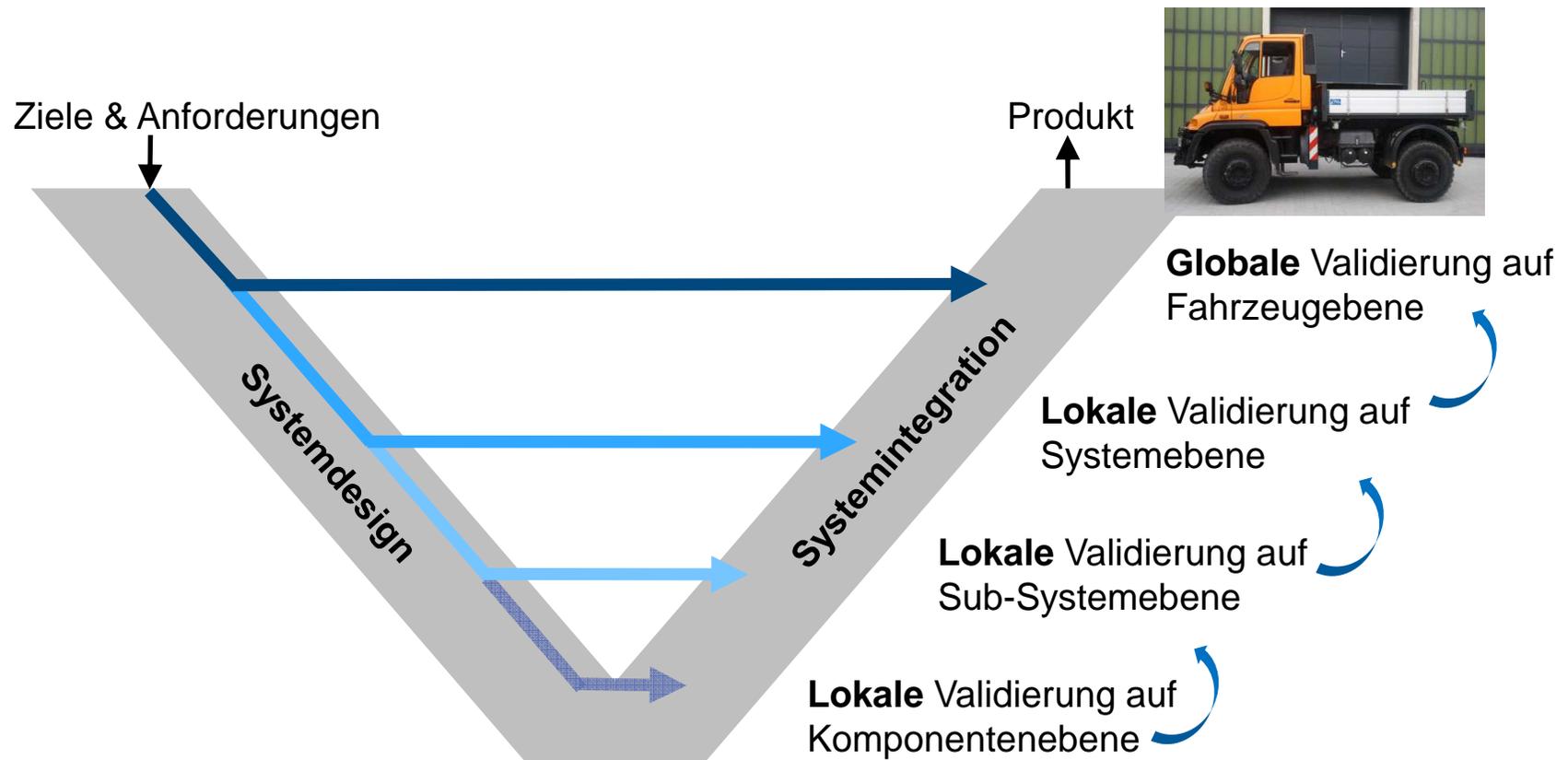


Modellbasierte Validierung von mobilen Arbeitsmaschinen im virtuellen Fahrversuch

Dr.-Ing. Christian Schyr, IPG Automotive GmbH, Karlsruhe
Dipl.-Ing. Frank Otto, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

