

**Hochschule Merseburg**

**Fakultät für Ingenieur- und Naturwissenschaften**

**HOME**  
**HOCHSCHULE**  
**MERSEBURG**

University of  
Applied Sciences



# **Bachelorarbeit**

**Im Studiengang Maschinenbau, Mechatronik u. Physik**

**Thema:** Erstellung eines Konzeptes zur Lösung von Qualitätssicherungsaspekten in einem automatisierten Fertigungssystem mit integrierter Handhabungstechnik für Prägeprozesse

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

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

**Verfasser:** Yufei Yang

**Matrikelnummer:** 24724

**Abgabetermin:** 07. 09. 2020

# Inhaltverzeichnis

1. Einleitung .....	3
2. Grundlagen.....	4
2.1 Fertigungssystem.....	4
2.1.1 Zu den Begriffen flexiblen Fertigungssystem.....	4
2.1.2 Realisierung von flexiblen Fertigungssystem.....	8
2.2 Qualitätssicherung.....	9
2.2.1 Fertigungsmesstechnik.....	9
2.2.2 Einsetzbare Messtechnik.....	10
2.3 Grundlagen der Prägeprozesse.....	12
2.3.1 Hohlprägen.....	15
2.3.2 Massivprägen.....	18
3. Auslegung von gegenwärtigen Lösungsvarianten .....	19
3.1 Münzprägeprozess bei SCHULER.....	19
3.2 Ritz-/ Nadelprägetechnik bei BORRIES.....	22
3.3 Stanzmaschinen in der Automobilindustrie.....	26
4. Bewertung und mögliche Lösung.....	30
4.1 Bewertung der vorliegenden Lösungsvarianten.....	30
4.2 Bewertungsergebnisse.....	32
4.3 möglichen Lösung .....	33
4.3.1 Prozessabläufe.....	33
4.3.2 einsetzbaren Materialien.....	36
4.3.3 möglichen Anlagentechniken.....	39
4.3.4 Überwachungsmitteln.....	40
5. Zusammenfassung.....	43
6. Literaturverzeichnis.....	44
7. Abbildungsverzeichnis.....	45
8. Tabellenverzeichnis.....	46

# 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 Qualitätssicherungskonzept zu erstellen, deren Struktur darzustellen sowie dazugehörige maschinenbautechnische und organisatorische Besonderheiten aufzuzeigen und deren Einbindung in den Prozessablauf zu analysieren.

## **Lösung der Aufgabenstellung**

1. Analyse des gegenwärtigen Standes vorhandener technischer Lösungen als Basisvorgänge unter Beachtung der Prozessabläufe, der einsetzbaren Materialien, und der möglichen Anlagentechniken sowie erforderlichen Hilfseinrichtungen und Überwachungsmitteln
2. Dokumentation der vorhandenen Lösungen für die o. g. technischen Einrichtungen in derartigen Prozessen
3. Auslegung und Bewertung von allgemeinen Lösungsvarianten für die automatische Realisierung von Qualitätsprozessen in der Fertigung
4. Beschreibung einer möglichen Lösung an einem selbst gewählten Beispielteil (mit Begründung)
5. Darstellung des Zusammenhangs zwischen den maschinenbaulichen und organisatorischen Schnittstellen Materialfluss (Ausgangsteil, Fertigteil, Werkzeuge), Transport und Handhabung sowie Ver- und Entsorgung der einzelnen Elemente für die Vorzugsvariante gemäß Abschnitt 4.

## 2. Grundlagen

### 2.1 Fertigungssystem

#### 2.1.1 Zu den Begriffen flexiblen Fertigungssystem

Fertigungssystem ist ein automatisiertes Fertigungssystem, das für die Fertigung nur eines bestimmten Produktes konstruiert wurde und nicht ohne weiteres auf die Fertigung anderer Produkte umgestellt werden kann. [1]

Ein Flexibles Fertigungssystem ist ein automatisiertes Fertigungssystem, das dazu geeignet ist, mit einem Minimum manueller Eingriffe eine Gruppe oder Familie von Komponenten zu fertigen. Das System ist gewöhnlich so konstruiert, dass es wirtschaftlich kleine und mittlere Stückzahlen einer Familie von Komponenten kleiner und gemischter Losgrößen fertigt. Die Flexibilität wird normalerweise auf die Teilefamilie beschränkt sein, für die es konstruiert wurde. [1]

#### **Flexibilität**

Das Attribut flexibel kennzeichnet ein System, das verglichen mit einem anderen System bezüglich eines oder mehrerer Merkmale eine größere Funktionalität aufweist. Dieses Mehr an Funktion kann quantitativer oder qualitativer Art sein. Man unterscheidet: [1]

- Produkt-Flexibilität,
- Ablauf-Flexibilität,
- Verfahrens-Flexibilität,
- Mengen-Flexibilität,
- Funktions-Flexibilität,
- Geometrie-Flexibilität.

FFS gliedern sich in drei hauptsächlich Subsysteeme: (Bild 1)

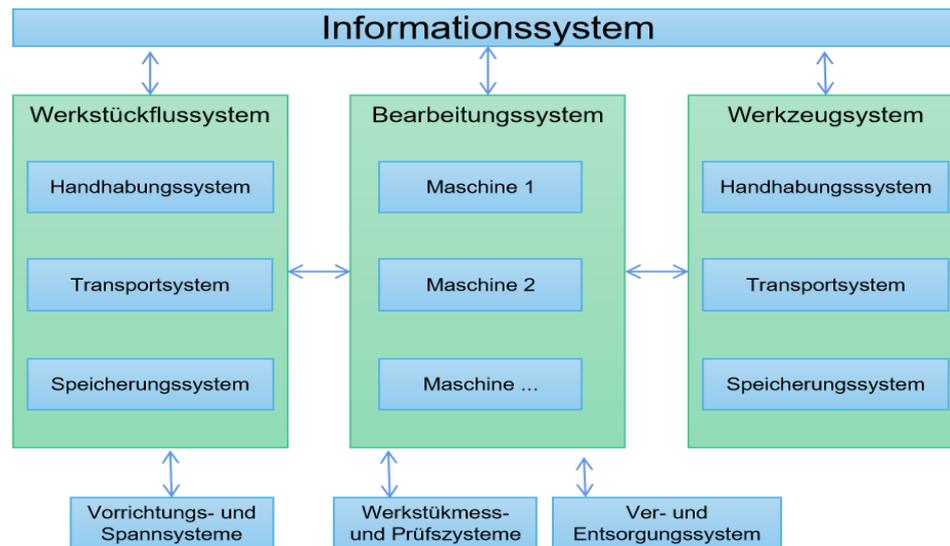


Bild 1: Komponenten eines flexiblen Fertigungssystems [2]

### Bearbeitungssystem

- automatische Bearbeitung unterschiedlicher Werkstücke in wahlfreier Folge unter Berücksichtigung von automatisiertem Werkstück- und Werkzeugwechsel

### Materialflusssystem

- gliedert sich in Transport-, Lager- und Handhabungssystem
- gewährleistet eine automatische, taktgebundene, variable Verkettung der Fertigungseinrichtungen, wie z.B. dem Lager und dem Bearbeitungssystem mit dem Transportsystem,

### Informationssystem

- Dient zur Prozesssteuerung und -überwachung
- automatische Steuerung der Bearbeitungs- und Materialflusssysteme

## Einteilung von Fertigungssystemen nach dem Grad der Flexibilität

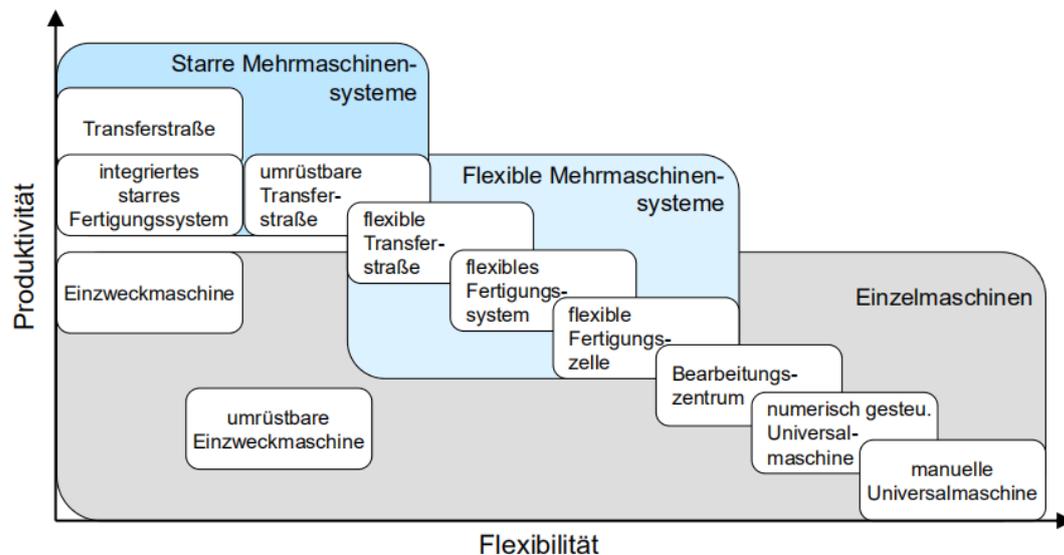


Bild 2: Zusammenhang zwischen Produktivität und Flexibilität verschiedener Fertigungssysteme [3]

Das Bild 2 zeigt die Abhängigkeit verschiedener Fertigungssysteme von der Flexibilität. Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass das stärker automatisierte System eine höhere Produktivität aufweist, die Flexibilität jedoch ebenfalls verringert ist.

### Steuerungsstruktur von flexiblen Fertigungssystemen

Die Hierarchiestufen von FFS sind Steuerungsebene, Zellenrechnerebene und Leitrechnerebene.

Die Steuerungsebene dient zur Überwachung von Bearbeitungs-, Handhabungs- und Transportvorgängen und Werkzeugmaschinen (CNC-Steuerungen). Die CNC-Steuerung bezieht sich auf Abarbeitung von NC Programmen, Verwalten und Steuern der Wechselvorgänge von Werkzeugen und Werkstücken sowie Überwachung der Bearbeitung.

Die Zellenrechnerebene steuert und überwacht die Werkzeugmaschinen im Gerät und stellt sicher, dass sie mit NC-Programmen ausgestattet sind. Sie ist für den Betrieb und die Erfassung von Werkzeugmaschinendaten sowie die Datenbankverwaltung, die Stammdaten- und Statusdatenverwaltung verantwortlich.

Ein Leitreechner von FFS übernimmt viele Aufgabe (Tabelle 1), z.B. dispositive Aufgaben, operative Aufgaben, organisatorische Aufgaben usw.

