
BACHELORARBEIT

Herr
Egor Levanovich

**Analyse und Verbesserungs-
konzeption der Fertigung von
Gestellen hydraulischer Pres-
sen in C-Bauform**

2021

BACHELORARBEIT

Analyse und Verbesserungskonzeption der Fertigung von Gestellen hydraulischer Pressen in C-Bauform

Autor:

Herr Egor Levanovich

Studiengang:

Maschinenbau

Seminargruppe:

MB16wF-B

Erstprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Leif Goldhahn

Zweitprüfer:

M. Eng. Daniel Scharf

BACHELOR THESIS

Analysis and optimization of the production of frames of hydraulic presses in C-type

author:

Mr. Egor Levanovich

course of studies:

Mechanical engineering

seminar group:

MB16wF-B

first examiner:

Prof. Dr. -Eng. Leif Goldhahn

second examiner:

M. Eng. Daniel Scharf

Bibliografische Angaben

Nachname, Vorname: Levanovich Egor

Thema der Bachelorarbeit: Analyse und Verbesserungskonzeption der Fertigung von Gestellen hydraulischer Pressen in C-Bauform.

65 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,
Fakultät Ingenieurwesen, Bachelorarbeit, 2021

Abstrakt

Im Sinne dieser Bachelorarbeit wird eine Fertigung von Gestellen hydraulischer Pressen „PYE25“ in C-Bauform mit maximaler Arbeitskraft 250kN untersucht. Wird eine detaillierte Analyse einer Produktionslinie, Arbeitsknoten, Arbeitsstellen, eines Hallenlayouts gemacht, mit denen der Betrieb das Gestell herstellt. Außerdem wird besondere Aufmerksamkeit den wirtschaftlichen Komponenten der Arbeitsprozesse gewidmet. Basierend auf Analysedaten und Produktion werden perspektivische Optimierungsvariante für Fertigungsprozess ausgewählt, die den Prozess von Entwicklung der Gestelle am effektivsten umwandeln kann. Die innenbetriebliche Logistik, der Materialtransport zwischen den Hallen und die Lagerorganisation in der Nähe von Arbeitsstationen sind ebenfalls wichtige Optimierungsziele. Das wirkt sich auf die Endkosten aller Produkte aus, die im Betrieb produziert werden, und erhöht somit den potenziellen Gewinn. Am Ende der Kapitel, die die Produktion und Modernisierung beschreiben, werden die Kosten vor und nach der Modernisierung des C-Gestells berechnet. Nach der Auswahl einer optimalen Produktionsoptimierungsstrategie wird der Autor die Kosten für die Implementierung der Modernisierung berechnen. Das letzte Kapitel wird die Ergebnisse der gesamten Bachelorarbeit zusammenfassen, die Wirksamkeit der eingeführten Änderungen bezüglich sowohl des C-Gestells als auch des ganzen Betriebs als Ganzes analysieren. Amortisation der Neuerungen wird auch betroffen.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	IV-VI
Formelverzeichnis.....	VI-XII
Abbildungsverzeichnis	VIII-IVIII
Tabellenverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Aufgabenstellung	1
1.3 Lösungsweg	2
2 Grundlagen	3
2.1 Bauformen Pressen	3
2.2 Bauweise.....	5
2.3 Auffederung.....	6
2.4 Arbeitsplan	7
2.5 Arbeitsplanerstellung	8
2.6 Arbeitssystem.....	9
2.7 Vorgehensweise zur Erstellung von Arbeitssystem	10
3 Vorstellung hydraulische Presse PYE 25	12
3.1 Einführung	12
3.2 Relevanz.....	14
3.3 Geschichte der Entwicklung	16
3.4 Verwendung der Presse	18
3.5 C-Gestell	20
4 Analyse der Fertigung	23
4.1 Herstellprozessen der C-Gestelle	23
4.1.1 Beschreibung des Arbeitsvorgangs	27
4.1.2 Layout.....	40
4.2 Berechnung der Herstellkosten der C-Gestelle	43

4.2.1	Analyse der Kosten von Arbeitsvorgängen und Gemeinkosten.....	43
4.2.2	Auswertung.....	44
5	Verbesserungskonzeption der Fertigung von Gestellen hydraulischer Pressen	49
5.1	Analyse und Kriterienauswahl der Verbesserung.....	49
5.2	Varianten Darstellung und grobe Konzeption	54
5.3	Feindarstellung.....	56
5.4	Auswahl der Vorzugsvariante	63
5.5	Berechnung der Einsparungen für die Fertigung des C-Gestells	66
6	Fazit	69
6.1	Einführung	69
6.2	Ergebnisse der Modernisierung.....	69
7	Schlussbetrachtungen	72
	Literaturverzeichnis	XIVV-XV
	Anlagen	XVII
	Eigenständigkeitserklärung	XIXIII

Abkürzungsverzeichnis

WZ	Werkzeug
WZM	Werkzeugmaschine
BAZ	Bearbeitungszentrum
CNC	Computer Numerical Control
BG	Baugruppe
F	Future
L	Light
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
KB	Konstrukteur Büro
EN	Europäische Norm
1K	Eins Komponenten Lösung
2K	Zwei Komponenten Lösung
KSS	Kühlschmierstoff
Mg	Magnesium
NBR	Nitril- Butyl- Rubber
L	Länge
B	Breite
S	Stärke
D	Diameter
O	Fläche
St37	Stahlsorte
DC05	Stahlsorte
NC	Numerical Control
Mig	Metall Inertgas Schweißen
Mag	Metall Aktivgas Schweißen
Wig	Wolfram Inertgas Schweißen
UF	UniForce
FBZ	Fräsbearbeitungszentrum
OF	Oberfläche

Formelverzeichnis

Formelzeichen	Einheit	Größe
K_{KF}	€	Fremdkosten
K_I	€	Lieferungskosten
K_{MG}	€	Materialgemeinkosten
K_M	€	Materialkosten
K_{ME}	€	Fertigungsmaterialkosten
K_{Fe}	€	Fertigungskosten
K_H	€	Herstellkosten
K_{RI}	€	Instandhaltungskosten
K_R	€	Raumkosten
K_{St}	€	Energiekosten
K_{Be}	€	Betriebliche Kosten
K_{pk}	€	Personalkosten
K_{KG}	€	Gemeinkosten
K_{BS}	€	Betriebsstoffe
K_{AA}	€	Kalkulatorische Abschreibung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bauformen Pressen.....	3
Abbildung 2: Zuganker	6
Abbildung 3: Auffederung.....	7
Abbildung 4: PYE 25	13
Abbildung 5: Herstellung von Metallbearbeitungsmaschinen im 2015-2019 ...	15
Abbildung 6: Arbeitsprinzip einer hydraulischen Presse	19
Abbildung 7: Funktionsschaltplan.....	19
Abbildung 8: 3D - Modell von C-Gestell	21
Abbildung 9: Arbeitsfolge	26
Abbildung 10: Schematische Darstellung der Ring- / Schlitz- Hochleistungsschneiddüse	30
Abbildung 11: Schematische Darstellung von MiG/Mag	33
Abbildung 12: Strahlkabine	34
Abbildung 13: Temperaturablauf beim Spannungsarmglühen	35
Abbildung 14: Schema der differenzierten Zuschlagskalkulation mit Maschinen- stundenkostensatz	44
Abbildung 15: Kostenanalyse.....	49
Abbildung 16: Bearbeitungszeit.....	51
Abbildung 17: Turmlager ohne Schwenkkran.....	56
Abbildung 18: Turmlager mit dem mechanischen Antrieb.....	57
Abbildung 19: Turmlager mit Schwenkkran	68
Abbildung 20: OHC Sensor	59
Abbildung 21: Triple Torch Unit D/AFL.....	60
Abbildung 22: Triple Torch Unit D/KS	60
Abbildung 23: Drehkopf für MS832	61
Abbildung 24: Marathon 3008A.....	62
Abbildung 25: Soll-Layout der Halle 5	65

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Eigenschaften von geschweißte Konstruktion	5
Tabelle 2: Stückliste	22
Tabelle 3: Stahl S235 JR.....	28
Tabelle 4: Materialkosten	45
Tabelle 5: Werkstückkosten	45
Tabelle 6: Glühen	46
Tabelle 7: Arbeitsplan.....	47
Tabelle 8: Schneiddüsenvergleich.....	66
Tabelle 9: Gasverbrauch	67

1 Einführung

1.1 Problemstellung

Das Unternehmen Zeulenroda Presstechnik GmbH produziert seit Jahrzehnten mechanische und hydraulische Pressen. Es erlebte mehrmals Momente von Höhen und Tiefen. Von Jahr zu Jahr wurden die Konstruktionsmerkmale der Pressen, ihre innere Ausstattung verbessert. Auch die technische Ausrüstung, mit der die Presse hergestellt wird, wurde modernisiert. Auf der Basis eines Ständers der Presse PYE 25 wird der Herstellungsprozess von C-Gestell analysiert. Es wird ein Arbeitssystem des Betriebs demonstriert und die Analyse der wichtigsten Schritte von Arbeitsprozessen erzeugt. Das Endziel dieser Etappe wird eine Neuschaffung der Arbeitspläne von C-Gestell, sowie die Berechnung ihrer Selbstkosten sein.

Basierend auf der Analyse aus dem vorherigen Kapitel (Kap. 4), sowie einen Arbeitsplan des Ständers und Arbeitssystem des Unternehmens, werden ineffiziente oder unkorrekte funktionierende Produktionsschritte identifiziert. Im letzten Kapitel (Kap. 5) sollte ein detaillierter Plan zur Optimierung der Fertigung des C-Gestells vorgelegt werden. Er wird sich auf das Arbeitssystem der Anlage und seine finanziellen Ressourcen verlassen.

1.2 Aufgabenstellung

Die Hauptaufgaben der Bachelorarbeit sind eine Kostenreduzierung des C-Gestells. Dieses Ziel wird erreicht, indem die Arbeitskosten der einzelnen Arbeitsschritte reduziert werden. Dies kann durch eine Verringerung der Produktionszeit erreicht werden, ohne Erhöhung des Maschinenstundenkostensatzes oder durch die Verringerung der Rüstzeit der einzelnen Anlagen.

Es ist auch wichtig, das Logistiksystem des Betriebs oder einzelner Hallen zu optimieren. Verringerung der Anzahl der Arbeitszonen oder der Einbau zusätzli-

cher Kräne kann bei der Lösung dieses Problems helfen. Möglicherweise muss man die Lage einigen Lagern oder Sammelplätze, deren Fläche zur Gesamtfläche des Betriebs relativ groß ist, ändern. Es ist wichtig zu verstehen, dass alle Änderungen dem aktuellen Zustand des Betriebs nicht schaden sollten. Dies ist auch ein wichtiger Optimierungsfaktor.

1.3 Lösungsweg

Die vorrangige Aufgabe dieser Arbeit ist die klare Durchführung der Analyse von Produktion des Ständers. Dies wird als die Grundlage für die Entwicklung eines weiteren Optimierungsplans dient. Danach muss man Optimierungsziele identifizieren und die wichtigsten Kriterien auswählen. Nach der Zielstellung und der Festlegung ihrer Grenzen wird ein «grober» Optimierungsplan vorgelegt. Der Plan wird mehrere Varianten der Umsetzung enthalten. Die endgültige Version der Umsetzung wird auf der Grundlage der primären Bedürfnisse des Unternehmens ausgewählt werden. Nach einer Definition von Vorzugsvariante (Kap. 5.4) wird es detailliert und ausgearbeitet. Am Ende sollte ein klarer und verständlicher Plan für die Optimierung der Fertigung des Ständers vorgelegt werden.

2 Grundlagen mit C-Gestelle

2.1 Bauformen Pressen

In der Welt wurde eine Vielzahl von Pressen in verschiedenen Formen und Größen geschaffen, von kleinen Pressen mit einem Gewicht von nur 1 Tonne bis zu riesigen Anlagen. Dennoch kann jede Presse durch Struktur definiert werden. Der Bauform lassen sich bei den Gestellen weggebundener Pressen nach zwei Grundtypen unterscheiden:

- C-Gestell
- O-Gestell

Im Gegenzug werden jeweils die Grundtypen auf Einständer- und Doppelständerbauart, Zweiständer- und Säulenbauart aufgeteilt.

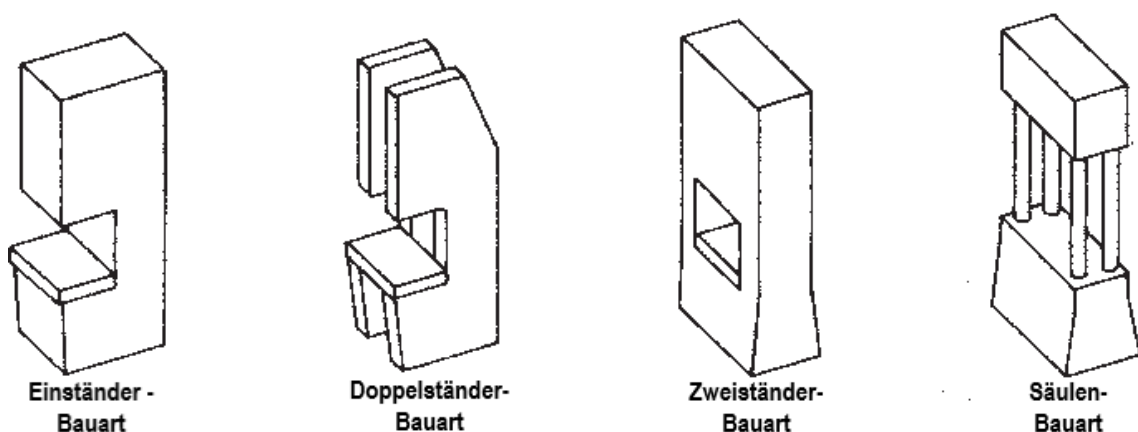


Abbildung 1: Bauformen Pressen /DUBBEL, Taschenbuch für Maschinenbau, Beate Bender, Dietmar Göhlich, 2021/

Jeder Bauart ist auf bestimmte Aufgaben zugeschnitten. Die Presse mit dem C-Gestell ist durch weniger bewegliche Teile leichter zu bedienen, gleichzeitig sind diese Pressen anfälliger für Auffederung. C-Gestell werden gewöhnlich bei der Herstellung von kleinen Pressen verwendet. Doppelständerbauart bietet eine erhöhte Steifigkeit, was sich positiv auf die Qualität der gefertigten Teile auswirkt. Auch Doppelständer sind weniger anfällig für Auffederung.

Vorteile

- Kostengünstig
- einfacher Aufbau
- Verwendung bei Pressen kleiner bis mittlerer Baugröße
- gute Zugänglichkeit zum Arbeitsraum

Nachteile

- asymmetrische Auffederung (Abb. 3)
- nur bis zu mittelhohen Kräften einsetzbar (bis 400t)

O-Gestell wird bei der Herstellung von großen Pressen, Fördersystemen, Transferpressen verwendet. Aufgrund der Konstruktionsmerkmale sind diese Pressetypen weniger anfällig für Auffederung (Kap. 2.3). Die Arbeitsgenauigkeit ist durch die gleichmäßige Einwirkung auf das Material zu jedem Zeitpunkt höher. Säulengestelle sind in der Regel mehrteilig ausgeführt und über Zuganker vorgespannt. Diese Zuganker verhindern das Auftreten von Lücken zwischen den einzelnen Bauteilen, infolge der Zugbelastung des Gestells während des Umformvorgangs.

Vorteile

- symmetrische Auffederung
- für alle Kraftbereiche einsetzbar
- höhere Genauigkeit
- gleichmäßige Belastung

Nachteile

- aufwändige Herstellung
- schlechte Zugäng zum Arbeitsraum
- Hohe Wartungskosten
- In Anlehnung an /M.Liewald, S.Wagner, Dubbel Taschenbuch für den Maschinenbau 2, Band 2, 2020, S.1131/

2.2 Bauweise

Bis heute kann das Gestell auf zwei Arten hergestellt werden: Geschweißte Konstruktion und Gießen. Die Gussmethode zum Herstellen von Pressen ist die älteste Variante. Mit Hilfe des Gießens ist es möglich, der Ständer in großen Serien zu produzieren. Aber die Zeiten der Massenproduktion von Werkzeugmaschinen sind vorbei. Jetzt konzentrieren sich die Hersteller auf Ressourcenökonomie und Umweltfreundlichkeit der Fertigung. Der Hauptvorteil des geschweißten Ständers ist, dass er weniger Material verbraucht, während die Qualität eines solchen Ständers dem gegossenen Gestell nicht unterlegen ist. Die geschweißte Struktur kann leicht geändert und verfeinert werden, zur gleichen Zeit für Fertigstellung den Gussständer erfordert einen Austausch der Gussform, die sehr, sehr teuer ist. Es erlaubt der gegenüber Grauguß höhere Elastizitätsmodul von Stahl, geschweißte Stahlgestelle bei gleicher Steifigkeit leichter zu bauen. Man nimmt dabei die geringere Schwingungsdämpfung von Stahl gegenüber Grauguß in Kauf.

- In Anlehnung an /E.Uhlmann, VL 5 Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine I, 2009, S.23/

	Vorteile	Nachteile
Stahl, geschweißte Konstruktion	<ul style="list-style-type: none"> - ↑Steifigkeit - ↑Festigkeit - Schnell verfügbar - Konstruktion kann einfach geändert sein 	<ul style="list-style-type: none"> - Eingeschränkte Gestaltung - ↓Dämpfung - Schweißverzug - ↓Dauerbruchbeständigkeit

Tabelle 1: Eigenschaften von geschweißte Konstruktion

2.3 Auffederung

Auffederung - Verformung des C-Gestells unter der Last während der Arbeit. Unterteilt in symmetrische und asymmetrische Verformung. Bei der Arbeit wird C-Gestell einer asymmetrischen Verformung unterzogen (Abb.3) und O-Gestell symmetrisch. Die Wirkung der Auffederung kann mit dem Zuganker reduziert werden, der auf der Vorderseite des C-Gestell montiert ist.

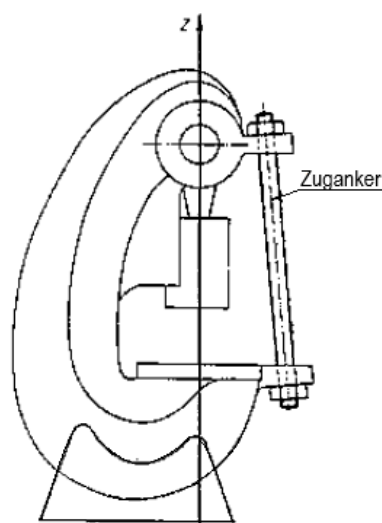
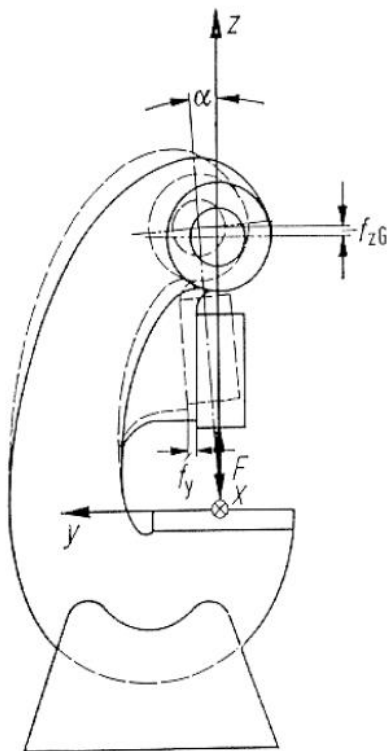


Abbildung 2: Zuganker /Umformende Werkzeugmaschinen, 2008/

Das Gestell der hydraulischen Presse ist der Rahmen und die tragende Kraftkonstruktion von gesamten Maschine. In der Tat ist es ein Skelett, das gesicherten dynamischen wiederholten Belastungsschwingungen widerstehen muss. Das Hauptkriterium für die Bewertung der Arbeitsfähigkeit des Gestells ist seine Steifigkeit. Die Grundberechnungen der Gestelle beziehen sich auf die Bewertung von Verformungen, wenn Arbeitsbelastungen darauf wirken.



- F = Wirksame Pressenkraft
- f_{zG} = elastische Formänderung des Gestells in z-Richtung
- f_y = elastische Formänderung der Unterkante der Stoßführung, quer zur Bewegungsrichtung des Stoßbels (y-Richtung)
- α = Winkel zwischen der Stoßellängsachse und der Mittelsenkrechten auf dem Tisch

Abbildung 3: Auffederung /Umformende Werkzeugmaschinen, 2008/

- In Anlehnung an /Wirtsch, Groche, Produktionstechnik und Umformmaschinen, 2008, S.38/

2.4 Arbeitsplan

Arbeitsplan beschreibt alle Phasen und wichtige Merkmale der Produktion, mit denen eine Herstellung durchgeführt wird. Es umfasst Benennungen des Arbeitsvorgangs die in einer bestimmten Reihenfolge steht, das Material, die Arbeitszeit (Rüstzeit, Istzeit, Vorbereitungszeit etc.), Zeichnungsnummer im Unternehmenssystem, Arbeitskosten, Zeichnung, Bedienungsprogramme für Maschinen mit NC- oder CNC-Steuerung. Auf der Basis von Arbeitsplan werden die gesamte Fertigungszeit, den Selbstkosten des Produkts, die beteiligten Ressourcen (Zeit, Energie, Maschinen u.s.w.) bestimmt.

Arbeitsplan ist in mehrere Teile unterteilt:

- Kopfteil
- Materialteil
- Arbeitsvorgangteil

Mit Hilfe von Arbeitsplan kann man einen Fertigungsprozess überwachen. Diese Methode ermöglicht punktuell und effektiv ein Produkt zu analysieren und trägt auch zur effektiven Optimierung bei. Je nach den Besonderheiten der Produktion kann Arbeitsplan mehrere Varianten der Realisierung enthalten, was die Effektivität der Arbeit erhöht.

2.5 Arbeitsplanerstellung

Es gibt mehrere Grundprinzipien für die Erstellung eines Arbeitsplans. Je nach Produkt, Seriengröße und Komplexität der Erstellung werden 4 Arten der Planerstellung unterteilt:

„1. **Neuer Plan.** Erstellen und Entwickeln von Arbeitsplan von Anfang an. Wird bei der Entwicklung eines neuen Produkts verwendet. Er beinhaltet Berechnung der Arbeitszeit, Auswahl des Materials, Bearbeitungsmethoden und Arbeitsbewertung.

