

**Christian Hofmann**

**Entwicklung**

**eines**

**Schweißautomaten**

**Entwicklung**

**eines**

**Schweißautomaten**

Vom Fachbereich Automatisierungstechnik der Fachhochschule Lüneburg  
zur Erlangung des akademischen Grades eines Diplom Ingenieurs

**Diplomarbeit**

von

**Christian Hofmann**

aus Seevetal

Lüneburg 2003

Referent : Prof. Dr. Ing. Ph. Odensass  
Koreferent : Prof. Dr. Ing. Hübner

Hiermit versichere ich an Eidesstatt,  
dass die vorliegende Diplomarbeit von mir

Christian Hofmann

selbständig erarbeitet wurde.

Lüneburg im Juni 2003, Christian Hofmann

## **Vorwort :**

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als Diplomand in der F&E Abteilung der Firma CLAGE GmbH. An dieser Stelle möchte ich allen danken die mir bei der Erstellung dieser Arbeit geholfen haben.

Herrn Jörg A. Gerdes, dem geschäftsführenden Gesellschafter der CLAGE GmbH, danke ich für die Möglichkeit während meiner gesamten Studienzeit als Werksstudent in eine lernende und schaffende Struktur eingebettet gewesen sein zu können. Weiter danke ich für die großzügige Förderung dieser Arbeit.

Herrn Prof. Dr. Ph. Odensass, dem Inhaber des Lehrstuhls für technische Mechanik und Werkzeugmaschinen, danke ich für die Möglichkeit als studentische Hilfskraft an verschiedenen Projekten und Lehrgängen den Umgang mit Allen Bradley Steuerungen u.s.w zu erlernen. Ich danke für die engagierte Betreuung dieser Arbeit sowie zur Übernahme des Referats.

Herrn Dipl. Ing. Ch. Koch, dem Leiter der F&E Abteilung der Firma CLAGE GmbH, danke ich für das stete technische Interesse, den zahllosen Diskussionen und konkreten Hinweisen und Ideen die zum Gelingen beigetragen haben. Weiter danke ich ihm für die sehr lehrreiche Ausbildungszeit.

Herrn Professor Dr. D. Hübner, danke ich für die Übernahme des Koreferats, die sorgfältige Durchsicht der Arbeit und die daraus gewonnen wertvollen Anregungen.

Weiter danke ich Frau Gabriele Marquardt dafür, das eine Fotoserie während der Entstehung des Automaten entstand.

Herrn Adolf Marquardt danke ich für sein stetes technisches Interesse und die vielen hilfreichen und praktischen Anregungen die er als langjähriger Meister mit fundierten Argumenten untermauern konnte.

Herrn Tobias Eickemeyer danke ich für die starke und hilfreiche Unterstützung bei den praktischen Arbeiten.

Die vorliegende Arbeit widme ich meiner Verlobten, Diana Manthey, die mir immer den Rücken stärkte und somit das Gelingen der Arbeit ermöglichte.

Lüneburg im Mai 2003

Christian Hofmann

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Formelzeichen und Abkürzungen</b>	<b>I</b>
<b>1. <a href="#">Einleitung</a></b>	<b>1</b>
<b>2. Technologie der Durchlauferhitzer</b>	<b>4</b>
<b>3. Analyse des Fertigungsprozesses Heizwendel</b>	<b>6</b>
3.1 Bauteile der Heizwendel	6
3.2 Zusammenschweißen von Hand	7
3.3 Probleme der bisher verwendeten Schweißstromquelle	10
3.4 Bewertungsmatrix verschiedener Lösungskonzepte	10
<b>4. Pflichtenheft für den Fertigungsprozess Heizwendel</b>	<b>12</b>
<b>5. Beschaffung</b>	<b>14</b>
5.1 Marktrecherche Antriebssysteme	14
5.2 Marktrecherche Schweißstromquellen	16
<b>6. Konstruktion der Mechanik</b>	<b>19</b>
6.1 Von der Idee zum Modell	19
6.2 Mechanik der Schweißvorrichtung	21
6.2.1 Welle	23
6.2.2 Heizwendeltrommel	24
6.2.3 Bolzentrommel	29
6.2.4 Linearmodul - Auslegung und Montage	31
6.2.5 Tischteil, Kraftkupplung und Deichsel	33
6.2.6 Bauteilmagazine	35
6.2.7 Bolzenfixierung	37
6.2.8 Gesamtmodell	39

