

automatisieren und eine entsprechende Mechanik zu entwickeln schien ein Revolversystem sehr sinnvoll. Ein Revolversystem hat die Eigenschaft, dass es drehbar ist. Da die Unterbaugruppe Heizwendel aus drei Bauteilen besteht hat dieses Revolversystem drei Trommeln, die auf einer Welle gelagert sind. Die Trommeln sind etwa 100 mm voneinander entfernt. So hat man die Möglichkeit über drei Magazine gleichzeitig drei Bauteile zu laden, sie dann in eine Bearbeitungsposition zu fahren um sie anschließend durch Gravitation auszuwerfen. In diesem Modell sind zwei Schweißbrenner fest montiert. Die zweite notwendige Bewegung wird dann von der Heizwendeltrommel durchgeführt. Diese hat die Eigenschaft, dass sie zwischen den beiden Trommeln für die Anschlußbolzen montiert ist und auf der Welle rotierend und linear beweglich angebracht ist. In diesem Modell sind nun schon alle benötigten Freiheitsgrade vorhanden um den Prozess zu bewältigen. Dieses theoretische Modell wurde anschließend in einem realen Modell nachgebildet. Hierzu wurde ein Gestell aus Bosch Profilen aufgebaut. In dieses Gestell wurden dann Wellen, Trommeln und Magazine, die eigens dafür gespannt wurden, integriert. Beim Aufbau dieses Modells konnte man erste Erfahrung mit dem Bauteile Handling sammeln. So wurden Magazine entwickelt die es ermöglichen die Bauteile zu führen. Außerdem wurden für die Trommeln entsprechende Einsätze integriert, in denen die Bauteile dann geladen werden konnten. Dies handbetriebene, provisorisch gebaute Modell zeigte, dass es mit entsprechenden Antriebs- und Steuerungstechniken möglich sein mußte den Prozess zu automatisieren. Des weiteren konnte man an diesem Modell Informationen zur Auslegung der Peripherie ablesen.

## **6.2 Die Mechanik Konstruktion**

Die konstruierte Mechanik basiert im Prinzip auf der Funktionsweise des Modells. Hohe Anforderungen moderner Fertigungsprozesse erforderten aber eine verbesserte Genauigkeit und eine hohe Dynamik.

Das Modell zeigte, dass die kritischen Bauteile die sein werden, die auf oder mit der Welle mechanisch verbunden sind. Die entwickelten Magazine zeigten gute Führungseigenschaften und konnten somit problemlos, über Profile an die Trommeln angeschlossen werden. Die mechanische Verbindung zur Trommel, wird dabei durch

die zu bearbeitenden Bauteile durch eine Art Brücke hergestellt. Der Auswurf und anschließende Abtransport wird über Rutschen realisiert und ist ebenfalls unkritisch. Um den Fertigungsprozess sicherzustellen ist die mechanische Konstruktion der Welle und direkt angeschlossener Bauteile von besonderer Wichtigkeit denn in den Trommeln, die auf der Welle angebracht sind, werden die zu bearbeitenden Bauteile den Fertigungsprozess durchlaufen. Um den Fertigungsprozess sicherzustellen, ist eine hohe Genauigkeit und Dynamik erforderlich. Und um dies zu erreichen sind spielarme Führungen, Passungen und Lager mit einer ausreichenden Stabilität zu entwickeln. Um des weiteren eine ausreichende Dynamik sicherzustellen wurden aus dem Modell wichtige Werte zur Auslegung des Linearsystems und der elektrischen Antriebe abgelesen.

Eine weitere Schwierigkeit bestand darin, eine Lösung für das folgende Problem zu finden. In dem Modell ist die mittlere Trommel so auf der Welle gelagert, dass sie die Möglichkeit besitzt, sich in zwei Richtungen zu bewegen. Zum einen kann sie sich synchron zur Drehung der Welle mitdrehen und zum anderen besitzt sie die Möglichkeit linear auf der Welle zu fahren. Um dieses zu realisieren standen zwei Sachen im Vordergrund. Die Linearkraft muß so auf die Welle übertragen werden, dass die Trommel weiterhin rotieren kann. Außerdem muß die Heizwendeltrommel so auf der Welle gelagert sein, dass sie beide Bewegungsarten genau, wiederholbar und leichtgängig ausführen kann.