2. **Anpassungsplanung.** Es wird auf der Basis von Arbeitsplan ein ähnliches Werkstück entwickelt. Es wird leicht geändert und entsprechend den aktuellen Zielen verfeinert.

3. **Variantenplanung.** Einige Schritte des bereits bestehenden Arbeitsplans werden von mehreren Varianten vorgestellt. Abhängig vom Zweck des Unternehmens (Reduzierung der Kosten, Produktionszeit verringern, vergrößern der Produktivität, Verwendung von alternativen Materialien) wird eine bestimmte Version des Plans ausgewählt und genehmigt.

4. **Wiederholungsplanung.** Verwendet man einen bereits vorhandenen Arbeitsplan ohne Änderungen.“ - /Goldhahn. Arbeitsplanung als Teil des Produktionsprozesses. 2019. S.5/

2.6 Arbeitssystem

„**Arbeitssystem** - eine Sammlung von Regeln und Definitionen, die für die Ausführung von Arbeitsaufgaben an Arbeitsplätzen mit einem Arbeitsplan verwendet werden. Die Elemente von Arbeitssystemen sind:

- **Arbeitsaufgabe** – Zur Erfüllung der Hauptziele durch bestimmte Operationen.
- **Arbeitsmittel** – Mittel zur Erreichung der gestellten. Werkzeuge solche wie Maschinen, Anlagen, Hard- und Software, Geräte, Möbel, Betriebsstoffe, KSS, Fahrzeuge u.s.w.
- **Personal** – Mitarbeiter einer bestimmten Qualifikation, die mit Hilfe des Arbeitsmittels die gesteckte Aufgabe erledigen.
- **Arbeitsgegenstand** – Subjekt, mit dem eine Wirkung auftritt oder das Objekt, das für den gewissen Nutzen verarbeitet wird
- **Arbeitsablauf** – die zeitliche und räumliche Zusammenwirkung von aller Elemente (Mitarbeiter, Arbeitsmittel, Informationen, Arbeitsgegenstand) in einem Arbeitssystem.
- **Eingabe** – Informationen, Material und Energie, die im Erstellungsprozess verwendet werden. Gesamtmenge der Ressourcen, die für die Lebenstätigkeit des Arbeitssystems notwendig sind.
- **Arbeitsergebnisse** – ist Systemprodukte, die während des Arbeitsprozesses entstehen. Waren, Werkstücke, Abfall, Emission, Information.,, – /Prof. Appel. Planungsmethoden und –instrumente der Auftragsabwicklung, 2012, S.37/

2.7 Vorgehensweise zur Erstellung von Arbeitssystem

Erstellung von Arbeitssystem hat die erste Priorität. Es wirkt sich direkt auf das Funktionieren des gesamten Unternehmens in der Zukunft. Es hängt von der Ausführung aller Aufträge ab. Das richtig geschaffene Arbeitssystem kann nicht nur die Ressourcen des Unternehmens sparen, sondern auch die Effektivität der Arbeit in jedem Schritte erhöhen. Um ein Arbeitssystem zu erstellen, muss man folgenden Regeln erfüllen:

- **Analyse der ursprünglichen Situation.** Um den Arbeitsvektor zu bestimmen, muss man zuerst die Schwerpunkte des Arbeitssystems analysieren und bestimmen, auf die er achten sollten. Möglicherweise ist in Zukunft eine Optimierung dieser Schwerpunkte erforderlich. Die Hauptaufgabe dieser Etappe ist der Analyseergebnisse darstellen.
- **Aufgabesetzung und Zielbestimmung.** Die Ressourcen jedes Unternehmens werden immer begrenzt sein. Die Optimierung des gesamten Systems ist ein unerlaubter Luxus, also lohnt es sich, die wichtigsten Ziele auszuwählen und sie zu konkretisieren.
- **Arbeitssystem grob darstellen.** Als nächstes ist es notwendig, ein Konzept von Arbeitssystem zu entwickeln. Die Erstellung des Konzepts beinhaltet Grenze der Aufgaben sowie jeder Komponente als Ganzes zu definieren. In dieser Phase sind: Entwicklung von Arbeitsablauf und Arbeitssystem, Personalbedarf planen, Belastung bestimmen, Entwicklung von sekundären Varianten und der Betriebsart
- **Detailisierung.** Eine Durcharbeitung des Konzepts ist die nächste Stufe. Suche und Bestimmung des Betriebsmittels und des für die Arbeit

notwendigen Personals. Auch die Durcharbeitung von Varianten für die Umsetzung der Arbeitspläne ist ein wichtiges Ziel dieses Schrittes.

- **Implementierung des Arbeitssystems.** Kauf oder Herstellung der notwendigen Werkzeuge, Maschinen, Anlagen, Mitarbeiter einstellen, Vermietung oder Bau von Arbeitsräumen, Einführung von Arbeitssystem und einen Probelauf, Analyse der realen Belastungen des Unternehmens, Sammlung von Informationen und Vergleich der theoretischen und praktischen Ergebnisse.
 - **Anwendung von Arbeitssystemen.** Der letzte Schritt ist eine Zustimmung der technischen Unterlagen, die während des Arbeitsprozesses verwendet wird, sowie eine Umsetzung der Kontrolle der erzielten Ergebnisse.
- In Anlehnung an /Harzem, Planungssystematik, 2014, S.7/

3 Hydraulische Presse PYE 25

3.1 Einführung

Seit den letzten 70 Jahren wurden Pressen PYE die Populärste in den postsowjetischen Ländern und in Ostdeutschland. Die Ingenieure des Unternehmens „WEMA“ gingen mit der Zeit, indem sie ständig die Konstruktion des Gestells hydraulischer Pressen, die Ausrüstung optimierten, die Maschinenteuerung verbesserten und immer leistungsfähigere Computer hinzufügten, die die Arbeit des Maschinenbedieners erleichtern konnten. Auch wurden viele kundenspezifische Wünsche von den Kunden dieser Maschine realisiert. Jede moderne Presse PYE25 ist einzigartig. Größen, eine Konstruktion, Steuerung: Das alles kann geändert werden. Es ist logisch anzunehmen, dass sich die Funktionalität und der Herstellpreis der Maschine von diesen Änderungen beeinflusst wurden.

Als Basis für diese Bachelorarbeit wurde die hydraulische Presse PYE 25 ohne spezifische Steuerung genommen, die für die „SAF-Holland GmbH“ im Jahr 2020 hergestellt wurde. Ehrlich gesagt, Steuerungsart der Presse hat keinen Einfluss auf den Prozess der Herstellung des C-Gestells. Deshalb wählte der Autor die neueste Presse. Außerdem war der Grund die schnelle Veränderung der Kosten für Materialien auf dem Markt.



Abbildung 4: PYE 25 /Zeulenroda Presstechnik, 2018/

Bis zum Juni 2021 bietet „Zeulenroda Presstechnik GmbH“ 3 Steuerungsarten an: F, L und manuelle Steuerung (ohne Abkürzung).

- F (Future) – CNC Steuerung mit 12 Zoll Display. Enthält das neueste Ultraschall-Wegmess-System, welche stufenlos alle Wegparameter für die Hubeinstellung des Stoßels realisieren konnten. F-type umfasst eine große Anzahl von Funktionen wie:
WZ-Datenverwaltung, aktueller Betriebsart, Fehlerdiagnose, aktueller Position des Stoßels, Pressgeschwindigkeiten und Positionsnocken, Zählerstand des Hubzählers, Funktionen der Weg-Druckparameter, Benutzerverwaltung.

- L (Light) – Vereinfachte CNC-Steuerung mit 7-Zoll-Display und weniger Funktionen wie:
 - aktueller Betriebsart, Fehlerdiagnose, Zählerstand des Hubzählers.
- Ohne Abkürzung – manuelle Steuerung ohne CNC.



- Pressentyp: **PYE** – Hydraulische Einständerpresse
- Nennpress-Tonnage: **25** – 250 kN Nennpresskraft
- Steuerungsart: Ohne Abkürzung

- In Anlehnung an /Zeulenroda-Presstechnik GmbH, 2021/

3.2 Relevanz

Das Bevölkerungswachstum der Erde wächst stetig. Mit dem Bevölkerungswachstum wächst auch die Menge der verbrauchten Ressourcen, die benötigt werden, um ein günstiges Leben zu gewährleisten. Die einzige Möglichkeit, Menschbedürfnisse sowie die sich schnell entwickelnden Technologien zu erfüllen, ist eine effiziente Produktion. Die wichtigste "Arbeitskraft" der Fabrik, die Waren herstellt oder Material verarbeitet, sind WZ-Maschinen. Abhängig vom Zweck, der erforderlichen Leistung oder der endgültigen Warequalität wählen die Hersteller mechanische, hydraulische oder pneumatische Pressen. Unverändert bleibt eine – die Presse. Die technische Ausrüstung der Presse oder das Material, aus dem sie hergestellt wird, kann sich ändern, aber in den nächsten 50 Jahren wird die Menschheit diese hocheffizienten Maschinen wahrscheinlich nicht aufgeben.

«Das Hauptziel im Wettbewerb auf dem Weltmarkt der Waren von verarbeitenden Industrie ist es, die Produktivität zu erhöhen. Eine Möglichkeit, die Produktivität zu erhöhen, besteht darin, mehr qualifiziertes Personal einzusetzen. Eine

weitere Möglichkeit, die Produktivität zu steigern, ist die Verwendung von effizienteren Maschinen, wie z. B. Pressen». /gardnerweb.com, 2018/ - das bedeutet, dass die Hersteller in Zukunft die Maschinen verbessern, aber nicht aufgeben. Alternativen zu Pressen gibt es in vielen Produktionsbereichen nicht.

„Laut der von Businessstat im Jahr 2020 erstellten „globalen Marktanalyse für Werkzeugmaschinen“ betrug die Produktion in 2019 weltweit 34,5 Millionen Pressen, was den Wert von 2015 um 10,3% übertraf. Jährlich stieg die Zahl gegenüber den Vorjahren, der größte Zuwachs kam auf 2017 und betrug 3,0%.

Im Jahr 2020 wird aufgrund der Unterbrechung mehrerer Produktionen wegen der Coronavirus-Pandemie sowie des allgemeinen Scheiterns in einer Weltwirtschaft und im Handel erwartet, dass die weltweite Produktion von Werkzeugmaschinen um 15,9% zum Vorjahr zurückgeht. In den folgenden Jahren wird die Maschinenproduktion nach einer Erholung der Wirtschaftstätigkeit wachsen und im Jahr 2024 das Vorkrisenniveau erreichen“ - /rbc.ru, 2020/. Natürlich machen globale wirtschaftliche und globale Katastrophen wie die Coronavirus-Pandemie ihre Anpassungen. Doch die grundlegenden Dinge, zu denen auch der Produktionsprozess mit Werkzeugmaschinen gehören kann, bleiben unverändert.

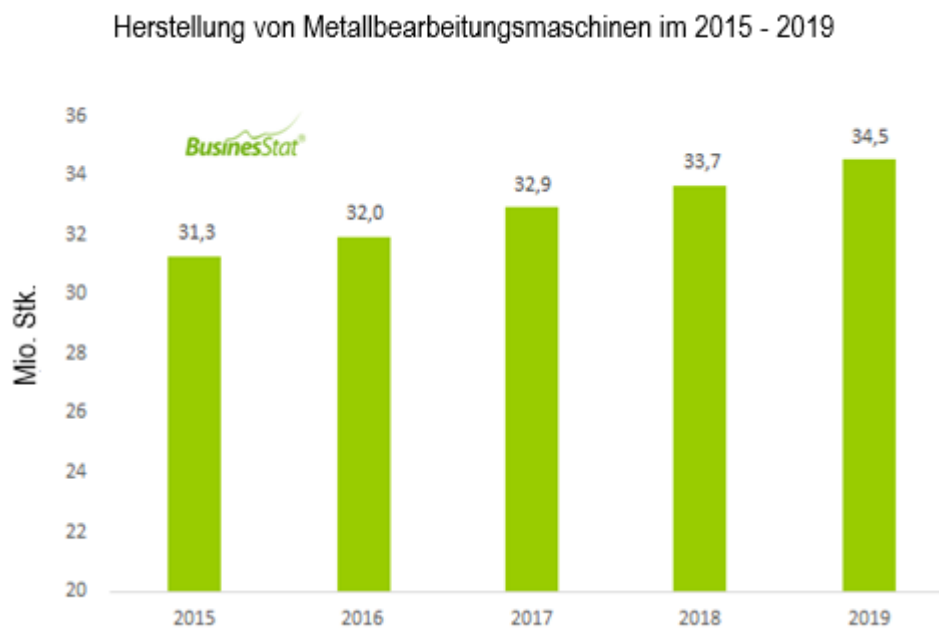


Abbildung 5: Herstellung von Metallbearbeitungsmaschinen im 2015-2019 /rbc.ru, 2020/

Hersteller versuchen immer, ihre Produktion zu optimieren. Sie streben danach, Größe der Maschine zu reduzieren, ohne die Produktivität zu verlieren. Eine wichtige Rolle spielt auch die Wartungskosten der Maschine. Mit kleinen Werkzeugmaschinen wie z.B. PYE 25 kann man kompakte Produktionslinien auf einem kleinen Gelände organisieren.

Außerdem gibt es Produktionsbereiche, in denen eine hydraulische Presse unersetzlich ist. Dies ist die Automobilindustrie, Flugzeugbau, Verpackung, Stanzen. Kleine Hydraulikpressen erschaffen besonders Nachfrage im Bereich des Müll-Recycling. Zum Beispiel, um gesammelten Müll weg von einem Recyclingbetrieb zu packen, ist eine hydraulische Presse erforderlich. Seine Größen, Preis und Wartungskosten sollten so niedrig wie möglich sein. Dies wird es ermöglichen, mehr Müllsammelstationen zu bauen, was den Kampf gegen die Umweltverschmutzung zweifellos beschleunigen wird. Die Relevanz von kompakten Hydraulikpressen in der heutigen Welt ist schwer zu überschätzen.

3.3 Geschichte der Entwicklung

1868 wurde in der Lampenfabrik von Carl Traugott Kneusel der Grundstein für den Bau von Blechbearbeitungsmaschinen im thüringischen Zeulenroda gelegt.

1919 eröffnete mit der Firma Adolf Lang ein weiteres Unternehmen im Bereich Maschinenbau in Zeulenroda. Das war das Unternehmen, das die Pressmaschinen bis heute herstellt. Aber sein eigener weltbekannter Name **VEB Werkzeugmaschinenfabrik Zeulenroda**, kurz WEM, hat das Unternehmen erst am 01. Januar **1955** erhalten. Bis **1989** war die VEB WEMA ZEULENRODA einer der bedeutendsten Maschinenbaubetriebe in der damaligen DDR, die unter dem Markennamen WMW weltweit Pressen und Umformmaschinen verkaufte. Ab **1990** wurde mit RASTER, AGEOH und Walter-Pressen privatisiert und

vereinigt um das neue Unternehmen Raster-Zeulenroda Werkzeugmaschinen GmbH zu gründen. Im Januar **2016** erfolgte nach einem Jahr Insolvenz die Neufirmierung unter Zeulenroda Presstechnik GmbH mit dem Investor Profiroll Technologies GmbH aus Bad Dübau. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt besteht Zeulenroda Presstechnik im Konzern der AUTANIA Group.

Die Entwicklung der PYE-Serie von hydraulischen Pressen fing bereits in den 1950er Jahren an. Damals in der Nachkriegszeit vor der UdSSR gab es einen akuten Mangel an Produktionskapazitäten und Infrastruktur, um das Land wieder aufzubauen. Auch die zivile Industrie musste neu gegründet werden. Die wichtigsten Anforderungen an die Maschinen und Pressen waren einfache Wartung und Bedienung, kurze Produktionszeiten, ausreichende Produktivität und Zuverlässigkeit.

Über die ganzen Jahre haben mehr als 50 Ingenieure der KB «VEB WEMA ZEULENRODA» an diesem Projekt gearbeitet. Einige Jahre später, 1952, werden experimentelle Proben aufgebaut: PYE10 und PYE25. Breite Anwendungsbereich, kleine Gesamtabmessungen und volle Übereinstimmung der angegebenen Anforderungen machten die hydraulischen Pressen dieser Linie gefragt. Deshalb hat sich die Unternehmensführung um eine Modernisierung des Betriebs für Massen- und Serienfertigung der Pressen gekümmert. Nach einiger Zeit wurden im Werk die Förderlinien der Montage von kleinen Pressen PYE aufgestellt. Direkt zum Betrieb wurden Eisenbahn für die ständige Versorgung mit den Materialien und die Lieferung der fertigen Maschinen an die Kunden zugeführt. Dank des Förderbands konnten täglich bis zu 18 kleinen Pressen produziert werden. Bis zum heutigen Tage ist es möglich, mit eigenen Augen den Rest des Förderbandes in der Halle von Unternehmen zu sehen.

- In Anlehnung an [/www.zeulenroda-presstechnik.de/unternehmen/wir-ueber-uns.html](http://www.zeulenroda-presstechnik.de/unternehmen/wir-ueber-uns.html), 2020/.

3.4 Verwendung der Presse

Die Pressen der Serie PYE25 werden in der Kleinserien- oder Einzelfertigung durch das Stanzen und die kalt- Heißprägung in verschiedener Typen, auch bei anderen Bearbeitungsverfahren von Druckteilen, insbesondere die Druck- und Zugumformung verwendet. Ebenso weit verbreitet ist die Verwendung dieser Maschinen für Richtverfahren von Teilen und Werkstücken in verschiedenen Formen und Größen unter Verwendung von spezifischen Werkzeugen und zusätzlicher Ausrüstung (bestimmte Tisch, Gelenke, etc.)

Konstruktionsmerkmale: Das C-Gestell ermöglicht den Zugang zum Arbeitsbereich von 3 Seiten ,was mehr Gestaltungsmöglichkeiten zulassen, die auf den Pressen dieses Typs durchgeführt werden, sowie Austauschprozessen erheblich erweitert von Spezialwerkzeugen solche wie eine Ausrüstung, ein Stempel usw.

Funktionsprinzip: Die Grundlage für diese Aggregate, sei es eine industrielle Hydraulikpresse oder ein kompaktes Analog, sind Zylinder, welcher Kraft übertragen. Das Arbeitsprinzip vor mehr als drei Jahrhunderten wurde von Blaise Pascal in seiner berühmten Theorie der kommunizierenden Gefäße beschrieben.

Die Kraftübersetzung kann durch Öl oder Wasser erfolgen. Die Kontinuität der Flüssigkeitszufuhr, der erforderliche Druck werden durch die Pumpen gewährleistet und die wiederum werden von Elektromotoren angetrieben. Die Elemente des Systems werden durch die Rohrleitungs konstruktion miteinander verbunden (Abb.6).

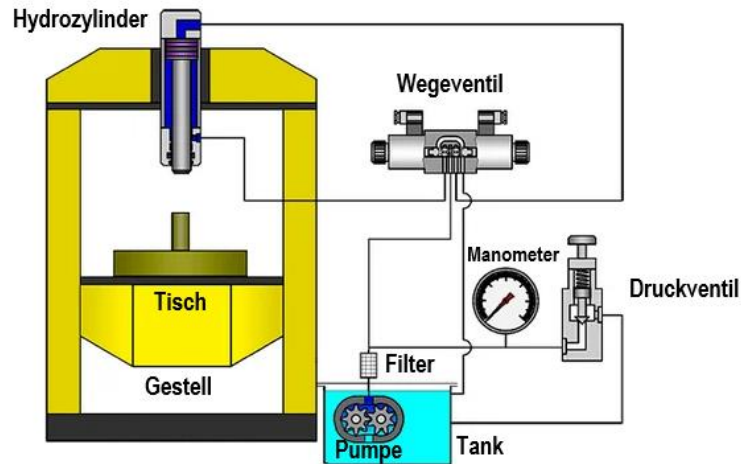


Abbildung 6: Arbeitsprinzip einer hydraulischen Presse /remontpodomy.ru, 2020/

Von der Pumpe durch die Rohrleitungen fließt die Flüssigkeit zu einem oder mehreren Hydraulikzylindern. Durchflussparameter - Druck, Durchfluss können mit Wege- und Druckventilen, Drosseln, Durchflusssteuerung reguliert werden (Abb.7). Die Flüssigkeit aus der Pumpe wird durch den Filter in den Eingang des 4/3-Wegeventils (Mittelstellung Pumpenumlauf) eingespeist. In der Neutralstellung wird die Flüssigkeit durch das Wegeventil zum Abfluss geleitet. Beim Umschalten des Wegeventils wird die Flüssigkeit in den Kolben- oder Spindelhohlraum des Hydraulikzylinders geleitet, der an der Hydraulikpresse montiert ist. Der maximale Systemdruck wird durch die Einstellung des Druckventils (Sicherheitsventils) bestimmt und durch ein in der Druckleitung montiertes Manometer gesteuert.

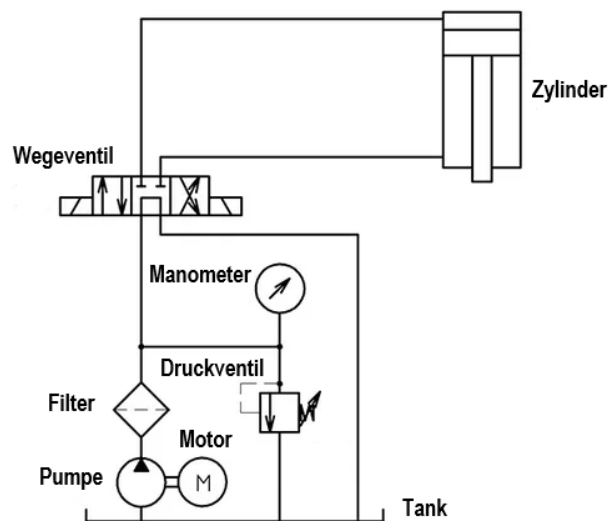


Abbildung 7: Funktionsschaltplan /remontpodomy.ru, 2020/

Während der Flüssigkeitszufuhr in den Kolbenhohlraum wird **ein Arbeitshub** durchgeführt - Pressen. Und bei der Flüssigkeitszufuhr in den Spindelhohlraum - Rücklauf.

