

AVL



# FORTE - MOSKITO

Projektpräsentation FORTISSIMO

26.4.2022

Prof. Dr. Gerhard Skoff  
Dr. Philippe Nitsche



 Bundesministerium  
Landesverteidigung

 Bundesministerium  
Landwirtschaft, Regionen  
und Tourismus

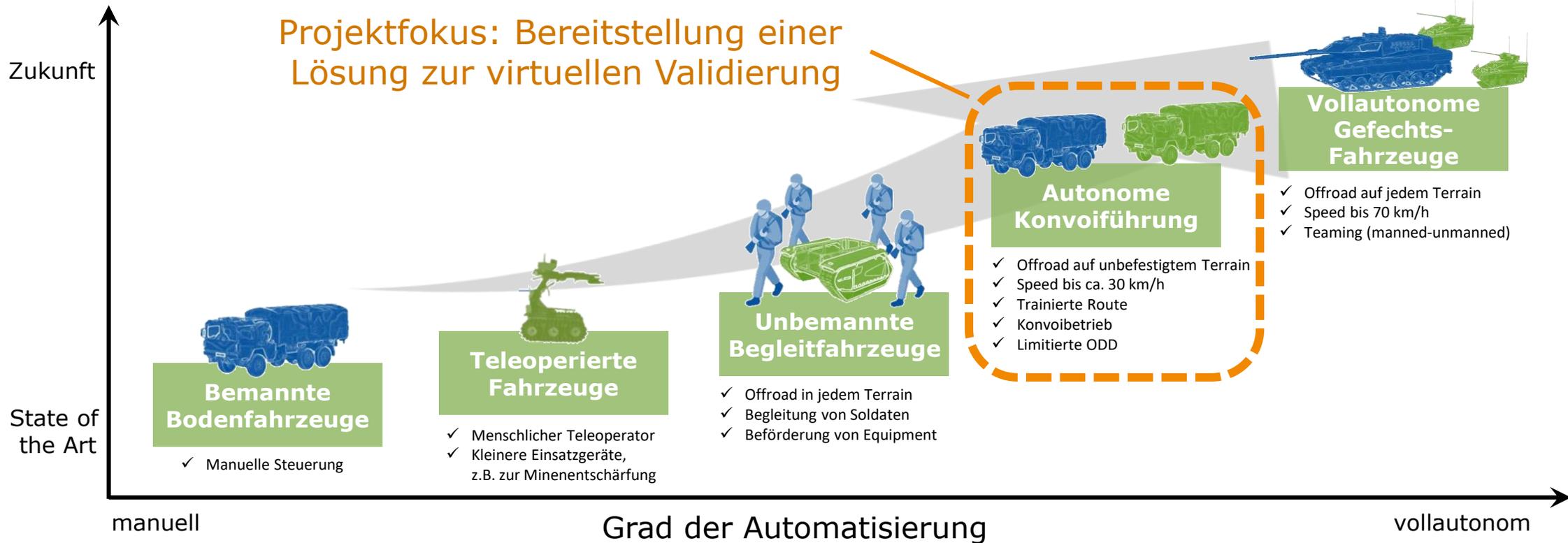


# Anwendungsfälle und State of the Art



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)

