille bildet sich eine Strangschale, die den anfangs noch flüssigen Kern umschließt. Der aus der Kokille austretende Strang wird in ein die weitere Abkühlung begünstigendes Becken abgesenkt und dabei ständig mit Wasser besprüht. Beim diskontinuierlichen Verfahren begrenzt die Tiefe dieses Abkühlbeckens die Länge der Knüppel, Barren oder Ronden.[14]

5,2,2,2 Brennschneidanlage

Eine Brennschneidmaschine ist meist als Portalmaschine ausgeführt und dient der Trennung von Brammen, Knüppeln oder Ronden nach dem Strangguss. Beim autogenen Verfahren wird die Brennschneidmaschine mit Erdgas und Sauerstoff betrieben.

ifm-Sensoren messen den Druck in den Gasversorgungsleitungen, melden Ventilstellungen und gewährleisten die richtige Positionierung der Maschine.[13]



(Abb.21 Brennschneidanlage)

Nach dem o.g. Prozess und Kühlung wird Rohstahl in kleiner Teile bekommen



(Abb. 22 Rohteil)

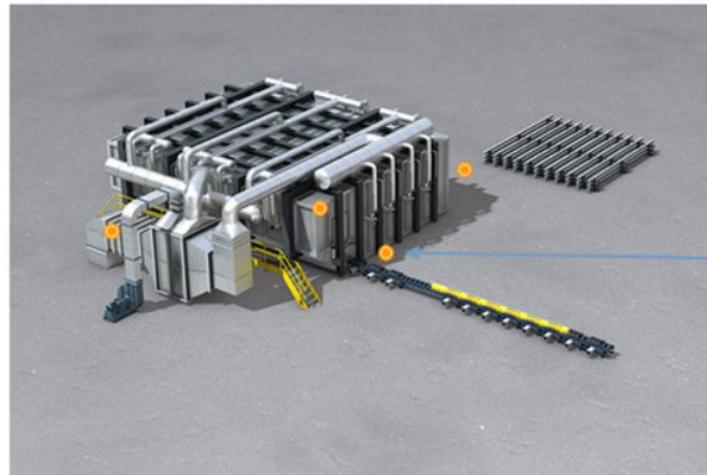
Nach der Vorbereitung des Materials wird der verbleibende Verarbeitung bei dem Schmiedewalz-zentrum weiter gemacht.

5,3 Erwärmungsöfen

In einem Erwärmungsöfen werden zuerst die Ausgangsprodukte des Stranggusses (Barren, Brammen, Blöcke oder Knüppel) auf eine Temperatur oberhalb der Rekristallisationstemperatur erwärmt. Der Erwärmungsöfen kann dabei als Hubbalkenofen, Stoßofen oder Drehherdofen ausgelegt sein. Im hier dargestellten Hubbalkenofen erzeugt ein hydraulisch betätigtes Hubbalkensystem eine Hub- und Vorschubbewegung und sorgt damit für den kontinuierlichen Durchlauf der Knüppel durch den Ofen. Die Tragrohre des Hubbalkensystems sind wassergekühlt. Nebenanlagen zum Hubbalkenofen sind daher eine Hydraulikanlage zur Erzeugung der Balkenhub- und Vorschubbewegung und eine Tragrohrsystemkühlanlage.

Sensoren überwachen den Materialeintrag in den Ofen, den Materialaustrag,

die Stellung der Ofenklappe und den Volumenstrom des Kühlwassers. [13]



Erfassung der Knüppel an
Ofenausgang

(Abb.23 Erwärmungsöfen)

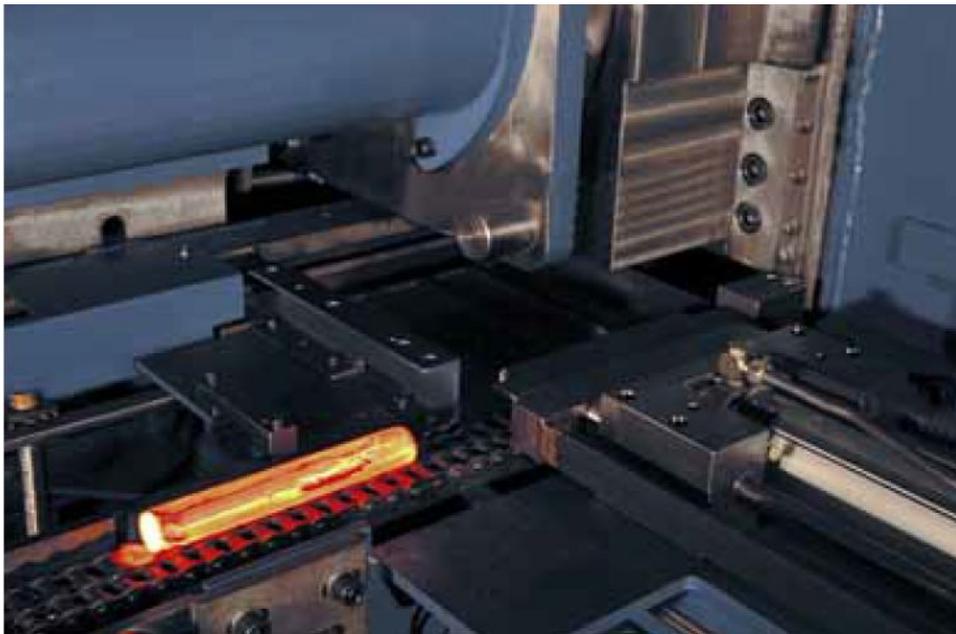
Rekristallisation beschreibt in der Metallkunde den Abbau von Gitterfehlern in den Kristalliten durch Neubildung des Gefüges aufgrund von Keimbildung und Kornwachstum. Ursache für die Festigkeitsabnahme durch die Rekristallisation ist der Abbau von Versetzungen. Wenn die Rekristallisation während der Umformung abläuft, dann spricht man von dynamischer Rekristallisation, nach dem Abschluss der Umformung erfolgt statische Rekristallisation. Ein Vorläufer der Rekristallisation ist (insbesondere bei kubisch raumzentrierten Metallen) die dynamische oder statische Erholung, die durch Umordnung von Gitterfehlern zu einem Festigkeitsabbau führt.[15]