Die Hauptvorteile von hydraulischen Pressen im Vergleich zu mechanischen Pressen sind:

- Höhere Arbeitskraft
- Gleichmäßige Kraftverteilung bei der Arbeit
- Arbeitsgeschwindigkeit ist frei steuerbar (spindeldrehzahl)
- präzise Steuerung aller Betriebsparameter
- große Verschleißfestigkeit von Arbeitsteilen
- hohe Fertigungsgenauigkeit
- eine hohe Sicherheit gegen Überlastungen, wodurch die Sicherheit des gesamten Fertigungs-Prozesses merklich erhöht wird
- Enorme Flexibilität der hydraulischen Presse aufgrund des modularen Aufbaus

3.5 C-Gestell

Bei der Verwendung der Presse in «empfohlenen» Bereichen muss die Lebensdauer des Gestells mindestens 20 Jahre betragen. Neben einer ausreichenden Festigkeit und Widerstand gegen dynamische Belastungsschwingungen sollte das Gestell so wenig Gewicht wie möglich haben. Dies vereinfacht die Produktion, reduziert die Herstellkosten, spart Verbrauchsmaterial und erleichtert den Transport der Presse innerhalb der Werkhallen sowie bei der Lieferung an den Kunden.

C-Gestell hydraulischer Presse PYE 25 sieht so aus:

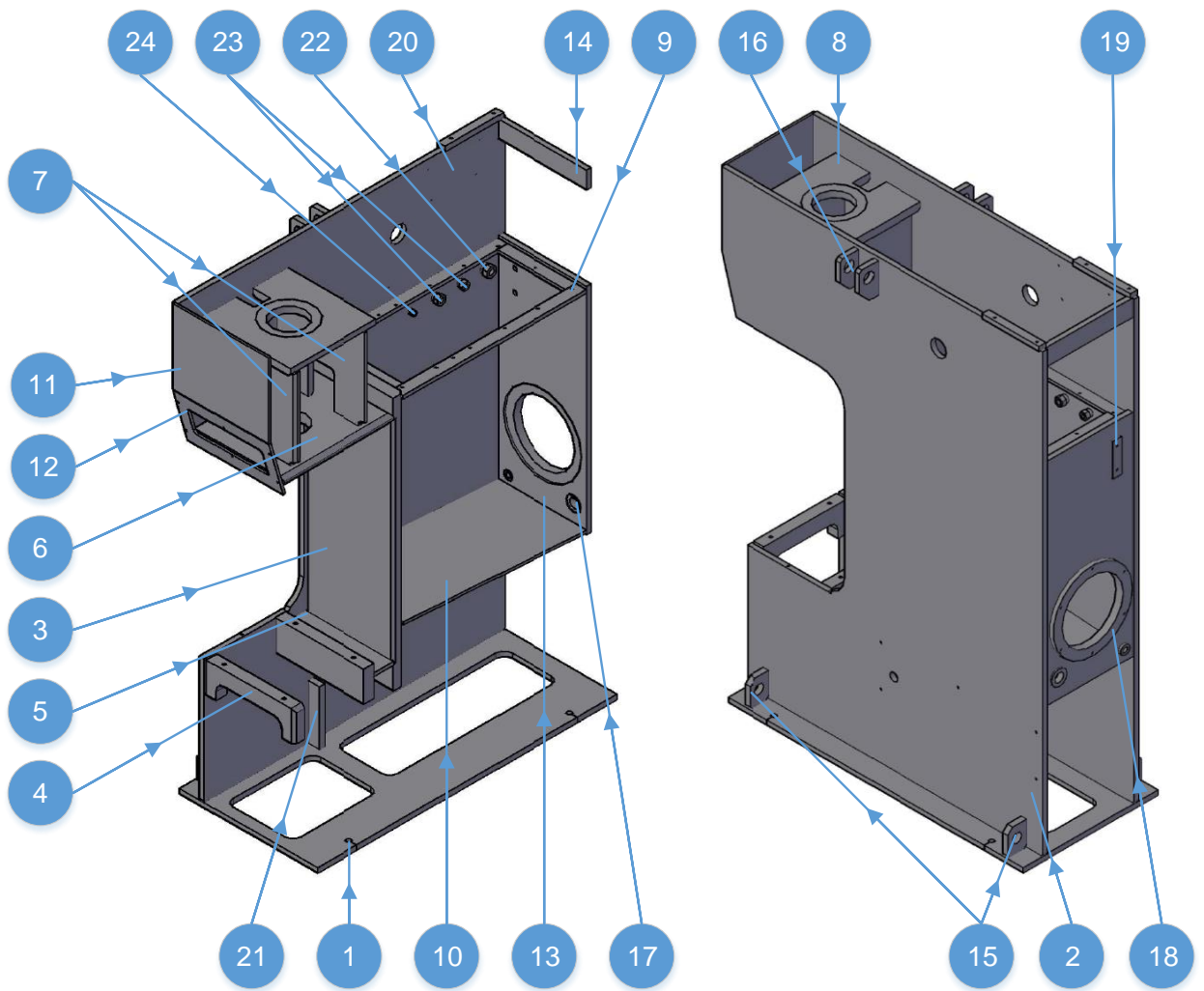


Abbildung 8: 3D - Modell von C-Gestell /Egor Levanovich, 2021/

Die Wst-nummer jedes Werkstückes aus der Stückliste entspricht den Teilnummern auf dem 3D-Modell des C-Gestells. Dieses 3D-Modell ist eine Testversion. Vollständige Zeichnung des Ständers (Anl. A3).

Stückliste					
Nr.	Benennung	Anzahl [mm]	Größe [mm]	Umfang [mm]	Fläche [mm ²]
1	Bodenplatte	1	L/B/25	8780	965000
2	Rechte Seitenwand	1	L/B/25	10915	4228000
3	Brustplatte	1	L/B/60	4030	800700
4	Tisch-Leiste	2	L/B/60	1450	99900
5	Blech	1	L/B/15	1320	64800
6	Untere Zylinderplatte	1	L/B/60	3570	265450
7	Rippe	2	L/B/30	2500	240500
8	Obere Zylinderplatte	1	L/B/40	2820	72850
9	Rahmen	1	Flach 1110/60/15	-	183600
10	Blech-Ölraum	1	L/B/10	3310	600500
11	Oberes Deckblech	1	L/B/10	2060	262200
12	Unteres Deckblech	1	L/B/10	3000	110750
13	Rückwand	1	L/B/25	6080	198000
14	Leiste	1	L/B/25	1280	54000
15	Unteres Anhängblech	4	L/B/25	890	5700
16	Oberes Anhängblech	4	L/B/25	1000	6500
17	Rohr	1	Ø100 L:43mm	-	-
18	Ring	1	L/B/40	2700	67550
19	Flach	1	Flach 197/50/8	-	9850
20	Linke Seitenwand	1	L/B/25	10500	4231500
21	Leiste-Brustplatte	2	L/B/25	1280	39900
22	Verschraubung	1	ESV35LA	-	-
23	Verschraubung	2	ESV28LA	-	-
24	Verschraubung	1	ESV16S-	-	-

Tabelle 2: Stückliste

4 Analyse der Fertigung

4.1 Herstellprozessen der C-Gestelle

Das in einem Außenlager gelagerte Rohblechmaterial wird mit einem Portalkran mit Lasthebemagnet auf den Schienenwagen gehoben, der liefert mit dem Schienenwagen das Blech in die Halle №19 (Anl. A2), nämlich zur nächsten Lagerstelle rund um die Brennschneidanlage. Mit einem Brückenkran, der in der Halle №19 eingebaut ist, wird das Blech auf den Tisch der Brennschneidanlage gelegt. Die autogen Brennschneidanlage, schneidet mit Hilfe von CNC-Steuerung und festgelegten Programmen das gewünschte Teil.

Danach wird das Teil zur Lagerstelle vor der Strahlkabine gebracht. In dieser Kabine wird das Teil von Schmutz und Rost gereinigt, die durch die Erwärmung auf der Brennschneidanlage und nach längerer Lagerung unter freiem Himmel entstanden sind.

Teile, die einer lang anhaltenden thermischen Einwirkung der Brennschneidanlage ausgesetzt sind, sowie mit einer großen Fläche, müssen auf der Presse gerichtet werden, weil Verzug. Die Presse der eigenen Fertigung - PYE 250.

Die Teile «Ring» und «Unterer Zylinderplatte» werden in die Halle №19 geliefert, wo mit den Fräsmaschinen Matec 40 HV oder Chiron mechanisch bearbeitet werden: Löcher werden gefräst, einige Seiten werden sauber gefräst (Abb.9). Werkstücke für die «Rahmen» wird mit der Sägeanlage aus den Halbzeug geschnitten, das «Rohr» und der «Flach» werden mit Sägeanlage Wagner WPB 420 hergestellt. Werkstücke für die «Rahmen» werden zusammengesweißt und die gewünschten Löcher an den Fräsmaschinen Matec 40 HV oder Chiron gebohrt, bevor das gesamte C-Gestell zusammengesweißt wird. Das «Rohr» wird auch auf einer Drehmaschine bearbeitet. Wenn alle Teile fertig sind, werden diese an einen Sammelplatz in der Schweißerei zusammen gelagert.

Das Schweißen des C-Gestells erfolgt in 2 Schritten: Helfen und Schweißen. Helfen mittels Punktschweißen. Endschweißen – Schweißen von Schweißnähten, laut der technischen Aufgabe. Dieser Ansatz bietet mehr Genauigkeit an und reduziert die Chancen, einen Fehler zu machen. Ohne Helfen der Schweißen ist nicht möglich.

Im Moment in dem Betrieb können nachfolgende Lack-und Glühveranstaltungen (Spannungsarmglühen) in 2 Möglichkeiten stattfinden:

- Nach dem Schweißen wird eine glühfeste Grundierung auf das C-Gestell aufgetragen. Als nächstes wird das C-Gestell im Kooperation Spannungsarmgeglüht. Als Ergebnis hat die Oberfläche des C-Gestells einen besseren Schutz gegen mechanische und thermische Einflüsse. Diese Art der OF-Behandlung kann der chemisch-thermischen Behandlung zugeschrieben werden.
- Das C-Gestell wird nach allen thermischen Einflüssen sofort zur Spannungsarmglühen in den Ofen geschickt. Die Grundierung erfolgt unmittelbar vor dem Lackieren. Nach dem Spannungsarmglühen des C-Gestells läuft noch einmal das Reinigungsverfahren (Strahlen)

Nach dem Spannungsarmglühen wird das C-Gestell in die Halle №19 zur Schweißstelle geliefert (Anl. A2). Dort wird es geschliffen und die Verschraubungen angeschweißt. Der nächste Schritt ist die Grundierung des C-Gestells. Dafür wird es in den Lackierraum gebracht. Nach der Grundierung werden Kontrollmessungen des C-Gestells durchgeführt. Ingenieure überprüfen die Übereinstimmung der produzierten Baugruppe mit technischen Anforderungen.

Um die außergewöhnliche Genauigkeit der Presse PYE 25 zu gewährleisten, wird die gesamte Bearbeitung durch das Fräszentrum SHW6 durchgeführt, das in der Halle №19 eingebaut ist. Zum Beispiel kann man nur mit diesem Fräszentrum die Koaxialität zwischen den zwei Zylinderplatten und die Rechtwinkligkeit zwischen einem Tisch und einem Stempel mit der ausreichenden Genauigkeit erreicht werden. Deshalb wird das C-Gestell nach der Grundierung

an diesem Fräszentrum bearbeitet. Natürlich wird nach der Bearbeitung die Einhaltung aller Anforderungen (vor Ort) überwacht.

Stufe "Montage" - Beseitigung von Graten und scharfen Kanten nach der mechanischen Bearbeitung in den vorherigen Schritten.

Abhängig von den Wünschen des Kunden wird das C-Gestell mit 2-Komponenten-Farbe (2K) in der Lackierungsstation lackiert. Dieses Verfahren erfordert nicht so viel Zeit, sollte jedoch mit größter Vorsicht durchgeführt werden, um die Arbeitsflächen (z.B. Gewinde) nicht zu verschmutzen.

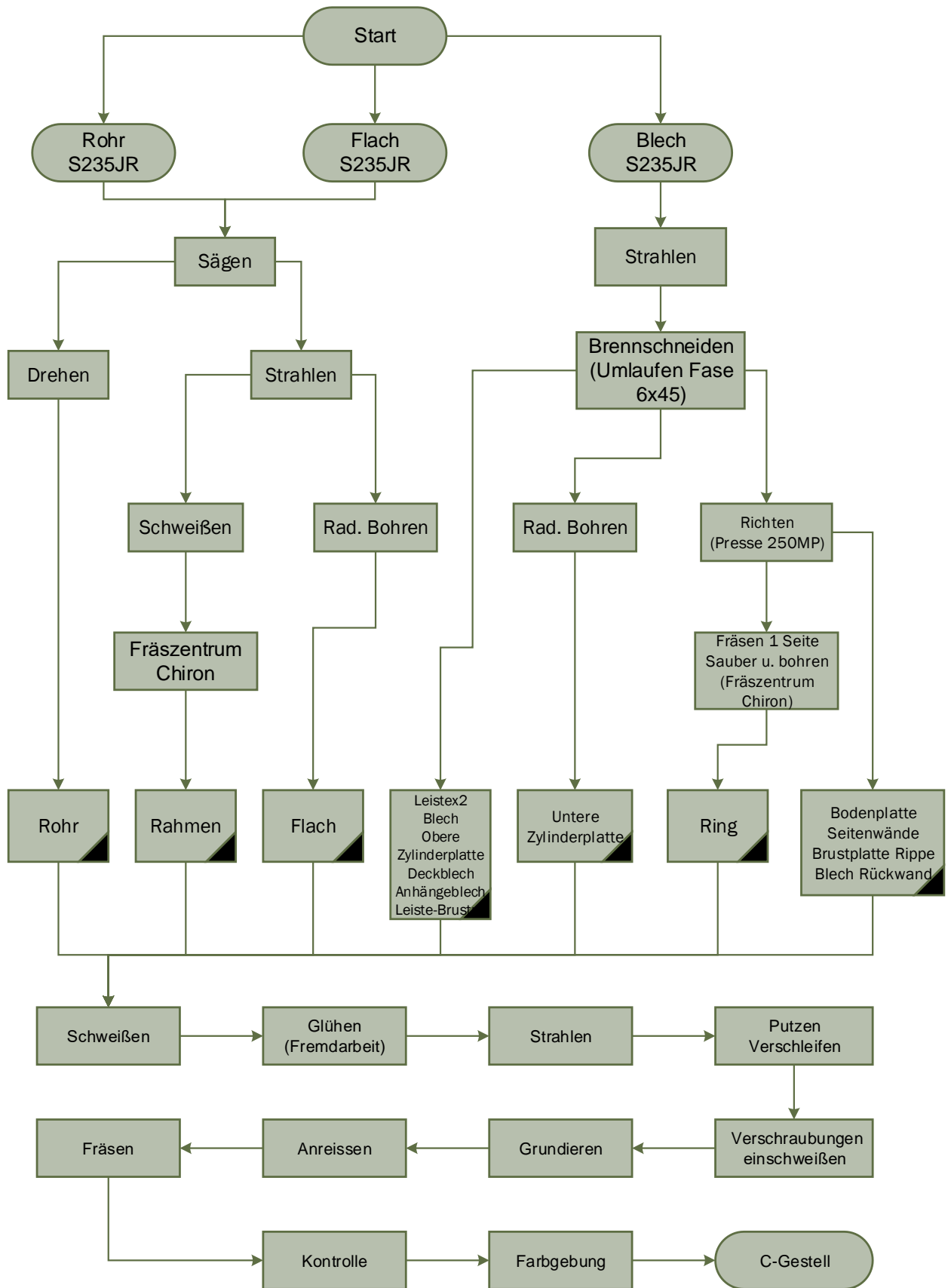


Abbildung 9: Arbeitsfolge /Egor Levanovich, 2021/

4.1.1 Beschreibung des Arbeitsvorgangs

Werkstoffe

Noch vor zwanzig Jahren nutzte Zeulenroda Presstechnik den Baustahl der Marke St37 nach DIN 17100. Aber der Fortschritt steht nicht still und nach einiger Zeit wurde durch S235J ersetzt, die nach der Norm EN 10025-2 hergestellt wird. Wenn Sie einen Stahl wählen, der für die Herstellung von Teilen wie einem hydraulischen Pressenständer geeignet ist, dann ist Stahl S235 die gebräuchlichste und kostengünstigste Stahlsorte. Billiger nur DC05, S185. Aber DC05 wird hauptsächlich bei der Herstellung von einfachen gestanzten Produkten verwendet. S185 ist ein hochwertiger Stahl, aber aufgrund der Abwesenheit von Legierungen (Mn, S, P Cu, N) ist seine Dauerfestigkeit und Druck-Zug Festigkeit gering.

Deswegen sind alle Teile und Komponenten für hydraulischen Pressenständer aus unlegierten Baustahl S235JR gefertigt. Es wird nicht nur im Maschinenbau, sondern auch beim Bau einer Vielzahl von Konstruktionen wie Industrie- und Wohnobjekte, Teile von Leitungen, Teile von Gas-Öl-Plattformen, Autobrücken verwendet. S235 behält seine beanspruchten Eigenschaften bei Temperaturschwankungen und in aggressiven Umgebungen (z. B. S235J2). Es hat eine gute Plastizität, Zähigkeit und Schweißbarkeit, eine gewisse Festigkeit und gute Kaltbiegeeigenschaften. Ein Schweißen der Stahlsorte S235JR kann ohne Einschränkung, ohne nachfolgende Wärmebehandlung und ohne Vorwärmen erfolgen, aber in diesem Fall ist nach allen Schweißarbeiten eine Wärmebehandlung erforderlich (S. 34 ff.). Dies ist aufgrund der hohen Anforderungen an die Eigenschaften der Maschine, sowie um das Risiko einer Beschädigung des C-Gestells in den Spannungseinheiten während einer regulären Arbeit zu reduzieren, denn während der Arbeit von Maschine wird das C-Gestell dynamische Belastungen erfahren, die zu Materialermüdung führen.

Die chemische Zusammensetzung von Stahl S235JR					
C	Mn	P	S	N	Cu
≤0.17	≤1.40	≤0.035	≤0.035	≤0.12	≤0.55

Tabelle 3: Stahl S235JR

Die S235JR Bedeutung ist wie folgt:

- “S” - structural steel (baustahl);
- “235” - Mindeststreckgrenze (MPa) für die Stahldicke ≤ 16 mm;
- “JR” ist die Qualitätsstufe, die sich auf den Energiewert des Charpy Kerbschlagarbeit ≥ 27 J bei Raumtemperatur 20 °C bezieht;
- “C” Bedeutet, dass das Werkstoff S235JR für das Abkanten, Walzprofilieren oder Kalt-ziehen ist.
- “+C” – ist die Kaltverfestigt.

Zeulenroda kauft Stahlbleche S235JR unterschiedlicher Stärke im Format LxB-3x6m. Der Stahl wird in einem Außenlager in der Nähe von Halle №7 gelagert (Anl. A2). Für den bequemen Transport und „Bewegung“ wird Schienenweg mit Wagen vorgesehen, und über dem Lager ist 20t Portalkran mit Lasthebemagnet eingebaut. Auch für einige Teile werden Halbzeug gekauft: Flach und Rohr. Flach S235JRC + C wird im Format 6000x60x15 mm, Rohr S235JR – LxD 6000x100 mm gekauft. Flach S235JRC + C wird mit solchen Verunreinigungen nur wegen der Bequemlichkeit beim Kauf und der Verbreitung auf dem Markt in diesem Format gekauft.

Ausbrennen und entgraten

Alle Ausbrennoperationen führt autogene Brennschneidanlage MultiCut 3500 mit einer Tischgröße von 8000x3000x300 mm. Diese Anlage wird im Betrieb seit 2010 verwendet und hat eine CNC-Steuerung, die eine Durchführung des Schneidprozesses halbautomatisch ermöglicht. Als Erwärmungsgas werden Acetylen und als Schneidgas Sauerstoff verwendet. Arbeitsbereich der

Brennschneidanlage ist Blechstärke von 5 bis 240mm. Autogen-Brennschneidverfahren ist die häufigste und profitabelste Methode. Ein besonderer Vorteil gegenüber anderen thermischen Schneidverfahren (Plasma, Laser) wird bei der Arbeit mit großer Blechstärke erreicht. Schon bei einer Stärke von mehr als 50 mm ist die Schnittgeschwindigkeit größer als beim Laser-Plasmaschneiden.

Brennscheider-Typ: Bach cutting Company (heute „Vortman steel Group“).

Brennschneidanlagen mit Gas sind traditionell in verschiedene Arten unterteilt. Charakteristischen Merkmale jeder Art sind: verwendete Schneidgas und ein Zeitpunkt des Mischens von Heiz- und Schneidgas. MultiCut 3500 ist mit einem Injektor-Sauerstoffschneider für Acetylen (Erwärmungsgas) ausgestattet. Die Injektordüse arbeitet nach dem Prinzip des Mischens von Arbeitsgasen in der Düse (Abb.10). Dieses Design ermöglicht eine hohe Zuverlässigkeit und Sicherheit der Maschine und ihrer Mechanismen zu gewährleisten. Dies ist aufgrund der Tatsache, dass das brennbare Gas und Sauerstoff an die Düse über separate Kanäle zugeführt und in einer speziellen Mischkammer unmittelbar vor der Zufuhr gemischt.

Düsen: Ist ein Verbrauchsmaterial, das sich im Laufe der Zeit abnutzt oder verschmutzt. Darüber hinaus wird unter jeder Blechstärke eine bestimmte Düse in den Cutter eingebaut. Der Schritt pro Düse ist 20-25mm. Dieser Ansatz reduziert die Verjüngung des Schneidens bei der Arbeit mit verschiedenen Dicken. MultiCut 3500 verfügt über Ring- / Schlitz-Hochleistungsschneiddüse für Sauerstoff (Schneidgas) und Acetylen (Heizgas). Diese Düsenart bieten einen stabilen Betrieb mit einer Blechstärke von bis zu 300mm.