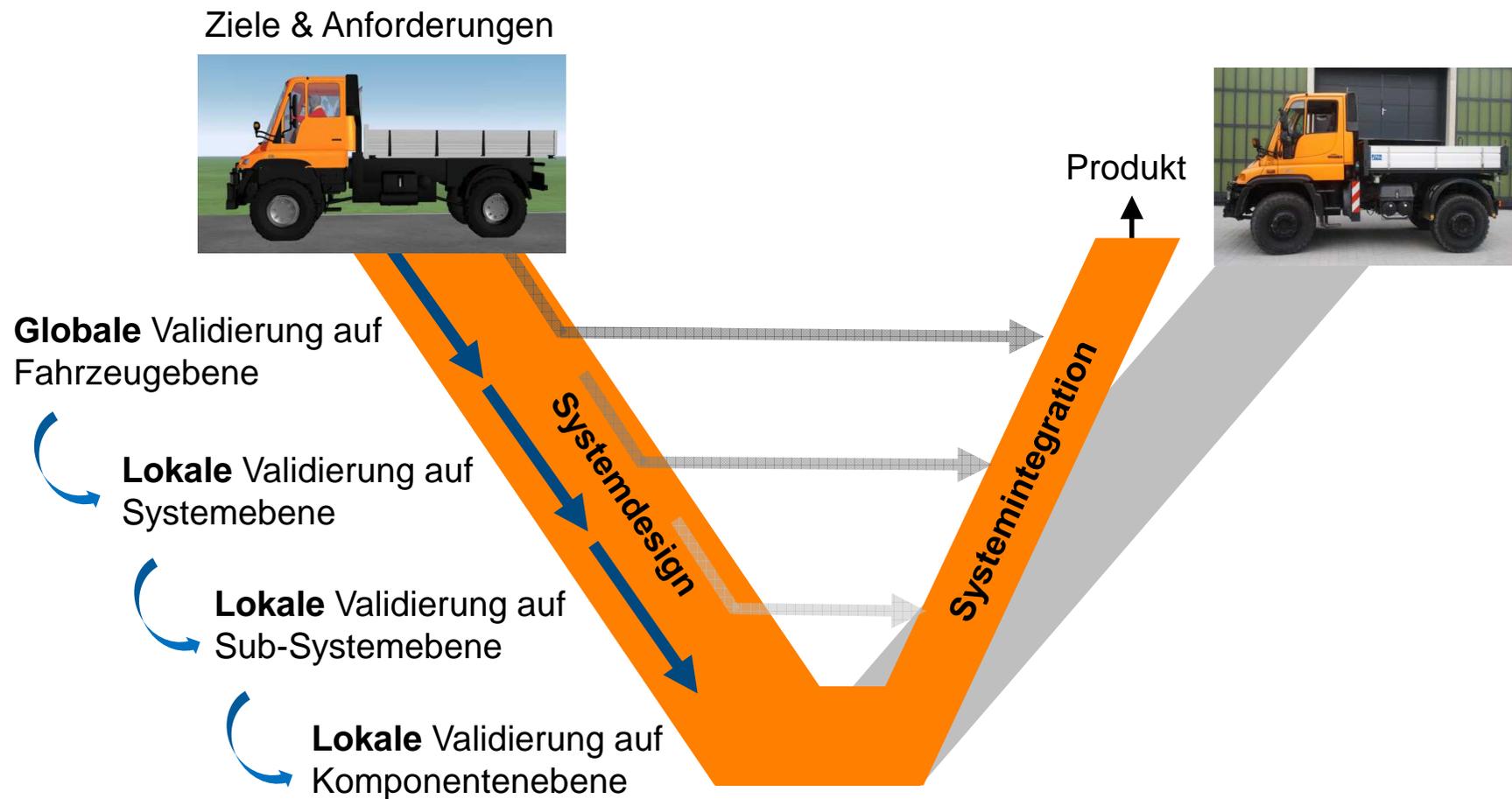


Validierung im Entwicklungsprozeß nach VDI 2206





Erweiterung zur modellbasierten Validierung



Voraussetzungen für modellbasierte Validierung

- Einheitliche Beschreibung der globalen Fahrzeugeigenschaften durch Manöverkataloge mit zugehörigen Bewertungskriterien für die Fahr- bzw. Arbeitsleistung, Energieeffizienz, Fahrbarkeit bzw. Komfort und Sicherheitsfunktionen.
- Verfügbarkeit der Subsysteme und Komponenten entweder als detaillierte Simulationsmodelle (Functional Mock-Up) oder als reale Prototypen auf Leistungsprüfständen (X-in-the-Loop).
- Hohe Qualität der vorgelagerten Prozesse im Produktdatenmanagement zur Gewinnung von Modellparametern sowie nachgelagerte Prozesse zur Ergebnisdatenverwaltung.

Umsetzung der Methode

- Durchgängiger Einsatz der Plattform: von Software-in-the-Loop über Hardware-in-the-Loop bis hin zum realen Prototypfahrzeug.
- Effiziente Integration von Simulationsmodellen und Steuergerätefunktionen aus unterschiedlichen Domänen und Modellumgebungen.
- Effiziente Anbindung an Leistungsprüfstände für Fahrzeugsysteme und Komponenten.
- Realitätsnahe Rekonstruktion von realen „Use Cases“ durch eine leistungsfähige Manöversteuerung.
- Hohe Produktivität durch Leistungsfähigkeit und Anwenderfreundlichkeit: wie interaktive Manöversteuerung, intuitiv bedienbare graphische Benutzerschnittstellen sowie effiziente Testautomatisierung.
- Aussagekräftige Visualisierungs- und Analysewerkzeuge.
- Flexible Anbindung an firmenspezifische Datenmanagementsysteme.
- Investitionssicherheit durch Einsatz von Softwarestandards und COTS-Komponenten.