(Abb.24 Erfassung der Knüppel)

Die Ofenklappe muss geschlossen werden, nachdem ein weißglühender Knüppel den Ofen verlassen hat. Danach wird er auf einem Rollenförderer zum Walzgerüst transportiert.

Ein Infrarot-Temperatursensor erkennt zuverlässig, dass sich der Knüppel nicht mehr im Bereich der Ofenklappe befindet.[13]



(Abb.25 oberhalb Rekristallisationstemperatur Erwärmter Rohteil)

5,4 Entzunderung

Zunder entsteht unweigerlich bei der Erwärmung von Stahl. Durch die Reaktion des Eisens mit dem Sauerstoff in der Luft bildet sich auf der Oberfläche Eisenoxid, der sogenannte Zunder. Dieser beeinträchtigt das Erscheinungsbild und die Eigenschaften des Stahls nachhaltig. Bei der Herstellung hochwertiger Warmwalz-Erzeugnisse ist es daher unumgänglich, diese Verunreinigungen von der Metalloberfläche zu entfernen.

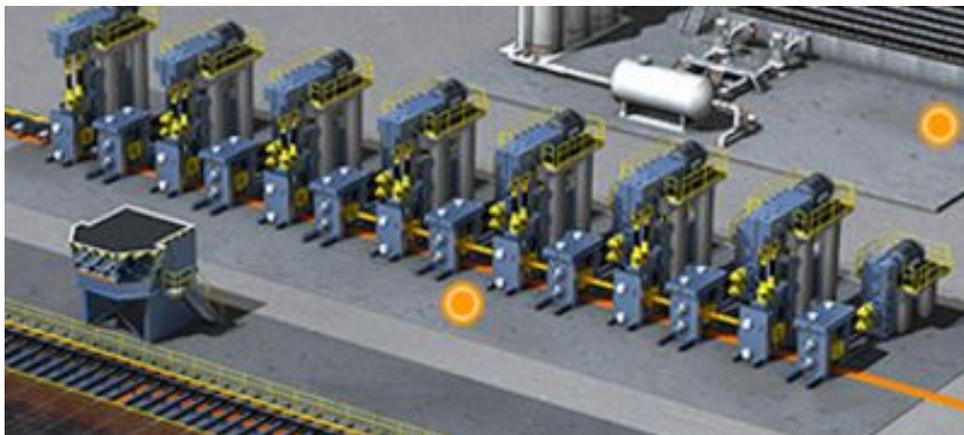
Zunderwäscher gewährleisten in Warmwalzanlagen eine hohe Oberflächenqualität. Sie entfernen den Zunder durch Bestrahlen der Metalloberfläche mit Wasser unter Hochdruck. Ein Zunderwäscher besteht aus

einem oder mehreren Spritzbalken mit eingelassenen Spritzdüsen, die den Wasserstrahl schräg auf das Material sprühen. Zunderwäscher arbeiten typischerweise mit einem Wasserdruck von 100 bis 400 bar und einer Wassermenge von 200 bis 700 m³/h. Elementarer Bestandteil des Zunderwäschers ist daher die Hochdruck-Pumpenanlage. Sensoren überwachen die Temperatur und den Druck im Schmier-system der Hochdruckpumpe.[13]



(Abb.26 Zunderwäscher)

