

## 6. Fertigung

Nachstehend eine genaue Beschreibung, wie die einzelnen Bauteile schrittweise gefertigt wurden.

### 6.1. Stator

#### 6.1.1. Grundteil

Als erstes wurde das Teil fest, am Backenfutter anliegend, eingespannt, da bei diesem ersten Bearbeitungsschritt die höchsten Kräfte auftreten. Nun wurde mit dem NC-Anbohrer angebohrt. Anschließend wurde aufgebohrt. Nun war es möglich mit einem Innen-Drehmeißel das Loch auf ø90mm zu vergrößern (nur schrappen).



Abbildung 9: Aufbohren auf ø40mm

Das Teil wurde nun ausgespannt und weiter nach vorne gesetzt damit die volle benötigte Länge bearbeitet werden kann.

Als erstes wurde vorne mit einem Alu-Drehmeißel geplant und das Außenmaß auf exakt Ø127mm geschlichtet. Anschließend wurde mit einem stabileren Innen-Drehmeißel das Maß auf genau Ø95mm gebracht. Im nächsten Schritt wurde angefast, um Verletzungen zu verhindern. Abschließend wurde mit dem Abstechmeißel das bearbeitete Werkstück abgestochen.

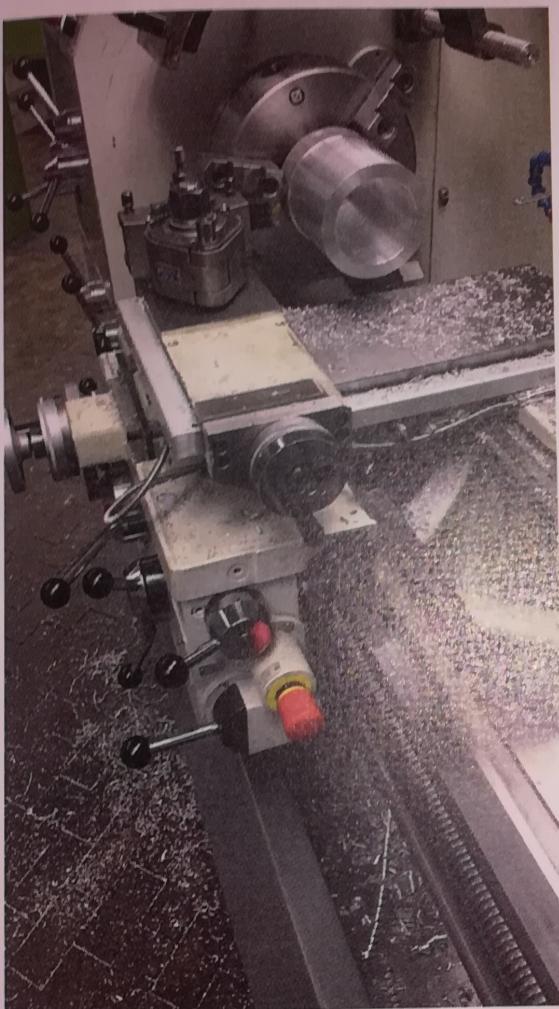


Abbildung 10: Außen- und Innenmaß auf Sollwert drehen

Anschließend wurde das Werkstück umgedreht und erneut eingespannt. Auf dieser Seite wurde nun der Stator durch Plandrehen auf richtige Länge gebracht. Zusätzlich wurden auch auf dieser Seite wieder außen und innen Fasen angebracht.

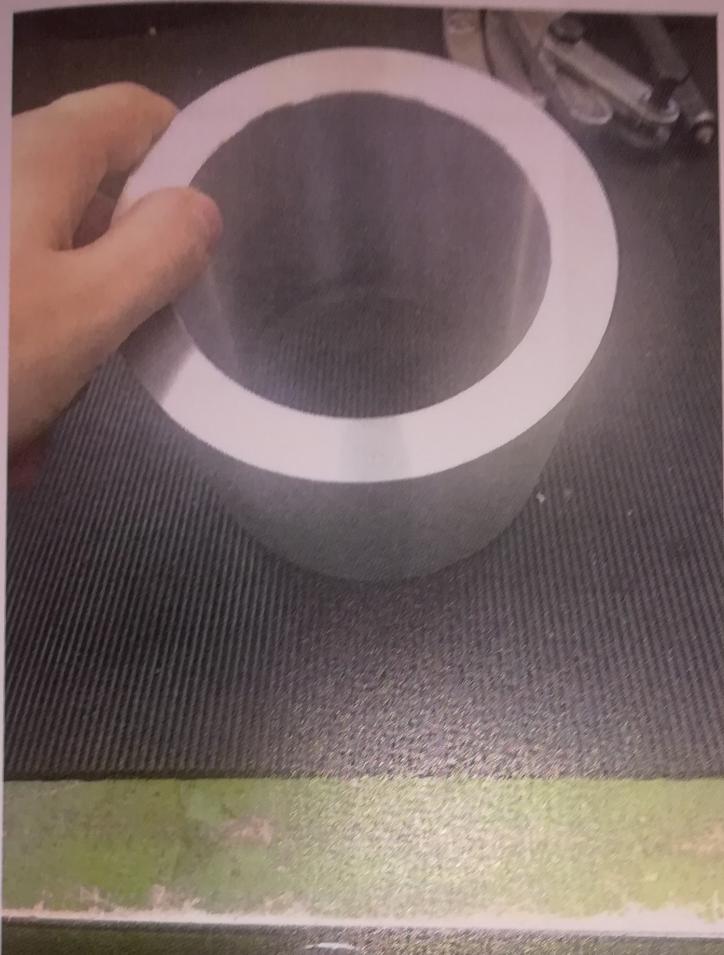


Abbildung 11: Fertige Buchse für Stator

### 6.1.2. Nuten

Zu Beginn wurde die zuvor gedrehte Buchse auf dem Teilapparat eingespannt.