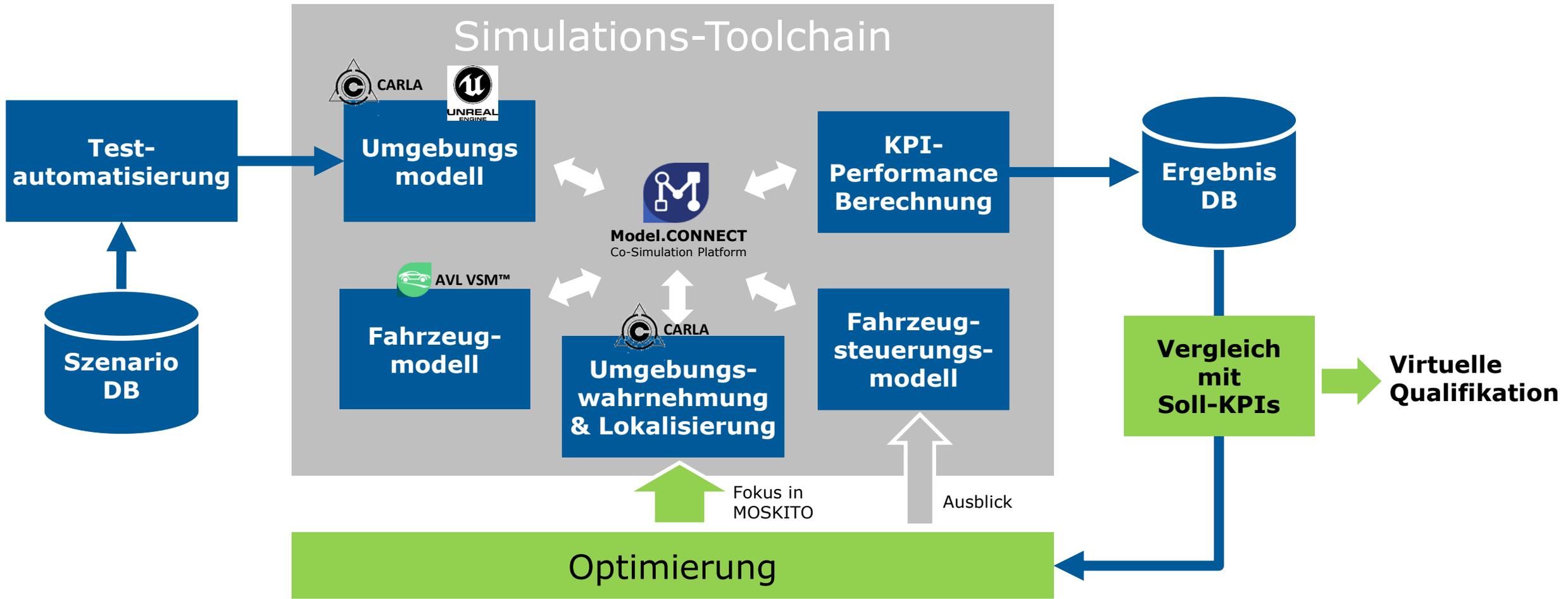
<b>FTI-Initiative:</b>	FORTE	
<b>Langtitel des Projekts:</b>	Modulare und offene Toolkette zur Simulation einer semi-autonomen Konvoiführung mit nicht-emittierender Sensorik	
<b>Kurztitel des Projekts:</b>	MOSKITO	
<b>Bieter:</b>	AVL List GmbH	
<b>Projektpartner:</b>	Bundesministerium für Landesverteidigung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

