

8.1.2. Frontpanel

Auf dem Frontpanel befinden sich verschiedene Dialogfenster, über die man einstellt, wo man die Messdaten speichern will, an welchen Ports die Messgeräte angeschlossen sind und über welchen Faktor man von den Millivolt, die von der Stromzange ausgegeben werden, auf Ampere schließt.

Zusätzlich befinden sich noch am Frontpanel die Graphen für die Visualisierung der Messdaten und die Textfelder, in welche die aktuell gemessenen Werte direkt geschrieben werden. Dabei gilt es zu beachten, dass das Drehmoment im Graphen mit dem Faktor 100 skaliert ist, um Änderungen besser erkennen zu können.

8.2. Messanleitung

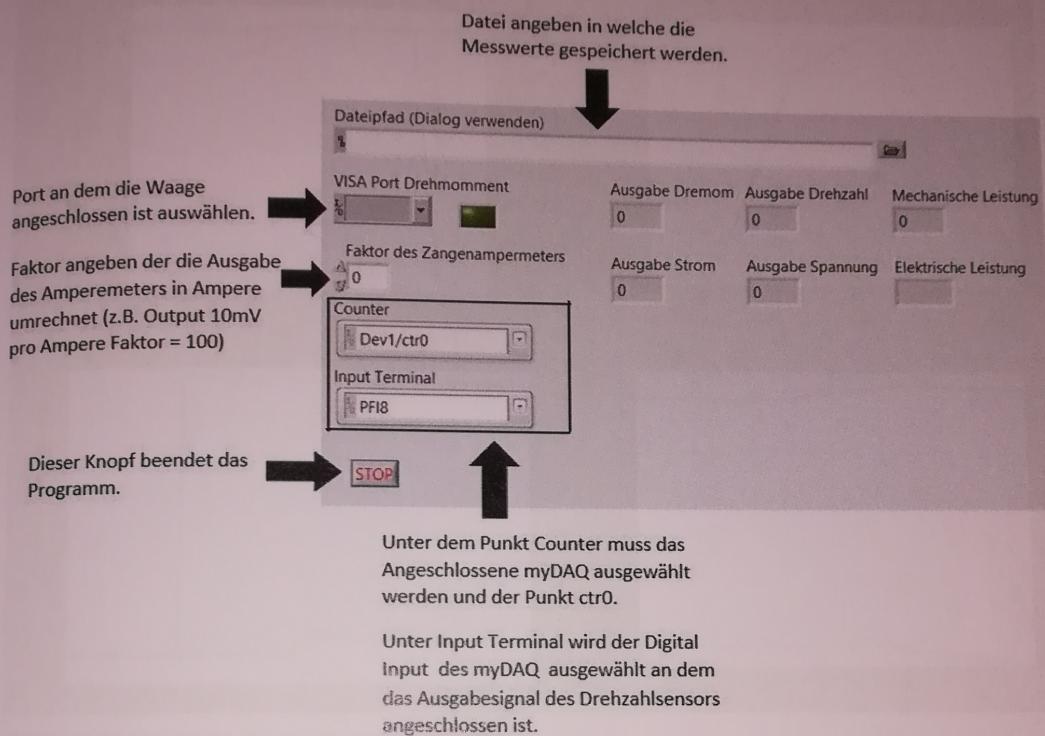
8.2.1. Vorbereitung

Vor dem Ausführen der Messsoftware und dem Anfahren des Motors müssen folgende Dinge beachtet werden:

