

Für die Digitalisierung wurden die analogen Input Schnittstellen ± 0 verwendet, die Weitergabe an den PC erfolgt ebenfalls über die USB-Schnittstelle. Die Verbindung des Zangenampermeters mit dem myDAQ erfolgt über folgende Adapter und Anschlüsse:



Abbildung 30: Anschluss Strommesszange an myDAQ

7.3. Drehmomentmessung

Die Grundsätzliche Messmethode der Drehmomentmessung wurde von der Vorgängerarbeit beibehalten. Das bedeutet, es wird durch einen Hebel mit einer definierten Länge auf einen Kraftaufnehmer, in unserem Fall eine Präzisionsdigitalwaage, das Antriebsmoment abgestützt.

Vereinfacht dargestellt sieht das Prinzip wie folgt aus:

$$M = F * r$$

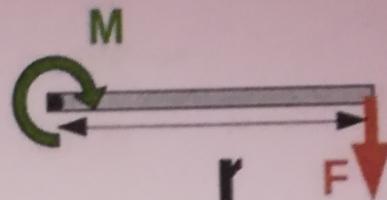


Abbildung 31: Messprinzip Drehmomentmessung

Die in dieser Arbeit verwendete Kern 440-51N Digitalwaage besitzt eine serielle RS-232-Schnittstelle. Über diese Schnittstelle gibt die Waage alle 1/3 Sekunden das aktuell gemessene Gewicht aus. Das ausgegebene Signal wird über eine serielle Schnittstelle am PC eingelesen und über LabVIEW ausgewertet und in ein Antriebsmoment umgewandelt.

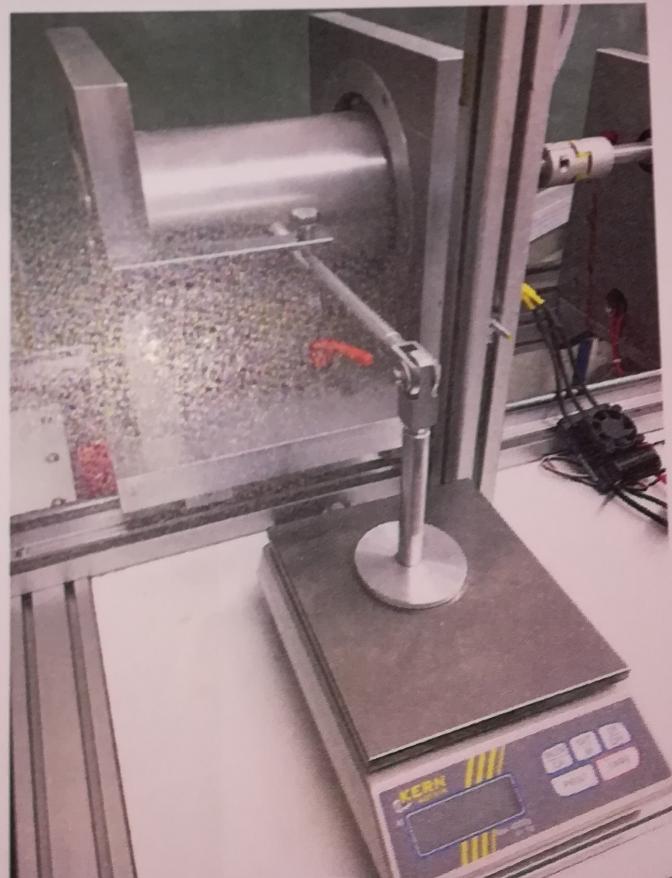


Abbildung 32: Messsystem zur Drehmomentmessung

7.4. Drehzahlmessung

Bei der Messung der Drehzahl wurde ebenfalls die grundlegende Messmethode der Vorgängerarbeit beibehalten. Dabei wird die Drehzahl über eine Lichtschranke gemessen, dafür werden eine Lochscheibe, eine Lichtquelle und ein Lichtsensor benötigt. Das Prinzip ist simpel, die Lochscheibe wird an der Antriebswelle befestigt und mithilfe der Lampe wird eine Lichtschranke erzeugt. Erkennt der Sensor einen Lichtstrahl wird ein Signal ausgegeben. Anhand der Anzahl der steigenden Flanken im Ausgabesignal des Sensors, über eine gewisse Zeit, kann man auf die Umdrehungen in dieser Zeitspanne schließen.

