

AVL



FORTE - MOSKITO

Projektpräsentation FORTISSIMO

26.4.2022

Prof. Dr. Gerhard Skoff
Dr. Philippe Nitsche



 Bundesministerium
Landesverteidigung

 Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus

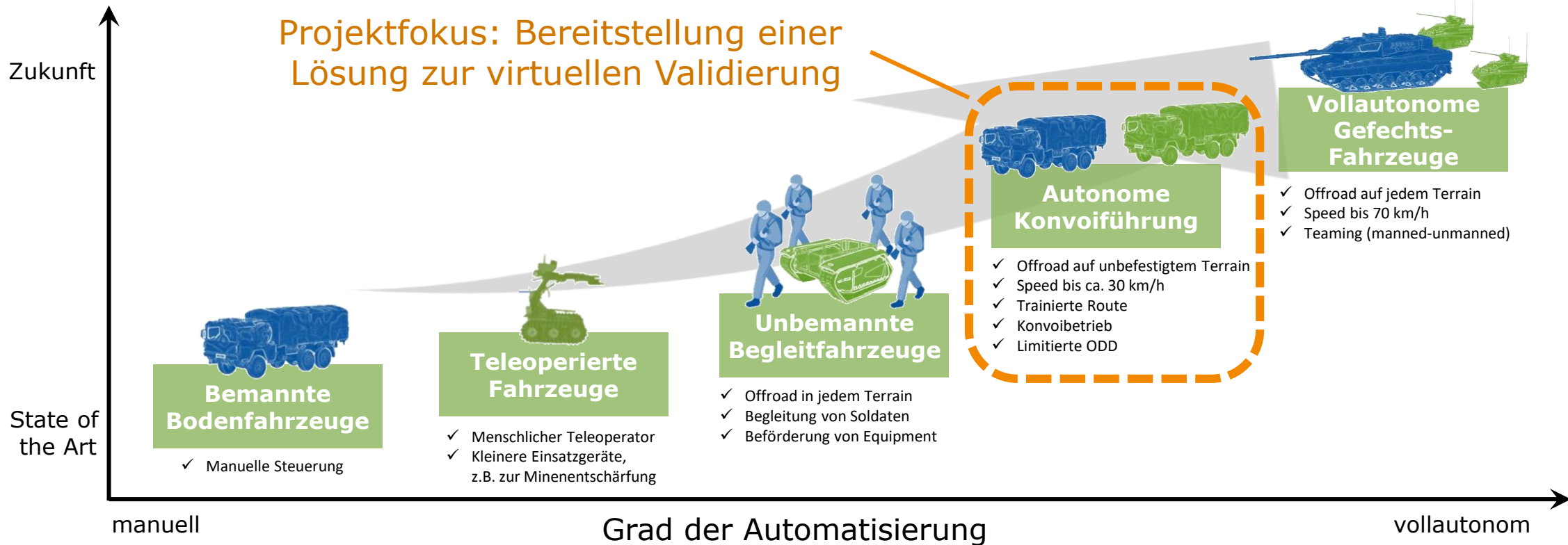


Anwendungsfälle und State of the Art



Bundesministerium
Landesverteidigung

Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus



Projektziele und Eckdaten



Bundesministerium
Landesverteidigung

Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus



Hauptziel:

- Aufbau einer **Simulationsumgebung** für das virtuelle Testen autonomer Fahrzeugsysteme
- In **halb- und unbefestigtem Gelände**
- **Keine emittierende Sensorik** (d.h. nur Kamera und Odometrie)

