

CAU Kiel

Praktikumsbericht 8-wöchiges Industriegrundpraktikum

Firma: Horst-Filipp GmbH



Jonas Wilinski
19.8.2014

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
1. Woche (30.06. – 04.07.14)	4
2. Woche (07. – 11.07.14)	6
3. Woche (14. – 18.07.14)	8
4. Woche (21. – 25.07.14)	10
5. Woche (28.07. – 01.08.14)	12
6. Woche (04. – 08.08.14)	14
7. Woche (11. – 15.08.14)	16
8. Woche (18. – 22.08.14)	17
Anhang	18
Material- bzw. Werkstoffkunde – Die Stähle 4301, 4305 & 4307	19
Wirtschaftliche Betrachtung der Firma	21
Tabellarische Arbeitszusammenfassung	23
Woche 1 & 2.....	23
Woche 3 & 4.....	24
Woche 5 & 6.....	25
Woche 7 & 8.....	26
Erklärung	27
Quellenverzeichnis	28

Vorwort

Für mein 8-wöchiges Industrierundpraktikum habe ich mich bei der Firma Horst-Filipp GmbH beworben. Die Firma Horst-Filipp GmbH produziert vorrangig Automatendrehteile und patentierte Spezialdübel für namhafte Firmen, wie z.B. Miele oder Schüco.

Dabei kann die Firma auf eine 50-jährige Betriebserfahrung zurückgreifen. Der eingesetzte Maschinenpark reicht von der simplen Standbohrmaschine bis hin zu modernsten mehrkanäligen CNC-Maschinen.

Ich hatte die Gelegenheit, in der Zeit vom 30.06. bis zum 22.08.2014 in diesem Betrieb ein Praktikum zu absolvieren. Dabei durchlief ich die diversen Produktionsbereiche.

1. Woche (30.06. – 04.07.14)

Die erste Woche könnte man als die Kennlernphase beschreiben. Mein Arbeitstag beginnt um 8 Uhr. Als Ansprechpartner wurde mir Herr Hoffmann (Leiter der Produktion) zugewiesen. Dieser führte mich sofort durch den Betrieb.

Die Firma besteht aus einer Industriehalle, welche in verschiedene Bereiche unterteilt ist. Einen großen Teil nimmt die automatische Fertigung von Produkten ein. Hier werden z. B. die patentierten, betriebseigenen Filipp Dübel hergestellt. Auch Firmen wie Schüco oder Miele sind Kunden. Für diese werden z.B. Schrauben, Rohre, Gewinde und viele weitere Produkte produziert.

Zuerst bekam ich den ältesten Teil des Betriebs zusehen. Dieser ist heute größtenteils stillgelegt. Hier finden sich verschiedene Geräte wie Fräsen, Drehbänke, Bohrer usw. Früher wurden die Produkte meistens von Hand gefertigt (aus Mangel an Technik oder weil dies einfacher war), heute übernehmen das automatische, programmierbare Maschinen. Immer wieder muss ein Arbeiter bei einem Produkt nachhelfen, indem er ein Werkzeug neu justiert oder schleift. So werden Geräte, wie ein Schleifstein noch einmal benutzt. Gleich neben dem stillgelegten Teil befinden sich noch ein paar Handarbeitsplätze. Hier sind ein paar Personen beschäftigt, welche z.B. Bolzen mit Federn in kleine Stäbe montieren. Diese werden dann später in Fenstergriffen zu finden sein. Nebenan befinden sich auch das Lager und die Säge. Diese Säge ist eine industrielle Metallsäge und zerkleinert Stäbe für bestimmte Maschinen. Sie läuft vollautomatisch.

Im Lager finden sich alle Sorten von Stangen, Rohren und Metall. Besonders Edelstahlstangen mit verschiedenen Legierungen oder Veredelungen lagern hier in jeder Länge und jedem Durchmesser. Ein Gabelstapler hilft beim Sortieren. Im zweiten Teil des Lagers befinden sich die Kisten mit den fertigen Artikeln. Diese gehen entweder direkt zum Hersteller, oder werden noch zum „verzinken“ abgeholt. Früher hatte die Firma selbst noch eine LKW-Flotte, doch heute werden nur noch selten Transportwege von dem Betrieb bestritten. Eine Logistikfirma holt die Waren ab.

Der zweite (und größere) Teil der Halle wird von der Produktion genutzt. CNC-Maschinen, kurvengesteuerte Drehautomaten, programmgesteuerte Revolver-Drehautomaten und Rundtaktmaschinen finden sich hier. Viele Maschinen stammen noch aus den 1980er Jahren. Sie funktionieren immer noch sehr gut und sind genau. Mit ihnen werden heute noch höhere Stückzahlen pro Zeiteinheit erreicht, als mit den neusten CNC-Maschinen. Dafür können nur einfache Teile hergestellt werden und die Einrichtung dieser Maschinen ist äußerst kompliziert. Beide Typen (alt und neu) arbeiten im Einklang. Für die Drehautomaten und Rundtaktmaschinen sind mehrere

Personen verantwortlich. Sie kümmern sich um die Wartung der Maschinen und achten darauf, dass die Produktion nicht fehlerhaft wird. Dafür werden alle paar Minuten die Produkte ausgemessen, um die Passgenauigkeit zu garantieren. Die Neuen CNC-Maschinen werden von wenigen Personen bedient. Die Anforderungen sind immerhin auch anders. Man muss programmieren können und sich mit den technischen Details auskennen. Ein Produkt wird dann z.B. nicht durch reines einstellen der Werkzeuge und Walzen für die Maschine beschrieben, sondern als Programmcode. Einzelheiten zur Steuerung und Programmierung werde ich nächste Woche lernen.

Neben den ganzen Maschinen stehen noch einzelne Geräte in der Halle, z.B. Zentrifugen. Diese ziehen das wiederverwendbare Öl aus den Metallspänen. Danach werden die Späne in Rüttelmaschinen gegeben, um brauchbare Teile herauszufiltern. Zwei Luftfilter saugen aus jeder größeren Maschine den s.g. Öl-Dampf heraus und filtern diesen, sodass es zu keiner Umweltbelastung kommt.

In dieser Woche wurden zwei neue CNC-Maschinen der Firma müga geliefert. Eine XP 4 42 und eine i Ultimate s. Letztere ist ziemlich einzigartig und wurde bisher nur 3-Mal in Europa aufgebaut. Diese Maschinen sind auf dem neusten Stand der Technik. Ein Vertreter der Firma half, die Maschinen aufzubauen und auch einzurichten. Danach gab es eine kleine Einführung in die allgemeine Steuerung der Maschinen und die Menüführung des Systems (ein Mitsubishi-System). Später programmierten wir auch ein Programm für ein Produkt auf der neuen Maschine, um die Steuerung zu lernen.

