

# Rotoren Prüfstand mit digitaler Auswertung (Eine erste Beschreibung)

Prüfstand V1

Grundlagen Labor: LV700.100

Semester: WS1617

Betreuer: Hannes Müller

Gruppe: Ferdinand Koeppen und Michael Alexander Gruber

Prüfstand V1, V2

Akademische Projekt

AAU Klagenfurt

Abteilung: NES, Prof. B. Rinner?

Betreuer: Melanie Schranz

Gruppe: Ferdinand Koeppen und Michael Alexander Gruber

## Abstrakt:

Das Forschungsfeld, fliegende Drohnen, wurde in den letzten Jahren stark ausgebaut. Dennoch gibt es zurzeit nur wenige Möglichkeiten Motoren und deren Rotoren zu testen. Die Datenblätter der Motorhersteller beinhalten nur unzureichende Informationen, außerdem muss den Daten weitgehend blind vertraut werden. Das Projekt „Rotorenprüfstand“ soll diese Lücke füllen. Es wird dafür eine reale Messtrecke angefertigt und mit verschiedenen Sensoren ausgestattet. Die analogen Daten werden über ein Arduino Board verarbeitet, danach werden die digitalisierten Daten am Desktop ausgewertet und gespeichert.

## Inhalt

1 Die Idee .....	4
2 Der Prüfstand .....	4
3 Die Daten.....	4
4 Aufgabenteilung.....	5
5 Weiteres Vorgehen .....	5
6 Ausbaustufen .....	5
6.1 Drehmoment.....	5
6.2 Luftstrom – Störung .....	6
6.3 Weitere Ideen Ausbaustufen .....	6
7 Materialliste .....	7
8 Zeitplan .....	8

## 1 Die Idee

Da an der AAU einige Forschungsprojekte mit Bezug auf Drohnen durchgeführt werden, haben wir uns für das Projekt „Rotoren Prüfstand“ entschieden. Es soll ein realer Prüfstand für Drohnenrotoren und deren Motoren entworfen und umgesetzt werden. Die analogen Daten werden über ein Arduino Board digitalisiert und über einen PC samt einem angenehmen GUI verarbeitet und dargestellt. Außerdem können einzelne Datensätze für spätere Auswertungen abgespeichert werden.

Die Highlights möchten wir hier kurz aufzählen:

- Robustes individuelles Prüfgestell mit Gleitlagerungsführung.
- 4-fach Druckmessung, schräger Prüfeinsatz kann so ebenfalls simuliert werden.
- Selbstgebaute Laser Umdrehungsmesser – low cost.
- Livestream Auswertung.
- Strom, Druck, Auftrieb, Leistungsaufnahme, Umdrehungszahl.
- Individueller Python Code, Parameter können vor Start angepasst werden.

## 2 Der Prüfstand

Die folgende Liste soll den Prüfstand kurz beschreiben:

- Der Propeller wird nach unten gerichtet und liegt direkt an den vier Drucksensoren an.
- Die Drucksensoren lassen sich tarieren, Propeller Gewicht wird automatisch dem Anpressdruck gegengerechnet.
- Der Propeller wird mit vier Gleitlagern auf vier 8mm Stangen montiert.
- Propeller hat nach oben und unten keine Hindernisse (Luftfluss Störungen und Reibung), Montagehöhe (V1) 1m.
- Über einen starr angebrachten Laser und einer Photodiode wird die Drehzahl der Propeller gemessen.
- Die Stromversorgung wird über ein Labornetzteil gesteuert, auch diese Daten werden digital weitergeleitet.
- Multimeter können zur Strom und Spannungsmessung leicht via 4mm Bananenstecker in die Messstrecke eingebracht werden.
- Die vier Führungsstangen werden universell verstellbar ausgelegt, Schienenführung im X Stil.
- Universelle Motorhalterungen – Führungsschlitten.