Tabelle 1: Aufgaben eines FFS-Leitrechners [2]

dispositive Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinenbelegungsplan</li> <li>• Planung manueller Tätigkeit</li> </ul>
operative Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ableiten von Transport- und Bearbeitungsvorgängen</li> <li>•Führungen der Transports- und Lagerbilder</li> </ul>
organisatorische Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Führen des Systemabbildes</li> <li>•Vergabe von Arbeitsvorgängen</li> </ul>
Überwachungsfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Überwachung der Prozessabläufe</li> <li>•Erfassen und Protokollieren von Betriebsdaten</li> <li>•statistische Auswertung</li> </ul>
Verwaltungsfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Auftragsverwaltung</li> <li>•NC-Programmverwaltung</li> <li>•Werkstückverwaltung</li> <li>•Werkzeugverwaltung</li> <li>•Dateienverwaltung</li> </ul>

## 2.1.2 Realisierung von flexiblen Fertigungssystem

Vergleichen mit normalen Fertigungsmaschinen hat Fertigungssystem viele Charakter. Das flexible Fertigungssystem hat zunehmende maschinenbauliche und informationstechnische Komplexität und der Planung muss alle betreffenden Bereiche berücksichtigen: Vorfertigung, Qualitätssicherung, Montage, Instandhaltung, Konstruktion, Arbeitsplanung, NC-Programmierung, Fertigungsplanung u. -steuerung, Qualifizierung des Personals

### **Schritte der Realisierung:**

#### 1. strategische und operative Ziele

Wir überlegen, ob wir die Durchlaufzeit verkürzen, die Anzahl der Artikel im Umlauf und im Lagerbestand verringern und die Zeit für die Einführung neuer Produkte verkürzen können.

#### 2. genaue Analyse der Aufgabenstellung, Präzisierung der Projektziele

In diesem Schritt müssen wir der Teilespektrums abgrenzen, die Menge Bedarf und Maschinenkapazität erfassen und die Projektziele erklären.

#### 3. Lösungssuche zur sachgerechten Realisierung

#### 4. Systemvorschlag aufgrund der vom Anwender bereitgestellten Planungsdaten

Die Systemauslegung wird durchgeführt durch Netzplantechnik, Lösungskataloge, analytische Berechnungsverfahren und Simulation.

#### 5. Angebotserstellung durch den Hersteller

### **Einflussgrößen auf die Investitionsrechnung für flexible Fertigungssysteme**

Die Rentabilität der Investition wird durch 3 Teile beeinflusst, sie sind Rationalisierungseffekt, marktorientierte Vorteile und Anpassbarkeit an neuen Fertigungsaufgaben. Rationalisierungseffekt und Anpassbarkeit an neuen Fertigungsaufgaben wirken sich auf die Kostenreduzierung aus.

Der Rationalisierungseffekt bedeutet flexibel automatisierte Fertigung z.B. automatische Werkstück-, Werkzeug- und Informationsversorgung, Reduzierung der Umlauf- und Lagerstände, geringer Fertigungssteuerungsaufwand und noch automatisierte Qualitätssicherung.

Die Komponente der marktorientierten Vorteile sind kürzere Lieferzeit und Qualitätssteigerung. Um eine kürzere Lieferzeit zu erreichen, ist es notwendig, schneller auf Bedarfsschwankung zu reagieren und neues Projekt schneller einzuführen.

Die kürzere Lieferzeit und die Qualitätssteigerung gehören noch zu Anpassbarkeit an neuen Fertigungsaufgaben.

## 2.2 Qualitätssicherung

Stabile Bearbeitungsprozesse sind die Grundlage für eine gute Qualität. Die Qualitätssicherung in der Fertigung beinhaltet damit die kontinuierliche Erfassung, Analyse und Bewertung relevanter Daten bezogen auf [4]

- das Produkt
- die fertigungs- und systeminternen Zusatzeinrichtung sowie
- den Gesamtprozess.

### 2.2.1 Fertigungsmesstechnik

Eine vorbeugende Qualitätssicherung wirkt Kosten senkend. Somit besteht der Inhalt der Qualitätsprüfungen aus den Schritten [4]

- Prüfplanung (Festlegung z. B. der Prüfmittel und der Prüfhäufigkeit)
- Prüfausführung (Messwerterfassung und Prüfdatenspeicherung) und
- Prüfdatenverarbeitung (Auswertung der Prüfergebnisse und Fehleranalyse).

Fertigungsmesstechnik steht als Oberbegriff für alle mit Mess- und Prüfaufgaben verbundenen Tätigkeiten, die beim industriellen Entstehungsprozess eines Produktes zu erbringen sind. Zentrale Aufgabe der Fertigungsmesstechnik ist die messtechnische Erfassung von Qualitätsmerkmalen an einem Messobjekt. Ein Messobjekt ist häufig ein Werkstück, es kann jedoch auch ein Werkzeug, eine Maschine oder im Rahmen der Prüfmittelüberwachung ein Messgerät sein. [5]

Die Prüfplanung hat zur Aufgabe, die „Planung der Qualitätsprüfung“ im Produktionsablauf vorzunehmen (VDI85). Ziel der Prüfplanung ist die Sicherstellung von Qualitätsprüfung in den Fertigungs- und Montageablauf. Bei der Prüfplanung ist viele Arten von Informationen festgelegt werden, z.B. Prüfmerkmal, Prüfablauf, Prüfhäufigkeit, Prüfmethode, Prüfmittel....

Die Prüfausführung besteht aus Messwerterfassung und Prüfdatenspeicherung. In der Prüfausführung wird festgestellt, ob die Produkte oder Dienstleistungen die an sie gestellten Qualitätsanforderungen erfüllen.

Prüfdatenverarbeitung bedeutet, dass alle Aufbereiten-, Verarbeitungs-, Verdichtungs- und Bewertungsaktivitäten beziehen sich auf die Qualitätskontrolle und -prüfung.

## 2.2.2 Einsetzbare Messtechnik

Die in der Nutzung befindlichen Ausführungen der Koordinatenmessgeräte sind durch die zu verwirklichenden Aufgabenstellungen entstanden.[4]

- Einsatzgebiet
- Messbereich
- Genauigkeit
- Automatisierungsgrad

Diese Kenngrößen stellen gleichzeitig Auswahlkriterien für derartige Einrichtungen dar und führten zu den Bauformen [4]

- Portal-Koordinatenmessgerät
- Ausleger-Koordinatenmessgerät
- Ständer-Koordinatenmessgerät und
- Brücken-Koordinatenmessgerät sowie
- diverse Mischformen.

All diese Varianten beruhen auf dem gleichen kinematischen Grundprinzip: [4]

- drei senkrecht aufeinander stehende Achsen (X, Y, Z), (Bild 3) die ein räumliches Koordinatensystem (vergleichbar einer Fräsmaschine) verkörpern, und
- präziser Sensor (oft als schaltender Tastkopf ausgeführt) als Werkzeug zum Antasten der Punkte oder Flächen am Bezugsobjekt.

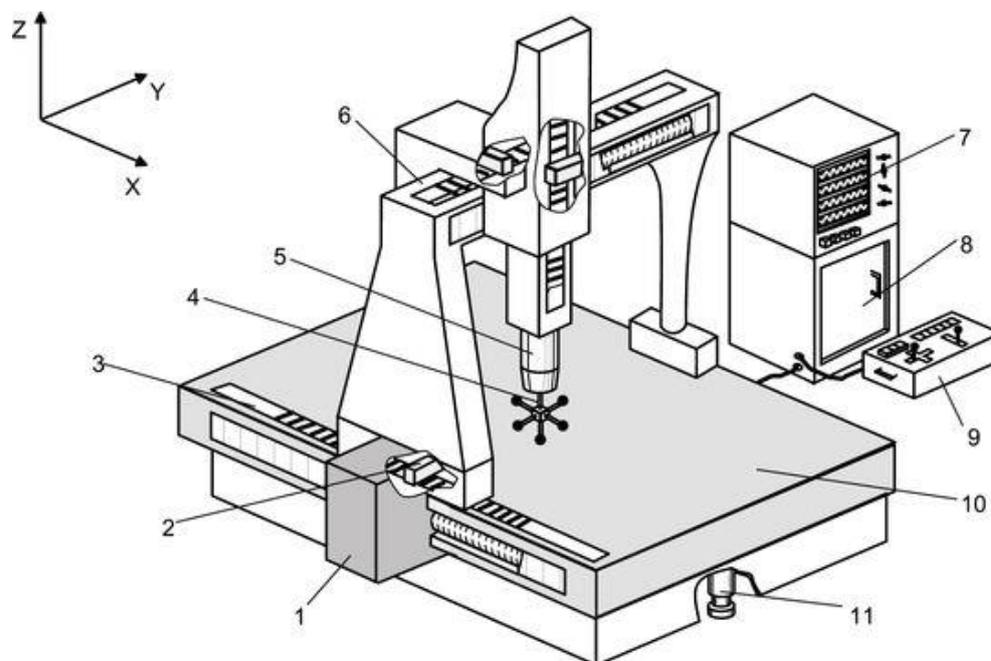


Bild 3: Aufbau eines konventionellen kartesischen Portalkoordinatenmessgerätes: [6]

1 – Antrieb für X–Achse; 2 – Ablesesystem für X–Achse; 3 – Maßverkörperung für X–Achse; 4 – Taster; 5 - 3D–Tastkopf; 6 – Lagerung für Y–Achse; 7 – Anzeige; 8 – Steuer- und Anpasselektronik; 9 – Steuerpult; 10 – Werkstückaufnahme; 11 – Gerätebasis

## **Koordinatenmessgeräte**

Koordinatenmessgeräte werden zunehmend als universelle Längenmess- und Prüfgeräte in den unterschiedlichen Fertigungsbereichen eingesetzt.

Auf Grund der bereits genannten Eigenschaften sind Messmaschinen und Messzentren gegenüber anderen herkömmlichen Messmitteln im Vorteil, wenn es darum geht, sie in flexible und automatisiert Fertigungslösungen einzubinden. Von der Struktur her beruht ihr Messaufbau auf dem Prinzip des Koordinatenmessgerätes. Dadurch sind sie wie folgt in ihren Leistungen beschreibbar: [4]

- sehr genau
- universell nutzbar
- flexibel im Aufbau und in der Anwendung
- liefern schnell ausgewertete und dokumentierte Messdaten und sind somit
- im Einsatz sehr wirtschaftlich.