# Gesamtsystemarchitektur in MOSKITO



Bundesministerium  
Landesverteidigung

Bundesministerium  
Landwirtschaft, Regionen  
und Tourismus



# Erstellung eines Fahrzeugmodells (digitaler Zwilling)



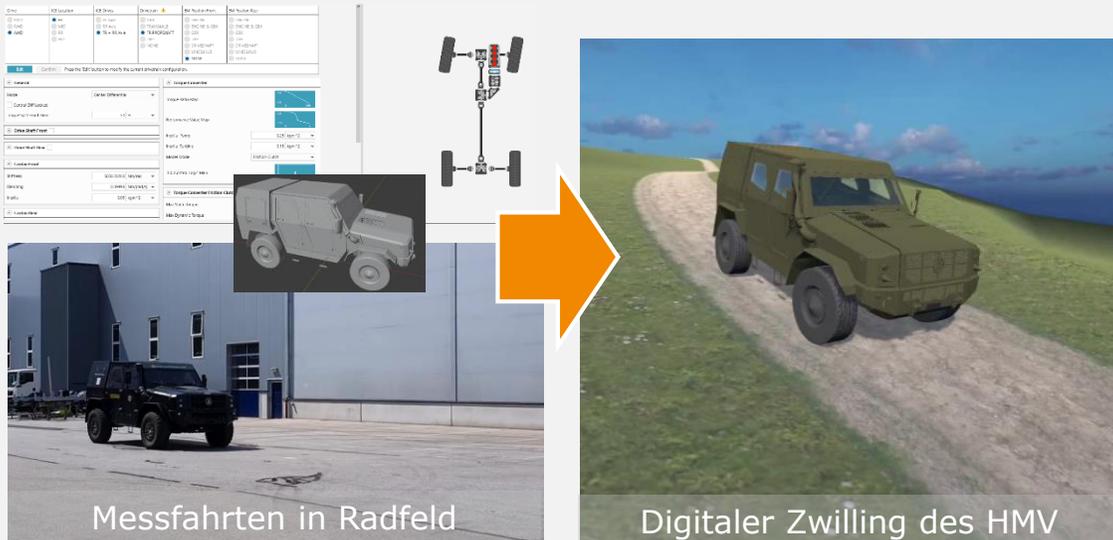
Bundesministerium  
Landesverteidigung

Bundesministerium  
Landwirtschaft, Regionen  
und Tourismus



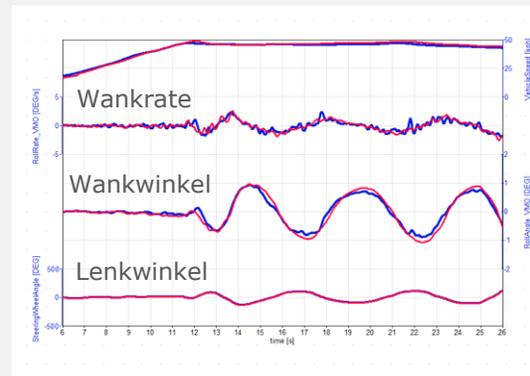
## METHODIK

- ✓ 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

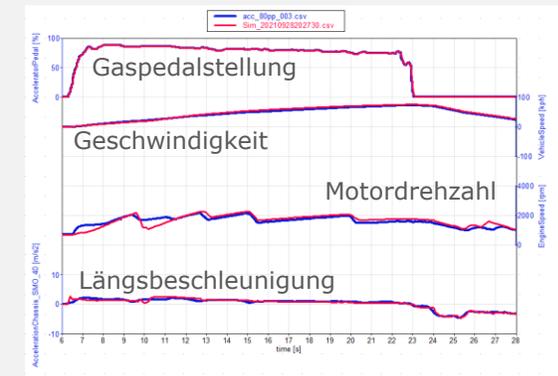


## ERGEBNISSE

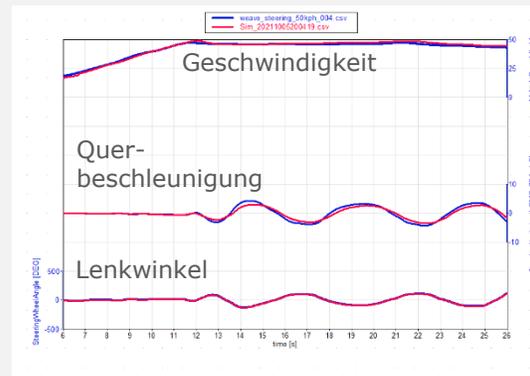
### Querdynamik (Wedelversuch)