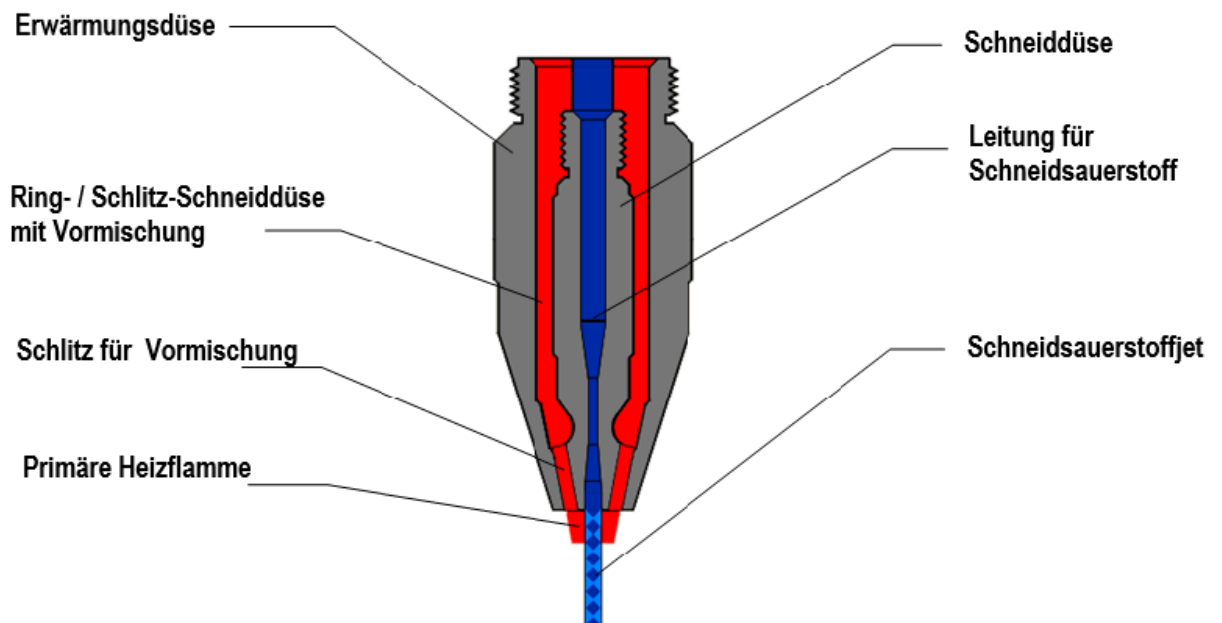


Abbildung 10: Schematische Darstellung der Ring- / Schlitz-Hochleistungsschneiddüse /topweldcut.ru 2020/

Die Hauptvorteile dieser Anlage sind:

- Fähigkeit, effektiv Metall mit großen Blechstärke bis zu 300mm zuzuschneiden
- Fähigkeit, mit Metall in jede beliebige Kontur in 2D zu arbeiten
- Effizienz
- Hochleistung
- Einfache Wartung
- Niedrige Kosten für Geräte und Komponenten
- Geringer Stromverbrauch (im Vergleich zum Laser)

Die Nachteile können gezählt werden:

- Die Wahrscheinlichkeit einer thermischen Verformung des Materials.
- Die Notwendigkeit, die durch den Schnitt entstandenen Kanten zu verfeinern.
- Hohes Brandrisiko.
- Große Schnittfuge bis zu 3 mm
- Kann nicht in der Arbeit mit Edelstahl und weitere verwendet werden
- Krumme Kante bei der Arbeit mit großer Blechstärke

- Extrem hoher Ausschnitt
- Das Ausschneiden kleiner Löcher ist problematisch
- Störanfälligkeit durch Löcher und Risse in Schläuchen

Richten - Presse 250 MP

Hydraulische Presse PYE250 ist im Jahr 1980 hergestellt. Die Hauptaufgabe der Presse ist eine Ausrichtung der Teiloberfläche, die nach einer Erwärmung von Brennscheider einer langen thermischen Einwirkung ausgesetzt war. Wie in Arbeitsfolge gezeigt (Abb.9), werden nicht alle Teile gerichtet. Grundsätzlich sind dies Teile, die eine große Oberfläche oder geringe Blechstärke haben. Maximale Arbeitskraft ist 2500kN. Die Arbeit erfolgt mit der manuellen Steuerung, da es keine CNC- NC-Steuerung an der Presse gibt. Die Ausrichtung des Teils erfolgt durch plastische Verformung, die wiederum neue intermolekulare Verbindungen erzeugt, die eine Plastizität des Teils reduzieren. Daher ist es nach dem Schweißen notwendig, eine Spannungsarmglühen (Abb. 13) durchzuführen, um den Widerstand gegen dynamische Belastung zu erhöhen und eine Dämpfung des C-Gestells zu erhöhen.

Sägen

Insgesamt nutzt man 2 Sägeanlage im Betrieb: Wagner WPB 420A und Wagner WA 140 mit CNC-Steuerung. Beide Anlagen befinden sich in der Halle 7 (Anl. A2).

Bandsäge Wagner WPB 420 ist aus dem Jahr 1988 hergestellt und hat eine Tischlänge von 6280 mm. Steuerungsart: manuell. Schneide wird aus HM/HSS im Kombi-Betrieb hergestellt und kann Rohre mit Durchmesser bis zu $\varnothing 420$ Millimeter schneiden.

Schweißen

Dieser Arbeitsschritt ist ein wichtiges Glied in einer Pressenherstellung. Im Gegensatz zu anderen Schritten beeinflusst eine Qualifikation des Schweißers direkt auf die Arbeitsqualität. Der Einsatz von automatisierten Schweißrobotern ist in diesem Fall fast unmöglich und sinnlos. Die Herstellung von Pressen ist fast unmöglich zu automatisieren. Jeder Kunde versucht, Pressengröße und Funktionalität der Presse für seine Aufgaben zu ändern. Darüber hinaus entwickeln CNC-Programme alle die gleichen Konstrukteure. Dies ist eine zusätzliche und "teure" Belastung für die Mitarbeiter, die sich im Falle einer Einzelfertigung nicht auszahlen wird. Außerdem eine Wartung von Robotern ist teuer.

Es ist sehr wichtig, qualifizierter Schweißer im Betrieb zu haben. Neben der hohen Mitarbeiterqualifikation ist auch ein ausreichendes Instrumentarium erforderlich. Meistens Mitarbeiter benutzen Schweißanlage: Stromquelle TOTAL ARC2 5000 mit Drahtvorschub TotalArc 4/ 5000 DSIII von Castolin Eutectic. Diese Inverter-Anlage ermöglicht die Verwendung von Schweißarten wie MiG / MaG, Elektrode Handschweißen, WiG.

In unserem Fall wird das C-Gestell mit MiG/MaG Verfahren geschweißt.

MiG / MaG- Metall-Inertgas (oder Aktivgas) Gasschweißen. Die häufigste Form von Schweißen in der modernen Produktion. Die Besonderheiten sind: Hohe Schweißgeschwindigkeit, Hohe Abschmelzleistung, Geringe Zusatzmaterialkosten, Schweißen aus allen Positionen, Benutzerfreundlichkeit im Vergleich zu anderen Schweißverfahren. Es wird hauptsächlich Schutzgas (Ar, CO₂, O₂) verwendet.

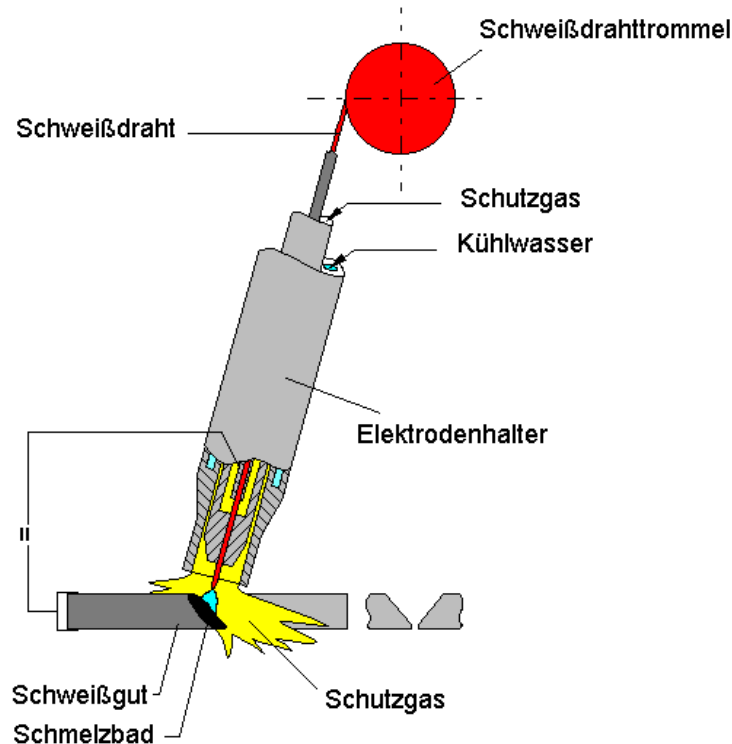


Abbildung 11: Schematische Darstellung von MIG/Mag /topweldcut.ru 2020/

Strahlen

Verfahren zur OF-Reinigung von Halbzeug und Schweißenbaugruppe vor Korrosion, Schmutz, Wasser, alten Beschichtungen. Die Hauptaufgabe dieser Methode ist es, eine reihende Reinheit und Rauheit nach DIN 55928 zu erreichen. Die Bearbeitung erfolgt mit Abrasiv-Körnern einer bestimmten Größe (Kalibers), die unter hohem Druck zusammen mit der Luft auf eine Werkstückoberfläche zugeführt werden. Die erreichbare Geschwindigkeit am Auslass der Düse beträgt ca. 50 m / s.

Strahlen ist eine relativ gefährliche Arbeitsart für den Arbeiter. Staub, der während der Behandlung angefallen, kann die Atemwege oder die Sehorgane des Arbeiters ernsthaft schädigen. Daher zieht ein Bediener vor jeder Verwendung einen speziellen Schutzanzug und Atemschutzmaske an. Normalerweise findet das Strahlen im Freien statt, aber der Betrieb Zeulenroda verfügt über einen speziellen geschlossenen Raum mit Belüftung (Abb.12). Dies ermöglicht die Arbeit in der Halle ganze Jahr über ohne Schaden für den Bediener.

Die obligatorische Anwendung dieser Bearbeitungsmethode von Werkstücken ist auf mehrere Gründe zurückzuführen – OF-Vorbereitung für zukünftige Lack- und Schweißarbeiten (S. 38 ff.). Bei MiG / MaG-Schweißarbeiten, die beim Schweißen des C-Gestells verwendet werden, ist dies ebenso wichtig, da die OF-reinheit unter der Schweißnaht direkt die Qualität der Schweißnaht und damit Haltbarkeit des C-Gestells beeinflusst (Anl. A3). Außerdem muss jedes Werkstück gereinigt werden, da Rohstoff im Freien gelagert wird.



Abbildung 12: Strahlkabine /Zeulenroda Presstechnik, 2020/

Glühen

Die Halbzeuge werden mit der autogene Brennschneidanlage geschnitten, mechanisch mit einer Presse ausgerichtet. Nach der Reinigung und Vorbereitung wurden sie zusammengeschweißt, um das C-Gestell zu erhalten. Aber was passierte mit den Werkstücken auf struktureller Ebene die ganze Zeit? Autogene Brennschneidanlage über einen längeren Zeitraum hat den Werkstücke angewärmt, verändert seine Struktur und Eigenschaften. Die hydraulische Presse verformte das Werkstück durch mechanische Einwirkung, wodurch neue intermolekulare Verbindungen entstehen. Sie reduzieren wiederum Biegefestigkeit, Ermüdungsfestigkeit, Elastizität des Werkstücks. Am Ende wurden die Teile beim Schweißen zehn Stunden lang wieder erhitzt. Für jede technische Konstruktion sind diese Änderungen in der Struktur signifikant, aber für das C-Gestell der hydraulischen Presse - besonders wichtige Einwirkungen.

Das Gestell der hydraulischen Presse ist der Rahmen der gesamten Presse, der den Belastungen von einer Arbeit für viele Jahre standhalten muss. Um die Lebensdauer zu erhöhen, ist es notwendig, die Struktur des Teils nach allen thermomechanischen Umwandlungen zu «normalisieren». Dafür wird spannungsarm gegläht. Zeulenroda Presstechnik hat keine Öfen, die in der Lage sind, das ganze C-Gestell zu fassen, daher wird dieses Verfahren in Kooperation mit der SGF GmbH Sachsen durchgeführt. Dies ist die einzige Operation, die außerhalb des Betriebs stattfindet.

Der Ofen der SGF GmbH Sachsen hat folgende Eigenschaften:

Maximal nutzbare Abmessung der Standardöfen: L x B x S: 8,00 m x 3,20 m x 3,00 m
 Maximales Chargengewicht: 50 T
 Temperaturbereiche bis 600°C

Spannungsarmglühen

Das Temperaturregime bei "Spannungsarmglühen" ist wie folgt:

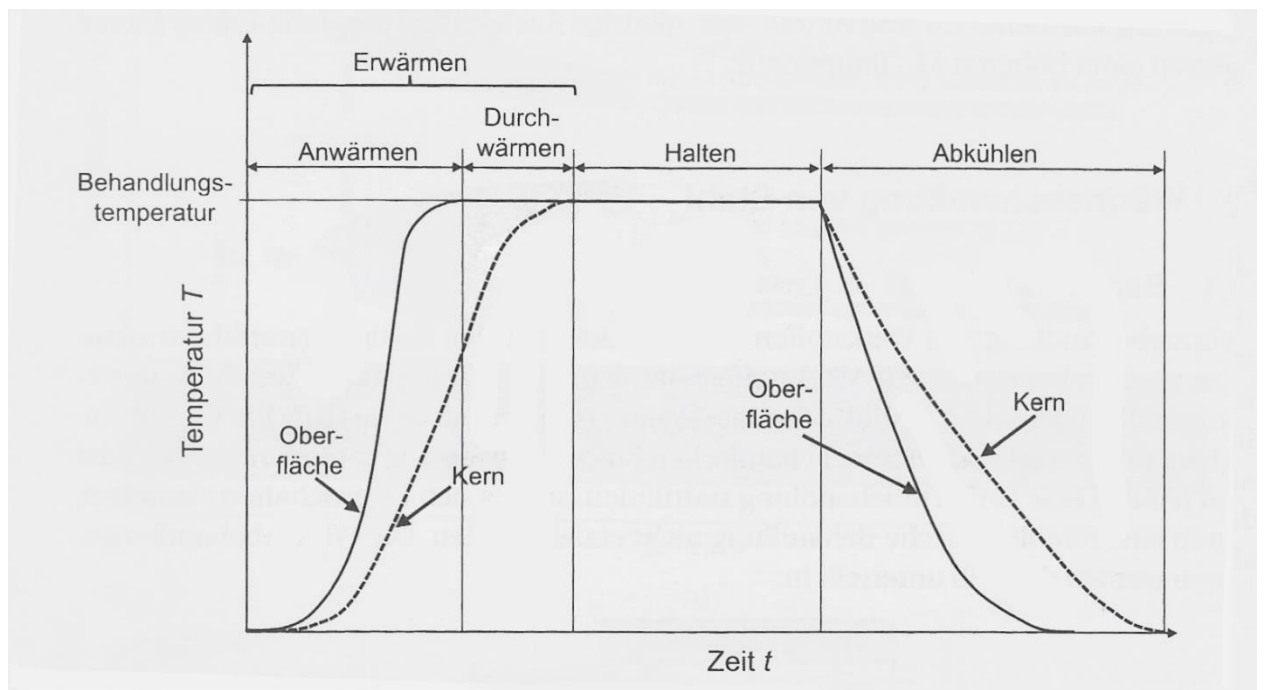


Abbildung 13: Temperaturablauf beim Spannungsarmglühen / Einführung in die Werkstofftechnik, Prof.

Anwärmen – allmählich auf Haltetemperatur

Durchwärmen – Hängt von der Geometrie ab.

Halten – 1-2 Stunden

Abkühlen – Sehr langsam. Das bedeutet nur mit Luft, ohne Öl oder Wasser.

Das Endziel - wiederherstellen wichtiger Eigenschaften des Metalls, wie Zähigkeit, Festigkeit, Biegefestigkeit, Verschleißwiderstand, Feinkörnige Gefüge zu bilden.

Fräsen und Bohren

Zeulenroda Presstechnik verfügt über eine große Anzahl von Fräs- und Drehmaschinen. Es gibt sowohl kleine manuelle Maschinen des letzten Jahrhunderts als auch moderne Fräszentren von beeindruckender Größe, die in der Lage sind, ganze Gestelle in ihrem Arbeitsbereich auf dem Tisch zu passen. Natürlich wird jede dieser Maschinen für bestimmte Zwecke verwendet. Nur die neuesten Maschinen werden betroffen sein, die den Großteil der Werkstückbearbeitung machen.

1. Matec 40 HV - 4-Achs Bearbeitungszentrum mit CNC-Steuerung • Heidenhain | Siemens.

Verfahrwege:

- X-Achse 1.300 - 12.000 mm
- Y-Achse 600 - 1.330 mm
- Z-Achse 700 - 1.350 mm

Eines der neuesten Fräszentren. Ab 2020 wird in der Anlage viel gearbeitet. Hat einen hohen Grad an Auslastung. Die hohe Präzision im Vergleich zu anderen Fräsmaschinen und die schnelle Bearbeitungsgeschwindigkeit ermöglichen es ihm, selbst die schwierigsten Aufgaben zu erledigen. Auf diesem WZM werden die Teile „Ring“ und „Rahmen“ des C-Gestells bearbeitet.

2. Chiron FZ 26L - 4-Achs Bearbeitungszentrum mit CNC-Steuerung Sinumerik | Siemens.

Aufspannfläche 2400x1100x800 mm

Spindeldrehzahl: bis 15000 min⁻¹. Bis zu 60 Werkzeugplätze. Auf diesem WZM ist die Bearbeitung von „Ring“ und „Rahmen“ auch möglich.

3. SHW Uniforce 6 – Fräsbearbeitungszentrum mit CNC-Steuerung • Heidenhain | Siemens.

Verfahrwege:

- X-Achse 10.000 mm
- Y-Achse 4.100 mm
- Z-Achse 1.600 mm

Universalfräskopf in orthogonaler Bauweise. Schwenkbereich: A-Achse 180° C-Achse 360°. Anzahl der WZ|-Plätze bis 150.

Um ein so großes Teil wie das C-Gestell zu bearbeiten, ist ein Fräszentrum mit ausreichender Tischgröße erforderlich. Für diese Aufgaben im Betrieb gibt es SHW UF 6 mit Tischgröße 5000x3000x1300 mm. Dieser Fräsbearbeitungszentrum verfügt über ein Werkzeugeingabesystem. Mit CNC-Steuerung und Teilpositionierungssystem, FBZ hat eine hohe Bearbeitungspräzision von Teilen. Der einzige Nachteil dieser Maschine - hohe Maschinenstundenkosten.

Das C-Gestell wird nach Spannarmglühen zurück in den Betrieb geliefert, wo ist eine der wichtigsten Vorgänge bei der Erstellung stattfindet – die Schlichtung aller Bohrungen. Die Bearbeitung von „untere Zylinderplatte“ und „obere Zylinderplatte“ ist von besonderer Bedeutung. Es ist äußerst wichtig, die notwendigen Toleranzen und Passungen (Anl. A4) zu erfüllen und den Ausschnitt so genau wie möglich vorzunehmen. Es wird durch Konstruktion festgelegt. Schließlich hängt eine Produktionsqualität und eine Lebensdauer der Presse von der Genauigkeit des FBZs ab.

Wenn man sich auf die Konstruktion des C-Gestells stützt, und auf seine Besonderheiten der Arbeit, so muss zwischen den Bohrungen in „untere Zylinderplatte“ und „obere Zylinderplatte“ ein äußerst genaue Koaxialität unbedingt sein. Es lohnt sich auch, die Rechtwinkligkeit zum Tisch zu beachten. Dies ist wichtig für die gleichmäßige Verteilung der Arbeitskräfte auf Produkte, die auf der hydraulischen Presse hergestellt werden.

Darüber hinaus bearbeitet das FBZ alle Bohrungen des C-Gestells, die auf der Brennschneidanlage vorgebrannt werden, um Bearbeitungsdauer auf Fräsmaschine zu reduzieren (Anl. A4).

Farbgebung

Je nach den Umgebungsbedingungen, unter denen die Presse arbeiten wird, sowie Präferenzen des Kunden, wird das C-Gestell gefärbt, grundiert und mit Farben mit bestimmten Schutzeigenschaften lackiert. So wird in dem Betrieb hauptsächlich 2-Komponentenfarbe (2K) verwendet, die widerstandsfähiger gegen mechanische Einflüsse ist. Die vorgereinigte Oberfläche wird grundiert. Das verbessert eine Haftung zwischen der Farbe und der Metalloberfläche. - In Anlehnung an / F.Köster, Vorlesung Kunststofftechnik,2020, S.33/.

Grundierung - ist ein Einkomponenten - Epoxidgrundierung von Mankiewicz: "ALEXIT". Streng genommen ist es keine reine Epoxy-Grundierung, sondern eine Suspension von Pigmenten und Füllstoffen in einer Lösung von Alkyd-Melamin-Formaldehyd-Lack mit dem Zusatz von niedermolekularem Epoxidharz. Epoxid-Grundierungen haben eine hohe Beständigkeit gegen Säuren und Laugen. Dies ist ein wichtiger Faktor, der garantiert, dass eine Oberfläche bei unvorhergesehenen Umständen sicher geschützt ist. Eine weitere Epoxidbeschichtung bietet einen ausreichend hohen Schutz vor Abrieb und gegen Rost. Ausreichende Dicke der Grundierung auf der Oberfläche ist ungefähr 50µm. Vor dem Auftragen der Grundierung muss die Oberfläche des C-Gestells gereinigt und entfettet werden.

Eigenschaften von Grundierung:

- Beschichtung-homogene Oberfläche ohne Krater und Pocken.
- Trocknungszeit: Bei 150 ° C - 20 min. Bei Raumtemperatur mit normaler Luftfeuchtigkeit - 24 Stunden.
- Beständigkeit gegen statische Einwirkung von Wasser-72 Stunden.
- Die Grundierung ist mit fast allen vorhandenen Lackierungen kompatibel

Die Farbe - Polyurethan - Zweikomponentenfarbe der Produktion Mankiewicz "ALEXIT". Bei Zeulenroda Presstechnik wird folgender Lack, Härter und Verdünnung verwendet: Lackierung mit Alexit Strukturlack Typ Z 421 seldenglänzend, mit Alexit Härter Zusatz 459 und Alexit Verdünnung 62. Mischungsverhältnis der Farbe mit Härter und Verdünner 4 zu 1. Lackierstruktur: feine Struktur. Die Farbe wird in 2 Gängen auf die grundierten Flächen aufgetragen.