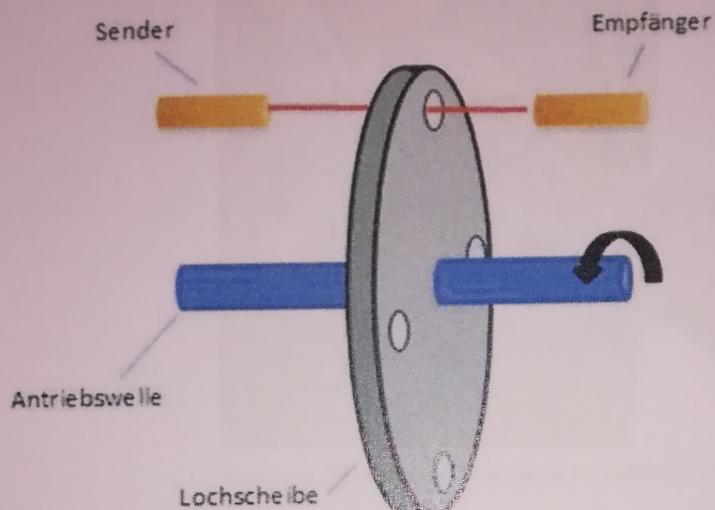


Abbildung 33: Prinzip der Drehzahlmessung



Abbildung 34: Messsystem zur Drehzahlmessung

7.4.1. Drehzahlsensor

Der verwendete Sensor für die Drehzahlmessung besitzt 3 Anschlüsse:

- Rot – 5Volt Spannungseingang
- Braun – Masse
- Orange – Signalausgang

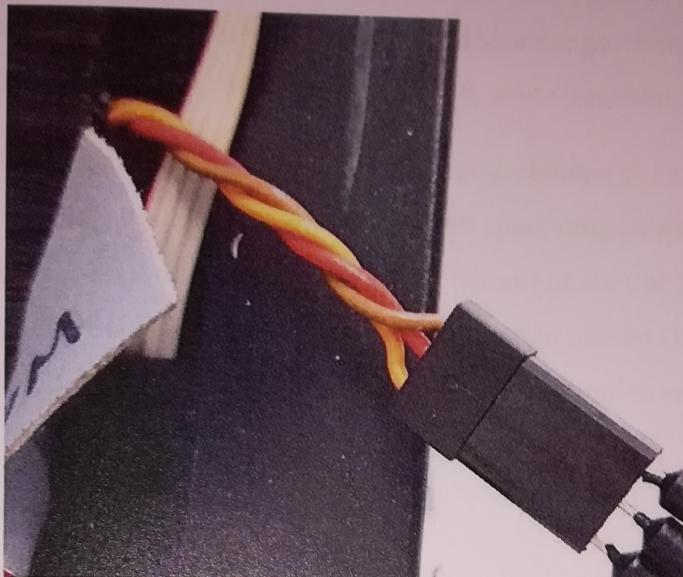


Abbildung 35: Anschluss Photosensor für Drehzahlmessung

7.4.2. Messung über Arduino

Die erste Realisierungsidee der Drehzahlmessung war es, das vom Sensor ausgegebene Signal über den Arduino auszuwerten. Dabei wurde ein Arduino-Programm geschrieben, welches die Anzahl der steigenden Flanken des Signals pro Sekunde zählt. Diese Zahl wird anschließend durch die Anzahl der Löcher der Lochscheibe dividiert, um die Umdrehungen pro Sekunde zu erhalten.