In der nächsten Woche werde ich wieder bei den CNC-Maschinen sein. Sie werden dann zu Ende eingerichtet und in Betrieb genommen. Darüber hinaus beschäftige ich mich in den ersten Tagen auch mit der Programmierung der Maschinen, den G- bzw. M-Codes und dessen Bedeutung.

2. Woche (07. – 11.07.14)

Diese Woche ging es wieder um die CNC-Maschinen. Besonders um die neue müga turn XP4 42. Es sollte eine Art Verkleidung für Türschlösser aus Aluminium gefertigt werden. Ein 512MB großer interner Speicher schafft genug Platz für die Programme, welcher durch eine CF-Karte oder einen USB Stick erweitert werden kann. Das Programm war bereits vorhanden, die Werkzeuge mussten jedoch ausgemessen und genullt werden. Mit dem neuen System lief das zwar erst etwas holprig, man gewöhnte sich jedoch schnell an die Menüführung. Nachdem die Werkzeuge ausgemessen und das Programm im Test Modus ohne Probleme durchgelaufen war, wurde ein erster Testlauf mit dem Material gemacht. Hier tastet man sich langsam durch das Programm, damit keine Beschädigungen auftreten. Dafür wird das s.g. Handrad verwendet. Es kann vielseitig eingesetzt werden. In diesem Fall kann man herrlich durch das Programm fahren und beliebig oft stoppen. Nachdem auch dieser Testlauf gute Resultate hervorgebracht hat, geht es nun in die Massenproduktion. 1000 Teile wurden bestellt. Die Maschine zählt natürlich mit und hört sofort auf, wenn die angegebene Stückzahl erreicht wurde.

Dieses Programm wird in einer DIN genormten Sprache verfasst und nutzt bestimmte Codes, um Aktionen zu formulieren. So kann man z.B. *G02 X6 Z-6 F300* in eine Zeile schreiben und eine Kreisinterpolation wird durchgeführt (mehr zu den Grundcodes der CNC-Maschine stelle ich auf *Skizze 1* dar). Dann müssen die verschiedenen Werkzeuge und Spindeln angesteuert werden. Hierbei wird meist die X- bzw. Z-Achse angesteuert, um den Werkstoff zu formen. Die Spindeln haben nochmal ihre eigenen Achsen (hier die C-Achse). Die Geschwindigkeit der C-Achse, also der Spindel ist von vielen Faktoren abhängig: was wird gemacht (bohren, feilen, schrappen, schlichten usw.), welches Material wird behandelt (Kunststoff, Stahl usw.). Da die Stange von der Spindel bzw. der Spannzange eingespannt wird, dreht sie sich sehr schnell. Um Vibrationen zu vermeiden wird sie von dickflüssigem Öl umspült und abgedämpft.

Das fertige Produkt fällt dann nach Möglichkeit in einen Behälter. Es wird noch einmal nachvermessen und genauestens betrachtet, bis es zugelassen wird. Dann wird noch etwas an der Schnelligkeit gearbeitet. Fahrzeiten werden verkürzt und Vorgänge beschleunigt. So braucht z.B. unsere Türschlossverkleidung ca. 1:30min.

Der „Abfall“, also die Späne, die übrig bleiben werden gesammelt und wiederverwendet. Sie werden zuerst vom Rest Öl befreit und dann gerüttelt, damit sichergegangen wird, dass auch jedes Produkt aus den Spänen verschwunden ist. Sie werden kiloweise wieder verkauft, um eingeschmolzen zu werden. Das zurückgewonnene Öl wird den etwas älteren Maschinen wieder hinzugefügt.

Die CNC-Maschine arbeitet im komplexen Bereich sehr gut und effizient. Sie schafft es, alle Arten von Teilen herzustellen. Die i Ultimate s ist sogar für zwei Aufgaben zur selben Zeit ausgestattet (2-Kanal System), sodass die Hälfte der eigentlichen Arbeitszeit erreicht wird. Doch in einfachen Teilen sind die alten Drehautomaten ungeschlagen am schnellsten. Die werde ich nächste Woche nochmal genau unter die Lupe nehmen und mir ein Bild von der Arbeitsweise von vor 20 Jahren machen.

3. Woche (14. – 18.07.14)

In den nächsten Wochen ging es um die etwas älteren Maschinen des Betriebs. Hierzu zählen die programmgesteuerten Revolver Drehautomaten und die kurven-gesteuerten Drehautomaten. In dieser Woche schaute ich mir erstere genauer an. Diese Maschinen sind teilweise von 1980 und arbeiten noch sehr gut. Ihre Technik ist äußerst simpel und unkompliziert gehalten. Die Programmierung findet über eine Walze statt, die sich dreht und durch verstellbare „Zähne“ Werkzeuge auslöst. Diese Werkzeuge müssen jedoch von Hand eingestellt werden. Es darf z.B. beim Abstechen eines Produkts kein s.g. Butzen mehr zurück bleiben. Ein Butzen entsteht, wenn ein Werkzeug nicht direkt in die Mitte des Materials einsticht, sondern etwas zu hoch. Dann bleibt ein kleines Stück Metall stehen, welches man als Butzen bezeichnet. Wenn jedoch das Gegenteil eintritt, also das Werkzeug sticht unterhalb der Mitte ein, kann das Werkzeug bzw. die Werkzeugplatte (je nach Modell) abbrechen.

Das Einstellen der Werkzeuge geschieht, anders als bei den CNC Maschinen nicht per Knopfdruck, sondern nur mit Schrauben und Rädchen. Manche stellen den Vorschub des jeweiligen Werkzeuges ein, andere die Grenzen des Fahrtweges. Eine solche Maschine einzurichten dauert dementsprechend länger, aber bei einfachen Teilen sind diese Drehautomaten schneller in der Produktion. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Firma sehr viele dieser Maschinen hat. So kommt es seltener vor, eine komplette Neueinrichtung machen zu müssen. Bei manchen Produkten liegt das Programm in Form einer Walze sogar schon im Lager. Dann müssen nur noch die vorgegebenen Werkzeuge installiert werden.

Sollte einmal etwas an diesen Automaten kaputt gehen, hat die Firma schon vorgesorgt. Da der Support für ältere Maschinen sehr stark eingegrenzt wurde, gibt es hier ein eigenes Lager für alte Maschinen und Ersatzteile. Ein paar Arbeiter haben das nötige „Knowhow“, um Reparaturen zu machen und die Maschinen wieder zum Laufen zu bringen.