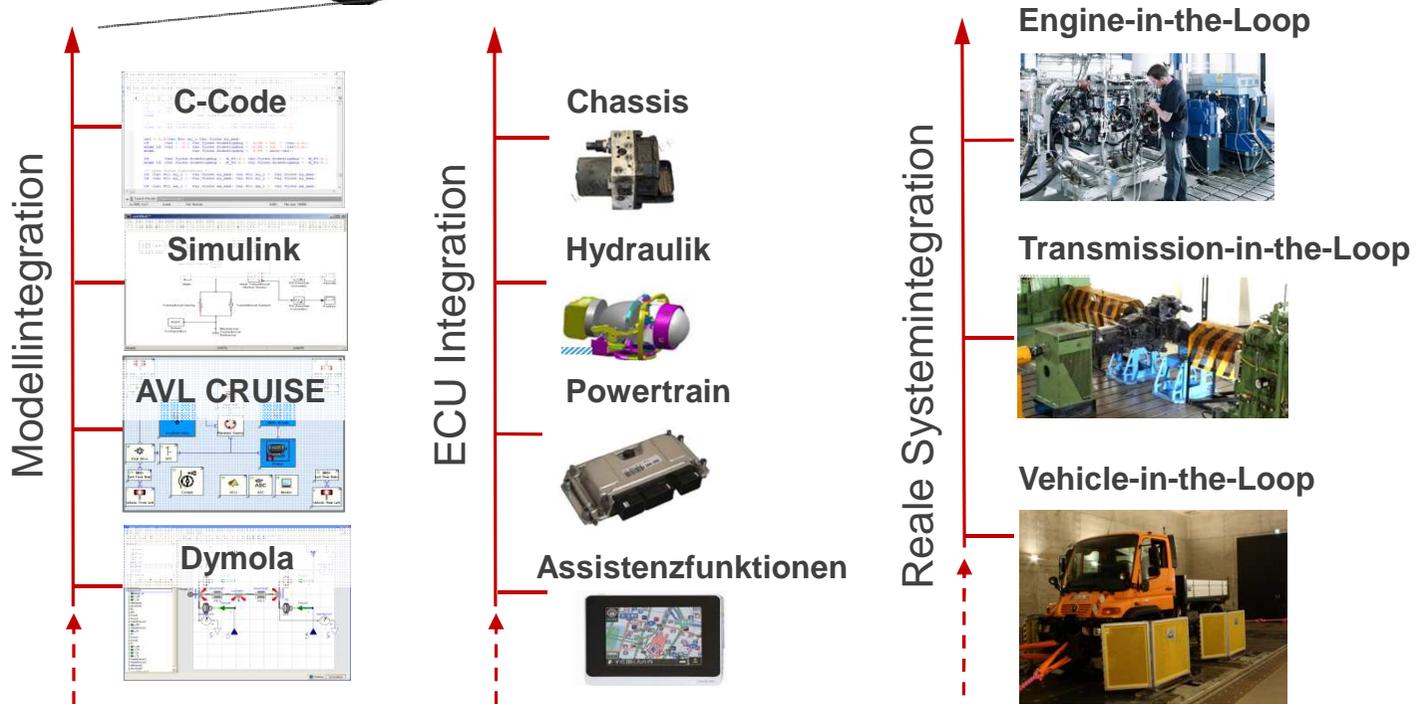


Functional Mock-Up Prototype



Manöverkatalog

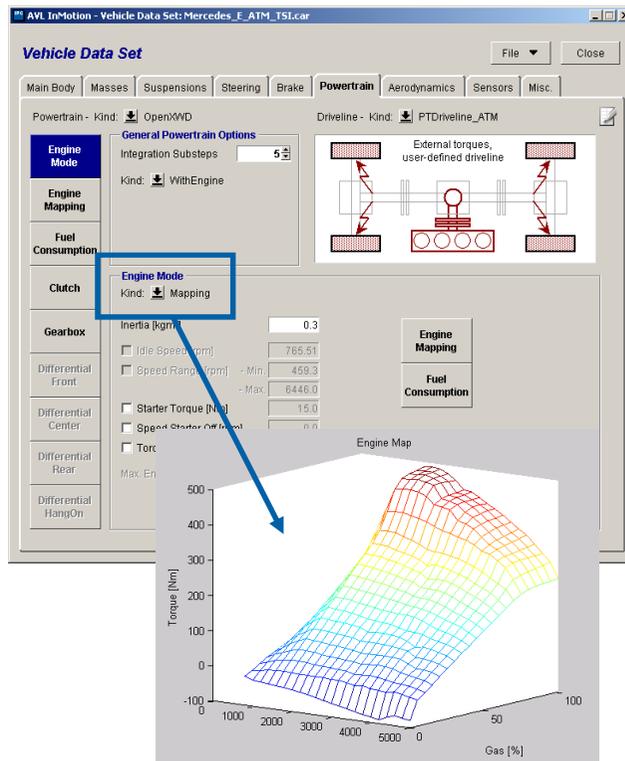