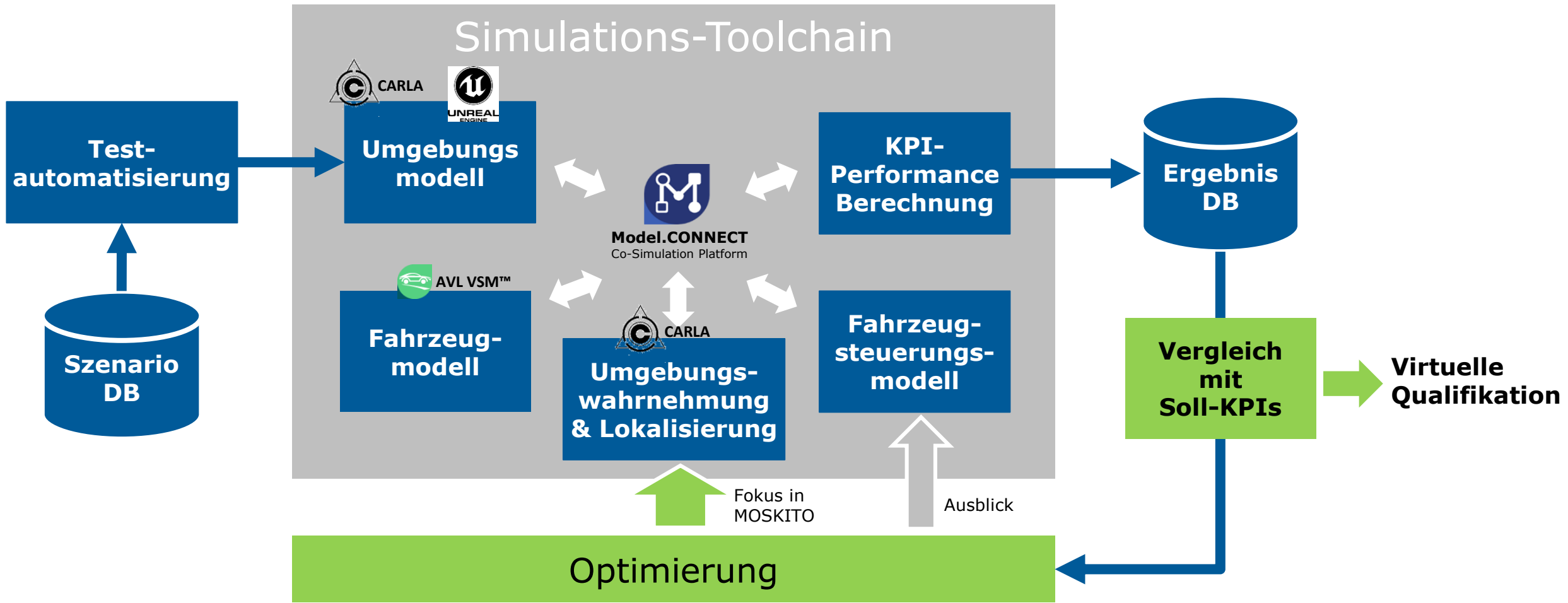
FTI-Initiative:	FORTE	
Langtitel des Projekts:	Modulare und offene Toolkette zur Simulation einer semi-autonomen Konvoiführung mit nicht-emittierender Sensorik	
Kurztitel des Projekts:	MOSKITO	
Bieter:	AVL List GmbH	
Projektpartner:	Bundesministerium für Landesverteidigung	
Projektschwerpunkt :	4.2.4 Robotics - Unbemannte Systeme und Schutz gegen UAV Bedrohungen	
Laufzeit des Projekts:	Laufzeit von 08.20 bis 04.22	22 Monate

Gesamtsystemarchitektur in MOSKITO



Bundesministerium
Landesverteidigung

Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus



Erstellung eines Fahrzeugmodells (digitaler Zwilling)