5,5 Reckwalzen



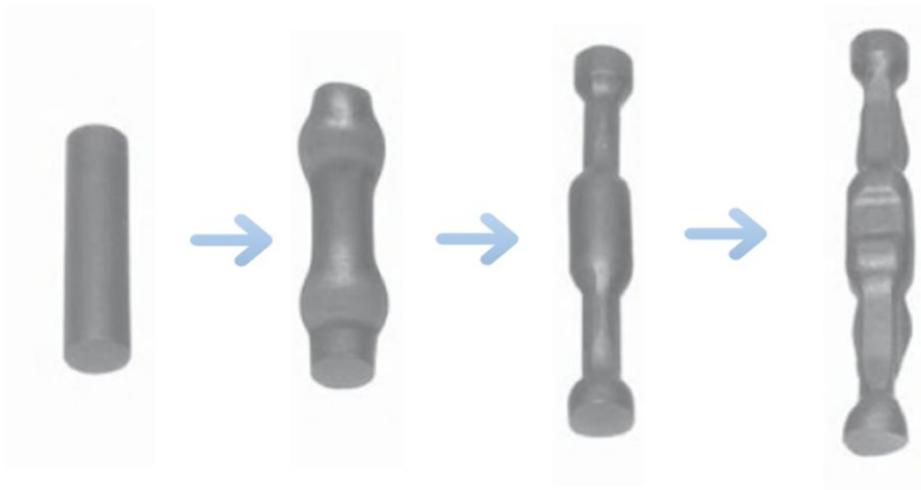
(Abb.27 Walzgerüst)

Den auf Umformtemperatur erwärmten Materialabschnitt führt man zunächst zwischen Ober- und Unterwalze hindurch in eine definierte Endstellung. Manuell oder auch automatisch wird dann der eigentliche Walzvorgang ausgeführt. Form- oder Reibschluss zwischen Werkstück und Walzsegment sichern den Werkstücktransport während der Walzenumdrehung. Die gewünschte Walzform ergibt sich aus den Konturen der Walzsegmente.[7]



(Abb.28 Einführung eines Rohteils zu dem Walzspalt)

Die gewünschte Produkte vom Reckwalzen werden meistens durch mehrere Stiche erfolgt. Die Rohteile werden Stiche für Stiche in verschiedenen Gravuren eingeführt.

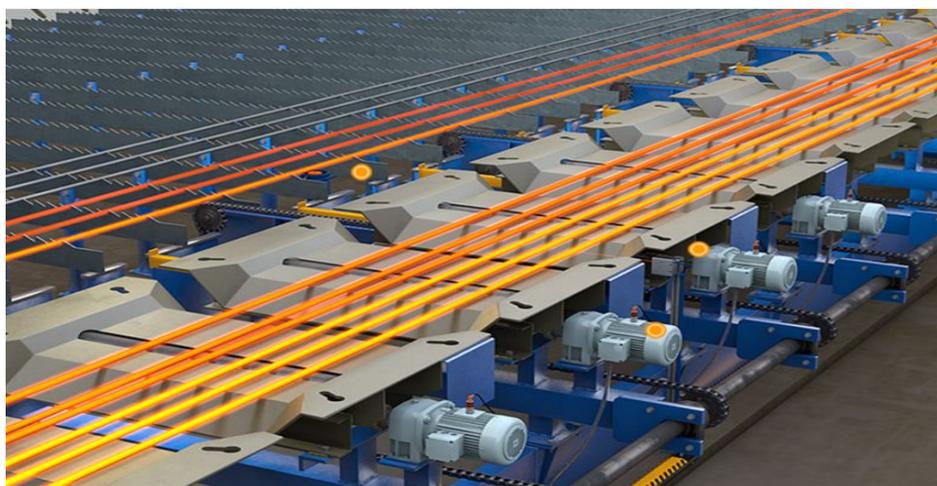


(Abb.29 Darstellung des Produkts von jedem Stich)

5,6 Kühlbett

Kühlbetten dienen zur gleichmäßigen Abkühlung von Langprodukten und bilden den Übergang vom Warmwalzwerk zur Adjustage. Abhängig vom Produkt (Profil, Stange, Rohr oder Schiene) gibt es unterschiedliche Bauarten von Kühlbetten und ihrer Nebenanlagen. Kühlbetтанlagen bestehen aus dem Kühlbett selbst, einem elektrischen oder hydraulischen Antrieb und einem Ein- und Austragsystem.

Sensoren erfassen die Präsenz und die Position eines Langproduktes auf dem Kühlbett und überwachen die elektrischen Antriebe.[13]



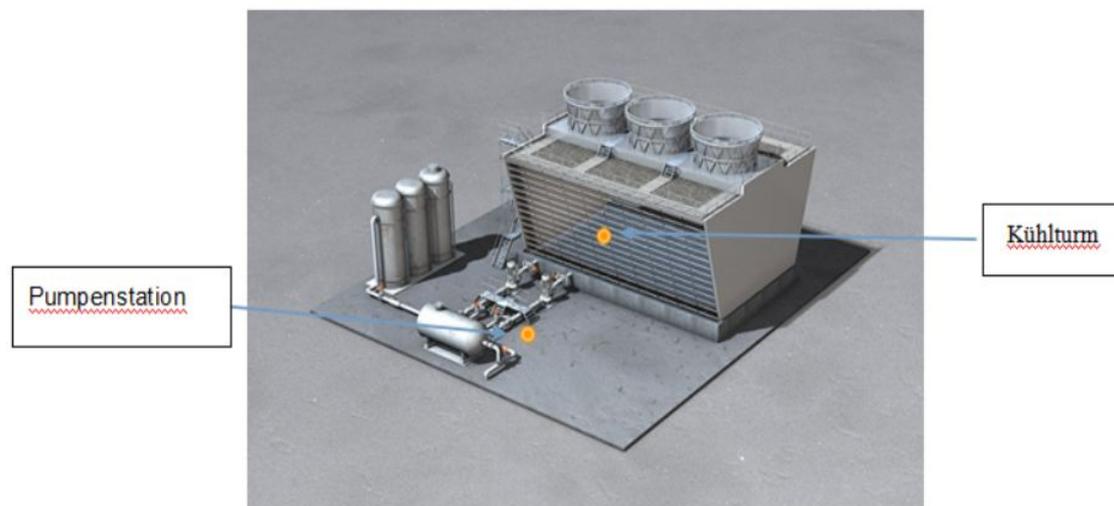
(Abb.30 Kühlbett)