Um den Prozeß sicherzustellen ist es außerdem notwendig die zu bearbeitenden Bauteile in Passungen zu pressen um die definierte Position zu erreichen. Um dieses aktiv zu realisieren, wird eine Pneumatik installiert, die dieses ausführen kann. Die hierfür benötigten Formen und Befestigungen wurden selber konstruiert und in der eigenen Spanwerkstatt gefertigt.

Im folgenden werden die konstruierten mechanischen Elemente vorgestellt, die für die Erstellung der Mechanik notwendig sind.

## 6.2.1 Die Welle

Im Mittelpunkt der Mechanik steht die Welle, auf der die Bauteiltrommeln montiert sind. Um Führungsgenauigkeit und Leichtgängigkeit zu gewährleisten, wurden die dafür benötigten Bauteile wie z.B. Wellenböcke und Lager, Kugelbüchsen und Welle bei der Deutschen STAR beschafft. Das Unternehmen Deutsche STAR ist Marktführer in diesem Bereich und bietet ein umfangreiches Sortiment mit standardisierten Teillösungen an. Die in Abbildung 10 gezeigten Bauteile bilden die Welle. In der Mitte die aus Edelstahl gefertigte Welle mit einer Laufnut in Längsrichtung. Die Wellenenden sind so bearbeitet, dass sie einfach mit den dafür vorgesehen Lagern bestückt werden können. Der linke Wellenbock hat eine Festlagerfunktion. Er ist mit einem Doppel – Axialschräggrollenkugellager und der Wellenkonterung ausgestattet. Der rechte Wellenbock hat eine Loslagerfunktion und ist nur mit einem einfachen Kugellager ausgestattet.