1. Waage, PC und Netzteile werden eingeschalten.
2. Alle Messgeräte müssen wie in Kapitel 8. „Messprinzipien und Messaufbau“ angeschlossen werden.
3. Der 3-Pin Anschluss des Motortreibers wird mit einem Servo-Tester verbunden (In unseren Fall die „Servo 1“ Schnittstelle des UNI-Tests).
4. Es ist zu beachten, dass das UNI-Test Potentiometer auf niedrigste Drehzahl gestellt ist.
5. Die Schraube am Anschlag wird so eingestellt, dass sich der Hebelarm auf die Digitalwaage senkt (Es ist zu beachten, dass der Arm rechtwinklig auf der Waage steht).
6. Jetzt ist der „TARE“-Knopf der Waage zu betätigen. Dies setzt die Gewichtsaufnahme der Waage auf null.
7. Nun wird der Hebelarm wieder so im Anschlag fixiert, dass er die Waage nicht mehr berührt. Dadurch wird die Waage vor dem ausschlagenden Drehmomentarm geschützt.
8. Zuletzt müssen noch die Akkus für die Stromversorgung des Motors am Motortreiber angeschlossen werden.

8.2.2. Einstellung der Software

Nachdem die Vorbereitungen angeschlossen sind kann das Messprogramm geöffnet werden. Beim Start des Programmes öffnet sich das Frontpanel auf dem jegliche Interaktion mit dem Benutzer stattfindet. Bevor die Messung gestartet werden kann müssen einige Einstellungen am Frontpanel vorgenommen werden:



8.2.3. Start der Messung

Sind die für die Software benötigten Parameter angegeben, kann das Programm mit dem „Ausführen“-Button in der linken oberen Ecke gestartet werden.

Ist das Programm gestartet, werden die gemessenen Daten in Echtzeit in mehreren Graphen dargestellt.

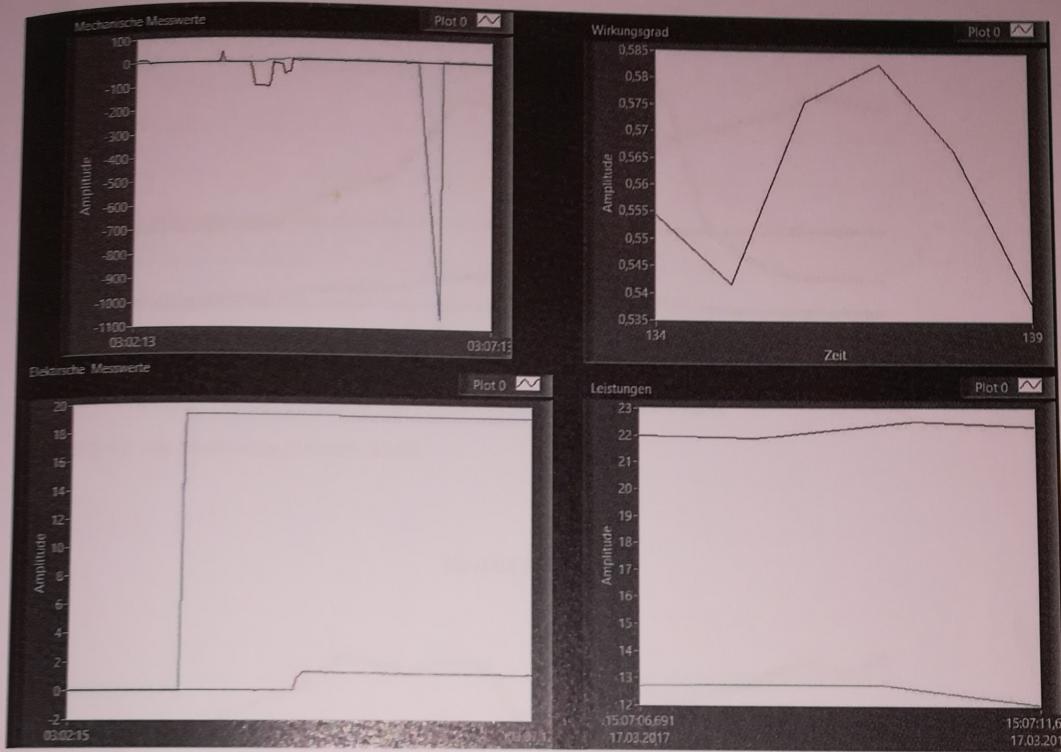


Abbildung 41: Messwerte in Form von Echtzeitgraphen

Zum Starten des Motors wird nun das Potentiometer langsam aufgedreht bis der Motor startet. Anschließend wird der Hebelarm auf die Waage gesenkt und es werden repräsentative Messdaten angezeigt.