## **2.3 Grundlagen der Prägeprozesse**

Der Einteilung der Fertigungsverfahren nach DIN 8580 liegt als leitendes Merkmal der Begriff des Stoffzusammenhaltes zugrunde, der sowohl den Zusammenhalt von Teilchen eines festen Körpers wie auch den Zusammenhalt der Teile eines zusammengesetzten Körper bezeichnet (d. h. die Montagetechnik ist ein Teilgebiet der Fertigungstechnik!).

Man unterscheidet prinzipiell zwischen sechs Hauptgruppen: • Urformen • Umformen • Trennen • Fügen • Beschichten • Stoffeigenschaft ändern. Bild 4 zeigt die Einteilung der Fertigungsverfahren.

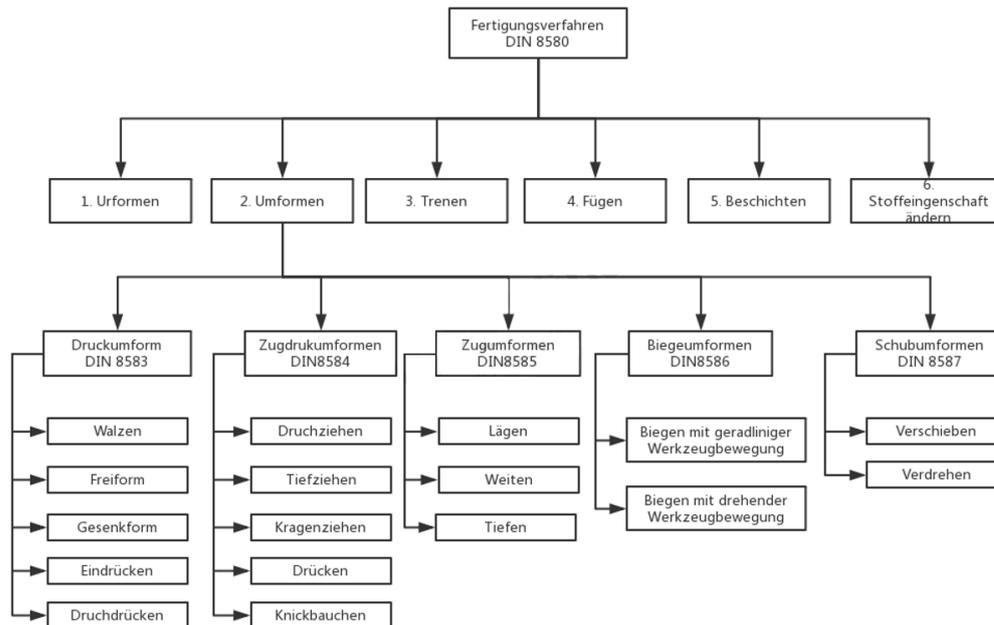


Bild 4: Einteilung der Fertigungsverfahren

Das Umformen bedeutet plastisches Ändern der Form eines festen Körpers. Das Prägen ist der Untergruppe Druckumformen zugeordnet und stellt nach DIN 8583 ein Eindrücken mit geradliniger Werkzeugbewegung ohne Gleiten dar. Zu den Eindrückverfahren zählen das Prägen, das die Oberfläche eines Werkstücks reliefartig verändert, und das Einsenken zum Herstellen eines Gesenks. Es handelt sich in beiden Fällen um eine Kaltumformung. Beim Prägen unterscheidet man das Hohl- vom Vollprägen. Beim ersteren Verfahren bleibt die Werkstückdicke annähernd gleich, beim zweiten wird sie gezielt verändert, wie Bild 5 zeigt. [7]

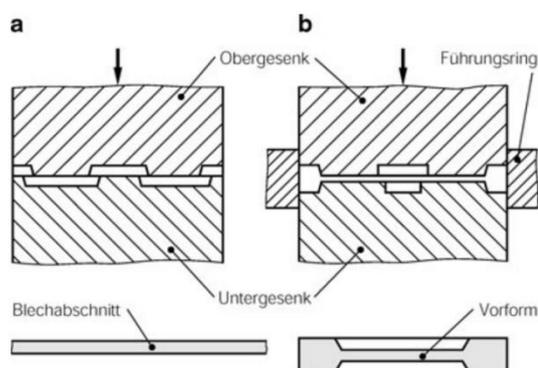
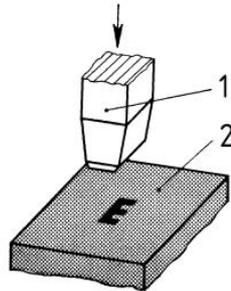


Bild 5: Prägwerkzeuge und Rohlinge: **a** Hohlprägen ohne Dickenänderung; **b** Vollprägen mit Führungsring [7]

Nach DIN 8583-5 definiert Einprägen als Eindrücken eines mit Zeichen versehenen Werkzeugs (Prägestempel) in die Oberfläche eines Werkstückes (siehe Bild 6).



**Legende**

- 1 Prägestempel
- 2 Werkstück

Bild 6: Einprägen [8]

Das Prägen kann auch zur Verbesserung der Oberflächenqualität verwendet werden. Das Glattprägen ist eine Umformung zum Verbessern der Oberfläche eines Werkstücks durch geringes Kaltstauchen. Die Werkzeugflächen müssen feingeschliffen oder geläppt sein. [7]

Die Umformkraft ergibt sich nach (Gl. 1). Anhaltswerte für den Umformwiderstand  $k_{we}$  am Ende des Prägevorgangs gehen aus Tab. 5.2 hervor. Je schärfer die Kanten ausgeprägt werden sollen, desto höher ist der Wert für  $k_{we}$  anzusetzen. Beim Vollprägen legierter Stähle werden die Gesenke bis nahe an ihre Zugfestigkeit belastet. [7]

Die zum Schmieden erforderliche Umformkraft ist

$$F = A_d \cdot k_{we} \quad \text{Gl. 1}$$

$A_d$  ist die gedrückte Fläche als Projektion der Schmiedestückfläche senkrecht zur Kraftrichtung und  $k_{we}$  ist der Umformwiderstand am Ende des Umformvorgangs, einen Referenzwert finden Sie in der Tabelle 2. [7]

Tabelle 2: Formänderungswiderstand  $k_{we}$  Wert für das Prägeverfahren

Werkstoff	Hohlprägen $k_{we}$	Vollprägen $k_{we}$
	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
Aluminium 99%	50 bis 80	80 bis 120
Al-Lagierungen	80 bis 150	120 bis 350
Kupfer, weich	200 bis 300	800 bis 1000
CuZn37	200 bis 300	1500 bis 1800
Nickel, rein	300 bis 500	1600 bis 1800
Neusilber	300 bis 400	1800 bis 2200
Stahl USt 12	300 bis 400	1200 bis 1400
Crom-Nickel-Stahl	600 bis 800	2500 bis 3200

Der Formänderungswiderstand  $k_{we}$  ist abhängig [7]

- a) Vom umzuformenden Werkstoff,
- b) Von der Oberfläche des Werkstoffes und des Werkzeugs
- c) Von der Schmierung an den Gleitflächen,
- d) Von der Form des Werkstückes und der Prägung
- e) Von der Umformgeschwindigkeit und damit von der verwendeten Maschine.

### 2.3.1 Hohlprägen

Das Hohlprägen ist ein Fertigungsverfahren, bei dem die Materialdicke nicht verändert wird. Durch die Zusammenarbeit eines Prägestempels und der Matrize werden die Prägeteil in eine gewünschte Form gepresst (Bild 7)

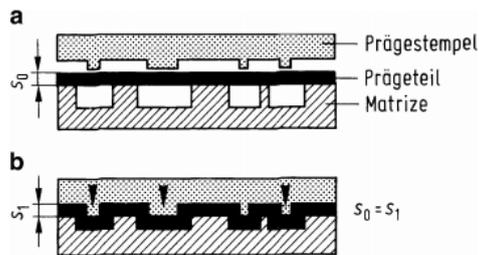


Bild 7: Hohlprägen, a) Ausgangsform vor dem Prägen, b) nach dem Prägen [9]

### Vorteile vom Hohlprägen

A) hohe Produktionseffizienz

-Die Form kann ohne zusätzlichen Schnitt in einem Spannvorgang gleichzeitig bearbeitet werden.

B) hohe Materialausnutzungsrate.

-Aufgrund des geringeren Schneidprozesses kann die Materialausnutzungsrate bis zu 75-80 betragen

C) gute Austauschbarkeit von Teilen

-Die mit derselben Form hergestellten Teile weisen eine hohe Genauigkeit auf, da die Form- und Maßgenauigkeit der Teile hauptsächlich von der Genauigkeit der Form abhängt.

### Anwendungsbereich vom Hohlprägen

Das Hohlprägen wird zur Herstellung von Blechformteilen aller Art verwendet, z.B. [9]

a) Einprägen von Sicken und örtlichen Erhöhungen zur Versteifung von Blechteilen (Bild 8 a)

b) Für Plaketten aus dünnen Bleich (Bild 8 b)

c) Für Schmuckwaren,

d) Glattprägen oder Planieren

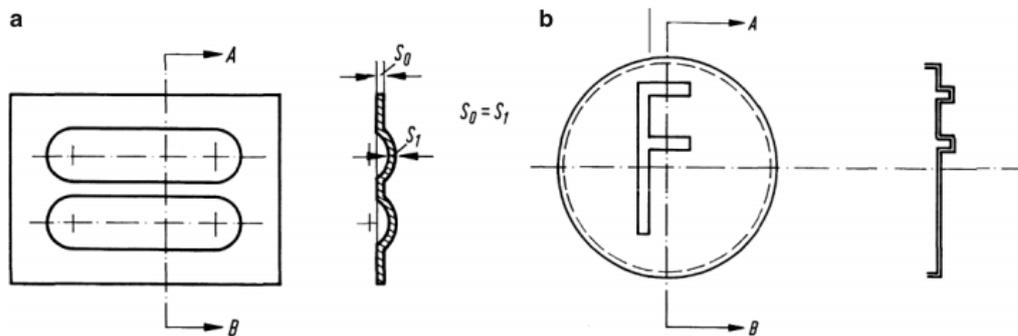


Bild 8: a) Sicken zur Versteifung von Blechteilen, b) Hohlgeprägte Plakette [9]

### Werkzeuge zum Hohlprägen

Das Prägewerkzeug besteht aus den Hauptbestandteilen Prägestempel und Matrize. Beim Hohlprägwerkzeug haben Stempel und Matrize praktisch die gleiche Kontur. Die Stellen, die beim Stempel erhaben sind, sind bei der Matrize vertieft. In der Abmessung sind die Tiefe und die Breite der Matrize um die Blechdicke größer als die erhabene Stempelkontur. Um die Werkzeuge in ihrer Lage zu sichern und beim Arbeitsvorgang zu führen, werden sie in ein Säulenführungsgestell eingebaut (Bild 9). [9]

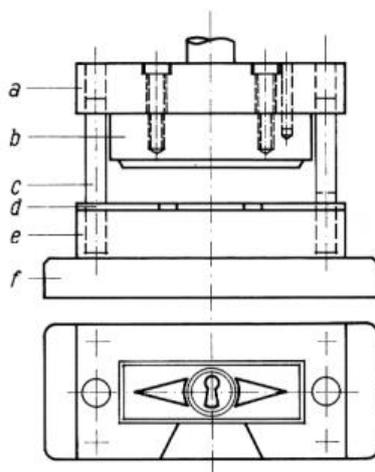


Bild 9: Hohlprägen von Schlüsselschildern (Prägewerkzeug nach AWF 5561). a) Stempelkopf, b) Prägestempel, c) Führungssäule, d) Aufnahme, e) Matrize (Unterstempel), f) Grundplatte [9]

### 2.3.2 Massivprägen

Das Massivprägen ist definiert als ein Kaltumformverfahren, bei dem bestimmte Oberflächenformen erzeugt werden. Bei Massivprägen wird die Werkstoffdicke des Ausgangsrohlings verändert.

