

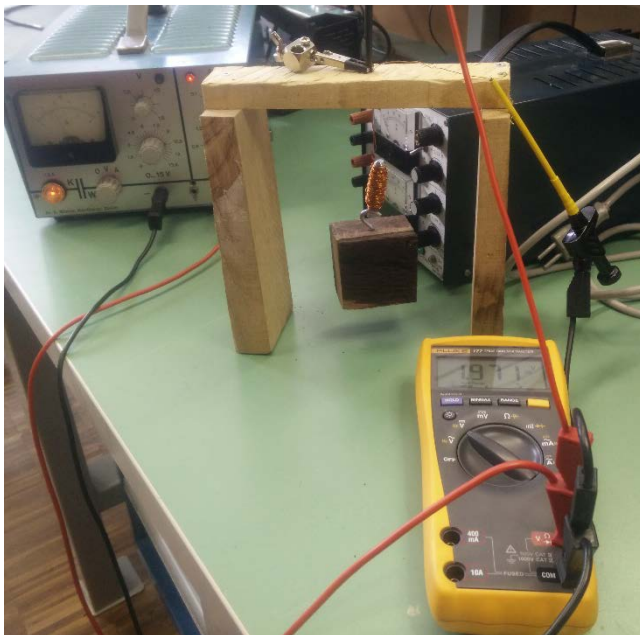
Testprotokoll - [Elektromagnet V1]

Ziel

Ein Elektromagnet, welcher einem Seil hängend mit einer Positionierungspräzision von 1cm eine genügend grosse Anziehungskraft aufbringen kann.

Aufbau

Es wurden 265 Wicklungen um eine Schraube mit einem Kupferdraht (0.4mm \square , 6.5m, 1 Ω) vorgenommen und an ein DC-Netzteil angehängt, wobei Spannung und Strom gemessen wurde.



Resultat

Das Objekt konnte gehoben werden. Es wurde einen Strom von 2A benötigt um die Last zu heben. Der Elektromagnet wurde sehr heiss auf Grund der Leistung 4W die über den Draht abgefallen sind. Erst bei Kontakt konnte der Klotz gehoben werden.

Reflexion

Ein dünnerer Kupferdraht mit mehr Wicklungen sollte weniger Leistung benötigen. Seil ist nicht geeignet für X-Y Positionierung.

Testprotokoll – [Elektromagnet V2]

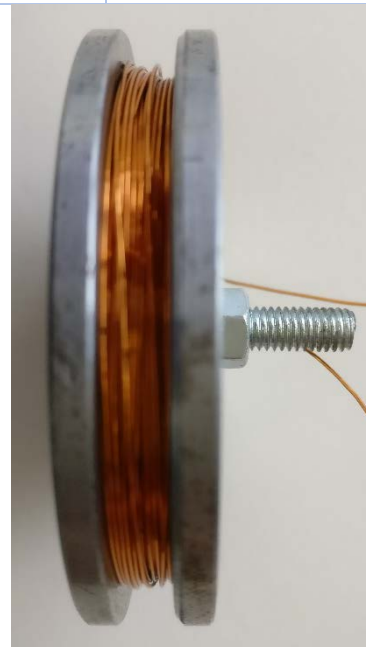
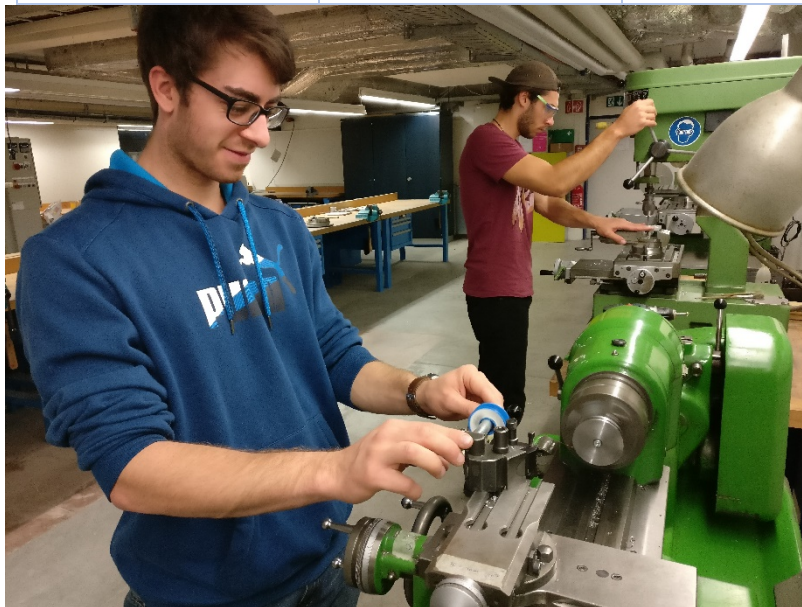
Ziel

Ein Elektromagnet mit grosser Grundfläche, welches mit kleinem Strom eine genügend grosse Haltekraft aufbringen kann. Das Elektromagnet sollte mit 5V betrieben werden.

Aufbau

Es wurde ein Eisenkern gefertigt und drei Versuche wurden vorgenommen.

| Länge | Durchmesser | Widerstand | Wicklungen |
|-------|-------------|--------------|------------|
| 450m | 0.01mm | 1k Ω | 7000 |
| 6.5m | 0.4mm | 1 Ω | 100 |
| 50m | 0.4mm | 6.3 Ω | 400 |



Resultat

Beim ersten Versuch wurde ein dünnerer Draht verwendet um weniger Leistung zu verbrauchen. Dieser Versuch zeigte auch bei 20V keine Wirkung. Im zweiten Versuch wurde der selbe Draht wie für den ersten Prototypen verwendet. Auf Grund weniger Windungen nicht ausreichend, aber eine Magnetisierung war messbar. Beim dritten Versuch wurde ein Längerer Draht verwendet um mehr Wicklungen zu erzielen. Es hat sich gezeigt die Geometrie nicht geeignet ist, da der Elektromagnet nur am Rand eine magnetische Wirkung besitzt.

