



# REVEALING CHALLENGES FOR AUTOMOTIVE INTERFACE TESTING IN THE APPLICATION OF CONNECTIVITY SYSTEMS

ALEXANDER GALLASCH – BMW AG

PROF. DR. ALEXANDER PRINZ – OTH AMBERG-WEIDEN EHEM. BMW AG

HANXIANG ZHU – BMW AG

# INHALTE DER HEUTIGEN VORSTELLUNG.



## 1. Problematik steigender Systemkomplexität und Funktionsumfang sowie Lösungsansatz.

- Herausforderung: Steigender Funktionsumfang und Systemkomplexität.
- Aktuelle Absicherungsmethoden skalieren nicht.
- Lösungsansatz: Schnittstellentests mit KI generierten Modelldaten.

## 2. Teststrategie und Anwendung am Beispiel V2N.

- Überblick über V2X Anwendungen und Beispiel V2N.
- Systemfreischnitt und Tests mittels KI basierten Schnittstellentests.
- Anwendung von KI-Algorithmen mit erhobenen Testdaten.
- Schnittstellentests mittels HiL-Testansatz.



**Vernetzung (V2N) als Schlüsseltechnologie zur Realisierung innovativer, vernetzter und intelligenter Fahrzeugfunktionen.**

**Neue Teststrategien: KI und Schnittstellentests.**

STEIGENDER FUNKTIONSUMFANG UND SYSTEMKOMPLEXITÄT ERFORDERN NEUE ABSICHERUNGSMETHODEN UM DIE QUALITÄT UND WIRTSCHAFTLICHKEIT SICHERZUSTELLEN.

## Funktionsumfang und Systemkomplexität nehmen zu!



### 2004-2010

- Notruf
- BMW Online
- Remote Services
- Fest verbaute SIM Karten
- I-Drive Bedienkonzept
- Headup Display

### 2010-2018

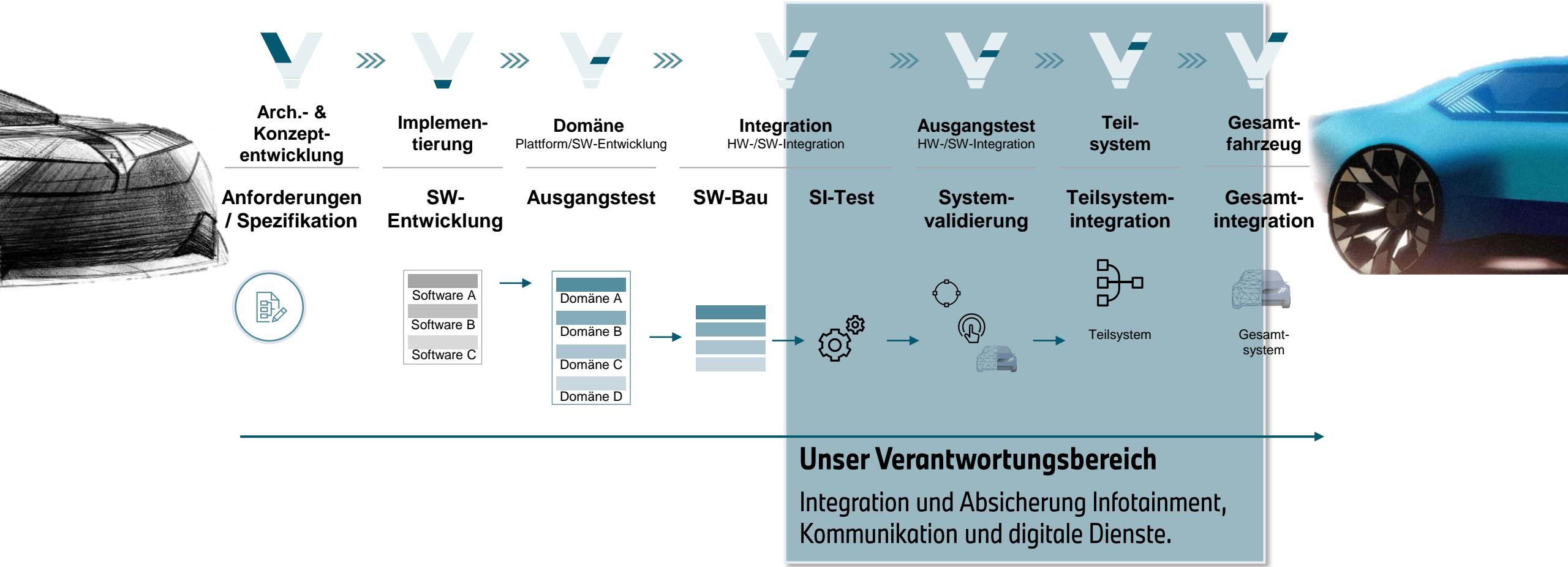
- Remote 3D View
- Charging Services
- BMW Music
- In Car Store
- Connected Drive Rollout in 45 Länder
- Mobile APPs