<b>7. Elektrotechnik</b>	<b>43</b>
7.1 Speicherprogrammierbare Steuerung	43
7.2 Allgemeiner Aufbau von Schaltschrank, Aktorik und Sensorik	47
7.3 Auslegung der Antriebe	51
7.3.1 Auslegung des Antriebs A – Rotation	51
7.3.2 Auslegung des Antriebs B – Translation	56
7.4 Servoregler für translatorische und rotatorische Antriebe	61
<b>8. WIG - Schweißstromquelle</b>	<b>65</b>
8.1 Grundlegendes zum WIG Schweißen	65
8.2 Schweißstromquelle Rhem Invertig 210 AC/DC Digital	69
8.3 Schweißprozess	71
<b>9. Die Schweißautomatik</b>	<b>73</b>
9.1 Ablaufschritte des gesamten Schweißprozesses	73
9.2 Sicherheitsvorkehrungen des Schweißautomaten	77
<b>10.Zusammenfassung</b>	<b>79</b>
<b>11.Literaturverzeichnis</b>	<b>82</b>
<b>12.Zeichnungen der mechanischen Elemente</b>	<b>Anhang A</b>
<b>13.Stromlaufplan</b>	<b>Anhang B</b>
<b>14.SLC 500 Programm</b>	<b>Anhang C</b>
<b>15.Panel View 600 Programm</b>	<b>Anhang D</b>
<b>16.Konfiguration der Antriebsverstärker</b>	<b>Anhang E</b>
<b>17.Backup CD</b>	<b>Anhang F</b>

## I Formelzeichen und Abkürzungen

Formel Zeichen	Größe	Einheiten Zeichen
$l$	Länge	[mm]
$\Delta l$	Längenänderung	[mm]
$b$	Breite	[mm]
$h$	Spindelsteigung	[mm]
$r$	Radius	[mm]
$d$	Durchmesser	[mm]
$F_L$	Vorschubkraft	[N]
$i$	Übersetzungsverhältnis	$\left[ \frac{n_{zu}}{n_{ab}} \right]$
$m_T$	Masse der bewegten Teile	[kg]
$M_b$	Beschleunigungsmoment	[Nm]
$M_L$	Lastmoment	[Nm]
$M_M$	Motormoment	[Nm]
$n_M$	Motordrehzahl	[1/min]
$\omega$	Winkelgeschwindigkeit	[Rad/s]
$\alpha$	Winkelbeschleunigung	[Rad/s <sup>2</sup> ]
$J_M$	Motormassenträgheitsmoment	[Kgm <sup>2</sup> ]
$J_r$	Rotatorisches Massenträgheitsmoment	[Kgm <sup>2</sup> ]
$J_t$	Translatorisches Massenträgheitsmoment	[Kgm <sup>2</sup> ]
$V$	Vorschubgeschwindigkeit	[m/s]
$\rho$	Dichte	[kg/m <sup>3</sup> ]
$C$	Dynamische Tragzahl	[N]
$F_m$	Mittlere äquivalente Belastung	[N]
$a$	Translatorische Beschleunigung	[m/s <sup>2</sup> ]
$t$	Zeit	[s]
$p$	Druck	[Pa]
$P$	Leistung	[W]
$T$	Temperatur	[°C]
$U$	Elektrische Spannung	[V]
$I$	Elektrischer Strom	[A]

**Christian Hofmann**

**Entwicklung**

**eines**

**Schweißautomaten**

**Anhang A – G**

## **Inhaltsverzeichnis**

---

<b>12.Zeichnungen der mechanischen Elemente</b>	<b>Anhang A</b>
<b>13.Stromlaufplan</b>	<b>Anhang B</b>
<b>14.SLC 500 Programm</b>	<b>Anhang C</b>
<b>15.Panel View 600 Programm</b>	<b>Anhang D</b>
<b>16.Konfiguration der Antriebsverstärker</b>	<b>Anhang E</b>
<b>17.Backup CD</b>	<b>Anhang F</b>

## **Anhang – A**

### **Zeichnungen der mechanischen Elemente**

## **Anhang – B**

### **Stromlaufplan**

## **Anhang – C**

### **SLC 500 Programm**

## **Anhang – D**

### **Panel View 600 Programm**

## **Anhang – E**

### **Konfiguration der Antriebsverstärker**

**Anhang – F**

**Backup CD**