

**TECHNISCHE HOCHSCHULE DARMSTADT**

Institut für Produktionstechnik

und Umformmaschinen

Prof. Dr.Ing. D. Schmoeckel

**Thema :**

Konstruktion von Führungs- und Meß-  
vorrichtungen für eine Drück-Walz-Versuchsanlage

**KONSTRUKTIVER ENTWURF**

vorgelegt von

Mohruni, Amrifan Saladin

Darmstadt, im Herbst 1996

## Studienarbeit

für

Herrn cand.-ing. Amrifan Saladin Mohruni

Thema: Konstruktion von Führungs- und Meßvorrichtungen für eine Drück-Walz-Versuchsanlage

Eine flexible Möglichkeit zur Herstellung von Zahnradvorformen ist die Fertigung aus Blechronden unter Anwendung eines modifizierten Drück-Walz-Verfahrens. Dazu werden Blechronden mit verschiedenen Durchmessern und Blechdicken verwendet und auf einer Drück-Walz-Versuchsanlage zu Stirn- und Kegelradvorformen umgeformt.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist eine Werkzeugführung zur Integration in ein bereits vorhandenes Werkzeugsystem sowie eine Meßvorrichtung zur Ermittlung des Planlaufs der Werkstücke zu konzipieren. Die beiden entwickelten Lösungskonzepte sollen konstruktiv ausgearbeitet und bis hin zu werkstattgerechten Einzelteilzeichnungen ausgestaltet werden.

Beginn: 01.12.1995

Betreuer: Dipl.-Ing. S. Hauk



Prof. Dr.-Ing. D. Schmoeckel

# Vorwort

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich bei der Anfertigung der vorliegenden Studienarbeit unterstützt haben.

Herrn Prof. Dr.-Ing. D. Schmoeckel danke ich für die Möglichkeit zur Durchführung dieser Arbeit am Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen.

Herrn Dipl.-Ing. Stefan Hauk danke ich für die engagierte und verständnisvolle Betreuung und motivierende Unterstützung bei der Anfertigung dieser Studienarbeit.

# Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, daß ich die vorliegende Studienarbeit selbständig, nur mit Hilfe der angegebenen Literatur und einem Kommilitonen bei der Sprachkorrektur angefertigt habe.

Darmstadt, im Herbst 1996

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Kurzbeschreibung des Drück-Walz-Verfahrens . . . . .	2
1.2	Problemstellung . . . . .	2
1.3	Konkretisierung der Aufgabenstellung . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Entwicklung der Radialkraftführung</b>	<b>5</b>
2.1	Anforderungen an die Radialkraftführung . . . . .	6
2.1.1	Bewegungsgenauigkeit der Führung . . . . .	6
2.1.2	Platzverhältnis an der Versuchsanlage . . . . .	6
2.1.3	Momentenaufnahme und Kraftrichtungen am Werkzeug . . . . .	9
2.1.4	Verschleiß und Normalien . . . . .	9
2.1.5	Einstellmöglichkeiten . . . . .	9
2.2	Zusammenstellung der Anforderungsliste . . . . .	9
2.3	Konzipieren der Radialkraftführung . . . . .	11
2.3.1	Aufstellen einer Funktionsstruktur . . . . .	12
2.4	Prinzipielle Lösungen für die Hauptfunktionen . . . . .	12
2.4.1	Richten der Radialkraft . . . . .	12
2.4.2	Ertragen des Biegemomentes der Radialkraft . . . . .	13
2.4.3	Anpassung an den vorhandenen Bauraum . . . . .	13
2.4.4	Anpassung an die vorhandene Werkzeugplatte . . . . .	14
2.5	Prinzipielle Lösungen für Nebenfunktionen . . . . .	14
2.5.1	Austauschen von Klemmleisten ermöglichen . . . . .	14

