

Praktikumsbericht

zum

Grundpraktikum

in der mechanischen Werkstatt und Schweißwerkstatt
der Firma Blechanlagenbau & Co. KG

Praktikum durchgeführt von

Name: Student
Vorname: Willi
Matr.-Nr.: 12345678
TH-Köln,
Campus Gummersbach
Steinmüllerallee 1
51643 Gummersbach
e-mail@adresse.de

Bearbeitungszeitraum: 01.08.15.09.2008

Abschluss des Berichtes am: 20.09.2008

Unterschrift **Willi Student**

durchgeführt in der Firma

Blechanlagenbau
GmbH & Co. KG
Gummersbacherstraße 11
Postfach XYZ1430
51643 Gummersbach

Ansprechpartner

Karl Meistermann
Tel.: 02261/765432
kama@bleba.de

**Stempel
Unterschrift**

Inhaltsverzeichnis

1. Firmenprofil:XXXXXXXXXXXX	2
2. Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580	3
3. Grundpraktikum vom 14.07. bis 18.07.2008	3
3.1 Feilen	3
Übung 1: „Stegflächen eines U-Profiles parallel auf Maß zu feilen“ (siehe Anhang)	4
Übung 2: „Herstellung eines Blechbackenpaares“ (siehe Anhang)	4
4. Grundpraktikum vom 21.07. bis 25.07.2008	5
4.1 Strecken und Schweißen	5
Übung 3: Gestrecktes und geschweißtes Blech (siehe Anhang)	6
Fertigung von Rohblechen für Übung 3, die später von Auszubildenden durchzuführen ist	6
4.2 Bohren, Senken, Reiben und Innengewindeschneiden (von Hand)	7
Übung 4 „Bohrreihe in einem Verteilerblock“ (siehe Anhang)	8
5. Grundpraktikum vom 28.07. bis 01.08.	8
5.1 Kleine Stoßmaschine	8
Übung 5: Bearbeitung von Flachstahl an der kleinen Stoßmaschine (siehe Anhang)	9
5.2 Drehen	9
Übung 6: Herstellung eines Anschlussblockes (siehe Anhang)	10
6. Grundpraktikum vom 04.08. bis 08.08.2008	11
6.1 Gesenkschmieden	11
Verfahren	11
Verschleiß, Elektronikprobleme und Schneidenkorrektur	12
Maschinenumstellung infolge eines Produktwechsels	12
Endkontrolle	13
7. Grundpraktikum vom 11.08. bis 15.08.2008	13
Übung 7: Fertigung von Blechen und Rohren für eine Löt- und Schweißübung (siehe Anhang)	13
7.1 Löten	13
Übung 8: Hartlöten von Blechen und Rohren (siehe Anhang)	14
8. Grundpraktikum vom 18.08. bis 22.08.2008	15
8.1 Schweißen	15
Übung 9: Einstiegsübungen Lichtbogenschweißen (siehe Anhang)	15
Übung 10: Einstiegsübungen Autogenschweißen (siehe Anhang)	16
8.2 Fräsen	17
Übung 11: Stirnplanfräsen und Meißeln (siehe Anhang)	17

1. Firmenprofil:XXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXX ist eines der weltweit größten Schmiedeunternehmen. Zu den Hauptkunden zählen Automobilbranchen, welche Fahrwerks- und Motorenkomponenten

XXXXXXXXXXXXXbeziehen. Weiterhin werden am Standort XXXXXXXXu.a. Weichteile für Bahnstrecken sowie Baggerzähne weiterentwickelt, gefertigt und in der ganzen Welt vertrieben

Die Gesenkschmiede verfügt mit seinen ca. XXXX Mitarbeitern über eine eigene Entwicklungs- und Konstruktionsabteilung und Werkzeugfertigung und ist somit in den meisten Bereichen unabhängig. Produkte werden in enger Zusammenarbeit mit den Kunden Vorort konstruiert und entsprechende Gesenke selbst gefertigt. Verschleißerscheinungen an Gesenken und Werkzeugen können ohne Fremdfirmen behoben werden. Ein Expertenteam automatisiert fortlaufend Maschinen und Anlagen.

XXXXXXXXXXXXX ist 2004 aus XXXXXXXXX hervorgegangen und seitdem ein Tochterunternehmen der XXXXXXXX-Gruppe, welche weitere Standorte in Indien, den USA, Schottland, Schweden, China und Deutschland besitzt.

Die Firma betreibt eine Lehrwerkstatt, in der das Grundpraktikum zeitweise absolviert wurde.

2. Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580

Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580		
Hauptgruppe	Beschreibung	Verfahren
Urformen	Aus formlosem Stoff wird durch Zusammenhalt der Stoffteilchen ein Werkstück erstellt.	Gießen, Sintern, Rapid Prototyping, Spinnen, etc.
Umformen	Bildsame Formänderung bei gleichbleibender Masse und Volumen	Walzen, Schmieden, Prägen, Drücken, Tiefziehen, Biegen, Ziehen, etc.
Trennen	Formänderung durch Abtragen von Werkstoffteilchen	Feilen, Sägen, Bohren, Drehen, Fräsen, Scherschneiden, Keilschneiden, Schleifen, etc.
Fügen	Verbinden von mehreren Werkstücken in geometrisch bestimmter Form	Verschrauben, Schweißen, Löten, Kleben, Nieten, etc.
Beschichten	Aufbringen einer festhaftenden, formlosen Schicht	Lackieren, Aufdampfen, Galvanisieren, etc.
Stoffeigenschaften ändern	Verändern der Eigenschaften eines Werkstoffes	Härten, Weichglühen, etc.

Tabelle 1: Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580 (Vorlesungsskript Prof. Maresch, FH Düsseldorf)

3. Grundpraktikum vom 14.07. bis 18.07.2008

3.1 Feilen

Das Feilen gehört nach DIN 8580 zu der Hauptgruppe „Trennen“.

Die Feile ist ein Werkzeug für eine spanende Formgebung. Sie wird häufig für Form- und Abtragungsarbeiten, aber auch zum Schärfen (z.B. von Sägen) oder zum Entgraten verwendet.

Gehauene Feilen bestehen aus hintereinander angeordneten Schneidkeilen - dem sogenannten Hieb -, welche durch eine parallele Führung zur Werkstückoberfläche eine dünne Materialschicht (Späne) abtrennen. Je nach Material und gewünschter Oberflächengüte, gibt es verschiedene Feilentypen. Besitzt die Feile nur eine Reihe paralleler Einkerbungen, spricht man vom „Einrieb“. Dieser ist zur Feilenachse leicht angeschrägt, damit die Späne abgeführt werden und nicht die Kerbungen verstopfen. Der Schrägungswinkel steigt mit der Härte des Werkstoffes an. Die häufigste Hiebart ist der „Kreuzrieb“. Hier kreuzen sich zwei Einkerbungsreihen, welche nacheinander gehauen werden (erst Unter-, dann Oberrieb). Diese können in unterschiedlichen Winkeln angeschrägt sein.

Feine Feilen besitzen dicht angeordnete Hiebreihen, bei größeren Feilen wird der Abstand der Reihen größer. Die Hiebzahl wird in Hieben pro cm gemessen (beim Kreuzrieb zählt der Oberrieb). Nach DIN 8349 ist die Hiebzahl in Abhängigkeit von der Länge der Feile (Werkstattfeile) und einer Hiebnummer zwischen eins und vier festgelegt. Mit steigender Hiebnummer - bei konstanter Länge - steigt auch die Hiebzahl. Bei konstanter Hiebnummer und steigender Länge sinkt die Hiebzahl.

Länge in mm	Gehauene Werkstattfeilen (Hiebzahlen plus/minus 5%)			
	Hiebnummer 1	Hiebnummer 2	Hiebnummer 3	Hiebnummer 4
100	17	23	28	34
110	-	22	-	-
125	15	20	25	31
150	13	18	23	28
175	-	16	-	-
200	10	15	20	24
250	8	13	17	21
300	7	11	15	19
350	6,5	10	14	17
400	6	9	13	16

Tabelle 2: Hiebzahlen in Abhängigkeit von Feilenlänge und Hiebnummer nach DIN 8349 (Grundkenntnisse der Metallverarbeitung, RKL-Lehrmittel)

Neben gehauenen Feilen gibt es noch gefräste Feilen und Raspeln.

