

---

# Projektaufgabe zur Vorlesung Fahrzeugregelung **"Implementierung und Applikation von Fahrdynamik-Regelsystemen"**

---

Fachgebiet Kraftfahrzeuge

Prof. Dr. –Ing. Steffen Müller

M.Sc. Osama Al-Saidi

---

## Gruppe 5

Han Li	379962
Jiangjiang Liu	342904
Zhicheng Yang	378234

07.02.2017

## A: Modellierung

### Aufgabe 1:

Die Bewegungsgleichungen des Einspurmodells sind (A-1-1,A-1-2,A-1-3) :

$$\dot{v} = \frac{mv(\dot{\beta} + \dot{\psi}) \sin \beta + F_{xH} + F_{xV} \cos \delta_V - F_{yV} \sin \delta_V - F_{Lx}}{m \cos \beta} \quad (\text{A-1-1})$$

$$\dot{\beta} = \frac{-m\dot{v} \sin \beta + F_{yH} + F_{xV} \sin \delta_V + F_{yV} \cos \delta_V}{mv \cos \beta} - \dot{\psi} \quad (\text{A-1-2})$$

$$\dot{\psi} = \frac{(F_{yV} \cos \delta_V + F_{xV} \sin \delta_V) l_v - F_{yH} l_h}{J_z} \quad (\text{A-1-3})$$

Die BDGLen dieses Modells werden nach den Gleichungen in Matlab/Simulink implementiert. (Sehe Abbildung 1 bis Abbildung 3 )

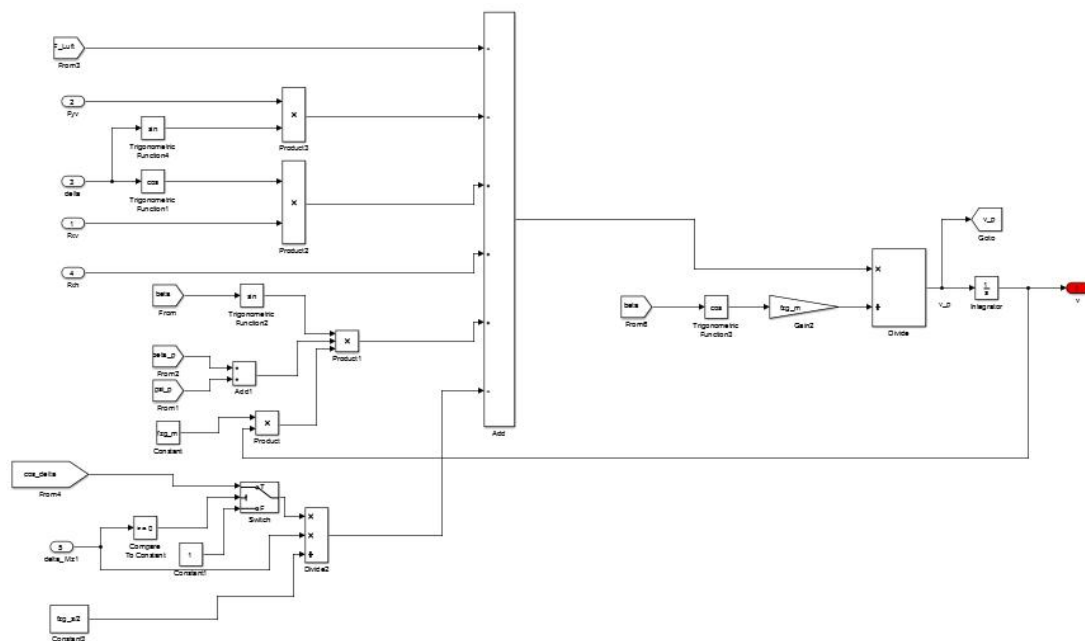


Abbildung 1



## Aufgabe 2:

Da die Geschwindigkeit des Fahrzeugs variabel ist, tritt eine Längsbeschleunigung auf. Die Beschleunigung führt zu Normalkraftänderungen an den Rädern. Danach wird die Radlaständerung nach der Kraftanalyse wie in Abbildung 4 und den Gleichungen (A-2-1, A-2-1) im Matlab/simulink implementiert.

$$F_{zh} = mg \frac{l_v}{l} + ma \frac{h_s}{l} + F_{luft} \frac{h_s}{l} \quad (\text{A-2-1})$$

$$F_{zv} = mg \frac{l_h}{l} - ma \frac{h_s}{l} - F_{luft} \frac{h_s}{l} \quad (\text{A-2-2})$$

