



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Institut für
Fertigungstechnik und
Photonische Technologien



Diplomarbeit

Entwicklung eines Spannsystems für dreidimensional geformte Bleche

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines

Master of Science unter der Leitung von

Univ.-Prof. Dipl. Ing. Dr. Bleicher

(Institut für Fertigungstechnik und Photonische Technologien)

Dipl. Ing. Dr. Stefan Gössinger

(Institut für Fertigungstechnik und Photonische Technologien)

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Mathias Neumüller

1426744

Berggasse 30

4150 Rohrbach

Wien, im Juli 2019

Mathias, Neumüller

Kurzfassung

Die Böhler Bleche GmbH & Co KG stellt qualitativ hochwertige Bleche für die Automobil- und Werkzeugindustrie her. Diese Bleche werden dabei in einem Warmwalzprozess verformt. Durch diesen Prozess entstehen an der Oberfläche des Bleches Fehler, die sich auf die Qualität der Endprodukte negativ auswirken. Aus diesem Grund müssen diese Defektstellen nach dem Warmwalzen spanend entfernt werden. In Kooperation mit dem Institut für Fertigungstechnik und Photonische Technologien der Technischen Universität Wien soll eine Anlage entwickelt werden, die in der Lage ist, diese Defektstellen mit möglichst hohem Automatisierungsgrad zu entfernen.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung eines Teilbereiches der Wende- und Stapelvorrichtung, welche die Beladung der Anlage übernimmt. Außerdem soll die Aufnahmeeinheit der Stapelvorrichtung auch als Maschinenpalette verwendet werden. Das bedeutet, das Blech wird aufgenommen und samt Haltevorrichtung in die Bearbeitungsmaschine eingelegt. Konkret wird in dieser Arbeit auf die Entwicklung dieser Haltevorrichtung, genannt Halterahmen, eingegangen.

Eine große Herausforderung bei dieser Entwicklung ist die undefinierte Form des Bleches. Durch die Wärmeeinbringung beim Warmwalzen entstehen bei der Abkühlung der Bleche Spannungen im Inneren des Materials. Diese Eigenspannungen führen zu Deformationen des Bleches. Somit besitzt jedes Blech eine individuelle Form. Bei der Entwicklung des Halterahmens muss daher besonderes Augenmerk auf die Möglichkeit zur Anpassung an die individuelle Oberfläche des Bleches gelegt werden.

Da der Halterahmen auch als Maschinenpalette während der Bearbeitung genutzt werden soll, muss die Konstruktion in vertikaler und horizontaler Richtung eine ausreichende Steifigkeit besitzen, um Schwingungen und Vibrationen zu vermeiden.

In dieser Arbeit werden verschiedene Konzepte für die Realisierung des Halterahmens erarbeitet. Auch die Auswahl der technischen Komponenten ist Teil dieser Arbeit. Weiters wird ein Überblick über die am Markt verfügbaren Technologien zur Spannung von großen dünnwandigen Bauteilen, wie sie beispielsweise in der Luftfahrt eingesetzt werden, gegeben.

Die mechanische Konstruktion des Halterahmens wird von einer zeitgleich verfassten Bachelorarbeit bearbeitet.

Abstract

Böhler Bleche GmbH & Co. KG manufactures high-quality sheets for the automotive and tool industry. In course of the manufacturing, the sheets are deformed in a hot rolling process. This process creates defects on the surface of the sheet that negatively affect the quality of the finished products. For this reason, these defects must be removed by machining after hot rolling.

In cooperation with the Institute for Manufacturing Technology and Photonic Technologies of the Vienna University of Technology, a system is to be developed which is able to remove the defects with the highest possible degree of automation. This work deals with the development of a part of the turning and stacking device, which takes over the loading of the plant. In addition, the receiving unit of the stacking device should also be used as a machine pallet. This means that the sheet is picked up and placed in the processing machine together with the holding device. A major challenge for this development is the undefined shape of the sheet metal. As a result of the heat exposure during hot rolling, tensions develop inside the material, as the sheets cool. These residual stresses lead to deformations of the sheet. Thus, each sheet has an individual shape. Therefore, special attention must be paid to the adaptability of the individual surface of the sheet in the development of the support frame.