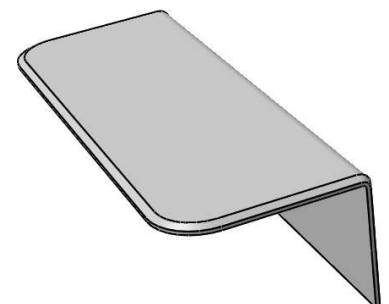
In der Lehrwerkstatt von XXXXXXXXXXXXX befinden sich an jedem Arbeitsplatz vier Kreuzriebfeilen. Eine 400mm-Feile wird zum Schrappen eingesetzt. Einige Millimeter Material können mit ihr mühelos entfernt werden. Eine 250mm-Feile dient zum groben Ebnen. Zur Herstellung besserer Oberflächengüten steht eine feinere Feile gleicher Länge zur Verfügung. Zum Entgraten und Ebnen kann eine kleinere Feile genutzt werden.

Übung 1: „Stegflächen eines U-Profils parallel auf Maß zu feilen“ (siehe Anhang)

Nachdem man die Festmaße (hier: Grundfläche 100mm x 65mm, Steghöhe 41mm) mit dem Messschieber überprüft hat, wird das U-Stück auf das Wunschmaß angerissen. Die Stege werden auf 38mm eben und parallel geschliffen. Mit der Rundung nach unten müssen die Feilen gleichmäßig belastet werden, sodass beide Kanten in gleicher Menge abtragen. Verbleibende Kantenüberstände (Grate) werden entgratet.

Übung 2: „Herstellung eines Blechbackenpaares“ (siehe Anhang)

Zunächst ist mit Hilfe des Ausbildungsleiters folgender Arbeitsplan entwickelt worden:



1. Rohmaße prüfen (kann das Werkstück aus dem Halbzeug gefertigt werden?)
2. Bleche auf Außenmaß feilen
erste lange Seite eben feilen
zweite lange Seite eben und parallel und maßhaltig (85mm) zur ersten Seite feilen
dritte Seite eben und winkelig zur ersten und zweiten Seite feilen
vierte Seite eben, parallel und maßhaltig (120mm) zur dritten Seite und winkelig zur ersten und zweiten Seite feilen
3. Radius von 12mm an den Ecken anreißen (Hilfsmittel: Radienlehre)
4. Fase von 2mm umlaufend (an drei Seiten) anreißen
5. Radius (3) nach Anriss anfeilen
6. Fase (4) nach Anriss anfeilen
7. Biegekante (35mm) anreißen
8. Bis zur Anrisslinie (7) 35mm einspannen und ausrichten und mit Schlosserhammer auf 90° abwinkeln (Hilfsmittel: „Pritsche und Biegehilfe“)

Die Fertigung der ersten Blechbacke wurde von einem erfahrenen Auszubildenden begleitet - die Fertigung der zweiten Backe wurde selbständig durchgeführt.

Die größten Schwierigkeiten bestehen in der Umsetzung der Fertigungsschritte 2.1 bis 2.4, da neben Ebenheit, Maßhaltigkeit mit einer Toleranz von 0,5mm auch Winkeligkeit gefordert wird.

Die Maßhaltigkeit wird mit einem Messschieber überprüft –die Parallelität durch drei Messvorgänge an unterschiedlichen Orten.

Wichtig ist auch die Ebenheit der Kanten. Legt man die grade Seite des Winkels leicht angeschrägt auf die Werkstückoberfläche, so ist bei ebenen Flächen kein Lichtspalt zwischen Winkel und Materialoberfläche zu sehen. (Lichtspaltverfahren)

Für das Anreißen der Radien (3) wird der Mittelpunkt als Schnittpunkt zweier parallel zu den Kanten durchgeführte Anrisse (Abstand 12mm) gefunden. Damit der Zirkel beim Anreißen der Kreisbögen (5) nicht abrutscht, werden die Mittelpunkte gekörnt.

Die Kreisbögen werden gefeilt, indem man die Feile durch eine bogenartige Auf- und Abwärtsbewegung nur punktuell aufsetzt. Mit einer Radienlehre wird das Ergebnis überprüft. Für das Festlegen der Fase (4) werden die entfernteren Maße (83mm, bzw. 118mm) mit dem Messschieber eingestellt und angerissen, da das Abmessen von 2mm zu Ungenauigkeiten führen kann.

Nach dem Anreißen der Biegekante (7) auf der fasenabgekehrten Seite spannt man das Blech bündig zur Biegekante ein. Mit dem Schlosserhammer wird das Blech um 90° gebogen. Eine Pritsche schützt dabei das Blech vor Beschädigungen. Bei der Feinbearbeitung wird Pritsche durch eine Biegehilfe (Metallquader) ersetzt. Ist der Winkel geringer als 90°, kann man diesen vergrößern, indem das Blech mit den Kanten nach unten auf die Anreißplatte gelegt und mit Hammer und Biegehilfe auf die Falte geschlagen wird.

4. Grundpraktikum vom 21.07. bis 25.07.2008

4.1 Strecken und Schweifen

Strecken und Schweifen gehören zum spanlosen Formen. Durch Schlagen einer Hammerfinne (Kerbe) dehnt sich das Blech in der Einkerbung aus und verformt sich.

Beim Strecken werden nur auf einer Hälfte des Werkstücks - winkelig zu dessen Außenkante - Kerben geschlagen. Der Werkstoff wird auf dieser Seite verdrängt und biegt sich in Richtung der anderen Seite. Für große Streckungen müssen die Kerben an der Werkstückaußenkante möglichst nah und durch leichtes Anschlagen des Hammers möglichst tief sein. Eine gleichmäßige Streckung erhält man durch einen gleichmäßigen Kerbenabstand.

Biegt sich der Werkstoff in eine ungewünschte Richtungen, so muss das Bauteil spanlos zurückgeformt (gerichtet) werden.

Übung 3: Gestrecktes und geschweiftes Blech (siehe Anhang)

Auch vor dieser Übung ist zunächst ein Arbeitsplan aufgestellt worden, welcher in den ersten beiden Punkten mit dem Plan aus Übung 2 identisch ist. Da die Kanten nach dem Strecken und Schweißen ihre Ebenheit, Maßhaltigkeit, Winkeligkeit und Parallelität verlieren und großteils eine wellige Form annehmen, muss bei dieser Übung nicht so genau gearbeitet werden, wie bei Übung 2.

3. Anriss
 - 3.1 im Abstand von 30mm (Grenze Schweißen) und
 - 3.2 35mm (Grenze Strecken), sowie
 - 3.3 der Symmetrieachse bei 10mm (in dem Bereich, welcher gestreckt werden soll)
4. Strecken, bzw. Schweißen (Reihenfolge nicht relevant)

Durch Schweißen möchte man eine gleichmäßige Verlängerung des Bleches um 10mm erreichen. Mit der Hammerfinne beginnt man an der Grenze des geschweiften Bereichs (Anriss 3.1) und schlägt parallel zu dieser. Die Hammerschläge sollten möglichst senkrecht zur Werkstückoberfläche angeordnet sein und die Einkerbungen eine gleichmäßige Tiefe besitzen, damit sich das Werkstück nicht seitlich verformt. Sollte sich das Blech nach einem Schlag dennoch seitlich verformen, müssen die nächsten Hammerschläge näher und stärker zur gebogenen Kante gesetzt werden. Da die technische Zeichnung im Maßstab 1:1 vorliegt, kann sie als Schablone genutzt werden, um den Arbeitsfortschritt zu kontrollieren.

Durch das Strecken soll das Blech einen Kreisbogen von 90° mit Radius 100mm bekommen. Hier wird - wie beim Schweißen - an der Grenze des gestreckten Bereiches (Anriss 3.2) begonnen und nur die äußere Hälfte beschlagen. Das Werkstück wird hierfür auf die Schablone (technische Zeichnung) gelegt. Dort, wo das Werkstück die Schablone verlässt wird der nächste Schlag gesetzt, oder ggf. eine andere Kerbe vertieft.

Da ein Kreisbogen eine gleichmäßige Streckung voraussetzt, müssen die Schläge möglichst regelmäßig sein.

Sollten die beiden Werkstückenden beim Schweißen oder Strecken die Schablone verlassen, werden sie zurückgefeilt oder abgemeißelt.

Fertigung von Rohblechen für Übung 3, die später von Auszubildenden durchzuführen ist

Für die Bearbeitung der dritten Übung, sollen 13 Bleche mit den Maßen 2 x 22 x 202 gefertigt werden.