Sobald das 1k Material aufgetragen wird, entweicht das Lösemittel in die Luft. Das Bindemittel verfilzt und es bildet sich ein trockener Film. Dieser Prozess ist reversibel – d. h. das Bindemittel lässt sich immer wieder anlösen. 2k Produkte bestehen ebenfalls aus Binde- und Lösungsmittel. Sie können allerdings nur zusammen mit einem Härter eingesetzt werden, sonst trocknen sie nicht.

Die einzigartigen Eigenschaften der Polyurethan-Farbe ermöglichen es Ihnen, es um eine Größenordnung höher als andere Lacke zu setzen.

Die Besonderheiten der Farbe sind:

- Riesige Marge an Festigkeit und Verschleißfestigkeit.
- Ausgezeichnete Kompatibilität mit allen, auch den schwierigsten Oberflächen.
- Keine schädlichen Sekrete während des Betriebs. An sich ist Polyurethan chemisch stabil und harmlos, eine Gefahr für die Gesundheit

ist in gewissem Maße nur das Lösungsmittel, das in der Mischung enthalten ist, aber nach seiner Verdampfung und dem Trocknen der Farbe verschwindet die Gefahr vollständig.

- Elastizität.
- Unglaubliche Widerstandsfähigkeit gegenüber aggressiven Umgebungen.

Zwei Spritzkabinen sind an dem Betrieb ausgestattet (Anl. A2). Die eine dient für Kleinaufträgen aus einer Lohnfertigung, die andere arbeitet mit Großaufträgen wie Pressen und Großteilen. Die Spritzkabine ist mit einer starken Dunstabzugshaube für die Sicherheit bei Lackarbeiten sowie einem offenen Oberteil ausgestattet, wodurch der Hauptkran in der Halle direkt in der Lackkabine benutzt werden kann. - Nach den technischen Daten aus den Quellen der Firma ALEXIT.

4.1.2 Layout

Der Betrieb Zeulenroda hat eine große Fläche zur Verfügung. Es kann in mehrere Zonen oder Hallen unterteilt werden, von denen jede eine bestimmte Anzahl von Funktionen erfüllt. Maschinen und Lager sind optimal in Bezug auf Transportwege von Materialien und Teilen liegt. So wird eine Arbeit der Hallen nicht gestört. Der Autor wird detaillierter jeder Hallen betrachten, in denen die Maschinen direkt an der Herstellung des C-Gestells beteiligt sind.

Das erste Bereich ist ein offenes Außenlager für die Blechmaterialien. Der Hauptrohstoff für die Herstellung von Werkzeugmaschinen ist Blechstahl. Die Lagerung von Blechen ist nicht so einfach, wie es auf den ersten Blick scheint. Jedes Blech wird im Format 6x4 oder 8x4 Meter gekauft und wiegt mehrere Tonnen. Lagerung von großen und schweren Material in den Regalen oder in speziellen Türmen ist schwierig, so ist die beste Option - Lagerung auf speziellen Betonflächen außerhalb. Außerdem kann Stahl S235 und S335 bei der Lagerung unter freiem Himmel korrodieren. Aber wegen des Legierungsmetalls enthaltenen Elemente, wie Stickstoff (N), Chrom (Cr) und Molybdän (Mo) niedrig legierte Stähle haben eine hohe Rostschutzwirkung (S. 27 ff.). Darüber hin-

aus sind die Bleche bei der Lagerung nicht mechanisch belastet, was es dem Oxidfilm auf der Oberfläche ermöglicht, ihn vor längerer Korrosionseinwirkung zu schützen. Die Materialien für das C-Gestell werden auch in diesem Lager gelagert und von hier in zweite Zone geliefert.

Das zweite Bereich ist Halle №5. Haupttätigkeit: Schweißen, Strahlen, Ausschneiden (Anl. A2). Hier befinden sich die wichtigsten Schritte für die Herstellung einer beliebigen Presse im Betrieb: Die Materialreinigungsstation (Strahlen), die Autogene Brennschneidablage, die Schweißwerkstatt. Die Arbeit der letzten beiden sind die kostspieligsten und wichtigsten. Rund um die Brennschneidanlage befinden sich 2 Lager. Auf dem Ersten werden die Teile gespeichert, die weiter gereinigt werden (Strahlen). Im zweiten Lager werden Ausschnitt-Blech gelagert, aus denen weitere Teile für die nächsten Bestellungen ausgeschnitten werden. Kohlenstoffarmer Stahl ist ein teures Material, daher wird «Schrott» für die spätere Verwendung gespeichert, um maximalen Nutzen zu erzielen. Leider ist das zweite Lager überhaupt nicht optimiert, so dass es extrem viel Platz um die Brennschneidanlage nimmt. Der Arbeiter muss nach Augenmaß eine Möglichkeit der späteren Verwendung von Materialresten zu bestimmen.

Natürlich hat den Betrieb, der mechanische und hydraulische Pressen zusammenbaut, eine Schweißwerkstatt zur Verfügung. Es nimmt fast ein Drittel des gesamten Territoriums die Halle №5 ein. Die Schweißwerkstatt verfügt über 6 Arbeitstische und Schweißstellen, von denen die größte 8x6 Meter ist. An dieser Stelle ist nebenan eine spezielle Belüftung eingebaut, die gegen Ansammlung von schädlichen Gasen bei längerer Arbeit schützt. Dies ist ein wichtiges Gerät, angesichts der Tatsache, dass das C-Gestell für etwa 2470 Minuten geschweißt wird. Auch um die Schweißwerkstatt gibt es 2 Lager, für die Lagerung von Teilen und Rohlingen. Zum Beispiel besteht der Rahmen einer hydraulischen Presse aus 21 Teilen, die vor dem Schweißen in der Nähe liegen müssen. Angesichts der Schweißgeschwindigkeit reicht die bereitgestellte Fläche aus, um die Teile für ein bis zwei Aufträge zu anordnen.

Das dritte Bereich ist Halle №7, in der viele Arbeitsbereiche, wie die Montage von hydraulischen Pressen, 2 Lackstationen, 2 Montage und Reparatur von mechanischen Pressen, Brünieren, Punkt der Erhaltung, 8 Lager liegen. Der Autor wird nur Stelle beschreiben, die direkt in den Herstellungsprozess des C-Gestells von hydraulischen Presse beteiligt sind (Kap. 4.1.1).

Im nördlichen Teil der Halle befinden sich 2 Sägemaschinen, deren Eigenschaften oben beschrieben sind. Die Maschinen sind ziemlich groß, aber im Vergleich zu anderen werden nicht so oft verwendet.

In der südlichen Spritzkabine wird das C-Gestell grundiert und gestrichen. Vor der Spritzkabine befindet sich 2 Lager, in dem die Details warten auf ihre Linie zu malen. Streng genommen wird das Lagergelände auch als Arbeitsplatz genutzt. Darauf schließen alle Bohrungen, Gewinde, gefrästen Oberflächen, die nicht gefärbt sein sollen. Nur wenige Meter weiter nördlich befindet sich ein Montagebereich von hydraulischen Pressen, wohin das fertige C-Gestell sofort nach dem Lackieren zugestellt wird. In diesem Bereich finden Montage, Inbetriebnahme und Abnahme der fertigen Pressen statt.

Das vierte Bereich – Büros und Arbeitsplätze von Konstrukteuren, AV-Abteilung, Kundendienst, Vertriebsabteilung. Auch im südlichen Teil befindet sich ein Messraum. Dort befinden sich die Messwerkzeuge und die 3D-Koordinatenmessmaschine eingebaut – Mauser KMZ-P 201210. Die Steuerung ist in der Lage, die Abmessungen der Teile mit filigraner Präzision zu digitalisieren. Leider ist das C-Gestell von hydraulischen Presse zu groß, so dass die Überprüfung aller Abmessungen vor Ort mit Hilfe von tragbaren Messsystemen erfolgt.

Das fünfte Bereich ist Halle №19. In dieser Halle befinden sich alle Dreh - und Fräs-Maschinen. Eine große Anzahl von WZM ist auf die Besonderheiten des Betriebs zurückzuführen. Neben der Herstellung von hydraulischen und mechanischen Pressen, bietet Zeulenroda-Pressstechnik ein breites Spektrum von Lohnfertigung: Leistungsspektrum, Brennscheiden, Strahlen, Glühen, Schwei-

ßen, Vermessung, Oberflächenbehandlung, mechanische Bearbeitung. Das bringt genügend Einnahmen. Der Betrieb verfügt über 10 Drehmaschinen mit manuellen Steuerung (der gesamte südliche Teil der Halle), CNC-Drehautomat Voest WNC 700sx3000 CNC-Drehautomat Voest WNC 700sx2000, Fräsbearbeitungszentrum SHW Uniforce 6, Fräszentrum Matec 40HV, Fräszentrum Chiron 26Lx2400, Fräsmaschine Jungenthal DK 400, Tischbohrwerk Scharmann Ecocut 2.2, Bohrwerk BFT 110/7, Portalfräzwerk CFZ 16-20-06/40, CNC-Drehmaschine TRENS SE 520 NC.

4.2 Berechnung der Herstellkosten der C-Gestelle

4.2.1 Analyse der Kosten von Arbeitsvorgängen und Gemeinkosten

Um die Kosten des C-Gestells genau zu berechnen, muss man zuerst die größte Anzahl von Variablen bestimmen, die dafür benötigt werden. Um dies zu tun, verwendet der Autor die Daten, die direkt aus dem Betrieb genommen werden. Die Gruppen von Variablen werden in einige Untergruppen unterteilt: Material, Fremdkosten und Arbeitsplan. Maschinenstundensatz, die Kosten für jedes Teil und die Arbeitszeit werden in Anhang befestigt. Um die Arbeit zu erleichtern, werden Konstruktionsunterlagen (Zeichnung und Stückliste) benötigt, die sehr wichtig für den Arbeitsplan sind. Sie wurden in früheren Kapiteln vorgestellt (Kap. 3.5). Es ist auch erwähnenswert, dass die Kosten des C-Gestells ohne Entwicklungskosten berechnet werden.

Es gibt mehrere Optionen für die Berechnung der Selbstkosten des C-Gestells: Differenzierte Zuschlagkalkulation und Kalkulation mit Maschinenstundensätzen. Kalkulatorische Abschreibungen und Zinsen, Raumkosten, Energiekosten und Instandhaltungskosten schon im Maschinenstundensatz berechnet. Daher wird zur Berechnung der Kosten die Methode Differenzierte Zuschlagkalkulation mit Maschinenstundensatz verwendet (Abb. 14). Auch, Kostenart des C-Gestells ist variable Einzelkosten, weil die Kosten für das C-Gestell von Ma-

terialkosten, von der Instandhaltung und von den Kundenwunsch abhängig sind.

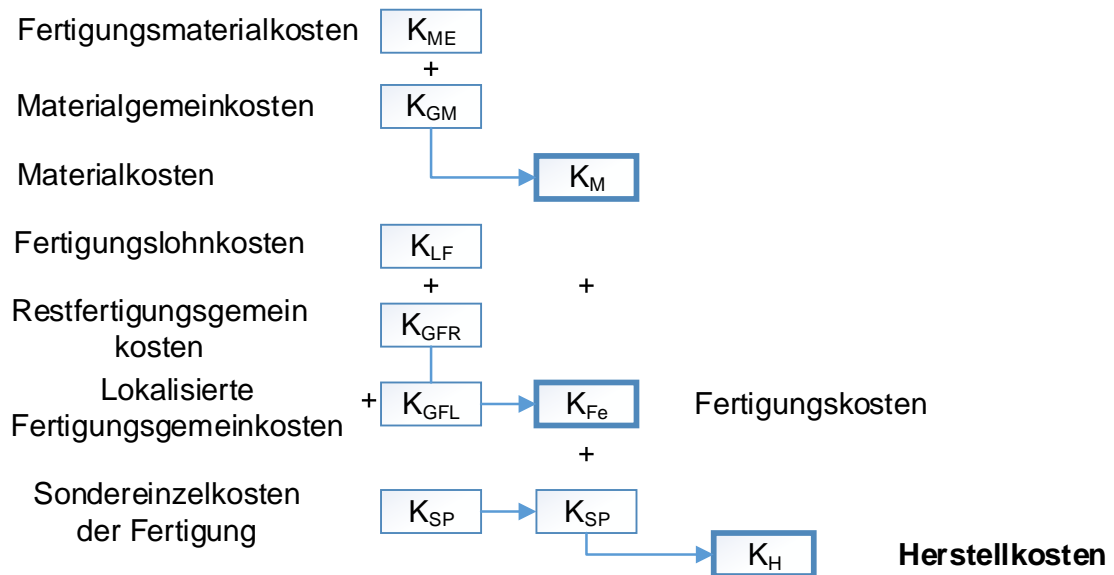


Abbildung 14: Schema der differenzierten Zuschlagskalkulation mit Maschinenstundensatz /Leif Goldhahn, Fertigungsprozessgestaltung, Seminar, 2021, S 9/

4.2.2 Auswertung

Fertigungsmaterialkosten: Bestandteile des C-Gestells sind aus Baustahl S235JR und kommen in Blechform 6x4 Meter, außer Halbzeug wie Rohr und Flach für die Teile „Rohr“ und „Rahmen“, die werden in einem anderen Formfaktor gekauft. Der Kaufpreis pro ein Kilo S235JR in Blechformfaktor beträgt 1.1 €. Mit Hilfe der Daten aus der Stückliste (Tab. 2), nämlich die Blechstärke (S) und der Oberfläche (O), kann man Volumen der Bestandteile finden. Stahldichte gemäß Tabellenbuch $\rho = 7.87 \text{ g / cm}^3$. Bei der Berechnung der Materialkosten für jedes Teil wird keine Abfallmenge berücksichtigt. Der Abfall nach dem Ausbrennen werden nicht weggeworfen, sondern bleiben bis zu einem halben Jahr erhalten. Sie werden wiederverwendet, um andere Teile aus anderen Aufträgen herzustellen. Daher sollten die Abfallkosten gleichmäßig auf alle Teile verteilt werden, die aus einem Blatt geschnitten wurden. Natürlich es ist unmöglich, die Anzahl dieser Werkstücke zu berechnen. Neben den Materialien werden Halbzeuge und fertige Teile wie Verschraubung gekauft.

Halbzeug	Größe [mm]	Kosten[€ pro m]
Flach S235JRC+C	60x15	20
Flach S235JR	50x8	2,5
Rohr S235JR	∅50	85
Werkstück	Größe [mm]	Kosten[€ pro Stück]
Verschraubung ESV35LA	-	46,99
Verschraubung ESV28LA	-	18,74
Verschraubung ESV16S-	-	9,64

Tabelle 4: Materialkosten

Jetzt sind die Daten genug, um das Fertigungsmaterialkosten für jedes Detail zu berechnen. Die Fertigungsgemeinkosten umfasst die Lagerungskosten (in den Endkosten enthalten) und die Lieferungskosten. $K_I = 163 \text{ €}$.

Wst Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
K_{ME} je Stk[€]	208,78	915	416	51,8	8,45	138	62,5	25,3	62
Wst Nummer	10	11	12	13	14	15	16	17	18
K_{ME} je Stk[€]	52	22,66	9,57	43	11,7	1,25	1,4	4,25	23,4
Wst Nummer	19	20	21	22	23	24			
K_{ME} je Stk[€]	0,5	916	8,6	47	18,74	9,6			

Tabelle 5: Werkstückkosten

Insgesamt, Materialkosten aller Teile sind: $\sum K_{ME} = 3204,38 \text{ €}$

In Materialgemeinkosten enthält nur Lieferungskosten: $K_{MG} = 163 \text{ €}$

Laut der Plan (Abb. 14): $K_M = K_{GM} + K_{ME} = 163 \text{ €} + 3204,38 \text{ €} = 3367,38 \text{ €}$

Fremdkosten

Wie in Kapitel 4.1 erwähnt, ist die Spanungsarmglühen der einzige Arbeitsschritt, der außerhalb dem Betrieb in Kooperation mit einem anderen Unternehmen stattfindet. Das bedeutet, dass nur Spanungsarmglühen Fremdkosten zugeschrieben werden können.

Die SGF GmbH Sachsen betrachtet die Kosten nach folgende Tabelle:

Gewicht Je Teil [in kg]	Glühen [€/kg]	Mindestpauschale Pro Auftrag in €	Glühprotokoll/APZ Je Charge in €
1 bis 165	0,30	30,00	19,00
166 bis 665	0,25		19,00
666 bis 1.670	0,22		19,00
1.671 bis 5.000	0,20		19,00
Ab 5.001	0,19		19,00

Tabelle 6: Glühen

Gewicht des C-Gestells ist: $m_g = 2.790 \text{ kg}$.

$$\text{Dann: } K_{KF} = m_g \times 0,20 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 2.790 \text{ kg} \times 0,20 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = \mathbf{558 \text{ €}}$$

Fertigung

Jeder Bestandteil des C-Gestells, vor der Montage und das Schweißen, durchläuft mehrere Bearbeitungsschritte. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Schritte sowie die Kostenberechnung kann in Anhang gesehen werden. Der Autor hält es für sinnvoller, den Arbeitsplan der allgemeinen Montage des C-Gestells zu zeigen. Auch die Kosten für jeden Schritt werden angegeben.

Arbeitsplan	Benennung: C-Gestell	Ident.-Nr. 1059	Datum: 25.07.2021		
Auftrags-Nr.: xx.xxxx.xx.	Zeichnungs-Nr.: xxx.xxxxx.xx	Menge: 1	Bearbeiter: Müller		
Werstoff: S235JR	Form und Abmessung: Siehe Zeichnung	Rohgewicht: 3000kg	Fertiggew.: 2970kg		
Nr.	Arbeitsgang	IST-Zeit [min]	Rüstzeit [min]	MSK [€/St]	Kosten [€]
1	Ausbrennen	706	224	35	542.5
2	Sägen	31	15	35	18
3	Schweißen	3075	110	35	1793.75
4	KM_Fräsen	155	50	35	90.41
5	Bohren	45	20	35	26.25
6	Strahlen	378	56	35	220.5
7	GM_Fräsen	880	180	55	806
8	Richten	155	21	33	85.25
9	Anreisen	110	20	35	64.2
10	Putzen	143	3	35	83.41
11	Strahlen	578	54	35	337.2
12	Farbgebung	113	3	41	77.22
13	Drehen	20	10	35	11.7

Tabelle 7: Arbeitsplan

$$K_{Fe} = \sum Kf = \mathbf{4156.39 \text{ €}}$$

Somit sind die Herstellkosten von C-Gestell beträgt:

$$K_F = K_M + K_{KF} + K_{Fe} = 3367.38 \text{ €} + 558 \text{ €} + 4156.39 \text{ €} = \mathbf{8081.77 \text{ €}}$$

5 Verbesserungskonzeption der Fertigung von Gestellen hydraulischer Pressen

5.1 Analyse und Kriterienauswahl der Verbesserung

Optimierung - ein Prozess der Maximierung von vorteilhaften Eigenschaften und Minimierung der Aufwendungen. Eine Optimierungsaufgabe ist korrekt formuliert, wenn Optimierungskriterien festgelegt sind. Es kann technologische Anforderungen, Zeitrahmen, Qualitätsniveau, Gewinn sein. Oder variierende Parameter (Fertigungsgröße, Temperatur, Druck, etc.). Eine Änderung dieser Parameter sollte zu einem erhöhten Endnutzen führen. Die Hauptaufgabe der Optimierung ist es, die beste Variante zu finden. Optimierungsmethoden werden verwendet, um die optimale Optimierungsstrategie zu ermitteln.

Jede Optimierung, sowie die Arbeitsplanerstellung beginnt mit einer Analyse der Ausgangssituation. Objekt der Optimierung ist der Herstellungsprozess des C-Gestells. Kriterien, nach denen man einen Erfolg der Optimierung bewerten kann, sind Produktionszeit, Produktionskosten, Abschreibungen und Produktionskomplexität. Zuerst muss man Schwerpunkte definieren, deren Optimierung eine Priorität sein wird.

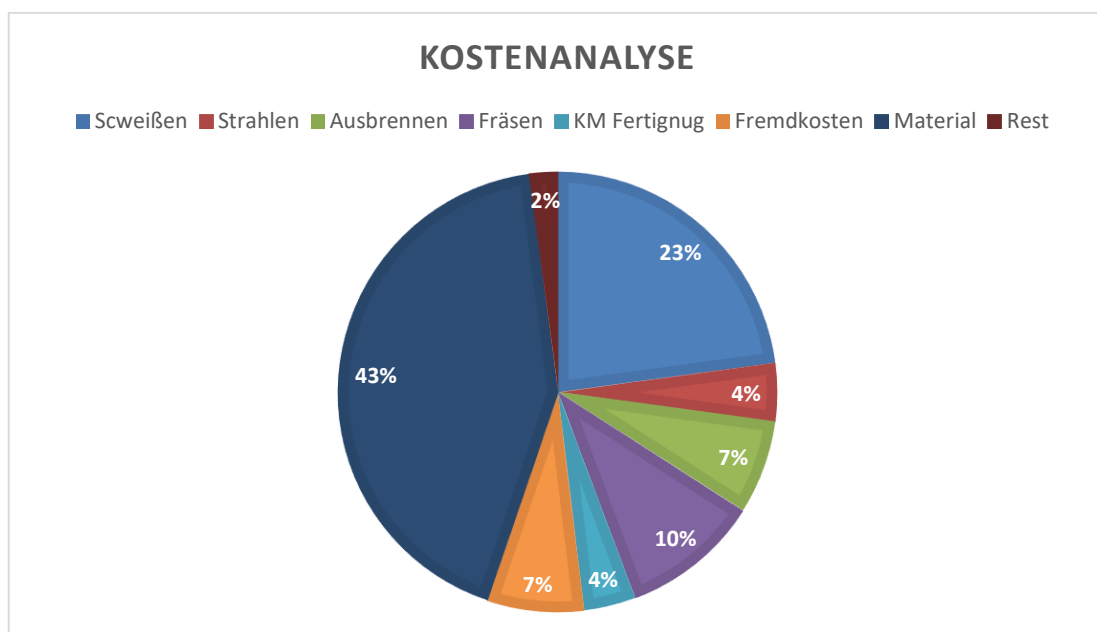


Abbildung 15: Kostenanalyse /Egor Levanovich, 2021/

Fast die Hälfte der Kosten des C-Gestells sind Materialien (S. 27 ff.). Die Verwendung eines anderen Materials ist nicht ratsam. Außerdem kauft Zeulenroda-Pressetechnik Konstruktionsstahl S235JR mit einem hohen kumulativen Rabatt. Eine weitere Möglichkeit Material zu sparen ist die Änderung der Konstruktion des C-Gestells in Richtung einer Verringerung des Gesamtgewichts. Aber diese Aufgabe ist im Rahmen der Bachelor-Arbeit schwer realisierbar.