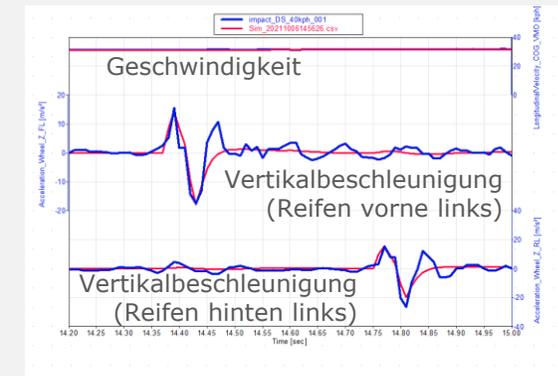
### Längsdynamik



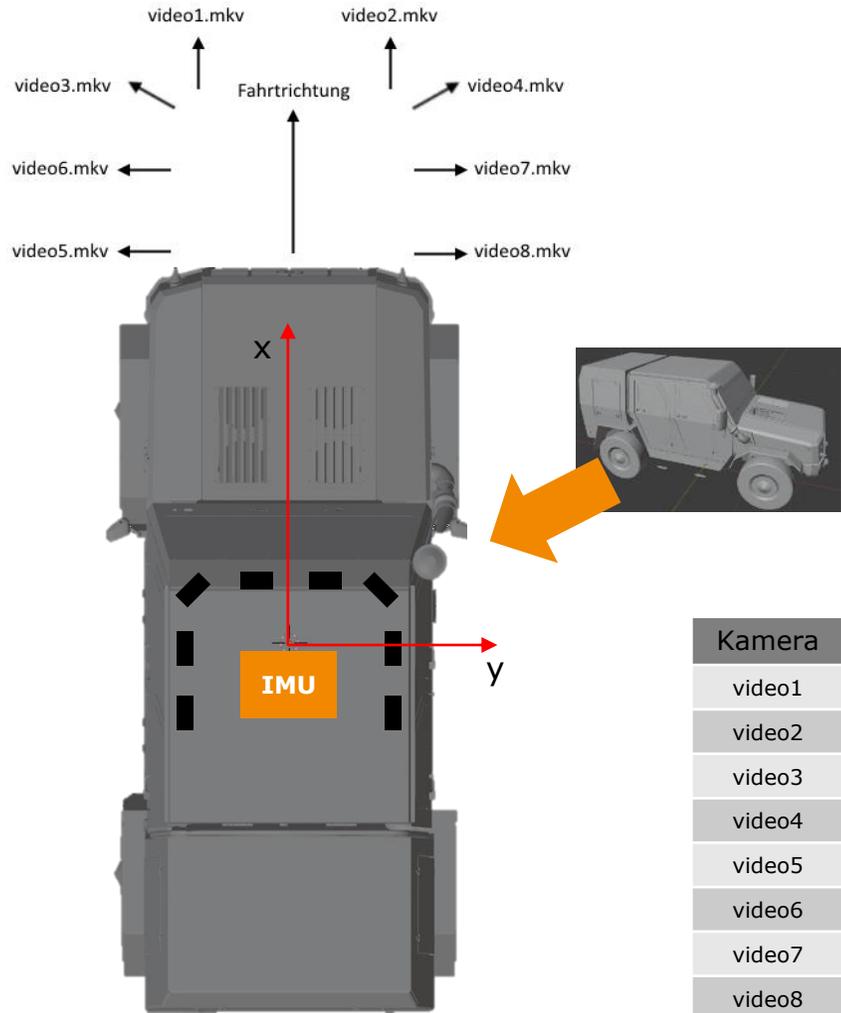
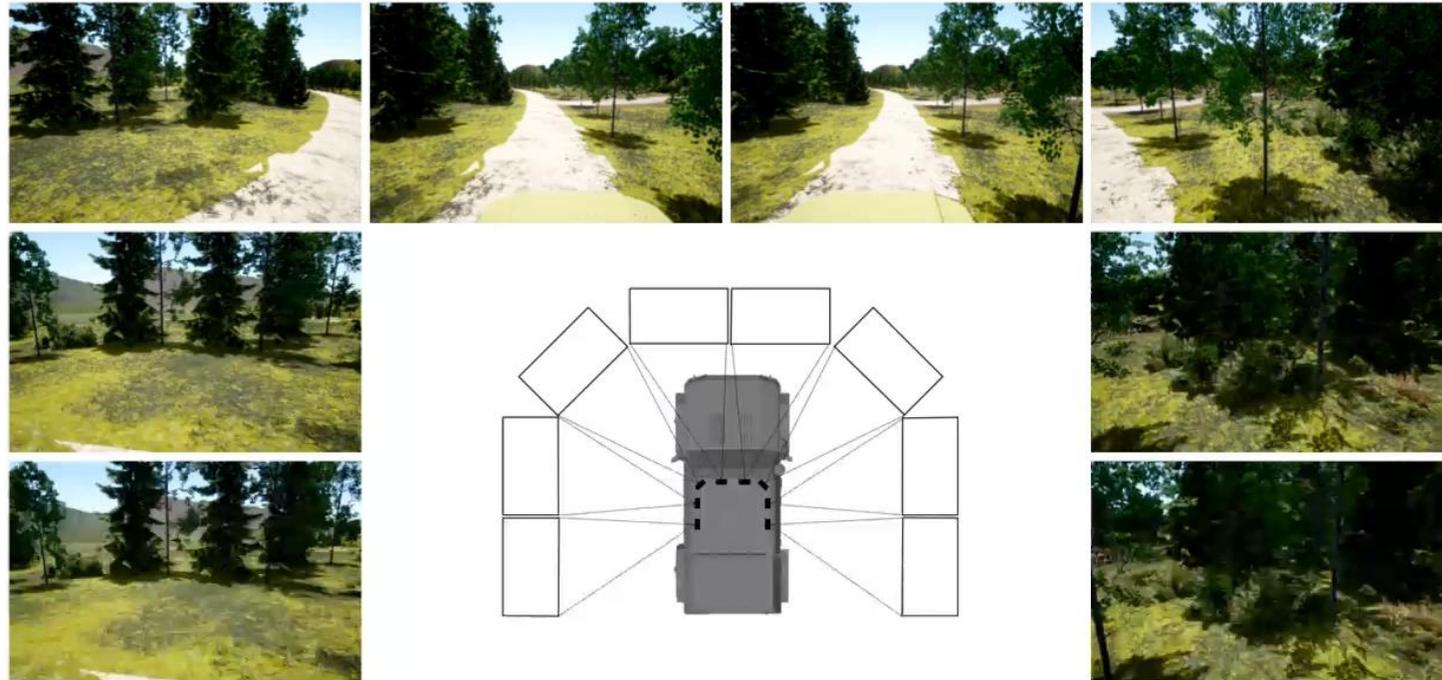
### Querdynamik (Wedelversuch)



