

# Kapitel 3

## Konstruktion der Führungseinheit

### 3.1 Dimensionierung der Führung

Die Dimensionierung ist ein weiterer Schritt nach der Prinzipskizze beim Konstruktionsvorgang. Hier wird im wesentlichen anhand von Bildern erklärt, um einen besseren Überblick zu schaffen.

#### 3.1.1 Dimensionierung der Grundplatte

Wie es unten gezeichnet ist, lagen schon vorher verschiedene Lösungen anderer Teilaufgaben vor, an die die konstruierte Grundplatte anzupassen ist.

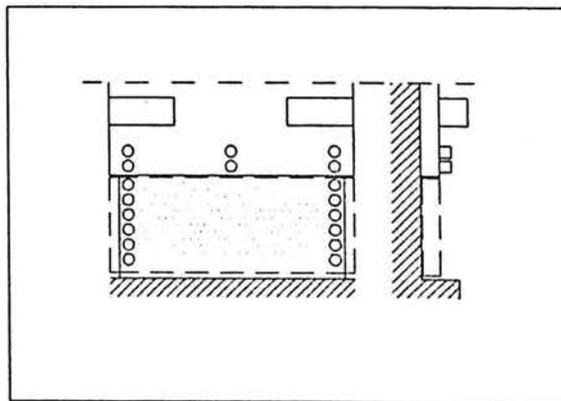


Abbildung 3.1: Vorhandener Bauraum für die zu konstruierende Grundplatte

Auf der Maschinenplatte existieren schon sechs M 20 Bohrungen mit jeweils 35 mm Abstand und der Bauraum mit einer Länge von 580 mm und einer Breite von 202 mm. Auf einer anderen Perspektive kann man dem vorhandenen Bauraum auch ansehen, daß schon eine andere Grundplatte vorgelegen hatte. Die vorliegende Grundplatte ist 27 mm dick.

Auf Grund der Normalien ist für die Grundplatte eine Länge von 596 mm gewählt. Aber die Breite beträgt nur 200 mm, weil es eine unsymmetrische Breite der Bau-raums vorliegt. Für die Plattendicke ist klar, daß die anzupassende Grundplatte auch 27 mm Dicke haben muß.

An der Grundplatte werden vier Durchbohrungen angebracht. Sie dienen als Hilfsmittel bzw. Spiel zum Zentrieren. Auf die Grundplatte wird die Anschlußplatte aufgelegt und montiert. Deshalb wird die Grundplatte auch gebohrt, woran die Anschlußplatte dann orientiert werden muß.

### 3.1.2 Dimensionierung der Anschlußplatte

Bei dieser Konstruktion sind zwei stehende Schraubenköpfe M 20 in der Mitte zu vermeiden. Die Notwendigkeit entsteht dadurch, daß die beiden M 20 Schraubenköpfe den freien Weg der Führung behindern. Mit der Anschlußplatte versucht man, die Höhe der M 20 Schraubenköpfe zu überwinden. Das heißt, die Dicke der Anschlußplatte muß unbedingt größer als die Höhe der M 20 Schraubenköpfe sein und eine noch sichere Restdicke aufweisen, damit die Anschlußplatte nicht in zwei Teile getrennt werden muß.

