

**Vorname Nachname**

Matrikel-Nr.

Diplom-Studiengang Maschinenbau  
an der Technische Universität Ilmenau

# **Vorpraktikum**

XX.XX.20XX – XX.XX.20XX

Unternehmen GmbH in Ort

Geschäftsführer

Betrieblicher Betreuer

## Das Unternehmen

Der Betrieb wurde XXXX gegründet und umfasst 30 hochqualifizierte Facharbeiter und Ingenieurpersonal in den Abteilungen Mechatronik, Elektronik und Software.

Die Geschäftsidee bestand darin, die immer weiter steigende Relevanz der Technik in unserem Alltag im Bereich der sensorischen, aktorischen und kommunikativen Fähigkeiten zu ergänzen.

Kerntechnologien des Unternehmens basieren auf Licht und Bewegung. In Kombination mit Hilfe von Magnetfeldern, Licht und elektrischen Strömen wird unbelebte Materie lebendig.

Neue Lösungsansätze konnten durch die Kombination von Mechanik, Antriebssystemen und Elektronik für die Mess- und Prüftechnik, Mikro Messtechnik, Medizin Labortechnik und die Grundlagenforschung im Bereich der Material- und Oberflächenwissenschaften gefunden werden.

Das Unternehmen agiert in den Wirtschaftszweigen Medizin-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik, sowie der OVK. Es werden Sensoren und Testgeräte für die Mikro- und Nanotechnik, Präzisions- und Planarantriebe, Elektronische Steuerungen für die Geräteautomatisierung und Robotiksysteme für Handhabungsinspektion und F&E (RobNics) produziert.

Weltweit führt das Unternehmen die Produktion von Sensoren, Antrieben und Testern durch. Europaweit gelang der Durchbruch durch Entwicklungsleistungen und Serviceleistungen.

## Grundpraktikum

Praktikantin: Vorname Nachname

Matrikelnummer: XXXXX

Studiengang: Bachelor Fahrzeugtechnik/Maschinenbau/Mechatronik/Optronik

Praktikumszeitraum: XX.XX.XXXX – XX.XX.XXXX

Praktikumsbetrieb: Unternehmen GmbH

Adresse

Hauptverantwortlicher/Geschäftsleitung:

Betrieblicher Betreuer:

<b>Tätigkeiten</b>	<b>Verantwortlicher</b>	<b>Wochen</b>
		$\Sigma$ 6

Abteilungen:

Mechatronik

Fertigungstechnik

Arbeitszeit pro Woche: 40 h

**Woche 1:            XX.XX.20XX – XX.XX.20XX**

**Abteilung Mechatronik**

<b>Tätigkeit</b>	<b>Stunden gesamt</b>
Montage: Beseilung, Kleben, Verzundern	40

Nach einer kurzen Führung durch das Unternehmen habe ich einen Arbeitsplatz und eine Arbeitsaufgabe in der Abteilung Mechatronik erhalten. Meine Aufgabe war die Montage des „XXX“.

Das Grundgerüst des „XXX“ war bereits fertig gestellt und ich konnte mit der Montage der beweglichen Teile, seitlich vom „Körper“ beginnen. Zunächst montierte ich die unteren Greifarme (Abb. 1), die den Rumpf des XXX bewegen und stützen. Dabei musste ich auf die Schraubensorte geachtet werden. Um zu ermöglichen, dass die „Beine“ sich reibungslos bewegen können, werden Schrauben verwendet, bei denen das Gewinde nicht bis zum Schraubenkopf geht (Skizze 1), welches ansonsten den Bewegungsablauf behindern würde. Das Drehen und die Auf und Ab Bewegung der Beine wird durch eine am Rumpf befestigte Schiene möglich. Nachdem ich geprüft habe, dass alle Schrauben festgezogen und nichts die Bewegung der Beine hemmte, habe ich sämtliche Gliedmaßen und Motoren mit Seilen verbunden. „Beiseilt“ beibe ich zuerst den Antriebsmotor der Greifarme, danach den Motor des gesamten Kopfes. Die Seile bestanden aus besonderem Material, waren „geflochten“ und hielten 30 bzw. 40 kg Spannkraft. Vorab musste ich jedoch die Spindeln, auf die die Fäden aufgefädelt wurden, mit Metallkleber, welcher nur in abgeschlossenen Systemen, nicht an Luft härtete, auf die Motorwellen kleben. Da der Kleber sehr schnell aushärtete, habe ich die Spindel sofort in die richtige Position gerückt und fünf bis sechs Sekunden fixiert. Bei der Beseilung musste ich auf die Wickelrichtung achten. Die Fäden mussten gegenläufig aufgefädelt werden, um eine Hin- / Rück - Bewegung bzw. Auf- / Zu - Bewegung zu erlauben. Wichtig war auch, dass die Seile nebeneinander auf der Spindel liefen, sonst würden sie durch zu hoher Reibung beschädigt werden oder sogar reißen. Damit sich die Seile nicht wieder aus den Löchern in den Spinden lösten, habe ich die Enden verknotet und verzundert. Danach habe ich den Antriebsmotor, durch welchen sich der Kopf nach rechts und links neigen konnte, beiseilt.