Ein großer Nachteil dieser Methode ist, dass ein weiteres Hardwaregerät für die Messung benötigt wird. Des Weiteren ist das Problem aufgetreten, dass die vom Arduino ausgegebenen Werte nicht synchron mit den Werten der anderen Messgeräte angekommen sind.

7.4.3. Messung über myDAQ

Aufgrund der Problematiken mit dem auf dem Arduino basierenden Messsystem wurde die Auswertung des Sensorsignals ebenfalls über das myDAQ realisiert. Das Prinzip der Berechnung der Drehzahl über die steigenden Flanken und der Anzahl der Löcher der Lochscheibe ist das Gleiche.

Zusätzlich ist bei dieser Methode keine weitere Hardware vonnöten. Es löst auch das Problem der nicht synchronen Werte, da auch Strom- und Spannungsmesswerte über das myDAQ digitalisiert und mit einem Zeitstempel an den PC weitergegeben werden.

Der Anschluss des Sensors an das myDAQ erfolgt über das Verbinden der 3 Pins des Sensors mit den jeweiligen Schnittstellen des myDAQ. Der 5V Spannungsoutput des myDAQ wird mit dem Spannungsinput des Sensors verbunden (rotes Kabel). Der Signalausgang des Sensors wird mit den Digitalen Input des myDAQ verbunden dessen Flanken gezählt werden (oranges Kabel). Zusätzlich müssen auch die Massen verbunden werden (blaues Kabel).

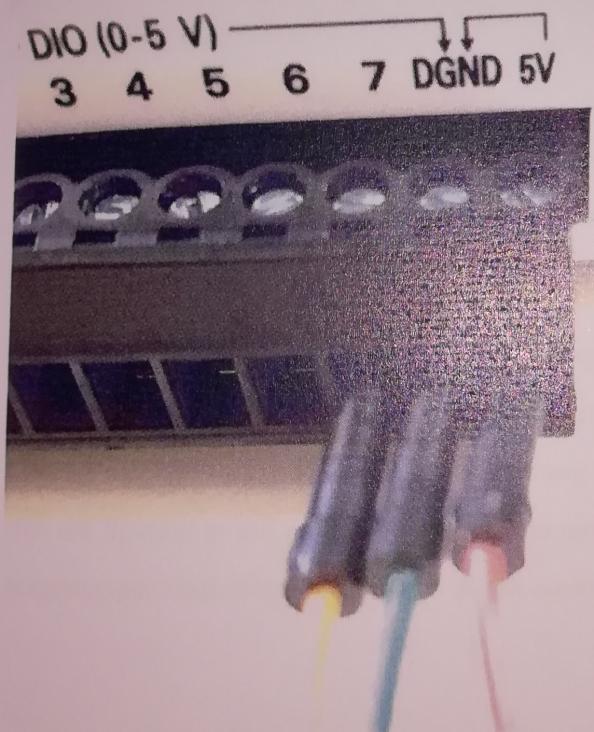


Abbildung 36: Anschluss Drehzahlmessung am myDAQ

7.5. Spindelvorschub

Der Spindelvorschub der Bremse wird über einen Taster, welcher am Prüfstand verbaut ist, gestartet.



Abbildung 37: Spindelvorschub mit Taster

Die Spindel ist mit dem Schlitten über eine Mutter fest verbunden. Nach dem Start bewegt sich der Stator, welcher auf Schienen gelagert ist, die Spindel entlang in die Bremsglocke. Ein kleiner Elektromotor dreht die Spindel solange bis der Schlitten den Endlagschalter betätigt und die Versorgungsspannung des Elektromotors umpolzt. Folglich dreht sich die Spindel in die andere Richtung und bewegt den Schlitten wieder zurück in die Ausgangsposition. Diese wird durch einen weiteren Endlagschalter erkannt.