Zweiter teurer Arbeitsschritt ist das Schweißen des C-Gestells. Zeulenroda-Pressetechnik setzt neue Schweißmaschinen mit hoher Leistung und Arbeitsgeschwindigkeit (MiG/MaG) ein. Die Einführung von Automatisierung, wie in Kapitel 4.1.1 beschrieben war, mit Besonderheiten im Arbeitsprozess, ist äußerst unrentabel und sinnlos. Automatisierte oder halbautomatisierte Schweißstationen zeigen ihre hohe Produktivität nur bei der Großserienfertigung von gleichen Teilen. Das C-Gestell wiederum ist einzigartig und gehört zur Einzelfertigung. Die Arbeitszeit kann nur durch eine Einstellung zusätzlicher Schweißer reduziert werden. Dies wird die Herstellkosten nicht verringern, aber die Arbeitsgeschwindigkeit erhöhen. Das wiederum könnte sich auf die Belastung der Schweißerei positiv auswirken.

Die Optimierung von SHW Uniforce 6 (S. 37 ff.) ist aufgrund der obligatorischen Arbeitsgenauigkeit, die nur mit diesem Fräsbearbeitungszentrum erreicht werden können, nicht möglich. Dieser Arbeitsschritt hat keine Alternativen.

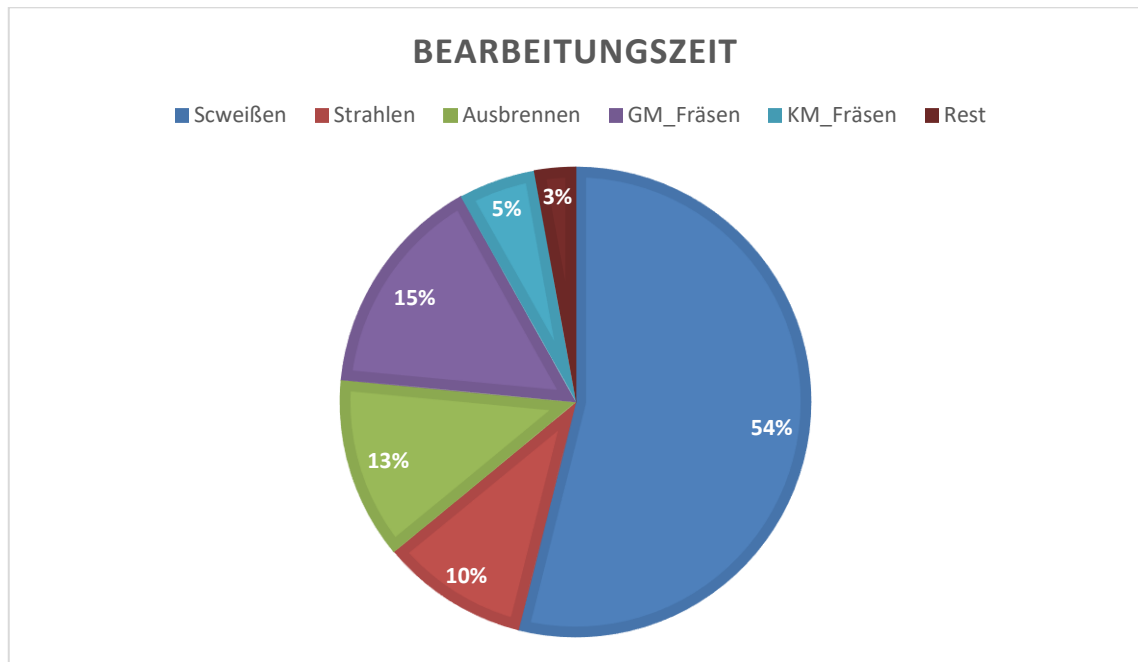


Abbildung 16: Bearbeitungszeit /Egor Levanovich, 2021/

Besondere Aufmerksamkeit exponiert Ausbrennen und Strahlen (Kap. 4.1.1). Zusammen nehmen diese Arbeitsschritte ein Viertel des gesamten Arbeitszeitfonds in Anspruch und kosten dabei etwa 11% der gesamten Herstellungskosten (Abb. 15). Strahlen läuft manuell, braucht viel Zeit, nicht nur für die Vorbereitung (Rüstzeit) als auch für einen Transport in der Halle (Vorbereitungszeit). Die Arbeitsgeschwindigkeit ist relativ gering: 12 min/m².

Die Brennschneidanlage, die im Betrieb seit mehr als 10 Jahren verwendet wird, ist technologisch veraltet. Eine geringe Arbeitsgeschwindigkeit ist auf mehrere Faktoren zurückzuführen. Erstens Rost und Schmutz, der sich während der Lagerung im Außenlager auf der Blechoberfläche bildet, reduziert die Schneidgeschwindigkeit um 10-15%. Zweitens sind die Brenner der Brennschneidanlage nicht automatisch drehbar. Dies bedeutet, dass der Mitarbeiter beim Fasenschnitt manuell die Düsen für jede Blechseite drehen und befestigen muss. Drittens kann diese Brennschneidanlage nicht die optimale Höhe zwischen der Düse und der Oberfläche bestimmen. All diese Faktoren verringern nicht nur die Geschwindigkeit der Brennschneidanlage, sondern führen auch zu mehr Arbeitsaufwand

Die Optimierung der übrigen Arbeitsschritte und Maschinen ist sowohl in Bezug auf die Kosten als auch auf die Laufzeit (<8%) nicht relevant.

Neben dem Wunsch, die Maschinen und Anlagen zu optimieren, ihre Geschwindigkeit zu erhöhen und gleichzeitig die MSK zu erhalten, möchte der Autor die Aufmerksamkeit auf andere ebenso wichtige Aspekte lenken. Es geht um die optimale Auslastung der Sammelplätze, die sich neben einigen Maschinen befinden, sowie um die Überbelastung der Hallen (es geht um Brückenkräne).

Wie in Kapitel 4.1.2 erwähnt, lagern mehrere Sammelplätze um Brennschneidanlage und Strahlkabine Reste von Blechen, die später weiterverwendet werden. Diese Bleche werden bis zu einem halben Jahr gelagert. Es nimmt extrem viel Platz ein (Anl. A2). In der Tat werden die Bleche und Reste auf dem Boden herum verteilt. Der Arbeiter muss dabei auf das Auge den nötigen Rest bestimmen, aus dem das Teil ausgeschnitten werden kann. Es scheint, dass rund um die Brennschneidanlage viel Platz ist und es auch auf diese Weise genutzt werden kann. Aber ist das optimal? Im Falle einer größeren Belastung der Anlage wird um die Maschinen noch mehr Platz benötigt. Die Bedingungen für die Lagerung von Halbzeuge und Blechmaterial müssen überdacht werden Ein gutes Lagersystem erhöht die Arbeitsstabilität der Anlage bei überdurchschnittlichen Belastungen und macht Platz für eine mögliche zukünftige Modernisierung der Anlage.

Eine besondere Herausforderung für Halle №5 ist die Logistik. Um genau zu sein, dann die Verwendung von Brückenkränen. Tatsache ist, dass nur Zwei Brückenkräne in der Halle eingebaut sind, Bleche und Halbzeuge von Ort zu Ort bewegen zu können. Die ungefähre Aktionenanzahl, die beide Brückenkräne während des Herstellungsprozesses durchführen:

- Blechübertragung von der Schienenwage auf Brennschneidanlage: 9
- Übertragung jedes Teils von Brennschneidanlage zum Sammelplatz: 19
- Übertragung jedes Teils aus dem Sammelplatz in Strahlkabine: 19
- Umdrehen jedes Werkstück in Strahlkabine, um die andere Seite zu reinigen: 19
- Jedes Teil von Strahlkabine auf Sammelplatz übertragen: 19

Insgesamt 85 Aktionen, die der Brückenkrane bei der Herstellung von nur einem C-Gestell durchführt. Ganz zu schweigen davon, dass einige Aktionen gleichzeitig stattfinden müssen, sonst wird die Vorbereitungszeit jedes im Betrieb produzierten Werkstücks stark wachsen werden. Dabei gibt es in der Halle №5 neben Brennschneidanlage und Strahlkabinen auch eine Schweißerei, wo auch ein Brückenkrane benötigt wird. Die Lohnfertigung-Werkstücke mit einem Gewicht von mehr als 30 kg hängen auch von dem Brückenkrane in dieser Halle ab.

Zielsetzung

Die Analyse von Produktionsprozesses des C-Gestells und des Betriebsarbeitssystems half, die Optimierungsrichtung und die Kriterien zu bestimmen, nach denen die Bewertung durchgeführt wird.

- Reduktion der Bearbeitungszeit, Rüstzeit und Vorbereitungszeit die Brennschneidanlage und die Strahlkabine ohne Erhöhung der MSK.
- Optimierung der Sammelplätze in der Halle №5, rund um die Brennschneidanlage durch die Einführung neuer Methoden der Blechbearbeitung oder Lagerungsmethoden von Halbzeugen.
- Erhöhung der Arbeitsstabilität von Halle №5 bei einer mittleren und hohen Belastung durch die Einführung alternativer Manipulatoren (Schwenkkran oder Brückenkrane).

Diese Änderungen zielen darauf ab, die Gesamtproduktivität des Betriebes nicht nur im Rahmen der Herstellung des C-Gestells, sondern auch bei der Herstellung jedes Werkstücks als Ganzes zu erhöhen. 90% aller bestellten Werkstücke aus der Lohnfertigung-Abteilung oder bei der Herstellung von Pressen werden über die Arbeitsschritte Ausbrennen und Strahlen geführt. Verbesserung dieser entscheidenden Arbeitsschritte wird die Produktionsgeschwindigkeit jedes Teils als Ganzes erhöhen. Im Gegenzug wird die Verringerung der Belastung für das Logistiknetzwerk der Halle №5 Arbeitsabläufe stabilisieren und theoretisch eine Kapazitätsreserve bei Betriebsvergrößerung schaffen.

5.2 Varianten Darstellung und grobe Konzeption

Optimierung der Lagerfläche. Insgesamt gibt es 3 Lagerungsarten, die eingesetzt werden können. 1 – Außenlager. Genau wie jetzt alle Bleche im Betrieb gelagert werden. Es braucht eine enorme Menge an Platz. Die zweite Methode ist eine vertikale Lagerung. Die Nachteile dieser Methode sind Verletzungsgefahr bei der Verwendung, lange Extraktion, keine Möglichkeit ein Blech direkt aus dem Regal mit einem Kran zu greifen. Die dritte Option ist die horizontale Lagerung von Blechen im Lagerturm. Die einfachste und billigste Variante für die horizontale Lagerung ist ein Lagerturm für großformatige Werkstücke. Die Bleche können mit einem Stapler geliefert werden. Dies erfordert zusätzliche Qualifikationen vom Mitarbeitern. Auch das wird die Vorbereitungszeit des Blechmaterials gering erhöhen. Eine teurere Variante beinhaltet die Verwendung eines modernen Lagerturms mit CNC-Steuerung und einem integrierten Schwenkkran. CNC-Steuerung ermöglicht, eine Position der einzelnen Halbzeuge zu verfolgen. Außerdem ist eine Tandemarbeit mit Brennschneidanlage möglich. Der Computer selbst wird automatisch das gewünschte Blech oder Werkstück vorschlagen, es aus dem Turm auslagern und auf den Arbeitstisch übertragen (im Falle einer engen Position mit letzterem). Aber normalerweise ist die maximale Breite der Kasette eines solchen Turms 3 m. Zeulenroda-Pressstechnik kauft die Bleche mit den Größen von 4x6 Metern. Aber in unserem Fall die Hauptaufgabe solcher Lagertürme ist es, die Rohlinge, Teile und Ausschnitte mit kleineren Abmessungen zu speichern.

Brennschneidanlage - Die Besonderheit des Betriebs Zeulenroda-Pressstechnik ist, dass das Hauptmaterial für die Arbeit ein Baustahl des Güte S235JR oder S355 ist, der im Blechformat geliefert wird. Um den Prozess des Ausschneidens zu beschleunigen, kann man andere Trennverfahren anstatt der traditionellen Gasschneidverfahren im Betracht ziehen. Neben dem Gasschneiden werden Plasma -, Laser- und Wasserstrahlschneiden in der Fertigung verwendet. Das Wasserstrahlschneiden hat eine relativ hohe Schneidgeschwindigkeit von dickwandigem Metall und ausgezeichnete Schneidgenauigkeit. Wasserstrahlschneiden heizt das Material nicht auf und man muss nicht das Werkstück nach der Bearbeitung richten. Die Nachteile

sind der hohe Verschleiß der Ausrüstung, die Anforderung an das verwendete Abrasivmittel und extrem hohe Kosten. Nur die reine Wasserstrahlanlage kostet ab 250.000 Euro. Ganz zu schweigen von der Wartung. Die MSK dieser Anlagen variiert zwischen 120 und 160 Euro pro Stunde. Laserschneiden kann das Material nur bis zu 40 mm schneiden, was bereits die angegebenen Anforderungen nicht erfüllt. Plasmaschneiden verliert stark an Schneidgeschwindigkeit ab einer Blechstärke von 60mm. Und dies trotz der Tatsache, dass es für die richtige Bedienung jeder Art von Maschinen einen qualifizierten und erfahrenen Mitarbeiter erfordert, der in der Lage ist, an diesen Anlagen zu arbeiten.

Eine weitere Option ist ein Austausch oder eine Modernisierung einer Anlage. Zuerst müsse geklärt werden, ob es sinnvoll sei, die alte Brennschneidanlage zu modernisieren. Die Brennschneidanlage an der Zeulenroda-Presstechnik wurde im Oktober 2010 gebaut, im 2020 erfolgte der Austausch der CNC-Steuerung durch eine neue. Höhensensoren, Brennerdrehmechanismus, Selbstzündung, Düsenausrichtung zur Oberfläche fehlen. Es gibt einen guten Führungsrahmen, einen Arbeitstisch, eine neue Steuerung. Auf dieser Grundlage kann man eine Retrofit durchführen. Die wichtigste Verbesserung ist der Austausch in rotierende Brenner, da es derzeit bis zu 2 Stunden Rüstzeit dauert, bis der Brenner auf Fasenschneiden eingestellt wird.

Strahlen - vielleicht der einzige Arbeitsschritt, dessen Automatisierung für den Fertigungsprozess im Allgemeinen möglich und nützlich ist. Erstens wird die automatische Oberflächenreinigung vor dem Ausschneiden die Schneidgeschwindigkeit um 10-15% erhöhen. Zweitens wird die Reinigung des gesamten Bleches insgesamt die Anzahl der Iterationen mit dem Brückenkran bei der Fertigung des C-Gestells um etwa 38 Aktionen reduzieren, was die Belastung der Kräne erheblich reduziert (S. 52 ff.). Drittens wird die Oberflächenvorbereitung, Ausschneiden und Wst-Lagerung automatisch erfolgen, falls die Steuerung richtig eingestellt ist. Dies wird nur möglich sein, falls ein Sammelplatz in der Nähe der Brennschneidanlage und der Strahlanlage erstellt wird. Die Reinigungsgeschwindigkeit der Durchlaufstrahlanlage ist unvergleichlich höher: bis zu 20m² pro Minute gegenüber 1m² pro 12 min. in Strahlkabine (manuelle Reinigung). Ganz zu schweigen davon, dass die Reinigung in der Strahlanlage automatisch erfolgen kann und erfordert weniger Vorbereitungszeit. Die Nachteile sind der

erhöhte Verbrauch von Abrasivmitteln, sowie einen hohen Stromverbrauch (8-22kW pro Turbine mit 6-8 Turbinen insgesamt).

5.3 Feindarstellung

Wie bereits erwähnt, ist die Optimierung auf eine Produktivitätserhöhung ohne Erhöhung der Arbeitskosten gezielt. Daher wird der Autor versuchen, einen Mittelweg zu finden.

Lagerung

Die billigste Lagerungsart ist die Lagerung von Werkstücken auf dem Boden um die Anlagen herum. In diesem Fall bleibt kein Platz für die neue Strahlanlage, daher wird die horizontale Lagerung des Materials in den Turmlagern vorrangig sein.

Die günstigste Variante ist ein Turmlager „Böckelt Tower“ ohne Schwenkkran und CNC-Steuerung (Abb. 17). Jede Kassette eines solchen Turms hält ein Blech mit Abmessungen von bis zu 4 auf 2 Meter und einem Gewicht von bis zu 5t. Die Höhe des Turms beträgt bis zu 20 Kassetten. Die Nachteile sind die relativ schwierige Entnahme des Blechs aus dem Regal. Die Kassette wird mechanisch mit einem Stapler herausgezogen. Der Turm mit einer Höhe von 3 Metern kostet von 10.000 Euro und fasst 8 Kassetten. Turmhöhe kann bis zu 12 Meter sein.



Abbildung 17: Turmlager ohne Schwenkkran /Böckelt Tower, 2016/

Die zweite Variante – Lagerturm „Böckelt Tower“ mit eingebauten Mechanismus für die Entnahme (Abb. 18). Auch hat keine CDC-Steuerung und Schwenkkran. Trotzdem sie vereinfacht den Prozess der Ausnahme durch eingebaute Führungsschienen, die es ermöglichen, das Werkstück ohne Stapler direkt aus der Kassette zu nehmen. Jede Kassette fasst ein Blech mit Abmessungen von bis zu 2 x 4 Metern und einem Gewicht von bis zu 3 Tonnen. Die Höhe des Turms reicht bis zu 20 Kassetten. Der Turm mit einer Höhe von 3 Metern kostet von 13.000 Euro und fasst 8 Kassetten. Turmhöhe kann bis zu 12 Meter sein.



Abbildung 18: Turmlager mit dem mechanischen Antrieb /Böckelt Tower, 2016/

Die dritte Variante ist ein Lagerturm „Böckelt Tower“ mit ausziehbaren Kassetten und einem Kran (Abb. 19). Es ist eine Kopie der zweiten Variante, aber mit einem Schwenkkran. Der Kran kann Lasten bis zu 6 Tonnen heben und hat einen Arbeitswinkel von 270 Grad. Die Höhe des Turms ist bis zu 20 Kassetten. Der Turm mit einer Höhe von 3 Metern kostet von 21.000 Euro und fasst 8 Kassetten. Turmhöhe kann bis zu 12 Meter sein.



Abbildung 19: Turmlager mit Schwenkkran /Böckelt Tower, 2016/

Die vierte Variante ist ein automatisierter Lagerturm Stopa-Tower-Eco von „Böckelt Tower“ mit CNC-Steuerung, ausziehbarem Mechanismus und Materialzufuhrmechanismus zur Maschine. Die Verbindung mit anderen Maschinen ist möglich, große Kassetten, die ein Blech mit Abmessungen von 6 x 2 Metern und einem Gewicht von bis zu 5 Tonnen fassen können. Ideal für vollautomatische Förderanlagen. Die Höhe des Turms beträgt 10 Metern und bis zu 40 Kassetten. Die Kosten von 85.000 Euro für den Lagerturm mit 12 Kassetten.

Brennschneidanlage

Im vorherigen Kapitel wurde eine Optimierungsrichtung ausgewählt. Der Kauf einer neuen Anlage wird den Schneidprozess leicht beschleunigen und gleichzeitig eine ausreichende Menge an Geldmitteln für die Implementierung ausgeben. Alle modernen Brennschneidanlage kosten ab 150.000 Euro. Die Modernisierung der einzelnen Module der bereits verwendeten Brennschneidanlage kostet um eine Größenordnung weniger.

Bach Cutting Company, die im Auftrag von Zeulenroda Presstechnik das Brennschneidanlage „Multicut 3500“ produzierte, setzte als Basis Teile und Steuerungssysteme von Messer Cutting System - Produktion ein. Daher wird die Priorität für den Austausch von Komponenten der gleichen Firma verwendet werden, um Konflikte zwischen den Bauteilen zu vermeiden. Der Retrofit wird bei der Firma Messer Cutting System durchgeführt, da die Firma Bach Cutting

Company bereits nicht mehr existiert. Weiter werden Varianten für Innovationen aufgeführt, die zuerst installiert werden müssen.

1) Sensoren für automatische Höhenverstellung (Abb. 20) - Mit diesem Sensor sowie eine notwendige Software kann man den Abstand zwischen einer Düse und einem Blech automatisch steuern. Messer Cutting System bietet einen speziellen Sensor für die Brennschneidanlage - Hypertherm Sensor OHC. Einfache Einbau des Sensors, der bei den Spezialisten aus Messer Cutting System durchgeführt werden kann. Der richtig gewählte Abstand zwischen einem Blech und einer Düse ermöglicht das effizienteste Schneiden und verbessert die Schneidqualität. Die Kosten für den kompletten Satz betragen 750 Euro.



Abbildung 20: OHC Sensor / Hypertherm, 2014/

2) Austausch eines Brennerwagens und eines Brennerhalters (Abb.21) – Diese Verbesserung ermöglicht die automatische Durchführung des Fasenschneidens. Das spart mehrere Stunden Rüstzeit. Es gibt mehrere Möglichkeiten, dieses Problem zu lösen:

- Einbau neues Brennerwagens mit dem Brennerhalter Triple Torch Unit D / AFL. Eigenentwicklung der Firma Messer Cutting Systems. Ermöglicht Fasenschnitt von Typen X, Y, V und K. Die Seitenbrenner schneiden bis zu 80mm, die Mittelbrenner schneidet bis zu 150mm. Servoantrieb ermöglichen eine automatische oder manuelle Winkeleinstellung von 15 bis 60 Grad. Die Kosten für den Brennerwagen von 9.990 Euro.