### 2018-2025

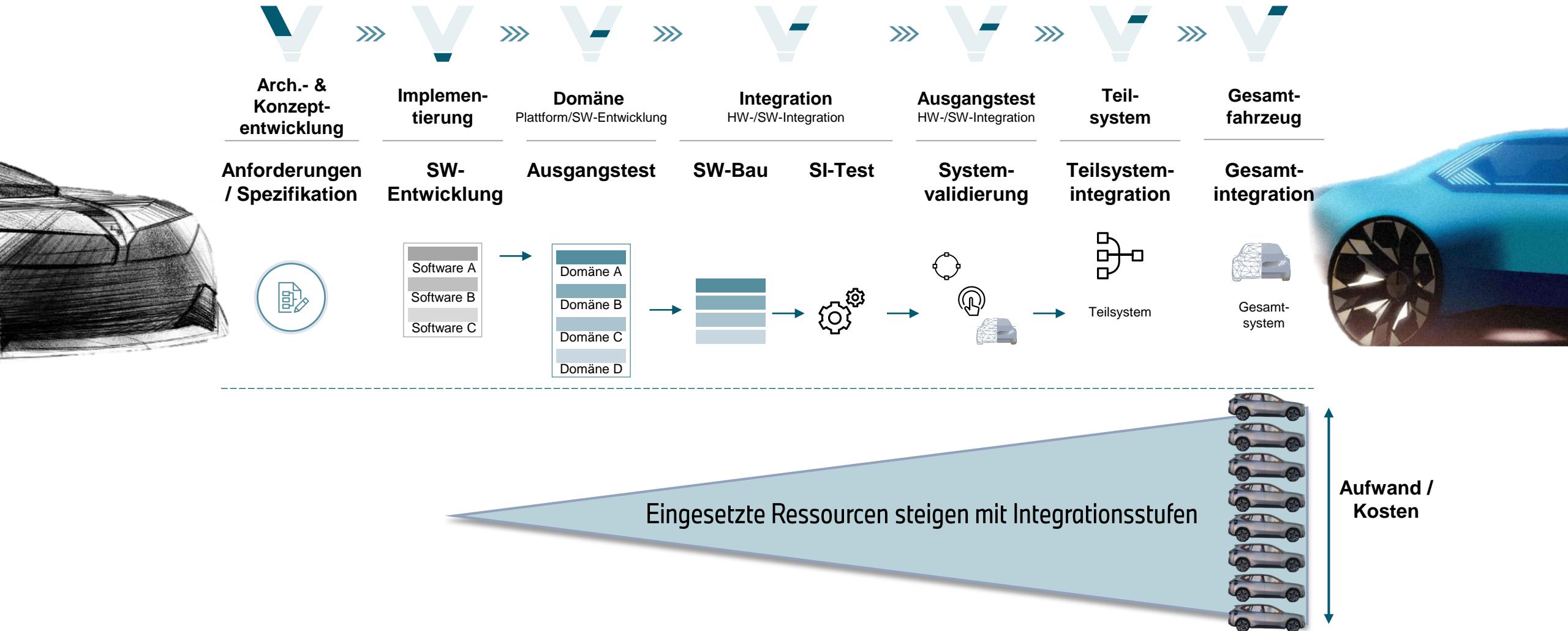
- Remote Software Upgrade
- Digital Key
- Remote in Car
- Hazard Preview
- Hochgenaue Sat. Position
- e-Route
- Personalisierung
- Intelligente Sprach-erkennung / Assistenten
- Gaming
- Video Streaming
- Remote Control Parking
- Panoramic Vision (neue Klasse)



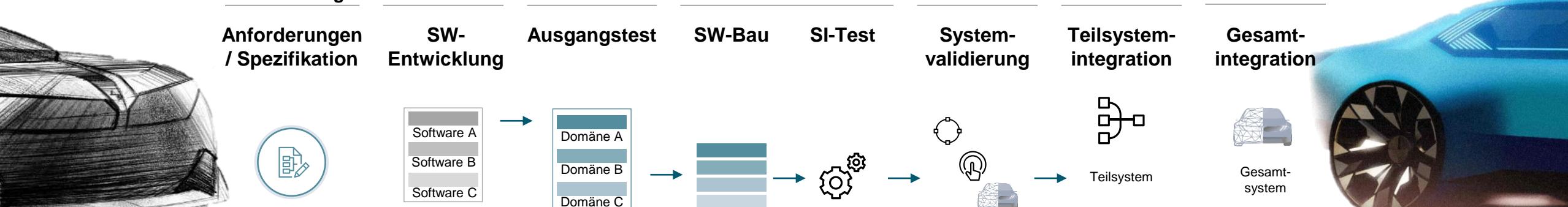
# ENTWICKLUNGSPROZESS. INTEGRATION & ABSICHERUNG.