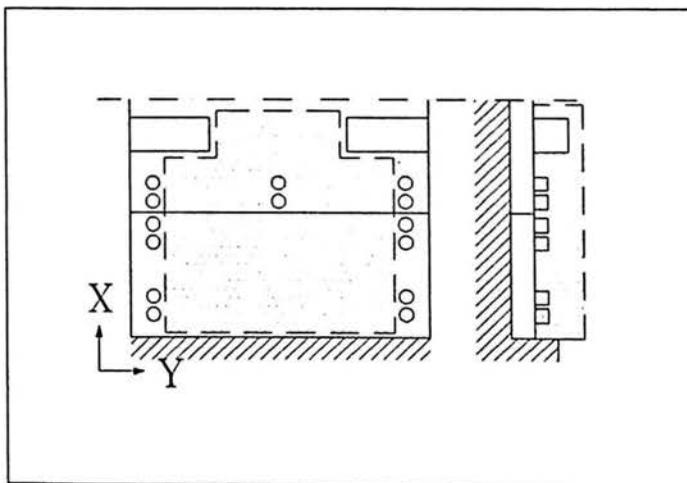


Abbildung 3.2: Vorhandener Bauraum für die zu konstruierende Anschlußplatte

Die Anschlußplatte ist als eine Einheit zu konstruieren. Dies hat zwei Gründe : Erstens ist die Zentrierung mit der Grundplatte schwieriger und zweitens ist die Positionierung der Führung an die Maschinenachse auch dadurch erschwert, daß die Führung auf die Anschlußplatte montiert und gleichzeitig ihre Stützplatte an die Werkzeugplatte anzupassen ist. Deshalb wird die Anschlußplattendicke aus den Normen so ausgewählt, daß noch eine sichere Dicke vorliegt, und die M 20 Schraubenkopfhöhe überschritten wird. Aus diesen Gründen und auch aufgrund der Normen wurde eine Anschlußplattenbreite von 476 mm und eine Anschlußplattendicke von 36 mm gewählt. Danach wurde die untere Seite bis 22 mm gefräst.

Die Durchgangsbohrungen dienen als Punkte, an denen man an der Anschlußplatte eine Verbindung mit der Grundplatte herstellen kann. Somit wird die Anschlußplatte auf der Grundplatte mit Schrauben befestigt. Hier werden nicht alle Bohrungen ausgenutzt, sondern nur acht von zwölf Bohrungen werden dafür eingesetzt. Dieser Wert ist erfahrungsbedingt.

In die Anschlußplatte werden auch zwei Rillen gefräst. In diese Rillen sind zwei Fibroflachleisten einzuschrauben. Die Fibroflachleisten bestehen aus Bronze mit Schmierstoffen. Sie dienen als Unterlage für die Führung. Das heißt, daß die Führung auf ihnen gleitet. Dies bietet einen enormen Vorteil gegenüber einer Konstruktion ohne Fibroflachleisten. Der wesentliche Vorteil ist Verringerung des Reibungseffekts durch Schmierung und kleinere Kontaktflächen. Die Abmessungen der Fibroflachleistenbohrungen sind der Tabelle entnommen. Folgende mit Bauraum übereinstimmende Messung wurde ausgewählt : 4 x M 8 mit Bohrabstand von 65 mm in Richtung der Y-Koordinate.

Es werden auch noch zwei Reihen von jeweils 7 x 2 Bohrungen mit zwei Stiften durchgeführt, auf denen die Schienen befestigt werden. Zur linken Reihe gehören auch noch zusätzlich zwei Rillen für die Paßfeder, womit die Positionierung der linken Schiene festgelegt wird. Die Dimensionierung der Bohrungen lautet folgendermaßen : Eine M 10 mit einem Bohrungsabstand von 41 mm in X-Richtung und 6 x 40 mm in Y-Richtung.

Die Dimension der Paßfeder wurde so ausgewählt, daß sie zwischen zwei Bohrungen liegt, und die Breite einer M 10-Außenbohrung hat. Dies hat den Vorteil, daß man nur noch zwischen zwei Bohrungen fräsen muß. Darüberhinaus hat man Paßfedern B 10 x 8 x 28 (DIN 6885) ausgewählt.

### 3.1.3 Dimensionierung der Bodenplatte

Die Bodenplatte hat eine wichtige Funktion bei dieser Konstruktion. Ihre Funktion besteht darin, Gleitkontaktflächen zwischen den Schienen und der Führung zu bilden. Im Hinblick darauf ist es hier verständlich, daß die Richtung der Führungsbe-  
wegung auch von ihr abhängt. Hier sind die Oberflächenrauigkeit und die Kanten-  
schnittrichtungen gemeint. Aus diesem Grund wurde beschlossen, die Kontakober-  
fläche zu schleifen, und zwar in einem Winkel  $45^\circ$ . Der ausgewählte Winkel bewirkt  
eine gleichmäßige Kräfteverteilung in zwei Richtungen.