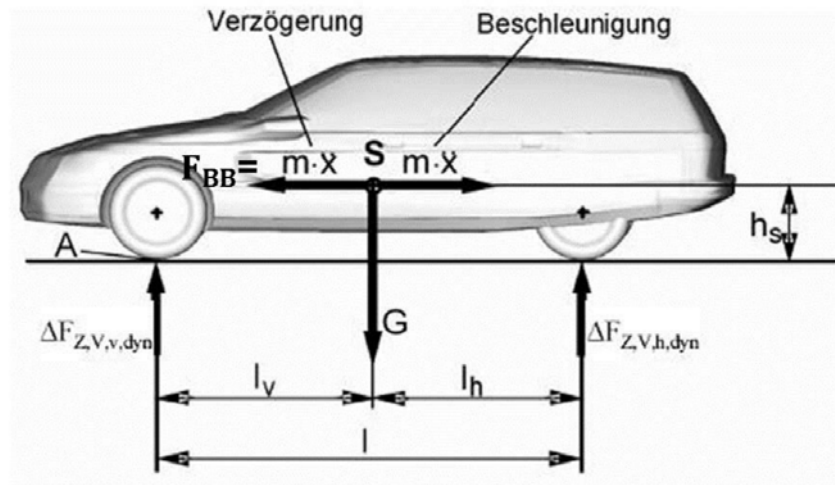


Abbildung 4

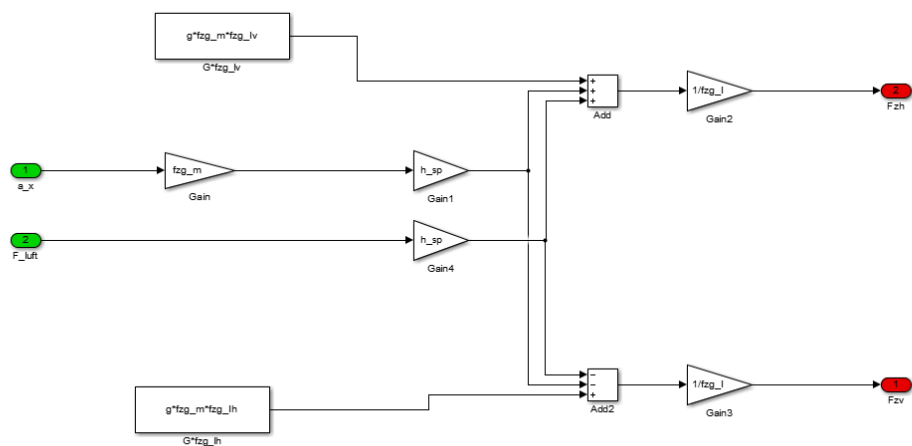


Abbildung 5

### Aufgabe 3:

Um die bisherige Implementierung zu überprüfen, sollen verschiedene Testfahren durchgeführt werden. Zuerst wird die Geradeausfahrt um die Längsdynamik des Modells mit Manöverbeschreibung zu überprüfen.

Nach der Simulation des Modells, stellen die Ergebnisse für Reifenschlupf, Reifenkraft und Fahrzeugposition. Die folgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse.

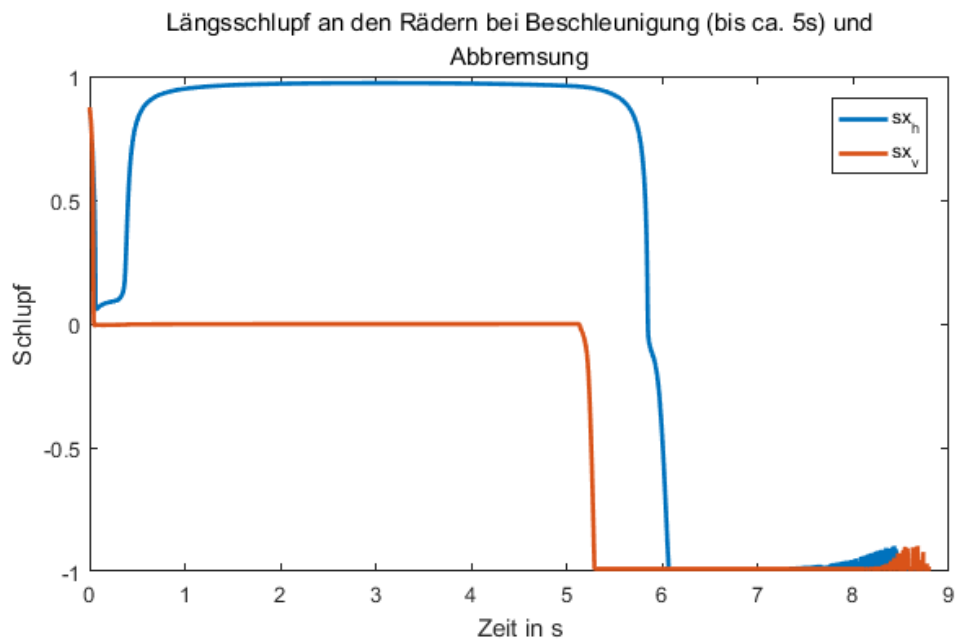


Abbildung 6

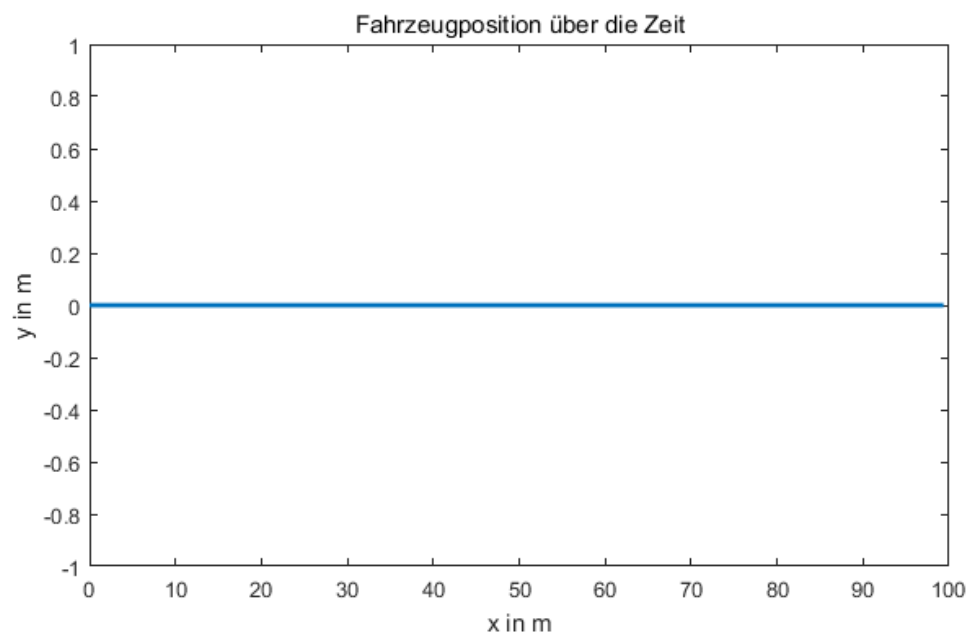


Abbildung 7

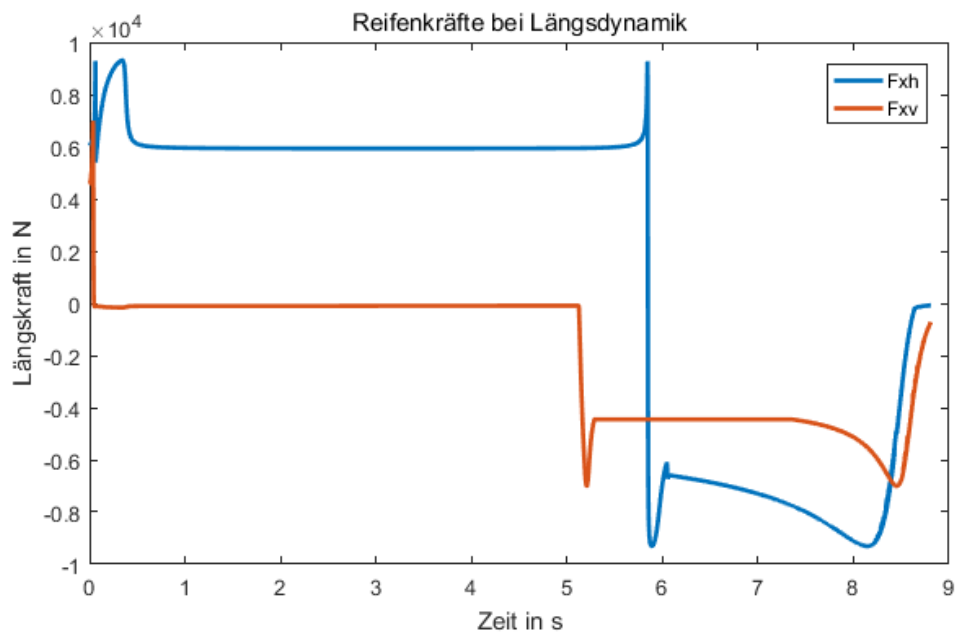


Abbildung 8

Nach der Simulation des Sinusfahrts , ergibt die Ergebnisse sich in folgende Abbildungen.