Reflexion

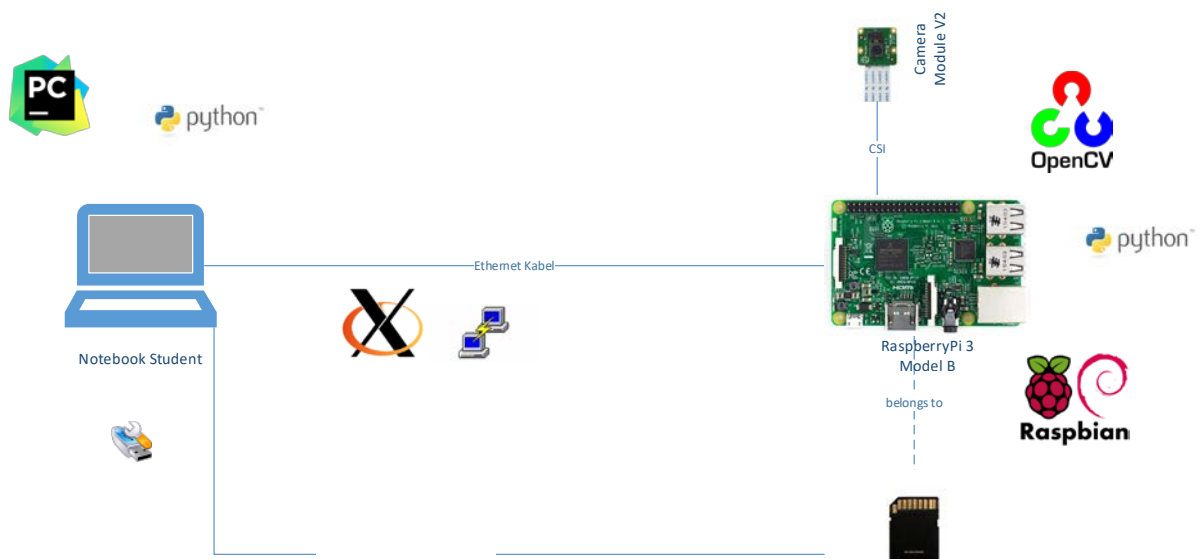
Die Geometrie vom Elektromagnet ist ungeeignet. Zur Vergrösserung der Kontaktfläche kann nur evtl. ein grösserer Kern oder mehrere kleine Kerne die mit einem Kunststoff verbunden sind verwendet werden. Andere Optionen ohne Elektromagnet sollten in Betracht gezogen werden.

Testprotokoll – Entwicklungsumgebung Informatik

Ziel

Ziel ist es sicherzustellen, dass eine Entwicklungsumgebung zur Bilderkennung mit den bisher vorgesehenen Komponenten möglich ist.

Aufbau



Auf dem jeweiligen Notebook wird PyCharm als IDE benötigt. In PyCharm soll später mit Python programmiert werden können.

Auf dem RaspberryPi wird als Grundinstallation das Betriebssystem Raspian installiert. Drauffolgend werden Module für Python (Version 2) und OpenCV (Version 3) für die Bilderkennung hinzugefügt.

Um auf das RaspberryPi zugreifen zu können wird einerseits PuTTY benutzt, um eine SSH Verbindung aufzubauen. Andererseits benötigen wir X Server für das Streaming des Kamerabildes.

Um den aktuellen Stand (das Abbild, Image) des RaspberryPi zu speichern und gegebenenfalls wiederherstellen zu können, wird die SD Karte in ein Studentennotebook gelegt und mithilfe Win32 Disk Imager kopiert.

Erwartetes Ergebnis

- Gesamte Entwicklungsumgebung bereit
- Foto durch Camera Module V2 via RaspberryPi erstellen und auf Notebook anzeigen möglich
- Livestream durch Camera Module V2 via RaspberryPi auf Notebook möglich
- Backup / Restoreprozess für SD Karte getestet.

Resultat

Installationsanleitung: Die Entwicklungsumgebung wurde aufgebaut und entsprechend Dokumentiert

Code für Foto erstellen und Stream

Der Versuch war erfolgreich und lieferte alle erwarteten Resultate.

Testprotokoll – Kameraausrichtung

Ziel

Die Kameraausrichtung am Fahrzeug ist klar.

Aufbau

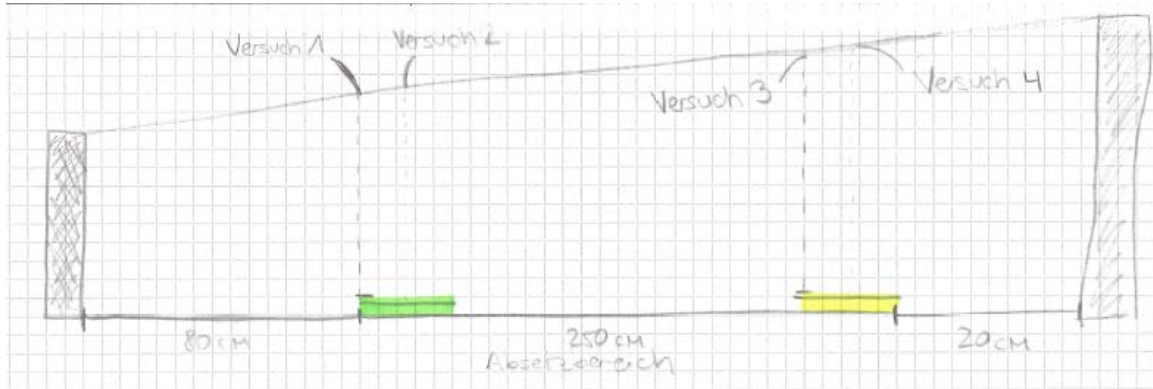
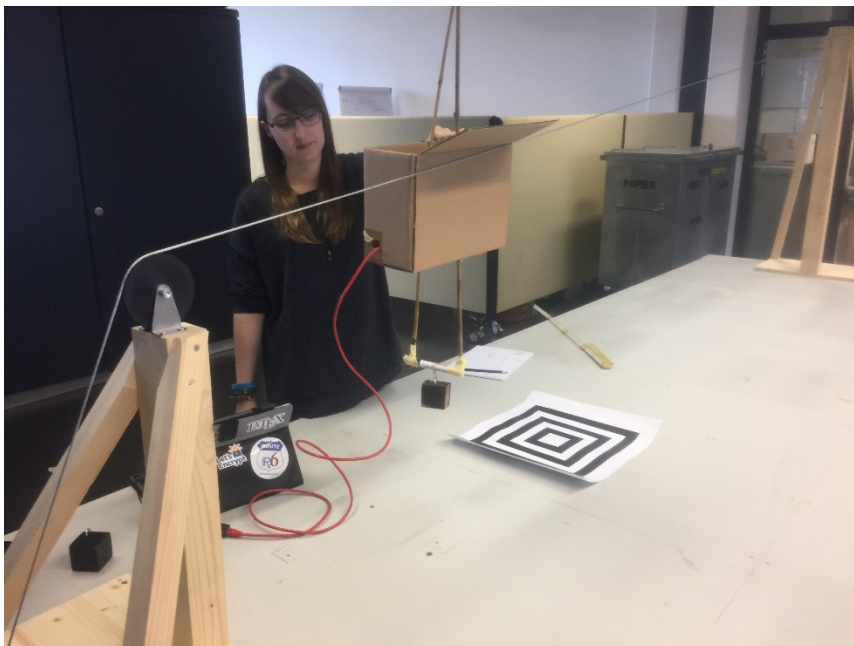