Auf den Anschlußplatten gleiten die Bodenplatten in der Radialrichtung der Maschi-  
ne. Diese Bewegungsrichtung ist von den Gesamtführungseinheiten zu gewährleisten.  
Darum wurde geplant, die Bodenplatte so nahe wie möglich zur Mittelachse der  
Maschine hin zu platzieren. Dies hat zur Folge, daß die Bodenplatten den Bauraum  
zwischen den bereits vorhandenen anderen Teilaufgaben durchfahren können. Aus  
den Abmessungen erfährt man, daß die Länge der vorhandenen Teilaufgabenlösun-  
gen in achsialer Richtung 195 mm beträgt. Wie auf der Anforderungsliste gefordert,  
soll der vorhandene Bauraum die äußerste Grenze der Konstruktion darstellen. So  
hat man 190 mm Länge für diese Platte gewählt, damit die Anforderung noch erfüllt  
wird.

In Radialrichtung muß man sich den vorhandenen Bauraum so vorstellen, daß sich  
die Führungseinheiten in diesem Bauraum bewegen können. Daraus darf man nicht  
den vorhandenen Bauraum als reine äußerste Grenze der Konstruktion ableiten.  
Aber man soll den als äußerste Grenze der Konstruktionsbewegung ansehen. Im  
diesen Sinne versucht man die äußerste Grenze des Konstruktionsbauraums zu be-  
stimmen.

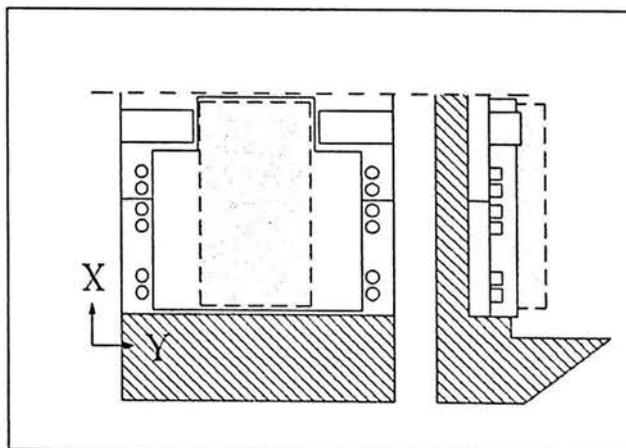


Abbildung 3.3: Vorhandener Bauraum für die zu konstruierende Bodenplatte

In diesem Fall ist es zweckmäßig die Maschinenachse als Ausgangspunkt zu benutzen. Außerdem muß man auch die Bewegung des Drück-Walz-Werkzeugs in der Radialrichtung berücksichtigen. Denn es ist wichtig, daß die Führungseinheiten an die Werkzeugplatte angepaßt werden. Unter diesen Voraussetzungen stellt man fest, daß zwei Positionen des Werkzeugs als äußerste Grenze der Konstruktion angenommen werden können. Die Erste ist der Radius der kleinsten Ronde, die bearbeitet werden kann. Die Zweite ist, der Ausgangspunkt des Werkzeugs, wenn das Werkzeug nicht in Betrieb ist. Die Abmessungen sind auf obiger Abbildung zu sehen.

Auf Grund des vorhandenen Bauraums wird hier eine Dimension für die Bodenplatte von 190 mm x 106 mm x 22 mm gewählt. Mit 22 mm Plattendicke geht man davon aus, daß erfahrungsgemäß noch eine sichere Dicke bleibt, um die Stützplatte einzustecken.

In die Bodenplatte wird die Nut für die Stützplatte gefräßt. Die Funktion der Nut besteht darin, die Stützplatte senkrecht auf den Bodenplatten zu fixieren. Denn der Stützplatte kommt in diesem Fall eine Hauptfunktion zu. Die Nutbreite ist der Dicke der Stützplatte anzupassen.