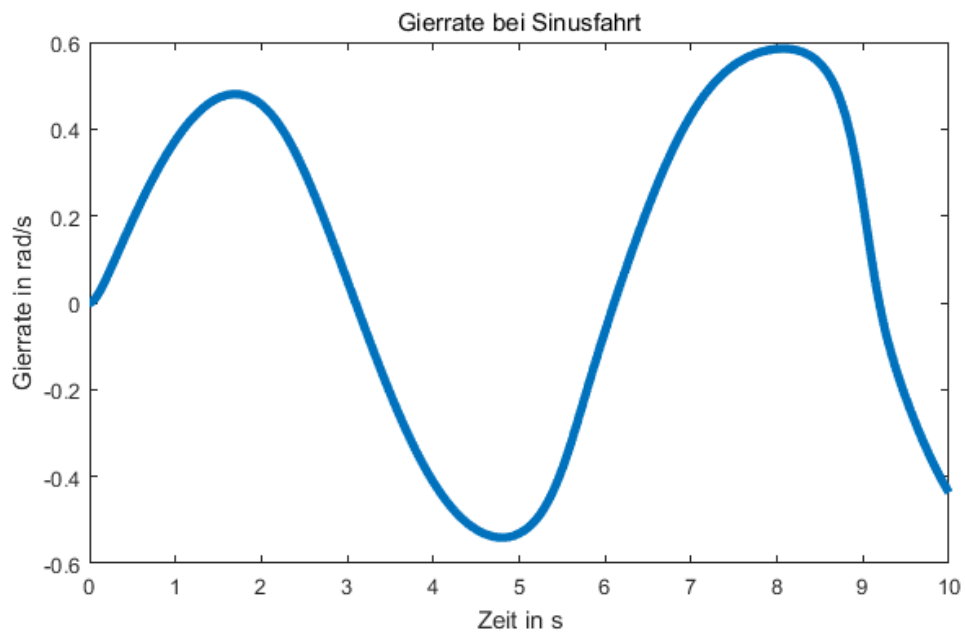


Abbildung 9

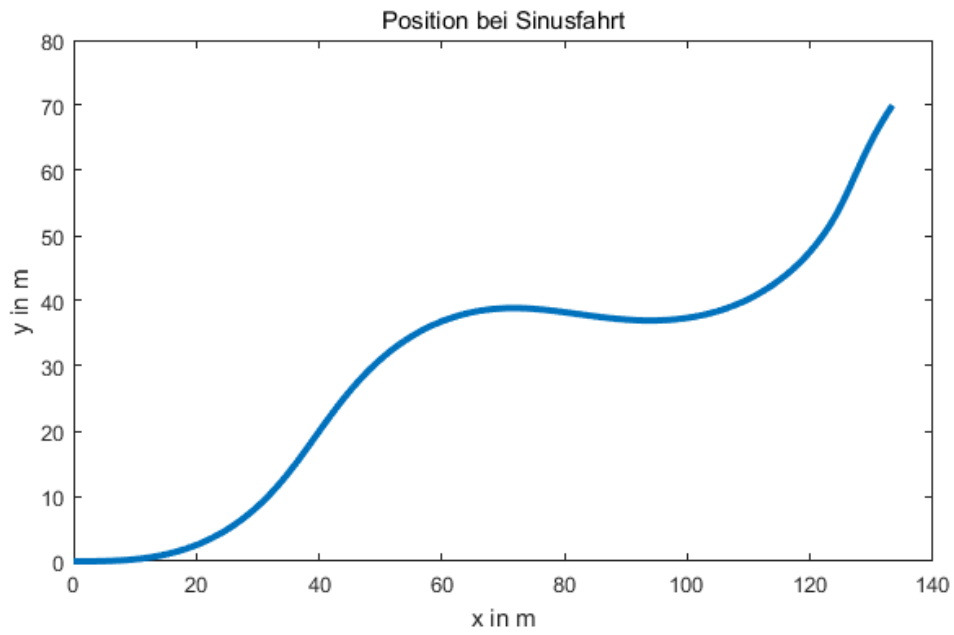


Abbildung 10

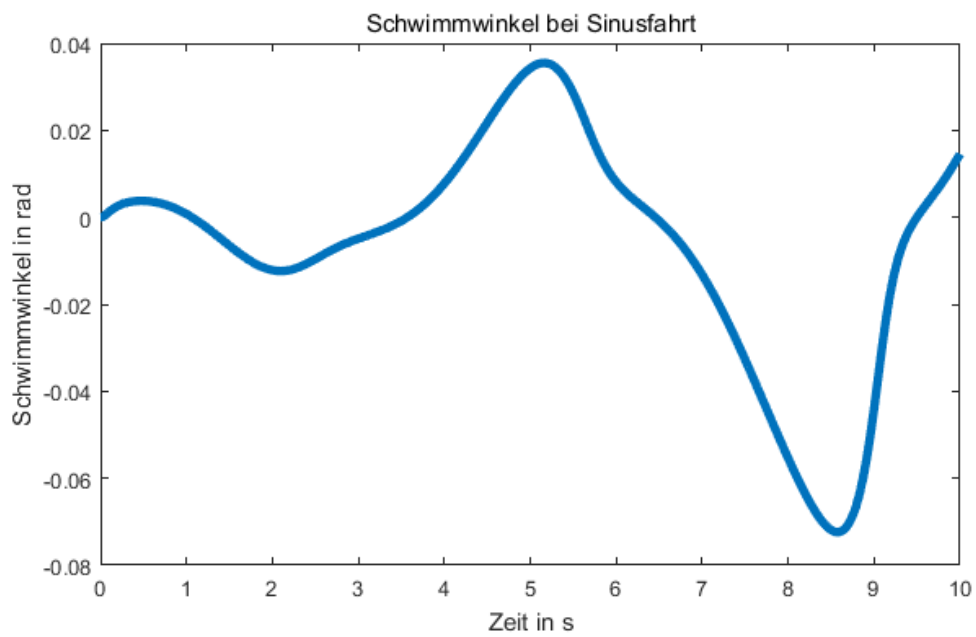


Abbildung 11

Im Vergleich zu den in Aufgabestellung gegebenen Abbildungen wird es bestimmt, dass die bisherige Implementierung richtig ist. Durch die Abbildungen ist es zu wissen, dass das Fahrzeug ein Hinterantrieb und Vor- und Hinterbremse hat.