Testfahrt



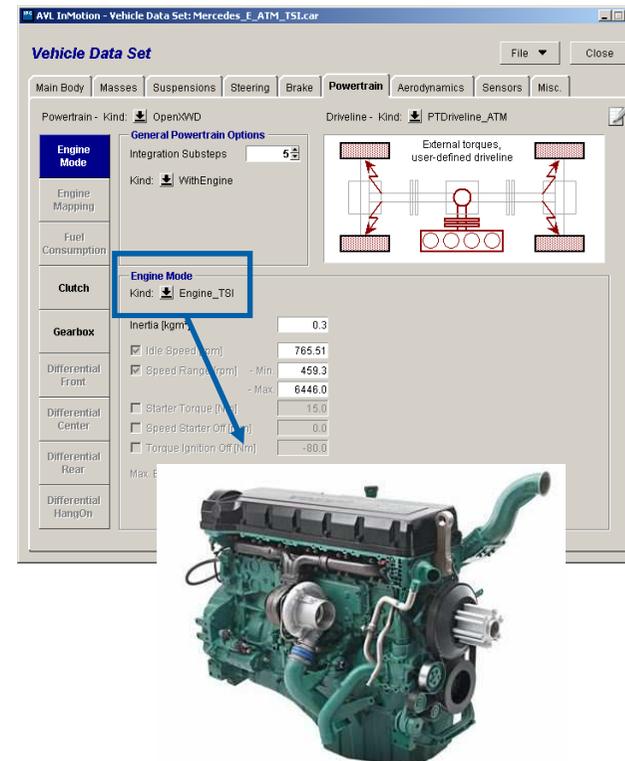


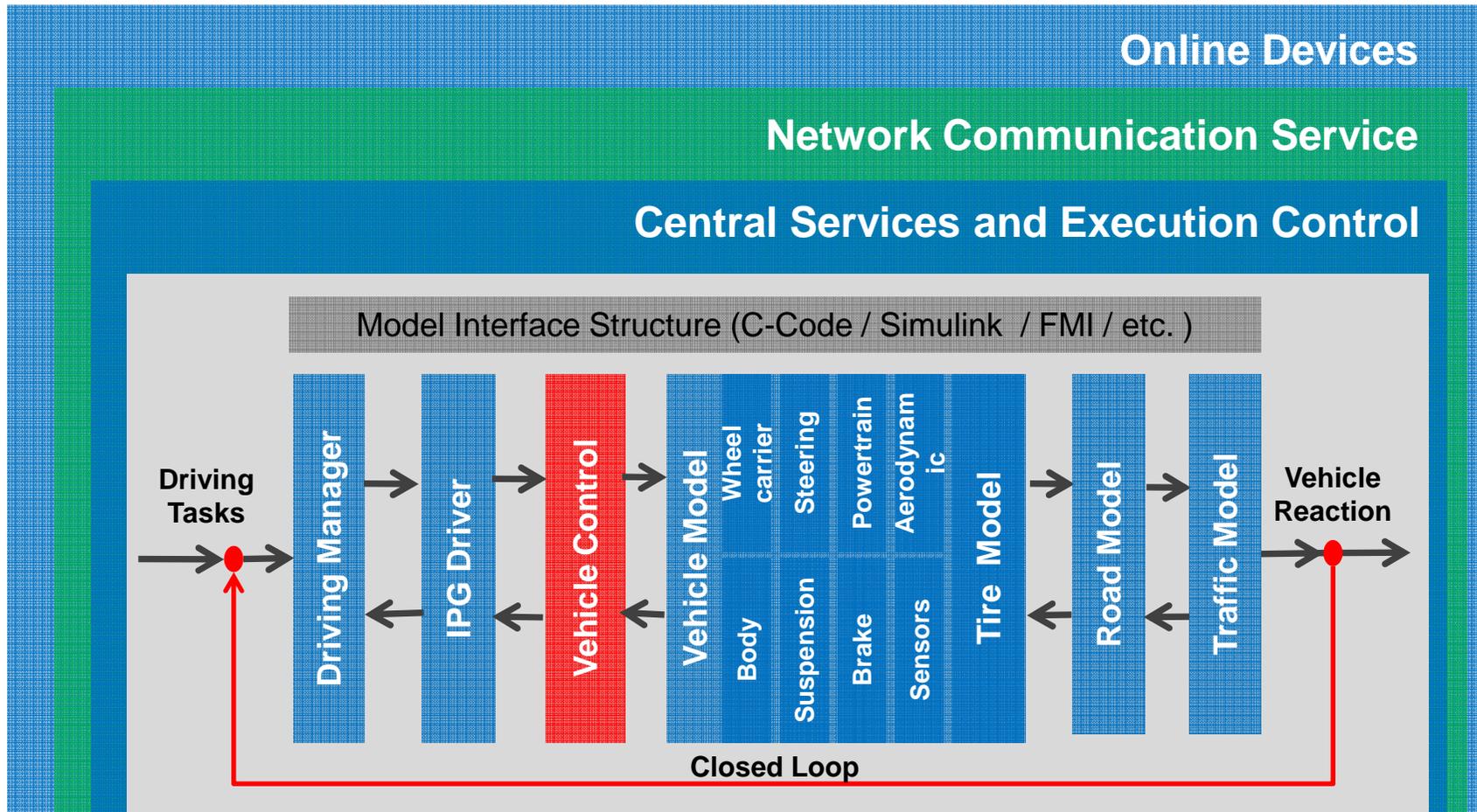
Modellmanager am Beispiel Subsystem Motor