Meist wird dann 4301 oder 4305 Niro-Stahl (nicht rostend) bearbeitet. Dieser zerspannt sehr schlecht und zieht lange Späne.

Es kann, wie bei allen anderen Maschinen mit den standard-Arbeitsweisen umgehen: bohren, schrappen, schlichten, abstechen usw. Durch das Programm entsteht ein reibungsloser und schneller Ablauf des Zyklus. Die meisten Maschinen sind auch mit einem Stangenmagazin verbunden, welches das Reststück auswirft und eine neue Stange einwechselt.

Die größeren Drehautomaten der Marke Index, ERS60 & ERS100 wurden an das Luftfiltersystem angeschlossen, da hier auch viel Öl Dampf entsteht. Die kleinen, ER25, 30, 42 und 60 sind nicht angeschlossen. Die Zahlen der Modelle stehen übrigens für den maximalen Durchmesser des zu bearbeitenden Materials. Die ER42 ist daher am beliebtesten und steht hier 5mal.

4. Woche (21. – 25.07.14)

Heute (Mo. 21.07.14) lernte ich die kurvengesteuerten Drehautomaten genauer kennen. Von diesen Maschinen stehen hier äußerst viele. 90% hergestellt von der Marke Traub. Die Funktionsweise dieser Automaten ist sehr interessant und wird sogar heute noch verkauft. Anders, als bei CNC Maschinen, die gerade ein Programm abarbeiten, findet hier die Produktion auf 360° statt!

Auf den ersten Blick sehen die Maschinen aus, wie alle anderen älteren Drehautomaten. Verschiedene Werkzeuge können das Metall aus vielen Positionen bearbeiten. Doch wie diese Werkzeuge „programmiert“ bzw. angesteuert werden ist eine Technik für sich. Wie der Name schon sagt, werden hier Kurven genutzt, um eine Automatisierung zu erreichen. Sie beschreiben innerhalb der verfügbaren Umdrehung (360°) den Verlauf des jeweiligen Werkzeuges. So gibt es auch zwei verschiedene Kurvenarten (Skizze 2). Die flachen Kurven werden für die meisten Werkzeuge genutzt. Sie tragen z.B. die Bezeichnung „25x220“. Die 25 steht für den Weg, den das Werkzeug zurücklegt. Ist ein Material von 40mm Dicke eingespannt, würde ein Einstich von 25mm reichen (Radius des Materials= 20mm, Toleranz + Abstand). Die 220 gibt die Umlaufdauer der Kurve an. So würde dieser Abstecher sehr langsam fahren. Es würde darüber hinaus Sinn ergeben die Kurve bis zum Ende, also von 140° bis 360° laufen zu lassen, da nach dem Abstechen das Produkt fertig sein sollte. Über einen Taster wird dann der Befehl von der Kurve eins zu eins auf das Werkzeug übertragen. Man kann sogar, wenn die Zykluszeit (Umdrehungszeit) bekannt ist, errechnen, wie lange dieser Abstecher bräuchte, bis er das Material durchtrennt hat:

$$Z' = \frac{Z}{360} \cdot 220$$

(Z= Zykluszeit (in min), Z'= Dauer der Abstecher Aktivität(in min))

Im Verlauf der Woche stellte ich fest, dass auch diese Maschinen sehr Wartungsintensiv sind. Besonders bei hohen Produktionszahlen pro Stunde nutzen die Werkzeuge schnell ab und müssen regelmäßig nachgeschliffen werden. Bei Automaten mit erweiterten Sonderanfertigungen muss darüber hinaus auch die Synchronisation zwischen den Aggregaten stimmen. Eine Qualitätskontrolle findet dementsprechend oft und regelmäßig statt.

Durch diese ganzen Faktoren bildet sich ein relativ elementares Problem: zwei Arbeiter warten um die 10 laufenden Maschinen, während meist noch ein bis zwei neue eingerichtet werden müssen. Also übernimmt einer die 10 Maschinen, kontrolliert die Produkte und reinigt diese und der Andere richtet eine neue Maschine ein. Immer wieder kommt es zu Problemen, die behoben werden müssen. So kann es kommen,

dass man bis zu zwei Tage eine Maschine einrichtet, da man immer wieder die anderen warten muss.

Um eine Maschine zu warten, muss zuerst das Problem festgestellt werden. Klingt sie komisch, sind die Produkte ungleich oder passen die Maße nicht... Dann werden entweder die Werkzeuge neu eingestellt oder geschliffen. In manchen Fällen muss auch der Vorschub reguliert, oder die Pneumatik neu eingestellt werden.

Wenn ein kurvengesteuerter Drehautomat neu eingerichtet werden soll, ist das ähnlich der Einrichtung der programmgesteuerten Drehautomaten. Zuerst bekommt man eine Arbeitsbegleitkarte, welche dem Monteur genaue Details über Maße, Stückzahl, Eigenschaften des Produkts und Einrichtung der Maschine offenbart. Danach müssen die Kurven gefunden und montiert werden. Für jedes Produkt sind genaue Angaben über die Eigenschaften vorhanden: Material, Umdrehung/min, Zeitplan. Die Umdrehungen/min werden über verschieden große Zahnräder festgelegt. So lassen sich bei unkomplizierten Teilen ca. 500Stk/h produzieren. Letztendlich werden noch die Werkzeuge nach der Arbeitsbegleitkarte angebracht. Durch verschiedene Schienen können Feinjustierungen gemacht werden, um eine höhere Genauigkeit für den Kunden zu erzielen. Nach ein paar Testläufen und der Ausrichtung der Öl Düse für die Kühlung kann das Produkt nun in die Produktion gehen. Eine weitere Maschine, auf die aufgepasst werden muss. Denn eine große Menge Fehlproduktionen sind sehr teuer und ärgerlich.

Für simple Fertigungen, wie Spezial-Nägels zur Befestigung von Metallen, Schrauben, Unterlegscheiben oder Bolzen sind diese Automaten unumgänglich, da eine sehr hohe Stückzahl erreicht werden kann. Die Einrichtung erfordert zwar etwas Fingerspitzengefühl, ist aber vom Grundsatz her einfach. Wenn die Maschinen erstmal laufen und stabil arbeiten, sind sie sehr effizient und sparsam im Energiekonsum (meist nur ein Motor). Interessant, dass diese (in die Jahre gekommene) Technik heute noch durch nichts zu ersetzen ist.