Damit mithilfe der Hysteresebremse der Motor abgebremst wird, muss der grüne Taster am Prüfstand betätigt werden, dadurch wird der Spindelvorschub in Bewegung gesetzt und der Motor wird immer stärker abgebremst. Während des Abbremsens ist es sehr wichtig, dass man die Stromstärke beachtet, da diese während des Abbremsvorgangs sehr stark ansteigt und dadurch Schäden am Motortreiber und am Motor entstehen können.

Zum Beenden der Messung muss das Potentiometer wieder in die Ausgangslage zurückgestellt werden und der „Stopp“-Button der Messsoftware betätigt werden.

9. Interpretation der Messdaten

Nach den Messungen, bei denen der Motor nicht mit voller Leistung betrieben wurde, ergaben sich folgende Ergebnisse:

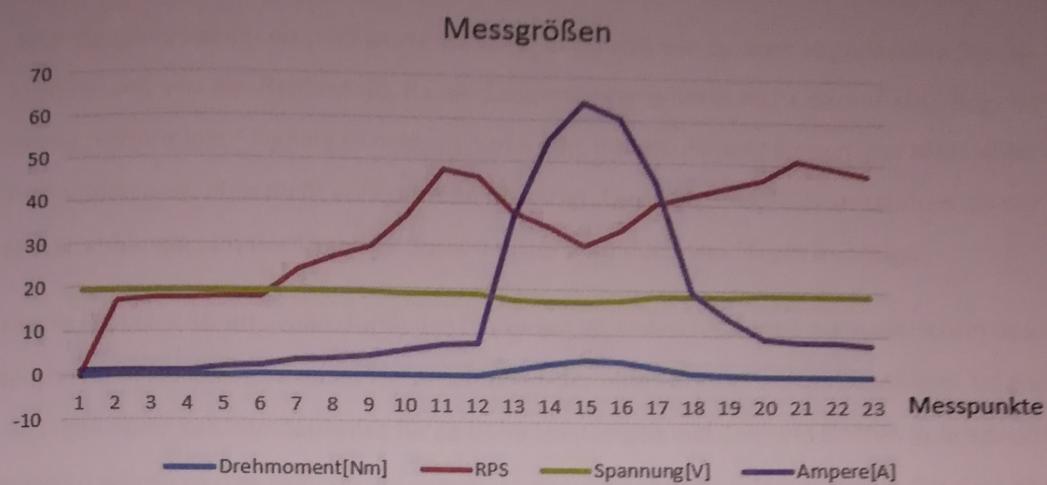


Abbildung 42: alle Messwerte in einem Graph



Abbildung 43: Wirkungsgrad Kurve

Anhand dieser Messdaten erkennt man, dass der bei einer niedrigen Drehzahl von ca. 20 Umdrehungen pro Sekunde nur einen Wirkungsgrad von 60-70% bewirkt. Dies verbessert sich bei höherer Drehzahl drastisch. Ab dem Zeitpunkt der Motorenbelastung vervielfachen sich der Strom und Drehmoment und die Drehzahl bricht gleich wie der Wirkungsgrad rapide ein. Während der andauernden Belastung verbessert sich der Wirkungsgrad wieder und wird nach Ende der Belastung wieder konstant.

9.1. Fazit

Über die Ergebnisse kann gesagt werden, dass das Einlesen, die Visualisierung und Speichern der Messwerte problemlos funktioniert und damit der Großteil der Arbeit erfolgreich abgeschlossen wurde.