#### **Anwendungen der Massivprägeverfahren**

##### a) Münzen und Medaillen

Eine der wichtigsten Anwendungen für das Einprägen ist Münzprägen. Vor dem 15. Jahrhundert, um Münzrohling in die gewünschte Form mit Hilfe der Prägestempel zu bringen, mussten die Menschen es von Hand hammerprägen. Aber jetzt kann die Münze 20.000 pro Minute produziert werden.

##### b) Gravur-prägen in Plaketten

##### c) Geprägte Bauteile für den Maschinenbau und die Elektroindustrie

#### **Werkzeuge zum Massivprägen**

Massivprägewerkzeuge erhalten in der Regel ihre Führung durch ein Säulenführungsgestell (Bild 10). Die Gravuren am Werkzeug stellen das Negativ zu der am Werkstück herzustellenden Gravur dar. Wie bei Schmiedegesenken unterscheidet man hier auch zwischen geschlossenen Werkzeugen (Bild 10) und offenen Werkzeugen. Geschlossene Werkzeuge setzt man bei kleineren Werkstoffverdrängungen, z. B. beim Münzprägen ein. Offene Werkzeuge, die am Werkstück Gratbildungen ergeben, verwendet man bei Prägungen mit großen Umformgraden. [10]

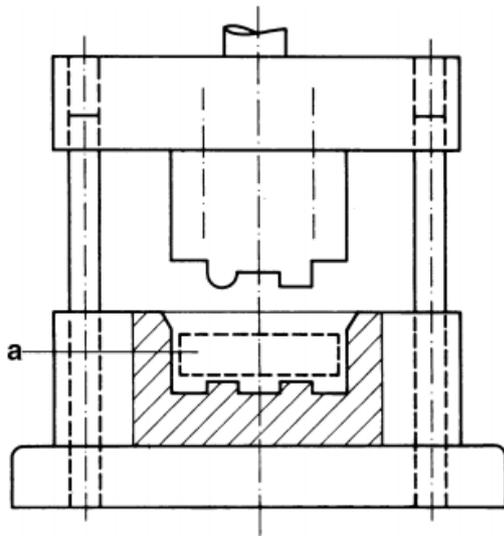


Bild 10: Geschlossenes Massivprägewerkzeug mit Säulenführung, a) Rohling [10]

### 3. Auslegung von gegenwärtigen Lösungsvarianten

#### 3.1 Münzprägeprozess bei SCHULER

Die Münzproduktion hat eine jahrhundertealte Geschichte. Von der ersten manuellen Produktion können nur zwei bis drei Münzen pro Minute bis zu Tausenden von Münzen pro Minute produziert werden.

Es gibt zwei Hauptfunktionen von Münzen: Eine soll als Geldumlauf verwendet werden, was erfordert, dass sie verschleißfest und leicht zu lagern ist. In der Regel werden Legierungsmaterialien wie Edelstahl, Aluminiumbronze und Messing verwendet. Das andere wird als Sammlungsandenken verwendet. Es hat einen hohen Wert und besteht normalerweise aus Edelmetallen wie Gold und Silber.

#### **Herstellung von Münzronden**

Um Münzen zu produzieren, müssen Münzronden zur ersten hergestellt werden. Der Herstellungsprozess ist wie folgte Bild 11 gezeigt.



Bild 11: Platinen-Schneid-Linie aus SCHULER [11], 1-Bandanlage, 2-Banddickenmessgerät, 3-Präzisionsvorschub, 4-Blankmaster Presse, 5-Aufwickelhaspel

Bandanlage: Die Bandanlage besteht aus einer Doppelabwickelhaspel mit zwei Andruckrollen, der Richtmaschine und der Bandschlaufensteuerung mit Ultraschallsensor.

Banddickenmessgerät: Die Dicke der Platte wird gemisst, wenn die Dicke der Platte den zulässigen Toleranzbereich überschreitet, werden die Informationen an die Pressensteuerung weitergeleitet.

Präzisionsvorschub: Die Anlage kann mit unterschiedlichen Vorschüben ausgestattet werden. Die Vorschubgenauigkeit beträgt  $\pm 0,05$  mm.

Blankmaster Schnellläuferpresse: Mit Presskräften bis zu 4.000 kN und zahlreichen technischen Merkmalen für wirtschaftlichen Betrieb, hohe Produktqualität und Produktionssicherheit. Der Modellreihe MRH werden zur Verarbeitung von Rundplatinen eingesetzt. Die Zyklusrate dieser Serie beträgt bis zu 850 Hübe / min, und ist für ein großes Prägevolumen besonders geeignet.

Aufwickelhaspel: Der Stanzabfall wird aufgerollt und kann für die weitere Materiallogistik verwendet werden.

## Prägeprozess-Überwachung

Die wichtigsten Faktoren für die Qualität und das Ansehen von Münzen sind nicht nur die verwendeten Werkzeugmaschinen und Materialien, sondern auch der beim Formen verwendete Prägekräft. Der Prägekräft beträgt bis zu 150t und muss überwacht werden. HBM bietet hochdynamische und zuverlässige Messtechnik mit einer Messkette bestehend aus dem Dehnungsaufnehmer SLB700A und dem Messverstärker MP85 DP.

Die Kraft wird durch die Dehnung einer Komponente der Maschinenbasis unter Verwendung von SLB700A gemessen. Durch die Zusammenarbeit mit der MP85 DP-Firmware kann Phonak sehr schnell aufgezeichnet werden. Die gemessenen Daten werden über Profibus an die Siemens-SPS S7-300A übertragen, wo die Daten verglichen und überwacht werden, ob sie die einstellbaren oberen und unteren Grenzen überschreiten. Der Vorgang ist in der Bild 12 dargestellt.

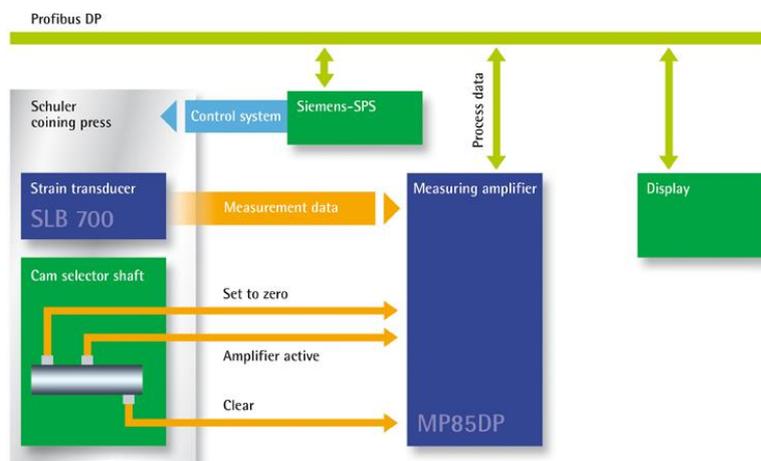


Bild 12: Vorgang der Prägeprozess-Überwachung [12]

Der Münzherstellungsprozess wird von einer Nockenschaltwerk (Bild 13) gesteuert, die die Anzeige der Signale " Messfenster aktiv ", "Löschen" und " Nullsetzen" zur Kraftüberwachung steuern kann. Um eine eventuelle Nullpunktverschiebung zu kompensieren, wird auf Null gesetzt, bevor das Messfenster aktiv geschaltet wird. Die eigentliche Spitzenkraftaufzeichnung erfolgt im Modus "Messfenster aktiv", und der Wert wird erst gespeichert, wenn der Nockenregler die Speicherspitze mit dem Signal "Löschen" zurücksetzt und der Prozess erneut beginnt.

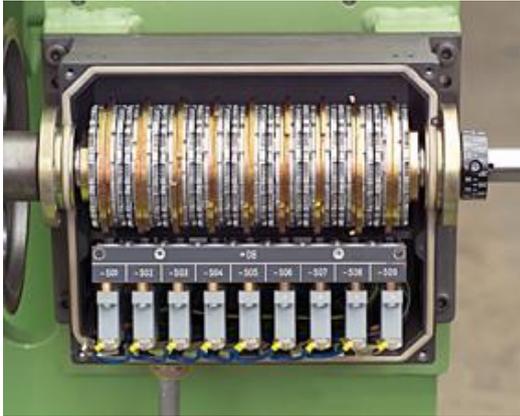


Bild 13: Nockenschaltwerk [12]

### 3.2 Ritz-/ Nadelprägetechnik bei BORRIES

Ritzprägen, Nadelprägen, Punktschriftprägen kennzeichnen dauerhaft Werkstücke aus festem Material, wie zum Beispiel Aluminium, Magnesium, Stahl, Edelstahl, Kunststoff und Guss. Diese Prägetechniken können verwendet werden, um alphanumerische Zeichen, Logos oder 2D-Codes flexibel und schnell zu identifizieren. Durch das Prägen wird eine dauerhafte " dokumentenechte " erzeugt.

Der Vorteil von Ritzpräger und Nadelpräger besteht darin, dass sie eine hohe Flexibilität beim Prägen von Text, der Höhe und Breite von Schriftarten und der Tiefe des Prägens aufweisen. Aufgrund der geringen Kraft können kompakte, hohle und empfindliche Teile zusammengedrückt werden. Die mechanische Toleranzkompensation kann auch auf geneigten und gekrümmten Oberflächen markiert werden

Beim Ritzprägen wird eine Diamant- oder Hartmetallspitze in die Werkstückoberfläche gedrückt und nahezu spanfrei durch das Material gezogen.