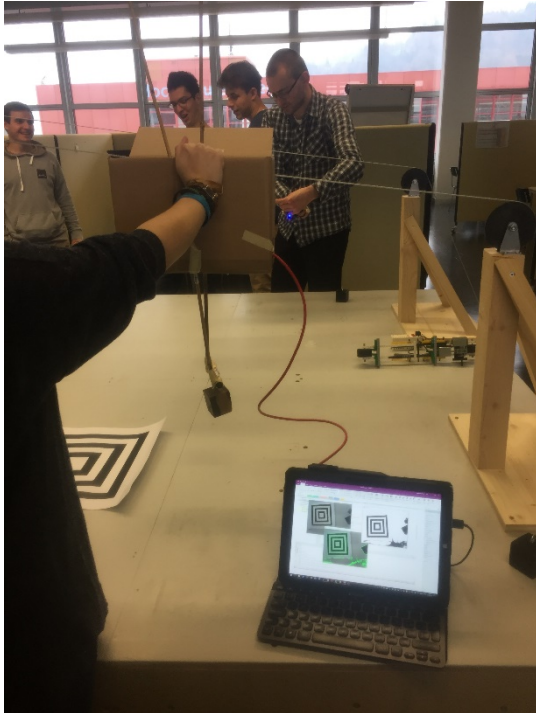
Abbildung 1 Skizze Versuchsaufbau - Position Zielplatte

Die Erkennung der Zielplatte zur frühestmöglichen und letztmöglichen Position soll betrachtet werden. Es wird der Abstand zwischen Mitte des Fahrzeuges und Mitte der Zielplatte als Abstand gemessen.



Für den Versuch wurde eine Karton-Kiste gebaut, welche die ungefähren Masse der gesamten Laufkatze darstellt. Zusätzlich wurden zwei Bambusstäbe genutzt, um die Teleskoparme der ersten Lösungsvariante zu simulieren.

Im Karton befindet sich unser RaspberryPi welches via Ethernet an eines unserer Studentennotebook angeschlossen ist. Der Versuch zur Entwicklungsumgebung und zur Zielerkennung werden vorausgesetzt.



In den Boden der Kartonkiste wurde ein Loch geschnitten. Durch dieses Loch wird die Raspberry Kamera geführt.

Erwartetes Ergebnis

Abstand – Erscheinen der ersten Kante (schwarz) der Zielplatte im Blickfeld der Kamera zur frühesten und spätesten Position

Abstand – Erkennung der gesamten Zielplatte zur frühesten und spätesten Position.

Bilderkennung funktionsfähig – Last über Mittelpunkt der Zielplattform zur frühesten und spätesten Position / Last angehoben und gesenkt

Resultate

Versuch 1: Erscheinen der ersten Kante (schwarz) der Zielplatte im Blickfeld der Kamera zur frühesten Position

Resultat: Abstand zwischen Mitte des Fahrzeuges und Mitte der Zielplatte: 60cm

Versuch 2: Erkennung der gesamten Zielplatte zur frühesten Position.

Resultat:



Abbildung 2 Erstes erkennen der gesamten Zielplatte (Frühste Position)

Abstand zwischen Mitte des Fahrzeuges und Mitte der Zielplatte: 35cm – Zielplatte wird erkannt.

Versuch 3: Erkennung Last über Mittelpunkt der Zielplatte zur frühesten Position – Zielplatte wird durch Störungen nicht mehr erkannt!