Es wird ein 2mm-Blech so ausgewählt, dass die Grundmaße mehrerer Bleche mit möglichst wenig Verschnitt angerissen werden können. Um die Dicke des Sägeblatts (ca. 1mm) und Ungenauigkeiten einzuplanen, werden die Maße auf 24mm x 204mm erhöht, wobei die Bezugskanten eben sein sollten. Damit die Anrisse besser sichtbar werden, sind Sie grob mit einem Edding markiert worden.

Die einzelnen Blechstücke werden mit einer Bandsäge ausgesägt. Da es sich mit 2mm Dicke um ein relativ dünnes Blech handelt, kann ein feines Sägeblatt verwendet werden. Gesägt wird möglichst genau auf den Anrissen. Das Blech darf jedoch nicht zu schnell durch die Säge gezogen werden, da das Sägeblatt sonst reißen könnte. Zum Schutz vor Spänen muss eine Sicherheitsbrille getragen werden.

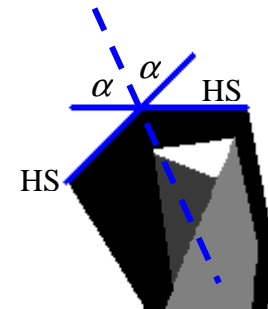
Nach dem Sägen werden die Rohmaße der einzelnen Bleche geprüft und die Kanten eben, maßhaltig und winkelig, bzw. parallel gefeilt (Reihenfolge gemäß Arbeitsplan Übung 2, Pkt.

2). Da die Bleche später von den Auszubildenden weiter bearbeitet werden sollen, kann man leichte Mängel (bis ca. 0,2 mm) vernachlässigen.

4.2 Bohren, Senken, Reiben und Innengewindeschneiden (von Hand)

Das Bohren ist ein spanendes Fertigungsverfahren, mit dem kreisförmige Löcher verschiedener Radien hergestellt werden können.

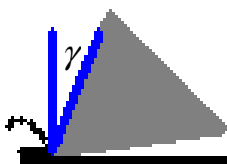
Spiralbohrer besitzen zwei Hauptschneiden, welche durch eine Rotationsbewegung in das Werkstück eindringen und spiralförmige Späne produzieren. Um ein genaues Arbeiten zu ermöglichen, müssen beide Schneiden die gleiche Länge haben und im gleichen Winkel zur Mittelachse stehen (siehe Bild). Wo beide Schneiden



Bohrerkopf
HS = Hauptschneide
 $\alpha + \alpha$ = Spitzenwinkel

zusammentreffen, befindet sich die sogenannte Querschneide.

Je nach Werkstoffhärte, gibt es verschiedene Bohrertypen mit verschiedenen Spanwinkeln: Typ W (langspanend, für weiche Werkstoffe), Typ N (normalspanend für normalharte Werkstoffe) und Typ H (kurzspanend für harte und spröde Werkstoffe).



Spanwinkel γ

Neben dem geeigneten Bohrer ist auch die geeignete Maschine in

Abhängigkeit von Werkstückgröße und Werkstoffart (Umdrehungen) und der gewünschten Genauigkeit (z.B. Messung der Bohrtiefe an der Maschine) wichtig.

Die richtige Drehzahl (n) steht mit dem Bohrerdurchmesser (d) und der Geschwindigkeit (v) in folgender Beziehung:

$$n = \frac{v}{d \cdot \pi} \quad [n] = \frac{m}{\text{min} \cdot m} = \frac{1}{\text{min}}$$

Die Schnittgeschwindigkeit ist von der Zugfestigkeit des Werkstoffes abhängig und kann einer Tabelle entnommen werden.

Senker sind spezielle Bohrköpfe, welche zum Entgraten von Bohrungen oder für Senkungen (z.B. für Schraubenköpfe) eingesetzt werden. Die gebräuchlichsten Senker sind der Kegel- und der Flachsenker.

Sollen zylindrische oder kegelförmige Bohrungen eine hohe Oberflächengüte, Maß- oder Formgenauigkeit erhalten, so kann man Bohrungen mit Reibahlen weiterbearbeiten. Das Vorbohren sollte mit einem Bohrer vorgenommen werden, welcher einige Zehntelmillimeter kleiner ist als das gewünschte Maß. Reibahlen bestehen meist aus einer geraden Anzahl von Zähnen, damit sich zwei Zähne zur Bestimmung des Reibahlendurchmessers gegenüberstehen.

Mit Hilfe eines Gewindebohrers können in vorgebohrte Löcher Gewinde geschnitten werden. Oft kommt ein dreiteiliges Gewindeschneidset, bestehend aus einem Vor-, Haupt-, und Endschneider, zum Einsatz. Man erkennt diese an der Anzahl der Ringe am Ende des Schaftes (ein, zwei und drei/null Ringe). Der Durchmesser der Vorbohrung (D_1) ist nach DIN 13 abhängig von der Gewindesteigung (P) und dem Durchmesser des Gewindes (D):

$$D_1 = D - P$$

Während des Gewindeschneidens ist ein Schmiermittel zu benutzen. Die Art des Schmiermittels ist werkstoffabhängig.

Übung 4 „Bohrreihe in einem Verteilerblock“ (siehe Anhang)

Bei dieser Übung werden verschiedene Bohrungen gefertigt. Er werden Kegel- und Flachsenker eingesetzt, zwei Gewinde geschnitten (eines durchgehend, eines mit einer vorgegebenen Tiefe) und eine Bohrung hoher Oberflächengüte erstellt.

Nachdem man die Seiten des Verteilerblocks auf Winkeligkeit geprüft hat, werden (von den winkeligeren Kanten aus) die Bohrungen markiert, angerissen und die Schnittpunkte gekörnt. Die Anrisse und Körnungen sollen auf 1/10mm genau sein, damit die Bohrung exakt gesetzt werden kann.

Auf die Körnungen erzeugt man Zentrierbohrungen von ca. 1,5mm Durchmesser mit einer Drehzahl von 500 Umdrehungen/min. Es ist darauf zu achten, dass die Körnungen größer als die Querschneide des Zentrierbohrers sind, damit der Bohrer eine gute Führung hat und nicht verläuft.

Nach einer Kontrollmessung werden die Bohrungen durchgeführt. Eine Sacklochbohrung soll 20mm tief sein. Kommt es zur Berührung zwischen Werkstoff und Bohrer wird die Bohrerhöhe null definiert (Anzeige an der Standbohrmaschine) und dann bis auf 20mm gebohrt. Die ungefähre Umdrehungszahl wird in Abhängigkeit von der Schnittgeschwindigkeit nach der o.g. Formel berechnet:

$$n = \frac{25 \frac{m}{\min}}{0,005m \cdot \pi} \approx 1500 \frac{1}{\min}$$

Mit dem Kegelsenker werden die Bohrkanten mit $n=250$ Umdrehungen/min entgratet.

Bei der ersten Bohrung (siehe Anhang) werden mit dem Flachsenker zwei zylindrische Senkungen mit einer Tiefe von 4,2, bzw. 5,7mm angesenkt.

Die zweite Bohrung soll zwei identische kegelförmige Senkungen mit Radius 13mm erhalten. Hier wird ein Kegelsenker verwendet und so tief eingedrungen, bis der gewünschte Radius erreicht wird.

Die Bohrung mit vorgegebener Oberflächengüte wird auf 9,7mm vorgebohrt. Mit einer Reibahle wird unter Einsatz von Öl die Bohrung auf 10mm mit der Güte Rz 6,3 gerieben. Überprüft wird dies mit einem passenden Lehdorn. Die dünne Seite der Lehre stellt das untere Abmaß dar. Sie muss in die Bohrung passen, die dickere Seite stellt das obere Abmaß dar. Sie darf nicht in die Bohrung passen.

Während der gesamten Bohrvorgänge, wird Kühlmittel eingesetzt, um die Standzeit der Bohrer zu erhöhen.

Die Bohrung für das M10-Gewinde wird auf 8,5mm vergrößert. Dann wird mit einem Windeisen Vor-, Haupt- und Endschnide in das Material geschnitten. Nach ca. drei Umdrehungen müssen die Schneiden jeweils eine Umdrehung zurückgedreht werden, damit die Späne brechen. Um ein Gewinde senkrecht zur Oberfläche zu erhalten, muss die Winkeligkeit zwischen Werkstückoberfläche und Schneide häufig überprüft werden.

Das M6-Gewinde soll nur 15mm tief in die 20mm tiefe Bohrung geschnitten werden. Vor der Bearbeitung wird die Länge der Schneiden gemessen und ein Markierungspunkt gesucht. Ein geeigneter Punkt lag bei 20mm (der Punkt muss noch 5mm aus dem Werkstück schauen). Um die Reibung beim Gewindeschneiden zu verringern, wird ein Schneidöl verwendet.