Die Seile endeten an jeweils einer Seite der „Wirbelsäule“. Während Eines an der Wirbelsäule zog, gab die andere Seite mehr Seil, was durch das gegenläufige Wickeln erreicht wurde.

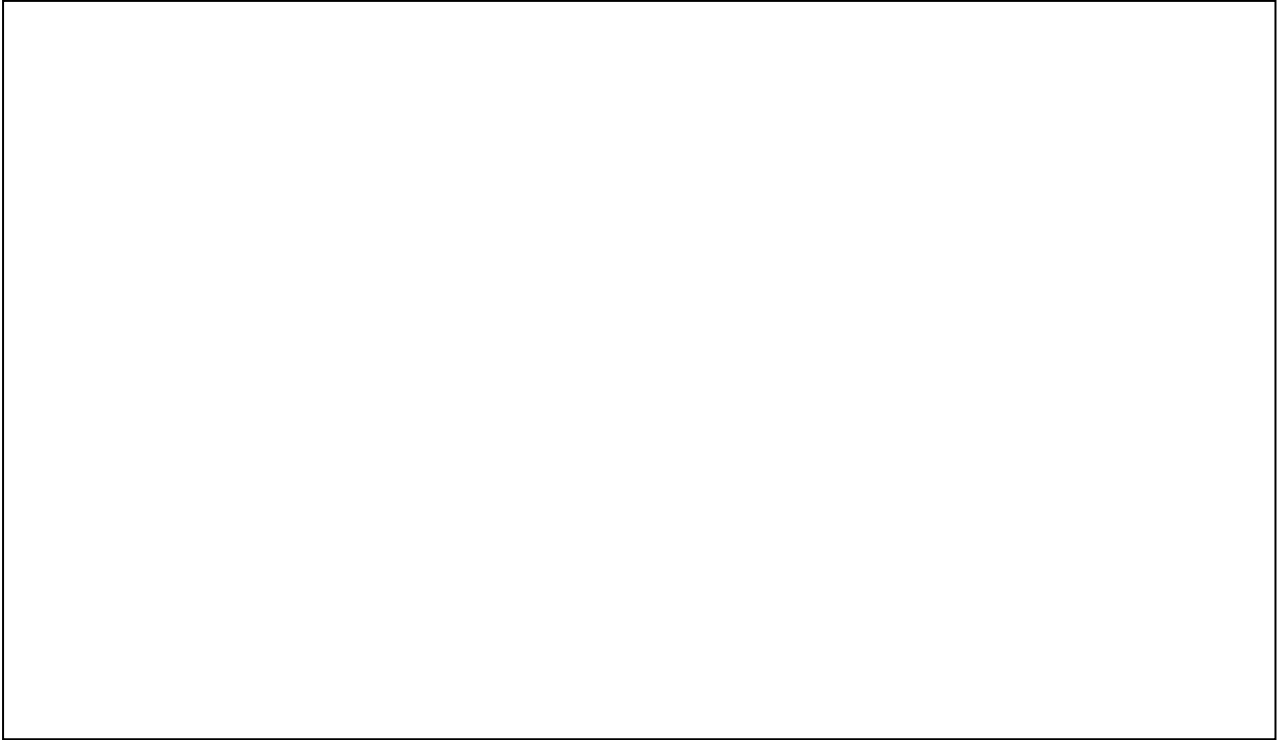
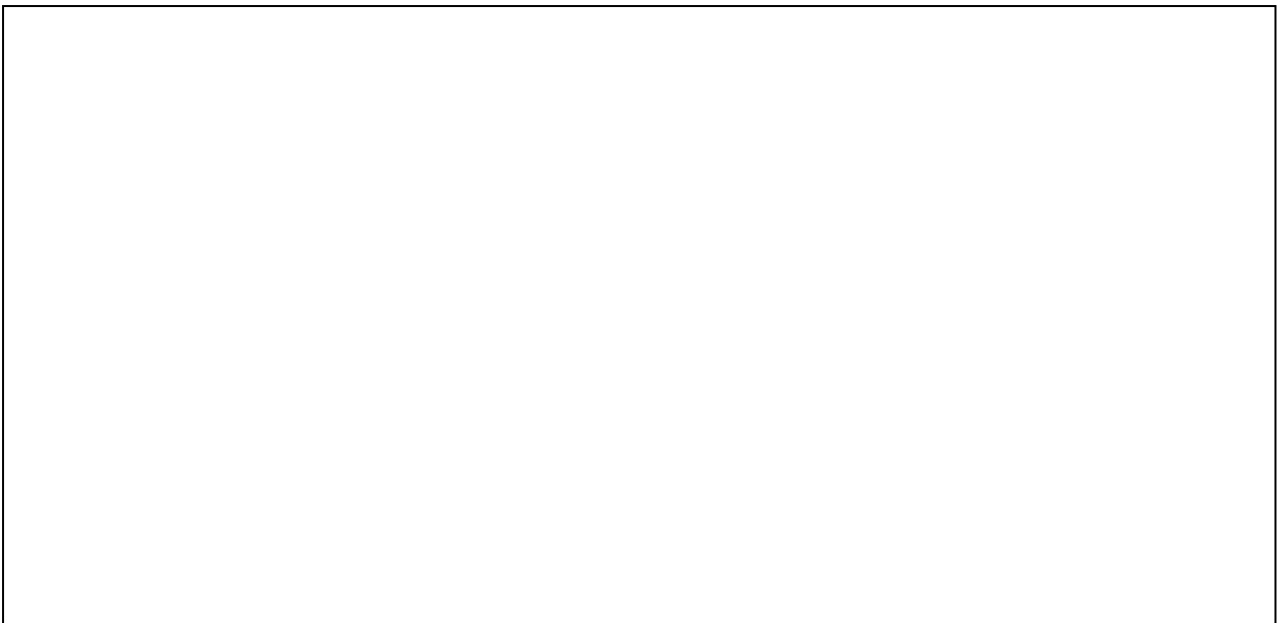


