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](#_Toc465243870)

[2 Der Prüfstand 4](#_Toc465243871)

[3 Die Daten 4](#_Toc465243872)

[4 Aufgabenteilung 5](#_Toc465243873)

[5 Weiteres Vorgehen 5](#_Toc465243874)

[6 Ausbaustufen 5](#_Toc465243875)

[6.1 Drehmoment 5](#_Toc465243876)

[6.2 Luftstrom – Störung 6](#_Toc465243877)

[6.3 Weitere Ideen Ausbaustufen 6](#_Toc465243878)

[7 Materialliste 7](#_Toc465243879)

[8 Zeitplan 8](#_Toc465243880)

# 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 Außenseegeringe | 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 |
|  |  |  |  |  |  | **Puffer** | | **28,66** |
|  |  |  |  |  |  | **Gesamt** | | **315,21** |

# 8 Zeitplan

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