Zusätzlich wird eine erste Kosten- und Aufwandsschätzung wie auch eine erste Skizze des Prüfstands als erster Meilenstein des Projekts ausgearbeitet.

## 3 Die Daten

Die Daten werden über Sensoren zu einem Arduino Board übermittelt. Dort werden diese über einen selbst implementierten Python Code aufbereitet und am Bildschirm dargestellt. Außerdem können die Daten für spätere Bearbeitung in den gängigen Dateitypen .csv und .txt abgespeichert werden.

Für den Prüfstand sind folgende Sensoren vorgesehen:

- 4x Drucksensor 0,01N to 20N – Widerstand abhängig.
- 1x Drehzahlmesser: Lichtschranke oder Laser – Photodioden Selbstbau.
- Strom – Spannungsaufnahme.
- Leistungsaufnahme, Auftrieb und andere physikalische Daten werden am PC durch die gemessenen Daten errechnet und ausgegeben.

## 4 Aufgabenteilung

Grundsätzlich werden alle Arbeiten im Team erledigt, jedoch können die Zuständigkeiten wie folgt aufgegliedert werden:

- Lead Michi:
  - Der physikalische Prüfstand, bis hin zur Lieferung der analogen Daten.
  - Zeit, Material, Zeit und Kostenrechnung.
  - Verteiler für Niederstrom, samt Kabel.
  - Verteiler für Motoren, samt Laborkabel.
- Lead Ferdinand:
  - Auswertung der digitalen und analogen Daten.
  - Python Codierung.
  - Arduino Board Einrichtung.
- Team:
  - Dokumentation.
  - Laser Messeinrichtung.
  - Präsentation.
  - GUI Darstellung - Programmierung am Desktop.
  - Mathematische Berechnungen und Recherche.

## 5 Weiteres Vorgehen

Falls unser Projekt wie beschrieben den Labor Anforderungen entspricht, werden folgende Milestones sukzessive abgearbeitet:

1. Zeit, Kosten, Material Planung.
2. Anfertigung des Prüfstands.
3. Einrichten Arduino Board.
4. Codieren.
5. Sensordaten mit Board verbinden.
6. Prüfstand verfeinern.
7. Desktop Codes – Implementierung, Berechnung und Auswertung.
8. Muster Datensätze für die Präsentation.
9. Testen, testen, testen.
10. Dokumentation in Bericht Form.
11. Präsentation mit mind. zwei unterschiedlichen Propeller Typen.

## 6 Ausbaustufen

Nach Abschluss einer ersten Version des Prüfstands wird dieser in mehreren Ausbaustufen erweitert. Die erste konkrete Ausbaustufe ist in den nächsten beiden Abschnitten beschrieben. Im dritten Abschnitt werden weitere Ideen aufgelistet.

### 6.1 Drehmoment

Die einzelnen Rotoren erzeugen Drehmomente, diesem Effekt wird in der Realität wie folgt vorgebeugt:

- Die Motoren von Drohen mit gerader Rotorenzahl werden je die Hälfte links- und rechtsdrehend montiert.
- Es werden zwei Rotoren pro Ausleger montiert (oben und unten)

Mit der Erweiterung sollen die Drehmomente der einzelnen Motoren und der Rotorenbündel vermessen werden. Dadurch kann die Statik einer Drohne weiter verfeinert werden.

## 6.2 Luftstrom – Störung

Der Luftstrom über die Rotoren wird mittels eingefärbter Luft sichtbar gemacht werden. Verbesserungen können so im Labor geprüft und für den Feldeinsatz freigegeben werden.

