

# Diplomarbeit:

## Virtuelles Fahrermodell für eine Umfeldsimulation zur Entwicklung von vorausschauenden Fahrerassistenzfunktionen

**Autor:** Achim Enthaler  
**Betreuung:** Prof. Dr. Luigi del Re  
**Partner:** AUDI AG  
**Fertiggestellt:** Februar 2011

### Kurzbeschreibung

Simulationen spielen in der Entwicklung von Fahrzeugen eine immer größer werdende Rolle. Unter Verwendung realitätsnaher Simulationsumgebungen können neue Funktionen von Fahrsicherheits- und Fahrerassistenzsystemen bereits während der frühen Entwicklungsphase getestet und weiter verbessert werden.

Um Fahrzeugmodelle für virtuelle Testfahrten einsetzen zu können ist es notwendig, diese in eine Simulationsumgebung mit realistischen Straßenverläufen und gegebenenfalls Verkehr einzubinden. Als Simulationsumgebung kam die Software Virtual Test Drive zum Einsatz, in der bereits der GPS-positionsgetreue Straßenverlauf inklusive Höhendaten verfügbar ist.

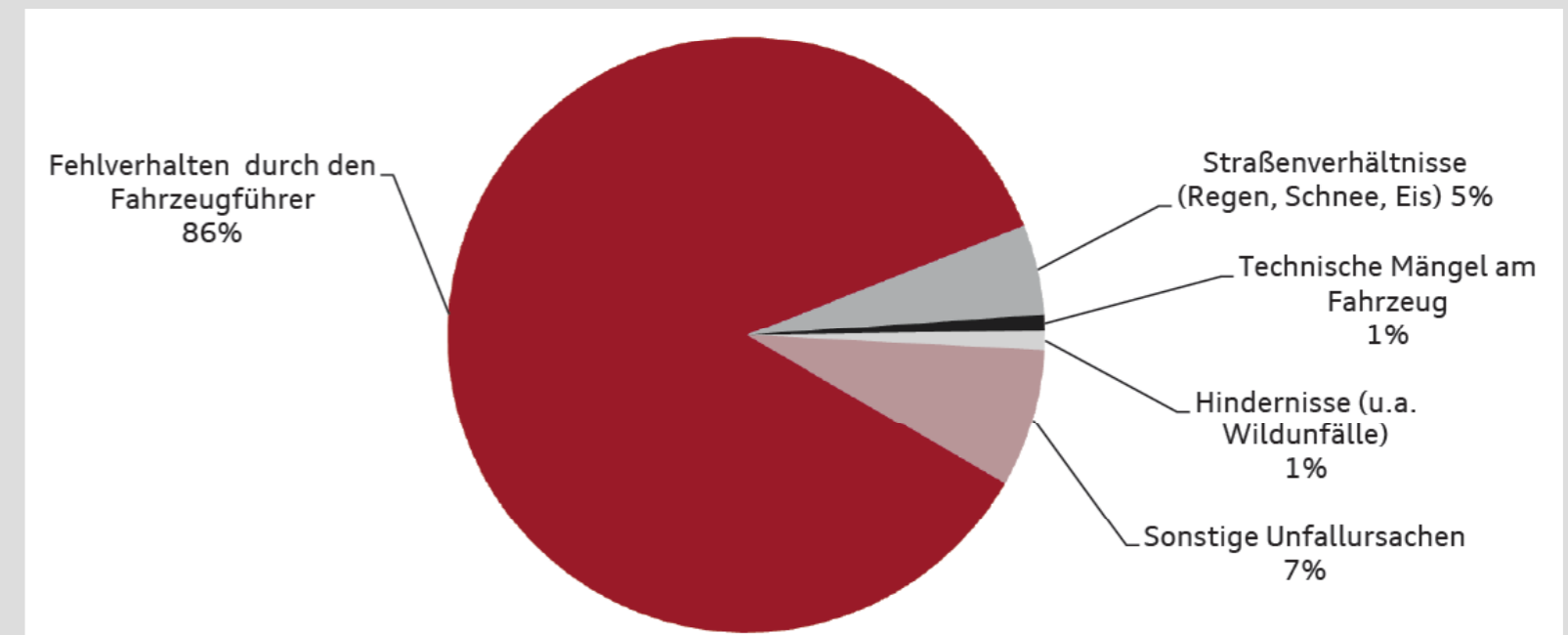
Eine große Herausforderung ist es, das Fahrzeugmodell präzise und exakt wiederholbar auf virtuellen Straßen zu manövrieren. Dafür wird zusätzlich ein autonomes Fahrermodell, das die Aufgaben des Fahrers, wie z.B. Beschleunigen, Bremsen, Spurhalten übernimmt, benötigt.

Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung eines autonomen und adaptiven Fahrermodells, das sich an die jeweiligen Fahrzeugmodelle anpasst und einer vorgegebenen Trajektorie auf der virtuellen Straße unter Einhaltung von Geschwindigkeitsvorgaben folgen kann. Dazu wurden im Rahmen dieser Arbeit theoretische Grundlagen für die vorausschauende Planung des Geschwindigkeitsverlaufs eines Fahrzeugs auf der Straße, Algorithmen zur automatisierten Analyse der Fahrzeugeigenschaften sowie ein kennfeldbasierter Folgeregler mit adaptivem PI-Anteil zur Realisierung des Geschwindigkeitsverlaufs entwickelt.

Im Anschluss wurden virtuelle Testfahrten durchgeführt und die daraus resultierenden Simulationsergebnisse anhand von definierten Vorgaben validiert.

### Fahrerassistenzsysteme können dazu beitragen, Unfälle zu vermeiden und dadurch Leben zu retten

- Europaweit jährlich 35.000 Verkehrstote (ETSC)
- 1.700.000 Verletzte, davon 300.000 Schwerverletzte
- Fehlverhalten des Fahrers als Hauptsache von Verkehrsunfällen mit Personenschaden

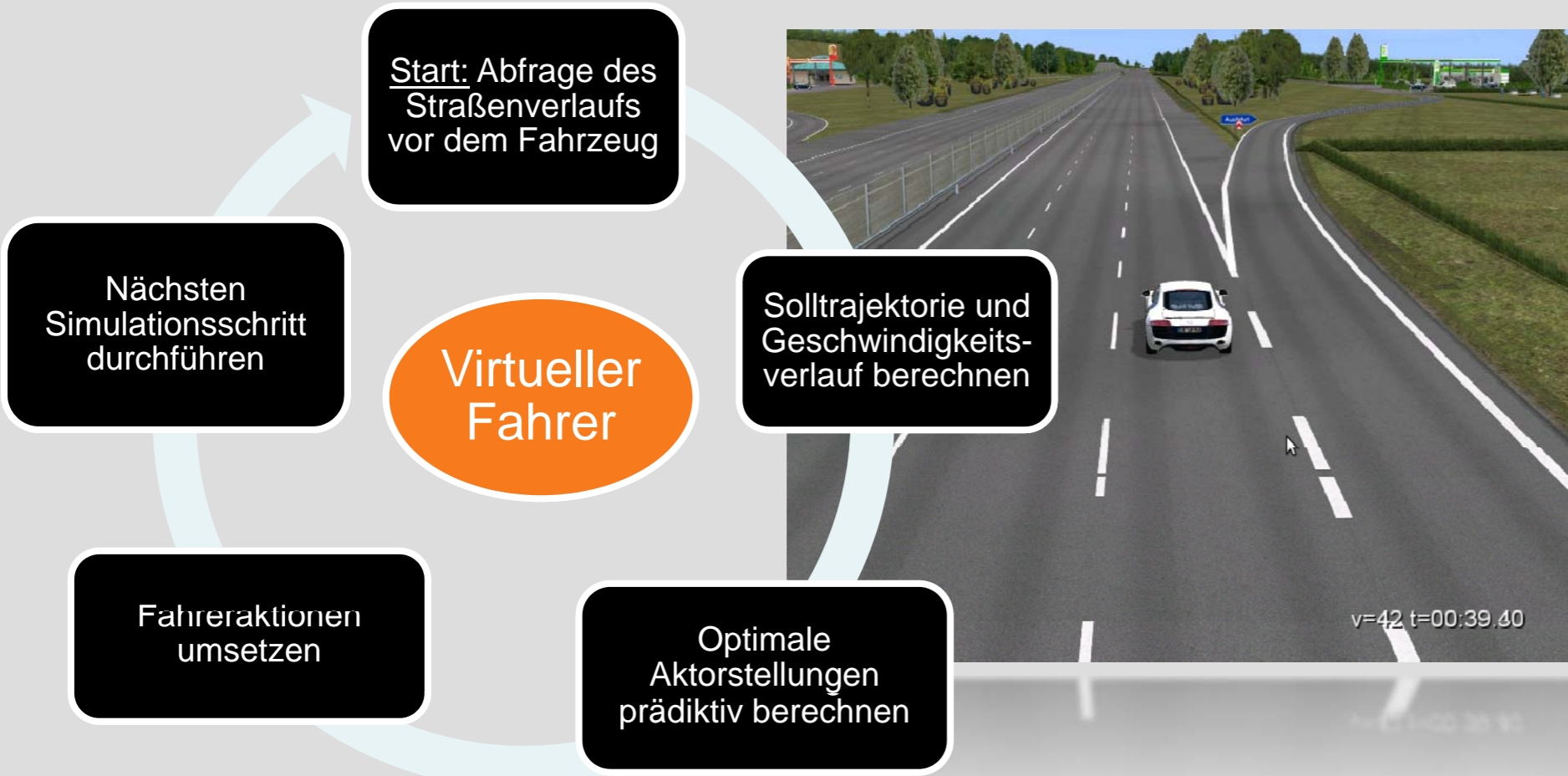


Ursachen von Verkehrsunfällen mit Personenschaden im Jahr 2009  
Quelle: Statistisches Bundesamt Deutschland

### Virtueller Fahrer ist notwendig für effiziente Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen

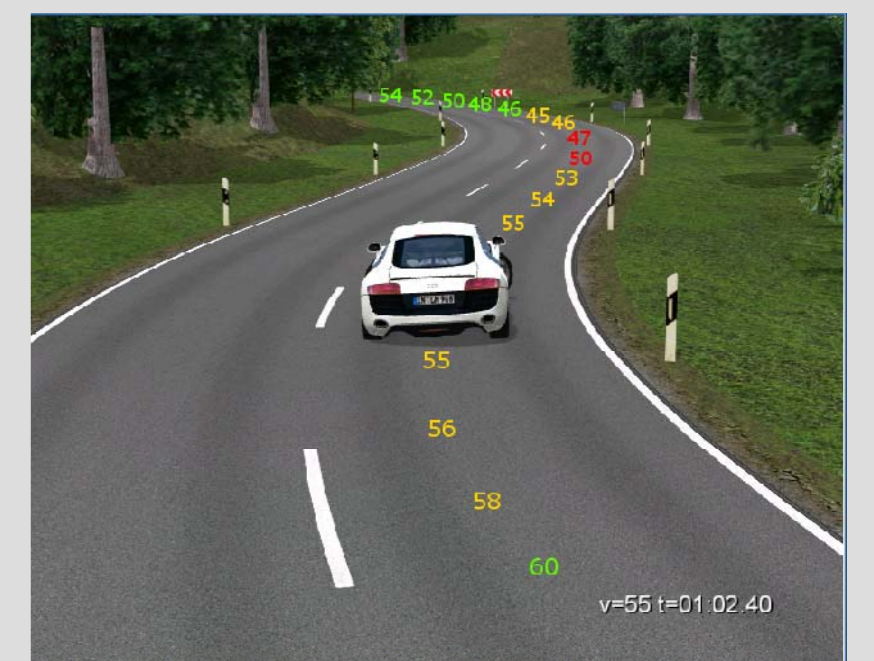
- Ermöglicht Durchführung virtueller Testfahrten durch die Bereitstellung sinnvoller Eingangswerte für das Fahrzeugmodell in der Simulation
- Vorteil der exakten Wiederholbarkeit von Testfahrten
- Virtuelles Fahrermodell als Werkzeug im Entwicklungsprozess von vorausschauenden Fahrerassistenzfunktionen
  - Adaptive Cruise Control (ACC), Break Assist, Lane Assist