# AKTUELLE ABSICHERUNGSMETHODEN SKALIEREN NICHT MIT STEIGENDER KOMPLEXITÄT.



# „VON DER STRÄßE INS LABOR“ NEUE ABSICHERUNGSMETHODEN SIND UNABDINGBAR.



**Teststrategie und neue Methoden:  
„Shift Down“**

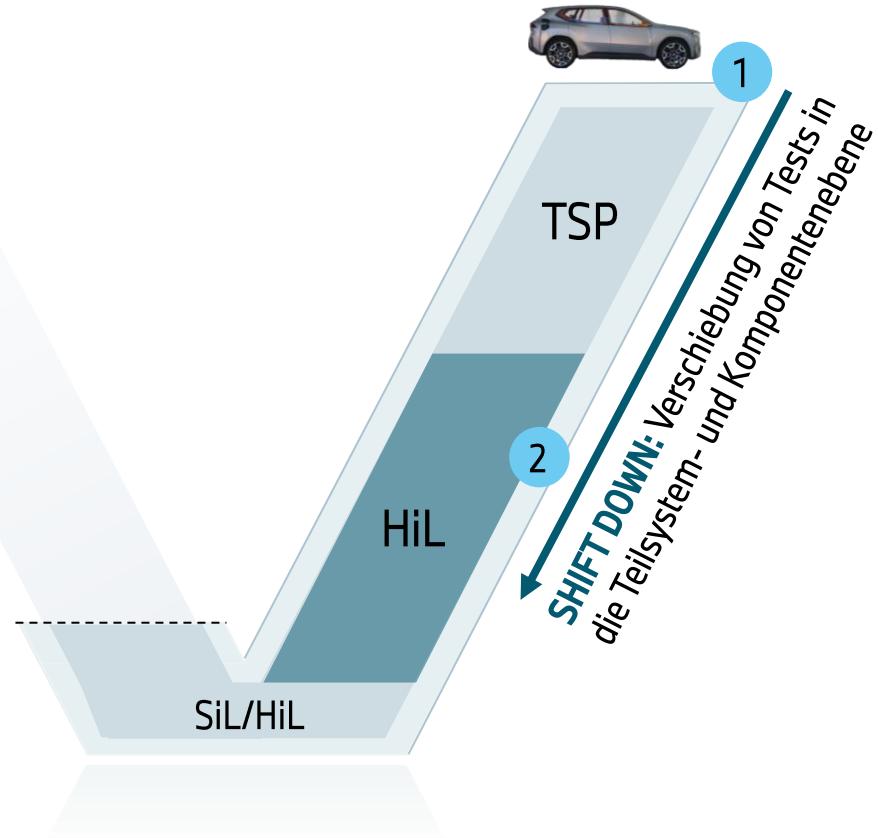
Verstärktes Testen in früheren Integrationsstufen.  
Erhöhung der Testabdeckung und des Automatisierungsgrads auf  
Schnittstellenebene mit KI Methoden.

Reduzierter Einsatz von Ressourcen in höheren Integrationsstufen

Aufwand / Kosten

# PROBLEMSTELLUNG: TEST DES DEGRADATIONSVERHALTENS DES SYSTEMS BEI SINKENDER SIGNALQUALITÄT, TEMPORÄREN UNTERBRECHUNGEN BZW. VOLLSTÄNDIGEM SIGNALVERLUST.