5. Woche (28.07. – 01.08.14)

Auch in dieser Woche wurde ich wieder bei den kurvengesteuerten Drehautomaten eingesetzt. Hier gab es eine Menge Arbeit zu erledigen. Maschinen mussten neu eingerichtet und gewartet werden, Werkzeuge wurden geschliffen oder ausgetauscht. Aber ich erfuhr auch mehr über den alten Teil der Firma sowie über die Sortiermaschine:

Die Sortiermaschine ist ein Gerät, welches jedes Produkt nach der Fertigung überprüft. Manche Kunden fordern höchste Genauigkeit an, sodass sie zum Einsatz kommt. Die Teile werden in einen großen Trichter geschüttet, welcher mit einem Förderband verbunden ist. Dieses lässt die Teile dosiert mithilfe eines Sensors in einen Rütteltopf fallen. Der Rütteltopf ist für die Ausrichtung der Produkte zuständig. Nun durchlaufen die Teile mehrere Stationen, welche mit Sensorik, Lasern & Rasterkameras ausgestattet sind. Es werden Parameter wie Länge, Breite und Kontur gemessen. Sollte also z.B. ein Span an einem Teil sein, wird dieses aussortiert.

Eine weitere Sortiermaschine, welche momentan still steht, sorgt für ein noch genaueres Ergebnis (bis zu 1/1000mm). Durch zwei gegenüberliegende Rasterpunktkameras und hochqualitativen Objektiven ohne optische Verzerrungen kann die Kontur des Produkts von beiden Seiten aufgenommen und gemessen werden.

Der „alte“ Teil der Firma beinhaltet viele Maschinen, die nun von Automaten oder CNC Maschinen ersetzt werden können. So z.B. die Gewindeschneidmaschinen. Heute kann man Gewinde entweder innerhalb eines Arbeitsganges eines Automaten schneiden oder sogar strehlen. Dabei wird bei den CNC-Maschinen die Umdrehungszahl der Spindel angepasst und ein Gewindeschneider geht mit einem gewissen Vorschub stetig nach hinten. So entsteht in kurzer Zeit ein vollwertiges Gewinde. Bei den alten Maschinen bewegen sich zwei sehr harte und schwere Gewinderollen aufeinander zu. Das Teil, welches in die Mitte gelegt wird, bekommt durch eine s.g. Kaltverformung ein Gewinde. Dieses Verfahren ist zwar nicht sehr schnell, jedoch noch sehr effektiv und genau.

Darüber hinaus möchte ich auf eine weitere Maschine genauer eingehen. Sie wurde aus einem einfachen Stanzautomaten gebaut und ist somit einzigartig. Hier werden Stäbe für Fenstergriffe produziert. Ein solcher Stab ist ein Vierkant und hat ein Loch am oberen Ende. In dieses Loch müssen eine Feder und ein Stift hinein. Der Stift hat eine Schräge, welche nach vorn schauen muss, damit sich der Stift in die Passform schieben lässt, jedoch nicht mehr heraus. Eine Aufgabe, die in anderen Firmen von Hand erledigt wird. Durch die Spezialanfertigung ist es nun möglich, diese Fensterstifte schneller herzustellen und somit kostengünstiger zu machen:

Die Stifte kommen zuerst in einen Rütteltopf, wo sie aufgestellt und ausgerichtet werden. Durch eine Schiene gelangen sie zur Hauptmaschine. Diese besteht aus einer Trommel, in der die Stäbe ausgerichtet eingesetzt werden müssen. Diese Trommel dreht sich, nachdem die langsamste Station (die Stanzung) fertig ist. Zuerst wird durch einen Sensor geprüft, ob sich ein Stab in der Trommel befindet. Dann wird die Feder eingesetzt. In der nächsten Station wird der Stift eingesetzt. Dieser ist auch schon richtig ausgerichtet. Dann wird alles gestanzt, sodass der Stift nicht mehr aus dem Stab springen kann. Die nächsten Stationen sind dann nur Sensoren und Tester, um sicher zu gehen, dass das Produkt fehlerfrei ist. Leider ist diese Maschine auch sehr fehleranfällig, sodass sie mehrmals am Tag repariert werden muss. Die Fehler können ganz verschiedener Natur sein. Eine Feder kann sich irgendwo verhakt haben, ein Stift hat sich in der Schiene quer gestellt oder ist umgefallen, usw.

Insgesamt hat sich diese Maschine allein wegen der Produktionszeiten der Teile gelohnt und wird immer noch stark genutzt. Und das ist nicht die einzige Spezialanfertigung in dieser Firma. Besonders die Kurvendrehautomaten haben oft noch spezielles Werkzeug und weitere Fräser oder Stanzen eingebaut, um den Wünschen der Kunden nachzukommen. Somit können Teile schneller und effizienter hergestellt werden und die Firma bleibt konkurrenzfähig, was in der heutigen Zeit für deutsche Metallfabriken sehr schwer ist.

6. Woche (04. – 08.08.14)

Am Montag (04.08.14) setzte ich mich genauer mit den verschiedenen Metallen auseinander. Mein Chef zeigte mir eine etwas ältere Drehbank und die verschiedenen Stähle: Edelstahl, Automatenstahl & niro (nicht rostend) 4305 Stahl. Jedes Material verhielt sich in der Bearbeitung anders. Beim s.g. „planen“ nahm man ca. 2mm von der Abstichfläche des Materials weg, sodass eine neue, saubere Fläche entstand. Eine zweite Bearbeitungsmethode war das Schruppen/Schlichten: Beim Schruppen wird deutlich mehr Volumen als beim Schlichten von dem Bauteil abgetragen. Das Werkstück wurde somit auf Maß gebracht. Jedoch ist das Spanvolumen auch sehr groß. Die dritte Bearbeitungsmethode war ein einfaches Bohren:

Die drei Metalle verhielten sich sehr unterschiedlich. Der Automatenstahl war sehr einfach zu bearbeiten, die Zerspanung war sehr gut. Außerdem ist es nicht sehr anfällig für Kratzer, was eine schnellere Produktion ermöglicht.

Der niro 4305 – Stahl ist zwar für den Einsatz in der Industrie sehr gut, da er (wie der Name schon sagt) nicht rostet. Doch die Bearbeitung dieses Werkstoffes ist sehr aufwändig. Zuerst wird viel mehr Kraft benötigt, um etwas vom Werkstoff abzutragen. Dies verursacht einen höheren Werkzeugverschleiß. Dann sind die Späne länger - dies verzögert teilweise die Bearbeitung.

Beim Edelstahl sind andere Kriterien einzuhalten. Mit einer „manuellen“ Drehbank ist es nur sehr schwer, diesen zu bearbeiten: Für eine glatte und saubere Fläche muss ein konstanter Vorschub herrschen, ansonsten kommen kleine Rillen in den Stahl. Da Edelstahl oft für sichtbare Teile wie Türgriffe u. a. verwendet wird, ist eine saubere Fläche Voraussetzung. Auch die Zerspanung ist schlecht, da sich wieder lange Späne bilden. Diese können sich an dem Werkzeug verfangen und eine unsaubere Fläche hervorrufen.