Beim Nadelprägen wird eine Prägenadel aus Hartmetall mit hoher Frequenz in die Werkstückoberfläche eingeschlagen.

Das Werkstattgerät 317 (Bild 14) ist ein kompakter Präger für dauerhafte, flexible Markierungen auf nahezu allen Materialien. Daten siehe Tabelle 3

Tabelle 3: Technische Daten von Werkstattgerät 317 [13]

<b>Eigenschaft</b>	<b>Maße, Einheit, Erläuterung</b>
Abmessungen Prägeeinheit (B x T x H)	350 x 440 x 640 mm
Schriftfeldgröße (X/Y)	120 x 25 mm
Gewicht (ohne Steuerung/ Controller)	ca. 35 kg
Prägegeschwindigkeit (abhängig von Schriftgröße und –form, Prägeverfahren und Motorisierung)	bis 6 Zeichen/ Sekunde
Schriftgröße	ab 1 mm (schrittweise in 0,1 mm)
Eindringtiefe Prägespitze (abhängig vom zu prägenden Material, Prägekopf und –verfahren)	ca. 0,01 – 0,5 mm
Schriftart	Schriftart DIN 1451, 7 x 5 Punktschrift, Ritzprägen, Nadelprägen DataMatrix Andere Schriftarten optional
Schreibrichtung	Gerade, Winkel oder Kreisbogen
Sonderzeichen, Logos	Optional nach Vorlage
<b>Medien-Versorgung</b>	
Spannungsversorgung über Netzteil mit Anschlusskabel	230 V AC $\pm 10\%$ , 50/60 Hz oder 115 V AC $\pm 10\%$ , 50/60 Hz umschaltbar
Druckluftanschluss (Einspeisedruck) mit technisch aufbereiteter Druckluft	Min. 5 bar (min. 75 psi) Getrocknet, ölfrei, gefiltert mit 50 $\mu\text{m}$



Tabelle 4: Technische Daten von EK2-Box [13]

Eigenschaften	Maße, Einheit, Erläuterung
Abmessungen	Siehe Zeichnung
Stromversorgung Standard	230 V $\pm$ 10 %, 50/60 Hz oder 115 V $\pm$ 10 %, 50/60 Hz
Leistungsaufnahme	185 VA
Vorsicherung	Mind. 6 A / max. 16 A
Umgebungstemperatur	0°C bis +50°C
Schutzart	IP 53
Gewicht	ca. 2,3 kg
Kabellänge Präger zu EK2-Box	bis zu 10 m
Max. Anzahl Motor-Achsen	2
1. serielle Schnittstelle (Systemschnittstelle)	RS232 / RS422 umschaltbar, USB
2. serielle Schnittstelle (Datenschnittstelle)	RS232 / RS422 umschaltbar
Netzwerk-Schnittstelle Option: Bus-Interface	Ethernet On-Board  Profibus DP  Profinet I/O  DeviceNet  Ethernet/IP
Software	LDM-Makro, VisuWin SE, VisuWin Pro

Real-Time-Clock gepuffert	Datum, Zeit, Schichtkennzeichnung...
Option: mit E/A-Zusatzkarte 24 V Not-Abschaltung über 2 externe Öffner	12 E / 8 A opto-isoliert ja
Externes Display und Folientastatur	Im Gehäusedeckel integriert, 4 x 40 Zeichen
DataMatrix Konvertierung im Controller	ECC 200 bis 52 x 52 bzw. 16 x 48 Punkte

### 3.3 Stanzmaschinen in der Automobilindustrie

Der Stanzherstellungsprozess ist ein fortschrittliches Metallverarbeitungsverfahren, das auf der plastischen Verformung des Metallmaterials nach Belastung basiert. Im Vergleich zur Schneidverarbeitung weist das Kaltprägen eine hohe Produktivität, niedrige Verarbeitungskosten, eine hohe Materialausnutzungsrate, eine leicht zu realisierende Mechanisierung und Automatisierung auf und eignet sich besonders für die Massenproduktion in der Automobilindustrie.

#### **Abläufe**

Das Stanzen ist der erste Schritt im Herstellungsprozess. Nach der Vorbehandlung wird der Rohling zur Presse transportiert. Die Vorbehandlung umfasst das Abwickeln, Reinigen, Nivellieren, Schneiden und Palettieren.

Der rollenförmige Rohling wird von einem Abwickelhaspel abgewickelt, und dann wird der erste Teil von Rohling abgeschnitten, und der Rest wird gewaschen und geölt und dann zum Richtmaschine geschickt. Der Richtmaschine verwendet die Form, um eine kleine plastische Verformung des Rohlings zu erzeugen, um Ebenen Fehler zu beseitigen. Im nächsten Schritt wird die benötigte Form ausgeschnitten und ordentlich platziert.

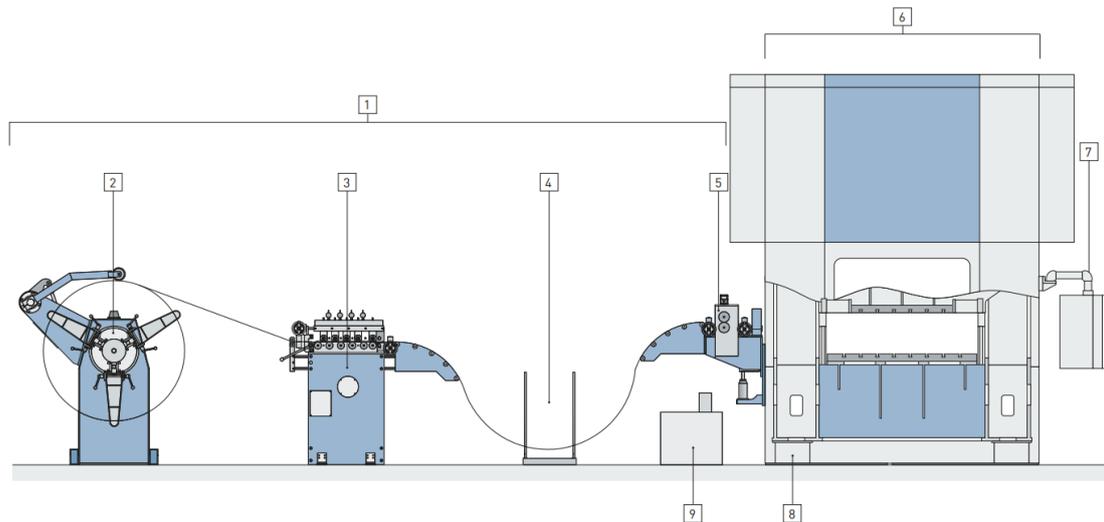


Bild 16: mechanische servogetriebene Presse mit Bandzuführanlage [11]  
1-Brandzuführanlage, 2-Abwickelhaspel, 3-Richtmaschine, 4-Schlaufensteuerung,  
5-Walzenvorschub, 6-Stanzautomat, 7-Bedienpanel CCS (Compact Control System),  
8-Dämpferelemente, 9- Hydraulikaggregat

Das vorbehandelte Blatt wird an die Presse gesendet. Nach dem Zeichnen, Trimmen, Stanzen, Bördeln, Korrigieren und Umformen ist eine Presse abgeschlossen. Das Bild 16 zeigt den gesamten Stanzvorgang.

Die Servopressen in Zugankerbauweise (Die Produktdaten der TSD-Serie beim Schuler lauten wie Bild 17) wird direkt vom Drehmomentmotor angetrieben und bietet einen hohen Drehmomentwerte. Sie ist der beste Treiber für den dynamischen Umformprozess. Es gibt keine Kombination aus Schwungrad und Kupplung / Trägheit, daher ist die Presse flexibler, energiesparender und reduziert die Wartungskosten.

MODELLÜBERSICHT SERVOPRESSEN IN ZUGANKERBAUWEISE (TSD)

Modell	TSD 800	TSD 1000	TSD 1100	TSD 1250	TSD 1600	TSD 2000	TSD 2500	TSD 3200			
Presskraft [kN]	8.000	10.000	11.000	12.500	16.000	20.000	25.000	32.000			
Tischlänge [mm]	Tischbreite [mm]										
4.000	1.800										
4.600	1.800	2.200*	1.800								
5.000				2.200*							
5.100				2.200*	1.800	2.200*	1.800				
6.000								2.500*			
6.100					1.800	2.200*	1.800	2.500*	2.500*	2.500*	2.500*
7.000								2.500*	2.500*	2.500*	
Einbauhöhe [mm]	1.100	1.100	1.100	1.200	1.100	1.200	1.100	1.300	1.400	1.400	1.400
Stößelhub [mm]	120-450	120-500	120-450	150-600	120-450	150-600	150-450	200-600	200-700	230-700	230-700
Stößelverstellung [mm]	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Hubzahl** [1/min] TSD	3-60	3-50	3-50	3-45	3-45	3-40	3-40	3-36	3-34	3-30	3-30

Bild 17: Modellübersicht Servopressen in Zugankerbauweise [11]

Der transiente Fahrmodus ist äußerst energieeffizient und ermöglicht es dem Bediener, den Schieberweg, ohne zusätzliche mechanische Hubeinstellung zu programmieren. Zusätzlich führt der Schaltmodus zu einer signifikanten Verlängerung der Hubzeiten. Dank der Zeit- / Hubbewegungsbahn des Bedieners und der Fähigkeit, die Druckstoppzeit in der Form zu verarbeiten, können Schweiß- und Laserbearbeitungsprozesse zuverlässig in den Stanzzyklus integriert werden.

### einsetzbaren Materialien

Der Kern der modernen Automobilindustrie ist die Sicherheit und der Umweltschutz sowie die Anforderungen an die Karosserie: Steigerung der Festigkeit und Gewichtsreduzierung. Hochfester Stahl und Aluminiumlegierung sind in Karosserien weit verbreitet.

Nachfolgend sind einige Stähle, die für Karosserien verwendet werden können

Duplexstahl (Dual Phase Steels)

Leistungsmerkmale: keine Streckverlängerung, keine Alterung bei Raumtemperatur, niedrige Streckgrenze, hoher Kaltverfestigungsindex und hoher Backhärtungswert

Anwendung: Hochfester DP-Stahl ist der Stahl der Wahl für Bauteile. Es sollte eine große Anzahl von Bauteilen, Verstärkungen und Antikollisionsteilen verwendet werden. Zum Beispiel Querträger, Schienen, Stoßstangen und so weiter.