„Von der Straße ins Labor“



TSP = Teilsystem Prüfplatz

Lösungsansätze als Teil der neuen Teststrategie

**1. Datengenerierung für KI Modell**

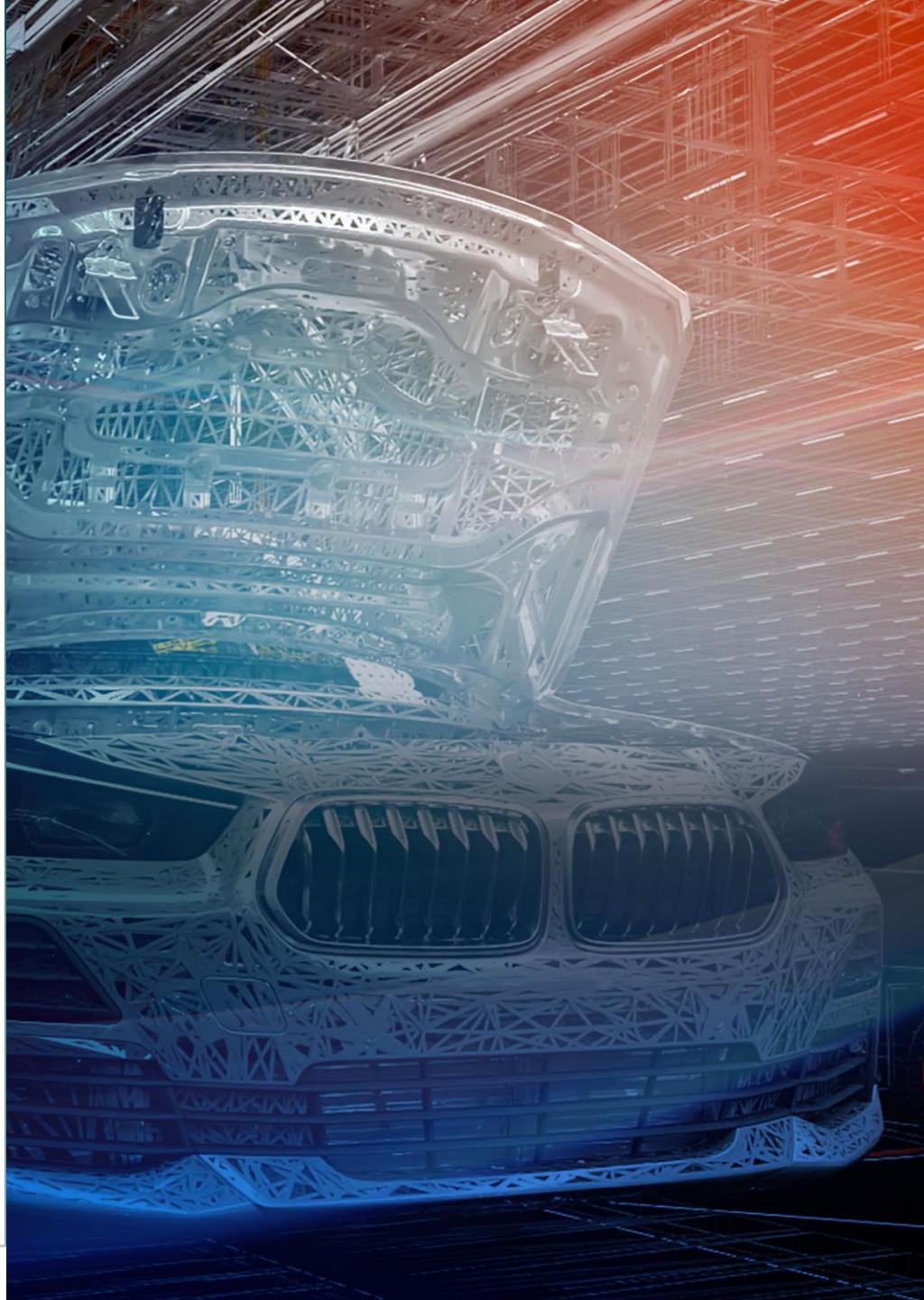
**2. Schnittstellentest mit Inputdaten aus KI Modell**

