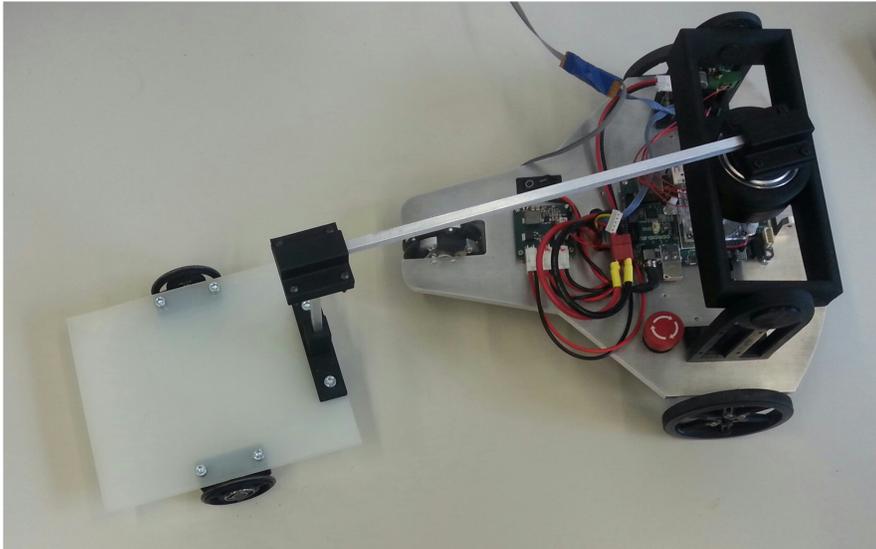


Autonomes Rückwärtsfahren mit einem Anhänger

Vorgabe und Problemstellung

Vorgabe

- Bestehende mobile Plattform des mechatronischen Projekts 2014 soll einen Anhänger bekommen
- Gespann soll autonom rückwärts fahren können
- Im Gegensatz zur Vorwärtsfahrt verhält sich das System bei einer Rückwärtsfahrt instabil (Ausbrechen des Anhängers), weswegen eine Regelung dieser nötig ist



Aufgaben

- Konstruktion des Anhängers
- Einbau und Anschließen eines Winkelsensors
- Modellierung des Systems
- Entwurf einer Steuerung und Regelung
- Simulation des Regelkreises
- Implementierung auf dem plattformeigenen Rechner

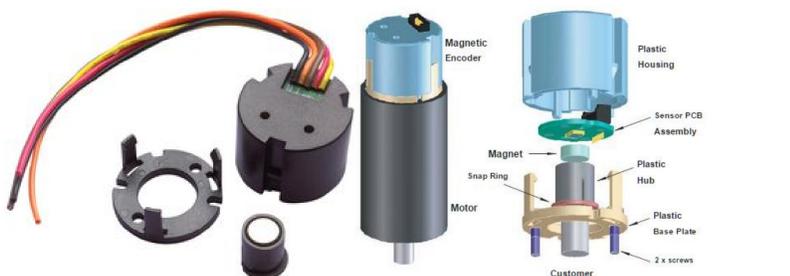
Konstruktion

Idee

Anbringen der Anhängeraufhängung am Drehpunkt der Plattform vereinfacht die Modellbildung

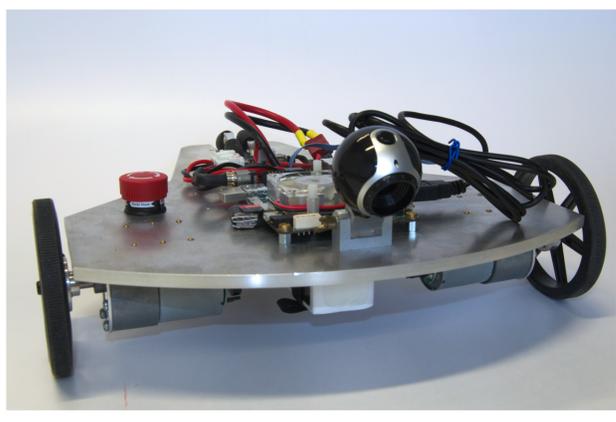


- Konstruktion mit CAD
- Export in Cura
- Drucken mithilfe eines 3D-Druckers

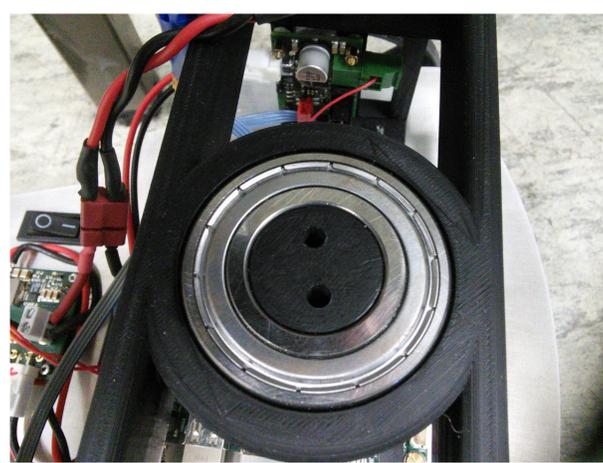


- Anbringen eines Winkelsensors zum Auslesen des Relativwinkel zwischen Wagen und Anhänger
- Anschluss des Sensors an die bestehende Platine