5. Grundpraktikum vom 28.07. bis 01.08.

5.1 Kleine Stoßmaschine

Die Stoßmaschine (Schnellhobler oder Shaping-Maschine) ist eine Werkzeugmaschine zur spanenden Metallbearbeitung. Durch das Stoßen lassen sich in wenigen Minuten einige Millimeter der Werkstückoberfläche abtragen und ebnen. Ein linear bewegter Meißel nimmt

die oberste Materialschicht eines fest eingespannten Werkstückes ab und fährt dann zur Ausgangsstellung zurück. Dabei ist die Schnittgeschwindigkeit kleiner als die Rücklaufgeschwindigkeit (wirtschaftliche Gründe). Man unterscheidet - abhängig von der Stoßrichtung - Senkrecht- und Waagrechtstoßen.

Beim Waagrechtstoßen wird das Werkstück in einem Schraubstock eingespannt und manuell die Höhe eines gehärteten Meißels und die Position des Werkstückes ausgerichtet. Der Meißel bewegt sich linear in horizontaler Richtung. Um eine Fläche abtragen zu können, wird nach jedem Span die Einspannung senkrecht zur Schnittlinie bewegt. Je nach Stoßmaschine können Materialspäne von 1-2mm abgetragen werden.

Übung 5: Bearbeitung von Flachstahl an der kleinen Stoßmaschine (siehe Anhang)

Für eine Schweißübung sollen 16 Metallquader mit einer Kantenlänge von 20mm, 30mm und 40mm mit der Stoßmaschine gefertigt und teilweise mit einer oder zwei Fasen versehen werden. Die Metallstücke werden von einer Metallstange mit der Hubsäge abgetrennt. Da die Metallstange maßhaltig und eben ist, müssen lediglich die Schnittflächen nachbearbeitet werden. Hierzu wird anstelle der Feile eine kleine Stoßmaschine eingesetzt, da diese (bei dickeren Werkstücken) sauberer und schneller arbeitet.

Gestoßen wird in drei Schritten:

1. Erste Schnittkante sauber (eben) und winkelig stoßen
2. Zweite Schnittkante sauber (eben) und winkelig stoßen
3. Werkstück auf Maß stoßen. Die winkligere Seite dient als Bezugsfläche. Parallel zu dieser wird das Material der anderen Seite abgetragen.

Zwischen den einzelnen Schritten wird das Werkstück ausgespannt und mit einer Feile entkratet sowie Maßhaltigkeit und Winkligkeit geprüft.

Um ein paralleles Abtragen zu ermöglichen, werden die Werkstücke nicht direkt in den Schraubstock, sondern zwischen zwei angewinkelten Leisten eingespannt. Es ist darauf zu achten, dass das Werkstück fest sitzt und nicht von dem Meißel aus der Fassung geschlagen werden kann.

Vor dem eigentlichen Abtragen der Oberfläche wird das Werkstück durch den Meißel angerissen. Das Werkstück wird unter den Meißel positioniert und dieser langsam abgesenkt, bis der Meißel den ersten Span abträgt (ca. 0,1mm). Diese Position kann für maßhaltiges Stoßen als Nullpunkt definiert werden. Der Meißel senkt sich auf das gewünschte Maß ab - durch die automatische Bewegung des Schraubstocks, wird auf der gesamten Oberfläche Material abgetragen.

Zusätzlich sollen die Metallquader der Länge 30mm eine oder zwei Fasen von 45° erhalten. Die Fasengrenzen werden auf den Metallquadern angerissen und die Schneide des Meißels auf 45° ausgerichtet. Die Höhe des Meißels wird fest eingestellt und der Schraubstock manuell in kleinen Schritten (ca. 0,1mm) in Richtung des Meißels bewegt, bis die Anrisslinie erreicht wird.

5.2 Drehen

Beim Drehen wird spanend Material von einem rotierenden Werkstück abgetragen. So können Rotationskörper oder Bohrungen (nur an der Rotationsachse möglich) gefertigt werden.

Eine Mechanikerdrehmaschine besteht aus einem Spindelstock, einem Werkzeugschlitten und einem Reitstock.

Im Spindelstock werden die Werkstücke in ein Drehfutter eingespannt. In Abhängigkeit von Werkstückart und -größe unterscheidet man unterschiedliche Drehfutter, denn es muss sicher gestellt werden, dass sich das Werkstück bei hoher Drehzahl und Druck nicht verschiebt oder löst.

Auf dem Werkzeugschlitten befindet sich ein Meißel, welcher eine dünne Materialschicht (abhängig von Material, Drehart und Meißelform) abtragen kann. Wie beim Stoßen werden auch beim Drehen verschiedene Meißelarten eingesetzt. Der Werkzeugschlitten kann sich während des Drehens längs (Längsdrehen) oder quer (Querdrehen) zur Rotationsachse bewegen (Vorschub des Meißels). Zudem differenziert man zwischen Außendrehen (Materialabnahme von Werkstückoberfläche) und Innendrehen (Bearbeitungsfläche liegt innen am Werkstück).

Am Reitstock befindet sich eine kegelförmige Pinole. Mit dieser können große Werkstücke abgestützt werden. Anstelle der Pinolen treten bei Bohrungen die Bohrer.

Eine der häufigsten Dreharten ist das Querplandrehen. Hiermit werden ebene Flächen rechtwinkelig zur Rotationsachse hergestellt. Damit die Werkstückoberfläche vollständig abgetragen werden kann, muss sich die Meißelschneide auf Höhe der Werkstückmitte befinden.

Übung 6: Herstellung eines Anschlussblockes (siehe Anhang)

Es werden Anschlussblöcke aus Aluminium gefertigt. Die ersten Schritte sind identisch mit Übung 5. Mit der Hubsäge wird eine Aluminiumstange in Teilstücke (ca. 54mm) geschnitten. Da Aluminium weicher ist als Stahl, kann der Vorschub der Säge größer gewählt werden.

Anschließend werden die Quader querplangedreht, um eine gleichmäßige Oberfläche zu erhalten. Die Arbeitsschritte sind hier die gleichen, wie beim Stoßen. Erst werden die Seiten gesäubert, bevor diese maßhaltig gedreht werden.

Zunächst muss die richtige Umdrehungszahl des Werkstücks ermittelt werden. Hier wird sowohl auf Erfahrungswerte zurückgegriffen, als auch auf berechnete Werte. Die Formel entspricht der Berechnung der Bohrerumdrehung (siehe oben). Anstelle des Bohrerdurchmessers wählt man den Durchmesser des Werkstücks. Die Schnittgeschwindigkeit hängt vom Werkstoff, der Schnitttiefe und dem Vorschub des Meißels ab und kann Tabellen entnommen werden.

Nachdem das Werkstück eingespannt ist, wird es zunächst „angekratzt“. Der Meißel wird manuell in axialer Richtung des drehenden Werkstücks bewegt bis die ersten Späne abgetragen werden. Dann wird der Meißel quer von der Werkstoffoberfläche entfernt. Der Meißel sollte das Werkstück möglichst weit außen anfahren, um größere Abtragungen mit der Meißelrückseite zu vermeiden.

Anschließend wird der Vorschub eingestellt und eine größere Materialschicht (Schnitttiefe ca. 0,7mm-1mm) abgetragen, bis der Meißel die komplette Oberfläche berührt hat, und somit die Winkeligkeit gegeben ist. Diesen Vorgang bezeichnet man als Schruppen.

Um eine höhere Oberflächengüte und somit auch eine genauere Maßgenauigkeit zu erreichen wird das Werkstück geschlichtet. Mit kleinem Vorschub wird eine dünne Materialschicht (ca. 0,4mm) abgetragen. Der Meißel wird nach diesem Vorgang in Längsrichtung von dem Werkstück wegbewegt und darf nicht – wie beim Schruppen – quer zurückgedreht werden, um die Oberfläche nicht zu beschädigen.

Sind beide Seiten gesäubert, wird die Länge des Werkstücks gemessen. Man wählt die Seite mit der schlechteren Oberflächengüte, um das Werkstück auf Maß zu drehen. Nach dem Anreißen, wird die Position des Meißels in Längsrichtung entsprechend der gemessenen Werkstücklänge definiert. Durch Schruppen und späteres Schlichten wird diese Länge auf das gewünschte Maß (hier 50mm) verkürzt. Das Werkstück wird an den Kanten mit einer Feile entgratet.