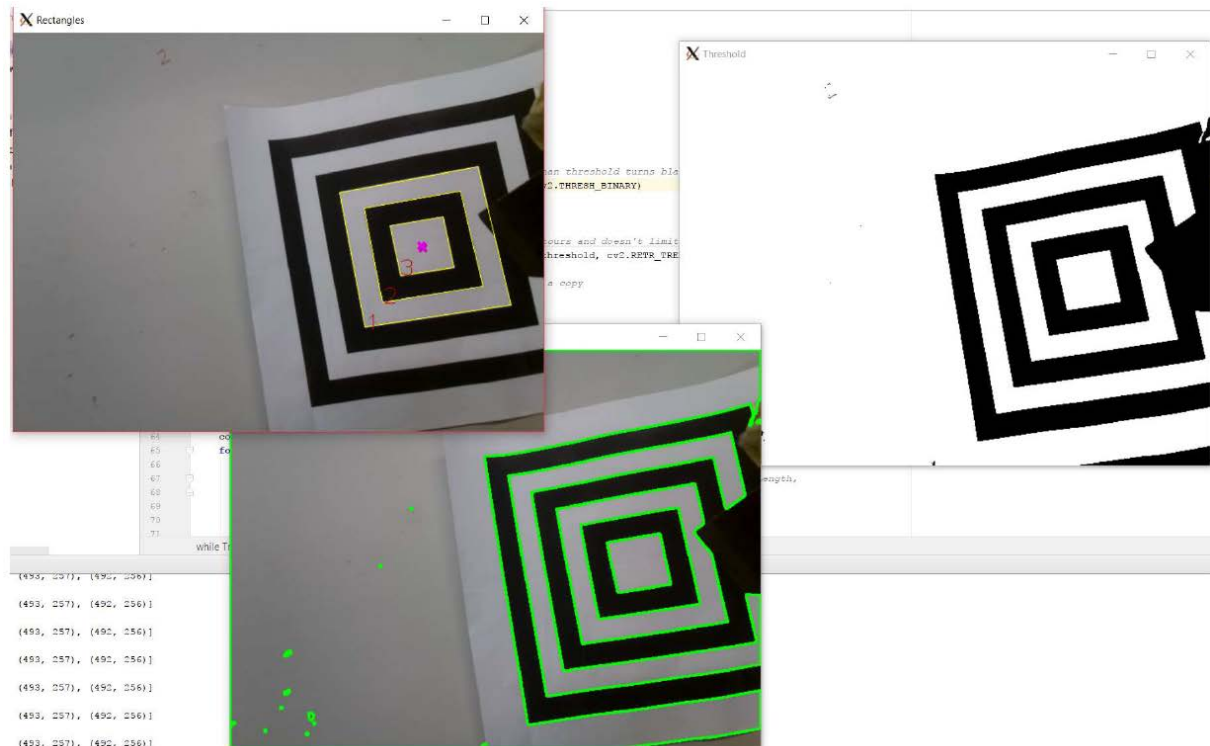


Abbildung 3 Mitte Last über Mitte Zielplatte - Last angehoben

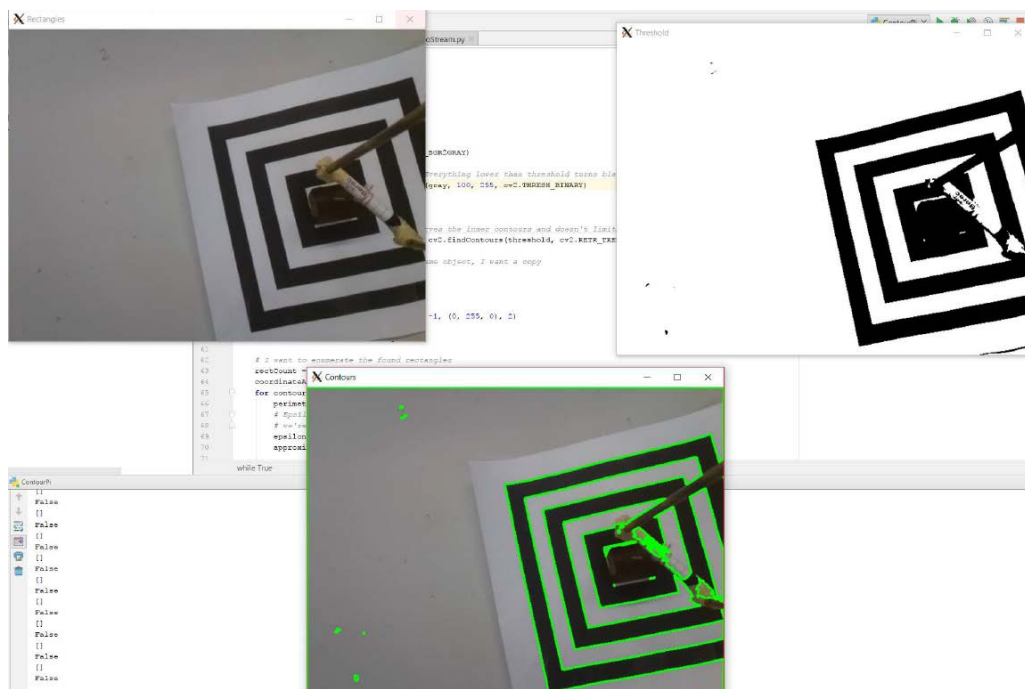


Abbildung 4 Mitte Last über Mitte Zielplatte - Last heruntergelassen

Versuch 4: Erscheinen der ersten Kante (schwarz) der Zielplatte im Blickfeld der Kamera zur spätesten Position

Resultat: Abstand zwischen Mitte des Fahrzeuges und Mitte der Zielplatte: 90cm

Versuch 5: Erkennung der gesamten Zielplatte zur spätesten Position.

Resultat:



Abbildung 5Erstes erkennen der gesamten Zielplatte (Späteste Position)

Abstand zwischen Mitte des Fahrzeuges und Mitte der Zielplatte: 57cm – Zielplatte wird erkannt.

Versuch 6: Erkennung Last über Mittelpunkt der Zielplatte zur spätesten Position – Zielplatte wird erkannt sofern Last angehoben ist.