Aber die gemessenen Amperewerte weichen aufgrund der zu stark abgehackten Signalform zu weit von der Realität ab, da ein Zangenampermeter nicht darauf ausgelegt ist solche „unförmigen“ Signale zu messen durch eine höhere Abtastrate wird der Messfehler zwar verkleinert, aber nicht vollkommen beseitigt. Diese Stromspitzen entstehen, da der Motor abhängig von der Lage der Spulen unterschiedlich viel Strom benötigt.

Dieses Problem könnte man durch das Einbauen von verschiedenen elektronischen Bauteilen wie beispielsweise eines Tiefpassfilters oder eines Kondensators beseitigen. Da das Auslegen eines solchen Bauteiles für so hohe Leistungen viel Zeit und Kosten in Anspruch nehmen würde und es sich um ein rein elektrotechnisches Problem handelt, für dass das Know-How unsererseits fehlt, kann eine weitere Arbeit auf dieser Problematik aufbauen.

10. Zusammenfassung

Elektromotoren sind mittlerweile in der Technik unentbehrlich, darum haben Schüler des Jahrganges 2014/15 einen Prüfstand für Elektromotoren gefertigt. Der Prüfstand konnte aber leider nicht zu vollster Zufriedenheit benutzt werden, daher haben wir beschlossen unter der Leitung von Prof. DI Christian Fischer diesen Prüfstand zu erweitern.

Die Bremse wurde völlig neu konstruiert und gefertigt, wobei sich das Einbauen in den vorhandenen Prüfstand als besonders schwierig herausstellte. Die Magnetreihen passten nicht in die Glocke, daher musste der Stator besonders genau eingerichtet und verschraubt werden, um Berührungen zu verhindern. Durch den exakten und minimalen Abstand zwischen Rotor und Magneten kann die maximale Bremswirkung erzielt werden. Der Anschlag und der Schutz konnte ohne Probleme gefertigt und angebracht werden. Bei der Fertigung wurde viel Wert darauf gelegt, dass die Bauteile geringe Kosten für die Schule verursachen, da die Messinstrumente und die Rohteile für die Bremse bereits einen Großteil des zur Verfügung stehenden Budgets aufgebraucht haben.