Engine Model: Mapping



Engine Model: Testbed Interface



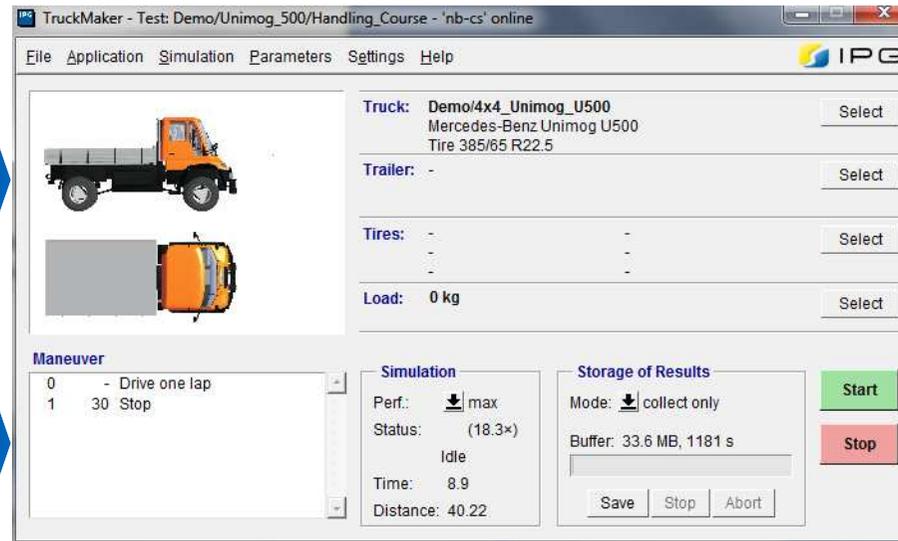




Graphische Auswahlmenüs für alle Funktionen

Anzeige der variablen Lasten

Online Anzeige des Manövers



Auswahl der Parametersätze

Online Start & Stopp der Simulation

Simulationsgeschwindigkeit und Status 0.5, 1, 2, 5 x RT bis max

Interaktive Speicherfunktionen

Typische Beispiele für Testmanöver

- Ladezyklus mit Anbaugerät
- Schiebetrieb mit Anbaugeräte
- Anhängerbetrieb
- Fahren von engen Kurven (Verspannungen im Antriebsstrang)
- Fahren auf Geländestrecke mit starker Längs- und Querneigung
- Fahren auf „matschigem“ Boden (Low-mu und mu-Split)
- Fahren mit hohem Schlupf und veränderlichem Reifendruck
- Fahren über Bodenunebenheiten
- Umkippen bei ausgefahrenem Anbaugerät
- ...



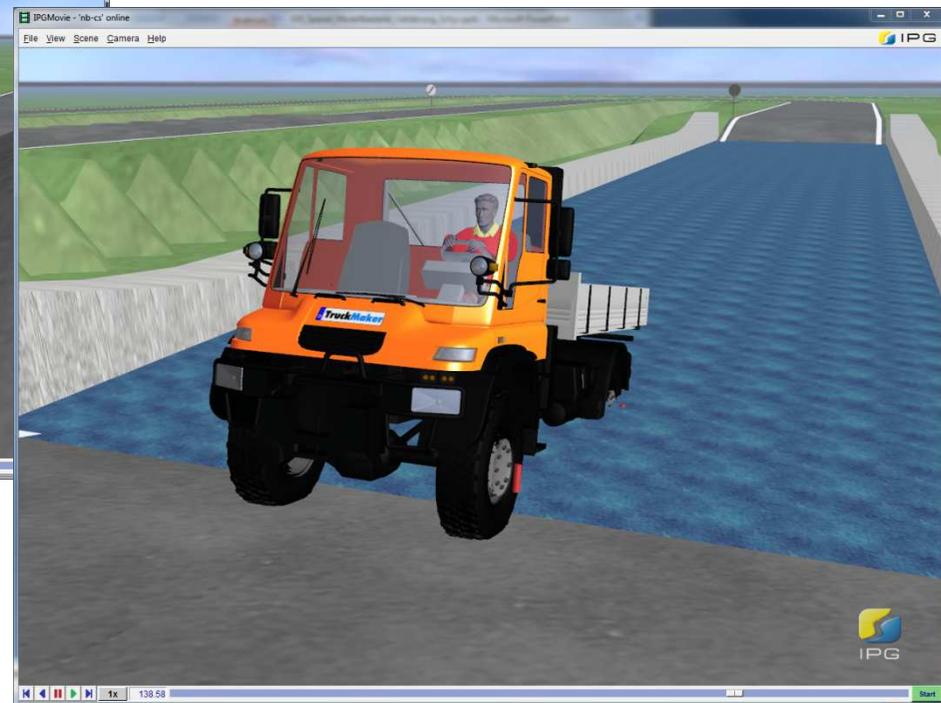
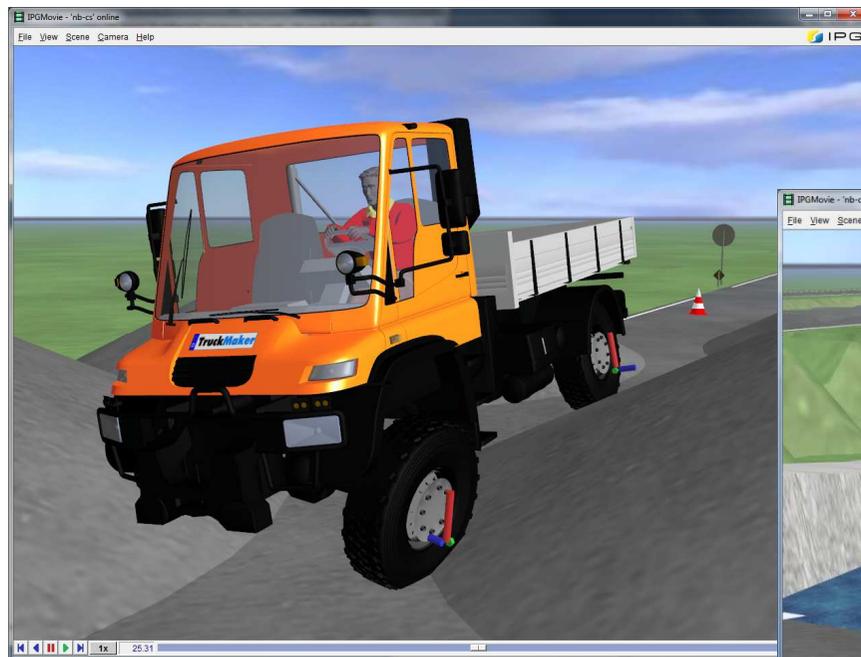
Typische globale Bewertungskriterien