**Teststrategie: Schnittstellentest & Künstliche Intelligenz**

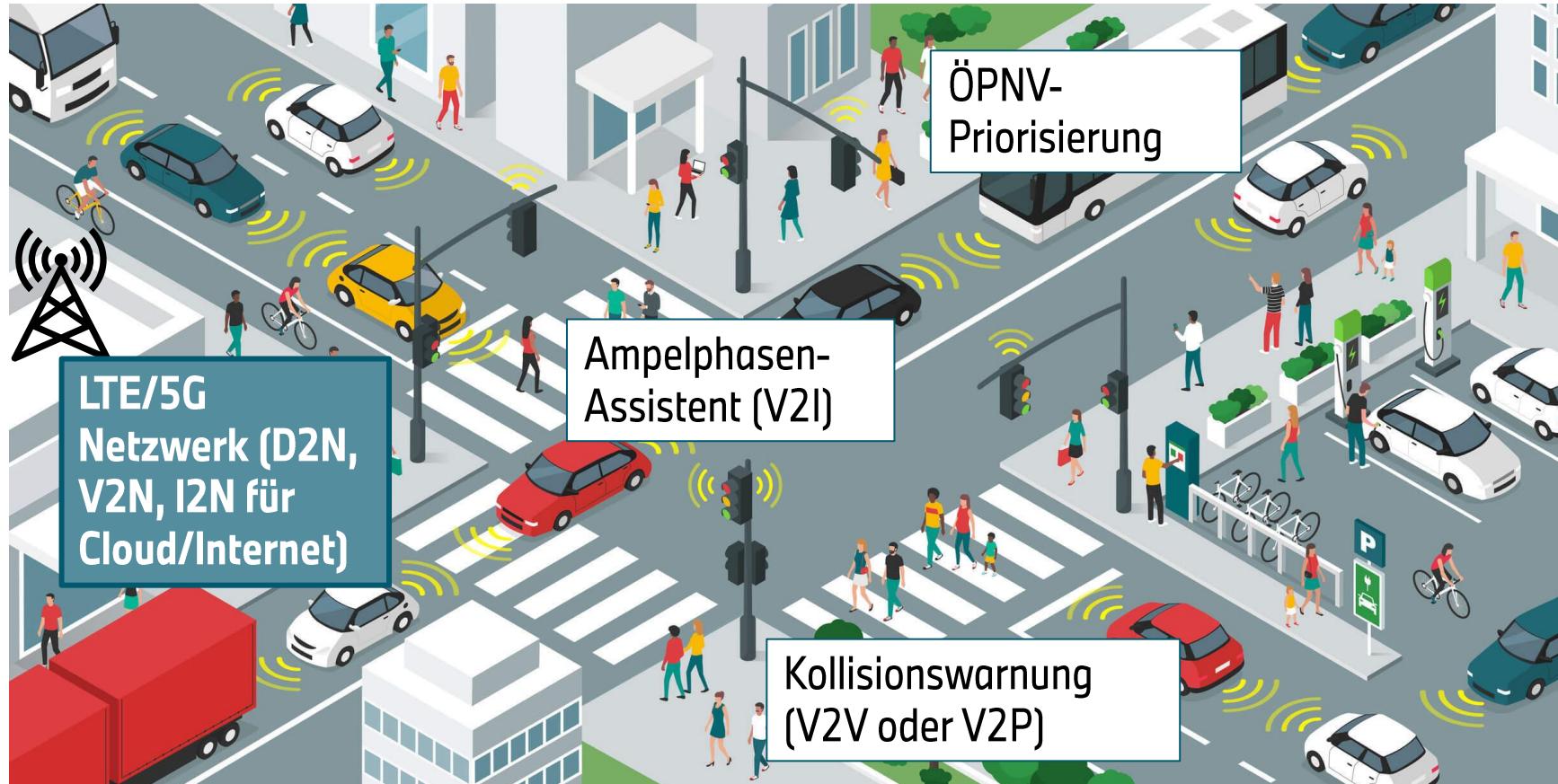
KI zur Generierung eines aussagekräftigen Modells hinsichtlich Signalgüte und Bandbreite über Zeit. Ziel: Schnittstellen Robustheitstests für lange Wirkketten am Beispiel V2N.

# Teststrategie und Anwendung am Beispiel V2N

PROF. DR. ALEXANDER PRINZ

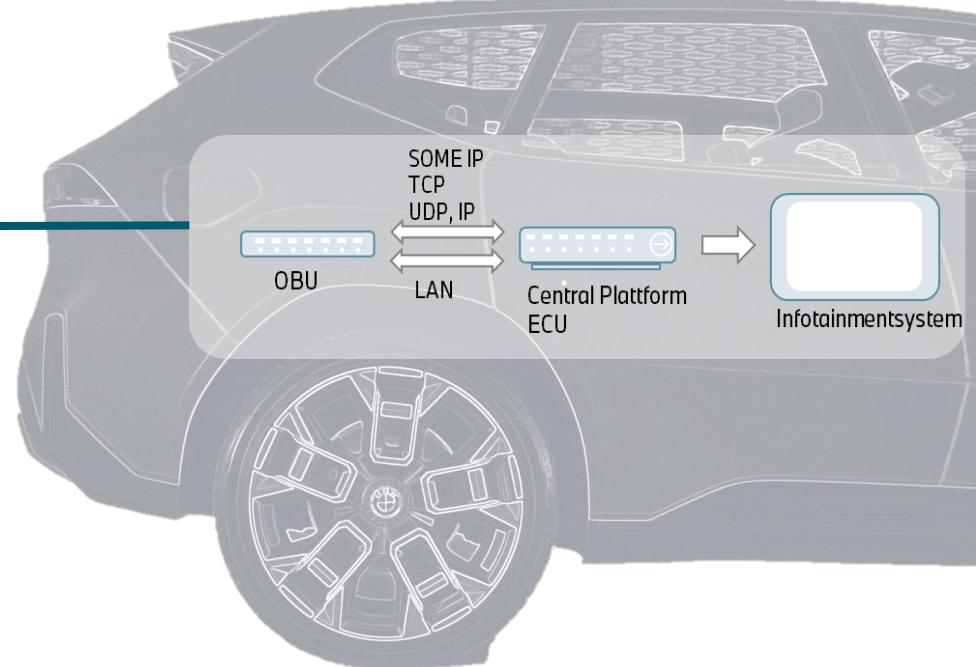
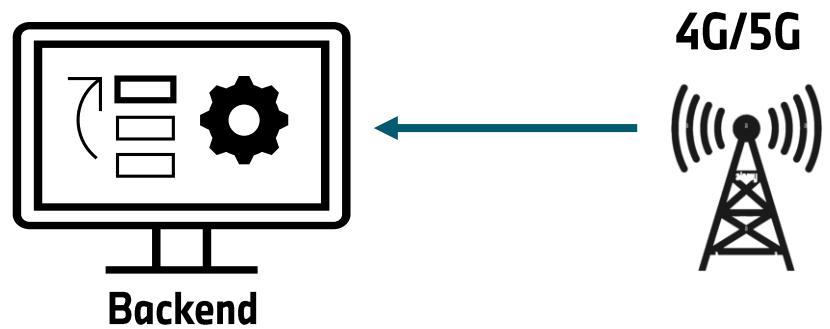