7.6. Gesamter Messaufbau

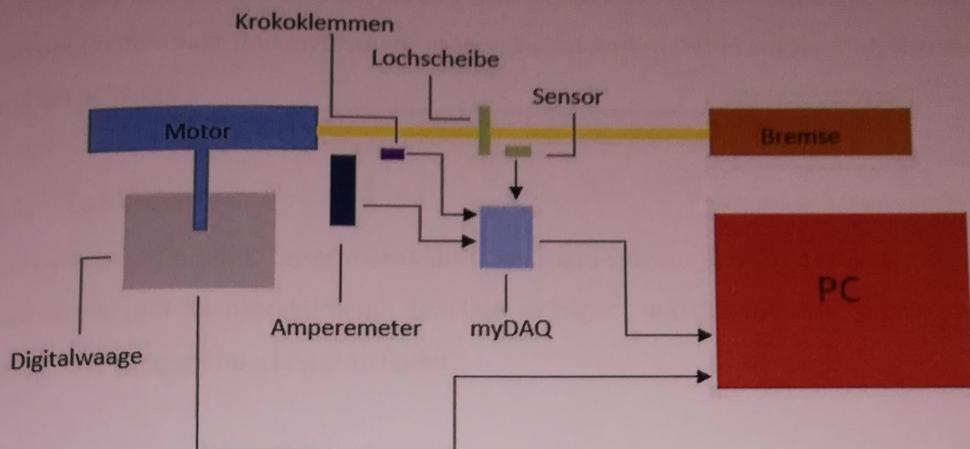


Abbildung 38: Messaufbau mit allen Komponenten

Die Ausgänge des Zangenampermeters und Drehzahlsensors sind wie die Krokodilklemmen, die für die Spannungsmessung benötigt werden, mit dem myDAQ verbunden. Die Stromversorgung des myDAQ erfolgt über den USB-Port des PCs. Die Digitalwaage ist direkt über eine serielle Schnittstelle mit dem PC verbunden, ihre Stromversorgung erfolgt über eine Steckdose.

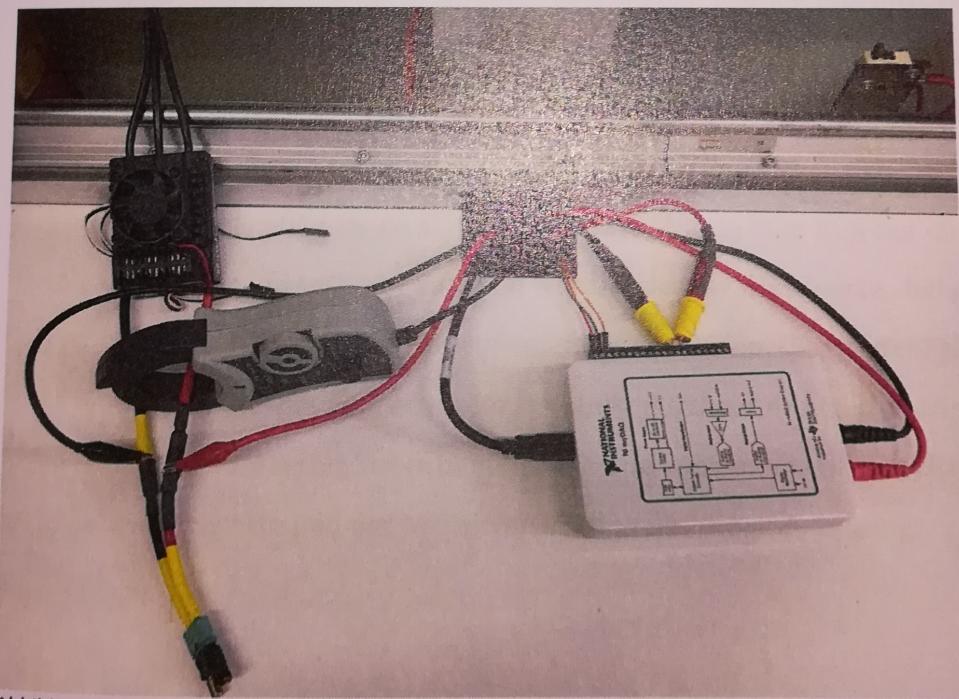


Abbildung 39: Messaufbau am Prüfstand

8. Software

Mithilfe der Softwareanwendung die aus einem LabVIEW Programm besteht werden die von der Digitalwaage und myDAQ erhaltenen digitalisierten Daten aufbereitet, visualisiert und gespeichert.