Die maßgedrehten Aluminiumblöcke sollen zudem ein Gewinde erhalten. Da sich dieses auf Höhe der Rotationsachse befindet, werden die Vorbohrungen auch mit der Drehmaschine gefertigt. Wie beim Bohren mit der Bohrmaschine muss die Bohrung zunächst mit einem Zentrierbohrer zentriert werden. Die Drehzahl wird wie beim Bohren mit einer Bohrmaschine berechnet, jedoch führt das Werkstück diese Umdrehungen aus, während der Bohrer nicht

rotiert. Die zentrierte Bohrung wurde mit einem 11,5mm-Bohrer vorgebohrt. Da die Gewinde auf beiden Seiten unterschiedlich groß sind, wird die Bohrung einseitig auf 15mm mit einer Tiefe von 26mm vergrößert. Dies funktioniert analog zum Bohren an der Bohrmaschine. Sobald der Bohrer das Werkstück berührt, wird dieser Punkt als Bohrtiefe null mm definiert und bis zur gewünschten Bohrtiefe gebohrt.

Das angefangene Werkstück ist später von einem anderen Auszubildenden vollendet worden.

6. Grundpraktikum vom 04.08. bis 08.08.2008

6.1 Gesenkschmieden

Gesenkschmieden ist ein thermisches Umformverfahren, welches in der Massenproduktion eingesetzt wird.

Die Rohlinge werden manuell oder automatisch zwischen zwei Gesenke gelegt und von diesen unter Druck umschlossen. Sie erhalten so die in den Gesenken eingelassene Prägung (Gravur). Damit die Werkstücke nach dem Auseinanderfahren der Gesenke nicht haften bleiben, werden diese zwischen den Schmiedevorgängen mit einer speziellen Flüssigkeit eingesprüht.

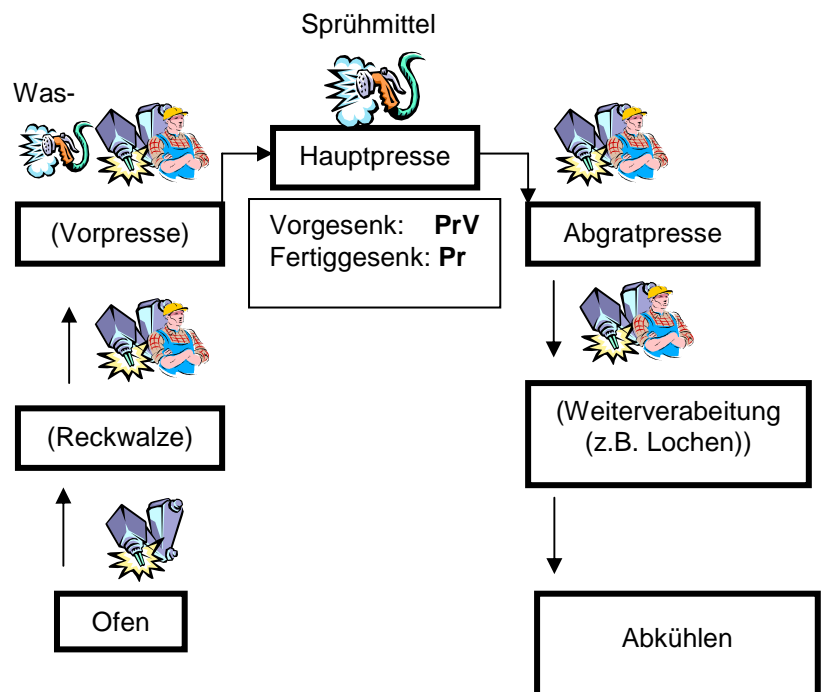
Um den Schmiedevorgang durchführen zu können, sollten die Rohlinge eine dem Gesenk angepasste Geometrie besitzen. Man erreicht dies durch Walzen und mehrere vorangehende Schmiedevorgänge.

Verfahren

In einem Induktionsofen werden Stahlrohlinge auf ca. 1200°C erhitzt. Je nach Art des Produktes werden diese warm oder kalt in gleichgroße Stücke geschnitten. Der Rohling muss vor der Umformung eine definierte Temperatur besitzen. Rohlinge, die diese Temperatur über- oder unterschreiten, werden aussortiert. Vor dem Hauptschmiedevorgang werden die Rohlinge gewalzt, vorgepresst oder gewalzt und vorgepresst, um sie geometrisch dem Produkt anzunähern.

Die sog. Reckwalzen bestehen aus zwei rotierenden Walzen, welche in mehrere Segmente eingeteilt sind. Jedes Segment wird an beiden Walzen manuell mit werkstückspezifischen Stichen (Formstücken) versehen. Die Formen auf der Ober- und Unterwalze können unterschiedlich sein. Das Umformen des Rohlings entsprechend der eingesetzten Formstücke ist automatisiert. Der Rohling kann jedes Segment unterschiedlich häufig durchlaufen und wird u. U. zwischen den Walzvorgängen gedreht.

Die Vorpresse staucht das Werkstück. Sie besitzt in der Regel ein Gesenk, kann aber auch aus mehreren Gesenken bestehen. Nach jedem Schmiedevorgang werden die Gesenke mit Wasser oder Sprühflüssigkeit gekühlt und ein Festkleben der Werkstücke verhindert.



Gesenkschmieden bei Bharat Forge –
(mit Klammern versehene Arbeitsschritte können entfallen)

Dann beginnt der Hauptschmiedevorgang. Die Werkstücke werden erst in einem Vorgesenk (**PrV**) vorgeschmiedet und erhalten ihre entgültige Form im Fertiggesenk (**Pr**). Damit die Werkstücke aus dem Gesenk entfernen kann, werden diese durch einem Auswerfer angehoben.

Nach dem Schmieden werden die Werkstücke in einen Stempel gelegt und mit einer passenden Schneide entgartet (Abgratpresse). Einige Werkstücke werden im heißen Zustand weiterbearbeitet. Bei Baggerzähnen wird in einer weiteren Presse die Spitze geschmiedet und danach zwei Löcher in die Seiten gestanzt.

Man positioniert die Werkstücke manuell mit einer Zange oder ein Roboter übernimmt die Zuführung. Schmiedestraßen mit schweren Werkstücken und Werkstücken mit hoher Auflage sind in der Regel vollautomatisiert.

Verschleiß, Elektronikprobleme und Schneidenkorrektur

XXXXXXXXXXXXX verfügt über insgesamt 9 Schmiedepressen mit einer Größe zwischen 16MN und 80MN. Durch die hohen Kräfte verschleiben die Gesenke relativ schnell. In der Produktionsphase werden nach ca. 90 Minuten von jeder Presse drei Schmiedeteile entnommen und auf Risse, Vollheit und Maßhaltigkeit überprüft. Weisen die Werkstücke Fehler auf, gehört es zu den Aufgaben des Vorarbeiters, die Ursache zu finden und zu beheben. Man unterscheidet vier Fehlerkategorien. Bei Fehlerkategorie „eins“ kann die Produktion noch ohne Eingriff weiterlaufen, bei Kategorie „zwei“ müssen die Werkstücke nachbearbeitet werden. Bei Fehlerkategorie „drei“ sind die Werkstücke ausschussgefährdet, wogegen bei der „vierten“ Kategorie kein Werkstück mehr verwendet werden darf.

Bei Rissen kann der Fehler im Verschleiß des Vorgesenks der Hauptpresse liegen, bei überstehenden Graten ist die Schneide der Abgratpresse verschlissen.

Treten schwerwiegende Fehler auf, so wird die Produktion eingestellt und die Verschleißteile ausgewechselt bzw. die Komponenten repariert.. Der Vorarbeiter kann selbständig ein Gesenk wechseln; für die Korrektur der Schneiden an der Abgratpresse ist ein spezialisierter Facharbeiter, der sog. „Schnittschlosser“, verantwortlich.

Jedes Gesenk hat eine Laufkarte, auf der die Anzahl der bisher produzierten Stücke erfasst sind. Wird ein Gesenk ausgetauscht, so wird dort der „Austauschgrund“ vermerkt.

Nach Wiederaufnahme der Produktion werden erneut Stichproben genommen. Im Idealfall weisen diese Werkstücke die vorherigen Fehler nicht mehr auf.

Des weiteren kann es passieren, dass eine Maschine aufgrund eines technischen Defekts nicht funktioniert (z.B. Roboterdefekt, Auswerfer fährt nicht zurück, etc). In diesen Fällen werden Elektriker und Roboterprogrammierer zu Rate gezogen.