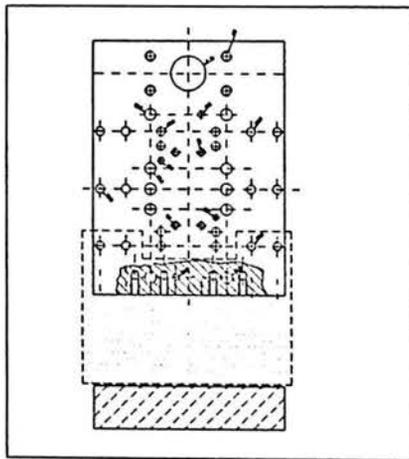


Abbildung 3.4: Vorhandener Bauraum für die Stützplattenkonstruktion

### 3.1.4 Dimensionierung der Stützplatte

Zunächst wird hier der Rest des Bauraums berechnet, in dem man die Stützplatte noch konstruieren kann. Der Restbauraum wird nach seiner Höhe und Breite bestimmt. Die Berechnung der Bauraumhöhe für die Stützplatte geschieht folgendermaßen.

Die benutzte Bauraumhöhe ist :

|                      |   |    |      |
|----------------------|---|----|------|
| Grundplatte          | = | 27 | mm.  |
| Anschlußplatte       | = | 36 | mm.  |
| Fibroplatte          | = | 1  | mm.  |
| Bodenplatte          | = | 22 | mm.- |
| <hr/>                |   |    |      |
| Benutzte Bauraumhöhe | = | 86 | mm.  |

Die Restbauraumhöhe bis zur Kante der Werkzeugplatte ist :

|                      |   |     |      |
|----------------------|---|-----|------|
| Kantehöhe            | = | 130 | mm.  |
| benutzte Bauraumhöhe | = | 86  | mm.- |
| <hr/>                |   |     |      |
| Restbauraumhöhe      | = | 44  | mm.  |

An der Werkzeugplatte stehen an der linken und rechten Seite jeweils zwei M 12 Bohrungen zur Verfügung. Da die Stützplatte nicht nur als Verbindungselement zwischen Schwalbenschwanzführung und Werkzeugplatte dient, sondern auch als das tragende Element entgegen dem Biegemoment, wird die Stützplatte so groß wie möglich entsprechend ihrer Tragfähigkeit konstruiert, auch bis zum vollständigen Einschluß der vier Bohrungen.

Darüberhinaus wurde folgende Gestaltung konstruiert :

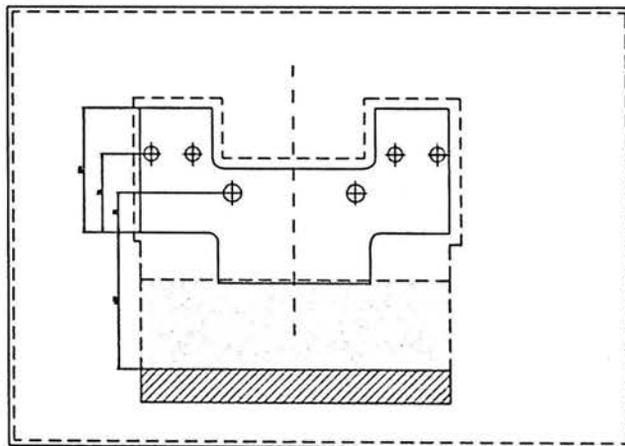


Abbildung 3.5: Grobe Gestaltung einer konstruierten Stützplatte

Die ganze Ausmessungen sind immer mit der Anpassungsbedingung an die vorhandene Werkzeugplatte konstruiert. Als Beispiel wird nur einem Maß von 58 mm gerechnet.

Die benutzte Abstand von der oberen Kante der Stützplatte bis zur anderen Kante beträgt :

Der Abstand von der mittleren Kante bis zu den M 12 Bohrungen 76 mm ; der Radius der M 12 Bohrungen 9 mm ; der Abstand von der mittleren Kante bis Außenseite der M 12 Bohrungen 67 mm.

Man erhält einem Mindestabstand von der oberen Kante  $120 \text{ mm} - 67 \text{ mm} = 53 \text{ mm}$ . Zusätzlich hat man noch einen Spielraum von 5 mm dazu addiert. Somit bekommt man ein Ausmaß 58 mm.

