

# Abgabe 1 Autonomes Fahren

Team 03

14. November 2018

## Inhaltsverzeichnis

### 1 Masse

#### 1.1 gesamtes Auto

Die Waage kann nur eine Masse bis 2 kg messen, deshalb wurde wie folgt ein Gesamtgewicht von 2261,13 g errechnet:

- Akku: 404,32 g
- Fahrzeug: 1841,36 g
- Akkuhalterung: 15,45 g

#### 1.2 Einzelmessungen

Für spätere Berechnungen und zur Sicherheit wurde eine Messung der enthaltenen Einzelteile (soweit möglich) durchgeführt. Dies hat folgende Massen ergeben:

- Einzelnes Rad: 37,35 g
- 4 Räder: 149,74 g
- Motor: 181,87 g
- Raspberry Pi: 50,18 g
- IBT\_2 (blau): 65,99 g
- Verschaltung: 48,13 g
- Chassis: 762,99 g
- Kameraaufhängung: 147,05 g
- Grundplatte für Technik: 227,32 g
- Servomotor: 63,81 g
- Kamera: 3,38 g
- Schalter: NaN
- div Schrauben: 3,73 g
- div Schrauben: 4,14 g
- div Schrauben (Verbindung vom Chassis zur Technik): 38,11 g
- IMU (beschleunigungssensor): NaN
- Kabel zwischen blauer Platine und Steuerungseinheit: 7,12 g
- Sicherung: 34,47 g

### 2 Schwerpunkt

Der wahre Schwerpunkt kann nicht ermittelt werden, dieser liegt im Inneren der Karosserie. Wir haben die Schwerpunktslage bezogen auf die Grundfläche auf zwei verschiedenen Arten ermittelt:

- Zum einen wurde das Gewicht mit Federwagen in  $X$ -Richtung gemessen, Werte waren vorne 7,1 N und hinten 14,5 N bei einem Abstand zwischen den Messpunkten von 31,5 cm. Dies führt zu einer Schwerpunktslage von  $31,5 \cdot \frac{7,1}{7,1+14,5} \approx 10,354$  gegenüber dem hinteren Messpunkt und einer Schwerpunktslage von  $31,5 \cdot \frac{14,5}{7,1+14,5} \approx 21,146$  gegenüber dem vorderen Messpunkt.
- Weiter haben wir eine Messung mit Waage durchgeführt. Hierbei wurde eine Achse aufgelegt und gemessen, während die andere in Gleichgewichtslage fix gehalten wurde. Gemessen wurden vorne 907,4 g und hinten 1305,3 g bei einem Abstand zwischen den Achsen (Messpunkten) von 28,5 cm. Dies führt zu einer Schwerpunktslage von  $28,5 \cdot \frac{907,4}{907,4+1305,3} \approx 11,687$  gegenüber dem hinteren Messpunkt beziehungsweise einer Schwerpunktslage von  $28,5 \cdot \frac{1305,3}{907,4+1305,3} \approx 17,608$  gegenüber dem vorderen Messpunkt.

Hierbei sind wir davon ausgegangen, dass der Schwerpunkt in  $Y$ -Richtung (seitlich) zu vernachlässigen sei. Zwei Messungen mit Federwagen haben folgende Ergebnisse geliefert:

- links 11,1 N sowie rechts 9 N
- links 10 N sowie rechts 10,5 N

Die Unterschiede sind hier auf Messfehler zurückzuführen, im Mittel ist die Schwerpunktslage in diese Richtung zu vernachlässigen und nur wie oben beschrieben in  $X$ -Richtung zu betrachten. Auch in  $X$ -Richtung traten verschiedene Unterschiede auf, im Mittel lässt sich aber (wie erwartet) sagen dass sich der Schwerpunkt etwa im hinteren Drittel auf Höhe des Motors befindet.

### 3 Trägheit

Um die Trägheit zu errechnen, wurde ein Versuch an einem Pendel durchgeführt. Das an einer Lichtschranke anliegende Signal, sobald das Pendel diese durchläuft, wurde in einem Oszilloskop<sup>1</sup> als CSV Datei exportiert und in den Abbildungen ??, ?? und ?? analysiert. Hier sieht man, dass für die Aufhängung eine mittlere Periodendauer von zwischen 1,44s und 1,45s vorliegt, während diese für das Auto 1,37s beträgt.

Wir haben folgende Gleichungen (mit  $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgl}}$  Periodendauer,  $I$  Trägheitsmoment,  $\omega$  Kreisfrequenz,  $m$  Masse,  $g$  Erdbeschleunigung und  $l$  Länge des Pendels) zugrunde gelegt:

$$\ddot{x}(t) + \omega^2 x(t) = 0 \quad (1)$$

$$\Leftrightarrow \ddot{\alpha}(t) + \frac{mgl}{I} \alpha(t) = 0 \quad (2)$$

$$\Leftrightarrow I\ddot{\alpha} + \alpha mgl = 0 \quad (3)$$

$$(4)$$

#### ausformulieren

Steiner anteil:

$$I_{\text{Car}} = (t_{\text{auto}}^2 / (2\pi)^2) \cdot 9,81 \cdot m_{\text{gesamt}} \cdot l_{\text{ges}} - l_{\text{car}}^2 \cdot m_c - l_{\text{gerüst}}^2 \cdot (m_p + m_g) - I_{\text{gerüst}}$$

Einsetzen ergibt (wenn  $I_{\text{gerüst}} = 0,0625$  und  $L_{\text{car}} = 0,385$  angenommen wird)  $I_{\text{Car}} = 0,0274$ . Andere gruppen haben hier bis zu 0,04 errechnet / gemessen. Dies resultiert möglicherweise aus der Annahme  $L_{\text{car}}$ , durch die fehlende Berücksichtigung des Schwerpunkts.