Am Mittwoch wurde ein Dübeltest gemacht. Meine Firma ist auch bekannt für ihre Patente an eigen erfundenen Dübeln. Die s.g. Filipp-Dübel. Es gibt viele verschiedene Arten von Filipp-Dübeln, welche sich z.B. in der Größe oder im Einsatzgebiet unterscheiden. Heute wurden Betondübel getestet, welche extra um ein paar Millimeter verkürzt wurden, um in Granitsteinplatten eingesetzt zu werden. Sie hatten einen Durchmesser von ca. 10mm und waren 30mm lang. Für den Versuch wurden mehrere Löcher in einen Betonklotz gebohrt und die Dübel eingesetzt. Ein Dübel wurde ausgewählt und mit einer Schraube fixiert. Diese ließ sich mit ca. 16Nm hineindrehen. Um nun viel Gewicht an die Schraube zu hängen, wurde sie um eine Glocke mit Sägegewinde erweitert. Das Sägegewinde sorgt für einen starken Halt bei hoher Belastung. An diese Glocke wurde eine industrielle Zugwaage gehängt, welche extra

für hohe Gewichte ausgelegt ist. Nun musste nur noch Gewicht an die Zugwaage. Ein Gabelstapler hob die ganze Apparatur hoch.

Der Kunde, welcher diesen speziellen Dübel bestellt hatte, erwartete eine Belastungsgrenze von 100-200kg, d. h. der Dübel sollte bis zu einem Gewicht von ca. 100-200kg nicht aus dem Material reißen. Nach einer Belastung von **430kg** wurde der Versuch abgebrochen, da der Dübel bereits mehr als das Doppelte der erwarteten Belastungsgrenze überschritten hatte – Test bestanden.

Den Rest der Woche verbrachte ich meist bei den CNC-Maschinen. Die hergestellten Produkte mussten wieder regelmäßig überprüft werden, um die gewohnte Qualität zu gewährleisten. Einen kleinen Einblick bekam ich auch in die Nachverarbeitung mancher Produkte. Wenn ein Kunde ein simples Produkt bestellt, welches schnell hergestellt werden soll, wird es meist auf den Drehautomaten gemacht. Somit sind die Bearbeitungsmöglichkeiten eingeschränkt und es können z.B. nicht von beiden Seiten Fasen gemacht werden. Also muss ein Arbeiter sich die Teile nehmen und (meist manuell) die Fase machen. Dies kann durch einen Bohrer oder durch eine Maschine für Einzelteile passieren.

7. Woche (11. – 15.08.14)

In dieser Woche hielt ich mich ausschließlich bei den CNC-Maschinen auf. Es gab wieder eine Menge zu tun. Am Montag musste eine Maschine, die ergomat TBC 42 repariert werden. Die Förderbänder, welche die fertigen Teile aus der Maschine befördern, waren auf irgendeine Weise blockiert. Also mussten diese ausgebaut und inspiziert werden. Sie wurden gereinigt, die Kontakte der Stecker wurden gesäubert und die Bänder wurden nachgespannt. Nach einem kurzen Testlauf funktionierten die Förderbänder wieder, und die Maschine konnte weiter laufen. Hätte die Reparatur mehr Zeit in Anspruch genommen, müsste die Produktion auf eine andere Maschine ausgelagert werden. Das würde eine Neueinrichtung bedeuten, was meist mit viel Zeit und Aufwand verbunden ist.

Nach dieser Reparatur gab es keine Zwischenfälle mehr, sodass die Produkte nur noch in regelmäßigen Abständen auf ihre Maße kontrolliert werden mussten. Also machte ich mir ein genaues Bild von den einzelnen Werkzeugen.

Am Freitag musste dann noch ein neues Teil eingerichtet werden. Da dieses Teil vorher nur auf den Drehautomaten lief, war kein Programm vorhanden. Also musste zuerst ein Programm her, welches die Werkzeugverläufe und Vorschübe beschreibt. Also gab es zwei Möglichkeiten: Entweder ein komplett neues Programm schreiben oder ein anderes Programm suchen, was der Schraube ziemlich ähnlich aussah, dieses kopieren und einfach nur anpassen. Wir entschieden uns für die zweite Methode und fanden sehr schnell eine ähnliche Schraube. Also wurde das Programm kopiert und dann nach und nach an das neue Produkt angepasst. Der Durchmesser musste verändert werden, es kam ein neues Gewinde drauf und eine Bohrung musste vorgenommen werden. Nachdem das Programm stand, mussten die einzelnen Werkzeuge eingebaut und vermessen werden. Nach einem vorsichtigen Testlauf, indem man schauen muss, ob der Werkzeugkopf auch nirgendwo behindert wird, konnte das Teil nun produziert werden. Ein letzter Feinschliff vor der Massenproduktion ist noch das „Zeittuning“. Denn jede Sekunde, die weniger benötigt wird, um ein Teil herzustellen spart Geld. Gerade bei großen Bestellungen machen kürzere Fahrwege & schnellere Vorschübe viel aus. Ein weiteres Produkt geht somit in die Produktion und muss regelmäßig geprüft werden.

8. Woche (18. – 22.08.14)

Die letzte Woche verbrachte ich wieder bei den CNC-Maschinen. Hier lernte ich dieses Mal besonders viel über den Vergleich und die Produktivität der verschiedenen Maschinentypen: Warum sind die CNC-Maschinen bei manchen Teilen schneller bzw. langsamer? Warum sind die Drehautomaten nicht für jedes Teil einsetzbar? Usw.

Diese Fragen ließen sich gut an einem Beispiel veranschaulichen. Eine Firma meldete, sie brauche wieder eine Charge von einer Spezialschraube. Diese Schraube hat einen Sechskantkopf mit M8 Gewinde. Jedoch ist sie am Kopf auf der Gewindeseite etwas weiter ausgedreht und hat eine Bohrung in der Mitte. Ein solches Produkt kann sowohl mit der CNC-Maschine, als auch mit dem Drehautomaten gefahren werden.