#### 3.1.5 Dimensionierung des Stützwinkels

Der Stützwinkel hat eine unentbehrliche Funktion als ein Element der Führungseinheit, das die Funktion der Stützplatte sicherstellt. Die Hauptfunktion des Stützwinkels ist

- den Winkel zwischen Stützplatte und Bodenplatte von  $90^\circ$  zu gewährleisten
- als Stütze gegen das Biegemoment zu wirken, das während des Prozesses entsteht und
- durch Schweißen ein Verbindungselemente zwischen Stützplatte und Bodenplatte darzustellen.

Man wählt die Steigung des Stützwinkel mit  $45^\circ$ . Danach nimmt man die Länge zwischen der Kante der Bodenplatte und der Stützplatte als Länge des Stützwinkels. Mit diesen Methoden erhält man eine Seitenlänge für den Stützwinkel von 68 mm.

#### 3.1.6 Dimensionierung der Schienen

Auf der Maschine liegt bereits eine Lösung vor, die in ihrer Dimension analog übernommen werden kann. Man braucht nur Funktionsanalogie durchzuführen. Hier wird nur die Erweiterung der Schienendimension gezeigt. Andere Dimension werden als bekannte und bereits funktionsfähige Größen für diese Aufgabe betrachtet.

Es werden zwei verschiedene Arten von Schienen konstruiert. Beide Arten sind in ihrem Bauformen ähnlich, aber haben verschiedene Funktionen für bestimmte Aufgaben im Führungszusammenbau. Die Dimensionen der rechten Schiene werden analog aus vorhandenen Lösungen übernommen. Hier wird nur die Länge und die Zahl der

Schrauben entsprechend dem vorhanden Bauraum erweitert. Die Länge der Schienen hat man versucht, mit der Länge der Anschlußplatte in Übereinstimmung zu bringen. Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß die Schienen die Führung bis ganz vorne führen können. Das bedeutet gleichzeitig, daß die Richtung der Führung besser ausgerichtet werden kann.

Die Zahl der Schrauben auf dieser Teilkonstruktion wird auf die vorhandene Länge und Breite der Schienen aufgeteilt. Die Teilung erfolgt nach dem gleichmäßigen Verteilungsprinzip, d.h. die Schrauben werden auf die Schienen in gleichem Abstand verteilt. Dies hat den Vorteil, daß eine gleiche Belastung auf die gesamte Schiene erwartet werden kann.

An den linken Schiene hat man erfahrungsgemäß einige Konstruktionsänderungen vorgenommen. Entsprechend der Erklärung im Unterkapitel Einstellmöglichkeiten, ist dies auf die Schwierigkeit zurückzuführen, an der Maschinachse zu zentrieren. Um diese Schwierigkeiten zu überwinden, hat man zwei Paßfedern zwischen zwei Schrauben, wie im Anhang gezeigt, auf die Anschlußplatte eingeschraubt. Diese beiden Paßfedern haben die Funktion, die Richtung der Schienen an die Maschine anzupassen bzw. darauf festzulegen.

### 3.1.7 Dimensionierung der Klemmleisten

In diesem Unterkapitel werden die Überlegungen näher erläutert, wie man die Durchmesser der rechten Bohrungen erhält, da man die anderen Ausmessungen an die Schienen anpassen muß. Die Anpassung der Abmessung der Leisten an die Schienen und die Bodenplatte erfolgt durch Passungen bzw. Schrauben-Mutter-Tabellen.

Aus der Schrauben-Mutter-Tabelle erhält man für M 10 eine Durchgangsbohrung von 11 mm. Diese Ausmessung hat man weitergeleitet auf die Leisten. Bei rechten Leisten hat man Bohrerweiterungen durchgeführt, da man einen Spielraum für diverse Einstellmöglichkeiten braucht. Bei der Spielraumsdimensionierung hat man zunächst den Spielraum bestimmt, der noch an die vorhandene Leistenoberfläche anzupassen ist. Nach diesen Überlegungen wurde ein Spielraum von 8 mm ausgewählt. Dieser 8 mm Spielraum besteht aus 5 mm Abstand zwischen der Bodenplattenkante und Schienenkante + 3 mm Einstellmöglichkeit für die Leisten. Dies bedeutet gleichzeitig, daß die Leiste bis 8 mm in Richtung der Maschinenachse verschiebbar ist. Diese Verschiebung gilt nur in einer Richtung, da sie in anderer Richtung gesperrt ist.