5,7 Periphere Anlage

Weitere periphere Anlagen sind das Kühlsystem mit Kühlturm und die Krananlage zur Verladung der Halbzeuge, die zumeist als Brückenkran ausgelegt ist.

5,7,1 Kühlturm

Kühlanlagen in Walzwerken sind oftmals als Rückkühlsystem mit geschlossenem Wasserkreislauf ausgelegt. Ein solches Kühlsystem besteht zumeist aus einem Kühlturm mit Axialventilatoren, V-förmigen Wärmetauscher und Wasserbecken sowie einer Pumpenstation für die Einspeisung und den Transport des Kühlwassers zu den Verbrauchern.[13]



(Abb.31 Kühlturm)

In Kühltürmen kühlen Axialventilatoren das Wasser in dem V-förmigen Wärmetauscher. Die vertikal über dem Wärmetauscher angeordneten Ventilatoren sind drehzahlregelt. Steigt die Ist-Temperatur des Kühlwassers über die eingestellte Soll-Temperatur erhöht die Steuerung mittels eines Frequenzumrichters die Drehzahl der Antriebe.

Sensoren erfassen Temperatur und Schwingungsverhalten am Getriebemotor

des Ventilators und melden das Unter- oder Überschreiten von Grenzwerten an die Steuerung.

Kühltürme in Stahlwerken sind oftmals als Rückkühlsysteme mit geschlossenem Wasserkreislauf ausgelegt. Dabei wird der Kühlwasserzulauf aus dem Becken des Kühlturms gespeist. Pumpen transportieren das Kühlwasser vom Wasserbecken zu den Verbrauchern im Warmwalzwerk.

ifm-Sensoren helfen einen Maschinenstillstand, bedingt durch Ausfall der Kühlwasserversorgung, zu vermeiden und gewährleisten so einen sicheren Betrieb aller Anlagen im Warmwalzwerk.[13]



(Abb.32 Pumpenstation)

5,7,2 Brückenkran

Brückenkrane sind Krane, die typischerweise fest in Maschinenhäusern, Produktions- und Montagehallen verbaut sind. Sie bestehen aus einem oder zwei Kastenträgern, der Brücke, die seitlich verfahren werden kann. Entlang der Spannweite der Brücke fährt eine Laufkatze mit Seilwinde, die über einen

Flaschenzug das Anschlagmittel (meist ein Haken) ablassen oder hochziehen kann.[16]



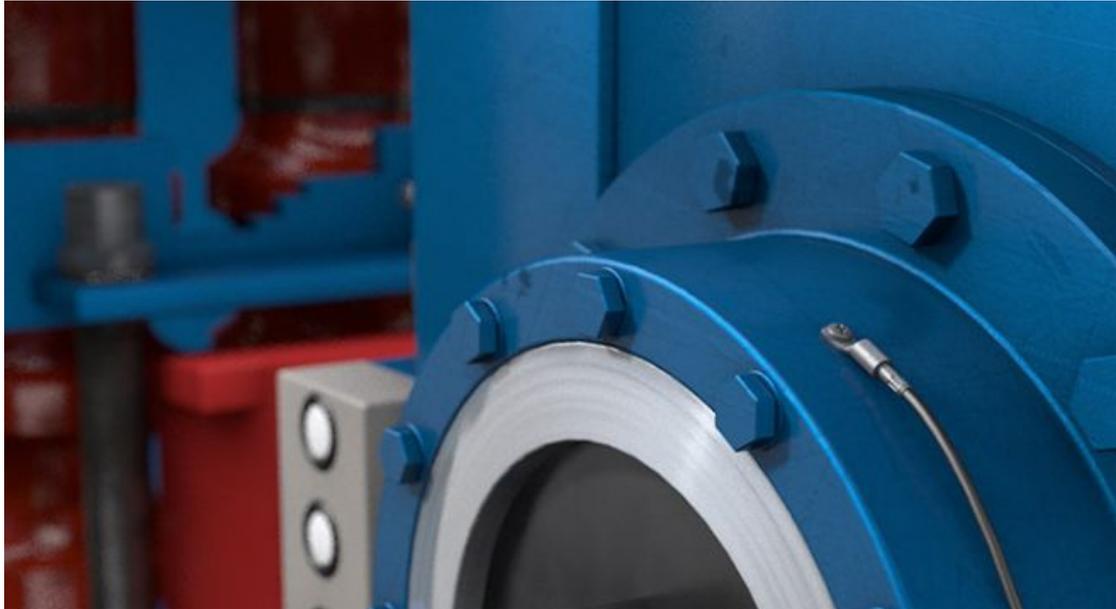
(Abb.33 Brückenkran)

5,7,3 Sensoren

Aufgrund der hohen Temperaturen und der rauen Umgebungsbedingungen müssen im Warmwalzwerk eingesetzte Sensoren sehr viel höheren Anforderungen genügen als in anderen Industrien. Sensoren mit erweitertem Temperaturbereich und robuster mechanischer Konstruktion erfassen zuverlässig Positionen und Messwerte und sichern eine hohe Anlagenverfügbarkeit.