Komplexphasenstähle (Complex Phase Steels)

Leistungsmerkmale: kleine Körner und hohe Zugfestigkeit. Es hat eine gute Biegeleistung, eine hohe Lochausdehnungsleistung und eine ausgezeichnete Flanschformleistung.

Anwendungen: Fahrgestellaufhängungen, Stoßstangen, Sitzschienen usw.

Transformationsinduzierte Plastizitätsstähle (Transformation Induced Plasticity Steels)

Leistungsmerkmale: Die Struktur enthält Restaustenit und hat gute Umformeigenschaften. Während des Umformprozesses wandelt sich der zurückgehaltene Austenit allmählich in Martensit um, was zu einer gleichmäßigen Verformung führt.

Anwendung: Teile mit komplexer Struktur

Martensitische Stähle (Martensitic Steels)

Leistungsmerkmale: hohes Streckgrenze Verhältnis, hohe Zugfestigkeit und relativ geringe Dehnung, es ist notwendig, auf die Tendenz zu verzögerten Rissen zu achten.

Anwendung: Kaltprägen einfacher Teile wie Stoßstangen, verbesserte Schwelle

Abschrecken und Verteilen von Stählen (Quenching and Partitioning Steels)

Leistungsmerkmale: Martensit wird als Matrixphase verwendet, und der TRIP-Effekt von Restaustenit während der Verformung wird verwendet, um ein höheres Kaltverfestigungsvermögen zu erzielen, sodass es eine höhere Plastizität und Formbarkeit aufweist als Stahl derselben Qualität.

Anwendung: Geeignet für komplexere Kfz-Sicherheitsteile und Bauteile

Zwillingsinduzierte Plastizitätsstähle (Twinning Induced Plasticity Steels)

TWIP-Stahl ist ein voll austenitischer Stahl mit hohem Kohlenstoff-, Mangan- und Aluminiumgehalt. Durch dynamisches Twinning, das durch Twinning induziert wird, wird eine hohe Kaltverfestigung erreicht.

Anwendung: Geeignet für Teile mit hohen Anforderungen an die Materialzieh- und Ausbeulungsleistung

Presshärten / Borstähle (Press Hardening/ Boron Steels)

Leistungsmerkmale: ultrahohe Festigkeit, effektive Verbesserung der Crash-Leistung, leichte Karosserie, komplexe Teileform, gute Formbarkeit, hohe Maßgenauigkeit

Anwendung: Sicherheitsbauteile wie Stoßstangen vorn und hinten

## 4. Bewertung und mögliche Lösung

### 4.1 Bewertung der vorliegenden Lösungsvarianten

Die Auswertung der Produktionsergebnisse ist wertvoll. Sie kann uns dabei helfen, zu analysieren, ob Produkte, Herstellungsprozesse und Dienstleistungen unseren Anforderungen entsprechen, und die Optimierungsrichtung bestimmen. Die meisten Bewertungskriterien beziehen sich auf die Kosten sowie die Funktions- und Betriebssicherheit.

#### **Bewertungskriterien**

Investitionskosten: bezieht sich auf die Investition von personellen und finanziellen Ressourcen sowie die Zeit, die für den erstmaligen Kauf und die Installation von Geräten aufgewendet wird

Betriebskosten: bezieht sich auf die Personalinvestition, die Wartungskosten, die Betriebskosten (Lagergebühr, Energie usw.) nach Produktionsbeginn

Grundlegende Anforderungen: ob die Produktionsanforderungen der Kunden an die Produktqualität erfüllt werden sollen

Zusätzliche Funktionen: ob es zusätzliche Funktionen gibt, um Kunden mehrere Produktionsmöglichkeiten zu bieten, z. B. kann die Drei-Metall-Münzmaschine gleichzeitig die Anforderungen der Bimetall- und Drei-Metall-Münzprägung erfüllen und den Kunden die Möglichkeit bieten, die Produktion zu ändern

Produktionseffizienz: Leistung pro Zeiteinheit

Produktqualifizierungsrate: bezieht sich auf den Prozentsatz der Produkte, die den Qualitätsstandards entsprechen, in der Gesamtzahl der qualifizierten Produkte, fehlerhaften Produkte und Schrott

Ich habe den ausgewählten Kriterien eine wichtige Rangfolge gegeben. Der Vergleichsprozess ist in der folgenden Tabelle 5 deutlich zu sehen. Wie in der Tabelle gezeigt, ist Grundlegende Anforderungen meiner Meinung nach für die Produktproduktion äußerst wichtig.

Tabelle 5: Vergleichsprozess der Bewertungskriterien

	1	2	3	4	5	6	Gesamt
<b>1. Investitionskosten</b>		0	0	1	0	0	1
<b>2. Betriebskosten</b>	2		0	1	0	0	3
<b>3. Grundlegende Anforderungen</b>	2	2		2	2	2	10
<b>4. Zusätzliche Funktionen</b>	1	1	0		0	0	2
<b>5. Produktionseffizienz</b>	2	2	0	2		0	6
<b>6. Produktqualifizierungsrate</b>	2	2	0	2	2		8

## 4.2 Bewertungsergebnisse

Ich bewerte die 3 Lösungsvarianten nach der bisherigen Bewertungskriterien. Die Bewertungsergebnisse lauten wie folgt Tabelle 6: 1 ist die höchste Punktzahl, 5 ist die niedrigste Punktzahl.

Tabelle 6: Der Bewertungsprozess der Lösungsvarianten

	Lösungsvariante I	Lösungsvariante II	Lösungsvariante III
<b>1. Investitionskosten</b>	2	1	4
<b>2. Betriebskosten</b>	2	1	4
<b>3. Grundlegende Anforderungen</b>	1	1	1
<b>4. Zusätzliche Funktionen</b>	2	3	2
<b>5. Produktionseffizienz</b>	2	2	2
<b>6. Produktqualifizierungsrate</b>	1	1	1

Nach vollständiger Beurteilung sind diese drei Lösungen ausgereift und nützlich. Aufgrund des Anwendungsumfangs- oder der Kostenbeschränkungen können jedoch noch Verbesserungen erforderlich.

Hochgeschwindigkeits-Münzprägemaschinen sind ein Entwicklungstrend, und eine hohe Produktionseffizienz wird die Wettbewerbsfähigkeit der Produkte erhöhen. Bei Ritzpräger und Nadelpräger ist der Markt größer, wenn sie für die Verarbeitung an die Oberfläche verschiedener Materialien angepasst werden können. Die Pressenlinie ist eine sehr große Investition. Es ist eine Herausforderung, Mittel angemessen zuzuweisen und das geringste Geld zu verwenden, um die erforderliche Produktivität zu erreichen.

## 4.3 Mögliche Lösung

### 4.3.1 Prozessabläufe

Basierend auf 3. Lösungsvariante habe ich die Presswerk entworfen. Es besteht aus einer Platinen-Schneid-Linie mit Laser und zwei Stanzlinien.

#### **Platinen-Schneid-Anlagen mit Laser aus SCHULER**

Da kein Werkzeug benötigt werden, was Zeit für den Werkzeugwechsel sowie für die Kalibrierung und Lagerung das Werkzeug spart, eignet sich das Laserschneiden besonders für Produktionsprozesse, bei denen häufig Produkte ausgetauscht werden müssen. Die innovativen DynamicFlow Technologie von SCHULER kann ein schnelles Schneiden erreichen und die Produktivität steigern. Bei empfindlichen Materialien wie Aluminiumlegierungen stellt das Verfahren auch sicher, dass die Oberfläche des Materials während des Übertragungsprozesses nicht beschädigt wird. Die Platinen-Schneid-Linie mit DynamicFlow-Technologie bietet eine unglaublich flexible Kombination von Produktionsbedingungen bei geringen Investitionskosten. Die technischen Daten von Platinen-Schneid-Anlagen (LBL-2.21) sind wie folgt Tabelle 7.

Tabelle 7: technischen Daten von Platinen-Schneid-Anlagen LBL-2.21 [11]

Variante	LBL-2.21	
Spulenbreite	Max. 2150	mm
Spulengewicht	Max. 30	T
Spulenmaterial	Stahl, Aluminium, hochfester Stahl	
Spulendicke	0,6 - 3,0	mm
Spulengeschwindigkeit	Max. 60	m/min
Schnittkopfpositioniergeschwindigkeit	180	m/min

Schneidgeschwindigkeit	max. über 100	m/min
Anzahl der Laser	2	
Nennleistung pro Laser	4	kW
Stapellänge	Max. 450	mm
Höhe des Stapels	Max. 750	mm
Stapelgewicht	Max. 12	T

Der Funktionsbereich der Platinen-Schneid-Werkstatt ist im Allgemeinen in den Spulenlagerbereich, den Produktionsbereich für die Platinen-Schneid-Produktion und den Platinen-Lagerbereich unterteilt. Das Layout ist in Bild 18 dargestellt. Transferfahrzeuge, Palettierer usw. werden nach Bedarf angeordnet.



Bild 18: Layout der Platinen-Schneid-Linie

## Presslinien

Ervoline L ist derzeit die weltweit schnellste von Schuler hergestellte Pressenlinie. Es ist mit einem Platinenlader, einem Crossbar Feeder und einem End-of-Line-System ausgestattet. Die gesamte Linie ist kompakt und mit einer Geschwindigkeit von bis zu 23 Hüben pro Minute ausgelegt. Die Linie verwendet die Servo-Direktantriebstechnologie, die nicht nur eine hohe Ausgangsleistung garantiert, sondern auch eine hervorragende Flexibilität, hohe Energieeffizienz und niedrige Stückkosten aufweist.

In der ersten Phase übertragen zwei Crossbar Roboter abwechselnd die kundenspezifischen Platinen und legen sie auf das Transportband. Bei Bedarf wird die

Platinen gereinigt, geölt und dann an die optische Ausrichtungsstation gesendet. Die Kamera zeichnet auf, wo sie sich befinden, und überträgt die Daten dann an die beiden Roboter, damit diese die Platinen genau platzieren können, damit der Crossbar Roboter sie genau an die erste Presse senden kann. Um die beste Qualität der Teile zu gewährleisten, ist die Ziehpresse auch mit einem servo-hydraulischen Tischkissen ausgestattet.

Der Transport von Teilen zwischen den Pressen erfolgt durch einen Crossbar Feeder. Im Vergleich zur vorherigen Produktgeneration hat die neueste Generation von Crossbar Feeder zwei zusätzliche Servoachsen hinzugefügt, mit denen die Richtung von zwei Teilen in einer Form leicht eingestellt werden kann. Kurz gesagt, die Fähigkeit, die Position flexibel zu ändern, eröffnet neue Möglichkeiten für die Formgestaltung.