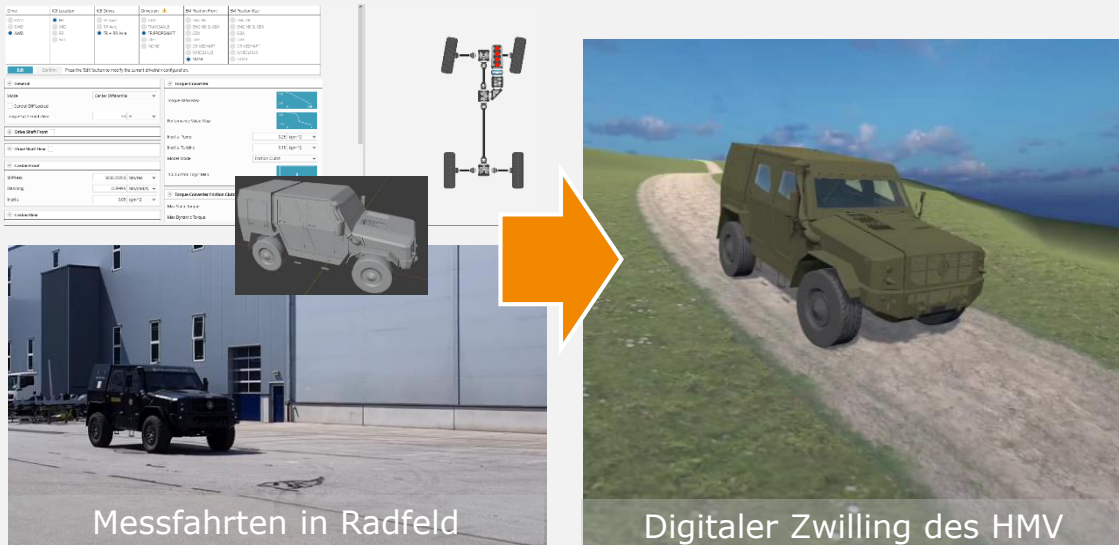
Bundesministerium
Landesverteidigung

Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus



METHODIK

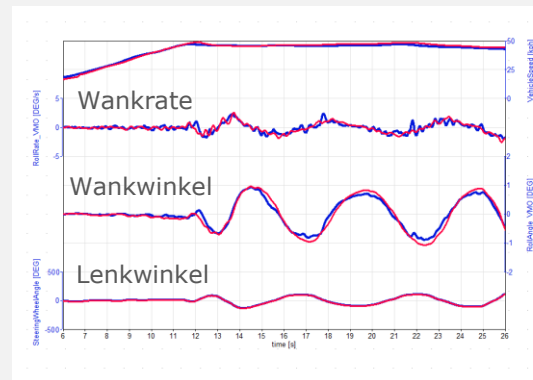
- ✓ Erstellung eines Fahrdynamikmodells mit AVL VSM™
- ✓ Erstellung eines 3D-Modells für die Simulation
- ✓ Messfahrten bei Fa. Achleitner in Radfeld zur Aufzeichnung von Fahrdynamikdaten des HMV
- ✓ Validierung und Korrelation des Modells mit Realdaten



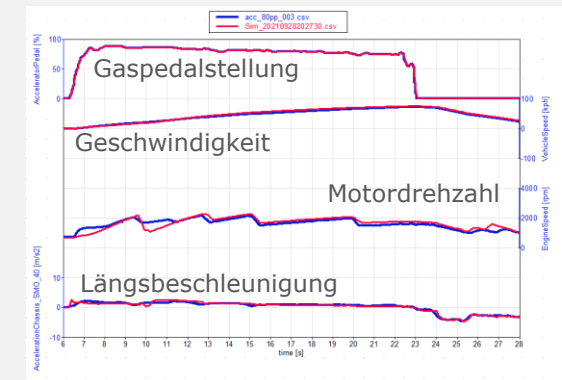
ERGEBNISSE

— Realfahrt
— Simulation

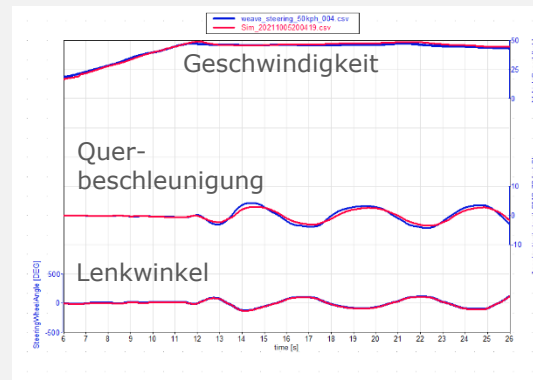
Querdynamik (Wedelversuch)