Maschinenumstellung infolge eines Produktwechsels

Nach Erreichen der vom Kunden gewünschten Stückzahl, werden die Maschinen auf ein neues Produkt umgestellt. Die Maschineneinstellungen werden in einer Rüstmappe vorgegeben. Die Rüstmappen sind produkt- und maschinenspezifisch. Neben technischen Zeichnungen des Produkts sind die Art der Gesenke/Stiche, die benötigten Maschinen (z.B. Reckwalze) und die Art der Sprühungen (Länge, Winkel, usw.) definiert. Es kann sein, dass Produktionsfolgen geändert werden müssen, wenn z.B. bei dem aktuellen Produkt – im Gegensatz zu dem Vorgängerprodukt - eine Vorpresse entfallen kann. Gesenke, Schneiden und Stiche werden von den Maschinenbedienern gewechselt und ausgerichtet. Vor der Massenproduktion werden einige Teile getestet und in der Qualitätskontrolle u.a. auf Maßhaltigkeit, Risse oder Sichtbarkeit eingraviertes Zeichen (z.B. Chargezeichen, Firmenlogo) überprüft.

Erst wenn die Qualitätskontrolle die Freigabe gibt, darf ein Teil in Serie produziert werden.

Endkontrolle

Nach Abkühlen und ggf. Vergüten der Werkstücke wird jedes Werkstück in der Endkontrolle überprüft. In mehreren Kontrollstraßen, werden die Werkstücke auf Maßhaltigkeit, Risse und Stahlart kontrolliert.

Um Zunder und andere Schmiedereste zu entfernen, werden die Werkstücke zunächst gesandstrahlt. Sie werden in einer Maschine mit feinen Metallkörnern beschossen und erhalten so eine gleichmäßige, leicht angeraute Oberfläche.

Vor der Rissprüfung wird das Werkstück magnetisiert und mit einer fluoreszierenden magnetischen Flüssigkeit (Fluxmittel) besprüht. Die feinen Eisenteile des Fluxmittels setzen sich vor allem in den feinen Rissen fest und können unter UV-Licht leicht erkannt werden.

Nachdem die Werkstücke wieder entmagnetisiert worden sind, werden die Außenmaße in speziell angefertigten Messlehren überprüft.

Fällt ein Produkt bei einem der Tests durch, wird es – je nach Fehlerart – gerichtet oder geschliffen. Die nachbearbeiteten Teile durchlaufen danach wieder die Kontrollstraße. Werkstücke mit schwerwiegenden Mängeln werden aussortiert.

Einige Produkte werden parallel zu der Endkontrolle bearbeitet. So erhalten Kolben in kalten Zustand zwei Bohrungen.

7. Grundpraktikum vom 11.08. bis 15.08.2008

Übung 7: Fertigung von Blechen und Rohren für eine Löt- und Schweißübung (siehe Anhang)

Die ersten Löt- und Schweißversuche werden mit Rohrstücken und rechteckigen Blechen durchgeführt. Diese müssen auf die passende Länge ausgesägt werden und eben gefeilt werden. Da diese Werkstücke lediglich Übungsobjekte sind und keine weitere Verwendung finden, kann sehr grob gearbeitet werden. Lediglich die Ebenheit an den Kontaktstellen muss gewährleistet sein, damit die Bleche bzw. die Rohre gut zusammenpassen.

Vor dem Lötvorgang müssen die Übungsobjekte an den Kontaktpunkten metallisch rein sein, geschliffen werden und sauber sein (z.B. keine Späne oder Fettablagerungen), um den Lötvorgang zu ermöglichen.

7.1 Löten

Löten ist ein thermisches Fügeverfahren, um zwei Metalle mit Hilfe eines geschmolzenen Metalls oder Legierung (Lot) über Diffusion miteinander zu verbinden. Das Lot muss einen geringeren Schmelzpunkt besitzen als die beiden zu verbindenden Metalle, damit es zwischen die erwärmten, aber festen Metalle fließen und mit ihnen nach Erkalten eine feste Verbindung eingehen kann.

Der Abstand beider Metalle beeinflusst den Lötvorgang und ist je nach Größe als Lötspalt (kleiner als 0,25mm) und Lötfrage definiert. Durch Adhäsionskräfte zwischen Lot und Werkstück, wird das Lot in den Spalt hineingezogen (Kapillarwirkung). Da die Kapillarwirkung bei kleineren Spaltbreiten größer ist, sind Lötspalte den Lötfragen vorzuziehen.

Die Wahl des Lotes ist abhängig von den Metallen und der Spaltlänge und -tiefe. Zudem unterscheiden sie sich im Schmelzbereich (Temperaturspanne zwischen dem Übergang vom festen zum Flüssigen Zustand).

Liegt der Schmelzpunkt der Lote unter 450°C, so spricht man von Weichlöten. Weichlöten wird eingesetzt:

- wenn der Zusammenschluss elektrisch leiten soll
- wenn man wärmeempfindliche Metalle bearbeitet

- oder die Verbindung nicht größeren Belastungen ausgesetzt ist.

Löten mit Lotschmelzpunkten über 450°C bezeichnet man als Hartlöten. Diese Verbindungen sind belastbarer und können größeren Temperaturen ausgesetzt werden als weichgelötete Teile.

Bei Temperaturen über 900°C spricht man vom Hochtemperaturlöten. Vorteile gegenüber einem Schweißverfahren sind der geringe Aufwand der Nacharbeit und die Möglichkeit zwei verschiedene Metalle bearbeiten zu können.

Da Metalle beim Erhitzen schnell oxidieren, wird beim Löten ein Flussmittel verwendet, welches Oxidationen verhindert. Das Flussmittel verstärkt die Kapillarwirkung und trägt zu einer guten Verbindung der Teile bei. Flussmittel ist wie das Lot temperaturabhängig und kann als Pulver, Paste oder Flüssigkeit vorliegen.

Übung 8: Hartlöten von Blechen und Rohren (siehe Anhang)

Als erste Übung soll ein Rohrstück senkrecht mit einem Blechstück verlötet werden. Ein Brenner mit einem Acetylen-Sauerstoffgemisch dient als Wärmequelle für das Lot und die Metalle.

Zunächst muss das Flussmittel mit etwas Wasser vermennt werden, sodass es eine breiige Konsistenz annimmt. Der Brei wird auf das Blech und die Rohrunterseite aufgetragen.

Am Brenner wird, mit dem sog. Mischer, das Gemisch aus Sauerstoff und Acetylen eingestellt. Der Druck beträgt beim Acetylen ca. 0,5 Bar, während der Sauerstoffdruck bei ca. 5 Bar liegt. An dem Mischer befindet sich eine Aufnahme für eine Spitze, an welcher die Brennerflamme austritt. Durch das richtige Verhältnis zwischen Acetylen und Sauerstoff entsteht eine fast durchsichtige Flamme mit blauem Kegel. Diese bietet einen zusätzlichen Schutz gegen Oxidation, da bei dieser Einstellung auch Sauerstoff der umliegenden Luft zur Verbrennung hinzugezogen wird.

Vor dem Erhitzen wird das Blech auf zwei Drähten auf einen feuerfesten Tisch (Metalloberfläche) gelegt. Die Drähte reduzieren die Kontaktfläche zwischen Metall und der Tischoberfläche und wirken somit wärmeisolierend. Das Rohr wird auf dem Blech positioniert.

Mit der Brennerflamme werden die Metalle zunächst aus einigen Zentimetern Distanz vorgewärmt. Dann werden die Ecken des Bleches und die freie Rohroberseite aus kurzer Distanz (wenige Millimeter zwischen Kegel und Metall) erhitzt. Der Lötvorgang benötigt eine möglichst gleichmäßige Temperatur im Lötspalt. Damit die Temperatur nicht zu heiß wird, werden Fugen nicht direkt mit der Flamme beaufschlagt. Wenn die Fuge dunkelrot glüht, wird das Lot an die Fuge erhalten und wenige Sekunden erhitzt. Durch die Kapillarwirkung sollte der ganze Spalt ausgefüllt sein.

Die Metalle lässt man ca. eine Minute an der Luft abkühlen bevor man sie in Wasser abschreckt. Überstehendes Flussmittel wird mit Hilfe einer Stahlbürste oder einer Feile entfernt.