- Fahrleistung
- Arbeitsleistung der Anbaugeräte
- Kraftstoffverbrauch und Emissionen
- Fahrbarkeit
- Fahrkomfort
- Sicherheitsreserven



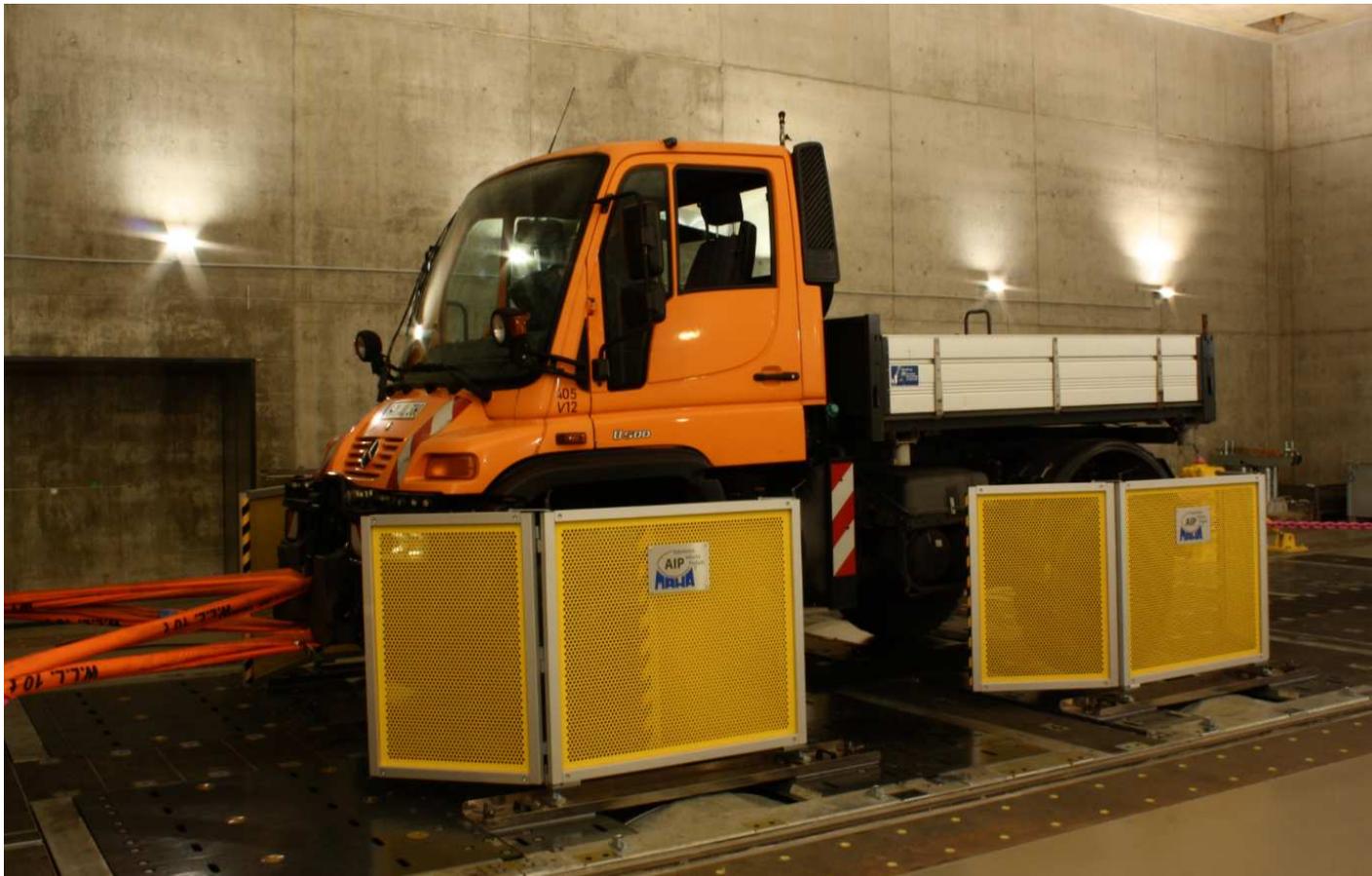


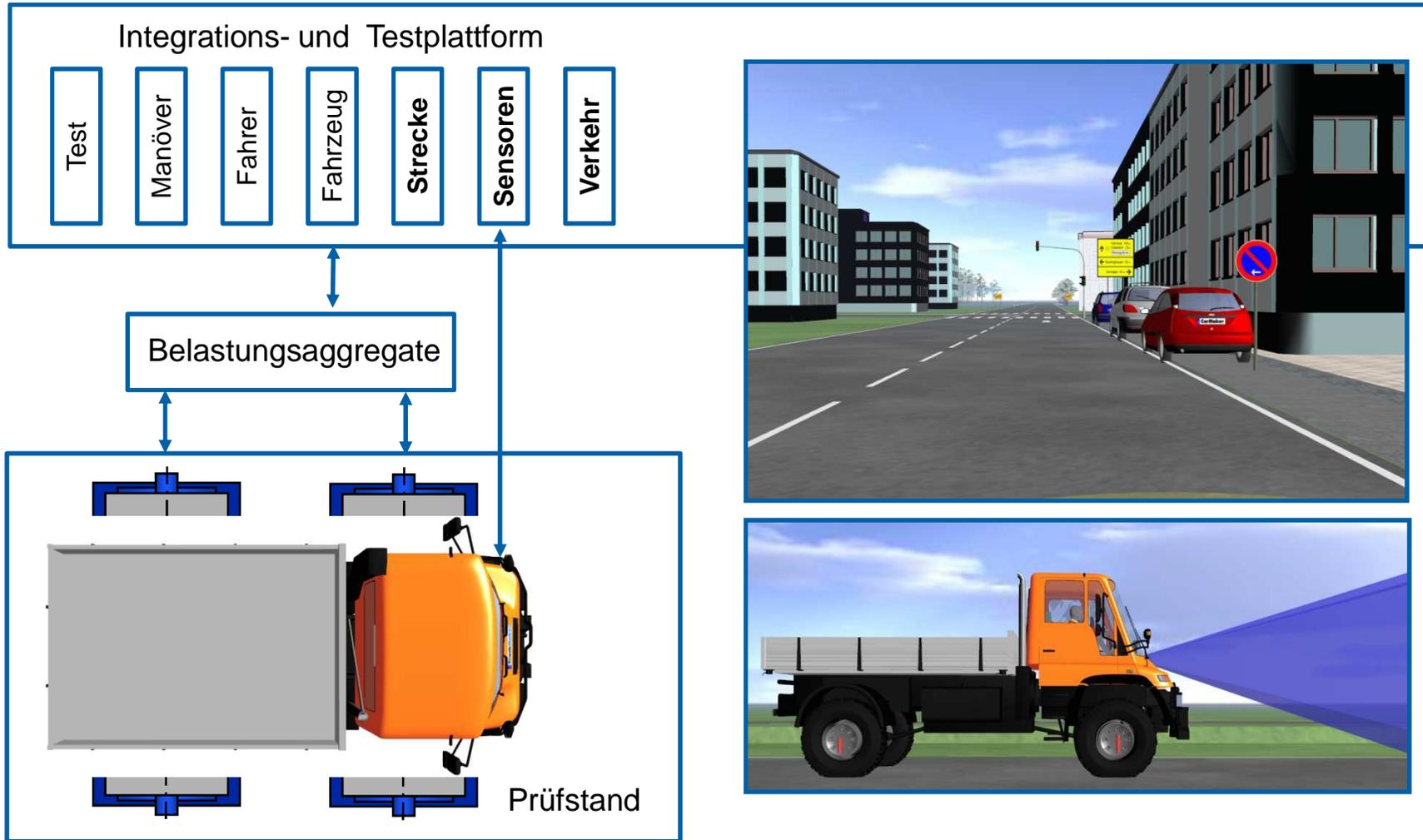
Online-Visualisierung des virtuellen Prototyps