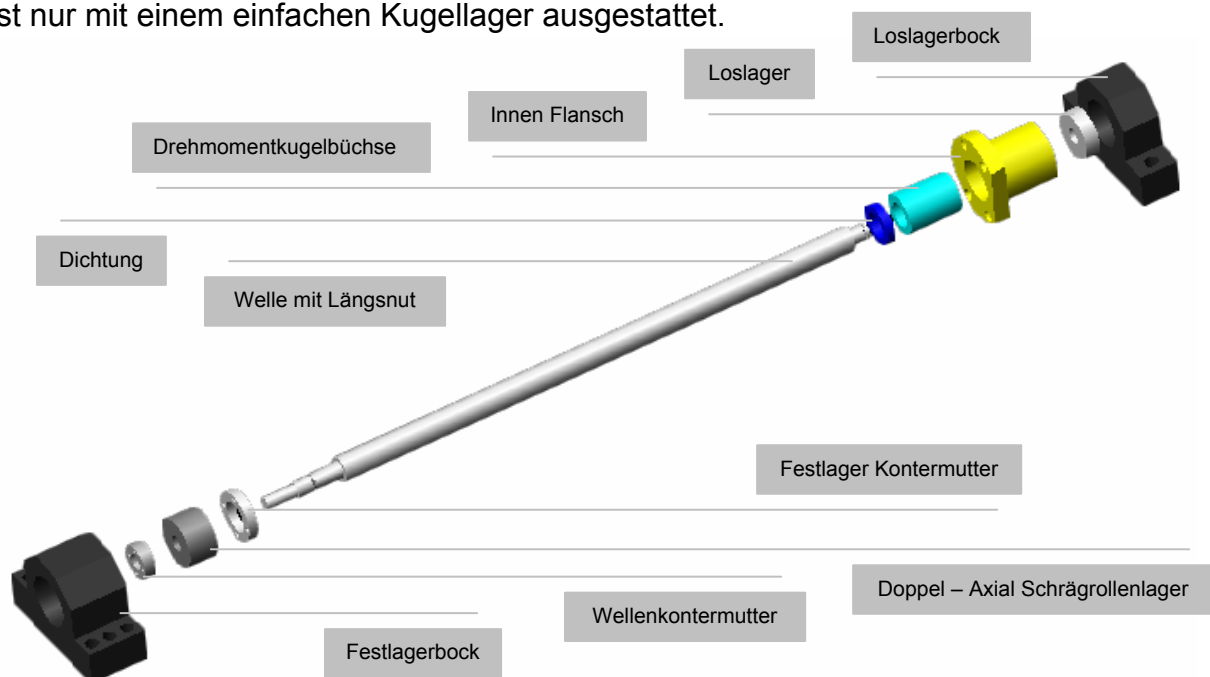


Abbildung 10 : Welle, Lagerböcke und Drehmomentkugelbüchse

Außerdem wird auf die Welle eine Drehmomentkugelbüchse in Flanschbauform aufgebracht. Somit hat man die Möglichkeit, auf diesen Flansch eine Trommel zu montieren die auf Rotation mit der Welle mitgeht, aber trotzdem linear zwischen den Wellenböcken fahrbar ist. Bei der Drehmomentkugelbüchse handelt es sich um eine einfache Kugelbüchse die zusätzlich die Eigenschaft hat, dass eine Kugelreihe etwa 0.5 mm mehr aufrägt. Diese eine Kugelreihe läuft dann in der Längsnut der Welle

und stellt somit die Kraftbrücke zwischen der Welle und der Kugelbüchse her. Die erste Kraftbrücke bildet die Antriebsseite am rechten Wellenende. An diesen 25mm langen und 8mm starken Zapfen kann z.B. über eine Kupplung eine mechanische Verbindung zum Antrieb hergestellt werden.

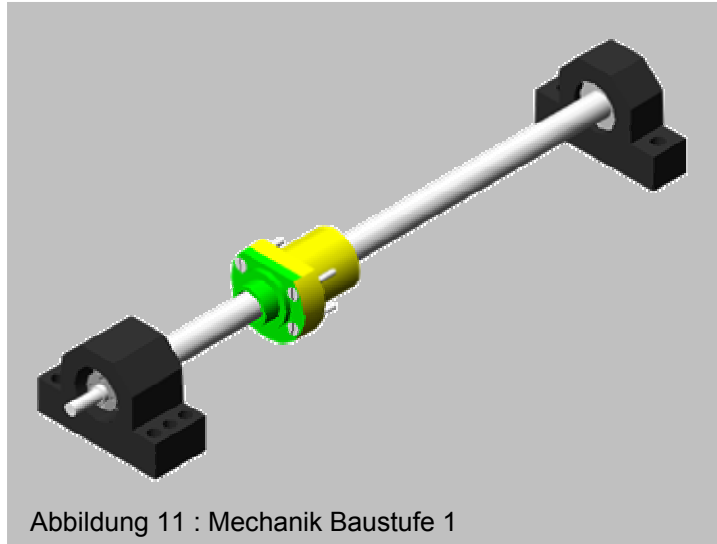


Abbildung 11 : Mechanik Baustufe 1

### 6.2.2 Heizwendeltrommel

Die Heizwendeltrommel steht später im Zentrum des automatischen Ablaufes. Sie hat die Eigenschaft, dass sie in zwei verschiedene Richtungen von Servoantrieben fahrbar montiert ist. Somit erhält die Heizwendeltrommel die Aufgabe, den Heizwendel im Fertigungsprozess zu positionieren. Die Heizwendeltrommel besteht aus drei Unterbaugruppen. Im Kern besteht sie aus dem Trägermaterial. Zum zweiten sind im Zentrum des Trägermaterials zwei Drehmomentkugelbüchsen, durch Flansche geführt, montiert. Links und rechts sind zwei weitere Flansche montiert. Diese bilden später die Kraftkopplung zwischen der Deichsel und der Heizwendeltrommel. Die dritte Unterbaugruppe bilden die äußeren Anbauteile. Dazu gehören zum einen die Heizwendelform in der später der Heizwendel liegt, zum anderen die pneumatischen Zylinder, die die Heizwendelenden zentrieren. Im folgenden werden anhand von drei Zeichnungen die Unterbaugruppen vorgestellt. Anschließend wird die Heizwendeltrommel in einer Explosionsansicht gezeigt.