Abbildung 21: Triple Torch Unit D/AFL /Messer cutting System, 2017/

- Einbau auf den zweiten Brennerwagen den Brennerhalter Triple Torch Unit D / KS (Abb.22). Eigenentwicklung der Firma Messer Cutting Systems. Der Unterschied mit TTU D/AFL besteht darin, dass die Winkelein-
stellung nur manuell möglich ist. Die Kosten für die Umsetzung liegen bei 6.500 Euro

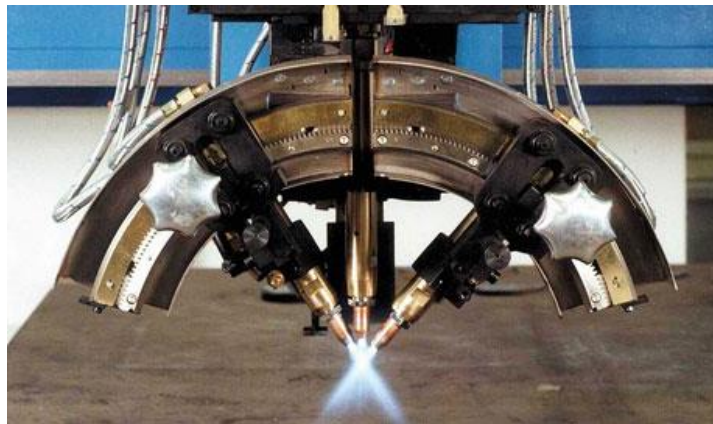


Abbildung 22: Triple Torch Unit D/KS /Messer cutting System, 2017/

- Einbau den Drehkopf für den Brenner MS832. Optionales Gerät für den schrägen Schnitt. Kann entlang oder über die Schnittachse eingestellt werden (Abb. 23). Die Kosten betragen 550 Euro



Abbildung 23: Drehkopf für MS832 /Messer cutting System, 2010/

3) Austausch einer Düse - Der einfachste Weg, die Schnittgeschwindigkeit zu erhöhen, ist ein Einbau neuer Hochgeschwindigkeitsdüsen. Sie können einem größeren Gasdruck standhalten und haben daher eine höhere Schnittgeschwindigkeit. Derzeit wird der Brenner MS 832 verwendet Und bis heute ist er auf dem Markt sehr gefragt. Aber die Düsen sind Standard - A-RS. Die VADURA + PLUS 1210-A-Hochgeschwindigkeitsdüsen werden als Ersatz verwendet. Die Kosten für 6 Düsen betragen 173 Euro (zum Schneiden von 3 bis 150 mm)

4) Installation einer neuen Software auf einer CNC-Steuerung - Um eine automatische Höhenverstellung und Fasenschnitt in vollem Umfang nutzen zu können, benötigt man neue Software. Es ist kein Ersatz des Steuerung-PC erforderlich. – Kosten für den Service von 500 bis 1.500 Euro je nach Modernisierung.

Strahlanlage

Die Hauptvoraussetzung für die Auswahl der Strahlanlage ist ihre Abmessung. Sie soll neben der Brennschneidanlage stehen. Dies reduziert die Anzahl der Arbeitsbereiche von 3 auf 2 und ermöglicht eine effizientere Nutzung von Brückenkränen. Auch die Hauptaufgabe der Strahlanlage soll ermittelt werden. Falls die Hauptaufgabe die Blechreinigung vor dem Ausbrennen ist, dann ein Eingangsfenster der Strahlanlage sollte größer als 4m sein, wenn die Strahlanlage wird die Teile nach dem Schneiden zu reinigen, dann kann das Eingangsfenster auf 3 Meter reduziert werden. Auch im ersten Fall muss man die Ein- und Ausgangsrollbahnen einbauen, die ein ganzes Blech von 4 x 6 Meter halten

müssen. Das bedeutet, dass beide Rollbahnen mindestens 7 Meter lang sein müssen.

1) Kaltenbach Marathon 4008A - Strahlanlage mit den Abmessungen des Eingangsfensters BxH, ca.: 4200x600mm und 8 angebrachte Turbinen 15kW jede. Die Reinigungsgeschwindigkeit beträgt 0,5 bis 2,5 m/min. Eine äußerst produktive Anlage, die die Reinigungszeit aller Werkstücke um bis zu 55-mal verkürzen kann. Jede Turbine verbraucht 220kg Abrasivmittel pro Minute. Abmessungen ohne Rollen LxBxH, ca.: 9x9x9,5m. Zusätzlich benötigt man 2 Rollbahnen mit Abmessungen LxB ca.: 7x4,2m. Kosten für die Strahlanlage von etwa 220.000 Euro.

2) Kaltenbach Marathon 3008A - Strahlanlage mit den Abmessungen des Eingangsfensters BxH, ca.: 3100x600mm und 6 angebrachte Turbinen, 15kW jede. Die Reinigungsgeschwindigkeit beträgt 0,5 bis 2,5 m/min. Verbrauch jeder Turbine 220kg Schleifmittel pro Minute. Abmessungen ohne Rollen LxBxH, ca.: 9x8x9, 5m. Zusätzlich benötigt man 2 Rollen mit Abmessungen LxB ca.: 4x4, 2m. Kosten für die Strahlanlage von etwa 200.000 Euro.

Die Rollbahnen kosten zusätzlich 15.000 – 20.000 Euro

- In Anlehnung an / www.kaltenbach.com/de/, 2021/.

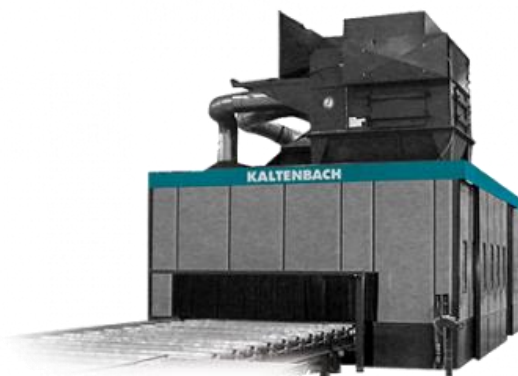


Abbildung 24: Marathon 3008A /Kaltenbach GmbH, 2019/

5.4 Auswahl der Vorzugsvariante

Lagerung

Trotz seiner niedrigen Kosten ist die Verwendung der günstigsten Option unpraktisch. Der Hauptnachteil ist der Extraktionsprozess, der viel Zeit in Anspruch nehmen kann und erfordert Führerschein für den Stapler. Der Lagerturm mit einem Kran (S. 57) wird seine Funktionalität nicht in vollem Umfang nutzen. Der Schwenkkran auf dem Turm wird nur ein Werkstück von der Kassette, aber es kann nur der Brückenkran zu der Anlage liefern. Die Lagertürme werden neben Brennschneidanlage und Strahlanlage wegen Platzmangels nicht aufgestellt. Der Schwenkkran wird eine Verschwendung von Geld sein. Letzte Variante, Lagerturm mit CNC-Steuerung hat einen extrem hohen Preis, die Lagerung von Schnitten oder Werkstücken in einem solchen Lagerturm ist irrelevant.

Vorzugsvariante ist der Lagerturm mit dem Vorschubmechanismus, der niedrige Kosten hat und ohne den Hauptnachteil der ersten Variante ist. Um den Inhalt der Sammelplätze bei Brennschneidanlage und Glühofen zufassen, wird Platz mit einer Gesamtfläche von 330 m² benötigt. Dazu werden drei 6,5m hohe Türme mit 16 Kassetten gekauft. Die Gesamtkosten betragen 78.000 Euro.

Brennschneidanlage

An der Brennschneidanlage müssen neue Düsen und Sensoren eingebaut werden, andere Alternativen es nicht gibt. Ihre Kosten sind gering und die Effizienz ist hoch. Die Hauptfrage ist die Auswahl des Brennerwagens zum Schneiden von Fasen. In der Tat löst der Kauf einem Drehkopf für 550 Euro bereits das Problem (S.61). Aber erhöht sich die Funktionalität? Die manuelle Einstellung des Schnittwinkels mit dem Drehkopf erfordert ebenfalls viel Zeit. Außerdem kann nicht der neue Sensor mit dem Drehkopf funktionieren, was bedeutet, dass manuelle Höhenverstellung auch Zeit verschwenden wird. Die beste Option ist in diesem Fall wird die zweite Variante – Triple Torch Unit D/KS. Es erhöht erheblich die Funktionalität der Brennschneidanlage, verkürzt die Vorbereitungszeit und kann verschiedene Arten von Fasen in jede Richtung

schneiden. Außerdem wird es nicht mit dem Sensor kollidieren. Die Gesamtkosten für die Modernisierung der Brennschneidanlage betragen 8.923 Euro.

Strahlanlage

Hauptgedanke eine Verwendung der Strahlanlage war neben einer Verkürzung der Bearbeitungszeit die Reduzierung einer Zahl von Arbeitsbereiche bis 2. (Strahlen&Ausbrennen und Schweißen) (Abb. 25). Dies reduziert die Belastung auf die Brückenkräne. Die vorrangige Variante ist daher, Strahlanlage auf dem Sammelplatz rechts neben der Brennschneidanlage einzubauen (Fein Layout). Leider ist der Einsatz des extrem effizienten Marathon 4008A aufgrund seiner zu hohen Abmessungen nicht möglich. Diese Strahlanlage mit einer Fensterbreite von 4,2 Metern sollte nach der Idee ganze Bleche vor dem Ausbrennen reinigen. In diesem Fall werden jedoch Ein- und Auslaufrollbahnen mit einer Länge von mindestens 7 Metern benötigt. Die Gesamtlänge beträgt in diesem Fall 23 Meter. Das ist größer als die Gesamtlänge der Halle um 4 Meter (siehe Fein Layout). Die vorrangige Variante ist daher der Marathon 3008A mit einer Gesamtlänge von 16 Metern. Die Kosten für die Maschine mit Einbau und Einstellung betragen 220.000 Euro.

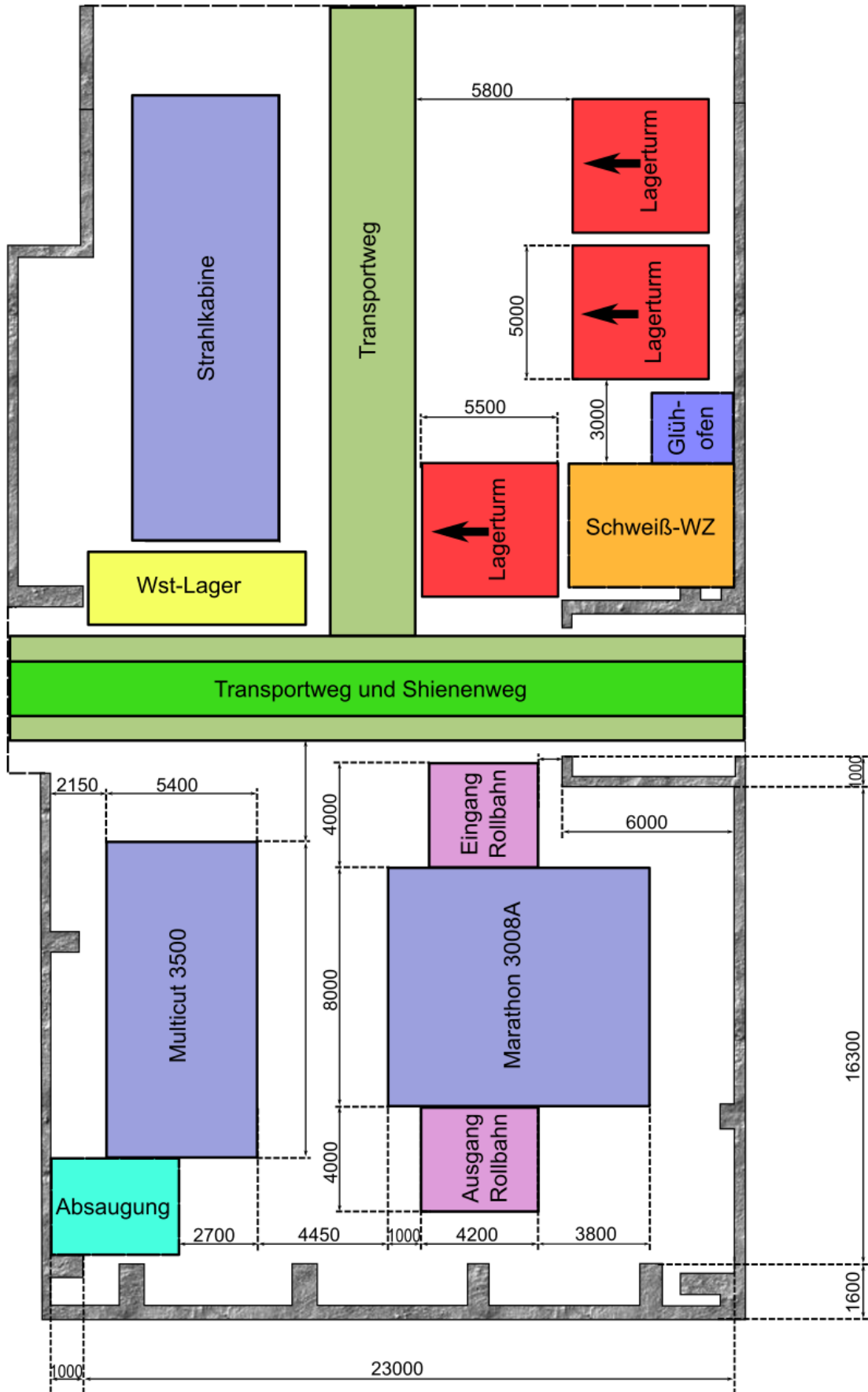


Abbildung 25: Soll-Layout der Halle 5 /Egor Levanovich, 2021/

5.5 Berechnung der Einsparungen für die Fertigung des C-Gestells

Brennschneidanlage, Schnittgeschwindigkeit und Gasverbrauch.

Zuerst werden Düsen A-RS und VADURA 1210A – Plus verglichen. Von besonderem Interesse sind nur die Schneidgeschwindigkeit und der Gasverbrauch.

Schneiddüsenvergleich						
Wst- dicke [mm]	A-RS			VADURA 1210A-PLUS		
	Schnitt- geschwindigkeit [mm/min]	Sauerstoff Verbrauch [m ³ /h]	Acetylen Verbrauch [m ³ /h]	Schnitt- geschwindigkeit [mm/min]	Sauerstoff Verbrauch [m ³ /h]	Acetylen Verbrauch [m ³ /h]
10	600	2,09	0,30	700	1,73	0,41
15	520	2,96	0,35	645	3,33	0,41
25	410	3,26	0,35	530	4,13	0,41
30	380	2,96	0,35	510	4,33	0,41
40	340	4,56	0,35	460	4,73	0,41
50	320	5,06	0,35	415	5,13	0,41
60	320	8,63	0,41	375	7,93	0,41
80	280	9,33	0,41	330	9,13	0,41
100	250	10,03	0,41	280	10,63	0,41

Tabelle 8: Schneiddüsenvergleich

Die tatsächliche Schnittgeschwindigkeit, die zur Berechnung des Arbeitsschrittes-Ausbrennen verwendet wird, wird experimentell abgeleitet. Es umfasst die Lochstechzeit, die Anlageeinstellung und die Einstellung des Brenners auf die optimale Höhe. Ungereinigte Blechoberfläche beeinflusst auch die Schnittgeschwindigkeit. Um eine Arbeit der Düsen unter realen Bedingungen zu vergleichen, dauert es eine lange Zeit. Daher wird der Autor am Beispiel der Fertigung des C-Gestells die theoretischen Werte (Schnittgeschwindigkeit und Gasverbrauch) der Düsen vergleichen. Mit der Tab.3 wird die gesamte Schnittlänge für

jeder Blechstärke berechnet. Dann werden die Schnittzeit und der Gasverbrauch bestimmt. Die folgende Tabelle enthält die Werte:

Gasverbrauch						
Wst-dicke [mm]	A-RS			VADURA 1210A-PLUS		
	Arbeitszeit [min]	Verbrauch Sauerstoff [m ³]	Verbrauch Acetylen [m ³]	Arbeitszeit [min]	Verbrauch Sauerstoff [m ³]	Verbrauch Acetylen [m ³]
10	13,95	0,4856	0,06975	11,95	0,3445	0,08165
15	2,6	0,128	0,0151	2,04	0,113	0,01394
25	108,5	5,895	0,6329	86,06	5,923	0,588
30	13,15	0,648	0,0767	9,8	0,707	0,0669
40	16,23	1,23	0,0946	12	0,946	0,082
60	32,81	5,1	0,224	28	3,7	0,191
Summe:	187,24	12,73	1,11275	149,9	11,73	1,0243

Tabelle 9: Gasverbrauch

Die Tabelle 9 zeigt, dass die neuen Düsen nicht nur die Geschwindigkeit erhöhen, sondern auch den Gasverbrauch reduzieren. Die A-RS-Düsen haben jedoch einen geringeren Gasverbrauch, wenn sie mit 25- und 30-mm-Blechen arbeiten. Insgesamt nach der Modernisierung hat man folgende Ergebnisse: Reduzierte Schnittzeit um 20%, Sauerstoffverbrauch um 8%, Acetylenverbrauch um 8%.

Strahlanlage:

Laut der Anlage 1 beträgt der Maschinenstundensatz des neuen Strahlanlage 49,6 €/h. Bei einer durchschnittlichen Bearbeitungsgeschwindigkeit von 12 m²/min kostet die neue Reinigung aller Teile weniger als 4 Euro, da die Reinigung insgesamt nicht mehr als 3 Minuten dauert, ohne Rüstzeit. Alte Kosten war 220,5€ für 6,5 Arbeitsstunden. Die neue Anlage ist 144 Mal schneller und 110 Mal günstiger. Angesichts der Tatsache, dass im Durchschnitt Strahlkabine arbeitet 3 Stunden pro Arbeitstag, kann man berechnen, wie viel es kostet:

Die Amortisationsdauer wird über durchschnittlichen Jahresüberschuss berechnet

Laut Angaben von Zeulenroda-Prasstechnik: Strahlkabine arbeitet 3 Stunden pro Arbeitstag. Insgesamt mit 254 Arbeitstagen pro Jahr werden 762 Arbeitsstunden. Durchschnittliche Arbeitsgeschwindigkeit der Strahlkabine ist 1m^2 pro 12 Minuten. Das gleiche Arbeitsvolumen kann neue Strahlanlage in 381 Minuten oder 6,35 Stunden schaffen (Durchschnittliche Arbeitsgeschwindigkeit beträgt 12m^2). Die Arbeitskosten für die Strahlanlage betragen 350€. Die Arbeitskosten für die Strahlkabine für das gleiche Arbeitsvolumen betragen 26.670€. Gewinn = 26320€.

Leider konnte der Autor die Investitionskosten nicht finden, deshalb wird die grobe Amortisationszeit berechnet. Doch der Amortisationsdauer für die Strahlanlage beträgt: $220.000\text{€} / 26.320\text{€} = \mathbf{8,35\text{ Jahre}}$.

6 Zusammenfassung

6.1 Einführung

Der Prozess der Herstellung des C-Gestell war komplizierter als es auf den ersten Blick scheint. Einerseits ist das C-Gestell nur eine Menge von Teilen, die zusammengeschweißt sind. Andererseits erschweren die technischen Anforderungen (Anl. A4) diesen Prozess vielfach. In dem Herstellungsprozess entstehen neue Arbeitsschritte wie die Bearbeitung im Fräszentrum SHW, die die Arbeitszeit und die Endkosten erheblich erhöhen. Bei der Vertiefung in Komplexität der einzelnen Arbeitsschritte sind viele Nuancen der Arbeit entstanden: Montage, Schweiß- und Bearbeitungsverfahren, Ausrichtung, Trennverfahren, Betriebslogistik. Genau diese hohen Anforderungen an die Fertigung entwickeln ein Unternehmen und seine Wettbewerbsfähigkeit. Man muss daran die grundlegenden Dinge wie Betriebslogistik und Vorbereitungszeit berücksichtigen. Falsch gelagerte Arbeitsplätze oder Lager können den Herstellungsprozess der Presse von 3 Wochen auf 2 Monate strecken. Deshalb wird in allen Büchern über Betriebsorganisation der Arbeitsplanung besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

6.2 Ergebnis der Modernisierung

Die richtige Analyse ermöglicht es, «schwache» Stellen des Fertigungsprozesses genau und schnell zu bestimmen. Zu diesen Stellen gehört die Logistik in bestimmten Werkhallen, die eingesetzte Werkzeugmaschine und die veralteten Bearbeitungsmethoden. Die manuelle Reinigung in Strahlkabine ist eine veraltete Methode der Oberflächenreinigung. Wie sich herausstellte, ist die Strahlkabine im Vergleich zu modernen Strahlanlagen in der Geschwindigkeit und den Kosten der Reinigung vielfach unterlegen. Außerdem hat die Strahlkabine einen Teil der Logistikressourcen der Halle besetzt, was auch ein unvergleichlicher Nachteil ist. Aber sie hat einen gewichtigen Vorteil, wegen dem der Autor die Strahlkabine behalten hat – eine Möglichkeit die Werkstücke mit gro-

ßen Abmessungen zu bearbeiten. So schnell und produktiv eine neue Strahlanlage ist, aber sie kann nicht reinigen nach dem Glühen das gesamte C-Gestell. Deshalb ist eine Tandemarbeit ist eine ideale Variante.

Die Brennschneidanlage zeigte doch seine Effizienz bei ausreichender technischer Ausstattung. Neue Arten von Trennverfahren, die aktiv in der Produktion verwendet werden, wie Plasma - Laser - Wasserstrahlschneiden zeigten ihre hohen Kosten und Ineffizienz bei der Herstellung des C-Gestells. Einige schneiden viel schneller, aber nur bei kleine Blechstärken. Andere zeigen eine ausgezeichnete Schnittgenauigkeit, aber ihre MSK ist vielfach höher bei einer geringfügigen Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit. All dies deutet, dass moderne Verarbeitungsmethoden fachspezifisch und nicht immer eine universelle Lösung sind.