INHALTSVERZEICHNIS	II
2.5.2 Einstellmöglichkeiten . . . . .	14
2.6 Entwicklung einer Wirkstruktur . . . . .	14
2.6.1 Radialkraft richten . . . . .	15
2.6.2 Biegemoment ertragen . . . . .	20
2.6.3 Einstellmöglichkeiten . . . . .	21
2.6.4 Anpassung an die vorhandenen Werkzeugplatten . . . . .	22
2.6.5 Austauschmöglichkeiten von Klemmleisten . . . . .	23
2.6.6 Anpassung an den vorhandenen Bauraum . . . . .	25
2.7 Entwicklung einer Baustruktur . . . . .	26
<b>3 Konstruktion der Führungseinheit</b>	<b>29</b>
3.1 Dimensionierung der Führung . . . . .	29
3.1.1 Dimensionierung der Grundplatte . . . . .	29
3.1.2 Dimensionierung der Anschlußplatte . . . . .	30
3.1.3 Dimensionierung der Bodenplatte . . . . .	32
3.1.4 Dimensionierung der Stützplatte . . . . .	33
3.1.5 Dimensionierung des Stützwinkels . . . . .	35
3.1.6 Dimensionierung der Schienen . . . . .	35
3.1.7 Dimensionierung der Klemmleisten . . . . .	36
3.2 Ausarbeitung des ausgewählten Entwurfs . . . . .	37
3.2.1 Bodenplatte . . . . .	37
3.2.2 Klemmleisten . . . . .	37
3.2.3 Schienen . . . . .	38
3.2.4 Beschreibung des Führungszusammenbaus . . . . .	38
<b>4 Ständer für einen Wegaufnehmer</b>	<b>41</b>
4.1 Einleitung . . . . .	41
4.2 Problemstellung . . . . .	41
4.3 Zusammenstellung der Anforderungsliste . . . . .	42
4.4 Weiterverarbeiten der Anforderungsliste . . . . .	44

INHALTSVERZEICHNIS	III
4.5 Zusammenbau der fertigen Lösungen . . . . .	44
<b>5 Zusammenfassung</b>	<b>47</b>
5.1 Optimierung der Führungseinheit . . . . .	47
5.2 Konstruktion eines Ständers für einen Wegaufnehmer . . . . .	48
<b>A Zeichnungen und Stücklisten</b>	<b>51</b>

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Flexibilisierungspotential des Drück-Walz-Verfahrens . . . . .	1
1.2	Beschreibung der Prozesse im Diagramm . . . . .	2
1.3	Die zu optimierende vorhandene Lösung . . . . .	3
1.4	Versagenfälle Faltenbildung (links) und Ausknicken . . . . .	4
2.1	Grundformen der Geradföhrungen . . . . .	5
2.2	Versuchsanlage am Institut für Produktionstechnik und Umformma- schinen TH Darmstadt . . . . .	7
2.3	Seitensicht Bauraum an der Maschine . . . . .	8
2.4	Ein Beispiel für die Bearbeitung einer Ronde . . . . .	13
2.5	Profilformen für Föhrungsflächen mit geraden Spurlinien nach [2] . .	15
2.6	Konstruktionskatalog Geradföhrungen mit gleicher Profilform nach [2]	16
2.7	Systematik der Gleit-, Walz- und Schwebepaarungen nach [2] . . . . .	17
2.8	Geradföhrungen mit unterschiedlicher Profilform nach [2] . . . . .	18
2.9	Variationsmöglichkeiten . . . . .	19
2.10	Ausgewählte Wirkstrukturkombination . . . . .	19
2.11	Verschiedene Möglichkeiten von Wirkstrukturen gegen ein Biegemoment	20
2.12	Eingespannte, dickere, gestützte Platte . . . . .	20
2.13	Schwalbenschwanzföhrung mit Keilwinkel . . . . .	21
2.14	Schwalbenschwanzföhrung mit Klemmleisten . . . . .	21
2.15	Vorhandene Werkzeugplatten im Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen TH Darmstadt . . . . .	22
2.16	Wirkstrukturen für die Anpassung die Werkzeugplatten . . . . .	23

2.17	Wirkstruktur für Austauschmöglichkeiten . . . . .	24
2.18	Beidseitige und einseitige Austauschmöglichkeit . . . . .	24
2.19	Wirkstruktur zur Anpassung an den vorhandenen Bauraum . . . . .	25
2.20	Ausgewählte Wirkstrukturen als Grundlage der Baustruktur . . . . .	26
2.21	Anordnung der Funktionsträger in einer Baustruktur . . . . .	26
2.22	Ein Variante der Prinzipskizze, die die Anforderungsliste erfüllt . . .	27
2.23	Grobgestaltung der Einzelteile in der Prinzipskizze . . . . .	27
3.1	Vorhandener Bauraum für die zu konstruierende Grundplatte . . . . .	29
3.2	Vorhandener Bauraum für die zu konstruierende Anschlußplatte . . .	30
3.3	Vorhandener Bauraum für die zu konstruierende Bodenplatte . . . . .	32
3.4	Vorhandener Bauraum für die Stützplattenkonstruktion . . . . .	33
3.5	Grobe Gestaltung einer konstruierten Stützplatte . . . . .	34