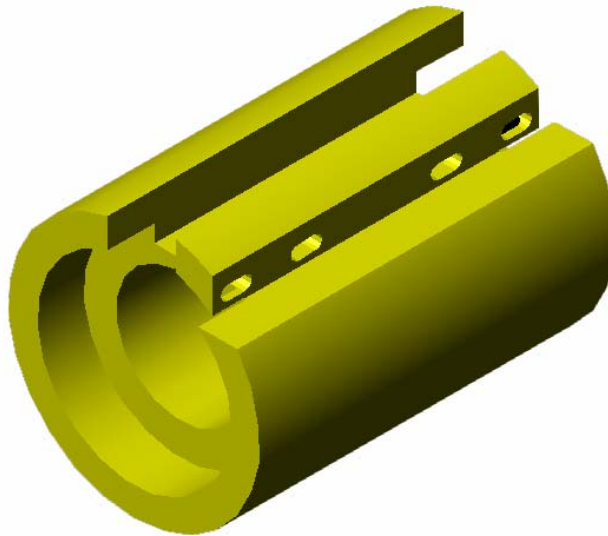


Abbildung 12 : Geformtes Trägermaterial der Heizwendeltrommel.

Das in Abbildung 12 gezeigte Bauteil ist das Trägermaterial der Heizwendeltrommel. Das Trägermaterial besteht aus Tecanyl. Tecanyl ist ein Fiberglas verstärkter Kunststoff, der sich gut trocken bearbeiten (spanen) lässt. Seine geringe Dichte, hohe Festigkeit, Elastizität und hohe Temperaturbeständigkeit sind Eigenschaften, die sich für diese Aufgabe gut eignen.

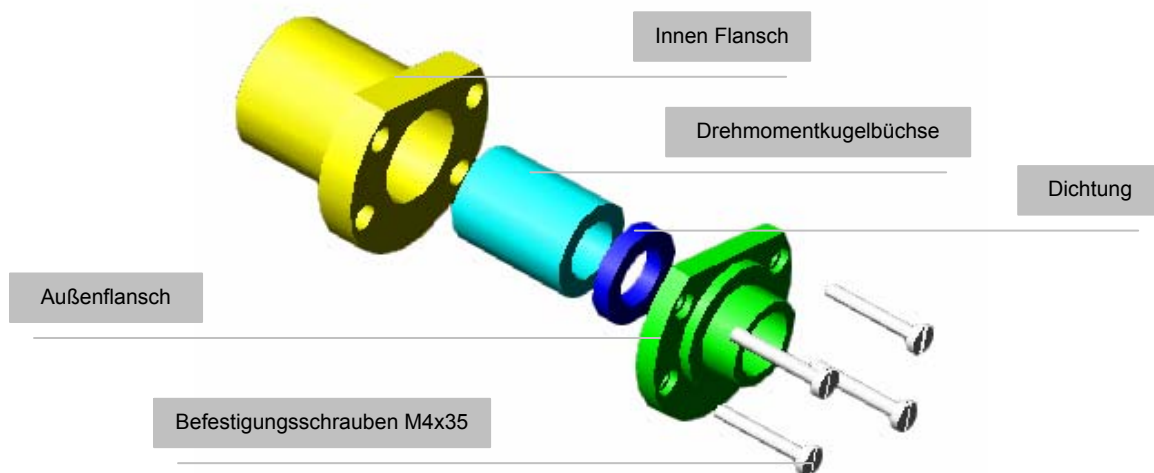


Abbildung 13 : Flansche, Drehmomentkugelbüchse, Dichtung und Schrauben

Die in Abbildung 13 gezeigten Bauteile bilden die zweite Unterbaugruppe der Heizwendeltrommel. Es handelt sich dabei um zwei gegensinnig angeordnete Flansche, die aneinander geschraubt werden. Im Inneren des linken Flansches

befindet sich die Drehmomentkugelbüchse. Diese wird in der Innenseite des linken Flansches gegen Herausschieben gesichert. Am Übergang zum rechten Flansch befindet sich eine Dichtung, die das Heraustreten von Schmierfett verhindert. Das rechte Flansch hat die Funktion, die Antriebskraft über eine Deichsel von dem Linearelement zur Heizwendeltrommel zu übertragen. So bildet die Außenseite des rechten Flansches einen Ansatz, an dem eine Gabel die Kraft übertragen kann, wobei die Heizwendeltrommel so nicht daran gehindert wird auf Rotation der Welle mitzugehen. Zunächst werden die letzten beiden Unterbaugruppen miteinander vereinigt. Dies wird zunächst in einer Explosionsansicht gezeigt.