In einer weiteren Übung soll ein Blech senkrecht auf ein weiteres Metallblech gelötet werden. Die Bleche werden lagegerecht mittels einer Parallelschraubzwinge, die sich in einem Schraubstock befindet, positioniert. Zwischen dem unteren Arm der Schraubzwinge und dem unteren Blech werden ebenfalls zwei Drähte gelegt, um den Wärmeverlust zu reduzieren. Die Bleche werden seitlich mit Flussmittel bestrichen. Die Kanten des Bleches werden mit dem Brenner bei gleicher Flammeneinstellung erhitzt, bis sich der Kontaktspace der Bleche dunkelrot färbt. Dann wird das Lot angesetzt, und kurz stark erhitzt. Durch die Kapillarwirkung zieht sich das flüssige Lot in den Spalt. Damit das Lot eine möglichst kurze Strecken fließen muss, wird es mittig an den Kontaktspace gehalten. Nach dem Lötvorgang müssen die Bleche auch hier von überflüssigem Flussmittel gereinigt werden.

Um zu testen, ob sich das Lot gleichmäßig verteilt hat, kann man die fertigen Exemplare in den Schraubstock einspannen und mit einem Hammer auseinander schlagen. Nach einem guten Lötvorgang hat sich das Lot auf der gesamten Kontaktfläche verteilt.

8. Grundpraktikum vom 18.08. bis 22.08.2008

8.1 Schweißen

Durch Schweißen können zwei Werkstücke gleichen Material fest miteinander verbunden. (thermisches Fügen). Im Gegensatz zum Löten werden die beteiligten Werkstoffe unter Anwendung von Wärme (und Druck) aufgeschmolzen. Schweißen kann mit oder ohne Zusatzwerkstoff erfolgen.

Die Vorteile des Schweißens sind:

- kein oder geringer Verbrauch an Zusatzwerkstoffen
- einfaches Verfahren zur Herstellung einer festen, unlösbaren Verbindung.

Nachteilig ist, dass beim Schweißen Gefügeänderungen in der Nähe der Schweißnaht auftreten.

Die Schweißverfahren (Metallen) unterteilt man zwei Hauptgruppen – dem Press-Verbindungsschweißen und dem Schmelz-Verbindungsschweißen.

Beim Press-Verbindungsschweißen wird, im Gegensatz zum Schmelz-Verbindungsschweißen, eine Kraft (Druck) benötigt.

Zu den häufigsten Schmelz-Verbindungsschweißarten gehören das Autogenschweißen (Gasschmelzschweißen) und das Lichtbogenschweißen (elektrische Schweißen).

Beim Autogenschweißen werden die Werkstücke durch eine Brennerflamme miteinander verschmolzen. Ein Schweißdraht wird zum Füllen der Fuge verwendet und bildet eine Schweißnaht (Raupe). Wie beim Hartlöten wird oft ein Acetylen-Sauerstoff-Gasgemisch verwendet, welches ca. 3200°C heiß wird.

Beim Autogenschweißen wird das „Nach-Links-Schweißen (NL)“ und das „Nach-Rechts-Schweißen (NR)“ unterschieden. Die Verfahren unterscheiden sich u.a. in der Position des Schweißdrahtes (gleich oder entgegengesetzt zur Brennerführung), der Brennerbewegung und Brenner- und Schweißdrahtwinkel. NL-Schweißen eignet sich zum Schweißen dünnerer Werkstücke (bis 3mm), NR-Schweißen für dickere Werkstücke.

Beim Lichtbogenschweißen werden die Werkstücke durch einen elektrischen Lichtbogen zwischen Werkstück und Schweißelektrode erhitzt. Zwischen Werkstück und Schweißgerät werden so hohe Spannungen angelegt, dass durch den Lichtbogen Temperaturen von 3600°C am Minuspol, meist Stabelektrode, und bis zu 4200°C am Pluspol, meist Werkstücke, erreicht werden. Die Stabelektrode des Schweißgeräts übernimmt die Funktion eines Stromleiters und des Zusatzwerkstoffes. Beim Aufschmelzen ist die Stabelektrode von einer Gashülle umgeben, die die Werkstücke von der Umgebungsluft abschirmt und somit das Oxidieren verhindert. Zum Schweißen eignet sich sowohl Gleich-, als auch Wechselstrom.

Übung 9: Einstiegsübungen Lichtbogenschweißen (siehe Anhang)

Vor dem Schweißen wird zunächst das Führen geübt. Auf einer ca. 10mm dicken Stahlplatte werden mehrere Schweißnähte (Raupen) aufgeschweißt. Die Elektrode wird in den Elektrodenhalter leicht angeschrägt eingespannt. Dann bewegt man die Elektrode in Richtung der Metalloberfläche bis es einen Kurzschluss gibt, welcher den Lichtbogen zündet. Die Stromstärke wird dem Material angepasst (hier ca. 100A). Die Elektrode wird in eine Richtung mit senkrechten Pendelbewegungen (ca. 2mm) geführt. Die Schwierigkeit besteht darin, die Elektrode in der richtigen Geschwindigkeit zu führen. Die Pendelbewegungen sollten so langsam und gleichmäßig sein, dass die Raupe gleichmäßig breit und hoch ist. Da die Elektrode abbrennt muss sie während des Schweißens dem Werkstück angenähert werden. Nach dem Schweißen wird mit einem Schlackehammer und einer Drahtbürste die Schlackeschicht von der Raupe entfernt.

Führt man die Elektrode etwas routinierter, wird der T-Stoß (Kehlnaht) geübt. Mehrere Werkstücke, werden senkrecht auf eine Metallplatte geschweißt. Zuerst wird das Werkstück mit vier Punktschweißungen an der Platte befestigt. Dann wird eine Raupe an der Längskante

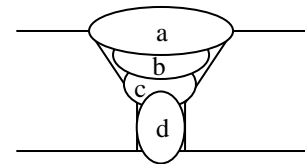
des Werkstücks geschweißt. Die Pendelbewegungen der Elektrode sollten hier dreieckig ausgeführt sein, dass an der Platte und an dem anderen Werkstück die Raupe ca. Elektrodendick wird. Auch hier ist die Hauptschwierigkeit, die Elektrode mit gleichmäßiger und langsamer Geschwindigkeit zu führen.

In einer weiteren Übung werden acht gleichgroße Metallbleche zu einer ebenen Platte zusammengeschweißt. Im Bereich der Schweißnähte wurden zuvor die Bleche mit einer 45° Fase versehen, die sich über die Hälfte der Materialdicke erstreckt (Y-Nahtvorbereitung).

Die Bleche werden mit Schraubzwingen festgespannt, um Materialverzug vorzubeugen. Aufgrund der Blechdicke sind mehrere Schweißvorgänge erforderlich, wobei zwischen jedem Schweißvorgang die Schlacke gründlich entfernt und die Festigkeit der Schraubzwingen überprüft werden müssen. Ist die Schlacke nicht vollständig entfernt, verschmelzen die Werkstücke nicht vollständig miteinander. Es entstehen Schlackeneinschlüsse, die die Verbindung schwächen. Wird die Elektrode nicht korrekt geführt, kann auch während des Schweißvorgangs Schlacke eingeschlossen werden.

Die Bleche werden in einem Abstand von ca. 1mm positioniert und an den Rändern zusammengepunktet. Damit bezweckt man, dass die Bleche beim eigentlichen Schweißvorgang nicht verrutschen und der Abstand konstant bleibt.

Von den gepunkteten Stellen wird zunächst eine Raupe von ca. 2cm gezogen (sog. Wurzellage). Um den Materialverzug zu verringern, bleibt der restliche Spalt vorerst frei. Auf der Blechrückseite schweißt man dann die sog. Gegennaht. Anschließend wird das Mittelstück der Wurzellage vollendet. Mit einem weiteren Schweißvorgang wird der durch die Fasen geschaffene Platz gefüllt (sog. Mittellage). So entsteht eine stabilere Verbindung als ohne Fase. Eine letzte Naht deckt die Y-Naht ab (Decklage).



Y-Naht mit Gegennaht:
a) Decklage; b) Mittellage,
c) Wurzellage, d) Gegennaht

Übung 10: Einstiegsübungen Autogenschweißen (siehe Anhang)

Vor dem Schweißen wird – ähnlich wie beim Lichtbogenschweißen - die Führung des Schweißbrenners und des Schweißdrahts geübt. Dafür wird ein Blech- oder Rohrstück mit mehreren Nähten versehen.