Ein Teilapparat ist eine Spannvorrichtung, mit welcher man ein Werkstück in einem genauen Winkelmaß weiterdrehen kann, um beispielsweise Löcher in einem Vollkreis ungleichmäßig zu bohren oder wie bei unserem Beispiel die Nuten gleichmäßig an der Außenseite zu fräsen. Mit einem  $\varnothing 5$  Fingerfräser wurden die Nuten in der Breite 6,2mm gefräst.



Abbildung 12: Buchse gespannt in Teilapparat

Anschließend musste bei der Kurbel des Teilapparats genau um 2,5 Umdrehungen im 20er Lochkreis weitergedreht werden. Somit wurde die Buchse genau um 22,5 Winkelgrad weitergedreht. Nun konnte die nächste Nut mithilfe des NC-Programms gefräst werden. Dieser Vorgang wurde 16-mal für alle 16 Nuten wiederholt.

```
PROGRAMMLAUF SATZFOLGE
-----
0 BEGIN PGM 14      MM
1 TOOL CALL 1 Z
2 F 9999
-----
3 S 1500
-----
4 M 3
5 Z+20
6 X+5          R0
7 M 8
8 Y+0          R0
9 Z-3
-----
10 F 250
-----
11 Y+3.1        R-
12 X-103        R-
13 Y-3.1        R-
14 X+5          R-
15 Y+0          R0
16 M 9
-----
17 F 9999
-----
18 Z+20
19 M 5
20 M 30
21 END PGM 14    MM
```

Abbildung 13: NC-Programm Nuten fräsen



Abbildung 14: Fräsvorgang einer Nut

### 6.1.3. Bohrungen

Auf der NC-Maschine wurde mit einem einfachen Programm für die Bohrungen mit dem NC-Anbohrer zentriert. Zuvor wurde mit dem 3D-Taster das Zentrum der Buchse ausfindig gemacht. Im Anschluss wurde mit der Standbohrmaschine das Grundloch von Ø5mm gebohrt. Anschließend konnte mit einem Gewindebohrer, eingespannt in ein Windeisen, das M6 Gewinde per Hand gebohrt werden. Dabei wurde der Gewindebohrer mit der Standbohrmaschine angesetzt, um das Gewinde exakt vertikal zu bohren. Danach wurde das Gewinde mit dem Windeisen so weit wie gewünscht in das Material gedreht.

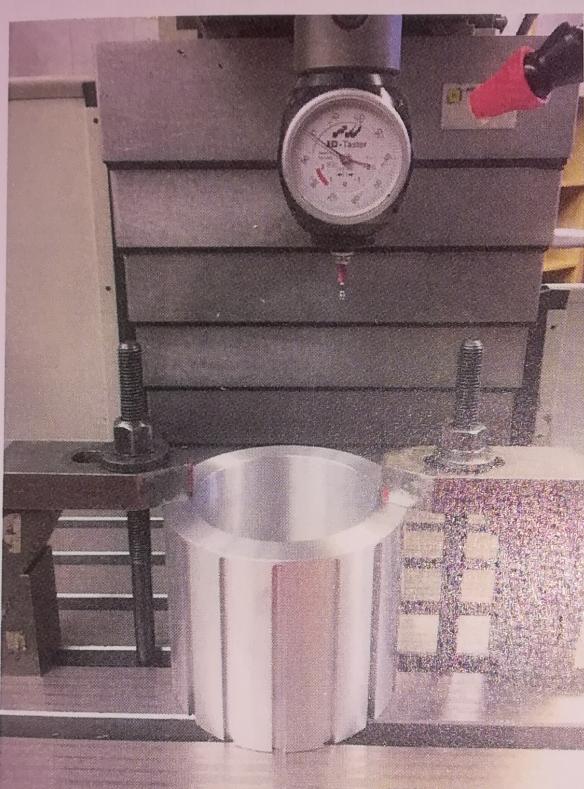


Abbildung 15: Vermessung mit 3D-Taster



Abbildung 16: Fertiger Stator

#### **6.1.4. Magnete**

Die Magnete wurden mithilfe des Zweikomponentenklebers UHU Endfest plus eingeklebt.

Dieser Kleber besteht aus einem Härter und einem Binder, welche im Verhältnis eins zu eins gemischt werden müssen. Nach dem Auftragen auf die zuvor angerauten Magnete muss der Kleber mindestens 12 Stunden aushärten um seine Endfestigkeit zu erhalten. Die Magneten wurden in dreier Paketen in die Nuten eingeklebt. Insgesamt wurden 144 Magneten, die auf diese Weise eingeklebt.

Besonders zu beachten galt es, dass die Magneten reihenweise in abwechselnder Polung verklebt wurden. Die Abstände zwischen den Magnetpaketen sind notwendig, da die starke Abstoßung ein direktes Aneinanderreihen unmöglich macht.



*Abbildung 17: Stator nach dem Einkleben der Magnete*

## 6.2. Rotor

Zu Beginn wurde das Wellenstück erst eingespannt und anschließend eine Stufe gedreht, auf der nachher gespannt werden soll, da die Backen nicht mehr genug Spannkraft aufgrund des großen Außendurchmessers hatten. Nun wurde auf die neue Stufe umgespannt. Alle Funktionsmaße werden jetzt in dieser Aufspannung gedreht.



Abbildung 18: Drehen der Stufe