## 3.2 Ausarbeitung des ausgewählten Entwurfs

Bei der Ausarbeitung hat man nur ausgewählte Entwürfe diskutiert, da sie besonders bearbeitet werden.

### 3.2.1 Bodenplatte

Zunächst wird hier auf die Funktion der Bodenplatte näher eingegangen. Die Führung wird in radialer Richtung durch die Bodenplatte gerichtet. Damit ist gemeint, daß andere Bewegungsrichtungen der Führung unterbunden sind.

Die radiale Richtung der Führung wird hauptsächlich durch die Berührungsoberfläche zwischen der Bodenplatte und den Klemmleisten bestimmt. Deshalb muß sie soweit wie möglich glatt, verschleißfrei sein und sehr kleine elastische Verformungen erlauben.

Durch Schleifen erreicht man eine glatte Berührungsoberfläche. Diese Bearbeitungsverfahren bewirkt eine hohe Genauigkeit bei der Anpassung an die Klemmleisten. Außerdem ist sehr geringe Reibung an der Kontaktfläche zustande gekommen. Die sehr geringe Reibung hat auch unmittelbare Wirkung auf die verschleißfreie Oberfläche.

Mittels eines anderen Bearbeitungsverfahrens erwartet man auch, daß die Kontaktfläche fast verschleißfrei ist. Dieses Verfahren nennt man Einsatzhärten. Durch dieses Verfahren wird in den Einsatzstählen der Kohlenstoffgehalt in der Randschicht soweit erhöht, daß diese martensithärtbar wird. Die Folge dieses Verfahrens ist eine gehärtete Kontaktfläche, so daß der Verschleiß auf der Kontaktfläche gering gehalten wird und nur sehr kleine elastische Verformungen erlaubt.

### 3.2.2 Klemmleisten

Nachdem die Bodenplatte erörtert wurde, sollen jetzt die Klemmleisten näher betrachtet werden. Die Klemmleisten werden hier als Passungen konstruiert, da Bewegungsgenauigkeit der Führung gewährleistet sein muß. Anders gesagt, es darf kein Spielraum zwischen der Bodenplatte und den Klemmleisten entstehen. Wie in Unterkapitel 2.1.1. schon erwähnt, hängt die Bewegungsgenauigkeit der Führung vor allem von der großen wirksamen Führungslänge, dem geringen Führungsspiel und möglichst kleiner elastischer Verformung ab. Darum hat man entsprechende Maßnahme bei der Konstruktion der Klemmleisten unternommen. Es gelingt durch eine maximale Klemmleistenlänge, Schleifen und ein größere Abmessung.

Man hat die Klemmleiste nicht gehärtet, da man den Verschleiß an der Klemmleiste lokalisieren will. Diese Maßnahme hat viele Vorteile mit sich gebracht. Ein wesentlicher Vorteil ist, daß bei Verschleiß nur die Klemmleiste ausgetauscht werden muß. Dies hat auch unmittelbare Vorteile für die Kosten, da die Kosten der Klemmleiste kleiner als die der Führung sind. Von der Montage her ist es auch einfacher, die Klemmleiste auszutauschen als die Bodenplatte der Führung.