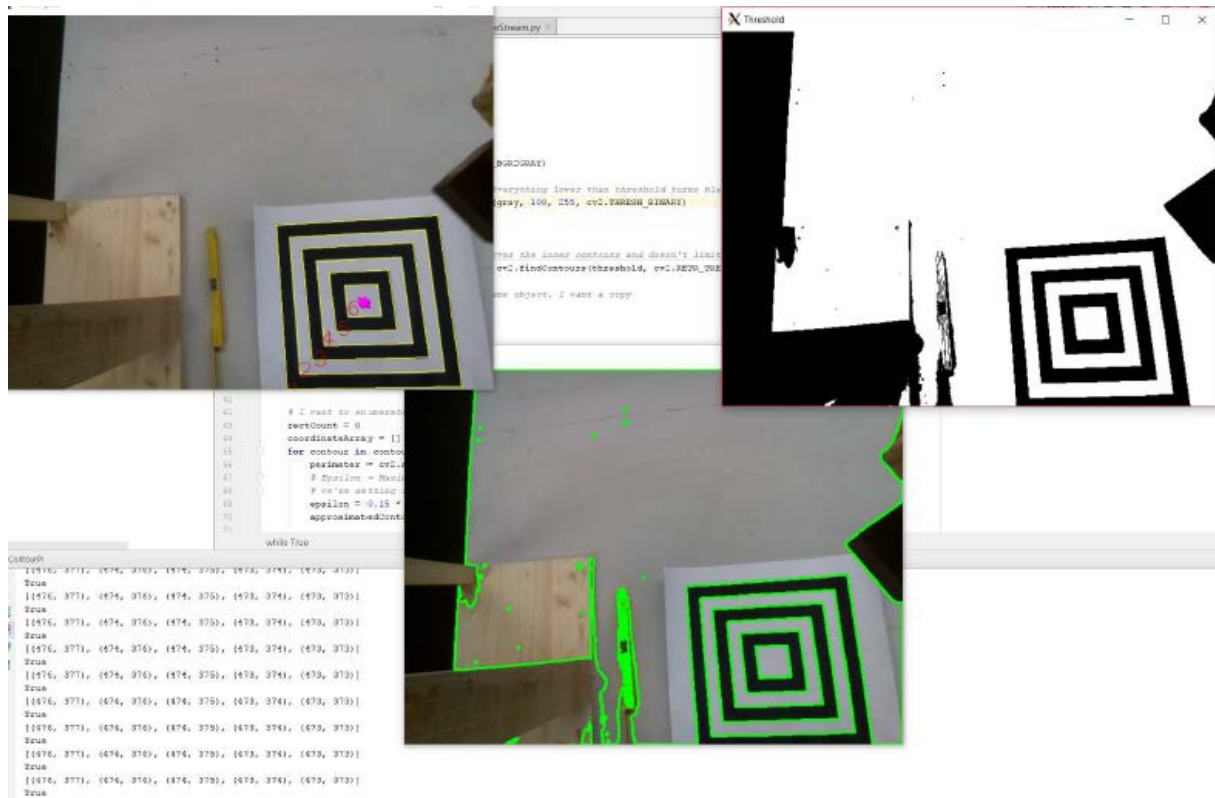


Abbildung 6 Mitte Last über Mitte Zielplatte - Last angehoben

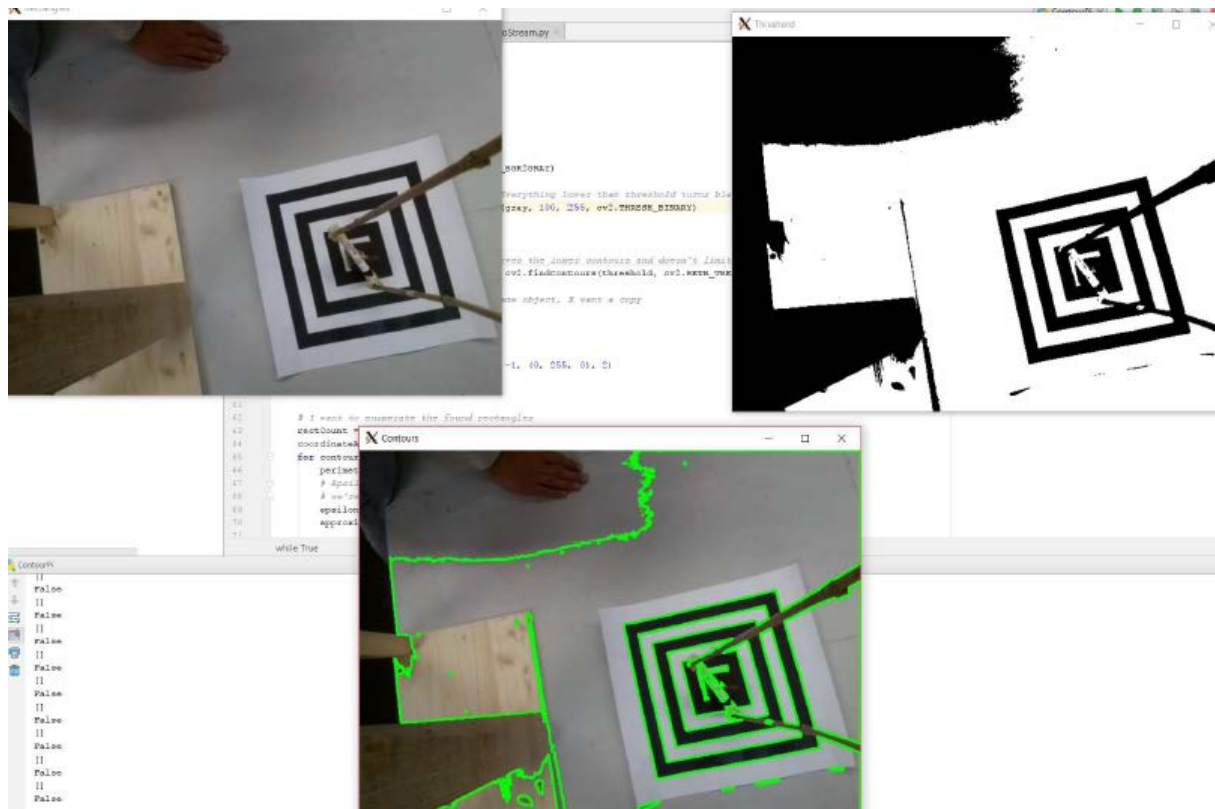


Abbildung 7 Mitte Last über Mitte Zielplatte - Last heruntergelassen

Übersicht aller Abstände:

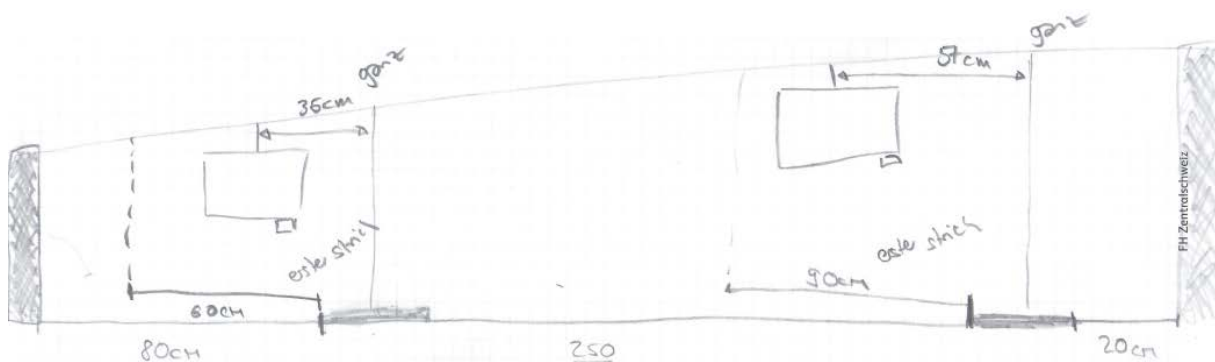


Abbildung 8 Übersicht aller Abstände

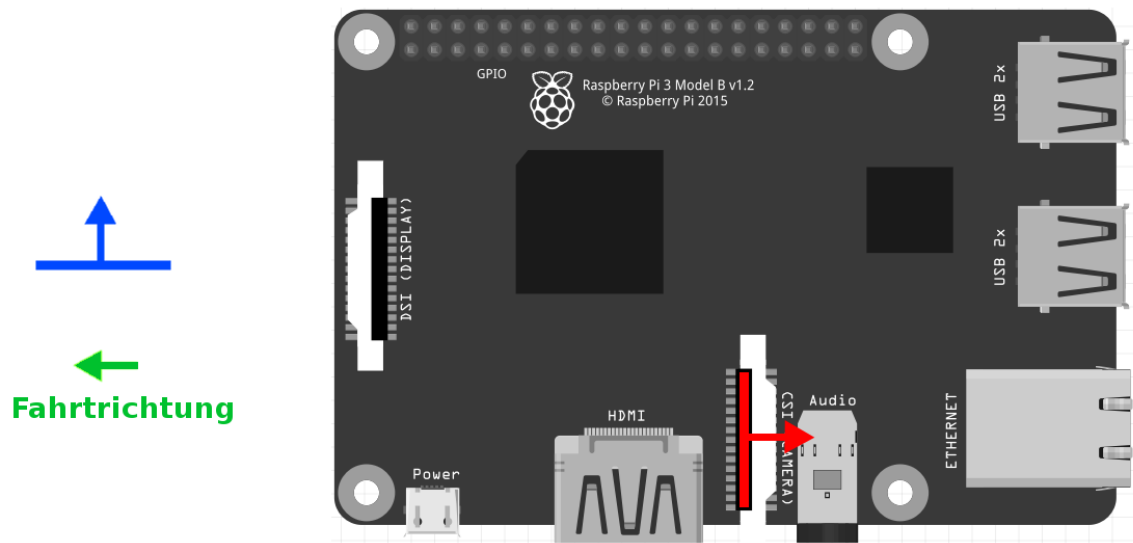


Abbildung 9 Position und Rotation der Kamera

Fazit:

Kamera wird ausserhalb des Geräts angebracht um Überbelichtung des Sensors zu verhindern (bzw. gleichmässige Lichtverhältnisse im ganzen Bild zu erhalten).

Dieser Versuch bestätigte zusätzlich das Risiko, dass die Zielplatte nicht erkannt wird, sobald Störfaktoren wie Teleskoparm und/oder die Last selbst im Bild sind.

Testprotokoll – [Versuch Durchhang]

Ziel

Das Ziel ist es, ein Gefühl für den Durchhang des Seils an verschiedenen Positionen mit verschiedenen Gewichten zu erhalten. Zudem kann durch eine tabellarische Auflistung der Durchhänge eine Funktionskurve erstellt werden. Diese kann für die Kontrolle über die Berührung mit den Hindernissen, sowie für die Positionsbestimmung verwendet werden.

Aufbau / Beschreibung

Die Gewichte (1kg und 3.5kg) wurden in regelmässigen Abständen an den Versuchsaufbau gehängt und dann die jeweiligen Durchhänge gemessen. Diese Werte wurden dann in eine Excel Tabelle eingegeben.

Erwartetes Ergebnis

Vorgängig wurden die theoretischen Durchhänge errechnet. Siehe Dokument Durchhang Rechnerisch. Mit 3.5kg sollte das Seil theoretisch 20.5cm durchhängen.

Resultat

In Wahrheit hing das Seil mit 3.5kg Gewicht nur 15.5cm durch. Dies sind 5cm weniger als errechnet. Dies ist auf die grossen Reibungsverluste in den Umlenkrollen zurückzuführen.

Speziell: Einige Tage nach unserem Versuch kam ein E-Mail von der Modulleitung, dass am Versuchsaufbau noch bessere, reibungsärmere Umlenkrollen montiert werden. Wenn dies dann der Fall ist, werden wir unseren Versuch dann nochmals wiederholen.

Testprotokoll – Erkennung Zielplatte

Ziel

Die Zielplatte wird mittels OpenCV erkannt.

Aufbau

In der bestehenden Entwicklungsumgebung wird nun ein Programm geschrieben, um die Zielplatte grundsätzlich zu erkennen. Hierzu wird OpenCV und Python verwendet. Der Code entsteht auf einem Studentennotebook und wird mittels PyCharm auf das RaspberryPi gespeichert und dort ausgeführt.

Die Erkennung läuft wie folgt ab:

- Video Stream eröffnen
- Erhaltenes Bild wird durch einen binary threshold zu purem schwarz-weiss
- Konturen werden gesucht und erkannt
- Rechtecke werden ausfindig gemacht und markiert
- Sofern 6 Rechtecke den selben Mittelpunkt haben, ist es die Zielplatte

Erwartetes Ergebnis

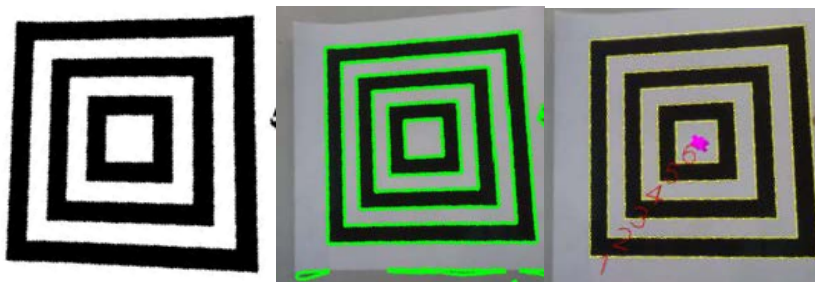
Die Zielplatte wird, sofern keine Störungen vorhanden, erkannt.

Resultat

<https://github.com/PREN1718-G03/opencv-prototyp>

ContourPi.py

ContourRecognition.py



Die Zielplatte kann erkannt werden. Die vorgesehen Schritte funktionieren grundsätzlich.

Risiken: Sobald die Lichtverhältnisse stark ändern, ist eine Erkennung nichtmehr möglich. So zum Beispiel, wenn man direkt mit dem Rücken zu einem Fenster arbeitet. Um diesem Risiko entgegen zu Wirken, wird überlegt mit einer externen Lichtquelle zu arbeiten. So können wir selbst für stabile Lichtverhältnisse sorgen.