8.1. LabVIEW

Wie bereits beschrieben besteht ein LabVIEW Programm aus dem Frontpanel, wo die Visualisierung und die Interaktion mit dem User erfolgen, und dem Blockdiagramm wo die eigentliche Programmierung stattfindet.

8.1.1. Blockdiagramm

Vereinfacht ausgedrückt besteht das Programm aus 4 parallelen Tasks (für jeden Messwert einen). Dabei beginnt jeder Task damit, dass die Eigenschaften der PC Schnittstelle definiert werden. Anschließend folgt der Teil des Programms, der jede Sekunde in einer Endlosschleife ausgeführt wird. Dieser Teil beginnt mit dem Einlesen der Daten an den Schnittstellen, denn dort unterscheiden sich die einzelnen Tasks voneinander:

- Bei der Strommessung ist zu beachten, dass pro Sekunde 1000 Messwerte genommen werden, die in ein Array geschrieben werden und anschließend wird der Mittelwert der Messwerte berechnet. Dies wird benötigt, da ein Bürstenlosenelektromotor keinen konstanten Verbrauch besitzt. Bei gewissen Stellungen der Bürsten benötigt er viel Strom bei anderen Stellungen nahezu keinen, dadurch ergibt sich ein zerhacktes Signal. Würde man nun nur einmal pro Sekunde einen Messwert auslesen würden sich die Messwerte, bei gleichem Betrieb des Motors, stark voneinander unterscheiden. Dies ist der Fall, da man nie weiß ob die Messung an einem Zeitpunkt durchgeführt wurde, an dem der Motor viel oder wenig Strom benötigte. Diese Problematik wird durch möglichst viele Messwerte und der Mittelwertbildung bestmöglich beseitigt.

- Die Spannungsmessung erfolgt simpel. Es wird im Messtakt von 1,5 Sekunden genau ein Messwert aufgezeichnet, dies ist möglich da sich die Spannung nicht so schnell ändert wie der Strom.
- Bei der Drehmomentmessung über die Digitalwaage gilt es zu beachten, dass die Waage automatisch ca. alle 330 Millisekunden das aktuelle Gewicht ausgibt. Damit sich keine Daten an der seriellen Schnittstelle aufstauen und dadurch veraltete Messwerte verwendet werden, wird eine Array erstellt, in dem die letzten 3 Messwerte eingetragen werden. Die Mittelwerte dieser 3 Werte werden im Anschluss gebildet.
- Die Drehzahlmessung erfolgt über das Zählen der steigenden Flanken des Output Signals des Drehzahlsensors. Wir verwenden eine Lochscheibe, die pro Umdrehung des Motors 2 steigende Flanken zählt. Es wird also die absolute Anzahl der steigenden Flanken gezählt und davon die Anzahl der Flanken des vorhergehenden Messpunktes abgezogen. Dadurch erhält man die Anzahl der steigenden Flanken seit dem letzten Messpunkt und dadurch die Anzahl der Umdrehungen.

Sind alle Messdaten eingelesen wird über die Formeln:

$$P_{Elek} = U * I$$

$$P_{Mech} = 2 * \pi * n * M$$

$$\eta = \frac{P_{AB}}{P_{ZU}} = \frac{P_{mech}}{P_{elek}}$$

Die eingehende und die Ausgehende Leistung sowie der Wirkungsgrad des Motors berechnet. Anschließend werden die berechneten und gemessenen Ergebnisse einerseits zu Strings umgewandelt und mit einem Komma getrennt in ein File geschrieben andererseits werden die Werte noch in unterschiedliche Graphen und Textfelder eingetragen.

