

### 3.3.3. Entscheidung Magnetwahl

Bei der Auswahl unserer Magneten galt zu beachten, dass diese in die Nuten passen und eine starke magnetische Anziehungs kraft besitzen. Zusätzlich sollte möglichst auf eine externe Stromversorgung verzichtet werden und die Kosten sollten sich in Grenzen halten. Nach eingehenden Recherchen und Überlegungen wählten wir Neodym Magnete. Diese gibt es in kleinem, flachem Format mit enormer Anziehungs kraft. Die von uns gewählten Magnete haben eine Haftkraft von etwa 1,7kg pro Magnet.



Abbildung 4: Neodymmagnete 25mm x 6mm x 2mm

### 3.4. Messwerkzeuge

Da die Messung und Visualisierung der physikalischen Größen einen beträchtlichen Teil dieser Arbeit ausmacht, müssen Messgeräte gewählt werden, die einerseits flexibel und andererseits kompatibel mit selbst programmierte Software sind. Diese Eigenschaften werden benötigt, da der Prüfstand in der Lage sein soll, diverse Modelle eines Elektromotors zu überprüfen.

#### 3.4.1. myDAQ

Das myDAQ ist ein Datenerfassungsgerät von National Instruments, welches für Schüler und Studenten entwickelt wurde. Es verbindet verschiedenste häufig im Labor verwendete Geräte (Digitalmultimeter, Oszilloskop...), die durch „Plug-and-Play“-Funktion einfach zu bedienen sind. Des Weiteren ist das myDAQ darauf ausgelegt, in LabVIEW (siehe 3.5.) VIs verwendet und angepasst zu werden. Es besitzt eine USB-Schnittstelle, über die es mit jedem PC verbunden werden kann. In dieser Arbeit werden die DMM (Digitalmultimeter) Funktion, sowie ein analoger Eingang ( $\pm 10$  Volt) für die Messung verwendet.

##### Vorteile:

- einfache Anwendung
- universell Einsetzbar
- USB Schnittstelle

##### Nachteile

- Hohe Kosten



Abbildung 5: MyDAQ

### **3.4.2. Strommesszange/Zangenamperemeter**

Eine Strommesszange ist ein Messgerät, das den elektrischen Strom anhand des Magnetfeldes des Leiters misst und in der Regel als Spannungssignal ausgibt. Die meisten Strommesszangen sind nur für einphasige Leiter geeignet. Des Weiteren ist der Messbereich einer Strommesszange nach unten begrenzt, da das Magnetfeld des Leiters bei einem zu geringen Strom so schwach ist, dass es von der Stromzange nicht mehr gemessen werden kann. Da aber die Akkus zur Versorgung der Elektromotoren bis zu 120 Ampere ausgeben, ist eine Strommesszange perfekt für diese Aufgabe geeignet. Zusätzlich ist sie einfach in der Verwendung und kann durch den großen Messbereich für die Messung verschiedener Elektromotoren verwendet werden.

#### **Vorteile:**

- einfache Anwendung
- großer Einsatzbereich
- leicht auszutauschen (falls für andere Motoren nötig)

#### **Nachteile:**

- vergleichsweise hoher Messfehler
- hohe Kosten



Abbildung 6: Strommesszange mit Spannungsausgang

### 3.4.3. Arduino

Ein Arduino ist ein Mikrocontroller mit analogen und digitalen Aus-/Eingängen. Die Programmierung des Mikrocontrollers erfolgt über eine abgewandelte Version von C oder C++. Es gibt verschiedenste Ausführungen des Arduinos (sogenannte Boards), die sich in den Hardware Spezifikationen wie Prozessorleistung, Versorgungsspannung, Pin-Belegung und diversen weiteren Eigenheiten voneinander unterscheiden. Der Aufgabenbereich des Arduino besteht meist darin, Daten von Geräten oder Sensoren auszulesen oder Geräte wie Servomotoren anzusteuern. Dafür besitzt jeder Arduino auch einen 5V Spannungsaustritt, der als Versorgungsspannung für unterschiedliche Geräte verwendet werden kann.

#### Vorteile

- kostengünstig
- vielseitig
- flexibel

#### Nachteile

- komplexe Einbindung in LabVIEW
- zusätzliches Messgerät zum myDAQ



Abbildung 7: Arduino UNO Board

### **3.5. LabVIEW**

LabVIEW (**L**aboratory **V**irtual **I**nstrument **E**ngineering **W**orkbench) ist eine Entwicklungs-umgebung von National Instruments, dessen Erste Version im Jahr 1986 erschienen ist. Die Hauptanwendungsgebiete von LabVIEW sind die Datenerfassung und Verarbeitung in der Mess-, Regel- und Automatisierungstechnik.