Bei fast aller Anlagen ist ein Sensor notwendig, um die Temperatur zu überwachen.

Hier werden ein Beispiel gezeigt.



(Abb.34 Temperaturüberwachung der Lager am Walzgerüst)

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.

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

- Linearstruktur
- Ringstruktur
- Flächenstruktur
- Leiternstruktur

des Transportsystems ableiten lassen.

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.

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.[2]

6,2 Transportmittel

6,2,1 Rollenförderer

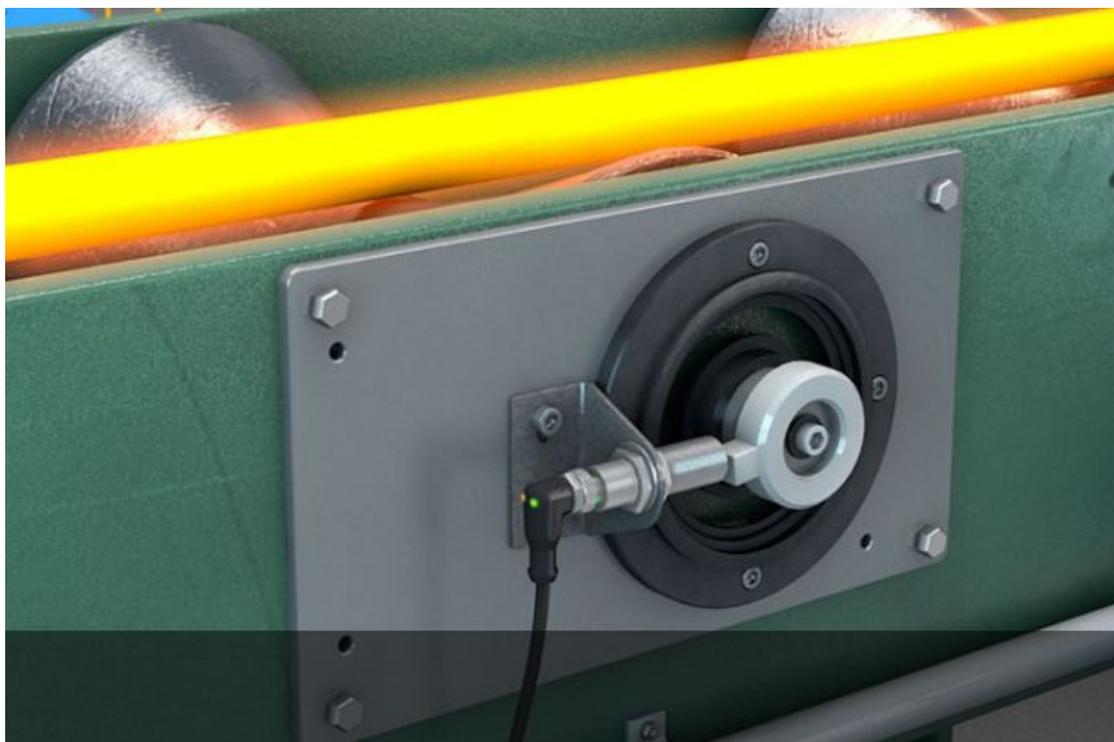
In Walzwerken werden Rollenförderer zur Beförderung von einzelnen Knüppeln und Brammen zwischen Stranggussanlage und Walzstraße und zum kontinuierlichen Transport des Warmbandes oder des Walzdrahtes von der Walzstraße zum Kühlbett eingesetzt. Diese Fördereinrichtungen werden als Rollgang bezeichnet. Es muss gewährleistet sein, dass Knüppel, Brammen, Warmband oder Walzdraht niemals dauerhaft zum Stillstand gebracht werden, da sie sonst die Rollen durch Wärmeübertragung schädigen würden, Sensoren und Auswertesysteme überwachen die Drehzahl der Antriebe des Rollenförderes und erkennen Stillstand.[13]



(Abb.35 Rollenförderer)

Rollenförderer im Walzwerken dürfen niemals dauerhaft zum Stillstand gebracht werden, da die auf ihnen transportieren heißen Materialien sonst die Rollen schädigen würden.