### Vorgehensweise des virtuellen Fahrers

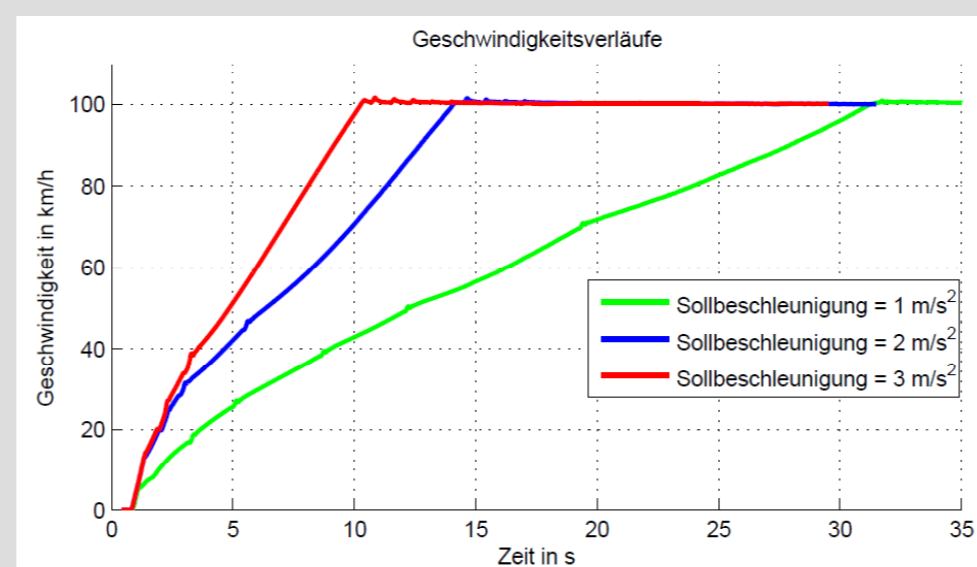
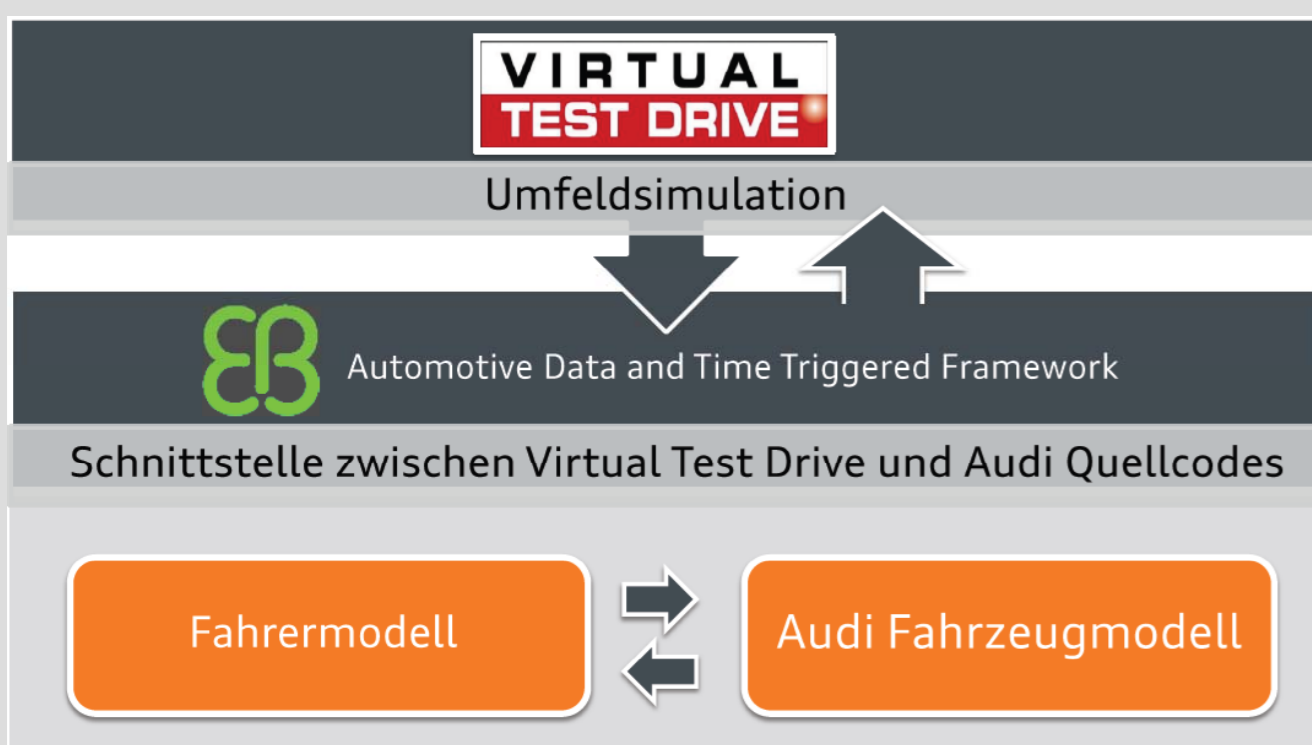