Since the support frame is also to be used as a machine pallet during machining, the construction in the vertical and horizontal direction must have sufficient rigidity to avoid vibrations during machining. In this work, various concepts for the realization of the holding frame are developed. The selection of technical components also part of this work.

Furthermore, an overview of the technologies available on the market for the tension of large thin-walled components, such as those used in aviation, is given. The mechanical construction of the support frame is handled by a simultaneous bachelor thesis.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	8
2	Ziel der Arbeit.....	10
3	Grundlagen und Stand der Technik	11
3.1	Positionieren und Bestimmen des Werkstückes	11
3.1.1	Allgemeines und Begriffsbestimmung.....	11
3.1.2	Konstruktive Gestaltung von Bestimmelementen	11
3.1.3	Stützelemente.....	13
3.2	Werkstückspanntechnik	14
3.2.1	Allgemeines	14
3.2.2	Einteilung der Spannmittel.....	16
3.2.3	Spannelemente.....	18
3.3	Grundlagen der Hydraulik	21
3.3.1	Allgemeines	21
3.3.2	Kommunizierende Gefäße.....	22
3.4	Grundlagen der Vakuumtechnik.....	23
3.4.1	Allgemeines	23
3.4.2	Vakuumherstellung.....	24
3.4.3	Praktische Auslegungsregeln	26
3.5	Universal-holding-fixture Systeme.....	29
3.5.1	Allgemeines	29
3.5.2	TORRESTOOL® von MTORRES.....	30
3.5.3	Kostyrka UHF-Element.....	32
3.5.4	Universal holding fixture von ONExia	33
3.5.5	3D Freiformflächenspanner von Schmalz.....	33
3.5.6	Anwendungsgebiete von universal-holding-fixture Systemen.....	34
4	Anforderungen und Randbedingungen	36
4.1	Anforderungen	36
4.2	Randbedingungen.....	38
5	Konzeptfindung Halterahmen.....	39
5.1	Allgemeines.....	39

5.2	Funktionsstruktur.....	40
5.2.1	Gesamtfunktion.....	40
5.2.2	Teilfunktionen	40
5.3	Wirkprinzip	41
5.3.1	Morphologischer Kasten	41
5.3.2	Konzeptbeschreibung.....	43
5.4	Konzeptbewertung	46
6	Aufbau und Funktionsweise Halterahmen.....	48
6.1	Konstruktion	48
6.1.1	Wendevorrichtung.....	48
6.1.2	Halterahmen	49
6.2	Hydrauliksystem.....	53
6.3	Pneumatiksystem.....	57
6.4	Elektrik Halterahmen.....	58
6.5	Funktionsweise	59
7	Komponentenauswahl und -auslegung.....	62
7.1	Allgemeines.....	62
7.2	Anordnung der Sauggreifer.....	62
7.2.1	Gerade Anordnung	62
7.2.2	Versetzte Anordnung.....	63
7.2.3	Anordnung mit verschiedenen Saugerabständen.....	64
7.2.4	Anordnungsauswahl	65
7.3	Auslegung der Sauggreifer.....	66
7.3.1	Allgemeines	66
7.3.2	Rechnerische Auslegung.....	66
7.3.3	Saugversuche mit Vakuumsaugteller	68
7.4	Zylinderauswahl	70
7.4.1	Getestete Zylinder	70
7.4.2	Axiale Steifigkeit	71
7.4.3	Radiale Steifigkeit.....	73
7.4.4	Einsinken der Kolbenstange bei anhaltender Belastung.....	76
7.4.5	Reibungswiderstand	77

7.4.6	Gegenüberstellung der verschiedenen Zylinder	79
7.5	Auswahl der Vakuumsaugdüsen	80
7.6	Auswahl der Ausgleichsgefäße	82
8	Steifigkeitsversuche Gesamtaufbau	83
8.1	Laterale Steifigkeit.....	83
8.2	Vertikale Steifigkeit.....	84
8.3	Zusammenfassung der Steifigkeitsmessungen	86
9	Zusammenfassung und Ausblick	87
10	Literaturverzeichnis	89
11	Abbildungsverzeichnis.....	91
12	Tabellenverzeichnis	94
13	Symbolverzeichnis	95
14	Anhang.....	96