Ein LabVIEW Programm (VI genannt) besteht aus 2 Teilen, dem Frontpanel und dem Blockdiagramm. Das Frontpanel enthält die Benutzerschnittstelle, dort erfolgt sowohl die Visualisierung als auch die Interaktion des Benutzers mit dem Programm.

Die Programmierung erfolgt innerhalb des Blockdiagramms und erfolgt mit der graphischen Programmiersprache „G“. Diese Programmiersprache besteht aus diversen Funktionsblöcken die miteinander verbunden werden. Der Datenfluss wird durch diese Funktionsblöcke definiert.

Anzeige- und Bedienelemente auf dem Frontpanel können direkt mit Funktionen auf dem Blockdiagramm verbunden werden. Es kann beispielsweise ein Schalter am Frontpanel erstellt werden der bei Betätigung eine While-Schleife im Blockdiagramm abbricht.

## **4. Mechanische Adaption**

Die Modifikationen im mechanischen Bereich setzen sich aus der neuen Bremse, dem Anschlag und dem Schutz zusammen. Dabei werden die meisten Teile aus bestellten Rohmaterialien selbst gefertigt und verbaut. Nachbesserungen sowie die Anpassung des Prüfstandes werden hier auch angeführt.

### **4.1. Bremse**

Bei der Bremse handelt es sich wie zuvor erwähnt um eine Hysteresebremse. Diese Bremse besteht aus einem sich drehenden Rotor und einem Stator.

#### **4.1.1. Rotor**

Der sich drehende Teil wird aus einem ferromagnetischen Material beispielsweise Stahl gefertigt. Die Nuten für die Dauermagneten fallen weg. Dieses Bauteil wird über eine Passung auf die Welle aufgesteckt. Die Verbindung wird über eine Mutter am Ende der Welle und einen Anschlag hergestellt.

#### **4.1.2. Stator**

Nach eingehender Beratung und Überlegung haben wir uns dazu entschieden die Nuten am feststehenden Teil anzubringen, da es um einiges einfacher ist die Nuten an der Außenseite zu fräsen anstatt sie in der Trommel zu stoßen.

Der feststehende Teil wird aus Aluminium gefertigt, da dieses ein sehr geringes Gewicht hat und eine einfache Bearbeitung möglich ist. Es werden 16 Nuten in gleichmäßigen Abständen gefräst. In diesen Nuten werden die Dauermagneten mit Klebstoff, nämlich einem Zweikomponentenkleber, befestigt um sie vor möglichen Fliehkräften, magnethischer Anziehung oder Bewegungen zu schützen. Der Stator besitzt eine Durchgangsbohrung, durch welche über einen Lüfter Luft zugeführt wird um die entstehende Wärme beim Bremsvorgang abzuführen.

Die Magneten haben einen Millimeter Abstand zum Rotor und haben eine Nutzlänge von 100mm.

## 4.2. Anschlag

Um den Schwung am Drehmomentarm beim Anfahren des Motors abzufangen, wird ein Anschlag eingesetzt. Dieser soll oben und unten den Arm fixieren, sodass die Waage von zu großem Druck geschützt ist, da ansonsten Beschädigungen auftreten können.

Der Anschlag besteht aus der Anschlaggabel, die direkt am Prüfstand befestigt wird, und zwei M12 Schrauben, um den Abstand variabel zu gestalten.

Dabei wird der Drehmomentarm von diesen beiden Schrauben begrenzt und es kann variiert werden wie weit der Arm ausholen kann oder wie weit er die Waage nach unten drücken kann.

## 4.3. Schutz

Der Schutz wird, zwecks einfacher Ausführung, mit zwei ITEM-Profilsäulen an der Grundplatte des Prüfstandes befestigt. In diese Säulen kommen eigens für das ITEM-Profil vorgesehene Nutsteine, an welchen man den eigentlichen Schutz anbringt.

Der Schutz besteht aus einem Lochblech, welches die nötige Stabilität sicherstellt und dennoch eine akzeptable Sicht auf den Prüfstand gewährt. Dieses Lochblech verdeckt die bewegten Teile des Motors, der Welle und der Bremse.