### 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



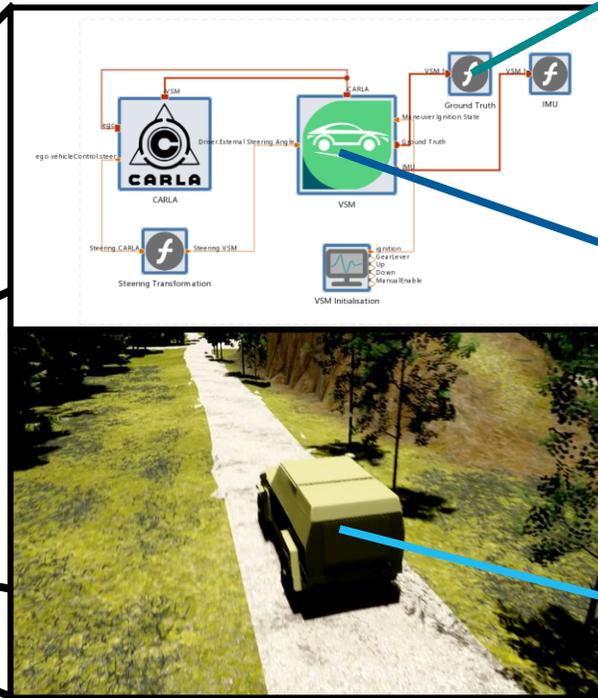
Time s	Drehrate_x deg/s	Drehrate_y deg/s	Drehrate_z deg/s	Beschleunigung_x m/s <sup>2</sup>	Beschleunigung_y m/s <sup>2</sup>	Beschleunigung_z m/s <sup>2</sup>
0.012	-0.018762	-0.011798	-0.00364	0.017409	-0.179779	9.806599
0.014	-0.018762	-0.011798	-0.00364	0.017409	-0.179779	9.806599
0.016	-0.018762	-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