Abb. 1:



Skizze 1:

**Woche 2:            XX.XX.20XX – XX.XX.20XX**

Abteilung Mechatronik

<b>Tätigkeit</b>	<b>Stunden gesamt</b>
Montage: Beseilung, Bohren, Verzundern, Kleben	24
Spannendes Fertigungsverfahren	16

In der zweiten Woche habe ich die Vorder - und Hinterantriebe beseilt. Wichtig war hierbei die Wicklung von den Motorwellen ausgehend, welche wieder mit Spindeln bestückt wurden. Die Gelenke Greifarme bzw. Beine mussten von den Spindeln aus so beseilt werden, dass die Fäden zu einem Glied über Kreuz und zum Anderen normal verliefen. So wurde ermöglicht, dass die Glieder sich gegenläufig bewegen und somit die Greiffunktion entsteht. Dann habe ich die Glieder jeweils in die Ausgangsposition versetzt, die Beine 180 Grad zum Rumpf und die Arme 90 Grad zum Kopf. In dieser Stellung habe ich die Greifgliedmaßen festgezogen. Die Fäden habe ich durch die Aussparungen und Bohrungen in den Gelenken gezogen, mit einer Aluminiumhülse versehen, die mit einer Zange gleichzeitig an das Gelenk zusammen gedrückt wurde. Da jeweils zwei Fäden an einem Gelenk verliefen, erfolgte dasselbe beim anderen Greifarm, sowie an den Beinen. Die überstehenden Seile wurden abgeschnitten und verzundert, damit das Seil nicht aufsplittet.

Die Beine musste ich neu montieren, da im Gelenk ein Magnet fehlte. Zwischen der Drehscheibe und dem Grundgerüst („Rumpf“) des XXX habe ich einen Magnet befestigt, welcher entlang der horizontalen Achse nach Nordpol und Südpol ausgerichtet wurde. Durch diesen Magnet kann der Sensor später die genaue Beinstellung feststellen. Danach habe ich alle Schrauben mit Schraubensicherungslack versiegelt, damit diese sich nicht lockert und anschließend die Verbindungsteile zwischen Kopf und Rumpf des XXX (dünne, hohle Plastikröhrchen) angefertigt. Die Fäden der Antriebsmotoren von Greifarmen und Kopfneigungsfunktion konnten dadurch vertikal wie auch horizontal gezogen werden. Das dient vor allem zur Sicherheit der Seile. Insgesamt wurden vier Plastikröhrchen pro XXX benötigt. An beiden Enden habe ich jeweils drei Millimeter dicke Aluminiumhülsen angebracht. Die Hülsen musste ich vorher an einer Drehbank anfertigen. Das

Aluminiumrohr habe ich in der Maschine befestigt, nach dem Akkuschauber - Prinzip, und durch einen Keilriemen angetrieben. In das rotierende Rohr habe ich eine Metallspitze gehalten, die das Aluminium in Schichten abtrennte. Danach habe ich Spanrückstände zuerst mit einem Bohrkopf per Hand und dann mit feinem Metall-Schleifpapier beseitigt. Die circa acht Millimeter langen Hülsen habe ich auf die Enden der Verbindungsröhrchen gesteckt (Skizze 2) und mit Sekundenkleber befestigt. Bevor die Seile durch die Verbindungsröhrchen gefädelt werden konnten, musste ich diese noch durch eine Metallplatte (Abb. 2 / Skizze 3) ziehen, die über der Spindel festgeschraubt wurde. Die jeweils zwei Bohrungen in der Platte mussten auf die Aluminiumhülsen angepasst werden. Also habe ich sie auf drei Millimeter Durchmesser, bis circa in die Hälfte der Dicke aufgebohrt. Dann habe ich an allen Antriebsmotoren Knipslager, die als Gegenlager dienten, angebracht. Diese hatten die Funktion, dass sich der Motor während des Betriebs nicht verbog. Danach habe ich Lötflammen an die Wirbelsäule montiert, durch welche die Fäden des Antriebsmotors für die Kopfneigung horizontal gezogen wurden.