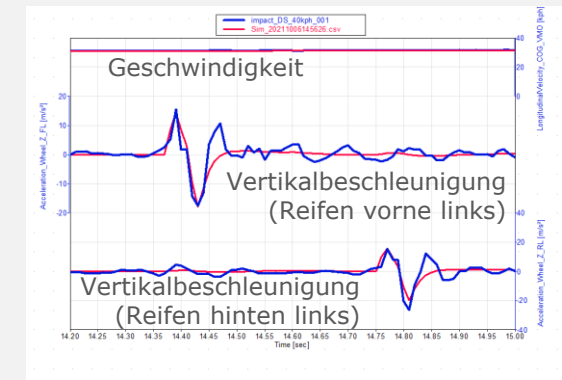
Längsdynamik



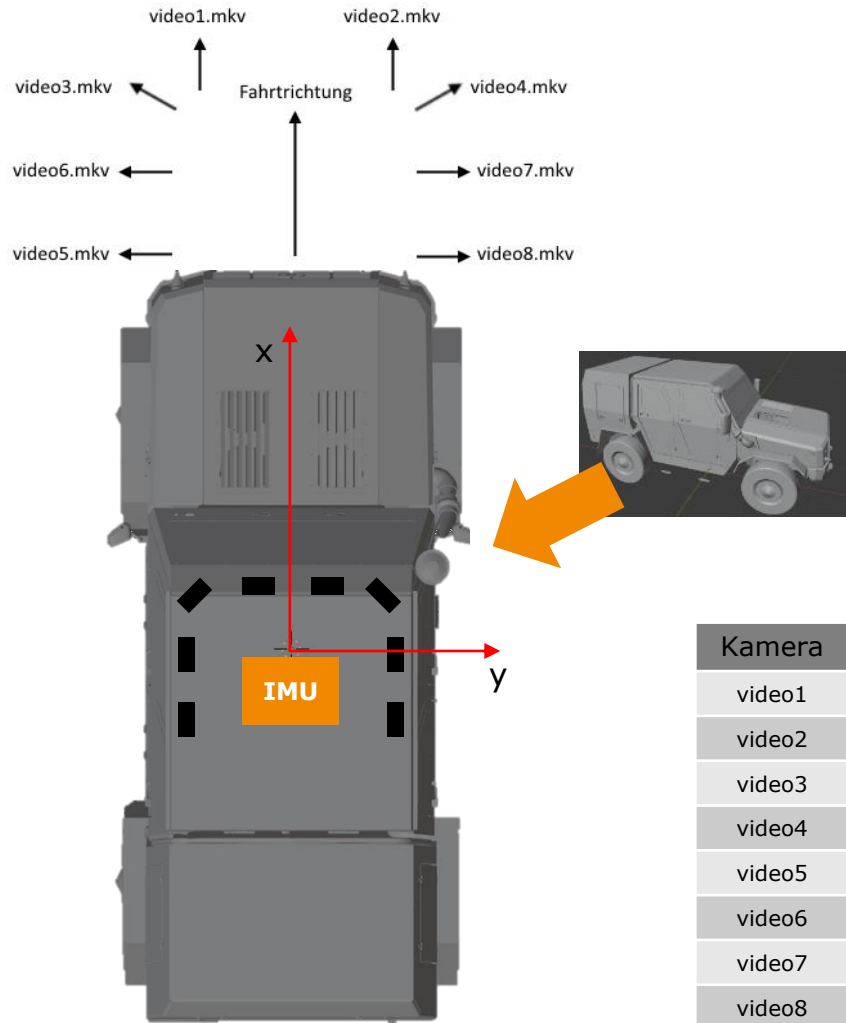
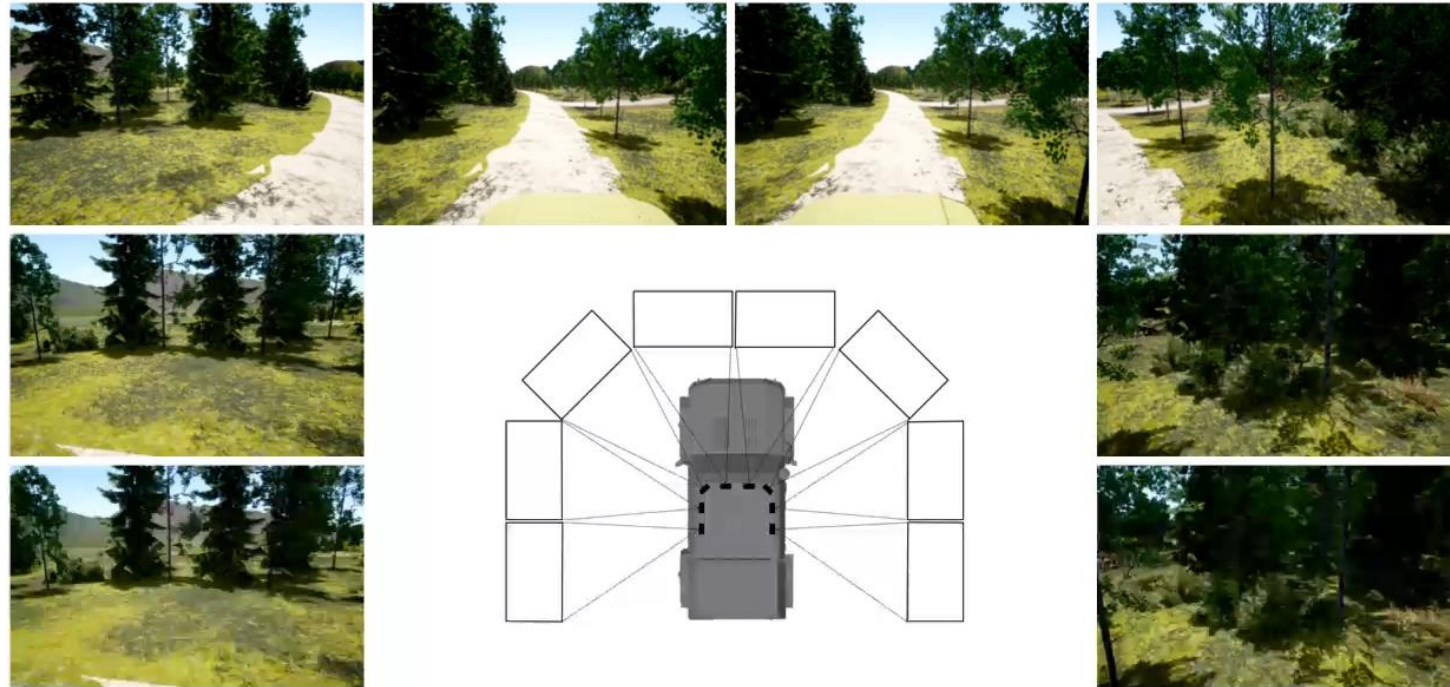
Querdynamik (Wedelversuch)