## Szenarien Datenbank

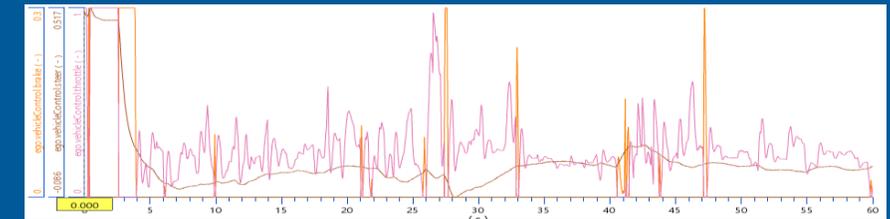
Nr.	Szenarien	Fahrzeug-geschwindigkeit (km/h)	Wetter	Sonnenpositionen	Oberfläche	Kombinationen
1	Referenz: Geradeaus-Fahrt Geradeaus-Fahrt [1 m versetzt]	15	Sonnig	Zenit	Trocken	2
2	Enge Kurvenfahrt (90°)	10, 15, 20	Bewölkt, regnerisch, sonnig	Sonnenaufgang, Sonnenuntergang, Zenit	Trocken, nass	54
3	Ausweichen vor starren Objekten auf dem Fahrgeweg	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



## Testautomatisierung Simulation

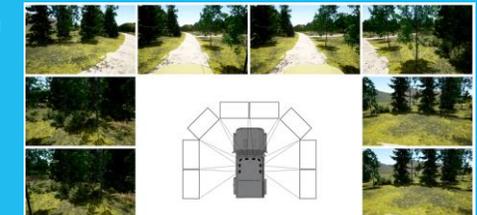