Abb. 2:



Skizze 2:

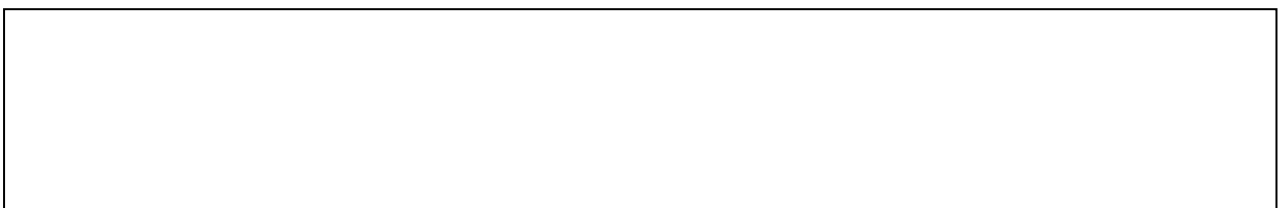


Abb. 3:

**Woche 3:        XX.XX.20XX – XX.XX.20XX**

Abteilung Mechatronik

<b>Tätigkeit</b>	<b>Stunden gesamt</b>
Montage: Beseilung, Spannen, Verzundern, Sensoren einbauen Pfeilen, Bohren, Kleben	40

In der dritten Woche habe ich nochmals die Beine beseilt, jedoch mit anderen Antriebsmotoren. Jene, die dem Bein eine Vor- und Zurückbewegung ermöglichten. Wieder habe ich dünne Plastikröhrchen verwendet, die unter der Grundplatte neben anderen Motoren verliefen, auf Aluminiumhülsen an den Enden habe ich diesmal verzichtet. Erneut habe ich eine dünne Hülse zum Festziehen verwandt und danach das Seil verzundert.

Dann habe ich die Verbindung zwischen Rumpf und Kopf, welche Kopfnegungsfunktion vertikal bereitstellt, gespannt. Ich musste dabei darauf achten, dass man das Seil in der Position spannte, in der der XXX die größtmögliche Bewegungsfreiheit hatte, also den maximal ausgestreckten Zustand.

Da die Metallhülsen an den Enden der Verbindungsröhrchen nicht genau in die Bohrungen im Gelenk passten, habe ich diese mit einer dreier Reibahle geweitet. Danach habe ich den Faden am Gelenk einmal von vorn nach hinten und der Zweite von hinten nach vorn gezogen (Abb. 3). Gespannt habe ich wieder mit Metallhülsen.

Nun musste ich die Fäden am Neigungsgelenk horizontal spannen. Die Verbindungsröhrchen endeten in einer Bohrung durch das schwarze PVC (Abb.4/5) und wurden so justiert, dass die Seile auf der anderen Seite nicht am Metall rieben. Das Plastikgelenk habe ich mit einem 1,8er Bohrer angebohrt und mit Madenschrauben versehen. Die Madenschrauben habe ich soweit in das Gehäuse gedreht, bis sie auf die Röhrchen treffen und diese somit fest klemmen. Nun konnte ich auch diese Seile spannen, indem ich sie durch die Löffahnen gezogen, mit jeweils einer Metallhülse versehen, festgezogen und später verzundert habe.

Zuletzt habe ich der Hauptantrieb (Abb. 6) beseilt, der sich frontal gesehen am Rumpf auf der rechten Seite befand. Dieser steuerte die Streckung und Stauchung der gesamten



Wirbelsäule. Die Wirbelsäule selbst konnte sich nicht strecken, sondern war auf der Hauptantriebswelle das PVC-Gerüst (auch für das Neigungsgelenk horizontal!) montiert, welches durch den Motor hin und her schwenkt.

Anschließend konnte ich mit der Sensorik beginnen.