### Planung des Geschwindigkeitsverlaufs

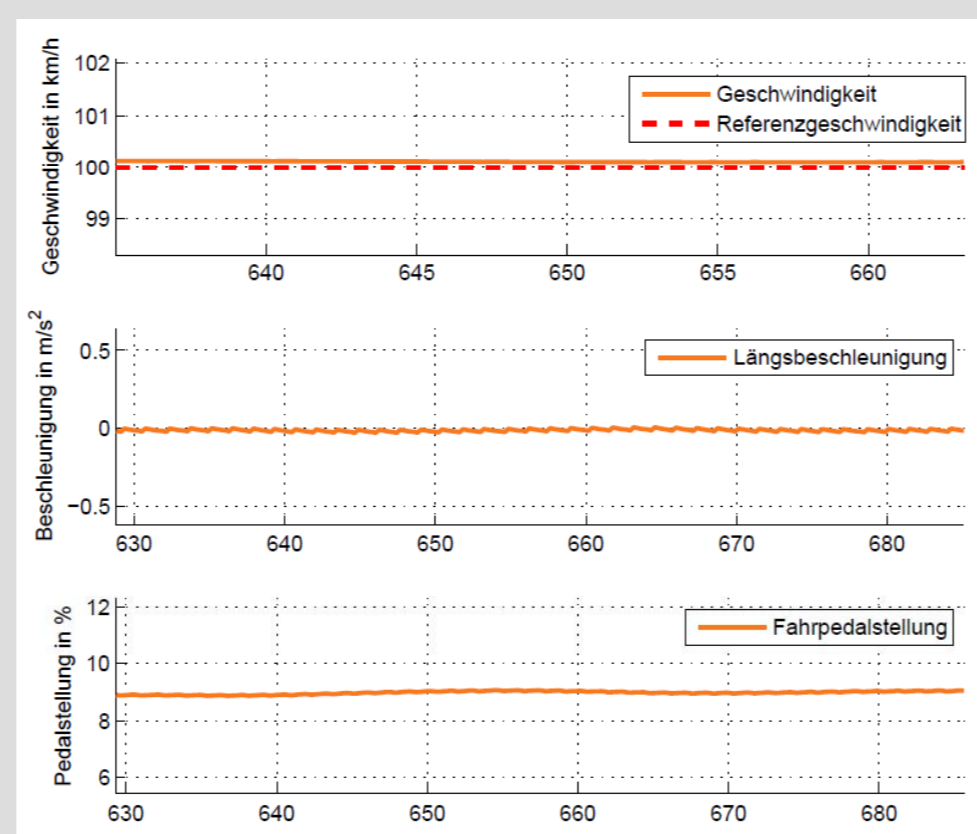
- Basierend auf physikalischen Rahmenbedingungen des Fahrzeugs
  - Maximale Beschleunigung/Verzögerung
  - Maximale Kurvengeschwindigkeit
- unter Berücksichtigung der Straßeneigenschaften über komplette Sichtweite
  - Steigung
  - Kurvenradius
  - Reibungskoeffizient
  - Geschwindigkeitsbeschränkungen
- Sowie für den Fahrertyp charakteristische Eigenschaften
  - Als angenehm empfundene maximale Querbewegung, Beschleunigung und Verzögerung
  - Typische Fahrweise z.B. vorausschauend oder sportlich