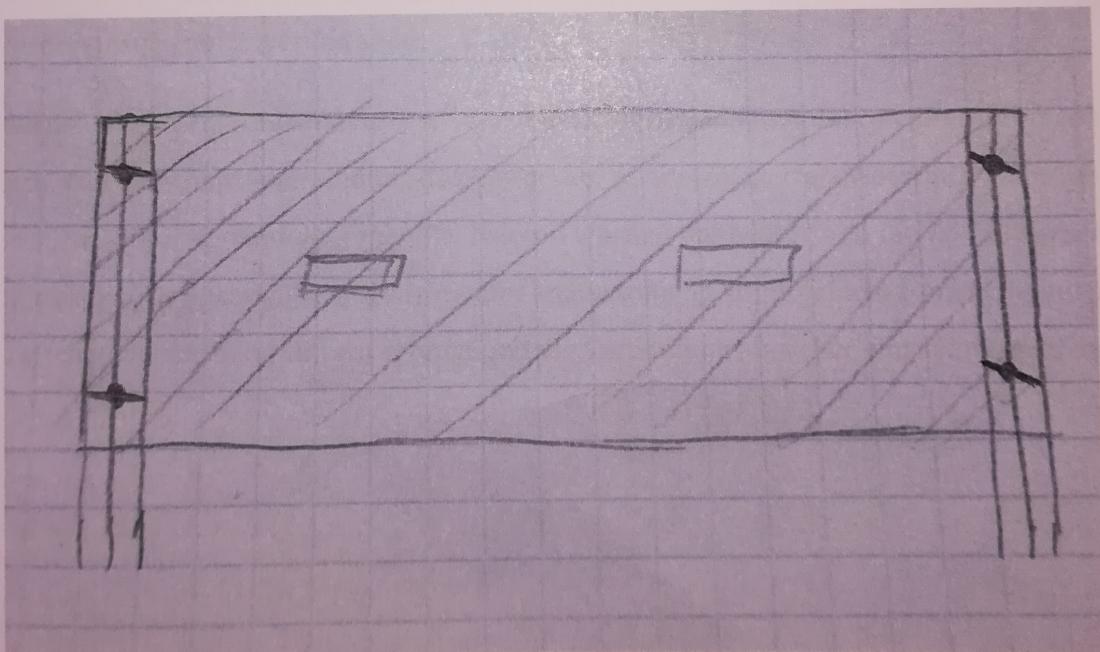


Abbildung 8: Grobe Skizze des Prüfstandschutzes

#### **4.4. Sonstiges**

Beim Verbau der neuen Komponenten verlief nicht alles reibunglos.

Der Einbau der neuen Hysteresebremse gestaltete sich schwierig, da der Prüfstand einige Ungenauigkeiten aufwies. Die Platte, an dem der Stator befestigt wurde, war nicht ganz vertikal angebracht. Dies hatte zur Folge, dass die Bremse innen streifte. Dieses Problem wurde mittels zwei Abstandsblechen gelöst, die zwischen der Verschraubung angebracht wurden. Diese Bleche glichen den Versatz von etwa einem Grad aus. Zusätzlich waren die Löcher in der Platte, an welchen der Stator angebracht wird nicht groß genug um eine genaue Anpassung möglich zu machen. Diese Löcher wurden auf der NC-Maschine aufgebohrt und etwas versetzt. Im Anschluss konnte der Stator richtig eingerichtet werden.

Der Vorschub der den Stator in den Rotor bewegt schien zu klemmen. Das Problem war, dass die Gewindespindel nicht genau ausgerichtet war und sich mit zunehmender Bewegung immer mehr verkeilte, was den Motor überlastete und zum Stillstand brachte. Es wurden dünne Abstandsbleche verwendet um damit die Spindel bestmöglich, waagrecht einzurichten.

Zusätzlich wurde der Endlagenschalter für den Vorschub weiter nach vorne versetzt, damit der Stator komplett in die Bremsglocke einfährt und die volle Bremsleistung der Hysteresebremse genutzt werden kann.

Bei den mehrfachen Testmessungen und dem wiederholenden Anfahren des Motors hat sich die Kontermutterverbindung des Motors zur pendelgelagerten Motoraufnahme gelöst. Um diese Verbindung erneut zu fixieren wurden der Motor und die Kontermutter mittels zweier Spanngurte gegeneinander angezogen. So konnte die maximale Reibung zwischen den beiden Muttern erzeugt und die Verbindung als sicher eingestuft werden.

## **5. Konstruktion**

Die Konstruktion der Bauteile Rotor, Stator und Anschlag fand in Creo statt.

Creo ist 3D Zeichenprogramm, in welchem man Bauteile modellieren, konstruieren und anpassen kann.