## Fahrdynamik (z.B. Raddrehzahlen, Beschleunigungen etc.)



## 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

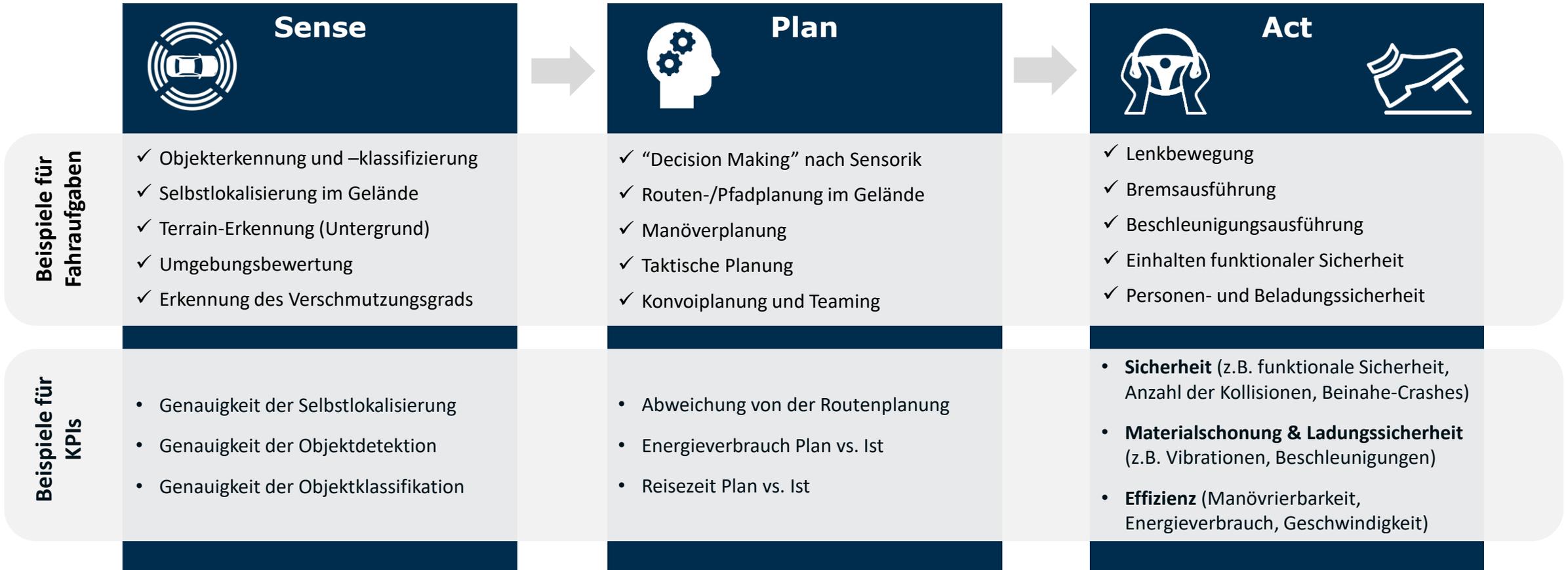


# KPI-Beispiele aus der Wirkkette des autonomen Fahrens



Bundesministerium  
Landesverteidigung

Bundesministerium  
Landwirtschaft, Regionen  
und Tourismus



# Ausblick und Folgeprojekt

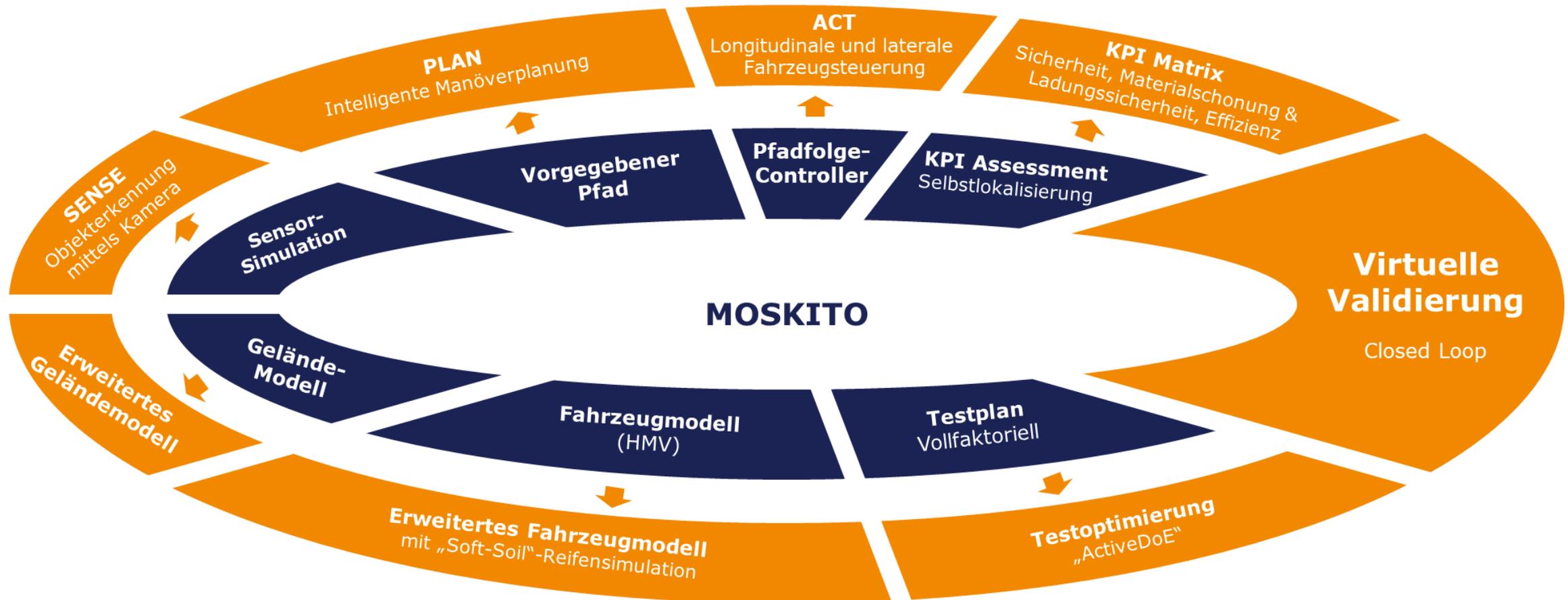


Bundesministerium  
Landesverteidigung

Bundesministerium  
Landwirtschaft, Regionen  
und Tourismus



## VIVALDI



Thank you



[www.avl.com](http://www.avl.com)