

# BACHELORARBEIT

## KOOPERATIVE GESCHWINDIGKEITSREGELUNG

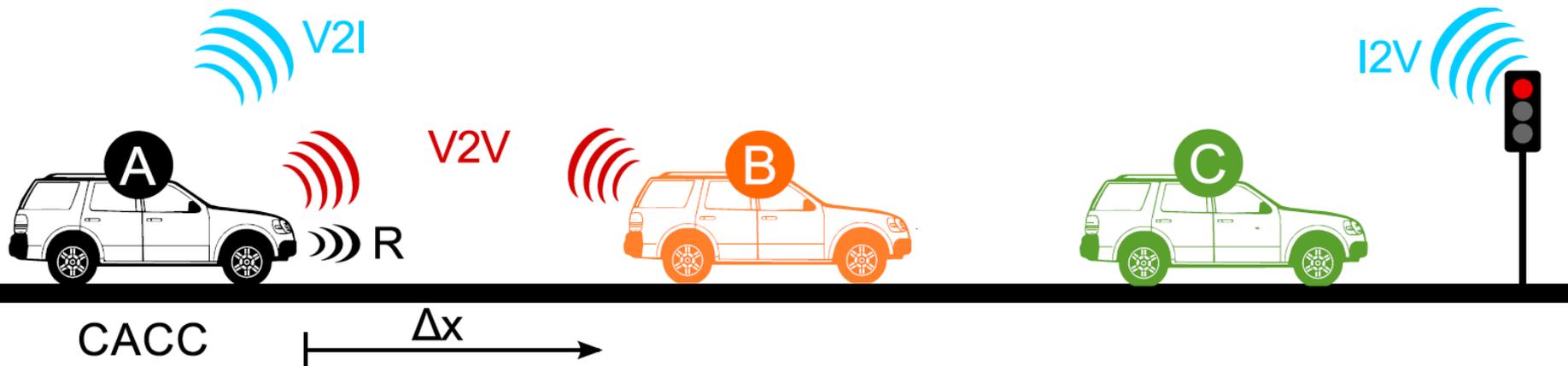
Student: Lukas Salfinger

Betreuer: DI Roman Schmied

# Problemstellung

- Prädiktive Geschwindigkeitsregelung eines Fahrzeuges
- Informationsaustausch:
  - ▣ vehicle to vehicle (V2V)
  - ▣ infrastructure to vehicle (I2V)
- Sensorik (z.B. Radar)
- Prädiktion vorausfahrender Fahrzeuge