Nach der letzten Umformstufe legt der Crossbar Feeder die Teile an einen Shuttle. Die beiden Roboter nehmen abwechselnd die fertigen Körperteile auf und legen sie auf Transportbänder. Der Wechsel des vollautomatischen Werkzeuges kann innerhalb von 3 Minuten abgeschlossen werden, und die Umrüstzeiten sind kürzer, was für die Verbesserung der Flexibilität und Effizienz der Presswerk von wesentlicher Bedeutung ist.

Das Layout der Stanzwerkstatt ist wie Bild 19. Das vernünftige Design der Stanzwerkstatt ist die Voraussetzung für eine effiziente Ausgabe der Stanzwerkstatt. Die Optimierung des Layouts, die Rationalität der Geräteauswahl, der Einsatz fortschrittlicher IT-Technologie sowie die Energiespar- und Umweltschutzmaßnahmen der Anlagen und Geräte gewährleisten Effizienz, Kosten und Qualität.

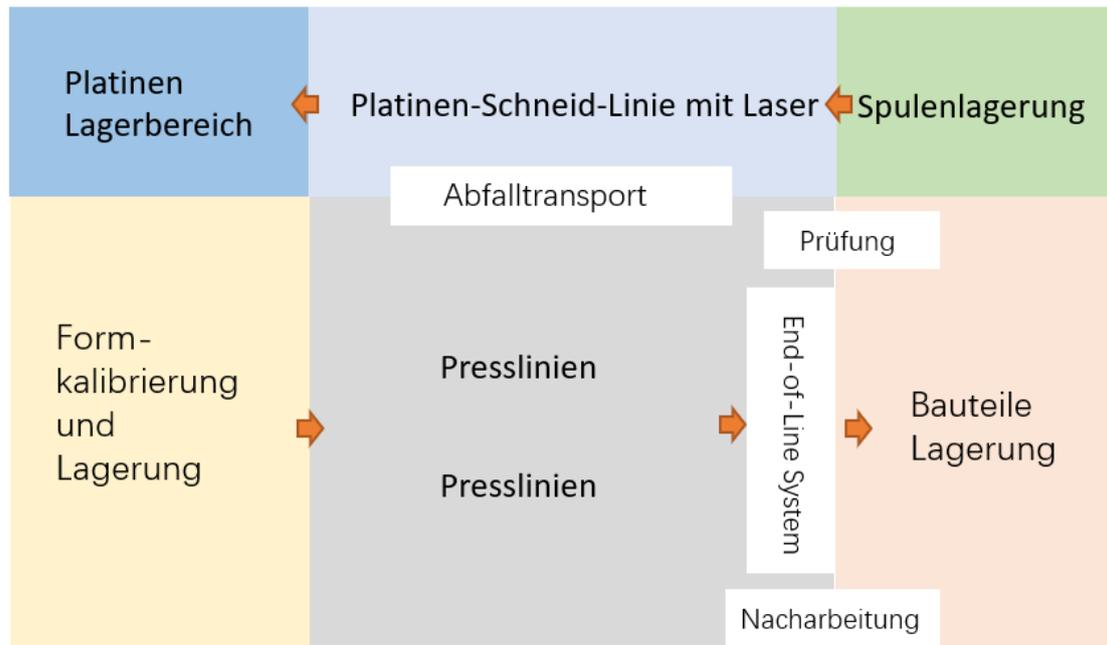


Bild 19: Layout des Presswerkes

#### 4.3.2 einsetzbaren Materialien

Als leichtes Material mit einer Vielzahl hervorragender Eigenschaften ist die Aluminiumlegierung das bevorzugte Material bei der Entwicklung der Automobil-Leichtbautechnologie geworden. Die Karosserie macht etwa 40% der Gesamtmasse des Autos aus. Für das Leichtgewicht des gesamten Fahrzeugs spielt das Leichtgewicht der Karosserie eine entscheidende Rolle.

Die Aluminiumlegierungen werden basierend auf den Arten und Gehalten der enthaltenen Nichtaluminiumelemente in neun Reihen unterteilt. Die folgende Tabelle 8 zeigt die Klassifizierung und einige Eigenschaften der Aluminiumlegierung

Tabelle 8: Klassifizierung und einige Eigenschaften der Aluminiumlegierung

Gruppe	Hauptlegierungselement	Festigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	Eigenschaften
1xxx	mind. 99% Aluminium	70 bis 190	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gute Dehnbarkeit, Korrosionsbeständigkeit, elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit</li> <li>• wird in Beleuchtungskörpern, Kühlkörpern, Typenschildern usw. verwendet.</li> </ul>
2xxx	Kupfer	190 bis 570	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohes Elastizitätsmodul, gute Schweißbarkeit</li> <li>• wird auf Komponenten in Flugzeugen und Sensoren angewendet</li> </ul>
3xxx	Mangan	100 bis 350	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gute Rostschutzleistung</li> <li>• wird in nahtlosen Schläuchen und Dosen verwendet</li> </ul>
4xxx	Silicium	170 bis 380	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niedriger Schmelzpunkt, Korrosionsbeständigkeit</li> <li>• wird zum Schmieden und Schweißen von mechanischen Teilen verwendet</li> </ul>
5xxx	Magnesium (ohne Silicium)	100 bis 450	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosionsbeständigkeit und Schweißbarkeit, geringe Dichte, hohe Zugfestigkeit, gute Dauerfestigkeit</li> <li>• wird zum Schweißen von Teilen von Schiffen und Flugzeugen verwendet</li> </ul>

6xxx	Magnesium und Silicium	100 bis 450	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hat die beste Gesamtleistung und Wirtschaftlichkeit</li> <li>• wird in Bauwerken, Schiffen, Straßenbahnen, Möbeln usw. verwendet.</li> </ul>
7xxx	Zink	220 bis 700	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Bearbeitbarkeit und hohe Verschleißfestigkeit, höhere Festigkeit als Weichstahl</li> <li>• verwendet in der Luft- und Raumfahrt, im Werkzeugbau und beim Spannen von Werkzeugen</li> </ul>
8xxx	andere Elemente	unterschiedlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die meisten Anwendungen sind Aluminiumfolie</li> </ul>
9xxx	andere Elemente	unterschiedlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlegierung</li> <li>• besteht immer aus einem Basismetall wie Eisen (Fe), Aluminium (Al), Kupfer (Cu) oder Nickel (Ni)</li> </ul>

Aluminiumlegierungsmaterialien für Automobilkarosserien umfassen hauptsächlich: Aluminium-Kupfer-Legierungen mit hoher Härte, Aluminiumlegierungen, Aluminium-Magnesium-Silizium-Legierungen mit guter Korrosionsbeständigkeit und Oxidationsbeständigkeit. Verschiedene Aluminiumlegierung von Platten und Profilen werden für verschiedene beanspruchte Teile der Automobilkarosserie verwendet.

Rahmenteil: Der am stärksten beanspruchten Körperteil besteht aus 2xxx- oder 7xxx-Gruppen, das durch Wärmebehandlung verstärkt werden kann.

Außenverkleidungsteil: Das sekundär belastende Körperteil aus 5xxx- oder 6xxx-Gruppen.

Türteil: Es werden 5xxx- oder 6xxx-Gruppen verwendet.

Boden: Es werden 5xxx- oder 6xxx-Gruppen verwendet.

Gießen: Hochleistungs-Aluminiumgusslegierung, zur Verstärkung wärmebehandelbar

### 4.3.3 möglichen Anlagentechniken

#### **optische Ausrichtung**

Die optische Ausrichtung dient dazu, die Einstellung und Ausrichtung der Platinen abzuschließen, indem Bilder der Platinen aufgenommen und die Positionsabweichung ermittelt werden. Das optische Zentriersystem besteht hauptsächlich aus drei Teilen: dem Bildverarbeitungssystem, dem Förderer (Zentrierstation) und dem Zentrierroboter oder Manipulator. Unter diesen ist das Bildverarbeitungssystem das kritischste hauptsächlich: hochauflösende CCD-Kameras, Rahmen zum Zusammenbauen von Kameras und Hochgeschwindigkeitscomputer mit Monitoren.

Nach der Bildgebung berechnet das Zentriersystem die Abweichung zwischen der tatsächlichen Position der Platine und der theoretischen Position, um einen Einstellbetrag zu erhalten, und stellt die Platine dann durch verschiedene Methoden ein: Eine Methode ist durch den unteren Einstellmechanismus der Mittelstufe um die Drehung oder Bewegung der Platine abzuschließen. Eine andere Methode besteht darin, den Einstellbetrag an den nachfolgenden Zuführroboter oder Manipulator zurückzusenden, und die Position der Platine wird durch den Manipulator oder Manipulator eingestellt.

#### **End-of-Line-System**

End-of-Line-System besteht aus einem Prüfgerät oder einer Vorrichtung, entsprechende Sensorik und Steuerung, um die Eigenschaften generieren und Messwerte protokollieren zu können. Mit dem ein technischer Gegenstand auf seine Eigenschaften reproduzierbar geprüft werden kann.

Da es sich im letzten Schritt des Prozesses befindet, hat es eine große Bedeutung für die Produktqualitätskontrolle. Die nicht qualifizierte Bauteile werden nacharbeitet oder vernichtet und qualifizierte Bauteile werden zur weiteren Verarbeitung gelagert.

#### 4.3.4 Überwachungsmitteln

##### **Overall Equipment Effectiveness-Überwachung**

Overall Equipment Effectiveness (OEE) ist ein unabhängiges Messinstrument, mit dem das Verhältnis der tatsächlichen Produktionskapazität zur theoretischen Produktionskapazität ausgedrückt wird. Angesichts des zunehmend harten Wettbewerbs auf dem Markt müssen Hersteller die Produktionseffizienz der Produktionswerkstatt verbessern, wenn sie weiterhin hohe wirtschaftliche Vorteile erzielen möchten. Im Allgemeinen hat jede Produktionsanlage ihre eigene theoretische maximale Kapazität. Um diese Kapazität zu erreichen, muss sichergestellt werden, dass keine Störungen und Qualitätsverluste auftreten. Dies ist jedoch in der tatsächlichen Produktion schwierig. Um die Auslastung der Geräte zu bewerten, schlug die internationale Fertigungsindustrie das Konzept der Overall Equipment Effectiveness (OEE) vor.

Es besteht aus drei Schlüsselementen: Zeitauslastung (Availability), Geräteleistung (Performance) und Produktqualifizierungsrate (Quality). Der Zweck von OEE besteht darin, Ausfallzeiten zu reduzieren, Nacharbeiten zu reduzieren, Vorbereitungszeit zu verkürzen, Inspektionszeiten zu verkürzen und die Produktionsgeschwindigkeit zu erhöhen, um die maximale Leistung qualifizierter Produkte zu erzielen.