# GESAMTÜBERBLICK V2X ANWENDUNGEN: BEISPIEL V2N FÜR KI BASIERTE TESTSTRATEGIE.



**V2N (Vehicle-to-Network)**  
**V2V (Vehicle-to-Vehicle)**  
**V2I (Vehicle-to-Infrastructure)**  
**V2P (Vehicle-to-Pedestrian)**

# V2N-REFERENZARCHITEKTUR. V2N ALS SCHLÜSSELTECHNOLOGIE FÜR VERNETZTE FUNKTIONEN.



**V2N ist die Schlüsseltechnologie** für den Einsatz von Apps und Konnektivitätsdiensten in vernetzten Fahrzeugen. Dazu muss eine **nahtlose, flächendeckende Verbindung** zum Backend/Internet mit **stabilen Download/Upload-Raten** gewährleistet werden.

OBU (Onboard Unit; Telematiksteuergerät)

4G/5G (Anbindung zu Mobilfunk-Mast; V2N)

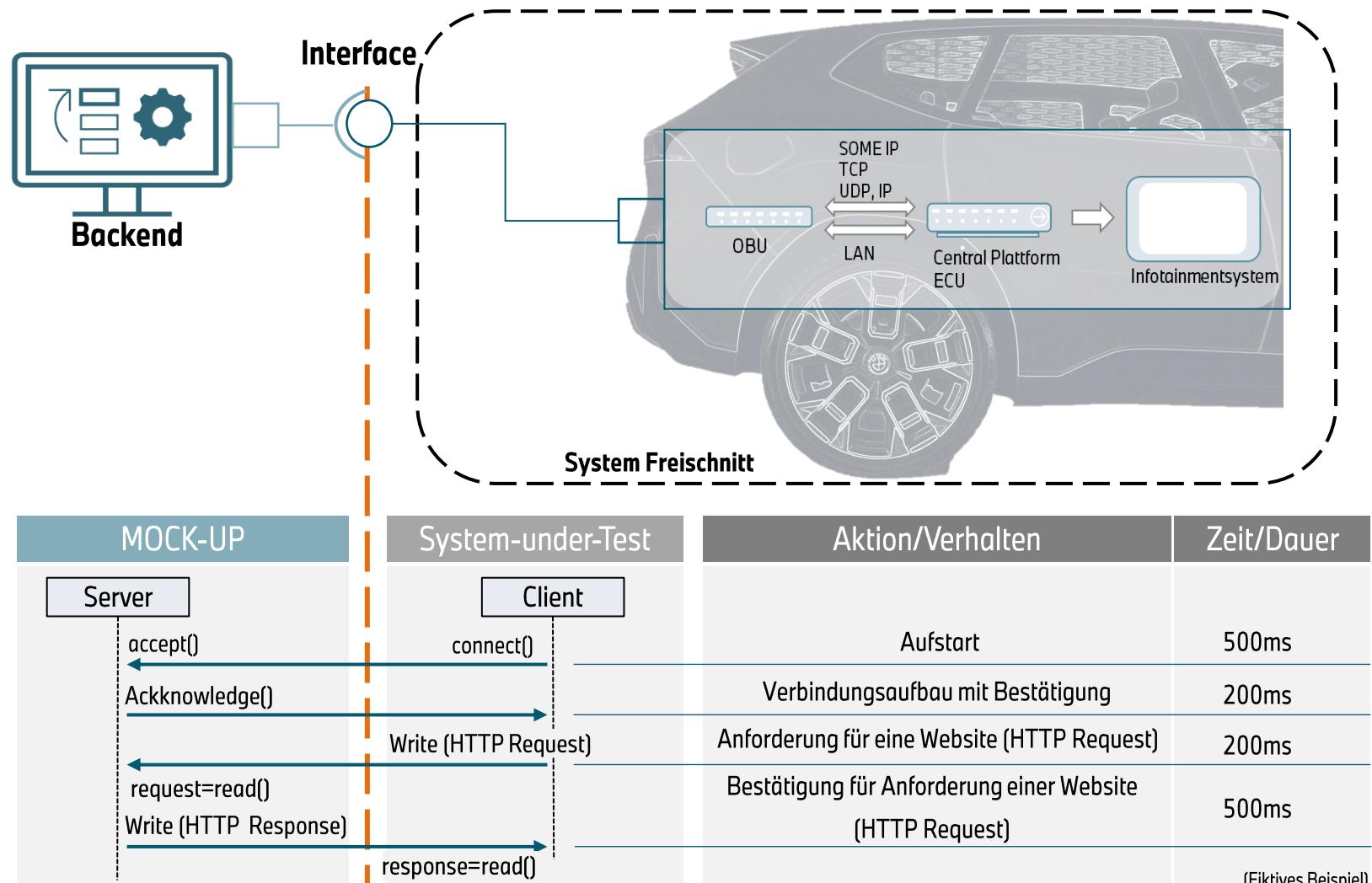
PC5 C-V2X (Direkt-Link Mobilfunkübertragung; V2V, V2I, V2P)