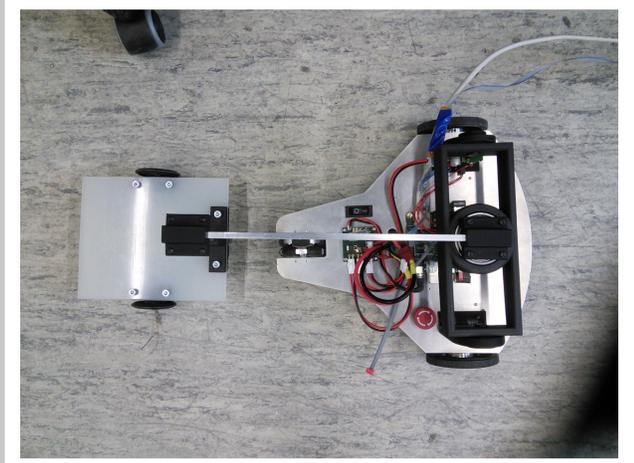
Alter Aufbau



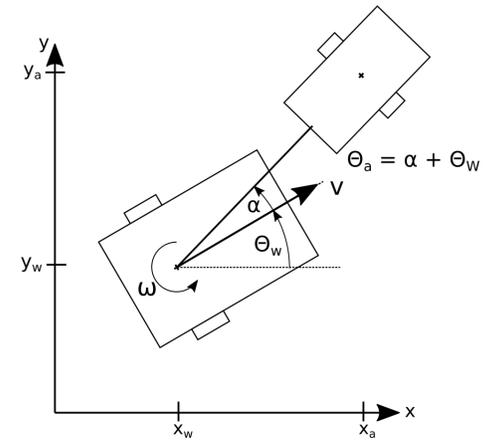
Drehbar gelagerte Aufhängung mit Winkelsensor



Aufbau: Ansicht von oben



Modellbildung



Modellgleichungen

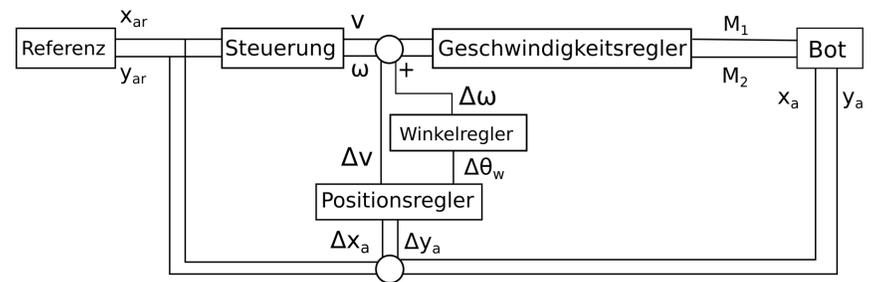
$$\begin{aligned} \dot{x}_w &= v \cos \theta_w \\ \dot{y}_w &= v \sin \theta_w \\ x_a &= x_w + l \cos \theta_a \\ y_a &= y_w + l \sin \theta_a \\ \dot{\theta}_w &= \omega \\ \theta_a &= \arctan \left(\frac{\dot{y}_a}{\dot{x}_a} \right) \\ \alpha &= \theta_a - \theta_w \end{aligned}$$

Annahmen

- Kinematisches Modell ausreichend: Geschwindigkeitsregler ist bereits vorhanden
- Anhänger kann sich nicht in Richtung seiner Achse bewegen
- Zusätzliches Gewicht des Anhängers ist für den bestehenden Geschwindigkeitsregler vernachlässigbar gering

Steuerung und Regelung

Das System hat 2 Eingangsgrößen und 2 Ausgangsgrößen



Berechnen der Steuerung

$$\begin{aligned} v &= \cos(\theta_w) (\dot{x}_{ar} + \sin(\theta_{ar}) \dot{\theta}_{ar} l) + \sin(\theta_w) (\dot{y}_{ar} + \cos(\theta_{ar}) \dot{\theta}_{ar} l) \\ \theta_w &= \arctan \left(\frac{\dot{y}_w}{\dot{x}_w} \right) = \arctan \left(\frac{\dot{y}_{ar} - \cos(\theta_{ar}) \dot{\theta}_{ar} l}{\dot{x}_{ar} + \sin(\theta_{ar}) \dot{\theta}_{ar} l} \right) \end{aligned}$$

Linearisierter Regler für Geradeausfahrt

$$\begin{aligned} x_{ar} &= v_r t \text{ und } y_{ar} = \text{const.} \\ \Delta \theta_w &= -\frac{v_r + K_1 l}{v_r^2} \dot{y}_a + \frac{K_0 l}{v_r^2} (y_{ar} - y_a) \\ \Delta \omega &= -K_w \Delta \theta_w \\ \Delta v &= -K_2 \Delta x_a \end{aligned}$$

Simulation