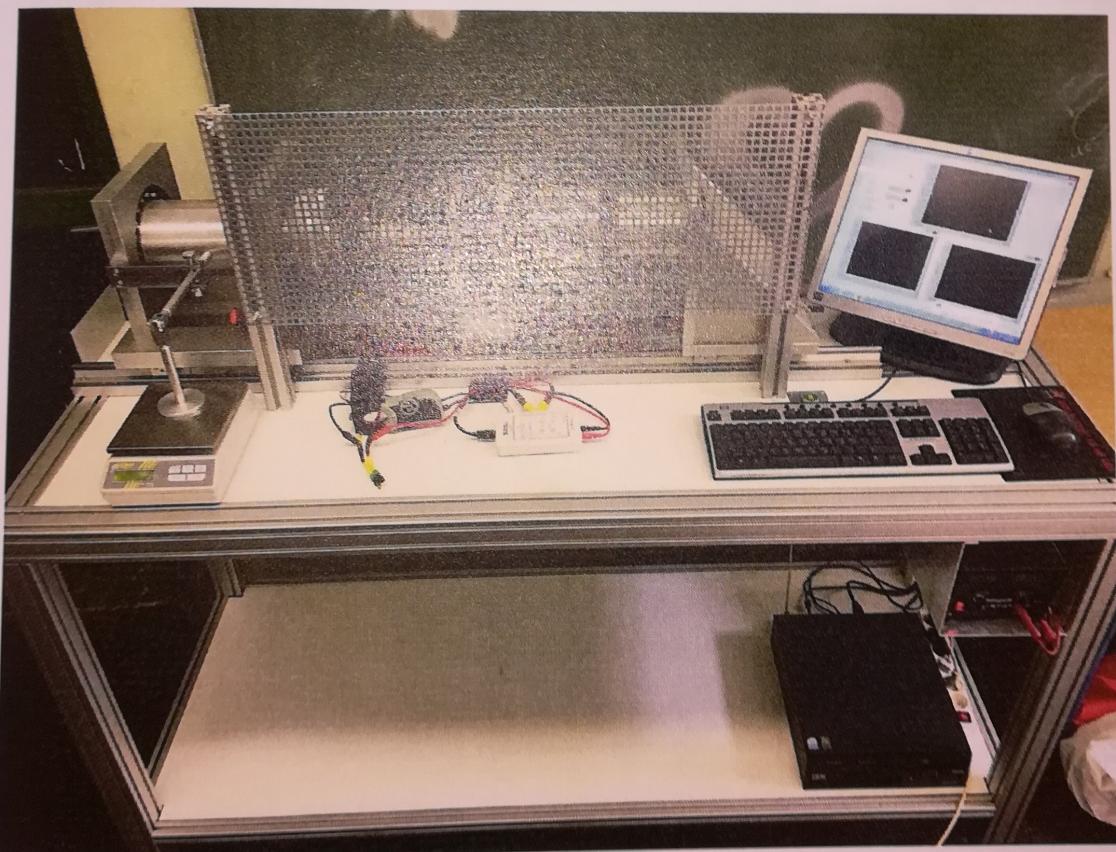


Abbildung 44: Gesamter Prüfstand mit allen Komponenten

Für das Messen der Daten wurden verschiedene Methoden in Betracht gezogen, wobei das Messen der Stromstärke über eine Strommesszange die größte Herausforderung darstellte. Da das Messinstrument für Gleichstrommessungen ausgelegt ist, aber der Motor kein wirkliches Gleichstromsignal bezieht.

Das Einlesen, Visualisieren und Speichern der erhaltenen Daten über ein LabVIEW Programm lief bis auf kleinere Justierungen und Änderungen problemlos ab, die Messwerte werden in einer externen Datei gespeichert und sind bereits so formatiert, damit diese mit Microsoft Excel problemlos betrachtet und interpretiert werden können. Durch die Echtzeitvisualisierung kann man sich auch einen guten Überblick über die aktuelle Messung machen, ohne die gespeicherten Messwerte direkt zu begutachten.