## B:Reglerentwurf

### Aufgabe 1:

Um Messrauschen zu verringern, wird Tiefpassfilterung verwendet. Im Block „Filter“ jeweils ein PT1-Glied wird mit angepasster Zeitkonstante für die  $v_{\text{mess}}$ ,  $\psi_{\text{p\_mess}}$  und  $\beta_{\text{mess}}$  implementiert.

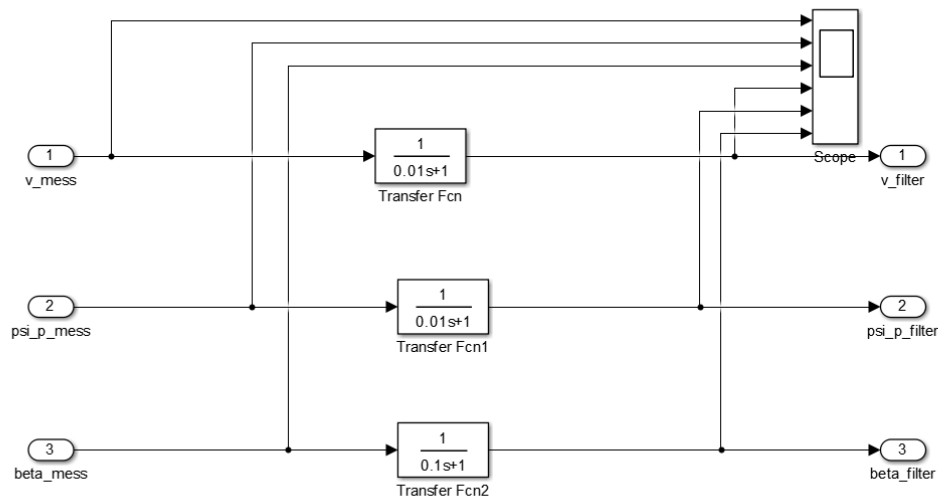


Abbildung 12

Auf der linken Seite sind die originalen Fahrzeugwerten, wobei sind die gefilterten Signale auf der rechten Seite. Die Geräusche werden gut gefiltert, und der Filter hat kaum Verzögerung. Nach dem Vergleich ergibt der Filter sich eine gute Ergebnisse.

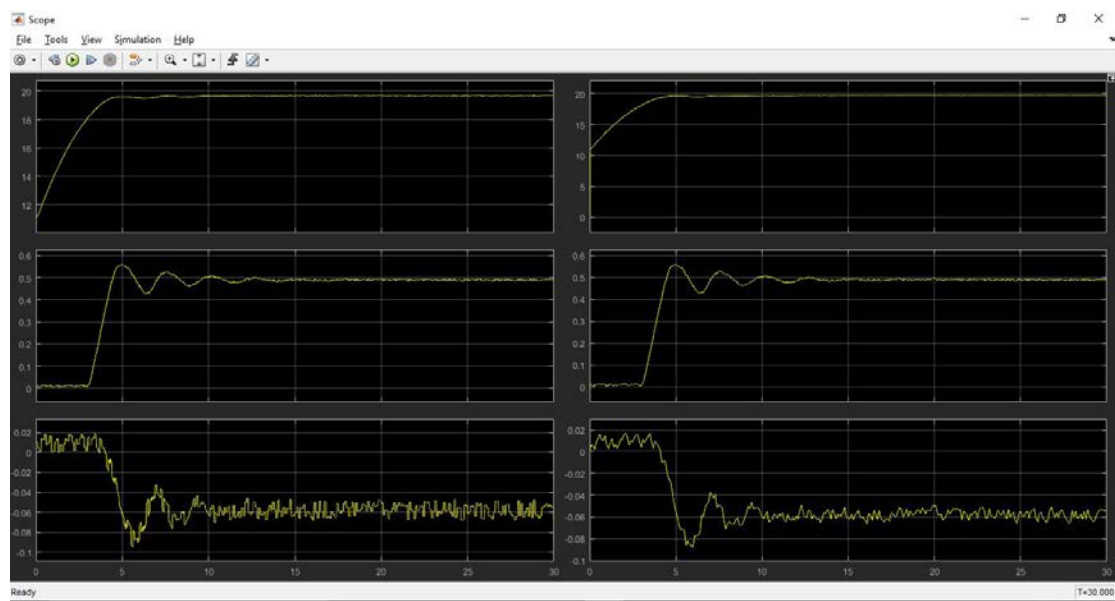


Abbildung 13



## Aufgabe 2:

Für die Regelung mit dem PID-Regler ist es notwendig die Gierrate des Fahrzeugs, den Schwimmwinkel sowie eine Soll-Gierrate zu erfassen. Nach den Gleichungen (B-2-1,B-2-2) wird der Simulink Modell wie in Abbildung 14 erstellt.

$$\left| \ddot{\psi}_{soll} = \frac{1}{i_L l} \frac{v}{1 + \left(\frac{v}{v_{ch}}\right)^2} \delta_L \right| \leq \frac{\mu_{max} g}{v} \quad (\text{B-2-1})$$

$$v_{ch}^2 = \frac{c_{av} c_{ah} l^2}{m(c_{ah} l_h - c_{av} l_v)} \quad (\text{B-2-2})$$