### 3.2.3 Schienen

Eine andere wesentliche Teilkonstruktion dieser Studienarbeit sind die Schienen, in die die Klemmleisten eingebracht werden müssen. Die Hauptfunktion der Schienen ist die Einschränkung der Bewegungsrichtung der Führung. Durch die Einschränkung der Führungsbewegungsrichtung wird die Bewegungsgenauigkeit der Führung unmittelbar beeinflußt. Um diese zu gewährleisten, hat man Einstellmöglichkeiten an den Schienen konstruiert. Aber man hat nur einseitige Einstellmöglichkeit zugelassen, da es bei der Feststellung der Führungsrichtung bei beidseitiger Einstellmöglichkeit Schwierigkeiten entstanden. Um dieses Problem zu bewältigen, versucht man auch den Ausgangspunkt festzulegen, in dem man die Bewegungsrichtung auf den Ausgangspunkt bezieht. Den Bezugspunkt legt man auf einer Seite der beiden Schienen fest. Für diesen Zweck hat man die linke Schiene ausgewählt.

Die Einstellmöglichkeit an der rechten Schiene erreicht man mit zwei M 6 Schrauben, die von der rechten Seite der Schienen her eingeschraubt sind. Die Tiefe der M 6 Bohrungen beträgt 33 mm. Diese Auswahl erfolgt nach Besprechung mit dem Meister der TH Darmstadt Werkstatt, da er sich mit den vorhandenen Werkzeugen für die nicht genormten M 6 Bohrungen in der Werkstatt auskennt.

Die Festlegung des Bezugspunktes an der linken Schiene erfolgt durch zwei Paßfedern, die auf der unteren Seite der Schiene eingebaut wurden. Diese Paßfedern sperren die Bewegungsrichtung in axialer Richtung der Maschinenachsen und lassen gleichzeitig in radialer Richtung freien lauf.

### 3.2.4 Beschreibung des Führungszusammenbaus

In diesem Unterkapitel wird der Zusammenhang der Führungsbauteile diskutiert. Zunächst soll die Art der Konstruktion betrachtet werden. Man hat versucht, die Bauteile stapelweise zu konstruieren. Die stapelweise Konstruktion ist eigentlich auf Grund der Randbedingungen zwangsläufig zustande gekommen. Die wichtigsten Randbedingungen sind folgendermaßen gegliedert :

- a. Plattenbauweise der Konstruktion laut Anforderungsliste
- b. Anpassung an vorhandene Konstruktionen
- c. Durchführung der Schraubenskonstruktionen

Die Führungseinheiten haben mit der Grundplatte begonnen d.h. die Grundplatte bildet die unterste Ebene der Konstruktion Die Grundplatte wird mit der Maschinenplatte verschraubt. Danach wird die Anschlußplatte auf der Grundplatte geschraubt. Die Anschlußplatte hat man obenauf positioniert, da zwei Schrauben der bereits vorhandenen Lösungen sich in der Mitte befinden, und die Plattendicke unzureichend ist.

Nachdem man die untere Seite der Führungseinheiten an den vorhandenen Lösungen angepaßt hat, baut man darauf die Führung auf. Zu diesem Zweck hat man zwei Fibroleisten in die Anschlußplatte einkonstruiert. Die Folge davon sind geringere Reibungskräfte zwischen Bodenplatten und Anschlußplatten, um sowohl die große Gegenkräfte als auch mögliche autretende Schwingungen zu vermeiden. Die große Gegenkräfte verursachen, daß die Bodenplatte und Anschlußplatte klemmen könnte.

Außer der Führung werden auch die Schienen auf der Anschlußplatte aufgebaut. Die Schienen haben andere Funktionen als die Fibroleisten, sie dienen nämlich die Richtungsperrung der Führung. In diesem Fall ist nur die radiale Richtung erlaubt.

Als Verbindung zwischen den Führungsbauteilen hat man die Schweißverbindung gewählt. Dies liegt einfach daran, daß die Führung nie zerteilt werden muß. Eine solche Maßnahme hat einen wesentlichen Vorteil, daß die Position der Bauteile nicht veränderbar ist. Die stabile Position der Bauteile ist wichtig für die Genauigkeit der Führung.

An der Stützplatte werden viele Bohrungen angebracht, damit man sie auch an die obere Grenze der Konstruktion für verschiedene Werkzeuge anpaßt. Die Bohrungen ermöglichen Schrauben-Mutter-Verbindungen, wie sie in der Anforderungsliste zu finden sind.