Die Drehzahl aller Antriebe der Rollenförderstrecke wird synchronisiert und geregelt. Ein induktiver Sensor erfasst den auf der Welle montierten Schaltnocken und erzeugt so die Impulse für eine nachgelagerte Drehzahlsteuerung.[13]



(Abb.36 Impulsgeber für die Antriebsregelung der Rollenförderstrecke)

Die Drehzahl aller Antriebe der Rollenförderstrecke wird synchronisiert und geregelt. Ein induktiver Sensor erfasst den auf der Welle des Antriebs montierten Schaltnocken und erzeugt Impulse, die von einem Drehzahlwächter ausgewertet werden.

Die aktuelle Drehzahl überträgt der Wächter über den Analogausgang an die Steuerung, die somit die Geschwindigkeit des Rollenförderers regelt. Der

Drehzahlwächter hat einen Schaltausgang mit zwei Schaltpunkten: Einer überwacht die Sollwertunterschreitung, der andere die Sollwertüberschreitung. So wird ein Stillstand sicher erkannt.[13]



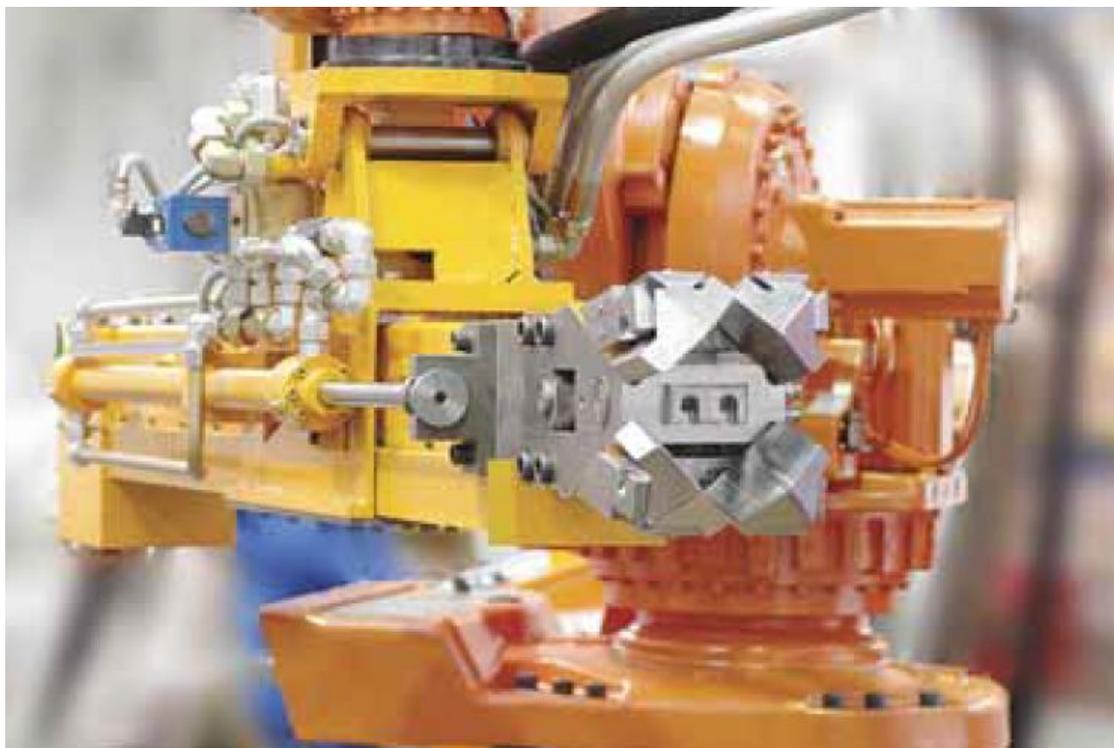
(Abb.37 Dezentrale Drehzahlüberwachung von Rollenförderanlagen)

6,2,2 Manipulator

Die Bewegung der Rohteile von der Rollenförderer zu der Reckwalzmaschine wird durch ein Manipulator erfolgt. Am Ende des Manipulators ist ein Zange verbunden, um die Rohteile zu spannen.

als Reckwalz - Manipulator wird ein schmiedetechnisch aufgerüsteter Industrieroboter verwendet. Die Manipulatorzange besitzt ein Kompensationsglied zum Ausgleich der Rohlingslängen - änderungen und ein weiteres Ausgleichsglied, welches dafür sorgt, dass Reaktionskräfte aus dem Umformvorgang vom Manipulator ferngehalten werden. Zu- und Abführung des Rohlings können somit ebenso flexibel gestaltet werden, da der frei programmierbare Reckwalz - Manipulator nicht an einen starren Bewegungsablauf gebunden ist. Manipulator und Walze arbeiten während des Walzvorganges im Master - Slave - Betrieb mit dem Walzendrehwinkel als