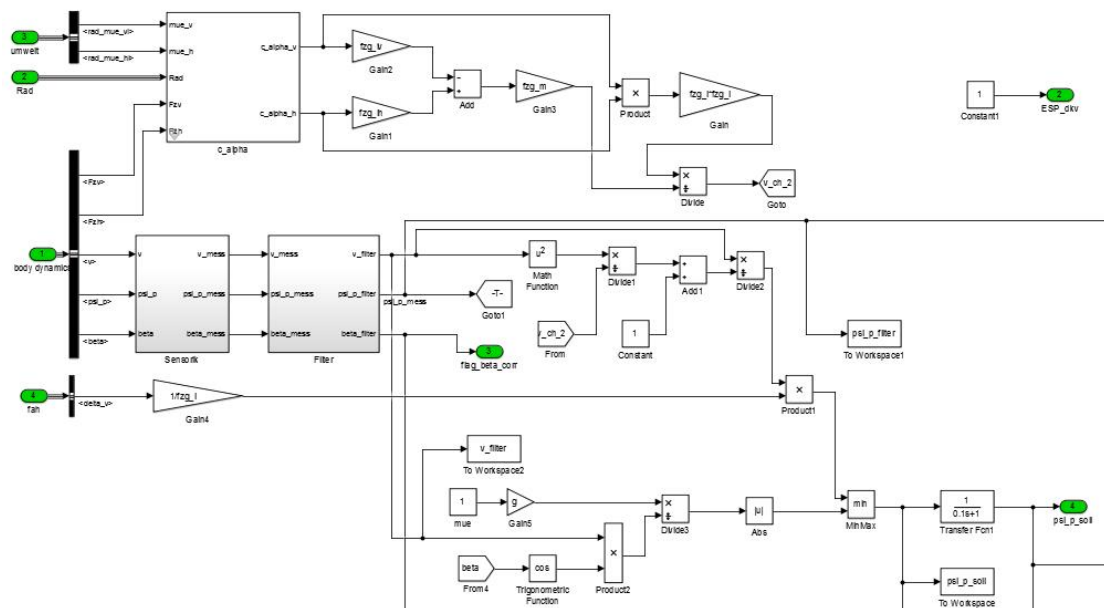


Abbildung 14

Danach wird die Begrenzung der Soll-Gierrate durch den Reibwert der Fahrbahn wie in Abbildung 15 erstellt.

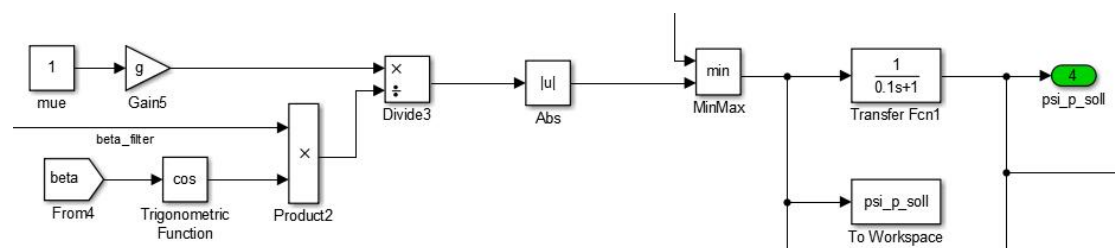


Abbildung 15

### Aufgabe 3:

Nach Hinweise der Aufgabe wird PID Regler wie in Abbildung 16 erstellt.

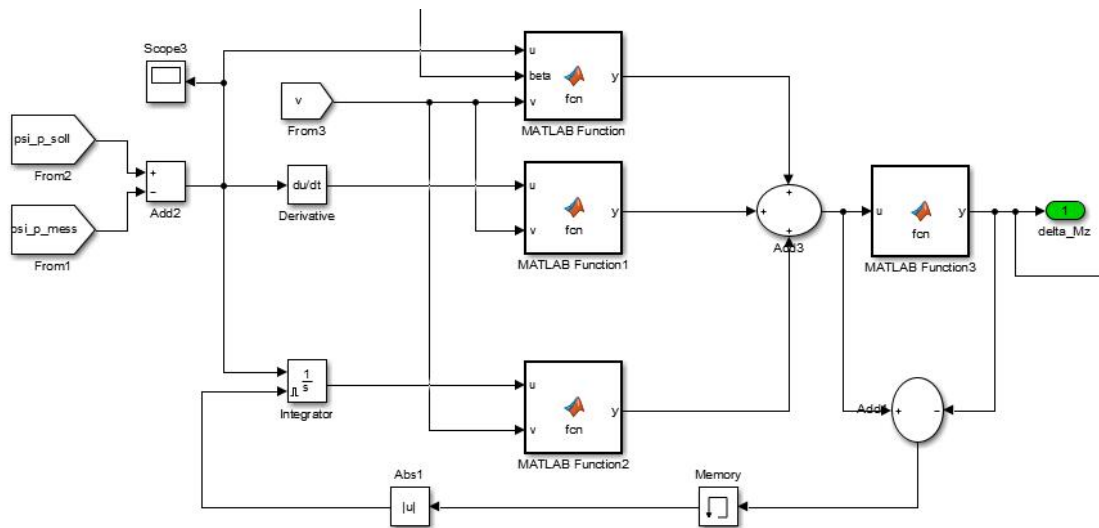


Abbildung 16

Die Parameter des PID-Reglers werden in Matlab bestimmt. Die einzelne Reglerparameter ist von der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit abhängig zu wählen.

Kp\_Mz wird von 0 bis 150000 getestet, und es gibt kein Unterschied davon. Kp\_beta wird von 15000 bis 1500 getestet. Wenn Kp\_beta gleich 500 ist, wird eine bessere Reglerqualität bekommt. Ki\_Mz wird von 200 bis 2000 getestet. Wenn Ki\_Mz gleich 500 ist, wird eine bessere Reglerqualität. Kd\_Mz wird einfach 0 gewählt, weil es keinen großen Einfluss gibt.

```
Kp_Mz = 150000;
Kp_beta = 500;
Kp_Mz = -1/70*(v - 70);
y = Kp_Mz * u + Kp_beta * sign(beta)*sqrt(abs(beta));
```

```
Ki_Mz = 500;
Ki_Mz = -1/70*(v - 70);
y = Ki_Mz * u ;
```

```
Kd_Mz = 0;
Kd_Mz = -1/70*(v - 70);
y = Kd_Mz * u ;
```

Um im realen Fahrzeug störende Bremsengriffe bei geringer Dynamik zu verhindern ist es notwendig, zu kleine Giermomenteneingriffe zu unterdrücken. Dann wird eine Schwellwert bestimmt. Die Wert wird +75 und -75 Nm bestimmt.

```
function y = fcn(u)
%#codegen
if u > -75 & u < 75
    y=0
else y = u
end
```

#### Aufgabe 4:

Da ein Bremseneingriff zusätzlich einen Einfluss auf die Längsdynamik des Fahrzeugs hat, muss ein weiterer Eingriff in die BDGL für die Längsdynamik vorgenommen werden. In Simulationsmodell wird das Giermoment wie in Abbildung 17 direkt in die BDGL für die Gierrate eingebracht.