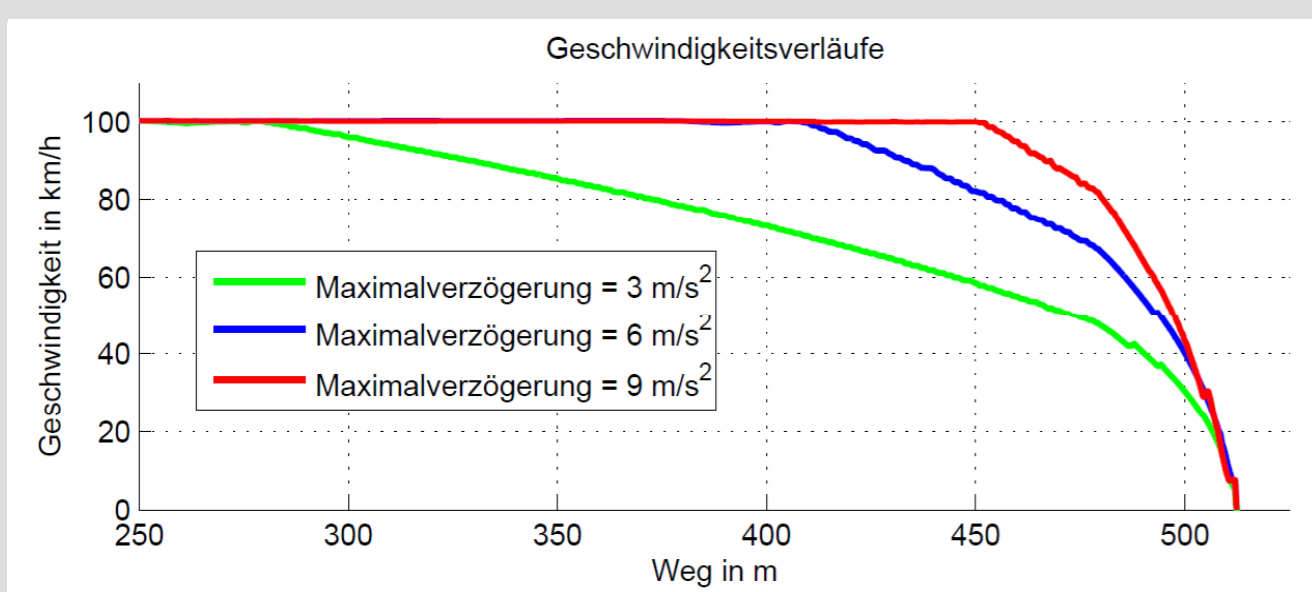
### Simulation



Parametrisierung des Beschleunigungsverhaltens



Halten konstanter Sollgeschwindigkeiten



Verhalten bei präzises Positionsbremungen

### Fazit und Ausblick

#### Erreichung der Ziele

- Erfolgreiche theoretische Auslegung und Implementierung eines modular aufgebauten, autonomen und parametrisierbaren Fahrermodells in die bestehende Simulationsumgebung
- Durchführung von virtuellen Testfahrten zur Validierung der Funktionalität sowie Einhaltung der Parametervorgaben

#### Weiterentwicklungsmöglichkeiten des Fahrermodells

- Optimierung hingehend menschlicher Fahrweise
- Reproduzierung real aufgezeichneter Messfahrten inklusive GPS-basierter Positionierung und Geschwindigkeitsverläufen in der Simulation
- Energieeffizienzbetrachtungen von Elektro- und Hybridfahrzeugen
- Schaffung zusätzlicher Schnittstellen und Funktionen für den direkten Einsatz in der Entwicklung vorausschauender Fahrerassistenzsystemen