Vertikaldynamik



Modellierung der Kamerasensorik und IMU



Kamera	Extrinsische Kamera-Parameter						Intrinsische Kamera-Parameter		
	X	Y	Z	Roll	Pitch	Yaw	Image-Size	Abtastrate	FOV-Horizontal
video1	0,5 m	-0,25 m	2,5 m	0 deg	-10 deg	0 deg	1920x1208 px	30 Hz	60 deg
video2	0,5 m	0,25 m	2,5 m	0 deg	-10 deg	0 deg	1920x1208 px	30 Hz	60 deg
video3	0,5 m	-0,5 m	2,5 m	0 deg	-10 deg	-45 deg	1920x1208 px	30 Hz	100 deg
video4	0,5 m	0,5 m	2,5 m	0 deg	-10 deg	45 deg	1920x1208 px	30 Hz	100 deg
video5	-0,5 m	-0,5 m	2,5 m	0 deg	-10 deg	-90 deg	1920x1208 px	30 Hz	100 deg
video6	0 m	-0,5 m	2,5 m	0 deg	-10 deg	-90 deg	1920x1208 px	30 Hz	100 deg
video7	0 m	0,5 m	2,5 m	0 deg	-10 deg	90 deg	1920x1208 px	30 Hz	100 deg
video8	-0,5 m	0,5 m	2,5 m	0 deg	-10 deg	90 deg	1920x1208 px	30 Hz	100 deg

Entwicklung des Umgebungsmodells



Bundesministerium
Landesverteidigung

Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus



Detaillierte Modellierung der
Umgebung in UnrealEngine 4
(Landschaft, Oberfläche,
Objekte, Fahrzeuge,
Hindernisse, Wetter, Licht etc.)