Die Zielplatte wird in diesem Prototypen nur erkannt, sofern alle Linien durchgehend gezeichnet werden können. Sobald ein Hinderniss, die zu hebende Last oder Teile unseres Fahrzeuges im Weg sind, funktioniert dieser erste Prototyp nicht.

Um zu wissen ob und und mit welchen Bildstörungen zu rechnen ist, wurde ein weitere Versuch «Kameraausrichtung» durchgeführt.

Testprotokoll – [Last absetzen mit Haken]

Ziel

Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Greifmechanismus.

Aufbau



Abbildung 1

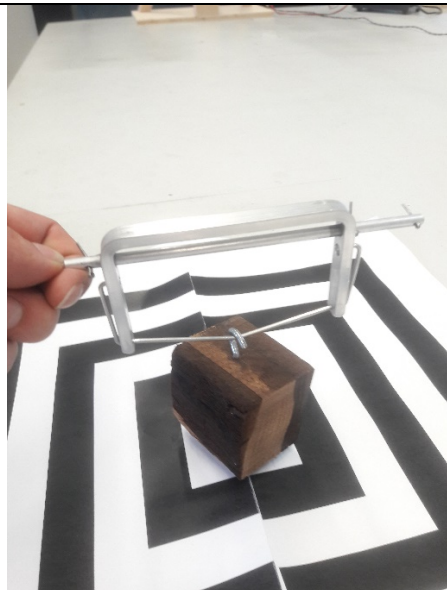


Abbildung 2

Beschreibung:

Abbildung 1 simuliert den Fall, dass der Greifer senkrecht die Last berührt.

Abbildung 2 simuliert den Fall, dass die Last kurz vor dem Aufsetzen stark verdreht ist.

Erwartetes Ergebnis

1. Der Haken kippt bei Berührung der Last nach hinten.
2. Die Verdrehung der Last hält sich in Grenzen, so dass ein genaues Positionsanfahren möglich ist.

Resultat

1. Der Greifer berührt momentan den Klotz genau rechtwinklig, so dass der Greifer nicht nach Hinten kippt, er drückt nur auf den Klotz. Eine Option wäre es, den Greifer so zu konstruieren dass der Winkel zur Senkrechten mindestens 30° beträgt.
Falls es gelingt die Z-Position des Greifers im Toleranzbereich von 5mm anzufahren, sind keine Änderungen am Greifmechanismus nötig.

2. Eine leichte Verdrehung der Last könnte aufgrund von Schwingung stattfinden. Diese liegen aber im Toleranzbereich des zweiten Quadrates. Eine Sicherung gegen Verdrehung ist nicht geplant.

Testprotokoll – [Last greifen mit Haken]

Ziel

Allgemeine Erkenntnisse über das Greifen der Last.

Mögliches Verbesserungspotentiale anhand des Prototypen erkennen.

Aufbau

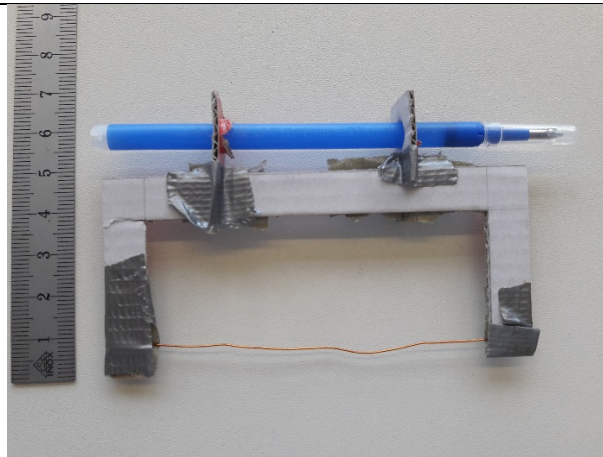


Abbildung 1



Abbildung 2

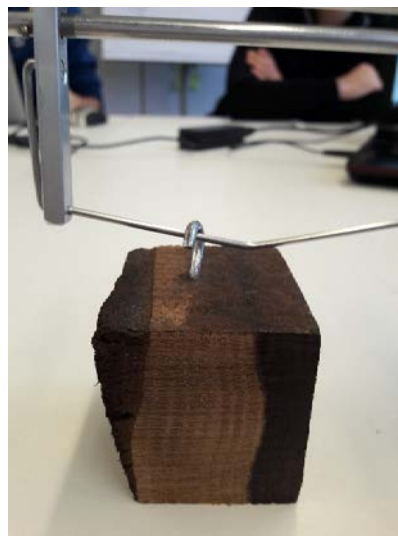


Abbildung 3

Beschreibung:

In Abbildung 1 ist ein simpler 1:1 Massstäblicher Aufbau des Greiffers. Abbildung 2 simuliert den Fall, dass der Greifer aufgrund von falscher Z-Position den Klotz berührt. Abbildung 3 simuliert den Fall, dass die Lastaufnahme nicht mittig verläuft.

Erwartetes Ergebnis

1. Durch Berührung des Klotzes wird der Greifmechanismus nach hinten gekippt. Der Klotz soll dadurch nicht verschoben werden.
2. Bei nicht mittiger Lastaufnahme rutscht die Last aufgrund des Eigengewicht ins Zentrum des Greifers.

Resultat

1. Der Greifmechanismus funktioniert besser als erwartet. Selbst wenn der Greifer mittig am Klotz anliegt, reicht die Kraft nicht aus um den Klotz zu verschieben. Das einfädeln in den Haken des Klotzes funktioniert einwandfrei.
2. Durch den Knick im Draht rutscht die Last einwandfrei ins Zentrum. Ob der Knickwinkel optimiert werden kann, zeigt sich am fertigen Prototyp im PREN2.

Testprotokoll – [Laufkatze +Antrieb]

Ziel

Ein Prototyp anhand des vorhandenen CAD- Modell bauen und auf seine Funktionsfähigkeit überprüfen.

Aufbau



Bild des Versuchsaufbaus

Beschreibung:

Erwartetes Ergebnis

Alle Räder berühren das Seil.

Erkenntnisse über die Optimierung der Hebelgeometrie.