# Kapitel 1

## Einleitung

Zahnradvorformen werden konventionell gießtechnisch oder im Gesenkschmiedeverfahren hergestellt. Beide Verfahren erfordern Werkzeuge, in denen die Werkstückform als Gravur eingearbeitet ist. Die Flexibilität dieser Verfahren ist minimal, da zur Herstellung verschiedener Vorformgeometrien jeweils spezielle Werkzeugsätze notwendig sind.

Eine hohe Flexibilität bietet dagegen ein kombiniertes Verfahren aus Drücken und Walzen. Das Verfahren erlaubt die Fertigung verschiedener Vorformgeometrien mit einer Werkzeugkonfiguration und somit das kostengünstige Erstellen kleiner Losgrößen, was im Sinne des industriellen Wettbewerbs ist.

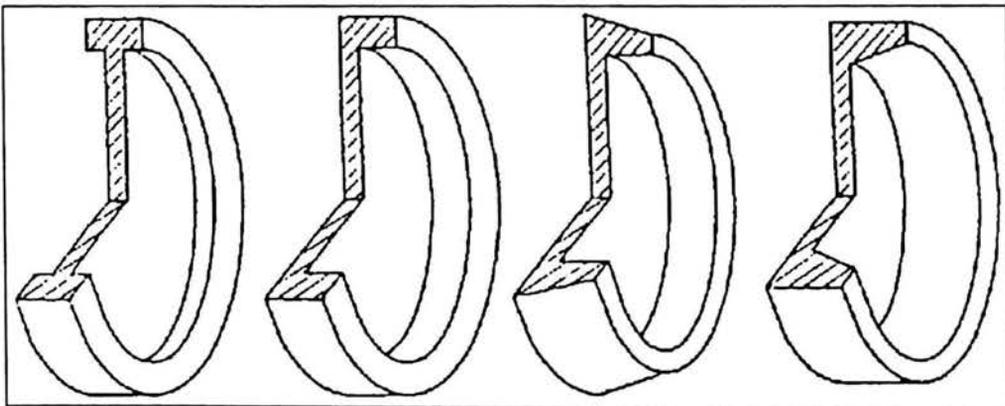


Abbildung 1.1: Flexibilisierungspotential des Drück-Walz-Verfahrens

## 1.1 Kurzbeschreibung des Drück-Walz-Verfahrens

Anhand der Vorform-Fertigung eines Stirnrades erkennt man schon das Prinzip des Drück-Walz-Verfahrens. Die definierten Flächen der Vorform werden mit drei Werkzeugelementen hergestellt. Im ersten Schritt wird eine Ronde am Außendurchmesser gestaucht, um eine Materialanhäufung zu erreichen. Als zweites werden die Flanken der Zahnrad-Vorform gewalzt, so daß die Vorform ihre grobe Gestalt vorweist. Im dritten Schritt erhält die Vorform ihre endgültige Geometrie. Man beschreibt diesen Prozeß als

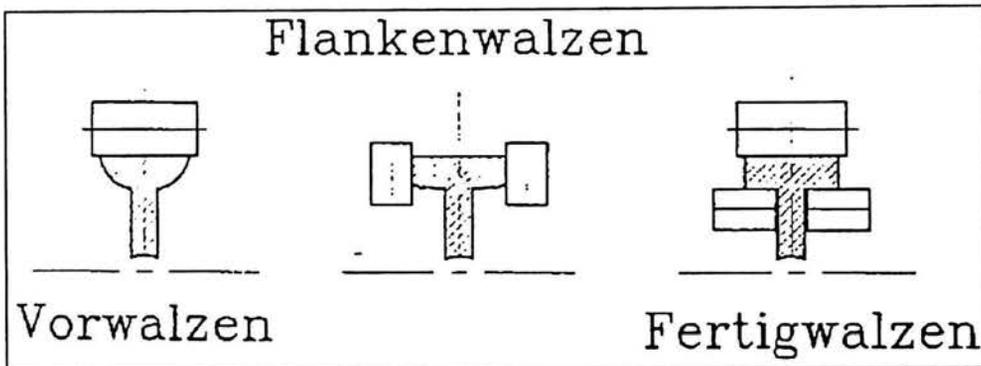


Abbildung 1.2: Beschreibung der Prozesse im Diagramm

- radiales Vorwalzen (Reduzierung des Rondendurchmessers)
- axiales Flankenwalzen
- radiales Fertigwalzen (Umformen der inneren Radius)