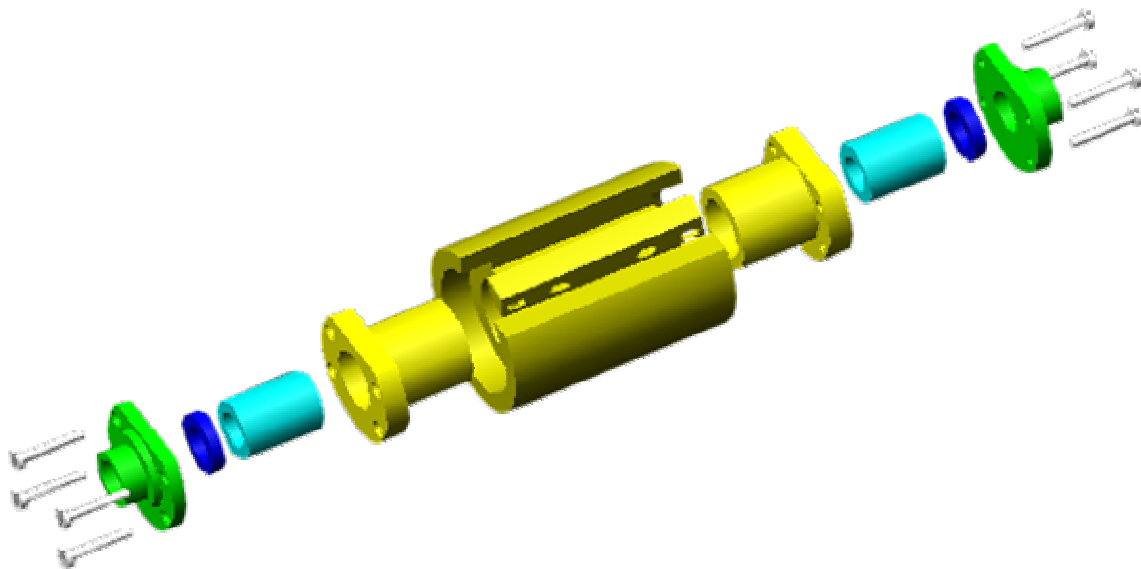


Abbildung 14 : Bauteile der Heizwendeltrommel.

Die gezeigten Bauteile werden entlang der Mittelachse zusammenmontiert und auf die Welle geschoben. Dabei muss mit großer Sorgfalt vorgegangen werden, denn die Drehmomentkugelbüchsen können bei groben Umgang leicht beschädigt werden. Nachdem die Unterbaugruppe montiert wurde bildet sich die nächste Baustufe.

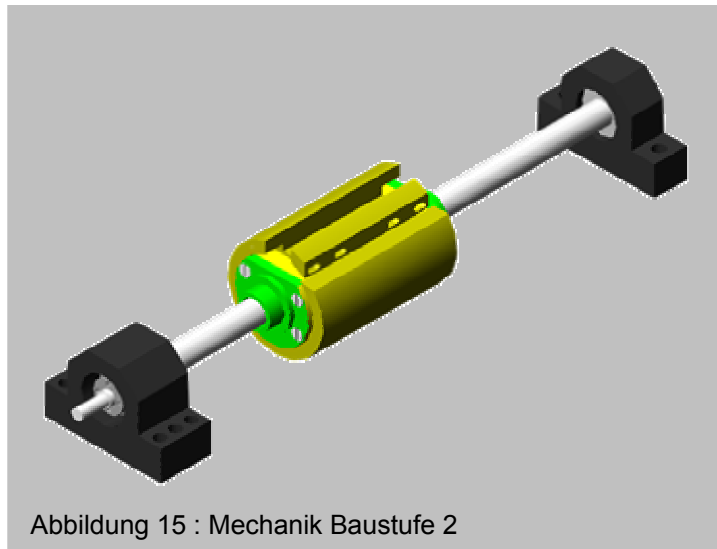


Abbildung 15 : Mechanik Baustufe 2

Die nächste Unterbaugruppe die zu der Heizwendeltrommel gehört ist die Heizwendelform und die pneumatische Zentrierung der Heizwendelenden mit Miniaturzylindern.