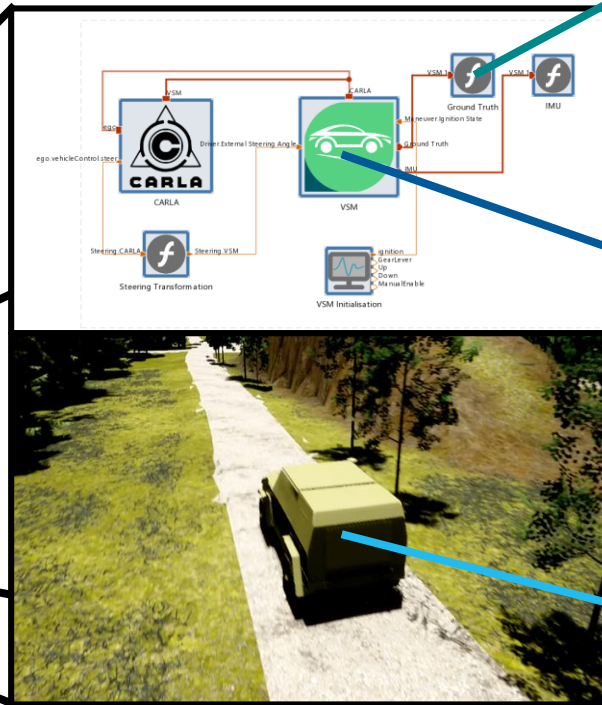
Automatisierte Testausführung

Virtuelle IMU-Daten Virtuelle Ground-Truth-Daten

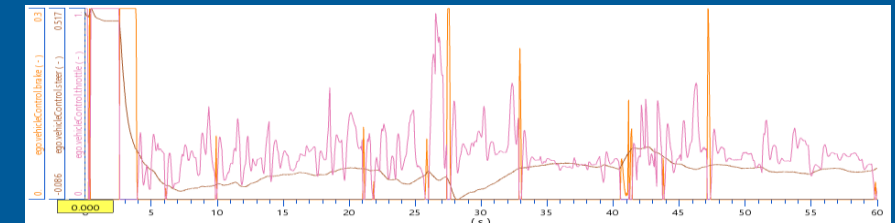


Time s	Drehrate_x deg/s	Drehrate_y deg/s	Drehrate_z deg/s	Beschleunigung_x m/s ²	Beschleunigung_y m/s ²	Beschleunigung_z m/s ²
0.012	-0.018762	-0.011798	-0.00364	0.017409	-0.179779	9.806599
0.014	-0.018762	-0.011798	-0.00364	0.017409	-0.179779	9.806599
0.016	-0.018762	-0.011798	-0.00364	0.017409	-0.179779	9.806599
0.018	-0.018762	-0.011798	-0.00364	0.017409	-0.179779	9.806599
0.02	-0.018762	-0.011798	-0.00364	0.017409	-0.179779	9.806599
0.022	-0.049731	-0.034797	-0.010067	0.036051	-0.186068	9.806234
0.024	-0.049731	-0.034797	-0.010067	0.036051	-0.186068	9.806234
0.026	-0.049731	-0.034797	-0.010067	0.036051	-0.186068	9.806234
0.028	-0.049731	-0.034797	-0.010067	0.036051	-0.186068	9.806234
0.03	-0.049731	-0.034797	-0.010067	0.036051	-0.186068	9.806234
0.032	-0.118008	-0.131733	-0.0202	0.050829	-0.255783	10.357576
0.034	-0.118008	-0.131733	-0.0202	0.050829	-0.255783	10.357576
0.036	-0.118008	-0.131733	-0.0202	0.050829	-0.255783	10.357576
0.038	-0.118008	-0.131733	-0.0202	0.050829	-0.255783	10.357576
0.04	-0.118008	-0.131733	-0.0202	0.050829	-0.255783	10.357576

Testautomatisierung Simulation



Fahrdynamik (z.B. Raddrehzahlen, Beschleunigungen etc.)



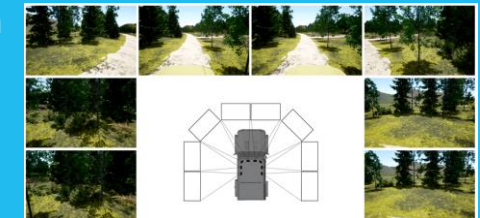
Szenarien Datenbank

Nr.	Szenarien	Fahrzeug-geschwindigkeit (km/h)	Wetter	Sonnenpositionen	Oberfläche	Kombinationen
1	Referenz: Geradeaus-Fahrt Geradeaus-Fahrt [1 m versetzt]	15	Sonnig	Zenit	Trocken	2
2	Enge Kurvenfahrt (90°)	10, 15, 20	Bewölkt, regnerisch, sonnig	Sonnenaufgang, Sonnenuntergang, Zenit	Trocken, nass	54
3	Ausweichen vor starren Objekten auf dem Fahrweg	10, 15, 20	Bewölkt, regnerisch, sonnig	Sonnenaufgang, Sonnenuntergang, Zenit	Trocken, nass	54
4	Fahrt bei hoher Steigung auf Klippe	10, 15, 20	Bewölkt, regnerisch, sonnig	Sonnenaufgang, Sonnenuntergang, Zenit	Trocken, nass	54
5	Schrägfahrten bei hoher Querneigung	10, 15, 20	Bewölkt, regnerisch, sonnig	Sonnenaufgang, Sonnenuntergang, Zenit	Trocken, nass	54
6	Überfahren von Ueberbäumen (Sinus-längs)	10, 15, 20	Bewölkt, regnerisch, sonnig	Sonnenaufgang, Sonnenuntergang, Zenit	Trocken, nass	54
Summe der Simulationen						272