Zunächst musste ich einen Teil der Sensoren in kleine Metallplatten stecken (Abb. 7) und festkleben. Diese Platten habe ich dann an das Grundgerüst geschraubt. Beim Einbauen der Sensoren musste ich vor allem auf deren Ausrichtung zum Magneten achten, durch welchen die genaue Bein- oder Armstellung festgestellt werden konnte. Die empfindliche Seite des Bauteils, der schwarze Taster mit rhombusartiger Grundfläche zeigte zum Magneten, speziell die größere der beiden Flächen, die durch den Rhombus entstanden. Zwei der gesamt sechs Sensoren habe ich in eine schon vorgesehene Aussparung im Grundgerüst gesteckt und geklebt. Als alle Sensoren montiert waren, habe ich Stromkabel (zwei Kabel nebeneinander) und Sensorkabel (drei Kabel nebeneinander) zugeschnitten. Ich habe jeweils gekennzeichnet, wo sich die Plus- und Minuspole befanden um Kurzschlüsse bei Inbetriebnahme zu vermeiden. Die Sensorkabel habe ich circa drei Millimeter ab isoliert, verdrillt, mit Verschlussmittel versiegelt und verzinnt (Abb. 8). Danach habe ich sie mit Schrumpfschläuchen versehen und gemäß der Kennzeichnungen an die Drähte der Sensoren angelötet (Abb. 9/10). Mit einer Heißluftpistole habe ich die Schrumpfschläuche erhitzt, wodurch sie sich teilweise an das Kabel und die gesamte Lötstelle schmiegt. Auch die Stromkabel habe ich ab isoliert, verdrillt, verzinnt und an die Lötflächen der Antriebsmotoren gelötet und wieder mit Schrumpfschläuchen gesichert.

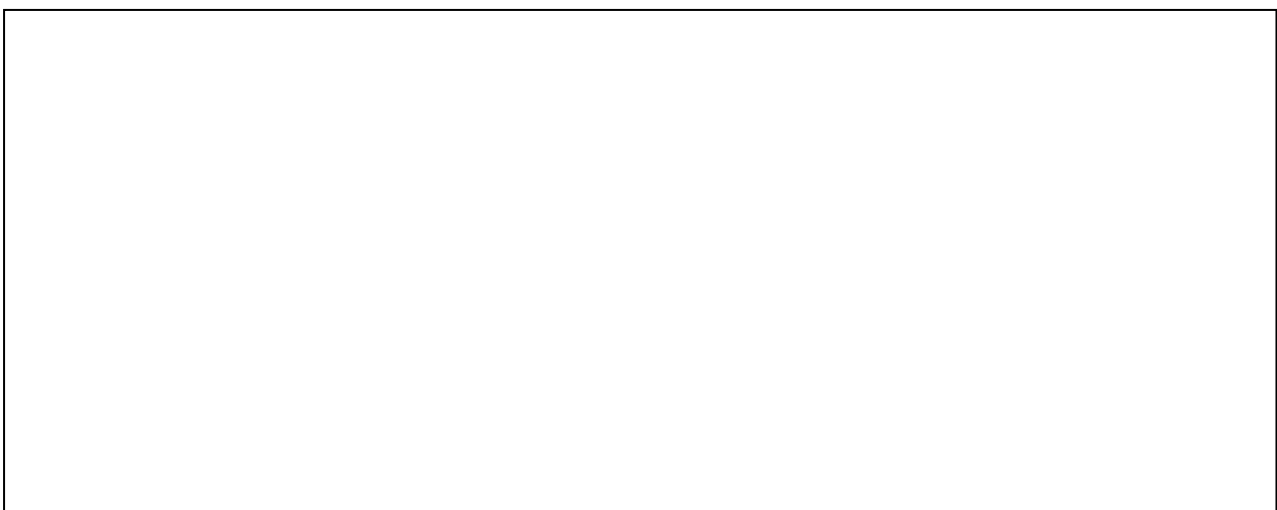


Abb. 3 - 10:

**Woche 4:            XX.XX.20XX – XX.XX.20XX**

<b>Tätigkeit</b>	<b>Stunden gesamt</b>
Praktische Erprobung, Inbetriebnahme, Testen	20
Nachspannen (Montage)	20

In der vierten Woche ging es in der Abteilung Mechatronik weiter. Da die meisten Motoren unter dem Grundgerüst befestigt waren und nicht von außen auf den hinteren Teil des Rumpfes, auf dem sich die Leiterplatine befand, laufen konnten, da sie dort nur die Beine in ihrer Bewegung hemmen würden, musste ich eine andere Lösung finden.

Ich habe eine 4,8er Bohrung in die Mitten der Grundplatte gesetzt. Alle abgehenden Kabel die unter dieser Grundplatte verliefen, Stromkabel und Sensorkabel habe ich mit Kabelbindern gebündelt und durch diese Bohrung gezogen. Damit habe ich erreicht, dass nichts locker zwischen den Motoren hing und nichts behindert wurde. Als alle Sensor- und Stromkabel auf die Platine gelötet waren, musste ich testen, ob die Motoren in die korrekte Richtung laufen. Die Platine habe ich an ein Netzteil angeschlossen, damit sie Strom hatte. Dann habe ich auf einem Laptop ein Programm gestartet, welches den XXX über eine Schnittstelle anwählte (Abb.11). Mit einem Controller konnte ich nun verschiedene Funktionen testen. Um heraus zu finden, ob die Richtung des Motors mit der übereinstimmte, die ich über den Controller (Abb.12) eingab, nahm ich einen ModelXXX als Vorlage.