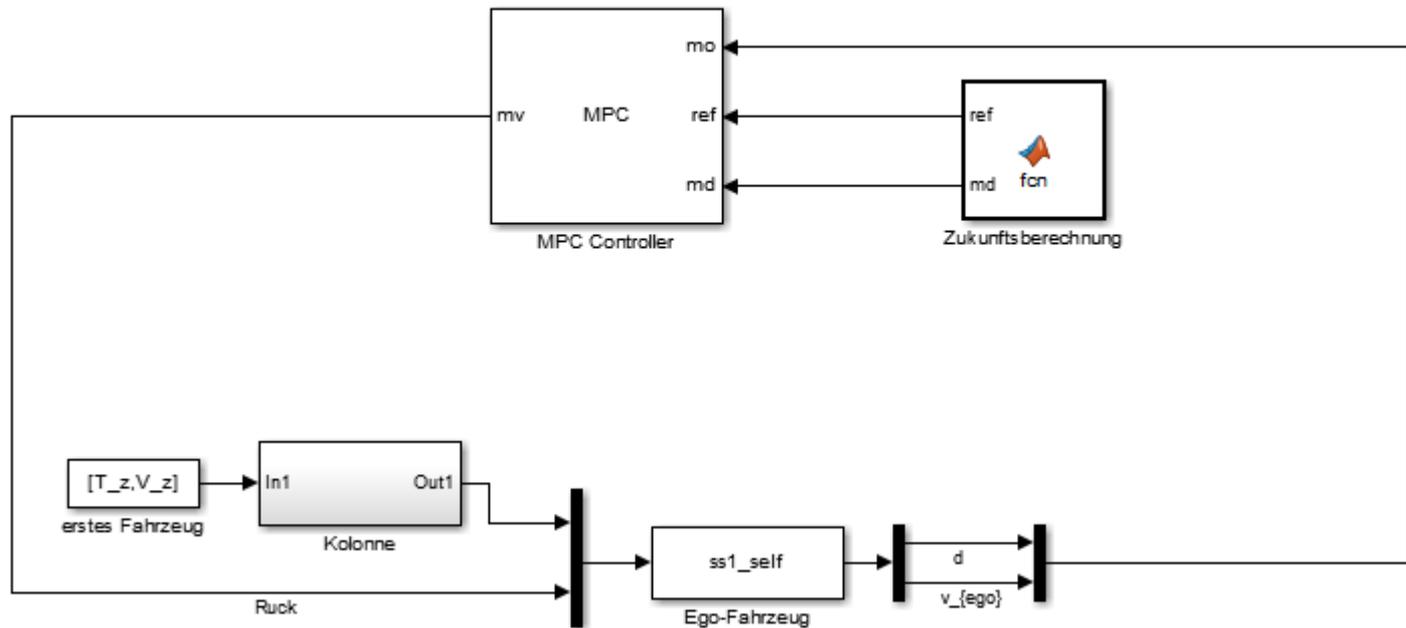
# Grundlegendes Schema



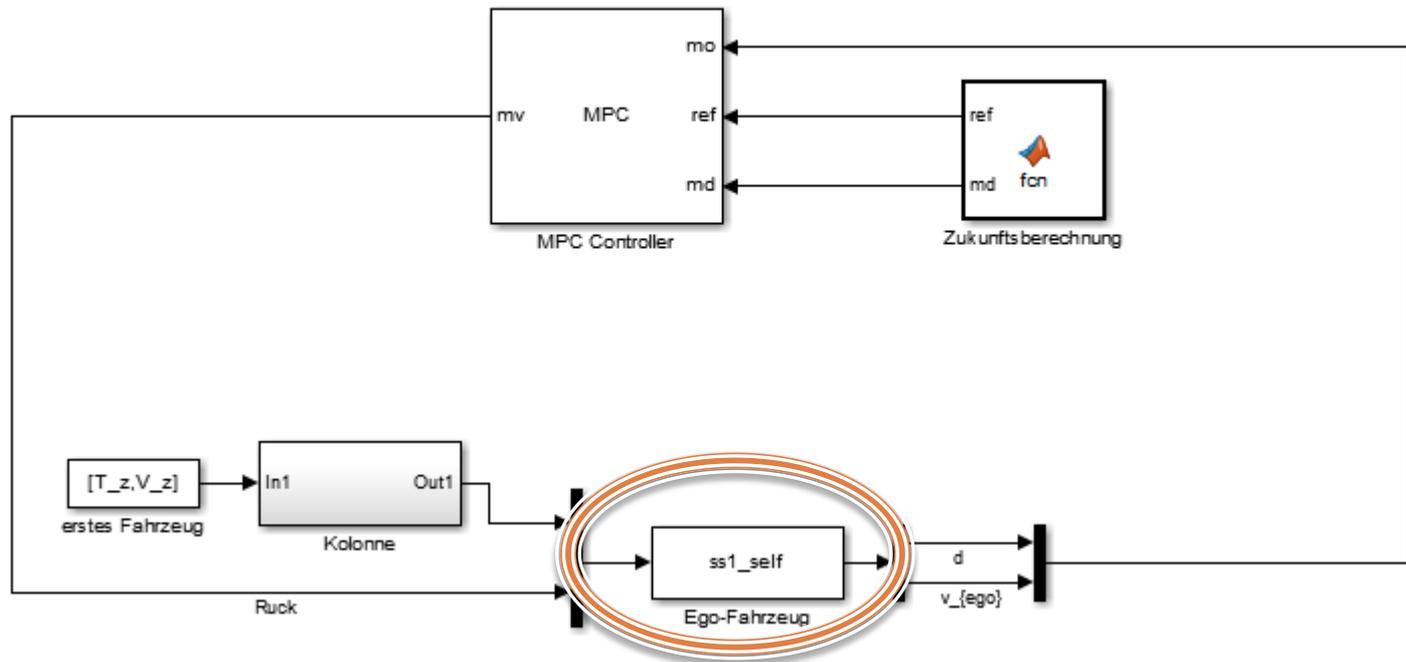
# Durchgeführte Arbeiten

- Literaturstudium
- Allgemeine Regelstrategie mittels MPC
- Modellbildung
- Implementierung in Matlab/SIMULINK
- Dokumentation

# SIMULINK Aufbau

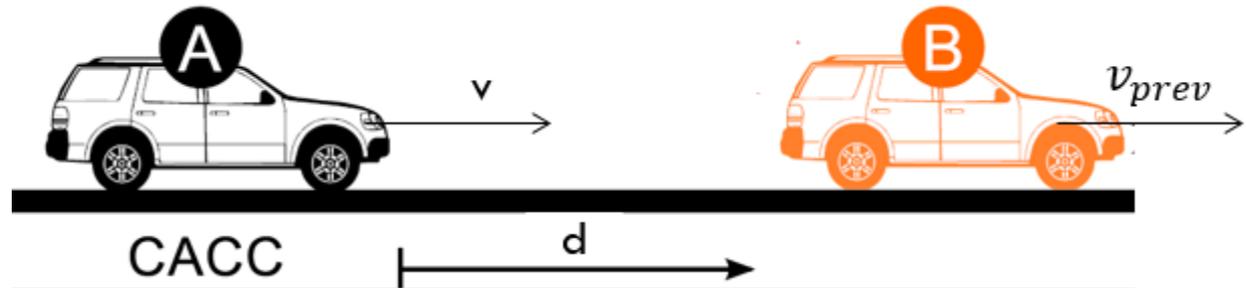


# Fahrzeugmodell



# Eigenes Fahrzeug

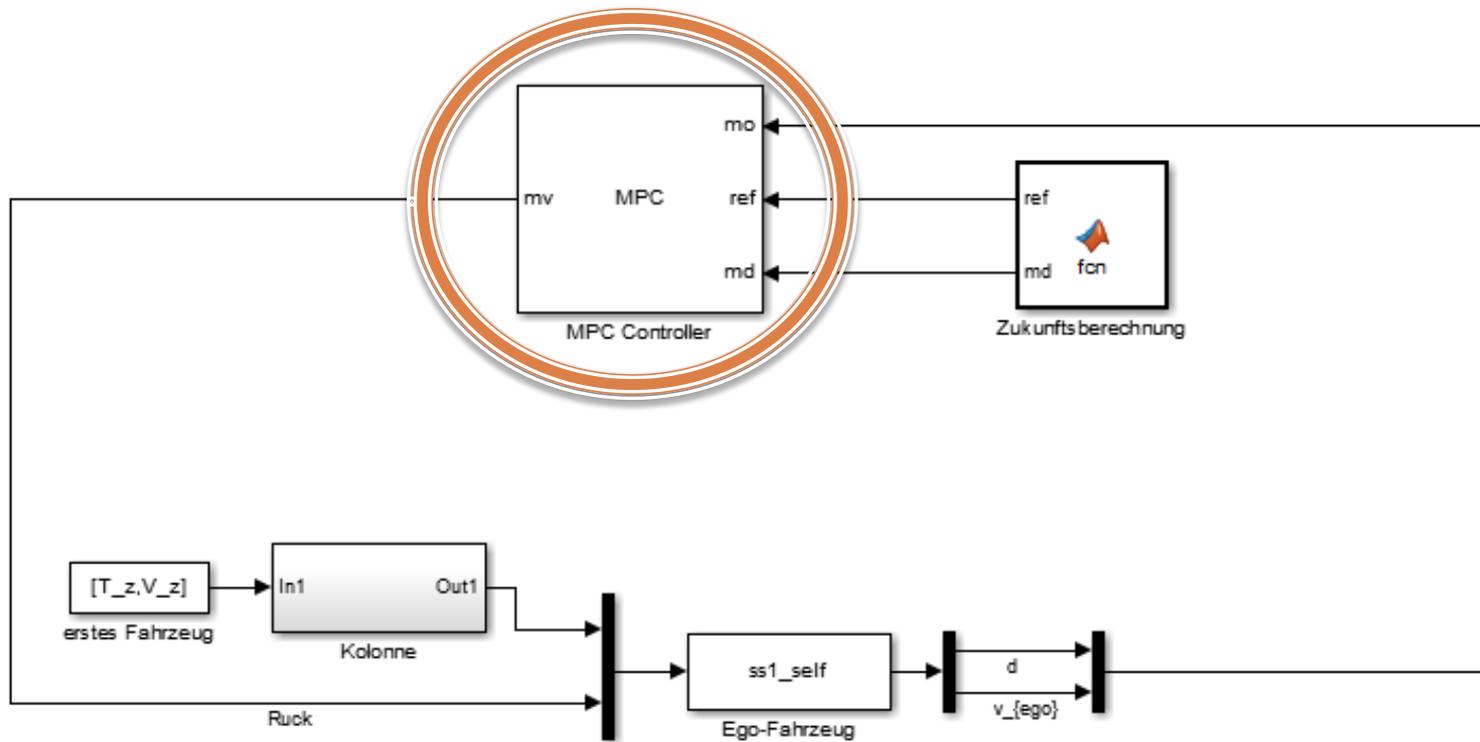
- $\dot{a} = j = u$
- $\dot{v} = a$
- $\dot{d} = v_{prev} - v$