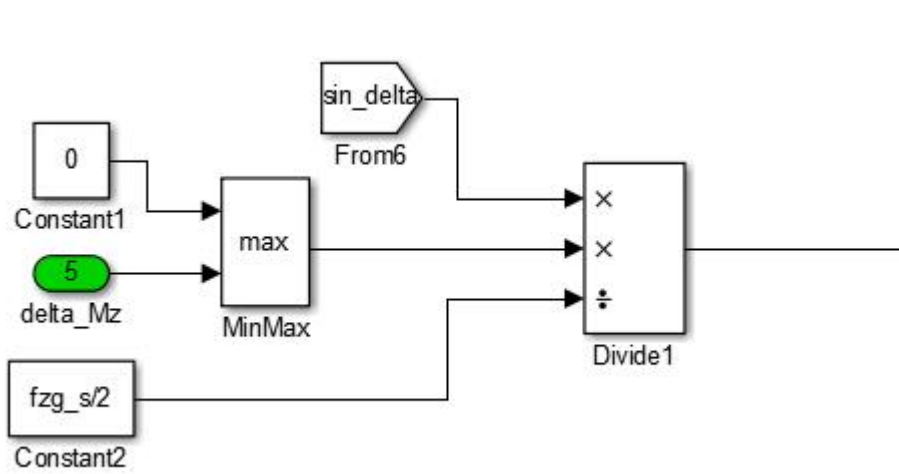


Abbildung 17

## Ergebnisse und Analysis

Nach der Simulation werden die folgende Abbildungen erstellt.

In Abbildung 18 und Abbildung 19 ist der Vergleich der Fahrzeuggeschwindigkeiten bei Sinusfahrt und Sprungfahrt. Daraus ergibt es sich, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit mit ESP höher als ohne ESP. Da das Fahrzeug mit ESP stabiler ist, kann es mit höherer Geschwindigkeit fahren.

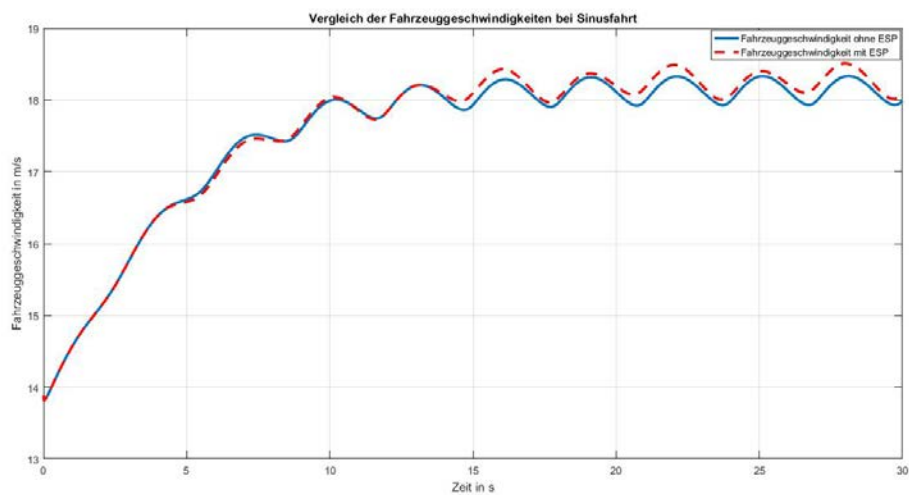


Abbildung 18 Vergleich der Fahrzeuggeschwindigkeiten bei Sinusfahrt

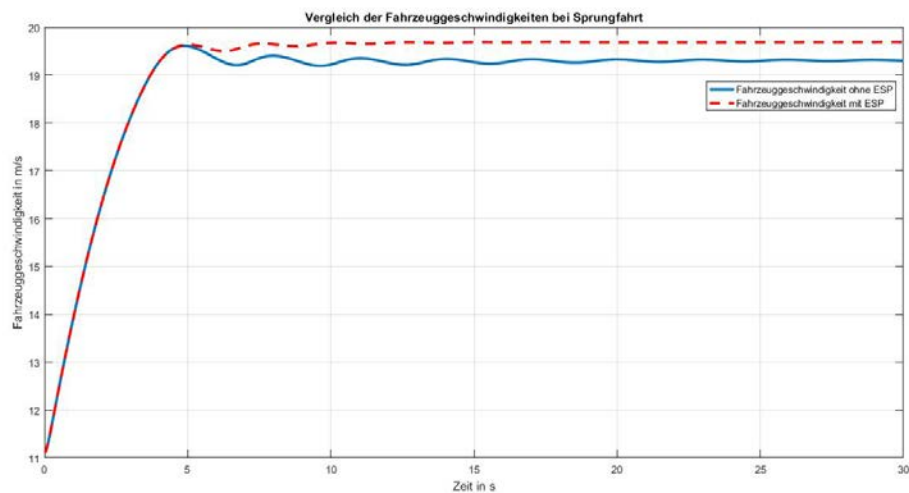


Abbildung 19 Vergleich der Fahrzeuggeschwindigkeiten bei Sprungfahrt

In Abbildung 20 bis Abbildung 23 sind der Vergleich der Gierraten bei Sinusfahrt und Sprungfahrt und der Vergleich der Schwimmwinkel bei Sinusfahrt und Sprungfahrt. Daraus ergibt es sich, dass die Gierrate und Schwimmwinkel mit ESP kleiner als ohne ESP. Es ist zu verstehen, dass das Fahrzeug mit ESP stabiler ist.