Stimmte dies nicht überein, waren Pluspol und Minuspol am Stromkabel vertauscht.

Ich habe auf diese Weise alle sechs Antriebsmotoren getestet. Um festzustellen, ob die Sensoren funktionierten, bzw. überhaupt reagierten, musste ich im Programm beobachten, wie sich die Bein- und Armstellungen bei schon geringsten Bewegungen in einem Ausschlag der Ziffern des Sensoren abzeichneten. Bewege ich beispielsweise den Greifarm nach außen, schlug die Zahl im Programm auf „-100“ aus. Tat ich dasselbe nur nach innen, befand sich diese Zahl im positiven Bereich. Kam es zu keiner Reaktion, war der Sensor verkehrt eingeklebt. Wegen der hohen Elastizität der Seile entstand sehr viel Spiel im bereits Gespannten. Also musste ich sämtliche Beseilungen „nachspannen“. An den Greifarmen waren zu diesem Zweck die Fäden schon so gespannt, sodass sie durch eine hohle Madenschraube verliefen. Diese musste ich nur noch herausdrehen und so spannte sich das Seil von selbst. Bei den restlichen Beseilungen musste ich mit einer

Zange die Hülse erneut an das Gelenk pressen und gleichzeitig überflüssige Faden herausziehen.

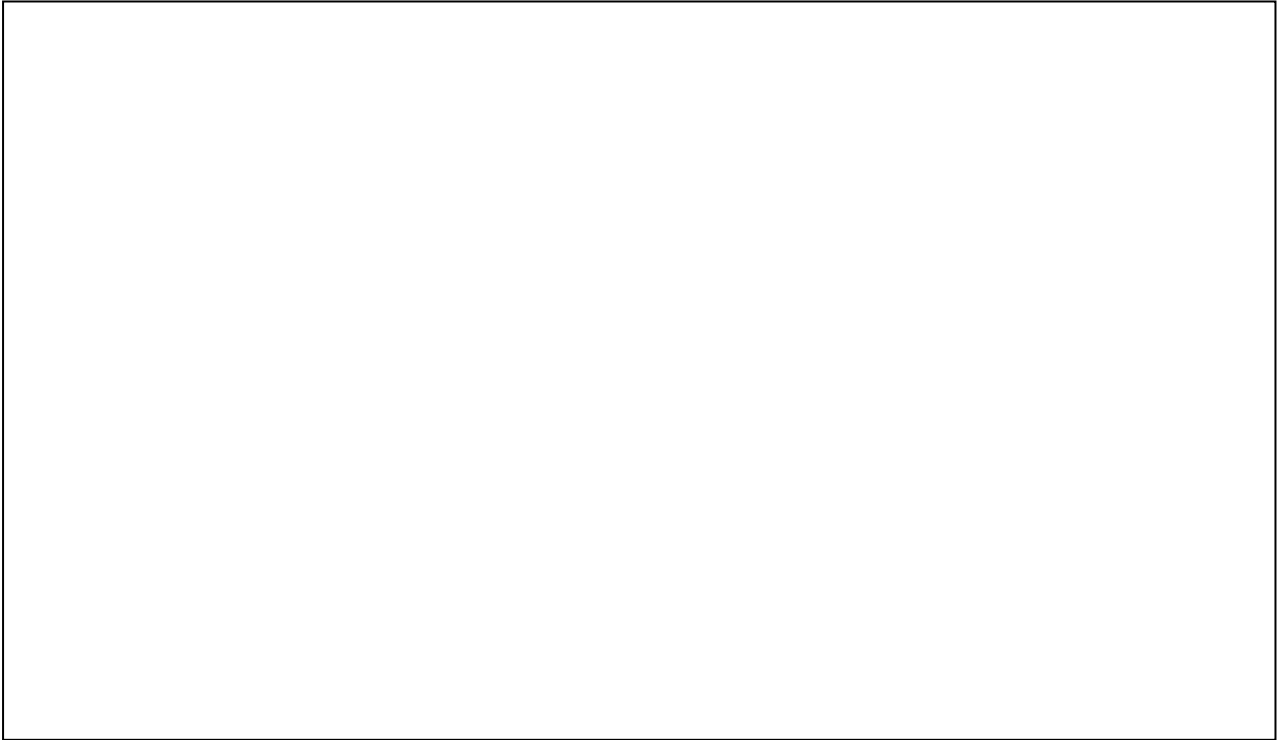


Abb. 11 - 13:

**Woche 5:            XX.XX.20XX – XX.XX.20XX**

Abteilungen Mechatronik und Fertigungstechnik

<b>Tätigkeit</b>	<b>Stunden gesamt</b>
Messen, Prüfen, Qualitätskontrolle, Reparaturen	20
Umformende Fertigungsverfahren	20

In der fünften Woche beendete ich meine Tätigkeiten in der Abteilung Mechatronik. Nachdem alle Kabel und Sensoren eingebaut und auf die Platine gelötet waren, habe ich festgestellt, dass eine Platine nicht funktionstüchtig war, nicht einmal Strom floss. Ich musste also den Fehler auf der Platine finden. Zunächst habe ich den Programmierchip ausgetauscht. Nun floss zwar Strom, doch ein Motor lies sich nur in eine Richtung steuern. Ich habe mit einem Amperemeter geprüft, ob Strom auf der Leiterbahn floss. Auf dem Bildschirm des Messgerätes war deutlich zu sehen, dass keine Impulse vom Programmierchip zum Motor übertragen wurden. Darauf hin habe ich einen externen Testmotor verwendet um die Anschlüsse zu überprüfen. Auch dieser drehte sich nur in einer Richtung. Nun war entweder der Hauptchip defekt oder ich habe beim Löten eine Zinnbrücke gelötet und übersehen. Ich habe die Lötstellen überprüft, die über Leiterzüge mit dem Motor verbunden waren. Es fand sich eine Zinnbrücke am Hauptchip, welche kaum erkennbar war. Der Grund für den Fehler war ein Kurzschluss. Nachdem ich die Brücke abgelötet hatte und die Platine wieder vollständig funktionsfähig war, war meine Aufgabe der Montage des XXX beendet. Es folgte die Programmierung der Chips durch einen Kollegen.

Mitte der Woche wechselten ich in die Abteilung Fertigungstechnik und bekam zunächst die Aufgabe Magazine für Wärmesenken (Abb.14 und 15) abzuschleifen, um Dioden optimal zu justieren. Diese waren ein Auftrag für ein anderes Unternehmen. Da diese Magazine im abgeschlossenen System zum Einsatz kamen, war wichtig, dass kein Grat mehr an den Laserstellen vorhanden war. War einer vorhanden, ließen sich die Magazine nicht reibungslose übereinander verschieben, wodurch die perfekte Justierung unmöglich war. Die Magazine habe ich also mit feinem Metallschleifpapier und Wasser abgeschliffen. Ich musste darauf achten, dass ich immer in die Richtung rieb, in die die fein ausgelaserten „Federn“ verliefen. Danach habe ich die Magazine ordentlich abgewaschen

und zum Trocknen gelegt.



Abb. 14 - 15:

**Woche 6:            XX.XX.20XX – XX.XX.20XX**

Abteilung Fertigungstechnik

<b>Tätigkeit</b>	<b>Stunden gesamt</b>
Bestücken von Leiterplatten SMD Thermisches Fügen und Trennverfahren	40

In der sechsten Woche bekam ich zwei Aufträge zum Bestückungen von Leiterplatten. Der erste Auftrag war die „Endbestückung M.“ (Abb.16), der Zweite „Endbestückung TE“ (Abb.17 und 18). Es handelte sich hierbei um eine Handbestückung. Ich habe SMD-Bauteile (Surface-Mounted Device – dt.: oberflächenmontierbares Bauelement) im Durchsteckverfahren (THT – Through Hole Technology) und der Oberflächenmontage (SMT – Surface-Mounting Technology) auf die Platine gelötet. Zu SMD-Bauteilen gehören beispielsweise Widerstände, Dioden, Spulen und Kondensatoren, die SMD-Lötstellen an der Seiten haben. Diese Bauelemente werden auf lötfähige Flächen auf der Platine gelötet. Um den Zinnfluss effizient zu machen, habe ich das Flussmittel auf die Lötflächen gestrichen bevor ich mit Zinn gelötet habe. Indem man den LötKolben etwa drei Sekunden an das Bauelement und die Fläche hält, zieht sich das Zinn auf der Fläche auch unter das Bauelement. Ich habe SMD-Bauelemente mit unterschiedlichen Anschlüssen gelötet. Dazu gehörten Gull-Wing-Lötanschlüsse und J-Lead-Lötanschlüsse. Auch beim Durchsteckverfahren musste ich Flussmittel verwenden. So habe ich beispielsweise Netzstecker auf die Platine gelötet.