## 6.3 Weitere Ideen Ausbaustufen

Das Projekt wird über einen längeren Zeitraum stetig weiterentwickelt, einige Ideen für zukünftige Entwicklungsschritte ab V3 möchten wir hier noch anführen:

- Neue verstärkte Teststrecke für stärkere Motoren
  - 12mm Führung
  - Motoren Montagehöhe 3m
  - Größerer Standfuß
- Kooperationen mit anderen Forschungsteams
- Publikation

## 7 Materialliste

Datum	ID	Artikel	Beschreibung	Lieferant	Baugruppe	â	Stück	Gesamt
16.Okt	RBS10262	Drehzahlregler	EMAX Simon Series Brushless Speed Controller 12A	Roboter Bausatz Shop	Aufbau Prüfstand	8,95	1	8,95
16.Okt	RBS10261	Motor	SunnySky X2204S KV2300 Outrunner Brushless Motor CW	Roboter Bausatz Shop	Aufbau Prüfstand	19,95	1	19,95
16.Okt	RBS10326	Linearlager	SCE8UU Linearlager für 8mm Welle	Roboter Bausatz Shop	Aufbau Prüfstand	2,95	4	11,80
16.Okt	RBS10283	Propeller	Carbon Propeller 5X3 5030 (1xCW, 1xCCW)	Roboter Bausatz Shop	Aufbau Prüfstand	3,95	1	3,95
16.Okt	RBS10541	Halter	Wellenhalter 8mm	Roboter Bausatz Shop	Aufbau Prüfstand	2,95	4	11,80
16.Okt		Versandkosten	Für Roboter Bausatz Shop	Roboter Bausatz Shop	Aufbau Prüfstand	7,99	1	7,99
01.Okt		Arduino Uno	Arduino Board Uno	Conrad	Analoge Signalverarbeitung	27,24	1	27,24
01.Okt		Motorshield	Arduino Motorshield	Conrad	Analoge Signalverarbeitung	28,43	1	28,43
25.Okt		Drucksensor	Drucksensor, Knopfform, Widerstandsmessung, 0,01N bis 10N - Sample Bestellung, kostenlose Lieferung	Interlink Electronics Hongkong	Analoge Signalverarbeitung	0,00	16	0,00
offen		Laser	Arduino Laser für Drehzahlmessung		Analoge Signalverarbeitung	1,95	2	3,90
offen		Photodiode	Für Laserabtastung		Analoge Signalverarbeitung	0,95	5	4,75
21.Okt		Aluflachprofil	Profilware: U-Profil, Flachprofil, Alurohr	Hornbach	Aufbau Prüfstand	15,00	1	15,00
21.Okt		8mm Welle	Alu	Hornbach	Aufbau Prüfstand	5,90	4	23,60
21.Okt		Standfuß	Holz siehe Zeichnung, weiß lasiert	Hornbach	Aufbau Prüfstand	5,00	1	5,00
21.Okt		Messingrohr	innen Durchmesser 8,1mm - Einsteckhülsen für Aluwellen	Hornbach	Aufbau Prüfstand	7,90	1	7,90
21.Okt		Schrauben	M3...	Hagebaumarkt	Aufbau Prüfstand	10,00	1	10,00
25.Okt		Linearlager	Innen 8mm; 10er Pack	Amazon	Aufbau Prüfstand	9,87	1	9,87
21.Okt		Sicherung Lager	PZ und Außenseeegeringe	Amazon	Aufbau Prüfstand	2,50	1	2,50
25.Okt		Büchsenleiste	58pins insgesamt	Conrad	Verteiler Niederstrom	5,00	1	5,00
25.Okt		Schalterleiste	10er	Conrad	Verteiler Niederstrom	3,90	1	3,90
25.Okt		Kabel	starr 0,5²	Conrad	Verteiler Niederstrom	0,10	2	0,20
25.Okt		Lötmaterial		Conrad	Verteiler Niederstrom	3,00	1	3,00
25.Okt		Gehäuse	für Sensoren Steckplatine	Conrad	Verteiler Niederstrom	2,98	1	2,98
25.Okt		Platine	7,5x10cm Lochplatine	Conrad	Verteiler Niederstrom	3,98	1	3,98
25.Okt		Befestigung	Abstandmutter, Schrauben und Beilagen M3	Hagebaumarkt	Verteiler Niederstrom	5,00	1	5,00
25.Okt		Stifleiste	2 polig, Sensoren	Conrad	Verkabelung	12,00	0,09	1,08
25.Okt		Stifleiste	3 polig, Sensoren	Conrad	Verkabelung	4,00	0,12	0,48
25.Okt		Kabel	2-ploig 0,25², Sensoren	Conrad	Verkabelung	0,12	20	2,40
25.Okt		ide-Stecker	4-polig, Motor	Conrad	Verkabelung	0,99	2	1,98
25.Okt		Kabel	1-polig 1², Motor	Conrad	Verkabelung	0,15	20	3,00
25.Okt		Schrumpfschlauch	to 1mm	Conrad	Verkabelung	5,99	0,8	4,79
25.Okt		Schrumpfschlauch	to 2mm	Conrad	Verkabelung	6,99	0,5	3,50
25.Okt		Laborstecker	2,4mm, je 2x rot, gelb und sw	Conrad	Verkabelung	0,99	6	5,94
25.Okt		Lötmaterial		Conrad	Motor Verteiler	5,00	1	5,00
25.Okt		Gehäuse	für Sensoren Steckplatine	Conrad	Motor Verteiler	2,98	1	2,98
25.Okt		Platine	7,5x10cm Lochplatine	Conrad	Motor Verteiler	3,98	1	3,98
25.Okt		Befestigung	Abstandmutter, Schrauben und Beilagen M3	Hagebaumarkt	Motor Verteiler	5,00	1	5,00
25.Okt		Laborbüchse	Bananenbüchse 4mm div Farben	Conrad	Motor Verteiler	1,49	4	5,96
25.Okt		Laborbüchse	Bananenhülse 2,4mm div Farben	Conrad	Motor Verteiler	0,87	6	5,22
25.Okt		Schalter	Schalter 2-polig 20A	Conrad	Motor Verteiler	2,89	2	5,78
25.Okt		Kabelbefestigung	Lötöse M6	Conrad	Motor Verteiler	0,08	10	0,80
25.Okt		ide-Stecker	4- polig Motor	Conrad	Motor Verteiler	0,99	2	1,98
						<b>Puffer</b>		<b>28,66</b>
						<b>Gesamt</b>		<b>315,21</b>