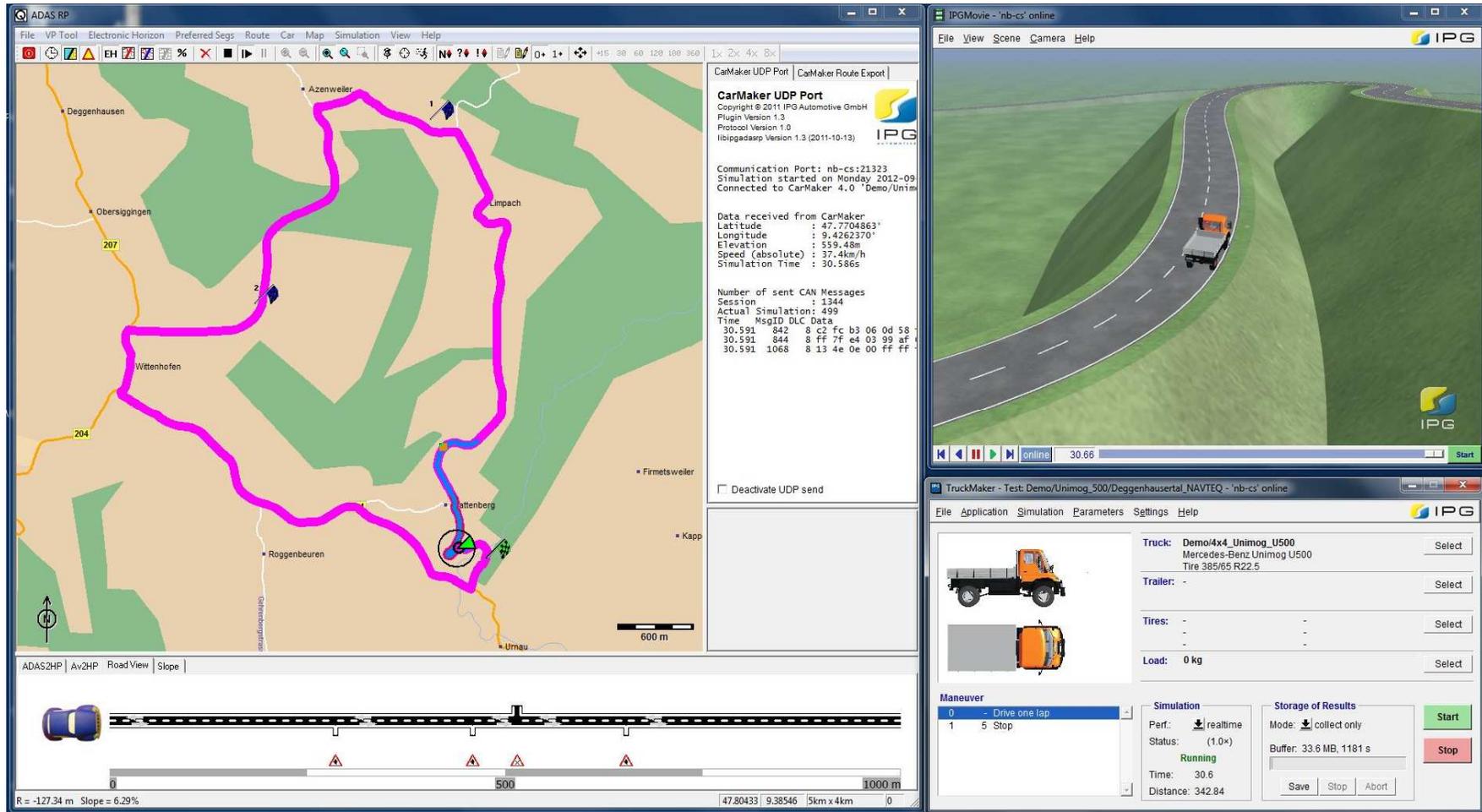




Realer Prototyp am Allrad-Rollenprüfstand





The screenshot displays the IPG ADAS RP simulation environment. The main window shows a 2D map with a pink route and a 3D view of a truck on a road. The interface includes several panels:

- CarMaker UDP Port:**

```

Copyright © 2011 IPG Automotive GmbH
Plugin Version 1.3
Protocol Version 1.0
libipgadsrp Version 1.3 (2011-10-13)

Communication Port: nb-cs:21323
Simulation started on Monday, 2012-09-10 10:00:00
Connected to CarMaker 4.0 'Demo/Unimog'

Data received from CarMaker:
Latitude      : 47.7704863°
Longitude     : 9.4262370°
Elevation     : 559.48m
Speed (absolute) : 37.4km/h
Simulation Time : 30.586s

Number of sent CAN Messages
Session      : 1344
Actual Simulation: 499
Time MsgID DLC Data
30.591 842 8 c2 fc b3 06 0d 58
30.591 844 8 ff 7f e4 03 99 af
30.591 1068 8 13 4e 0e 00 ff ff
        
```
- TruckMaker - Test: Demo/Unimog_500/Deggenhausertal_NAVTEQ - 'nb-cs' online:**
 - Truck: Demo/4x4_Unimog_U500 (Mercedes-Benz Unimog U500)
 - Tire: 385/65 R22.5
 - Trailer: -
 - Tires: -
 - Load: 0 kg
 - Maneuver: 0 - Drive one lap, 1 5 Stop
 - Simulation: Perf.: realtime, Status: (1.0x), Running, Time: 30.6, Distance: 342.84
 - Storage of Results: Mode: collect only, Buffer: 33.6 MB, 1181 s

Zusammenfassung

- Methode der modellbasierten Validierung ermöglicht die effiziente und präzise Analyse der globalen Fahrzeugeigenschaften in allen Phasen des Entwicklungsprozesses.
- Voraussetzung ist ein schneller und robuster Prozeß zur Modellerstellung und -bedatung aus unterschiedlichen Modell- oder Prüfstandumgebungen.
- Erfordert effiziente und domänenübergreifende Verwaltung mittels Produktdaten-Managementsystemen.
- Verfügbarkeit aller relevanten Steuergerätefunktionen als ausführbarer Code (z.B. als AUTOSAR Komponente) oder in einem realem Steuergerät.
- Die Modellstruktur der einzelnen Teilsysteme des Fahrzeugs entspricht den späteren realen Prototypen und ermöglicht so den einfachen Austausch von Modell gegen Realteil am Prüfstand.