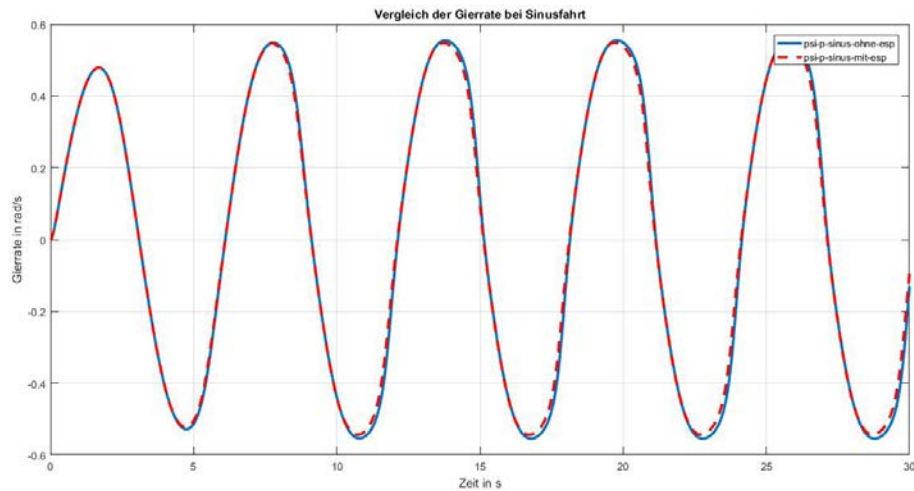


Abbildung 20 Vergleich der Gierraten bei Sinusfahrt

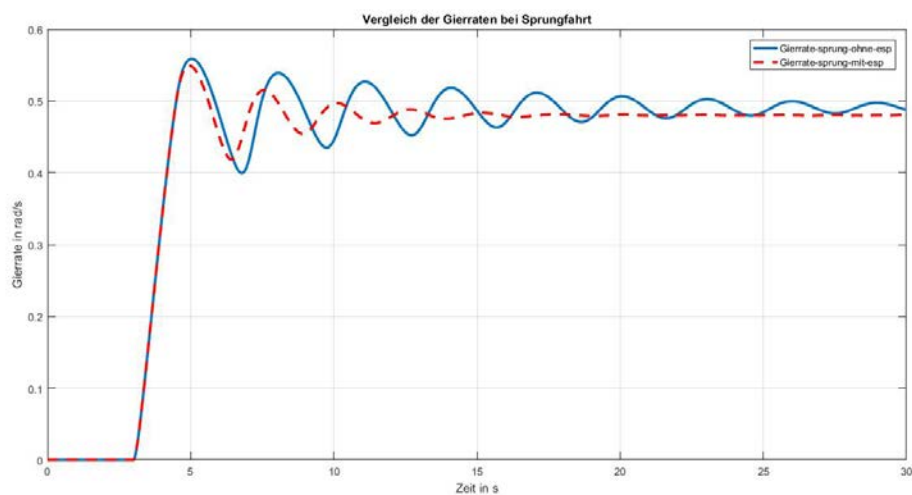


Abbildung 21 Vergleich der Gierraten bei Sprungfahrt

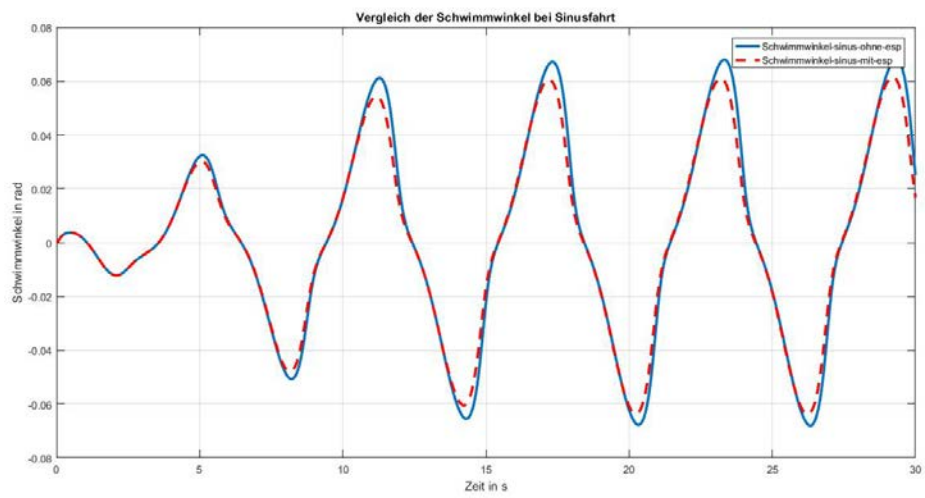


Abbildung 22 Vergleich der Schwimmwinkel bei Sinusfahrt

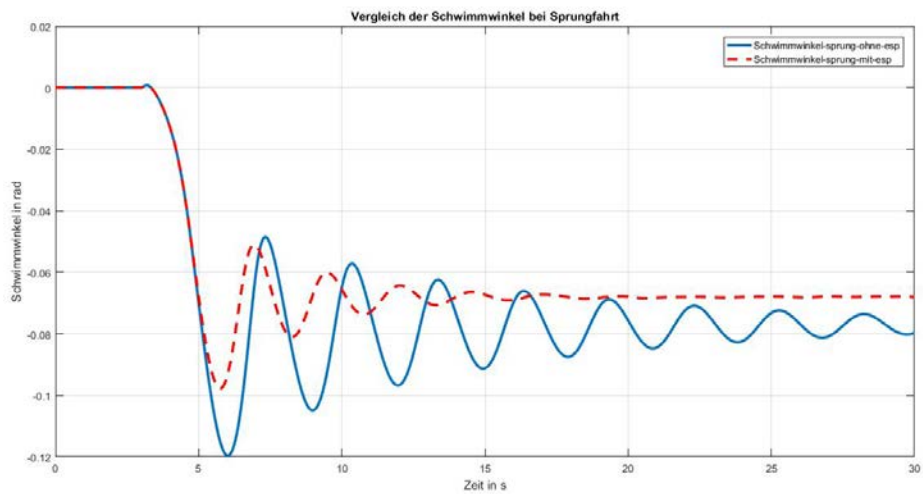


Abbildung 23 Vergleich der Schwimmwinkel bei Sprungfahrt

In Abbildung 24 und Abbildung 25 ist der Vergleich der Fahrzeugpositionen bei Sinusfahrt und Sprungfahrt. Daraus ergibt es sich, dass das Fahrzeug ohne ESP ein Übersteuern-Manöver hat. ESP hat die Funktion, mit der das Fahrzeug entlang einem kleinen Kreis fährt.