- $$\underbrace{\begin{bmatrix} \dot{a} \\ \dot{v} \\ \dot{d} \end{bmatrix}}_{\dot{x}} = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}}_A * \underbrace{\begin{bmatrix} a \\ v \\ d \end{bmatrix}}_x + \underbrace{\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}}_{b_u} * \underbrace{j}_u + \underbrace{\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}}_{b_w} * \underbrace{v_{prev}}_w$$

- $$y = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} a \\ v \\ d \end{bmatrix}$$

# MPC-Regler



# MPC-Regler

- Fahrzeugmodell

- Kostenfunktion:

- $$J(t) = \int_0^{t_p} (y - y_{ref})^T W_y (y - y_{ref}) + u^T W_u u + \Delta u^T W_{\Delta u} \Delta u$$

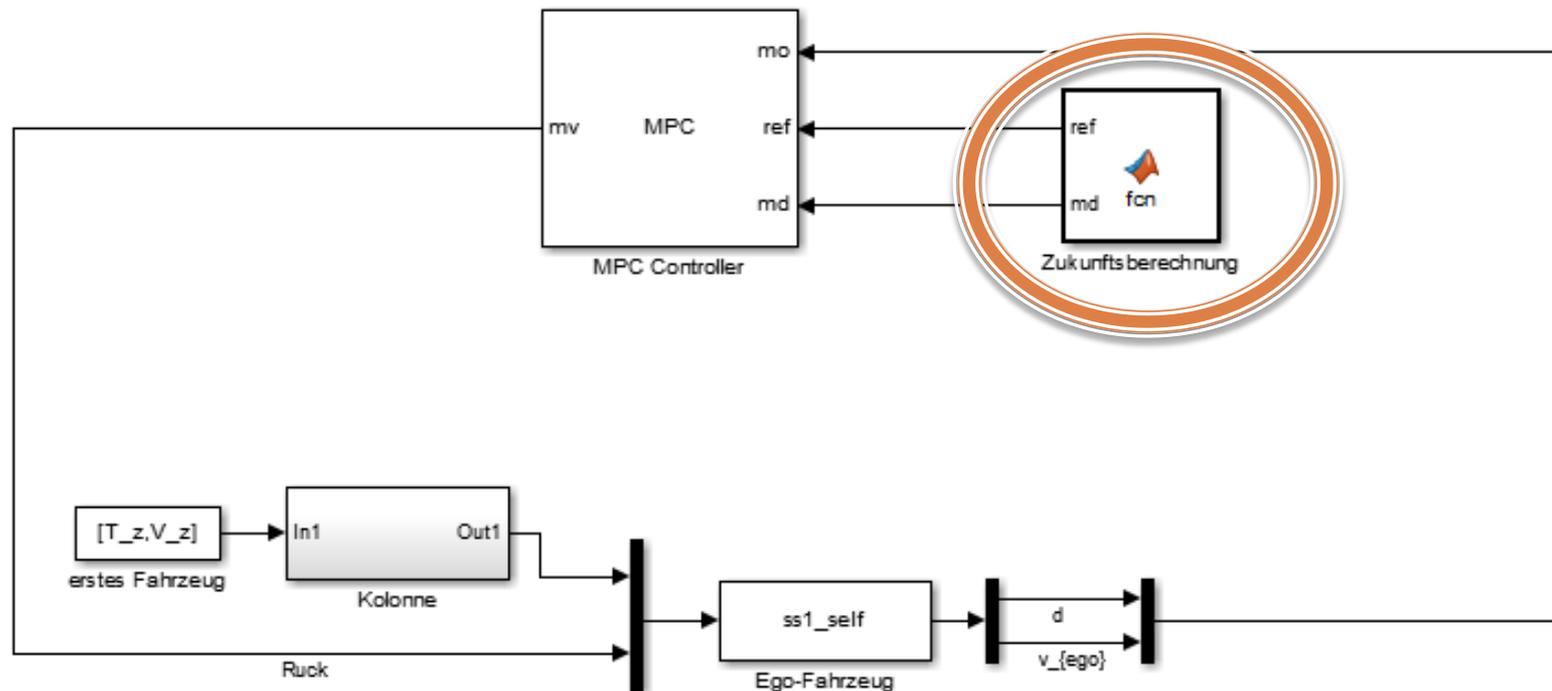
- Constraints:

- $$j_{min} \frac{m}{s^3} \leq j \leq j_{max} \frac{m}{s^3}$$

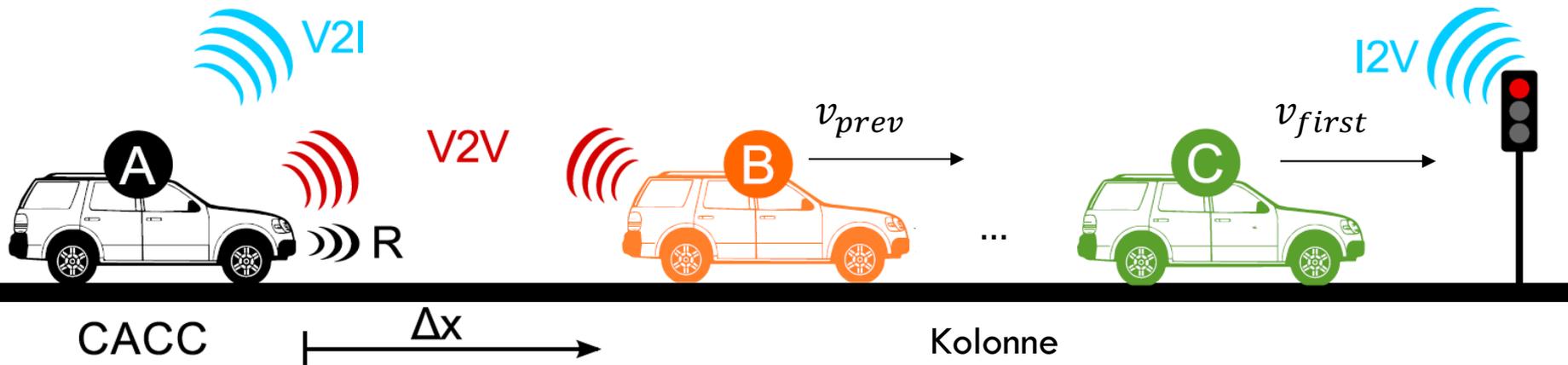
- $$d \geq v * t_1$$

- $$v \geq 0$$

# Gemessen Störung (measured dist.)



# Grundlegendes Schema

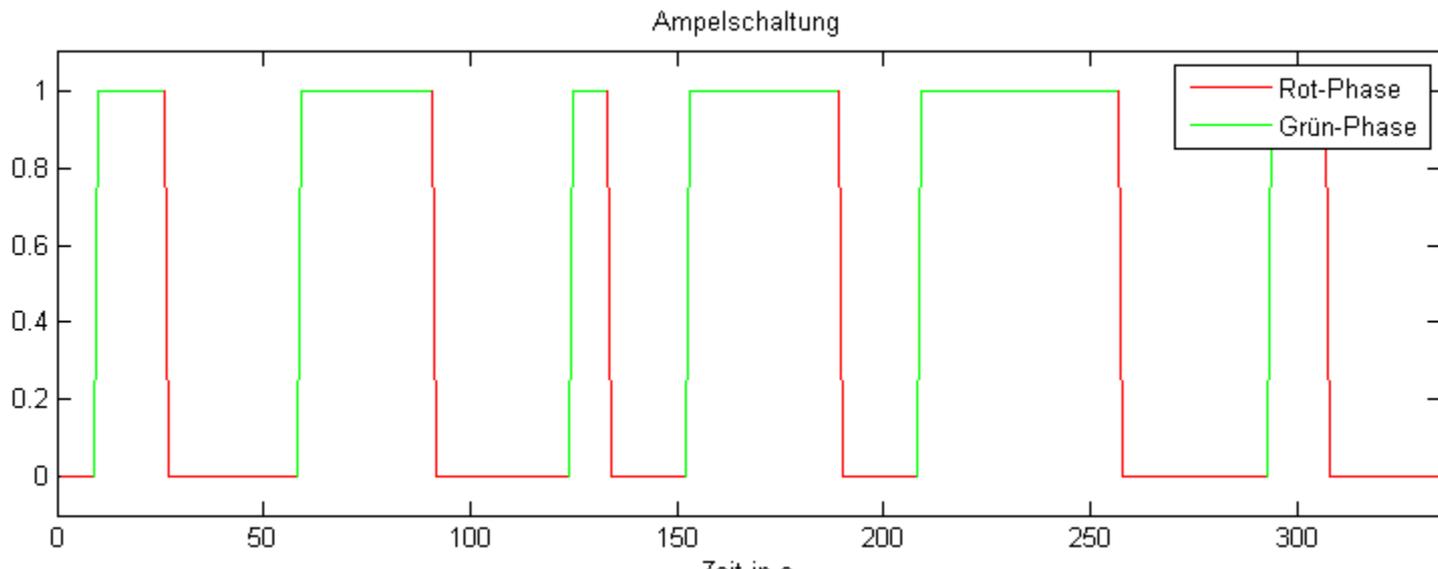


# Prädiktion des vordersten Fahrzeuges

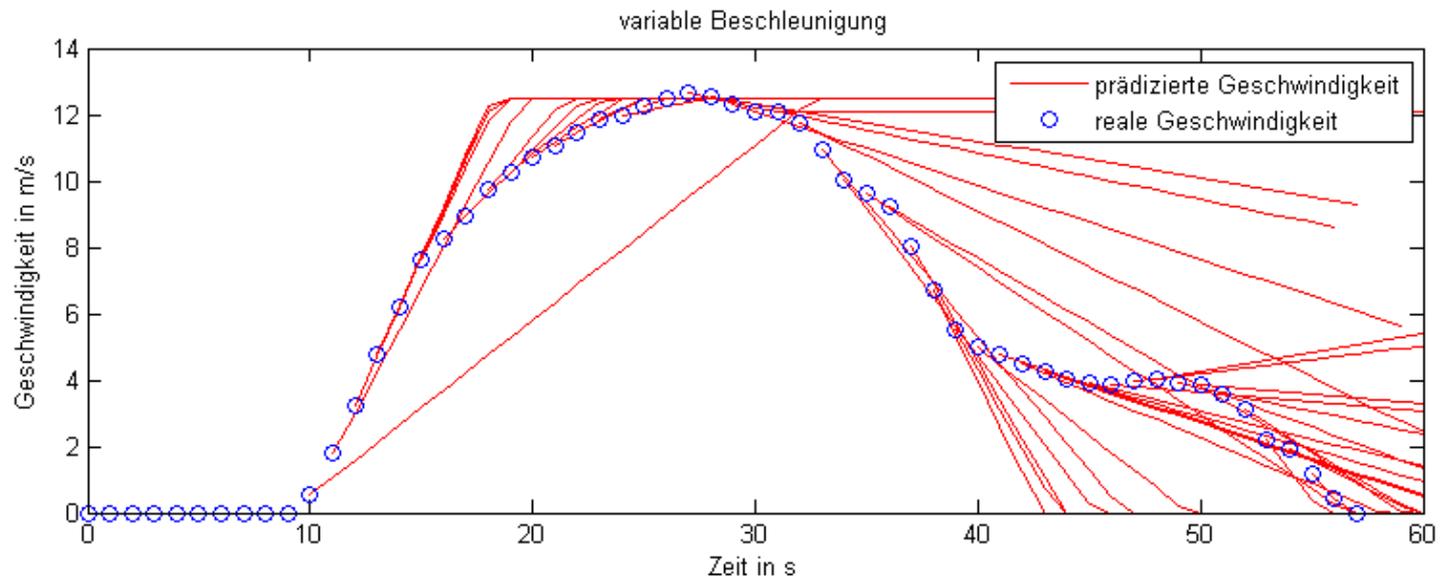
- 2 Arten:

- Adaption der Beschleunigung  $k$
- Fixe Beschleunigung  $k$

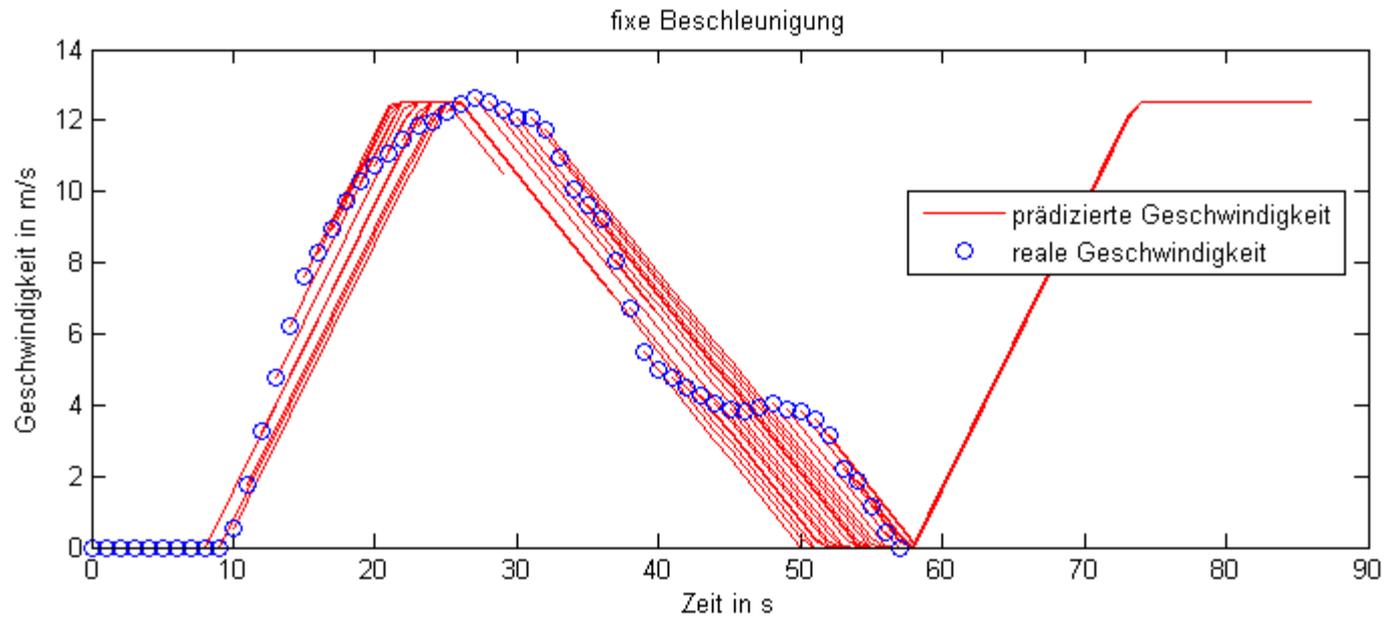
- $v_{i+1} = v_i + k * T_s \quad 0 \leq v_{i+1} \leq v_{lim}$



# Adaption der Beschleunigung



# Fixe Beschleunigung



# Prognostizierte Geschwindigkeit

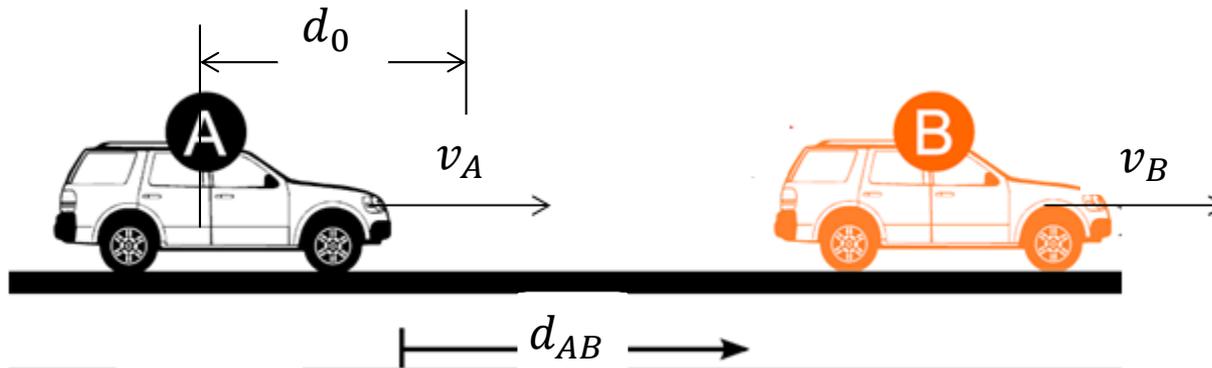
- Übertragungsverhalten zwischen mehreren Fahrzeugen