## 8 Zeitplan

		KW42	KW43	KW44	KW45	KW46	KW47	KW48	KW49	KW50	KW51	KW52	KW1	KW2	KW3	KW4	KW5	KW6	KW7	KW8
<b>Phase 0</b>	Planung																			
	Berechnung, Zeichnung																			
	Stücklisten																			
<b>Phase 1</b>	Prüfstand - Mechanik																			
	Lagerungen und Befestigungs Stangen																			
	Motor Befestigung																			
	Kabel Führungen																			
	Sensor Halterungen																			
<b>Phase 2</b>	Analoge Signale																			
	Verkabelung																			
	Stromzufuhr																			
	Umdrehungsmesser																			
	Drucksensoren																			
<b>Phase 3</b>	Arduino Auswertung																			
	Python Codierung																			
	Code Review																			
	Grafische Darstellung der Daten																			
	Speicherung der Daten																			
<b>Phase 4</b>	Abstimmung																			
	Verfeinern mechanisch																			
	Verfeinern Auswertung																			
	Tests																			
<b>Phase 5</b>	Dokumentation																			
	Erste Idee																			
	Dokumentation Prüfstand																			
	Dokumentation Arduino																			
	Code Dokumentation																			
	Zwischenbericht																			
	Endbericht																			
	Weiter Versionen																			
<b>Phase 6</b>	Video and More																			
	Musterdaten Auswertung und Abgleich Datenblatt																			
	YouTube Video, Live Durchgang																			
	Photo Doku																			
	Akademische Aufbereitung																			