Mein Chef sagte folgendes dazu: „Wir wollten es mal wieder wissen!“ – Da eine höhere Stückzahl dieser Schrauben bestellt wurde, liefen sie gleichzeitig auf einer relativ neuen CNC-Maschine **und** auf einem alten Drehautomaten der Firma Index. Der Drehautomat brauchte genau 81 Sekunden, um eine Schraube fertig zu stellen. Hier können jedoch mehrere Werkzeuge gleichzeitig das Teil bearbeiten. So kann z.B. in einem Arbeitsgang das Gewinde gestreht werden, während auch der Kopf angefast und die Bohrung gemacht wird. Doch die neue CNC-Maschine kann, auch wenn sie nur ein Werkzeug gleichzeitig verwenden kann, auch gut mithalten und brachte es nach ein wenig Feineinstellungen auf 90 Sekunden. 9 Sekunden langsamer! Diese Feineinstellungen sind z.B. schnellere Vorschübe oder kürzere Fahrwege des Werkzeugkopfes. In der Zusammenfassung heißt das, dass auch wenn diese Index Drehautomaten, durch Walzen programmiert, immer noch ihre Vorzüge haben und sogar schneller als aktuelle Maschinen sind. Sie werden auch heute noch hergestellt (jedoch im fernen Osten und nicht mehr in Deutschland). Der Nachteil ist nur, dass sie ab einer bestimmten Komplexität der Teile nicht mehr mithalten können. Wenn z. B. eine Bohrung an einem gewissen Punkt im Teil gemacht werden muss, wird die Spindel mit dem Werkstoff extra ausgerichtet. Das geht bei den Drehautomaten nicht. Eine interessante Entwicklung, die sich hier zeigt: Die neusten CNC-Maschinen, welche über 300.000€ kosten, können zwar sehr komplizierte Teile machen, sind aber langsamer bei normalen Teilen, als die Drehautomaten und die Kurvenautomaten. Diese sind schon teilweise 30 Jahre alt, werden aber heute noch gebaut und zu einem Bruchteil der CNC-Preise verkauft.

Den Rest der Woche mussten einzelne Maschinen gewartet und überprüft. Wie immer mussten natürlich auch die einzelnen Teile genauestens auf ihre Richtigkeit geprüft werden.

Anhang

Zusatzberichte:

Materialkunde

Wirtschaftliche Betrachtung der Firma

~

Tabellarische Arbeitszusammenfassung

~

Erklärung

~

Quellenverzeichnis

~

Skizzen (1 & 2)

Material- bzw. Werkstoffkunde – Die Stähle 4301, 4305 & 4307

In meinem Betrieb werden verschiedene Materialien genutzt, um den Wünschen der Kunden nachzukommen. Am meisten wird hier das s.g. 1.4301 & 1.4305 Stahl genutzt. Aber auch Aluminium und Kunststoff wird hin und wieder verarbeitet. Der Werkstoff wird meistens als 3m Stange geliefert, da er so in die Magazine für die Maschinen passt. Doch auch Rohre werden verarbeitet. Diese Materialien haben verschiedene Eigenschaften, welche berücksichtigt werden müssen: die Spanbildung, die Rostfreiheit, Zugfestigkeit, Verformung bei Wärme/Kälte, ob sie schweißbar, magnetisch und hygienisch sind.

Stahl WNr. 1.4301 (X5CrNi18-10 (V2A))

- Zugfestigkeit: 500 – 700 N/mm²

Das heißt, es ist wesentlich stärker als z.B. Aluminium mit einer Zugfestigkeit von nur 45 N/mm². Als sehr starkes Material gelten jedoch die Kohlenstoffnanoröhrchen mit einer Zugfestigkeit von bis zu 63.000 N/mm². Leider befinden sie sich noch in der Forschung und werden bisher nur sehr selten in der Industrie eingesetzt.

- Eignung für Standard – Schweißverbindung: ja

Da der 4301-Stahl einen Kohlenstoffgehalt von ca. 0,05% hat, ist es schweißbar. Ab einem Gehalt von mehr als 0,22% gilt es nur noch als bedingt schweißbar. Dann müsste es z.B. Vorgewärmt werden. Doch auch andere Faktoren sagen etwas über die Schweißqualität des Materials aus: Der s.g. Kohlenstoffäquivalent (CEV) wird berücksichtigt, welcher aus den Legierungsanteilen und dem Kohlenstoffgehalt berechnet wird. Allgemein gilt, dass hoch- oder höher legierte Stähle schwieriger schweißbar sind und besonders Wissen und Kontrollen des Fertigers benötigen.

- Eignung für Direkthärtung: bedingt

Bei der Direkthärtung wird die Härte des Werkstoffs gezielt erhöht. Stahl wird zunächst normalgeglüht und dann aufgekühlt (Die Randschicht wird mit Kohlenstoff angereichert, sodass sie härter wird, als der Kern). Dabei wird er auf die Härtetemperatur abgekühlt und dann abgeschreckt.

- Zerspanungsklasse: 6

Die Zerspanungsklasse 6 bewegt sich im Mittelfeld mit Tendenz nach oben. Hier bedeutet 1 = schlecht und 10 = sehr gut.

Stahl WNr. 1.4305 (X8CrNiS18-9)

- Zugfestigkeit: 500 – 700 N/mm²

Vergleichbar mit 1.4301 Stahl

- Eignung für Standard – Schweißverbindung: nein

Anders als 1.4301 lässt sich 4305 nicht verschweißen, da der Kohlenstoffgehalt höher ist.

- Eignung für Direkthärtung: bedingt

Siehe 4301 Stahl

- Zerspanungsklasse: 7

Eine bessere Spanbildung – besser bearbeitbar als 4301 Stahl

Stahl WNr. 1.4307 (X2CrNi18-9)

- Eignung für Standard – Schweißverbindung: ja

Siehe 4301 Stahl

- Eignung für Direkthärtung: nein

- Zerspanungsklasse: 8

Eine bessere Spanbildung – besser bearbeitbar als 4301 & 4305 Stahl

- Kann aufgrund der hohen Korrosionsbeständigkeit in der Lebensmittelindustrie angewendet werden

Wirtschaftliche Betrachtung der Firma

Die Firma Horst-Filipp GmbH wurde 1964 gegründet. In den letzten 50 Jahren hat sich die Produktpalette durch die Nachfrage am Markt nahezu vollständig verändert.

Anfangs arbeiteten hier viele Mitarbeiter, was letztlich auch auf viele manuelle Produktionsabläufe zurück zu führen ist. Jeder Mitarbeiter hatte seine Aufgabe. Die Maschinen liefen alle auf Hochtouren und produzierten Spitzenzahlen. Doch man erkannte schon früh einen Umschwung in der Industrie. Der Ferne Osten mischte sich immer mehr in die deutsche Industrie ein und wurde zur Konkurrenz. Denn In China, Japan, Korea oder Taiwan sind die Arbeitsverhältnisse erschreckend anders. Daraus folgte eine billigere Produktion. Eine Beispielrechnung vereinfacht hier die Erklärung:

Eine Firma designt ein neues Produkt, welches sie auf den Markt bringen will. Wenn sie nun die Zulassung hat, muss dieses Produkt in die Massenproduktion. Viele Einzelteile, wie z. B. Spezialschrauben/Nägel, Schlauchverbindungen und vieles mehr, müssen zugekauft werden. Diese Teile werden in einer s. g. Dreherei bestellt. So kostet heutzutage ein solches Teil je nach Produktionsgröße und Aufwand ca. 1€ pro Stück. Die Materialkosten von ca. 0,70€ sind in diesem Preis schon enthalten.