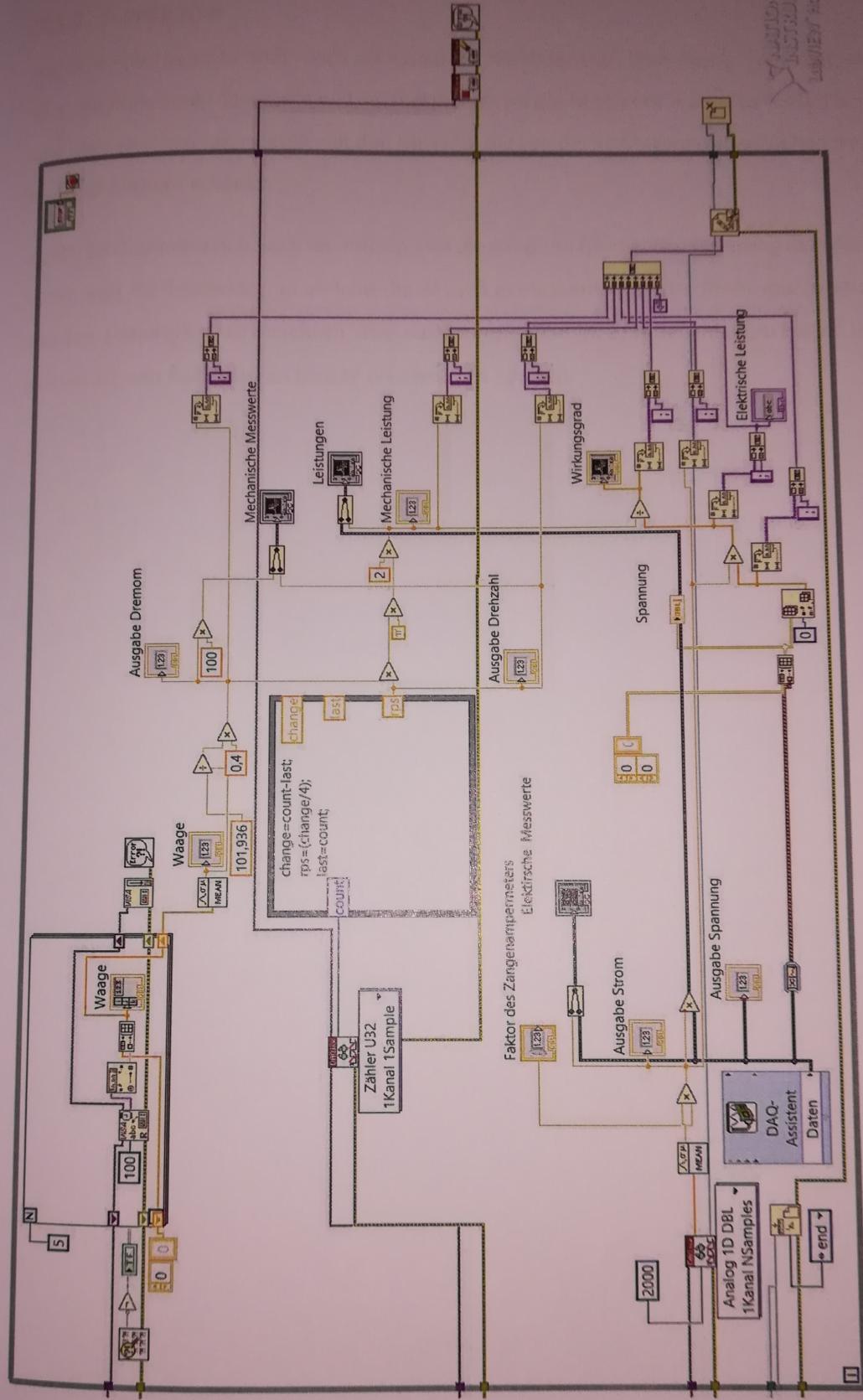


Abbildung 40: Auszug des Blockdiagramms