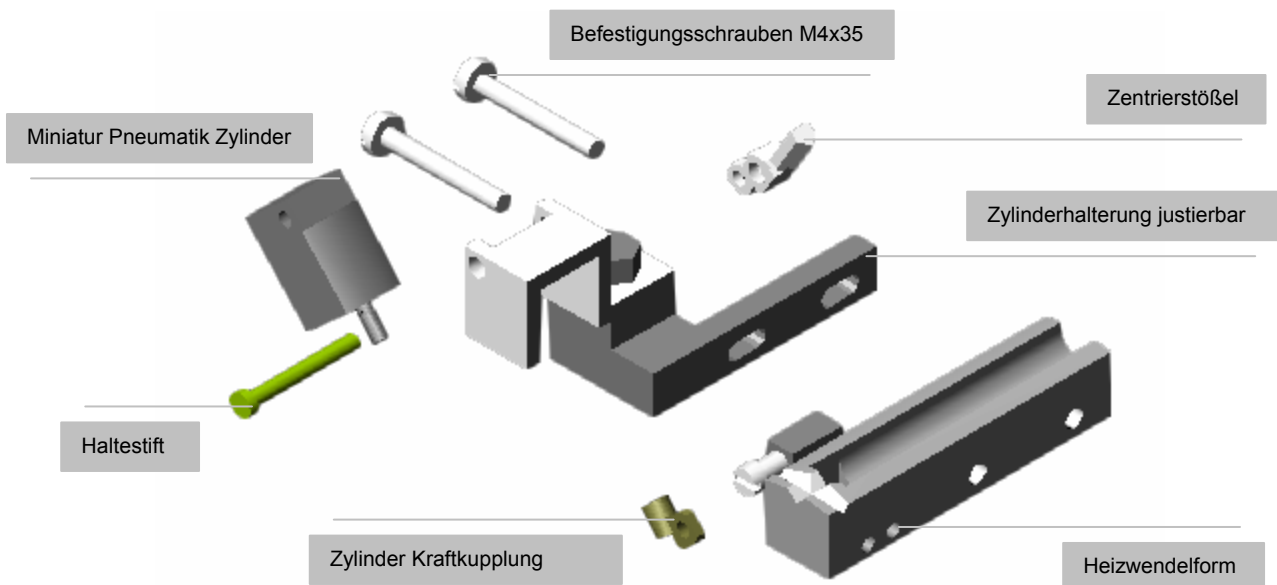


Abbildung 16 : Bauteile Heizwendelzentrierung

Diese Unterbaugruppe der Heizwendeltrommel besteht aus drei Komponenten. Die Heizwendelform in der die Heizwendel den Fertigungsprozess durchläuft, die mechanische Halterung für den Miniatur Pneumatikzylinder und dem Miniaturzylinder mit dem angeschlossenen Gestänge der eine aktive Komponente für die Zentrierung der Heizwendelenden darstellt, sowie Befestigungselementen. Die benötigten

mechanischen Bauteile wurden aus Aluminium gefertigt. Diese Unterbaugruppe ist in der Vorrichtung zweimal vorhanden. Sie wurde in derselben Form spiegelverkehrt angefertigt und bearbeitet im Fertigungsprozess die zweite Seite des Heizwendels. Im zusammengebauten Zustand sieht die Heizwendelform aus wie folgt.

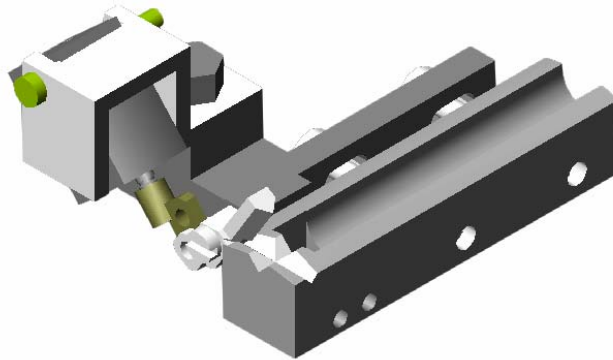


Abbildung 17 : Heizwendelzentrierung Zusammen gesetzt

Nachdem die Unterbaugruppe in die Vorrichtung integriert wurde, ergibt sich die Baustufe 3.