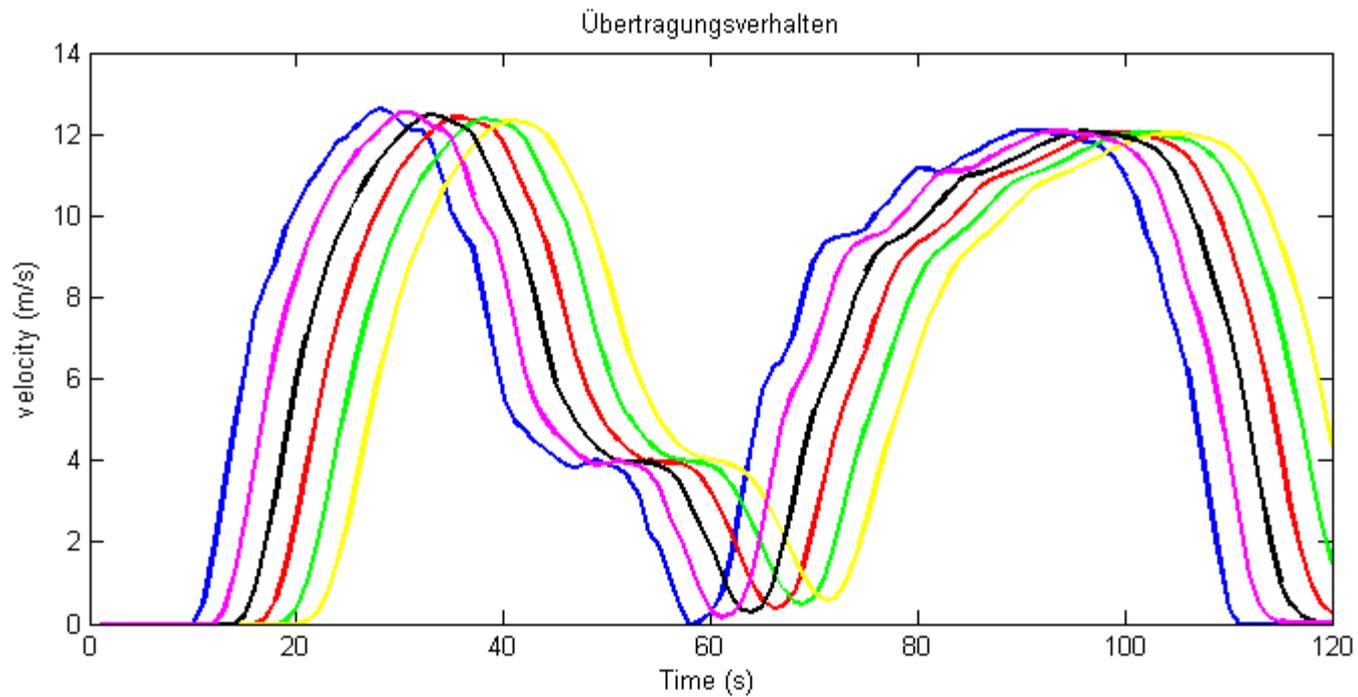
- Geschwindigkeit des ersten Fahrzeuges bekannt

# Vorherfahrende Fahrzeuge

- $\dot{v}_A = k_v * (v_B - v_A) + k_d * (d_{AB} - t_1 * v_A - d_0)$
- $\dot{d}_{AB} = v_B - v_A$
- Output-Delay