Virtuelle Kamera-Daten

~ 300 MB/Kamerastream
~ 2400 MB/Szenario
~ 650 GB Kameradaten für alle 272 Simulationen



Ausführung von 6 Simulationsszenarien



Bundesministerium
Landesverteidigung

Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus



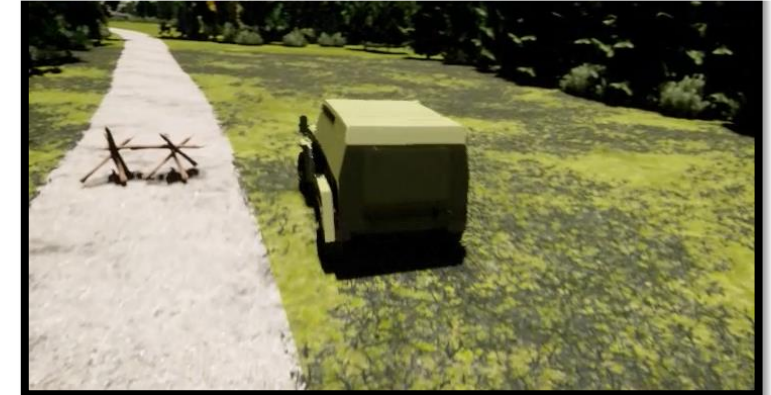
Geradausfahrt auf Pfad (Referenz)



Enge Kurvenfahrt (90 deg)



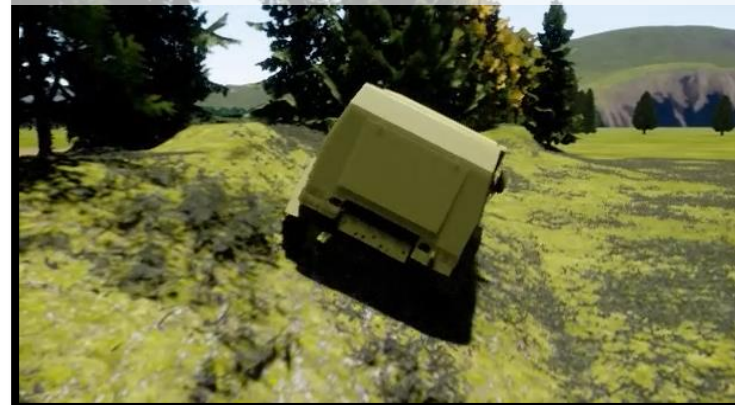
Ausweichen bei Hindernis



Fahrt bei Steigung/Gefälle (60/80%)