# SYSTEMFREISCHNITT UND TEST MITTELS KI BASIERTEN SCHNITTSTELLEN-TESTS.

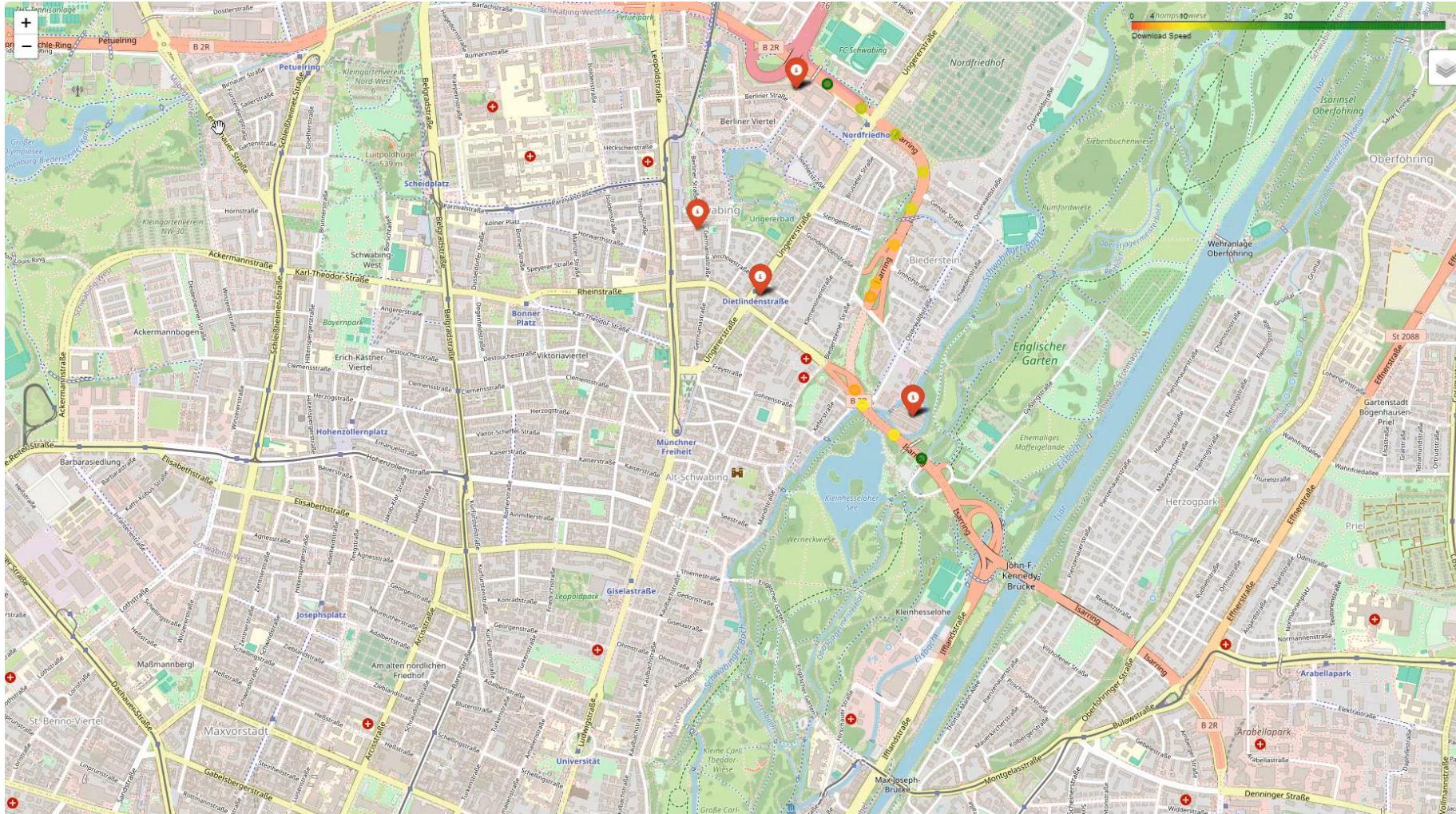


## Testansätze und -Ziel:

- „Freischnitt“ des Fahrzeugs an der Schnittstelle Network/Backend.
- Test der Robustheit des Systems (Fahrzeug und Funktionen) mit Einfluss über Datenverbindung V2N
  - Automatisierte Schnittstellentests
  - Nutzung von KI generierten Modell-Daten



# VALIDIERUNG V2N IN DER FAHRZEUGERPROBUNG MITHILFE REFERENZSTEUERGERÄT. DISKUSSION DER LTE-VERBINDUNGSDATEN.



## Legende:

eingewählter Mast

zugeordnete Zelle

nicht verb. Mast

Farbskala  
Download-  
geschwindigkeit

## Referenzsteuergerät



# ANWENDUNG VON KI-ALGORITHMEN AUF DEN ERHOBENEN DATENSATZ UND DISKUSSION DER DOWN- UND UPLOAD GESCHWINDIGKEIT (SPEED-TEST).



## Verwendete Parameter für KI-Algorithmen:

- RSSI, RSRP, RSRQ
- SNR
- Radiale Distanz zum Mast (eNodeB)
- Verkehrsaufkommen

## Ergebnisse zur Prädiktion der Download-Rate:

- ~ 66 % Genauigkeit in der Vorhersage der Download-Rate ausgewählter KI-Algorithmen

## Vielversprechende zukünftige Parameter:

- verfügbare andere Maste (eNodeB)
- Auslastung Mobilfunkzelle
- Signal-zu-Interferenz-Rausch-Verhältnis (SINR)
- **3D-Umfeld und LTE-Übertragungsmodell**



# SCHNITTSTELLEN- UND FUNKTIONALE TESTANSÄTZE FÜR DIE FAHRZEUGVERNETZUNG. HIL-TESTANSATZ.



**ComplexTrafficSimulation**

**Global**      **Details**

**Ranges**  
**Stats**  
**Active Users**  
**Requests / sec**  
**Responses / sec**

**Response Time Ranges**

Response Time Range	Number of Requests