Die SMD-Bestückung bringt einen erheblichen Vorteil mit sich - auf den Platinen herrscht hohe Bauelementdichte, da diese viel kleiner sind, und die Platinen somit auch kleiner werden. Jedoch treten bei diesem Verfahren häufiger menschliche Fehler auf. Bei beiden Aufträgen habe ich Widerstände verarbeitet, bei welchen ich unbedingt beachten musste, dass sie nicht bäuchlings auf der Platine lagen. An den Dioden, in jeder Größe, waren jeweils die Katoden mit einem schwarzen, blauen oder weißen Strich gekennzeichnet. Auf dem beiliegenden Schaltplan war markiert, in welche Richtung die Dioden aufgelötet werden mussten. Meistens habe ich die Platinen noch mit Sicherungen, IC´s (integriertes circuit – dt.: integrierter Schaltkreis), ELKO´s (Elektrolytkondensator, der im Gegensatz zu normalen Kondensatoren gepolt ist: 100 – 200 µF) bestückt. Bei diesen Bauteilen sind

größere Mengen Zinn und mehr Energie zum Auflöten nötig. Bisher habe ich einen 50-Watt-Lötkolben (SMD-Lötkolben) für die kleinen Bauelemente verwendet. Nun musste ich mit einem 80-Watt-Lötkolben arbeiten. Wegen der Kugelspitze konnte nicht wie beim SMD-Kolben Zinn aufgenommen werden. Das verbleibende Lötzinn musste ich gleichzeitig mit dem Lötkolben an die Lötfläche des Bauelements halten. Als ich alle Bauteile auf die Platine gelötet hatte, musste ich diese mit Isopropanol reinigen. Vor allem Rückstände des Flussmittels konnte ich somit entfernen.

Zum Abschluss des Praktikums testete ich Druckkontroller-Platinen an einer in der Firma vorhandenen Vakuumpumpe.

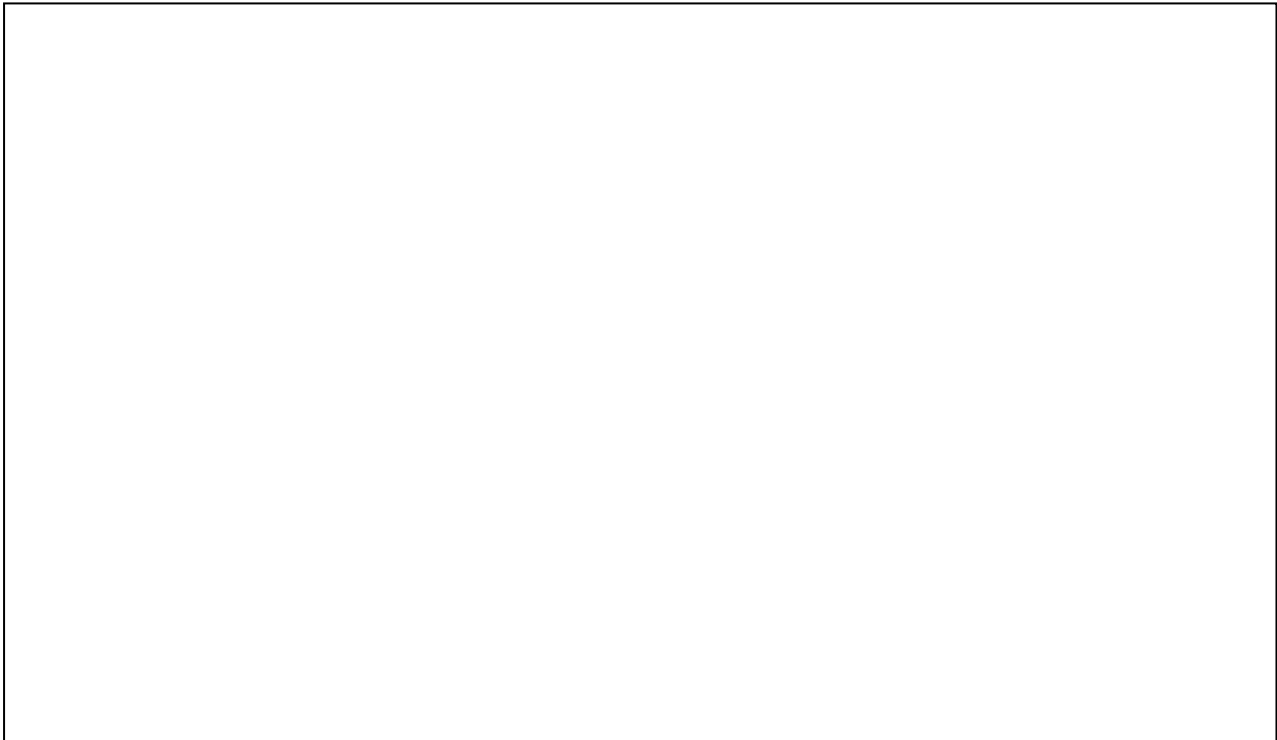


Abb. 16 - 18:

Das Grundpraktikum wurde erfolgreich absolviert und der Praktikumsbericht zur Kenntnis genommen.

Ort, den XX.XX.20XX

---

Unterschrift des betrieblichen Betreuers

---

Unterschrift des Praktikanten