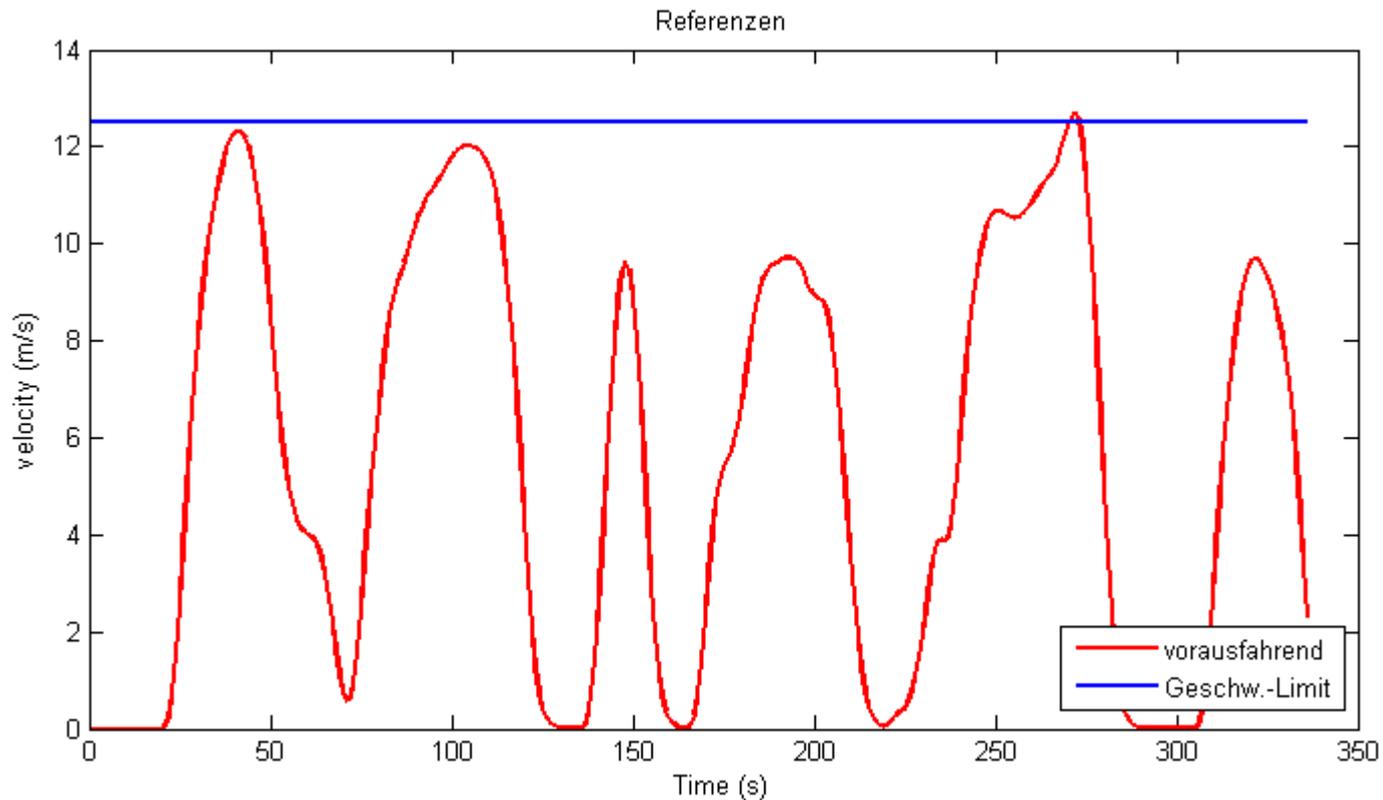
# Prognostizierte Geschwindigkeit



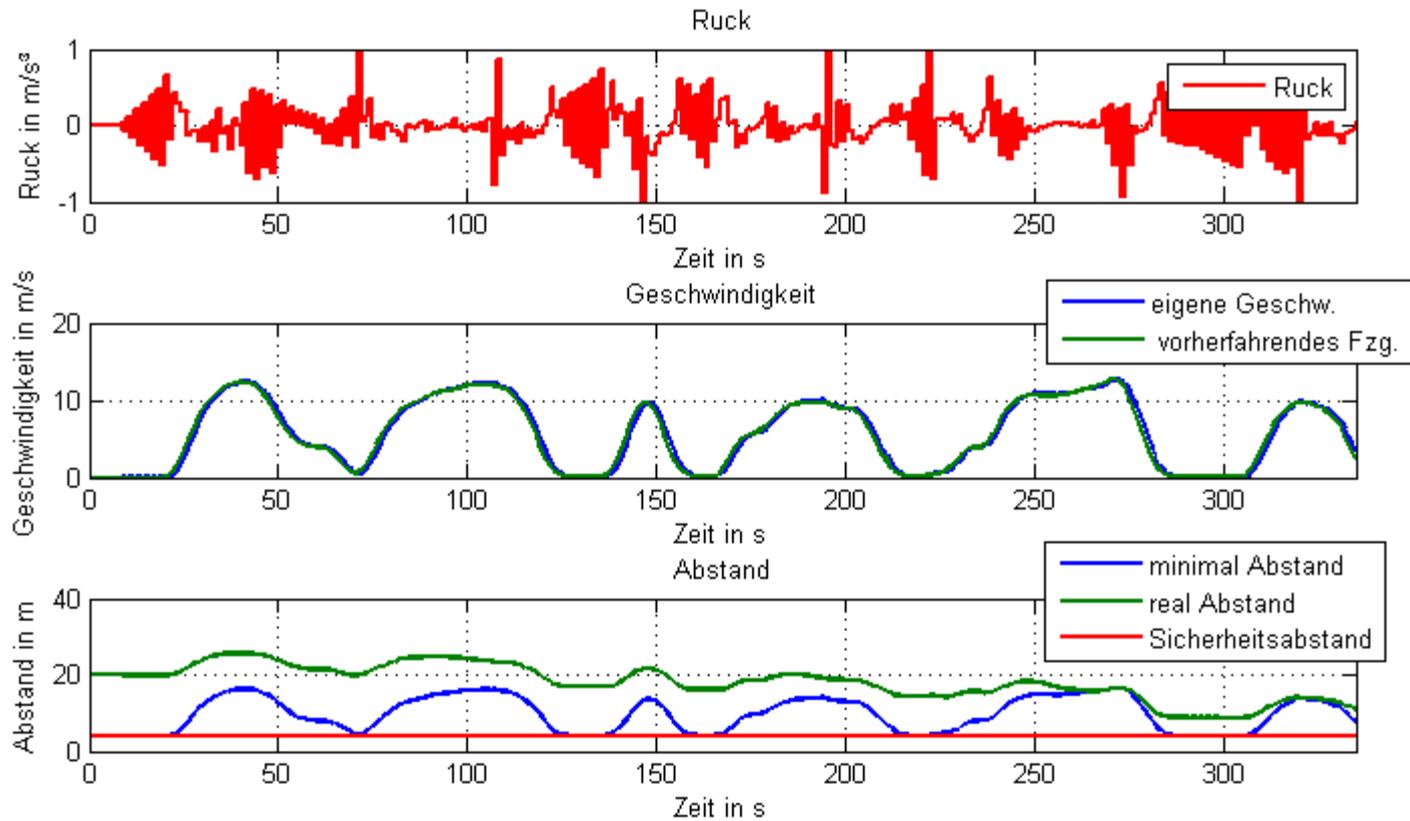


# Geschwindigkeitsreferenz

- Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeuges
- Geschwindigkeitslimit als Referenz