Die Modernisierung der Brennschneidanlage hat sich sowohl hinsichtlich des investierten Geldes als auch hinsichtlich der Kapazitätswachse von Betrieb als äußerst effektiv erwiesen. Schnelle, günstige und leistungsstarke Düsen erhöhen die Schnittgeschwindigkeit um 17%, und die MSK bleibt unverändert. Die neuen Brennerhalter ermöglichten es, die Rüstzeit um mehrere Stunden zu reduzieren und vor allem die menschliche Beteiligung am Arbeitsprozess zu reduzieren. Wenn früher ein paar Stunden zum Fasen der Brennschnitte benötigt wurden, wird dies jetzt durch ein paar Klicks auf der CNC-Steuerung erreicht.

Viele Sammelplätze in der Halle Nummer №5 wurden befreit. Nun stehen an ihrer Stelle „ordentliche“ Lagertürme, die mehr Werkstücke aufnehmen können. Das wiederum erzeugte Platz für eine neue Strahlanlage. Durch diese Änderungen wurde die Halle №5 nicht in 3 Arbeitsbereiche, sondern in 2 unterteilt. Unter Berücksichtigung der Besonderheiten der Arbeit der Anlage hat es eine ausreichende Versorgung der Betriebsleistung für die zukünftige Entwicklung geschaffen. Die Nachteile sind Kosten dieser Lagertürme. Immerhin 80.000 Euro pro Lager sind hoch. Aber es gibt keine Alternativen. Die Lagerung von großformatigen und schweren Teilen war schon immer teurer.

Eine Durchlauf Strahlanlage ist eine gute Variante, um die Betriebsleistung zu erhöhen und die Arbeitskosten der Arbeitsschritte Strahlen zu senken. Aber es

gibt immer noch Nachteile. Natürlich, die Strahlanlage reinigt die Oberfläche sehr schnell, aber ihre Stillstandszeit in dem Betrieb erhöht sich auf 7 Stunden. In der Tat ist ihre Kapazität zu groß. Strahlanlage eignet sich eher für die Massenproduktion als für die Einzelfertigung. Eine Alternative gibt es hingegen noch nicht. Strahlanlage hängt immer von seinen Abmessungen ab. Es gibt keine günstigen Maschinen, die große Teile reinigen könnten und dabei wenig Platz einnehmen würden.

7 Schlussbetrachtungen

Die Modernisierung der Fertigung ist ein äußerst arbeitsintensiver und komplexer Prozess. Und je einfacher der Prozess ist, desto schwieriger ist es, ihn zu modernisieren. In dieser Arbeit musste der Autor in viele Wissensbereiche gehen vertiefen: Die Struktur der Brennschneidanlage, die Arten der Oberflächenbehandlung, Trennverfahren, Kräne, die Lagerungsorganisation. Viel Zeit wurde für die Berechnung der neuen MSK und eine Suche nach den Kosten von Ausrüstung, die später eine Vorzugsvariante sein wird, verbracht.

Im Laufe der Bachelorarbeit wurden alle Hauptaufgaben erfüllt. Die durchgeführte Analyse konnte alle Besonderheiten der Fertigung von Gestellen hydraulischer Pressen in C-Bauform bekanntgeben und ist nicht nur einzelne Arbeitsschritte, sondern auch das ganze System und die Wechselwirkung zwischen ihnen als Ganzes zu beschreiben. Außerdem dienten Ergebnisse der Analyse als eine Grundlage für die Entwicklung eines Plans zur Modernisierung der Produktion. Die Hauptaufgabe der Modernisierung waren Verringerung der Produktionszeit des C-Gestells, die Vergrößerung der Leistungskapazitäten des Betriebs in bestimmten Arbeitsschritten, Lösung der logistischen Probleme der Halle. Eine zusätzliche Aufgabe war es, die MSK für die Arbeitsschritte zu sparen. Diese Aufgabe ist sogar überbieten. Wegen der mehrfach gestiegenen Arbeitsgeschwindigkeit werden die Kosten für Strahlen um 95% gesenkt werden. Es gelang auch, die Geschwindigkeit von Brennschneidanlage zu erhöhen, ohne Erhöhung die MSK, was ein Erfolg ist. Mit den Innovationen, die wichtige Produktionsschritte ergriffen, beschleunigte sich die Fertigungsgeschwindigkeit von Gestellen hydraulischer Pressen und die Betriebsbelastung sank.

Literaturverzeichnis

Bücher:

- (1) Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart, Uhlmann: Umformende Werkzeugmaschinen, Vorlesungsskript. 2008 Berlin, Technische Universität Berlin, Ingenieurwissenschaftliche Fakultät, Vorlesungsskript. 2008
- (2) Prof. Dr.-Ing. Goldhahn, Leif: Grundlagen der Produktion, Vorlesungsskript. 2018 Mittweida, Hochschule, Ingenieurwissenschaftliche Fakultät, Vorlesungsskript. 2018
- (3) Prof. Dr.-Ing. Goldhahn, Leif: Fertigungsprozessgestaltung, Vorlesungsskript, Operationsplanung. 2018 Mittweida, Hochschule, Ingenieurwissenschaftliche Fakultät, Vorlesungsskript. 2018
- (4) Prof. Dr.-Ing. Goldhahn, Leif: Fertigungsprozessgestaltung, Vorlesungsskript, Arbeitsplanung als Teil des Produktionsprozesses. 2018 Mittweida, Hochschule, Ingenieurwissenschaftliche Fakultät, Vorlesungsskript. 2018
- (5) Prof. Dr.-Ing. Goldhahn, Leif: Fertigungsprozessgestaltung, Vorlesungsskript, Zeitwirtschaft. 2018 Mittweida, Hochschule, Ingenieurwissenschaftliche Fakultät, Vorlesungsskript. 2018
- (6) Prof. Dr.-Ing. Goldhahn, Leif: Fertigungsprozessgestaltung, Vorlesungsskript, Kalkulation, Variantenvergleich. 2018 Mittweida, Hochschule, Ingenieurwissenschaftliche Fakultät, Vorlesungsskript. 2018
- (7) Prof. Dr.-Ing. Goldhahn, Leif: Fertigungsprozessgestaltung, Vorlesungsskript, Rationalisierung von Fertigungsprozessen. 2018 Mittweida, Hochschule, Ingenieurwissenschaftliche Fakultät, Vorlesungsskript. 2018
- (8) Dr. Ing Heller, Lutz: Präsentation des Betriebs. Zeulenroda, Zeulenroda-Prasstechnik GmbH, 2020
- (9) Dr. Ing Wittig, Sven: Umformtechnik 2, Vorlesungsskript. Zeulenroda, Zeulenroda-Prasstechnik GmbH, 2016
- (10) Dr. Ing Wittig, Sven: Technische Unterlagen, PYE 25 Holland. Zeulenroda, Zeulenroda-Prasstechnik GmbH, 2020
- (11) Karl-Heinz Decker: Maschinenelemente. Funktion, Gestaltung und Berechnung., Berlin, 2018, 20. Auflage.
- (12) Prof. Dr.-Ing. Hahn, Frank: Einführung in die Werkstofftechnik, Vorlesungsskript. 2016
- (13) Prof. Dr.-Ing. Hahn, Frank: Konstruktionswerkstoffe, Vorlesungsskript. 2016.
- (14) Prof. Dr.-Ing. Alexander, Appel: Planungsmethoden und –Instrumente der Auftragsabwicklung, Refa-Seminar, REFA, 31.10.2012.
- (15) Prof. Dr.-Ing Halzem Rolf: Die REFA – Planungssystematik, REFA BV Düren/Aachen, Düren, 2014.
- (16) Beate Bender, Dietmar Göhlich, DUBBEL Taschenbuch für den Maschinenbau, Bochum, Berlin, 2020.
- (17) Prof. Dr.-Ing. Köster, Frank, Vorlesung Kunststofftechnik, Mittweida, 2020

Online-Quellen:

- (18) Zeulenroda Presstechnik. <info@zeulenroda-presstechnik.de>; Heller, L.: Ein Unternehmen mit Geschichte. URL: <<https://www.zeulenroda-presstechnik.de/startseite/wir-ueber-uns.html>>, verfügbar am 01.01.2018.
- (19) Zeulenroda Presstechnik. <info@zeulenroda-presstechnik.de>; Heller, L.: Hydraulische Pressen. URL: <<https://www.zeulenroda-presstechnik.de/produkte/hydraulische-pressen.html>>, verfügbar am 01.01.2018.
- (20) Zeulenroda Presstechnik. <info@zeulenroda-presstechnik.de>; Heller, L.: Lohnfertigung. URL: <<https://www.zeulenroda-presstechnik.de/zulieferung/leistungsspektrum.html>>, verfügbar am 01.01.2018.
- (21) Zeulenroda Presstechnik. <info@zeulenroda-presstechnik.de>; Heller, L.: Strahlen. URL: <<https://www.zeulenroda-presstechnik.de/zulieferung/strahlen.html>>, verfügbar am 01.01.2018.
- (22) Welt Stahlsorten.; S235JR. URL: <[S235 Stahl S235JR Datenblatt Werkstoff 1.0038 Streckgrenze, Zugfestigkeit - Welt Stahl](#)>, verfügbar am 01.07.2011.
- (23) METINBEST. <<mailto:smc@metinvestholding.com>>; Сталь S235JR. URL: <[Сталь S235JR: аналоги, свойства, характеристики - Метинвест-ЦМЦ \(metinvest-smc.com\)](#)>, verfügbar am 01.05.2015.
- (24) DMS GmbH. <deppert@dmsgmbh.com>; Wagner WA 140 CNC. URL: <[DMS Deppert Maschinenservice GmbH \(dmsgmbh.com\)](#)>, verfügbar am 01.01.2010.
- (25) ИТС-ИНЖИНИРИНГ. <info@topweldcut.ru>; Как правильно подобрать сопла для машинного резака фирмы Messer. URL: <[Как правильно подобрать сопла для машинного резака Messer \(topweldcut.ru\)](#)>, verfügbar am 26.01.2020.
- (26) Wagner-Ersatzteilversorgung GmbH. <info@wagner-ersatzteile.com>; Gustav-Wagner Maschine. URL: <[Maschinenverzeichnis Gustav-Wagner Sägen und Maschinen \(wagner-ersatzteile.com\)](#)>, verfügbar am 01.09.2010.
- (27) RBC. <marketing@rbc.ru>; В 2019 г производство металлообрабатывающих станков в мире составило 34,5 млн шт, превысив значение 2015 г на 10,3%. URL: <[В 2019 г производство металлообрабатывающих станков в мире составило 34,5 млн шт, превысив значение 2015 г на 10,3%. :: РБК Магазин исследований \(rbc.ru\)](#)>, verfügbar am 22.05.2020.
- (28) Wirtschaftswissen.de. <kundendienst@wirtschaftswissen.de>; Schuller, I.: Besonderheiten bei der Kalkulation eines Projekts. URL: <[Besonderheiten bei der Kalkulation eines Projekts - wirtschaftswissen.de](#)>, verfügbar am 05.04.2009.
- (29) Dieschweissprofis.de. <kontakt@dieschweissprofis.de>; Brennschneiden einfach erklärt – Kann Stahl brennen?. URL: <[Brennschneiden einfach erklärt - Kann Stahl brennen? | DIESCHWEISSPROFIS](#)>, verfügbar am 07.09.2020.
- (30) Die Chemie-Schule. <science@willighp.de>; Presse(Maschine). URL: <[Presse \(Maschine\) – Chemie-Schule](#)>, verfügbar am 02.04.2015.

-
- (31) Industrial Engineering Vision. < email@onmada.de>; Dogan, E.: Arbeitsplanung. URL: < <https://industrial-engineering-vision.de/arbeitsplanung/> >, verfügbar am 19.10.2018.
- (32) Kaltenbach GmbH. < info@kaltenbach.de>; Marathon, URL: < <https://www.kaltenbach.com/de/strahlanlagen/marathon-a3008/#/?playlistId=0&videoid=0> >, verfügbar am 11.09.2016.
- (33) Kiit.ru. < office@kiit.ru>; Stopa Power Eco. URL: < <https://www.kiit.ru/product/stopa-tower-eco/> >, verfügbar am 2018.
- (34) Topweldcut.ru < info@topweldcut.ru>; Поворотная головка для резака MS 832. URL: < https://topweldcut.ru/catalog/gazokislorodnoe_oborudovanie/prinadlezhnosti_dlya_rezakov/dlya_mashinnykh_rezakov/706/ >, verfügbar am 2019
- (35) Messer Cutting Company < info@messer-cutting.com>; Triple Torch Units D/AFL. URL: < <https://www.messer-cs.com/index.php?id=9584&L=7> >, verfügbar am 2015.
- (36) Messer Cutting Company < info@messer-cutting.com>; Triple Torch Units D/KS. URL: < <https://www.messer-cs.com/index.php?id=9586&L=7> >, verfügbar am 2015.
- (37) Hypertherm. < info@hypertherm.com >; Sensor OHC. URL:<<https://www.hypertherm.com/ru/>>, verfügbar am 2008.

Anlagen

Anlage 1

Berechnung der MSK für neue Strahlanlage und alte Strahlkabine

Für die Berechnung der MSK werden die Daten und Zahlen aus dem Betrieb verwendet, die zur Berechnung der Arbeitskosten verwendet wurden.

Gegeben: Reparatur und Instandhaltungskosten $K_{RI} = 12000\text{€}$, Raumkosten $K_R = 42.760\text{€}$, Energiekosten $K_{St} = 33.400\text{€}$, Energiekosten für Strahlkabine = 7530€ , Betriebliche Kosten $K_{Be} = 15600\text{€}$, Betriebsstoffe $K_{BS} = 5400\text{€}$, Strompreis $K_s = 0,19 \text{ € / kWh}$, Personalkosten $K_{pk} = 35000\text{€}$, Produktivstunden pro Jahr = 1613h . Arbeitstage = 254 .

a) MSK für Strahlkabine

Gemeinkosten:

$$K_{KG} = K_R + K_{St} + K_{RI} + K_{Be} + K_{BS} = 42.760\text{€} + 33.400\text{€} + 12.000\text{€} + 15.600\text{€} + 5.400\text{€} = 109160\text{€}$$

K_{KG} – Mittelgemeinkosten pro 8 Mitarbeitern, die arbeiten in der Halle №5. An der Strahlanlage arbeitet 1 Mitarbeiter, deshalb gilt:

$$K_{GM1} = 109160\text{€} / 8 = 13645\text{€}$$

Maschinenstundenkosten:

$$\frac{K_{KP} + K_{Ab} + K_{GM1}}{t_P} = \frac{35000\text{€} + 4125\text{€} + 13645\text{€}}{1613 \text{ h}} = 32,7 \text{ €/h}$$

b) MSK für Strahlanlage Marathon 3008A

Raumfläche der Strahlkabine und der Strahlanlage sind ähnlich, deshalb Raumkosten bleiben unverändert.

Energiekosten:

15kW je Turbine, insgesamt 6 Turbinen, 30 kW für Kompressor, 10 kW für Steuerung, also insgesamt 130 kW/St. Betriebsstunden werden von 3 Stunden für Strahlkabine bis 0,5 Stunden bei gleichem Arbeitsvolumen verringert.

$$K_{E2} = 130 \text{ kW/St} \times 0,19 \text{ €/kWh} \times 254 \text{ tage} \times 0,5 \text{ St} = 3137 \text{ €}$$

Neue Energiekosten für die Halle №5:

$$K_{St1} = K_{St} + K_{E2} - K_{E1} = 33.400\text{€} + 3137\text{€} - 7530\text{€} = 29007\text{€}$$

Betriebsstoffe:

Strahlkabine braucht für die Arbeit Abrasivmittel, die kostet 45 € pro 25Kg. Jährliches Verbrauch ist 1.650Kg (2970€). Neue Strahlanlage für die Arbeit braucht um 22-mal mehr Abrasivmittel:

$$K_{Abr} = \frac{1650\text{Kg} \times 45\text{€}}{25\text{Kg}} \times 22 = 65.340\text{€}$$

$$K_{BS1} = K_{BS} + K_{Abr} - 2970\text{€} = 5.400\text{€} + 65.340\text{€} - 2970\text{€} = 67.770\text{€}$$

Abschreibungskosten der Anlage:

Die Anlage kostet 200.000€. Kalkulatorische Abschreibung für 10 Jahre wird $K_{AA} = 20.000\text{€}$.

Gemeinkosten:

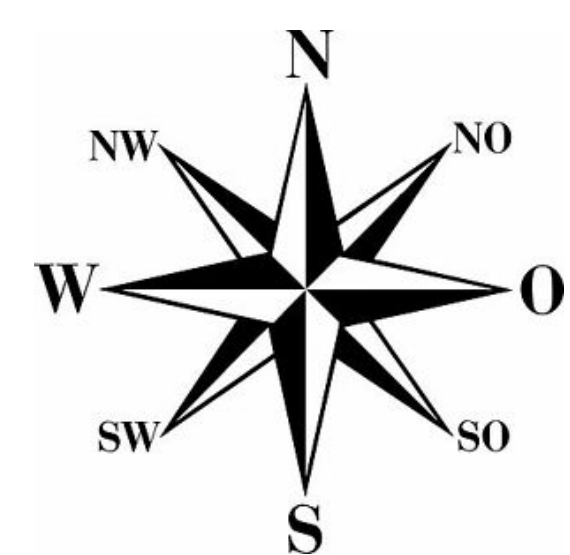
$$K_{KG1} = K_R + K_{St1} + K_{RI} + K_{Be} + K_{BS1} = 42.760\text{€} + 29.007\text{€} + 12.000\text{€} + 15.600\text{€} + 67.770\text{€} = 167137\text{€}$$

K_{KG} – Mittelgemeinkosten pro 8 mitarbeiten, die arbeiten in der Halle №5. An der Strahlanlage arbeitet 1 Mitarbeiter, deshalb gilt:

$$K_{GM1} = \frac{167137\text{€}}{8} = 20892\text{€}$$

Maschinenstundenkosten:

$$\frac{K_{KP} + K_{Ab} + K_{KG1} + K_{AA}}{t_P} = \frac{35000\text{€} + 4125\text{€} + 20892\text{€} + 20000\text{€}}{1613\text{ h}} = 49,6\text{ €/h}$$



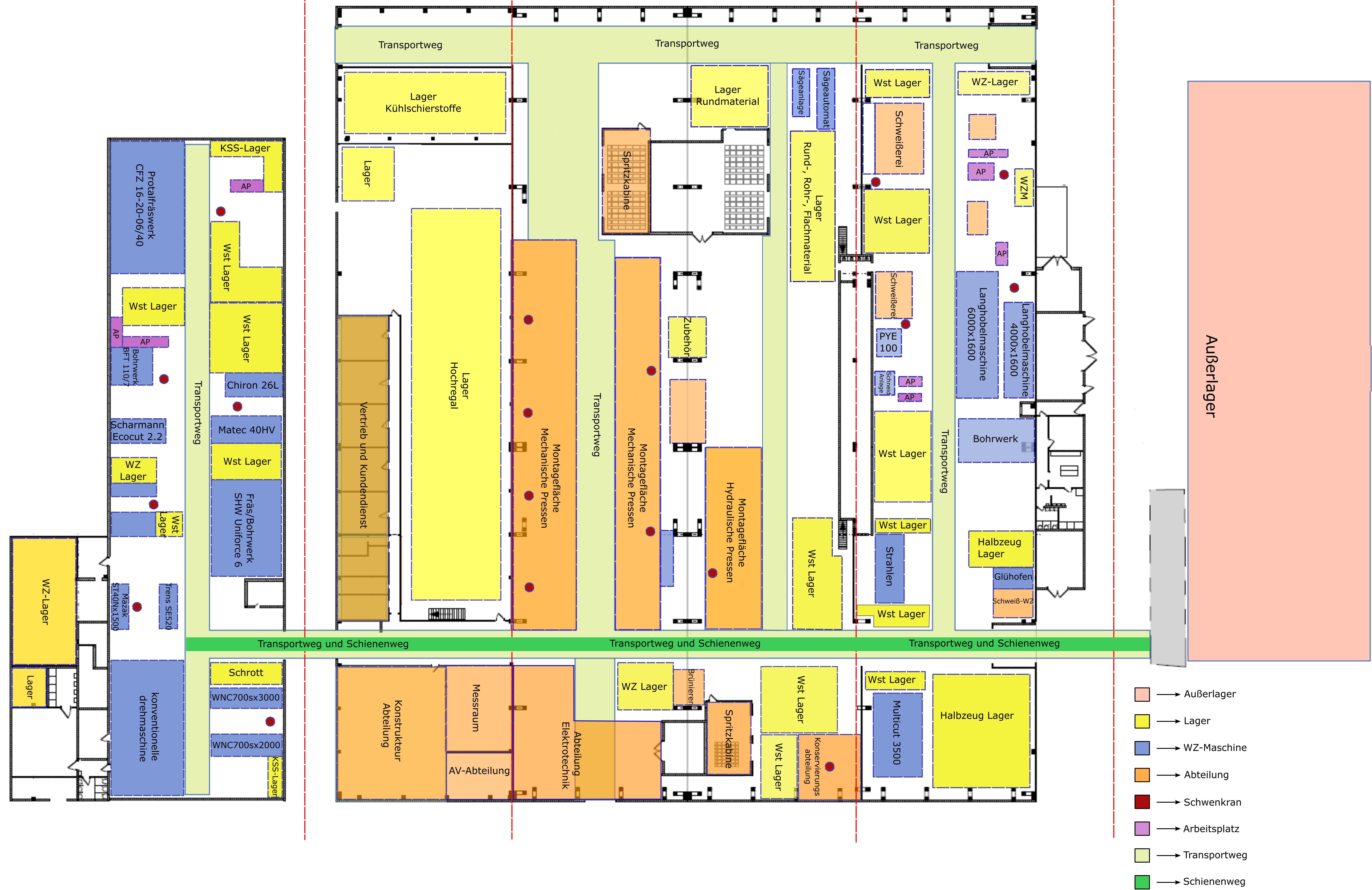
Zone 5
Halle №19

Zone 4

Zone 3
Halle №7

Zone 2
Halle №5

Zone 1



- Außerlager
- Lager
- WZ-Maschine
- Abteilung
- Schwenkran
- Arbeitsplatz
- Transportweg
- Schienenweg

Anlage A2

Objekt		Maßstab -	Menge -
Bezeichnung	Anlage A2		
Beib.	Datum: 01.06.21	Name: Levanovich	Ist-Layout
Masse		Blatt 1	
Zust.	Änderungen	Datum	

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

21.07.2021

Egor Levanovich

Ort, Datum

Vorname Nachname