Alle drei Unterprozesse sind nach DIN 8582 den Druckumformverfahren zuzuordnen. Das radiale Vorwalzen und axiale Flankenwalzen können in die Untergruppe Querwalzen eingeordnet werden. Diese beziehen sich auf endliche Werkstückradien. Die Behandlung des Innenradius der Materialanhäufung findet gegen Ende des Umformprozesses gleichzeitig mit dem radialen Vorwalzen statt. Ab diesem Vorgang sind radiale Vor- und Fertigwalzen gemeinsam in die Untergruppe Drück-Walz-Verfahren eingeordnet.

## 1.2 Problemstellung

Am Institut Produktionstechnik und Umformmaschinen an der Technischen Hochschule Darmstadt werden die Technologien der sowohl Stirn- als auch Kegelradvor-

formen mit verschiedenen Geometrien mittels Drück-Walz-Verfahren erforscht.

Bei dem Drück-Walz-Verfahren besteht das Problem, daß nicht alle Vorformen die gewünschte Geometrie erhalten. Dies begründet sich aus der Wegungenauigkeit der Werkzeuge. Man vermutet, daß durch Krafteinwirkung während des Umformvorganges auf das Werkzeug eine Abweichung der Krafteinleitung vom Werkzeug auf die Ronde entsteht. Um dieser Abweichung entgegenzuwirken benötigt das Werkzeug eine Führung. In dieser Studienarbeit wird die Radialkraftführungseinheit konstruiert. Für diesen Zweck liegt schon eine Lösung vor, die optimiert werden muß. Diese Lösung besteht aus einer Platte und einer Paßfeder.

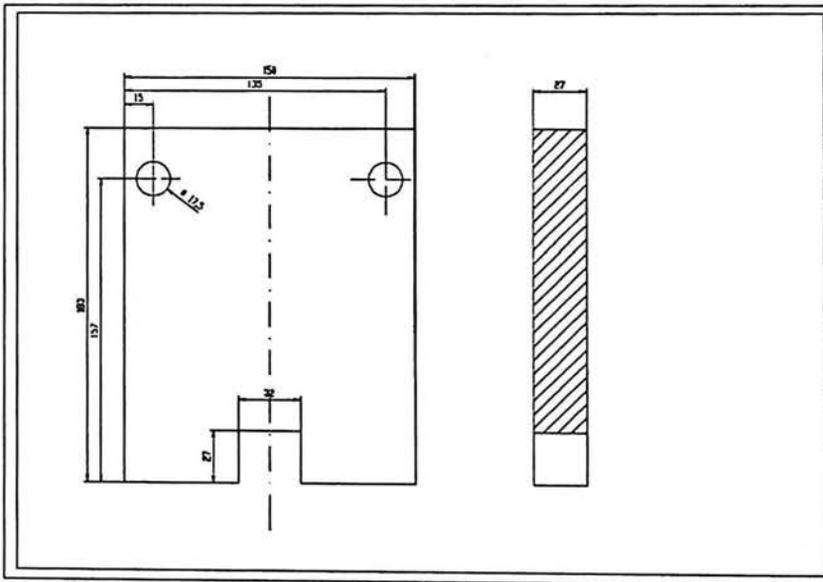


Abbildung 1.3: Die zu optimierende vorhandene Lösung

### 1.3 Konkretisierung der Aufgabenstellung

Wie vorher schon erwähnt ist das Ziel der vorliegenden Studienarbeit, ein Radialkraftführung zu konstruieren, die die schon vorhandene Lösung optimiert. Durch diese Optimierung versucht man beim Drück-Walz-Verfahren die auftretenden Fehler zu vermeiden und bessere Steuerungen zu erreichen. Im folgenden Bild werden die bisherigen typisch auftretenden Versagenfälle gezeigt.