t < 800 ms	~185
t >= 800 ms	~145
t < 1200 ms	~45
t >= 1200 ms	~45
failed	~45

**Number of requests**

**Gatling Version**  
Version: 3.11.5  
Released: 2024-06-30

**Run Information**  
Date: 2024-08-26 07:17:25 GMT  
Duration: 58s  
Description: —

Expand all groups   Collapse all groups  

Requests		Executions					Response Time (ms)						
Total	OK	OK	KO	% KO	Cnt/s	Min	50th	75th	95th	99th	Max	Mean	Std
185	185	0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0

# FAZIT UND AUSBLICK.

- **Steigende Komplexität** ist mit bestehenden Mitteln nicht beherrschbar
- Erfordernis neue **Test-Strategien** und **Absicherungsmethoden**
- **Schnittstellentests** und **KI Modelle** als vielversprechender Ansatz



## Ausblick und Aufruf

- **Intensivierung und Ausbau** der Aktivitäten.
- Erarbeitung von Lösungen für **Schnittstellen-Test** (hardwaregestützt als auch softwaregebunden)
- Entwicklungen bzw. Lösungen zu den Themenfeldern **Teststrategie**, **Testautomatisierung** und **KI**



Steigen Sie ein und begleiten uns auf dieser Reise!

# DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT.



Alexander Gallasch  
BMW AG  
[alexander.gallasch@bmw.de](mailto:alexander.gallasch@bmw.de)



Prof. Dr. Alexander Prinz  
OTH Amberg-Weiden  
[a.prinz@oth-aw.de](mailto:a.prinz@oth-aw.de)



Hanxiang Zhu  
BMW AG