Mögliche Lösungsvorschläge für die Aufhängung der restlichen Komponenten.

Resultat

Der Prototyp wurde an einigen Stellen nachbearbeitet, so dass alle 3 Räder das Seil berühren. Dafür wurde der Spannweg vergrößert und einige Sechskantschrauben durch Senkkopfschrauben ersetzt.

Probleme: Die Reibung in den Gelenken hat zur Folge, dass sich die Konstruktion nicht genügend Symmetrisch verhält. Wodurch die Last nicht zentrisch unter dem Antrieb hängt, dadurch können Probleme bei der Positions- und Zielerkennung entstehen.

Aufgrund von Schwingungen kann ein pendeln im Spannmechanismus in X-Richtung entstehen, welches sich negativ auf die Positions- und Zielerkennung auswirkt.

Fazit: Aufgrund der oben aufgelisteten Mängel wird ein neuer Prototyp ohne Selbstspannmechanismus konstruiert, hergestellt und getestet.

Testprotokoll – [Laufkatze +Antrieb_V2]

Ziel

Ein Prototyp anhand des vorhandenen CAD- Modell bauen und auf seine Funktionsfähigkeit prüfen.

Aufbau

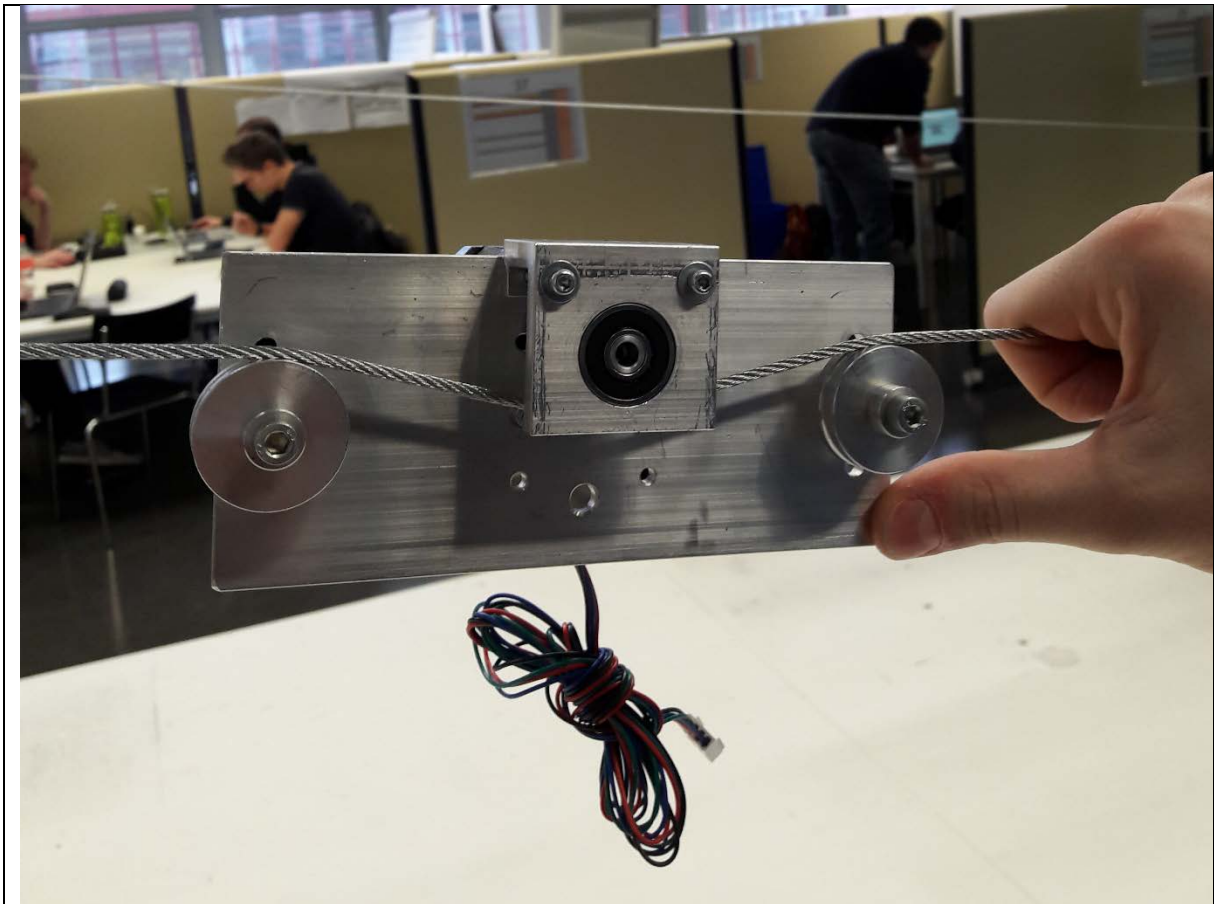


Bild des Versuchsaufbaus

Beschreibung:

Erwartetes Ergebnis

Alle Räder berühren das Seil.

Erkenntnisse über die Optimierung gegenüber der Version 1. Kein Pendeln mehr um die y-Achse.

Mögliche Lösungsvorschläge für die Aufhängung der restlichen Komponenten.

Resultat

Der Prototyp Version 2 muss im Gegensatz zur Version 1 von Hand gespannt werden. Dadurch, dass die Stützrollen näher am Antriebsrad sind, braucht es mehr Durchhang, bis die Stützrollen nicht mehr mit dem Seil in Kontakt kommen. Das Pendeln um die y-Achse gibt es gar nicht mehr, da wir keine Gelenke mehr eingebaut haben. Somit sollte dies auch für die Positions- und Zielerkennung kein Problem mehr darstellen. Die Vorspannung der Stützrollen ist durch eine Nut einstellbar.

Probleme: Die Vorspannung der Stützrollen hat einen Einfluss auf die Reibung. Also je mehr Vorspannung, desto mehr Reibung und damit auch mehr Reibungskraft auf dem Antriebsrad. Doch damit steigt auch die erforderliche Leistung des Antriebes. Die nötige Vorspannung muss noch ermittelt werden. Entweder durch eine einfache Berechnung oder auch durch einen Versuch.

Fazit: Der Prototyp funktioniert gut. Es sind noch keine Probleme erkennbar. Die Vorspannung muss noch ermittelt werden.