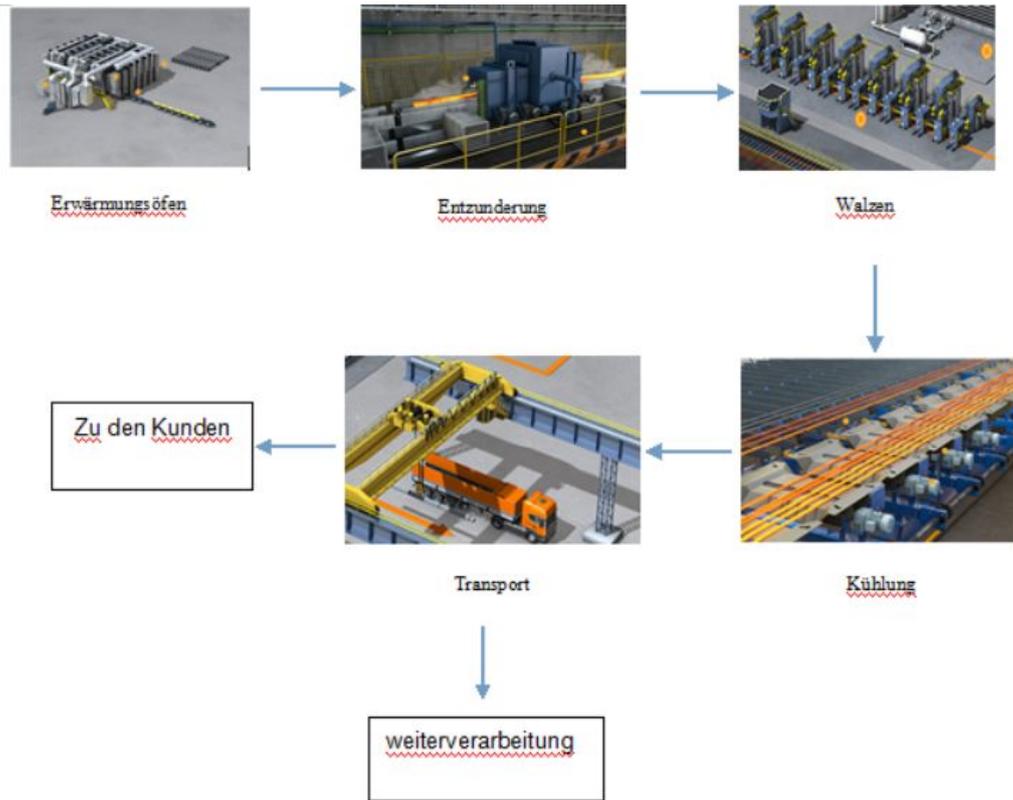
Master-Signal. Diese Betriebsart erlaubt einen stoßfreien Betrieb und gewährleistet somit - im Gegensatz zu mechanisch starr gekoppelten Antriebssystemen - eine weitgehende Verschleißfreiheit. Der Reckwalz - Manipulator wird durch hoch dynamische und exakt positionierende Servomotoren angetrieben. Seine Bewegungen werden mit den Servo - Walzantrieben synchronisiert, sodass das Reckteil entsprechend der jeweiligen Umfangsgeschwindigkeit der Walzen bewegt wird. Dies bedeutet, dass die Werkstückgeschwindigkeit beim Betrieb dem Drehzahlprofil angepasst wird.[8]



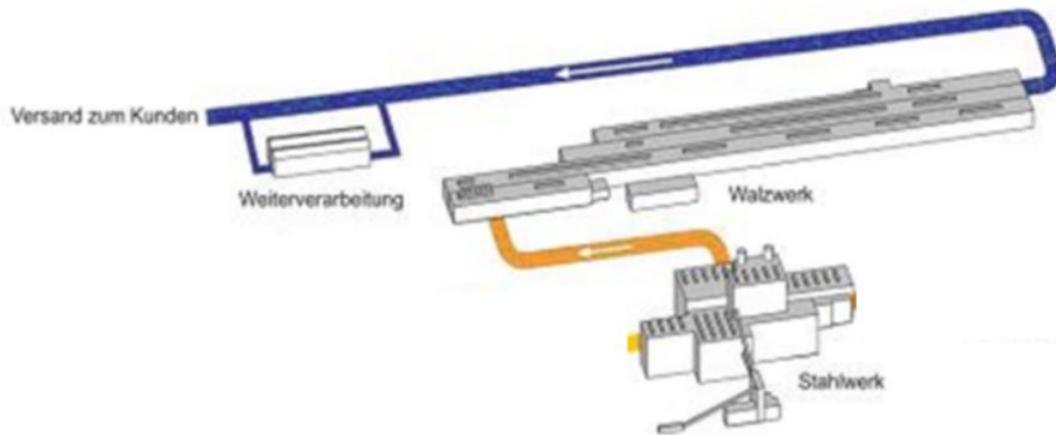
(Abb.38 Manipulator mit Spannzange)

6,3 Materialfluss

In dem Konzept werden die Rohteile von einem Stahlwerk angeliefert, dann weiter bei dem Walzwerk verarbeitet, wie in der letzten Kapitel beschrieben wird. Folgende Bilde stellt den Materialfluss dar.



(Abb.39 Materialfluss)



(Abb.40 Materialfluss)

7, Zusammenfassung

Die Arbeit beschäftigt sich mit einer Erstellung eines Konzeptes für ein Walz-Zentrum zur Realisierung von Rohteilen für den Massenbedarf.