Es gibt 6 möglicher Ursachen für die OEE-Reduzierung: Qualitätsfehler, Maschinenausfall, Geschwindigkeitsverlust, Start und Stopp, Umschaltung und geringfügiger Stopp. Maschinenausfall bezieht sich auf die Zeit, in der das Gerät länger als 10 Minuten außer Betrieb ist, was unerwartet ist, seine ursprüngliche Funktion verliert oder Teile ersetzen muss. Start und Stopp versteht man unter die Zeit von der normalen Produktion bis zum vollständigen Anhalten der Maschine oder vom Start bis zur

Geschwindigkeit des normalen Betriebs. Das Umschalten ist definiert als das Ende der Produktion der vorherigen Produktionsorte zur Produktion der nächsten Produktionsorte und das Erreichen der normalen Betriebsgeschwindigkeit. Der kleine Kolben weist auf das unerwartete Bremsen des Geräts in weniger als 10 Minuten hin. Der Geschwindigkeitsverlust ist die Zeit, die die Hölle der Standardgeschwindigkeit während der Herstellung dieses Produkts benötigt. Qualität und Nacharbeit können als die Zeit verstanden werden, die die Maschine benötigt, um minderwertige Produkte herzustellen und minderwertige Produkte nachzubearbeiten.

### **Prozess-Überwachung**

Ziel ist es, die Prozesssicherheit zu verbessern, die Maschinenverfügbarkeit zu erhöhen und die Produktion und die Teilequalität zu verbessern. Außerdem wird die Rüstzeit reduziert.

Die Kamera und die Wärmebildkamera können den Status der Blindzufuhr, des Transports und des Teilauswurfs in Echtzeit anzeigen, während das System kontinuierlich Prozessdaten parallel aufzeichnet. Informationen stammen von zahlreichen Sensoren in Pressen, Formen, Öfen und Kühlgeräten. Das System schafft es, große Datenmengen zu aggregieren und zu synchronisieren.

Durch Wärmebild kann der Mitarbeiter klar prüfen, ob das Material auf eine ausreichende Temperatur erwärmt und abgekühlt wird. Es kann Fehler reduzieren, die durch thermische Faktoren während der Verarbeitung verursacht werden.

### **Intelligente Erkennung**

Der Anwendungswert der Technologie der künstlichen Intelligenz bei der Diagnose von Herstellungsprozessen ist groß, insbesondere bei der Qualitätsprüfung und Prozessoptimierung von Stanzteilen, die für den Menschen einen unübertroffenen Vorteil darstellt. Kurz gesagt, Technologien im Zusammenhang mit künstlicher Intelligenz können das menschliche Auge ersetzen, um Funktionen wie das Erkennen, Messen, Positionieren und Beurteilen von Stanzteilen zu erfüllen. Darüber hinaus verfügt

künstliche Intelligenz über die Fähigkeit "Lernen", die durch Probenakkumulation und Modelltraining genau vorhergesagt werden kann. Die Gefahr von Rissen bei Stanzteilen, um eine genaue Kontrolle und Optimierung der Qualität von Stanzprodukten zu erreichen.

Probleme, die während des Stanzvorgangs auftreten können:

- Die vorhandene Prüfmethode am Ende der Stanzproduktionslinie ist die manuelle Inspektion, die innerhalb einer begrenzten Zeit schnell mit Rissen, Kratzern, Gleitlinien, Unebenheiten und anderen Oberflächenfehlern behoben werden muss. Bei Stanzteilen sind die Inspektionsstandards nicht einheitlich, die Stabilität ist nicht hoch und die Qualitätsprüfdaten sind schwer effektiv zu quantifizieren und zu speichern, was der Erfassung von Unternehmensdatenressourcen, der Analyse von Qualitätsproblemen und der Rückverfolgbarkeit nicht förderlich ist.
- Beim Stanzen der Produktionsversuchsproduktion gibt es viele Faktoren, die die teilweise Rissbildung der Seitenwand während des Streckprozesses beeinflussen, wie z. B. Ausrüstungsparameter, Formstatus, Blechleistung usw. Die Methode zum Einstellen der Parameter und der wiederholten Versuchsproduktion weist einen gewissen Grad an Blindheit und Kosten auf. Großer und geringer Wirkungsgrad.

Mögliche Lösungen:

- Eine Big-Data-Plattform wird gestellt, um die Integration, Lagerung und einheitliche Kontrolle von Geräten, Formen, Materialien, Herstellungsprozessdaten und Qualitätsprüfungsdaten in der Stanzwerkstatt zu realisieren. Durch die auf Maschine Vision basierende intelligente Erkennungstechnologie werden die Vorhersage von Seitenwand-Stanzrissen und die intelligente Erkennung von Produktoberflächenfehlern realisiert.
- Ein intelligentes Vorhersagemodell wird gestellt, es basiert auf den Stanzprozess auf der Grundlage von Verarbeitungsparametern für Stanzgeräte, Blattparametern, Formleistungsparametern und Wartungsaufzeichnungen. Genaue Vorhersage des

Rissrisikos beim Stanzen von Teilen durch Probenansammlung sowie Modelltraining und -optimierung. 3. Bestimmen Sie schließlich die Korrelation zwischen den Einflussfaktoren des Herstellungsprozesses, formulieren Sie die Steuerungsstrategie der Parameterkombination des Produktionsprozesses und unterstützen Sie die Prozessoptimierung und Qualitätskontrolle des Stanzherstellungsprozesses.

Intelligente Erkennung bringt großen Wert in den Produktionsprozess.

- Durch die Vorhersage des Rissrisikos beim Stanzen von Teilen können die Entwurfseffizienz der Verarbeitungsparameter für Stanzteile für neue Unternehmensmodelle verbessert werden und die Anzahl der Versuchsproduktionen und die Versuchsproduktionskosten senken.
- Durch die schnelle und intelligente Erkennung von Oberflächenfehlern von Stanzteilen werden die Stabilität und Zuverlässigkeit der Produktionslinienerkennung verbessert und die Arbeitsintensität und die Arbeitskosten der Qualitätsprüfer verringert. Gleichzeitig werden Produktqualitätsprüfdaten effektiv gespeichert und bieten wichtige Datenunterstützung für die Qualitätsanalyse und Rückverfolgbarkeit.

## 5. Zusammenfassung

Die Arbeit beschäftigt sich mit einer Erstellung eines Konzeptes zur Lösung von Qualitätssicherungsaspekten in einem automatisierten Fertigungssystem mit integrierter Handhabungstechnik für Prägeprozesse

Der erste Teil ist der theoretische Teil. In diesem Teil erklärte ich das Konzept des flexiblen Fertigungssystems und des Qualitätsmanagements und gab die Klassifizierung des Prägeprozesses und einige grundlegende Informationen. Im zweiten Teil verwende ich drei Lösungen, um die Anwendungsbereiche und Wirkmethoden von Prägen in der Produktion klar darzustellen. Das Prägeprozesse ist in der Automobilindustrie weit verbreitet. Auf dieser Grundlage habe ich anhand der dritten Lösung eine eigene Lösung entwickelt, um sie kostengünstiger und effizienter zu gestalten.

## 6. Literaturverzeichnis

- [1] Tuffentsammer, K.: Die automatisierten Fertigungssysteme In: tz für Metallbearbeitung 79 (1985) Nr. 8
- [2] Technische Universität Berlin: Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine II - Vorlesung 9
- [3] Manfred Weck: Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme, 5. Auflage, Springer-Verlag GmbH
- [4] Rolf Kademann: Arbeitsblätter zur Lehrveranstaltung Fertigungssysteme, 2011
- [5] Tilo Pfeifer , Robert Schmitt : Fertigungsmesstechnik , Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 3. Auflage,
- [6] <https://de.wikipedia.org/wiki/Koordinatenmessger%C3%A4t>
- [7] A. Herbert&Fritz Günter Schulze: Fertigungstechnik, 11. Auflage, Springer-Verlag GmbH, Kap.5
- [8] DIN-Deutsches Institut für Normung e.V. (2003): Fertigungsverfahren Umformen, Teil 5: Eindrücken, 01.040.25;25.020;25.120.10
- [9] Heinz Tschätsch: Praxis der Umformtechnik, Springer-Verlag GmbH, Kap. 17
- [10] Heinz Tschätsch: Praxis der Umformtechnik, Springer-Verlag GmbH, Kap. 8
- [11] <https://www.schulergroup.com/>
- [12] <https://www.hbm.com/cn/3773/case-study-schuler/>
- [13] <https://borries.com/de/home.html>

## 7. Abbildungsverzeichnis

Bild 1: Komponenten eines flexiblen Fertigungssystems

Bild 2: Zusammenhang zwischen Produktivität und Flexibilität verschiedener Fertigungssysteme

Bild 3: Aufbau eines konventionellen kartesischen Portalkoordinatenmessgerätes

Bild 4: Einteilung der Fertigungsverfahren

Bild 5: Prägwerkzeuge und Rohlinge

Bild 6: Einprägen

Bild 7: Hohlprägen

Bild 8: a) Sicken zur Versteifung von Blechteilen, b) Hohlgeprägte Plakette

Bild 9: Hohlprägen von Schlüsselschildern (Prägwerkzeug nach AWF 5561)

Bild 10: Geschlossenes Massivprägwerkzeug mit Säulenführung

Bild 11: Platinen-Schneid-Linie aus SCHULER

Bild 12: Vorgang der Prägeprozess-Überwachung

Bild 13: Nockenschaltwerk

Bild 14: Zeichnung Werkstattgerät 317

Bild 15: EK2-Box und EG2-Box

Bild 16: mechanische servogetriebene Presse mit Bandzuführanlage

Bild 17: Modellübersicht Servopressen in Zugankerbauweise

Bild 18: Layout der Platinen-Schneid-Linie

Bild 19: Layout des Presswerkes

## 8. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufgaben eines FFS-Leitrechners

Tabelle 2: Formänderungswiderstand kwe Wert für das Prägeverfahren

Tabelle 3: Technische Daten von Werkstattgerät 317

Tabelle 4: Technische Daten von EK2-Box

Tabelle 5: Vergleichsprozess der Bewertungskriterien

Tabelle 6: Der Bewertungsprozess der Lösungsvarianten

Tabelle 7: technischen Daten von Platinen-Schneid-Anlagen LBL-2.21

Tabelle 8: Klassifizierung und einige Eigenschaften der Aluminiumlegierung

## Selbstständigkeitserklärung zur Bachelorarbeit

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

07.09.2020 , Merseburg

Yufei Yang