# 1. Versuch



# Problem

---

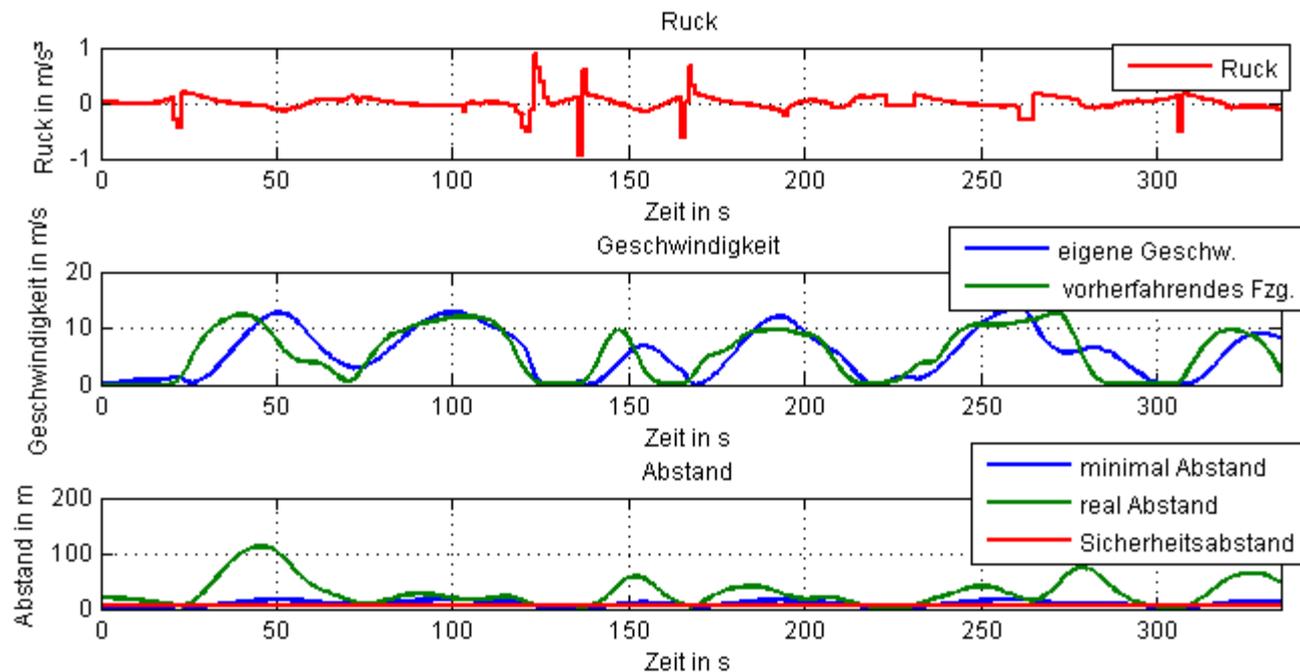
- Viele Brems- & Beschleunigungsphasen
- Abstand sehr groß
- Häufiges stehen bleiben

# Lösung

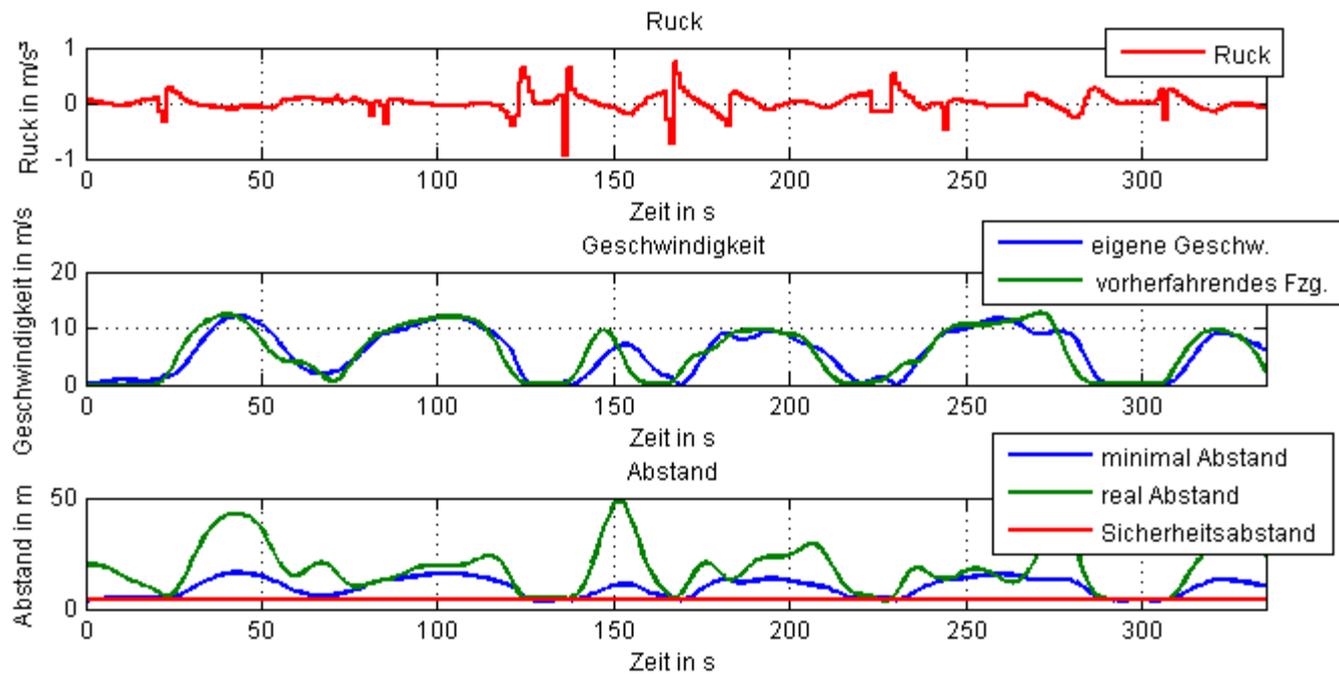
---

- Andere Gewichtung
- Geschwindigkeitslimit als Referenz

## 2. Versuch ( $v_{lim}$ als Referenz)



# 3. Versuch ( $v_{lim}$ als Referenz)



# Zusammenfassung

- Fahrzeugmodell entwickelt
- MPC mit Constraints
- Fahrzeugfolgemodell und Prädiktion des ersten Fahrzeuges modelliert
- Verschiedene Gewichte und Referenzen simuliert



JOHANNES KEPLER  
UNIVERSITÄT LINZ

Danke für die Aufmerksamkeit