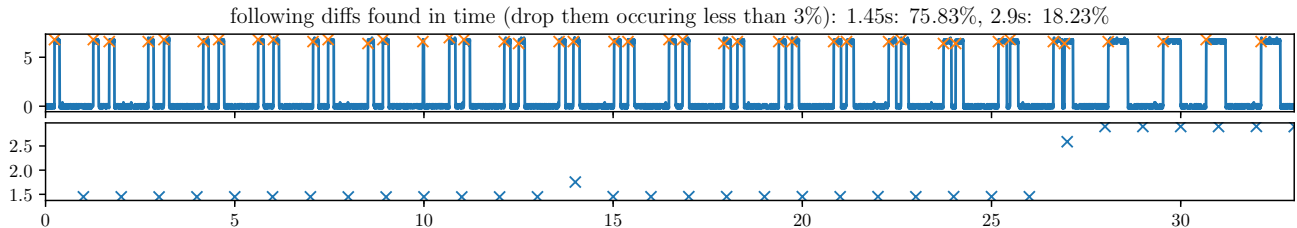


Abbildung 1: Aufhängung ohne fixierende Gummibänder

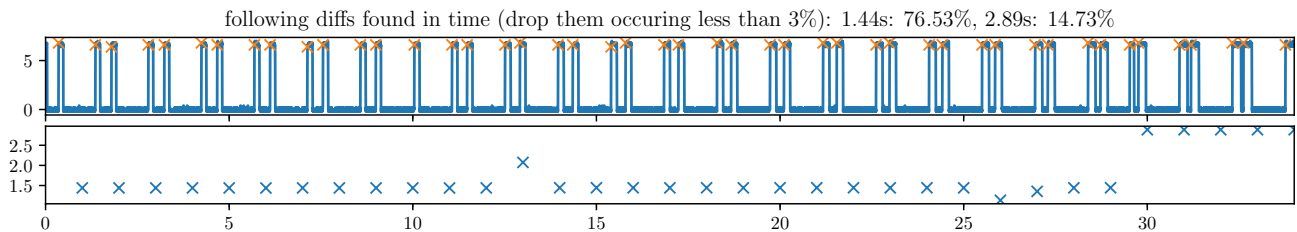


Abbildung 2: Aufhängung mit Halterung

<sup>1</sup>MDO3000 series, compare ~/Downloads/MD03000-Oscilloscope-User-Manual.pdf

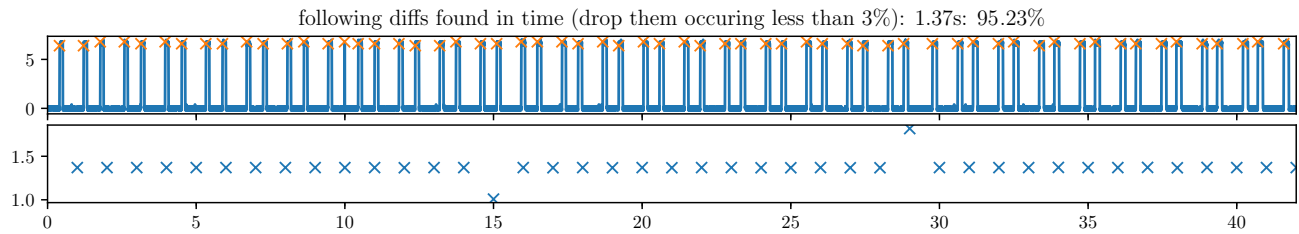


Abbildung 3: Aufhängung mit befestigtem Auto

## 4 Radius

maximaler Einschlagwinkel (300), 133,7m

## 5 dynamischer radius

- 1. run 500
- 2. run 1000
- 3. run 2000

## 6 Motor-Kennlinie

In der Motorkennlinie beobachteten wir lineares Verhalten, der Eingang wird also nur skaliert. Der Motor arbeitet mit einem Eingang zwischen 0 und 4095 Einheiten. Beim Aufnehmen der Motorkennlinie mit Python beginnt diese erst bei 1000 Einheiten; erst dort beginnt das Auto, sich zu bewegen. Andere Gruppen beobachteten allerdings ein nicht-lineares Verhalten mit fallender Steigung und nahezu logarithmisch verlaufender Kennlinie. Zudem liegt die durch uns gemessene Maximalgeschwindigkeit von 4000 Einheiten unter Vergleichswerten anderer Teams. Die Problematik ist uns bewusst und könnte aus unterschiedlicher Modellierung und der Steuerung der Autos resultieren. Vor weiterer Modellierung werden wir diesen Aspekt gemeinsam mit anderen Teams weiter untersuchen.