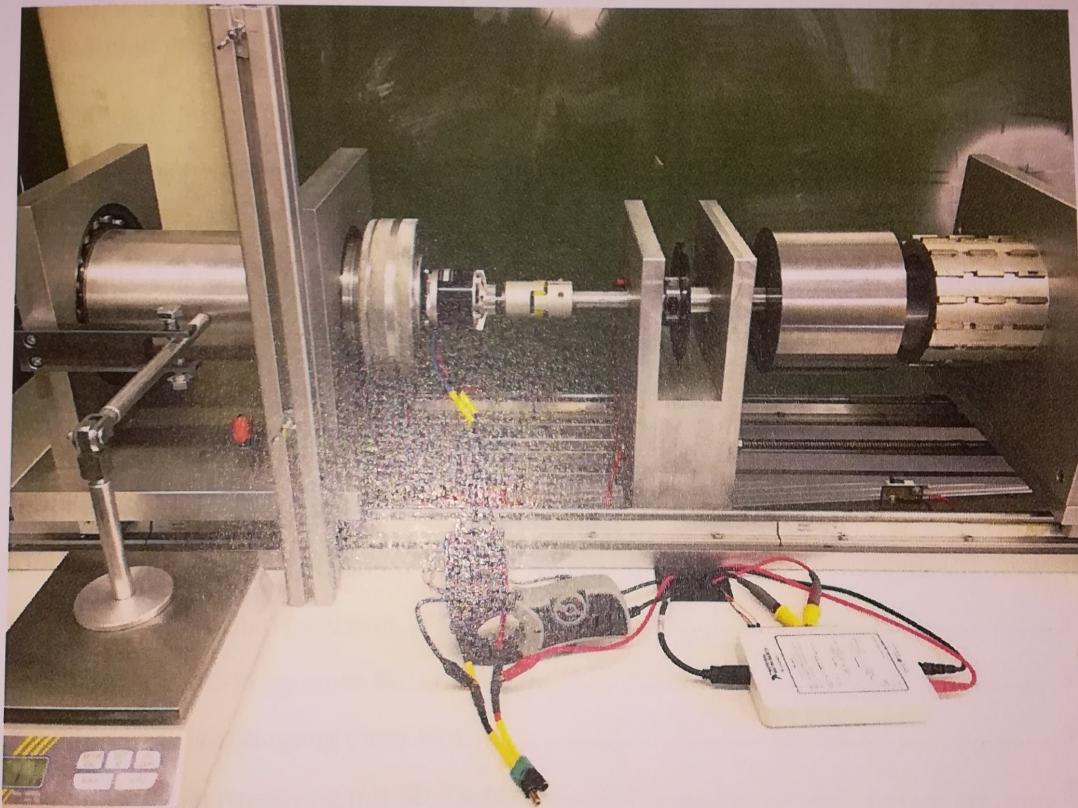


Abbildung 45: Komplette Messtechnik mit Bremse, Motor und Anschlag

Gegen Ende des Projektes konnten die auftretenden Probleme bewältigt werden und so die Diplomarbeit erfolgreich abgeschlossen werden.

11. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Erläuterung der Prüfstandkomponenten	9
Abbildung 2: Scheibenbremse eines Autos	17
http://www.24drivers.de/wp-content/uploads/2014/06/scheibenbremse.gif (Abgerufen am 03.11.2017)	
Abbildung 3: Wirkungsweise einer Plattenwirbelstrombremse	18
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/50/Eddy_current_brake_diagram.svg (Abgerufen am 03.11.2017)	
Abbildung 4: Neodymmagnete 25mm x 6mm x 2mm	21
Abbildung 5: MyDAQ	22
https://www.elektor.de/media/catalog/product/cache/2/image/smushed_9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/m/y/mydaq_1.jpg (Abgerufen am 19.03.2017)	
Abbildung 6: Strommesszange mit Spannungsausgang	23
https://www.messtech-24.de/system/html/cp1100-f6775b13.png (Abgerufen am 19.03.2017)	
Abbildung 7: Arduino UNO Board.....	24
https://store-usa.arduino.cc/products/a000066 (Abgerufen am 11.03.2017)	
Abbildung 8: Grobe Skizze des Prüfstandschutzes	27
Abbildung 9: Aufbohren auf ø40mm	34
Abbildung 10: Außen- und Innenmaß auf Sollwert drehen	35
Abbildung 11: Fertige Buchse für Stator.....	36
Abbildung 12: Buchse gespannt in Teilapparat	37
Abbildung 13: NC-Programm Nuten fräsen.....	37
Abbildung 14: Fräsvorgang einer Nut	37
Abbildung 15: Vermessung mit 3D-Taster.....	38
Abbildung 16: Fertiger Stator	38
Abbildung 17: Stator nach dem Einkleben der Magnete	39
Abbildung 18: Drehen der Stufe	40
Abbildung 19: Aufbohren mit ø40mm.....	41
Abbildung 20: Ausdrehen der Glocke	41
Abbildung 21: Zentrierbohrung in der Glocke	42