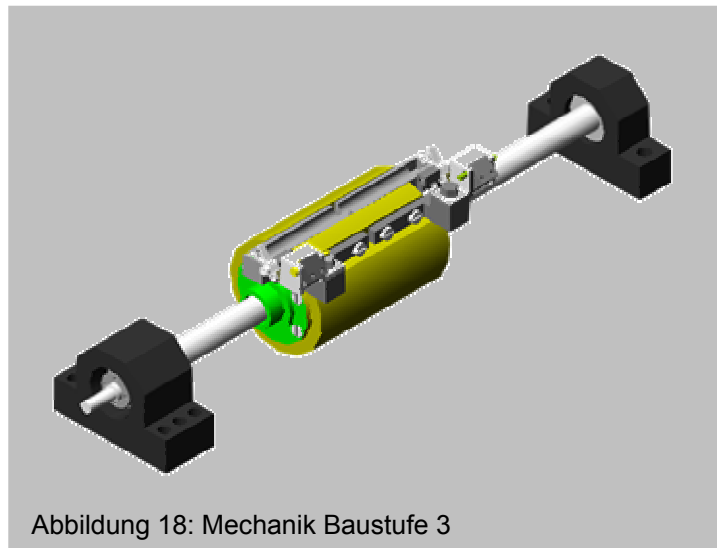


Abbildung 18: Mechanik Baustufe 3



### 6.2.3 Bolzentrommel

Die Trommeln, die links und rechts das Trägermaterial für die Anschlussbolzenform darstellen, sind ebenfalls aus Tecanyl gefertigt. Die Bolzentrommel ist im Gegensatz zu der Heizwendeltrommel fest auf der Welle montiert und lässt sich aus dem Grund nur drehen. Dies stellt auch die gewünschte Funktion dar, denn die Bolzentrommel hat erstens die Aufgabe den Bolzen aus dem Magazin zu vereinzeln und ihn dann in die Bearbeitungsposition zu fahren. Dafür ist in diesem System nur Rotation nötig. In der Bearbeitungsposition wird der Anschlussbolzen durch einen pneumatischen Zylinder fixiert und dann durch den Schweißbrenner erhitzt. Aus diesem Grund wurde eine Masseplatte befestigt, an die das Massekabel der Schweißstromquelle montiert wird. Die Befestigungsschrauben dienen dabei als elektrischer Leiter zwischen der Masseplatte und der Bolzenform. Dabei wurde sichergestellt, dass der elektrische Leitwert eingehalten wird. ,

Die Bolzenform selber hat zwei besondere Merkmale. Zum einen ist sie aus Messing, was den Vorteil hat, dass die Oberfläche der Bolzenform nicht oxidiert. Somit können keine Effekte des Widerstandscheißens auftreten und es wird verhindert, dass der Bolzen nach dem Schweißen in der Form kleben bleibt. Das zweite besondere Merkmal der Bolzenform ist der Spoiler an der geöffneten Längsseite. Dieser Spoiler bewirkt, dass das Schutzgas während der Schweißung so an dem Bolzenende vorbeigeführt wird, dass keine Sauerstoff Einschlüsse in der Gasblase überbleiben.