Auch die Kunden der Horst-Filipp GmbH stehen im ständigen Wettbewerb, sodass diese permanent ihre Einkaufskonditionen prüfen, um Ihre Produkte wettbewerbsfähig anzubieten. So muss z. B. an diesen gedrehten Teilen gespart werden. Also kauft er sie im Ausland ein. In Spanien z.B. würde er für das gleiche Teil nicht 1€, sondern nur ca. 0,70€ ausgeben (incl. Material & Versand). In China/Japan sogar nur 0,09€ (incl. Material & Versand)!

Warum kann das sein?

Diese günstigen Preise können viele Gründe haben. Besonders interessant wird es, wenn man darüber nachdenkt, dass der Materialpreis (bis auf kleine Schwankungen) auf dem Weltmarkt **gleich** ist: 0,70€ pro Teil! Doch besonders im fernen Osten sind die Subventionierungsmaßnahmen seitens des Staats so groß, dass diese günstigen Preise möglich gemacht werden. Darunter muss die deutsche Industrie schon seit vielen Jahren leiden. Der Trend sieht hierbei nicht gut aus. Bei einem konstanten Wachstum der chinesischen Industrie, ist eine Änderung des Weltmarkts vorhersehbar. Allerdings hat dieser Trend auch negative Aspekte: So stellt sich gerade bei der Frage der Qualitätsansprüche z. B. chinesischer Produkte heraus, dass diese z.T. erhebliche Mängel aufweisen. Bei Verwendung dieser Produkte in komplexen Konstruktionen kann es deshalb vorhersehbar zu Fehlfunktionen kommen.

Die Firma Horst-Filipp GmbH hat sich in den letzten Jahren den Marktverhältnissen angepasst und konsequent qualitativ hochwertige Endprodukte entwickelt. Diese werden heute meist nur noch in Nullserien oder Kleinserien produziert.

Als weiteres Beispiel möchte ich das Thema Eilbestellung (früher/heute) aufnehmen:

Früher

Heute

Bestellung erreicht die Firma (per Post & Telex)	Bestellung erreicht die Firma (per E-Mail & Fax)
Material wird in einem der 5 umliegenden Metall/Stahlwerk bestellt – kommt am nächsten Morgen an	Material wird nur noch 1-mal pro Woche geliefert (Stahlwerk in Düsseldorf) – kommt in 1 bis 2 Wochen an
Fertigstellung der Serie (je nach Stückzahl) – 1 bis 2 Werktag	Fertigstellung der Serie (je nach Stückzahl) – 1 bis 2 Werktag
Verzinkung in einer der 4 umliegenden Verzinkereien in der Umgebung – 1 Werktag	Abholung der zu verzinkenden Teile 1 mal pro Woche – Fertigstellung in 1 bis 2 Wochen
Endprodukte werden mit Betriebseigenen Fahrzeugen ausgeliefert – 1 Werktag	Endprodukte werden einmal pro Woche durch Logistikfirma abgeholt – Versand: 1 bis 2 Wochen

Dauer für die Eilbestellung:

4 bis 5 Werktag	4 bis 6 Wochen
-----------------	----------------

Gründe für diese Entwicklung:

- Rückgang der regionalen Industrie (Metall-/Stahlwerke, Verzinkereien)
 - Kein einfaches und schnelles „Hand-in-Hand Arbeiten mehr“
- Deutsche Firmen nur noch als Kleinserienbauer
- Nur noch „Just in time“ – Produktion, keine großen Lagerbestände mehr

Tabellarische Arbeitszusammenfassung

Woche 1 & 2:

Datum	Arbeitsdauer	Tätigkeiten
30.06.2014	6h	Vorbereitung auf den Betrieb; Informationen über Bereiche einholen: Drehen, Feilen, Bohren, Schruppen, Schlichten; Produktpalette
01.07.2014	9h	Erster Arbeitstag, Führung durch den Betrieb; Vorstellung der einzelnen Bereiche; Kennenlernen der Drehtaktmaschinen;
02.07.2014	8h	Einführung in die CNC-Technik; zwei neue CNC-Maschinen wurden aufgebaut und eingerichtet; erste Erfahrungen in der Programmierung der CNC-Maschinen sammeln
03.07.2014	6h	Nachbereitung der erlernten Informationen bzw. der Erfahrungen; informieren über verschiedene CNC-Maschinen/Modelle
04.07.2014	6h	Nachbereitung der erlernten Informationen bzw. der Erfahrungen; informieren über verschiedene Schrupp- bzw. Schlichttechniken
		Wochenende
07.07.2014	6h	Erste Anfänge in der CNC-Programmierung; G- bzw. M-Codes und deren Bedeutungen I
08.07.2014	6h	Erste Anfänge in der CNC-Programmierung; G- bzw. M-Codes und deren Bedeutungen II
09.07.2014	9h	Anwenden der Programmierung; Einrichtung der neuen CNC-Maschinen mit Aluminium; Verschiedene Tricks bzw. schnellere Arbeitsweise mit der CNC-Maschine
10.07.2014	7h 30min	Spezielle und wichtige Programmierungsbefehle der Mitsubishi Steuerung (Skizze 1); Anwenden des Gelernten auf der muga turn XP4 42 CNC-Maschine
11.07.2014	7h	Wartung der ergomat TBC 60 CNC-Maschine: Antriebsriemen saß locker, da die Spindel während des Bohrvorgangs die Hälfte der Umdrehungen/min verlor; Fehlerbehebungen an einer weiteren ergomat TBC 45

Woche 3 & 4:

Datum	Arbeitsdauer	Tätigkeiten
14.07.2014	9h	Kennenlernen der programmgesteuerten Drehautomaten; programmierung mit Walzen bzw. Nocken; Werkzeuge reparieren (Schleifen);
15.07.2014	6h	Materialkunde I (4301 Stahl und seine Eigenschaften); Vor- & Nachbereitung des gelernten Materials
16.07.2014	7h 30min	Technik bzw. Elektronik der Drehautomaten besser verstehen; Gespräch mit Herrn Filipp (Geschäftsführer) über die wirtschaftlichkeit und Zukunft der Firma
17.07.2014	6h	Materialkunde II (4301 Stahl und seine Eigenschaften); neuste Techniken in der Metallbranche; Vor- & Nachbereitung des gelernten Materials
18.07.2014	6h 15min	Einführung in die kurvengesteuerten Drehautomaten; erste Informationen über Kurven und deren Einsatzgebiete
		Wochenende
21.07.2014	8h	Weiterführende Informationen über kurvengesteuerte Drehautomaten: Einsatzfelder, Vorteile/Nachteile, Support
22.07.2014	6h	Wirtschaftlichkeit & Zukunft der Firma (Bericht); neuste Techniken in der Metallbranche; Vor- & Nachbereitung des gelernten Materials
23.07.2014	7h 30min	Wartung einzelner kurvengesteuerten Drehautomaten und Reparatur diverser Werkzeuge
24.07.2014	6h	Wirtschaftlichkeit & Zukunft der Firma (Bericht); neuste Techniken in der Metallbranche; Vor- & Nachbereitung des gelernten Materials
25.07.2014	6h 15min	Einrichtung eines kurvengesteuerten Drehautomaten - Arbeitsvorbereitung, Durchführung, Kontrolle (diese Woche leider nicht fertig geworden)

Woche 5 & 6:

Datum	Arbeitsdauer	Tätigkeiten
28.07.2014	7h 30min	Fertigeinrichtung des kurvengesteuerten Drehautomaten mit besonderem Augenmerk auf die Arbeitsschritte, bis das Produkt endlich in die Massenfertigung darf
29.07.2014	6h	Wirtschaftlichkeit & Zukunft der Firma (Bericht); Was bedeutet Massenproduktion (Was muss beachtet werden?; wie viel Unterschied macht eine Sekunde bei der Produktionszeit aus?)
30.07.2014	7h 30min	Erweiterte Führung durch den Betrieb mit besonderem Augenmerk auf Sortiermaschine & Spezialanfertigungen; Besondere Maschine: Bolzenstanzmaschine für die automatische Fertigung von Fensterstiften
31.07.2014	6h	Wirtschaftlichkeit & Zukunft der Firma (Bericht); Sensorik der Bolzenmaschine genauer verstehen; Spezialanfertigungen = Abhebung von der Konkurrenz
01.07.2014	6h 15min	Erläuterung der alten Maschinen und deren Funktionsweisen: besonders Gewindeschneid- und bohrmaschinen; Vergangenheit der Firma: alte bzw. erste CNC-Maschinen & frühere Produktpalette
		Wochenende
04.08.2014	7h 30min	Drehen an einer Drehbank: Verhalten der einzelnen Stoffe: 4301 Stahl, Automatenstahl und Edelstahl; CNC-Maschinen warten
05.08.2014	6h	Vorgehensweise bei der Metallverarbeitung; Funktionsweise einer Drehbank; manueller/automatischer Vorschub
06.08.2014	7h 30min	Erweiterter Dübeltest in Beton: Mehrere Proben wurden eingesetzt, diese wurden einem Härtetest unterzogen; nach 400kg Belastung wurde der Versuch abgebrochen, da sie bestanden haben; CNC-Maschinen
07.08.2014	6h	Vorgehensweise bei der Metallverarbeitung; Informationen über Dübel und deren Belastbarkeitsgrenzen
08.08.2014	6h 15min	Geauer Einblick über Nachbearbeitung von Produkten (meist manuell durch Bohrer oder nicht automatische Maschinen); CNC-Maschinen warten bzw. Produkte kontrollieren

Woche 7 & 8:

Datum	Arbeitsdauer	Tätigkeiten
11.08.2014	7h 30min	Wartung der CNC-Maschine ergomat TBC 42 - Neuinstallation der Förderbänder; ständiges prüfen der produzierten Teile, kontrolle der Programmbefehle
12.08.2014	6h	Vorgehensweise bei der Metallverarbeitung; Betriebswirtschaftliche Informationen zum Thema Kundengewinnung eingeholt
13.08.2014	6h	Messtechniken in der Metallverarbeitung; Erfassung der heutigen Produktpalette im vergleich zu bereits eingestellten Produkten
14.08.2014	6h	Messtechniken in der Metallverarbeitung; Materialkunde mit besonderem Schwerpunkt auf Aluminium und Kunststoff
15.08.2014	6h 15min	Einrichten eines neuen Teils auf der CNC Maschine; Umschreibung eines bereits vorhandenen Programms; regelmäßige Kontrolle der Endprodukte
		Wochenende
18.08.2014	7h 30min	Zeitgewinnung bei der Produktion von Teilen auf der CNC-Maschine; Fertigeinrichtung der müga XP 4 42; Kontrolle der Endprodukte im CNC-Bereich
19.08.2014	6h	Messtechniken in der Metallverarbeitung; Zeitgewinnung in der CNC-Programmierung; optimierung des Programmcodes (M- und G-Befehle); Programmierung auf Mitsubishi und Fanuc Steuerungen
20.08.2014	7h 30min	Wartung der CNC-Maschinen; Einrichtung der ergomat TBC 60 - probleme bei einem Radius; Wechseln der Platten für den Reduziernippel (auf müga XP4 42 (neu))
21.08.2014	6h	Messtechniken in der Metallverarbeitung; Verschiedene Verschleißarten bei Werkzeugplatten; In wie weit hilft die Sensorik, eventuelle Schäden oder großen Verschleiß zu minimieren?
22.08.2014	6h 15min	Letzter Arbeitstag - Erst CNC-Maschinen gewartet, dann letzte Besprechung des Praktikumberichts & Erklärung.

Erklärung

Hiermit erklären wir, dass Herr Jonas Wilinski, geboren 20.12.1995, wohnhaft Schweriner Str. 2 in 33803 Steinhagen in unserer Firma ein 8-wöchiges Industriegrundpraktikum gem. der uns vorliegenden Praktikumsordnung der CAU Kiel, absolviert hat. Der vorliegende Praktikumsbericht wurde gelesen und zur Kenntnis genommen.

Enger, den

Quellenverzeichnis

- Tabellenbuch Metall (40. Auflage 1997)
- Industriemechanik – Grundstufe und Fachstufen (1. Auflage 1996)
- Werkstoff-Lexikon (Kopie S. 302-303)
- Horst-filipp-gmbh.de (Betriebseigene Internetseite) (14.07.14)
- Wikipedia.de:
 - Edelstahl (15.07.14)
 - Zugfestigkeit (15.07.14)
 - Schweißen (15.07.14)
 - Kohlenstoffäquivalent (15.07.14)
- metalltechnik-lexikon.de/direkthaerten/ (17.08.14)