Fahrt bei hoher Querneigung



Sinuswellen-Überfahrt

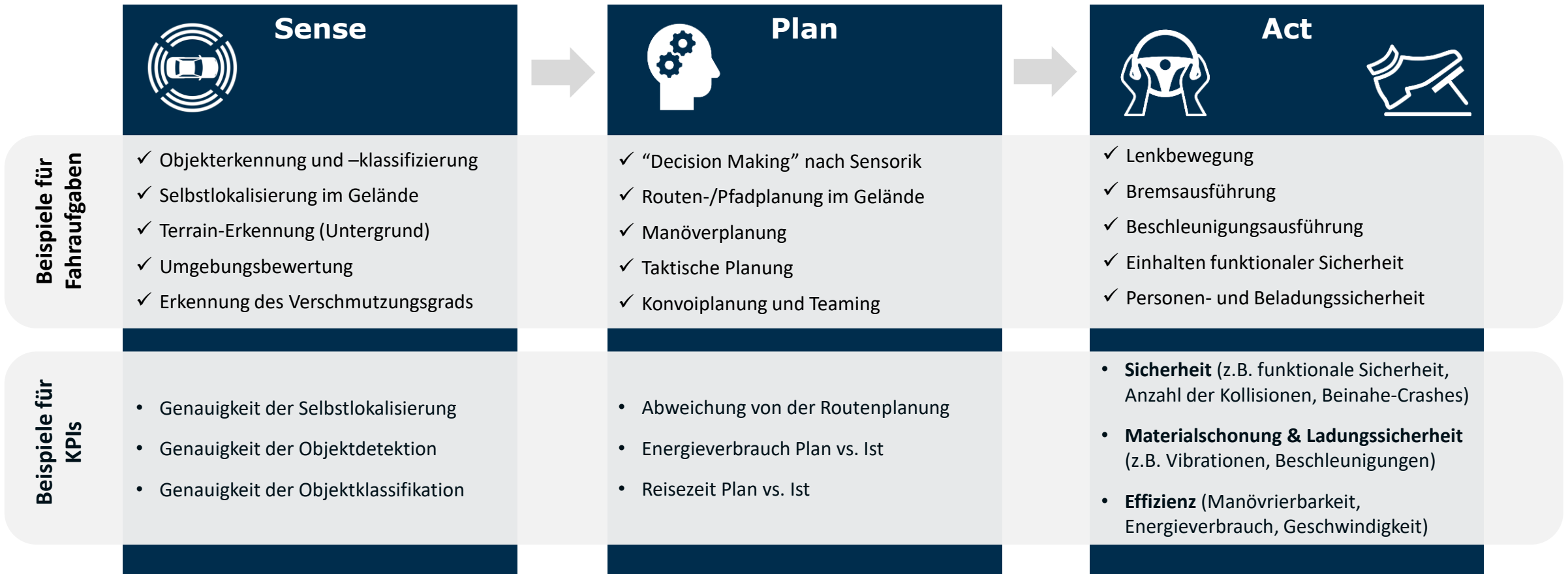


KPI-Beispiele aus der Wirkkette des autonomen Fahrens



Bundesministerium
Landesverteidigung

Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus



Ausblick und Folgeprojekt

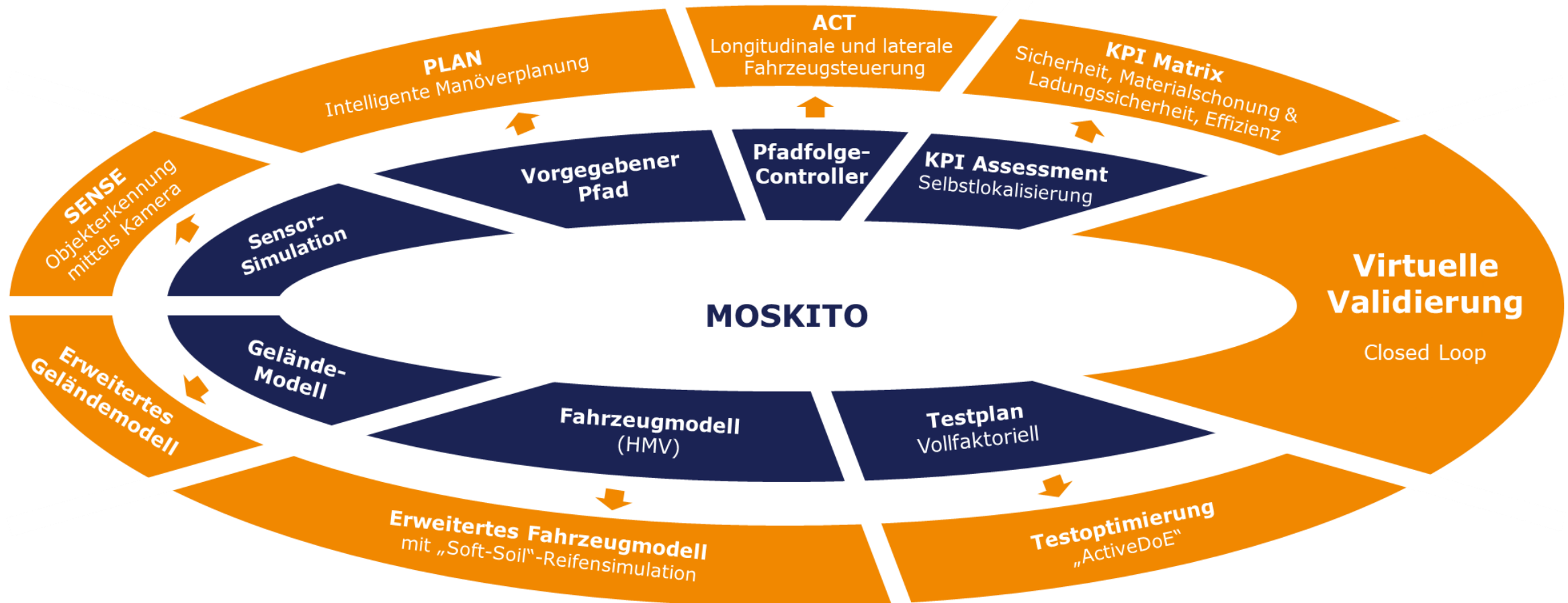


Bundesministerium
Landesverteidigung

Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus



VIVALDI



Thank you



www.avl.com