Abbildung 22: Fertiger Rotor angebracht am Prüfstand	43
Abbildung 23: Fräsen der Tasche.....	44
Abbildung 24: Angebrachte Anschlagabel am Prüfstand	45
Abbildung 25: Befestigungsglied für Schutzblech	46
Abbildung 26: Kompletaufbau des Schutzes.....	47
Abbildung 27: Schaltplan myDAQ Spannungsmessung.....	49
Abbildung 28: Spannungsmessung mittels myDAQ und Krokodilklemmen	49
Abbildung 29: Aufbau der Strommessung mittels myDAQ und Strommesszange	50
Abbildung 30: Anschluss Strommesszange an myDAQ	51
Abbildung 31: Messprinzip Drehmomentmessung	52
Diplomarbeit der HTL Anichstraße, Innsbruck: Prüfstand für Kleinelektromotoren, 2014/15, Seite 15	
Abbildung 32: Messsystem zur Drehmomentmessung.....	52
Abbildung 33: Prinzip der Drehzahlmessung.....	53
Diplomarbeit der HTL Anichstraße, Innsbruck: Prüfstand für Kleinelektromotoren, 2014/15, Seite 16	
Abbildung 34: Messsystem zur Drehzahlmessung	53
Abbildung 35: Anschluss Photosensor für Drehzahlmessung	54
Abbildung 36: Anschluss Drehzahlmessung am myDAQ.....	55
Abbildung 37: Spindelvorschub mit Taster	56
Abbildung 38: Messaufbau mit allen Komponenten.....	57
Abbildung 39: Messaufbau am Prüfstand	57
Abbildung 40: Auszug des Blockdiagramms	60
Abbildung 41: Messwerte in Form von Echtzeitgraphen	64
Abbildung 42: alle Messwerte in einem Graph	65
Abbildung 43: Wirkungsgrad Kurve	65
Abbildung 44: Gesamter Prüfstand mit allen Komponenten	67
Abbildung 45: Komplette Messtechnik mit Bremse, Motor und Anschlag	68

Alle hier nicht eigens nachgewiesenen Abbildungen sind selbst erstellt und stammen von den Autoren.

12. Literaturverzeichnis

Allgemeine Informationen und Ausgangslage:

Auer Christian, Fill Wolfgang Markus, Probst Claudio(2015): Prüfstand für Kleinelektromotoren, Diplomarbeit der HTL Anichstraße, Innsbruck

Informationen zum Elektromotor:

<http://elektromotor.erlenstedt.de/index.php> (Abgerufen am 01.03.2017)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Elektromotor> (Abgerufen am 01.03.2017)

Stromstärke:

<http://www.frustfrei-lernen.de/elektrotechnik/elektrischer-strom-stromstaerke.html>

(Abgerufen am 14.03.2017)

Spannung:

<https://www.elektronik-kompendium.de/sites/grd/0201101.htm> (Abgerufen am

24.03.2017)

Drehzahl:

<http://www.spektrum.de/lexikon/physik/drehzahl/3368> (Abgerufen am 27.02.2017)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Drehzahl> (Abgerufen am 27.02.2017)

Winkelgeschwindigkeit:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Winkelgeschwindigkeit> (Abgerufen am 25.03.2017)

Drehmoment:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Drehmoment> (Abgerufen am 27.02.2017)

<https://www.lernhelper.de/schuelerlexikon/physik/artikel/drehmoment> (Abgerufen am 27.02.2017)

Leistung:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Leistung_\(Physik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Leistung_(Physik)) (Abgerufen am 22.03.2017)

Wirkungsgrad:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Wirkungsgrad> (Abgerufen am 22.03.2017)

Scheibenbremse:

<https://www.at-rs.de/Scheibenbremse.html> (Abgerufen am 03.11.2016)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Scheibenbremse> (Abgerufen am 03.11.2016)

Wirbelstrombremse:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Wirbelstrombremse> (Abgerufen am 03.11.2016)

<https://www.lernhelper.de/schuelerlexikon/physik/artikel/wirbelstrombremse> (Abgerufen am 03.11.2016)

Hysteresebremse:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Hysteresebremse> (Abgerufen am 03.11.2016)

http://www.magtrol.de/handbucher/hb_manual_de.pdf (Abgerufen am 03.11.2016)

Elektromagnet:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnet> (Abgerufen am 11.01.2016)

<https://www.lernhelper.de/schuelerlexikon/physik/artikel/elektromagnete> (Abgerufen am 11.01.2016)

myDAQ:

<http://www.ni.com/mydaq/what-is/d/> (Abgerufen am 19.03.2017)

Arduino:

<https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno> (Abgerufen am 11.03.2017)

LabVIEW:

<https://de.wikipedia.org/wiki/LabVIEW> (Abgerufen am 11.03.2017)