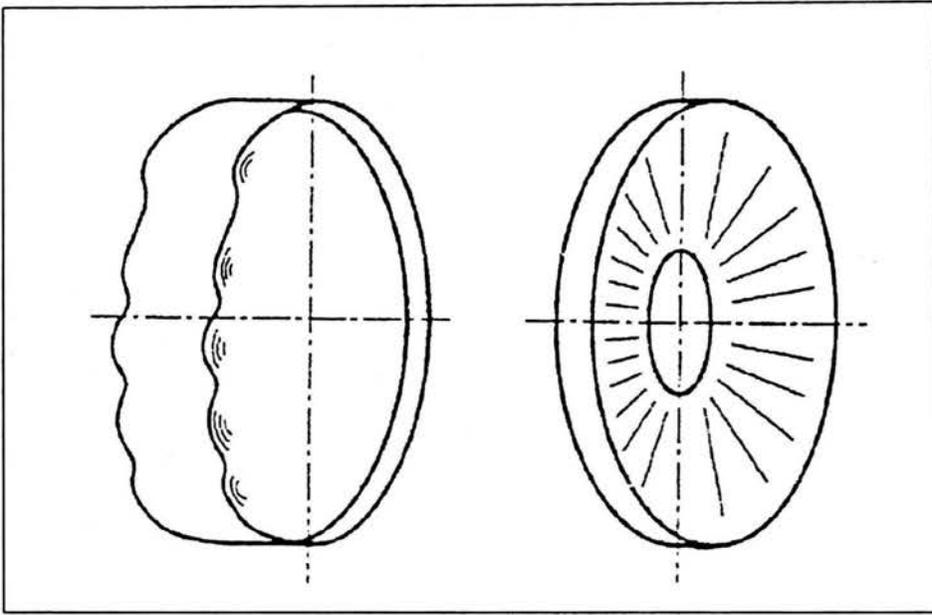


Abbildung 1.4: Versagenfälle Faltenbildung (links) und Ausknicken

# Literaturverzeichnis

- [1] Spur, G. Schmoeckel, D.: **Umformtechnik**  
In : **Handbuch der Fertigungstechnik Band 2/1**  
München, Wien : Carl Hanser-Verlag 1983
- [2] Roth, K.: **Konstruieren mit Konstruktionskatalogen**  
1. Aufl. Berlin / Heidelberg / New York : Springer-Verlag 1982
- [3] Schmoeckel, D. Hauk, S.: **Flexible Production of Gear Molds Manufactured Out of Round Blanks in a Combined Chase-Roll Process.**  
In : **Production Engineering Vol II/2**  
Munich : Carl Hanser-Verlag 1995
- [4] Milberg, J. : **Werkzeugmaschinen-Grundlagen**  
1. Aufl. Berlin / Heidelberg / New York / Paris / Tokyo / Hongkong / Barcelona / Budapest : Springer-Verlag 1992
- [5] Pahl, G. Beitz, W. : **Konstruktionslehre**  
3. Auflage Berlin / Heidelberg / New York / London / Paris / Tokyo / Hongkong / Barcelona / Budapest : Springer-Verlag 1993
- [6] Schmoeckel, D. : **Skriptum Umformtechnik I und II**  
Technische Hochschule Darmstadt
- [7] Schmoeckel, D. : **Skriptum Umformmaschinen I und II**  
Technische Hochschule Darmstadt
- [8] Nagel, J. : **Betriebsmittelkonstruktion Vorrichtungsbau und Sondermaschinenbau**  
5. Auflage Aschaffenburg : N-Verlag 1992
- [9] Ruß, A.G. : **Linearlager und Linearführungssysteme**  
In : **Kontakt & Studium Maschinenbau Band 337**  
Ehningen : Expert-Verlag 1992

- [10] Profos, P. Pfeifer, T. : **Handbuch der industriellen Meßtechnik**  
5. Auflage Munchen, Wien : R.oldenbourg-Verlag 1992
- [11] Beitz, W. Küttner, K.-H. : **Dubbel Taschenbuch für den Maschinenbau**  
17. neubearbeitete Auflage Berlin / Heidelberg / New York / London / Paris  
/ Tokyo / Hongkong / Barcelona : Springer-Verlag 1990
- [12] Meins, W. : **Handbuch Fertigungs- und Betriebstechnik**  
Braunschweig / Wiesbaden : Vieweg & Sohn 1989
- [13] Birkhofer, H : **Skriptum Höhere Konstruktionslehre**  
Technische Hochschule Darmstadt