Die Flammeneinstellung des Brenners gleicht der Einstellung des Hartlötens. Man verwendet jedoch eine größere Spitze. Mit der Flamme wird in einem Winkel von ca. 30° bis 45° das Metall so lange erhitzt, bis der Startpunkt der Naht zu schmelzen beginnt. Dann wird mit dem Schweißdraht in das geschmolzene Metall getupft. Im Idealfall verschmelzen der Draht und das Metall gleichmäßig miteinander, sodass eine gleichmäßige Naht entsteht. Die Schwierigkeit besteht darin, den Brenner richtig zu positionieren. Wird die Flamme zu nah an das Blech gehalten entstehen Löcher oder es gelangen Metallpartikel in den Flammenkegel, welche zu einem Knall oder zum Erstickten der Flamme führen können. Ist die Position der Flamme zu weit vom Werkstück entfernt gewählt, kommt es nicht zur Verschmelzung zwischen Draht und Blech: lediglich eine Schicht geschmolzenen Drahtes setzt sich auf dem Blech ab, welche durch leichtes Hämmern gelöst werden kann.

Als nächste Übung sollen zwei Bleche der Stärke 2mm durch Autogenschweißen miteinander verbunden werden. Diese werden zunächst - wie beim Lichtbogenschweißen – in einem Abstand von ca. 1 bis 2mm angepunktet. Anschließend wird eine gerade Naht gezogen. Es muss darauf geachtet werden, dass beide Bleche zu schmelzen beginnen und ungefähr die gleiche Temperatur haben.

Um das Schweißen an gekrümmten Oberflächen zu üben, sollen zwei Rohrstücke zusammen geschweißt werden. Der Brenner muss in einem Kreisbogen geführt werden, um die Rohre gleichmäßig zu erhitzen. Die Rohre werden – wie auch die Bleche - im Abstand von ca. 1mm

bis 1,5mm angepunktet. Während des Schweißvorgangs muss das Rohr mit einer Zange gedreht werden, um eine umlaufende Schweißnaht zu ermöglichen.

8.2 Fräsen

Fräsen ist ein vielseitig einsetzbares spanendes Verfahren, mit welchem u.a. ebene und gekrümmte Flächen, sowie Rundungen, Nuten, Verzahnungen oder Gewinde hergestellt werden können. Ein rotierendes mehrschneidiges Werkzeug, der sog. Fräser, trägt die Späne von der Werkstoffoberfläche ab. Je nach Fertigungsart unterscheiden sich die Fräser nach Art der Mitnahme, Fräserform, Zahnform und Zahnrichtung. Der Vorschub wird normalerweise von dem Werkstück ausgeführt und ist – abhängig vom Fräsverfahren – in alle Koordinatenrichtungen und bei einigen Maschinen auch rotierend möglich.

Es gibt viele verschiedene Fräsmaschinentypen, welche sich vor allem in ihrer Bauart und Größe und ihrer Verwendung unterscheiden. Die gebräuchlichsten Maschinen sind Waagrechtfräsmaschinen (Drehachse des Fräasers waagrecht), Senkrechtfräsmaschinen (Drehachse des Fräasers senkrecht) und Universalfräsmaschinen (Drehachse sowohl senkrecht, als auch waagrecht möglich).

Werden Späne senkrecht zur Drehachse des Fräasers abgetragen spricht man vom Stirnfräsen, werden sie parallel zur Drehachse abgetragen von Umfangsfräsen. Sogenannte Stirn-Umfangs-Fräser kombinieren beide Methoden.

Beim Umfangsfräsen differenziert man zusätzlich Gegenlauf- und Gleichlaufräsen. Bewegen sich die Zähne während der Berührung mit dem Werkstück in Richtung des Vorschubs, spricht man vom Gleichlaufräsen, bei entgegengesetzter Richtung vom Gegenlaufräsen. Beim Gegenlaufräsen entsteht eine schlechtere Oberflächenqualität und die Werkzeuge haben eine kürzere Standzeit, da Kräfte wirken, welche das Werkstück aus der Fassung drücken.

Man unterscheidet verschiedene Fräsverfahren. Wird eine ebene Fläche erzeugt, spricht man vom Planfräsen.

Die richtige Drehgeschwindigkeit des Fräasers und Vorschubgeschwindigkeit des Werkstücks wird analog zum Drehen ermittelt.

Übung 11: Stirnplanfräsen und Meißeln (siehe Anhang)

Für eine Meißelübung soll ein Metallquader auf Außenmaße gefräst werden. Die Vorgehensweise für jedes Seitenpaar gleicht der des Stoßens und Plandrehens:

1. erste Seite sauber fräsen:

Das Werkstück wird unter Druck in den Schraubstock eingespannt. Der Fräser wird senkrecht zur Vorschubsrichtung und Drehachse so eingestellt, dass über der gesamten Werkstückbreite Material abgetragen werden kann. Der Fräser wird vorsichtig der Werkstückoberfläche an der Kante angenähert (senkrecht zur Oberfläche), bis der erste Span abgetragen wird („Ankratzen“). Dann wird der Fräser entgegen der Vorschubsrichtung aus dem Werkstück gefahren und ca. 0,5mm bis 2mm senkrecht zur Werkstückoberfläche zugestellt. Nach Einschalten des automatischen Vorschubs wird die oberste Werkstückschicht abgetragen. Hat der Fräskopf nicht auf der gesamten Oberfläche Material abgetragen, wird der Vorgang wiederholt.

2. zweite (gegenüberliegende) Seite sauber fräsen:
(siehe 1. Punkt)

3. Seiten auf Maß fräsen, wobei die schlechtere Seite im Bezug auf Winkeligkeit, Ebenheit und Parallelität bearbeitet wird:

Vor dem Fräsevorgang wird das Werkstück auf Winkeligkeit, Parallelität, Maßhaltigkeit und Ebenheit überprüft. Das Einspannen und „Ankratzen“ erfolgt wie beim Sau-

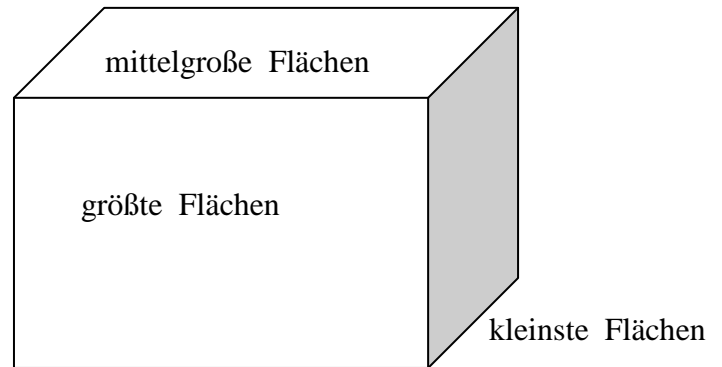
berfräsen der Kanten. Um eine bestimmte Werkstückdicke abgetragen zu können, wird vor dem Zustellen die Position des Fräasers als Null definiert. In mehreren Fräsvorgängen werden jeweils ca. 2mm Material abgetragen. Winkeligkeit, Parallelität und Maßhaltigkeit sollten besonders kurz vor dem Erreichen des Wunschmaßes erneut überprüft werden, um mögliche Fehler (z.B. nicht korrektes Einspannen, falsche Einstellung der Bezugsskala) noch frühzeitig erkennen und beheben zu können. Das Werkstück sollte dafür nicht aus dem Schraubstock gespannt werden, da sonst ein neues Ankratzen erforderlich ist.

Als Regel gilt. „Man beginnt mit den beiden größten Flächen und fräst zuletzt die Kleinsten“, da sich so Winkeligkeit und Parallelität besser ausrichten lassen.

Um eine winkelige Einspannung in den Schraubstock zu ermöglichen, werden zunächst die beiden mittelgroßen Flächen gesäubert (Schritt 1. und 2.). Nachdem dann die größte Fläche vollständig bearbeitet worden ist, werden die mittelgroßen Flächen noch einmal nachbearbeitet.

Das Werkstück sollte während des Fräsens einige Zentimeter aus dem Schraubstock hervorstehen, damit der Schraubstock nicht beschädigt wird. Wenn die Höhe zu gering ist, werden Unterlegplatten unter das Werkstück gelegt.

Auch die mittelgroßen Flächen des Metallquaders werden durch Senkrechtfräsen auf Maß gebracht. Da bei einem Senkrechtfräsen der kleinsten Flächen der Quader zu weit aus dem Schraubstock herausragen würde und dies zu Schwingungen bei der Bearbeitung führen würde, empfiehlt sich hier eine Bearbeitung durch Waagrechtfräsen. Hierzu muss der Schraubstock um 90° gedreht werden, sodass die Backen parallel zur Fräserdrehachse stehen. Die Ausrichtung erfolgt mit Hilfe einer Messuhr auf einige Hundertstel genau.



Anhang

Zeichnungen etc.