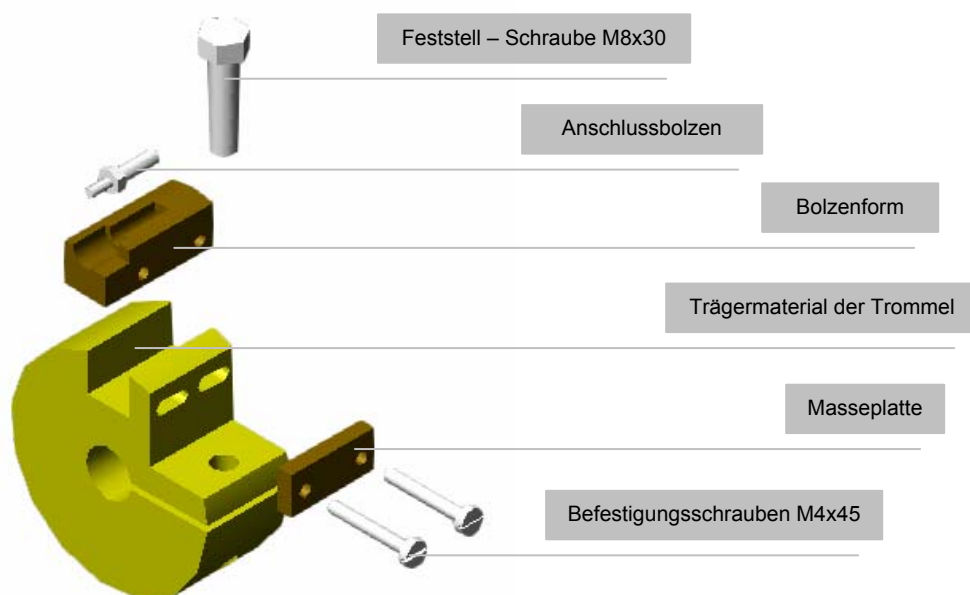


Abbildung 19 : Bolzentrommel in Explosionsansicht

Im zusammengebauten Zustand sieht die Bolzentrommel dann aus wie folgt.

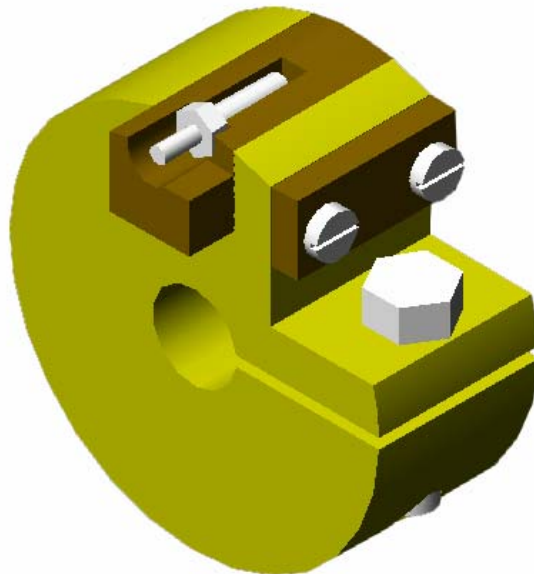


Abbildung 20 : Bolzentrommel zusammen montiert

Die beschriebene Unterbaugruppe wird zweimal angefertigt. Einmal für den linken Anschlussbolzen und ein weiteres mal für den rechten Anschlussbolzen. Dabei muss die Bolzenform selber spiegelverkehrt angefertigt werden um die Funktion des Spoilers zu gewährleisten. Nach der Montage der Bolzentrommel auf die vorhandenen Baugruppen entsteht die Baustufe 4.

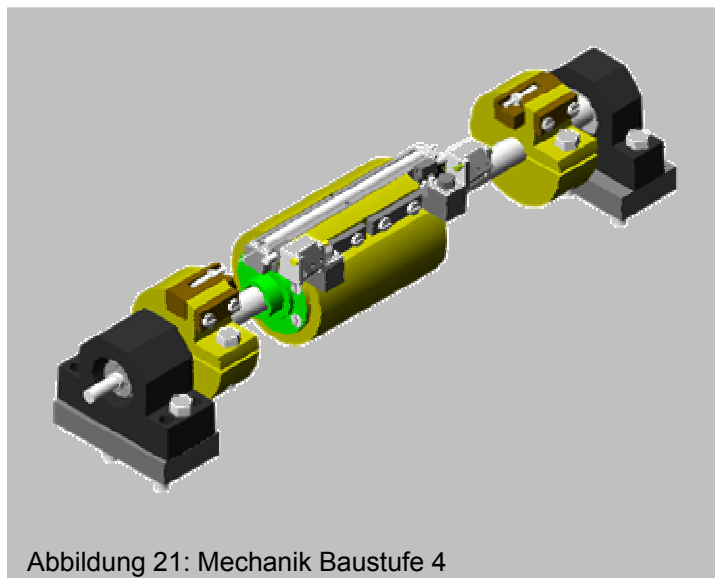


Abbildung 21: Mechanik Baustufe 4