Im ersten Teil der Arbeit wurden die Grundlagen von FFS vorgestellt. In einem weiteren Teil der Arbeit wird die Technik der vorwiegenden Verfahren von Umformen vorgestellt. Außerdem wird Reckwalzen besonders ausführlich vorgestellt.

Anschließend wird der Herstellungsprozess mit einem Beispiel Rohteil von Pleuel beschrieben. Jede Schritte und dazu gehörende Maschinen mit Bildern dargestellt.

Schließlich wird der Zusammenhang zwischen den maschinenbaulichen und organisatorischen Schnittstellen in einem Fertigungssystem erklärt. Es ist die Vorstellung von Transport und Transportmittel. Diese drei Teile den ganzen Konzept zusammen bilden.

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 01.05.17 Wei, Tongrui

Literaturverzeichnis

- [1] https://de.wikipedia.org/wiki/Flexibles_Fertigungssystem
- [2] Arbeitsblätter zur Lehrveranstaltung: Fertigungssysteme; Prof.Dr.-Ing
R.Kademann
- [3] Kapazitätsorientierte Produktionssteuerung; Kai Kleeberg
- [4] Fertigungstechnische Vertiefung-Maschinen und Anlagen zur spanlosen
Formgebung; Prof.Dr.-Ing. R.Kademann
- [5] <https://de.wikipedia.org/wiki/Warmumformung>
- [6] handbuch für Industrie und Wissenschaft Band2: Massivumformung;
K.Lange
- [7] RECKWALZEN Baureihen RW/ARWS von sms group
- [8] <http://www.lasco.de/umformtechnik/media/archive4/umformtechnik/QKW.pdf>
f
- [9] http://www.massivumformung.de/fileadmin/user_upload/8_Karriere/Fachbuch_2015_Webversion.pdf
- [10] <https://de.wikipedia.org/wiki/Warmwalzen>
- [11] <https://de.wikipedia.org/wiki/Walzen>
- [12] [https://de.wikipedia.org/wiki/Kn%C3%BCppel_\(Stahl\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Kn%C3%BCppel_(Stahl))
[https://de.wikipedia.org/wiki/Kn%C3%BCppel_\(Stahl\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Kn%C3%BCppel_(Stahl))
- [13] http://www.ifm.com/ifmat/web/apps-by-industry/cat_040.html
- [14] <https://de.wikipedia.org/wiki/Stranggie%C3%9Fen>
- [15] <https://de.wikipedia.org/wiki/Rekristallisation>
- [16] <https://de.wikipedia.org/wiki/Br%C3%BCckenkran>

Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Elemente und Grundaufbau eines FFS.....	6
Abb.2: Elemente eines FFS und deren Wechselwirkungen.....	7
Abb.3: Struktur eines flexiblen Fertigungssystem.....	7
Abb.4 Einteilung der Umformverfahren.....	10
Abb.5 Einteilung der Umformmaschinen.....	11
Abb.6 Prinzipdarstellung der Fließpressverfahren.....	13
Abb.7 Stauchen,Verjüngen,Abstreckgleitziehen.....	13
Abb.8 Ordnungssystem der Walzverfahren.....	16
Abb.9 Längs-, Quer- und Schrägwalzen in schematische Darstellung.....	17
Abb.10 Schmiede- bzw. Reckwalzen - Verfahren und maschinen.....	21
Abb.11 Reckwalzen.....	22
Abb.12 Entwurf der Stichfolge für die Zwischenform einer Schaltgabel.....	23
Abb.13 Herstellung von Pleuel durch Reckwalzen und Gesenkschmieden...23	
Abb.14 Reckwalzmaschine.....	24
Abb.15 Reckwalzmaschine mit Reckwalz-Manipulator.....	25
Abb.16 Beim Vergleich der Stadien einer Umformung mit und ohne Vorformung durch Walzen.....	26
Abb.17 Herstellungsprozess.....	28
Abb.18 Darstellung des ganzen Prozesses.....	28
Abb.19 Knüppel aus Stranggussverfahren.....	29
Abb.20 Stranggusverfahren.....	30
Abb.21 Brennschneidanlage.....	32
Abb. 22 Rohteil.....	33
Abb.23 Erwärmungsöfen.....	34
Abb.24 Erfassung der Knüppel.....	34
Abb.25 oberhalb Rekristallisationstemperatur Erwärmter Rohteil.....	35
Abb.26 Zunderwäscher.....	36
Abb.27 Walzgerüst.....	36

Abb.28 Einführung eines Rohteils zu dem Walzspalt.....	37
Abb.29 Darstellung des Produkts von jedem Stich.....	38
Abb.30 Kühlbett.....	38
Abb.31 Kühlturm.....	39
Abb.32 Pumpenstation.....	40
Abb.33 Brückenkran.....	41
Abb.34 Temperaturüberwachung der Lager am Walzgerüst.....	42
Abb.35 Rollenförderer.....	44
Abb.36 Impulsgeber für die Antriebsregelung der Rollenförderstrecke.....	45
Abb.37 Dezentrale Drehzahlüberwachung von Rollenförderanlagen.....	46
Abb.38 Manipulator mit Spannzange.....	47
Abb.39 Matrialfluss.....	48
Abb.39 Matrialfluss.....	48