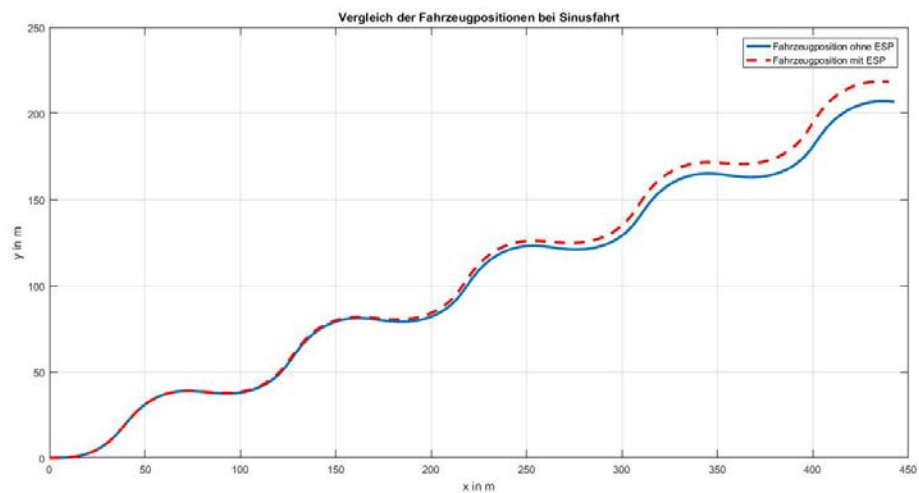


Abbildung 24 Vergleich der Fahrzeugpositionen bei Sinusfahrt

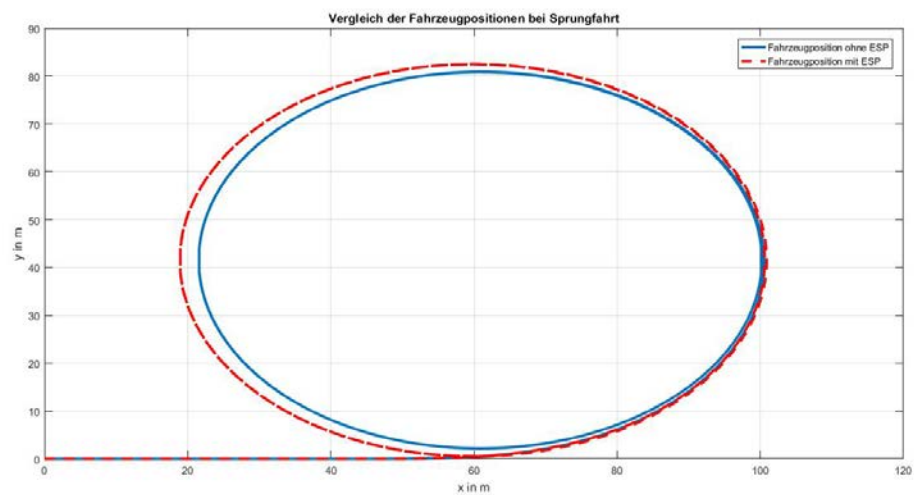


Abbildung 25 Vergleich der Fahrzeugpositionen bei Sprungfahrt

In Abbildung 26 und Abbildung 27 ist der Vergleich der Gierrate-Soll und Gierrate-Ist bei Sinusfahrt und Sprungfahrt. Daraus ist es zu sehen, dass die Gierrate-Ist der Gierrate-Soll gut folgt. Die Regelqualität dieses Reglers ist gut, und der Regler erfüllt die vom Hersteller geforderten Bedingungen.

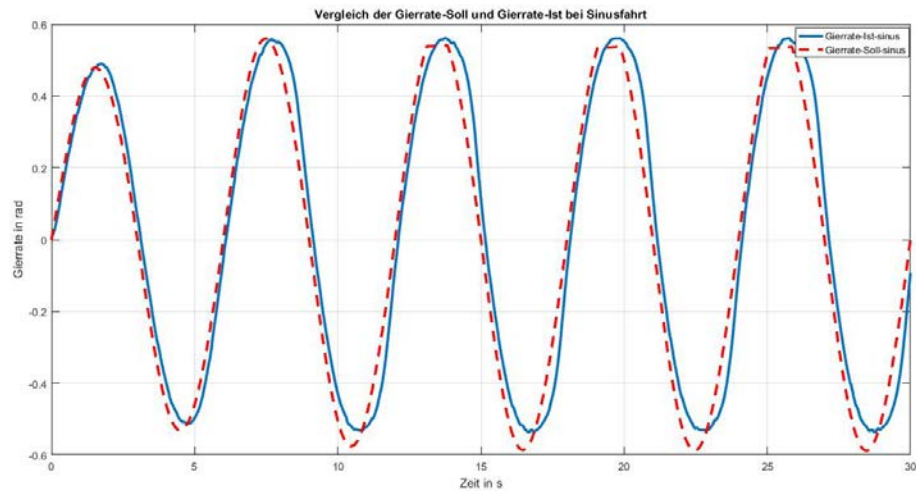


Abbildung 26 Vergleich der Gierrate-Soll und Gierrate-Ist bei Sinusfahrt

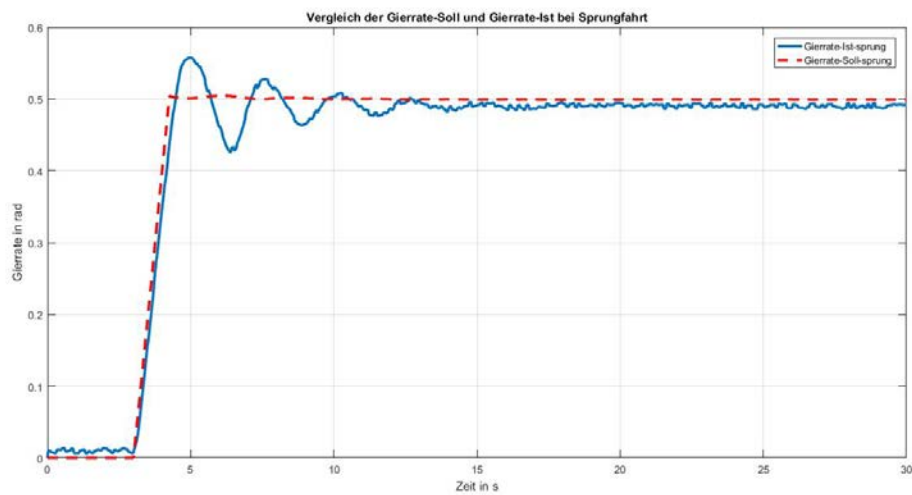


Abbildung 27 Vergleich der Gierrate-Soll und Gierrate-Ist bei Sprungfahrt