

# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN –

WIRKSAMKEIT, BEHERRSCHBARKEIT, ABSICHERUNG

PROF. KLAUS KOMPASS  
LEITER FAHRZEUGSICHERHEIT  
BMW GROUP



WIEN, 08.11.2017

**BMW  
GROUP** THE NEXT  
100 YEARS 



# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. SICHERHEITSASPEKTE.

## SICHERHEIT:

Welche Sicherheitsmaßnahmen müssen betrachtet werden, um ein aus **gesellschaftlicher Sicht und aus Kundensicht sicheres Produkt** zu entwickeln und um die **rechtlichen sowie die zusätzlichen internen BMW Anforderungen** zu erfüllen?

## FUNKTIONALE SICHERHEIT

Eine **FUNKTION GILT ALS SICHER**, wenn ein auftretender (E/E-) **Fehler** zu **keinem intolerablen Risiko** führt.

## GEBRAUCHSSICHERHEIT

Eine **FUNKTION GILT ALS SICHER**, wenn deren **bestimmungsgemäßer Gebrauch** (und deren vorhersehbarer Fehlgebrauch) zu **keinem intolerablen Risiko** führt.

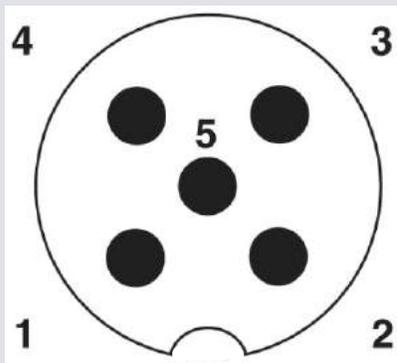
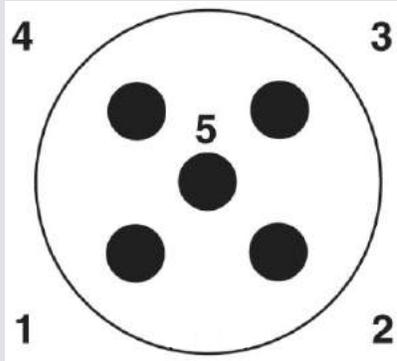
## PRODUKTHAFTUNG

Das System muss nach **Stand der Technik** entwickelt werden, alle **relevanten Normen** und **rechtlichen Anforderungen** müssen eingehalten werden.

# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. „GEBRAUCHSSICHERHEIT“ VS. „FUNKTIONALE SICHERHEIT“.

## Gebrauchssicherheit

Ist ein Stecker gebrauchssicher?



## Funktionale Sicherheit

Ist er auch funktional sicher?



# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. VERANTWORTUNGSVERTEILUNG.

## LEVEL 2

Fahrer trägt zu jeder Zeit die Verantwortung über die Fahrzeugführung.



## HUMAN



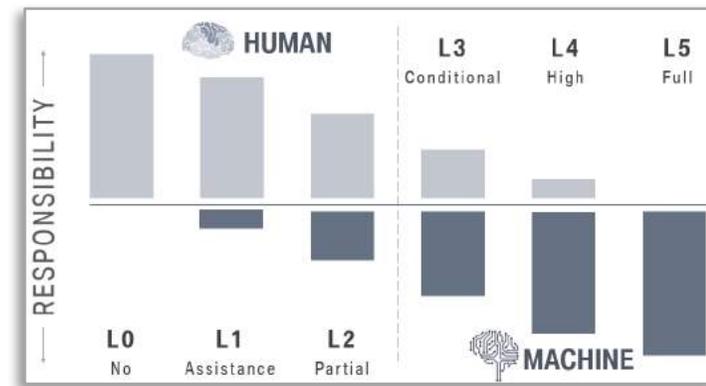
LEVEL 2  
Teil-  
Automation

LEVEL 3  
Hoch-  
Automation



MACHINE

PARADIGMEN WECHSEL



## LEVEL 3

Fahrzeug trägt Verantwortung in ausgewählten Szenarien.

# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. HUMAN FACTORS.



youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=d-t-pVe-LCs>

## Manuelles Fahren:

Die Hauptaufgabe ist das Fahren; Nebenaufgaben lenken ab und beeinflussen die Fahrerleistung. Die Ablenkung beim Fahren kann als Dual-Task-Paradigma modelliert werden, bei dem unterschiedliche Aufgaben simultan durchgeführt werden.

Wie kann der Ablenkung vorgebeugt werden? Wie kann das Unfallrisiko aufgrund von Ablenkung reduziert werden?



youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=sXls4cdEv7c>

## Automatisiertes Fahren:

Die Fahraufgabe wird vom System übernommen, nicht vom Fahrer. Das Dual-Task-Paradigma wird durch das Interaktionsprinzip ersetzt. Ablenkung ist kein zu betrachtender Faktor.

Wie kann der Fahrer in den Zuständen "beschäftigt", "aktiviert" und "übernahmebereit" gehalten werden?

# MODE AWARENESS UND VERTRAUEN ALS WICHTIGE FAKTOREN ASSISTIERTER UND AUTOMATISierter FAHRZEUGFÜHRUNG.

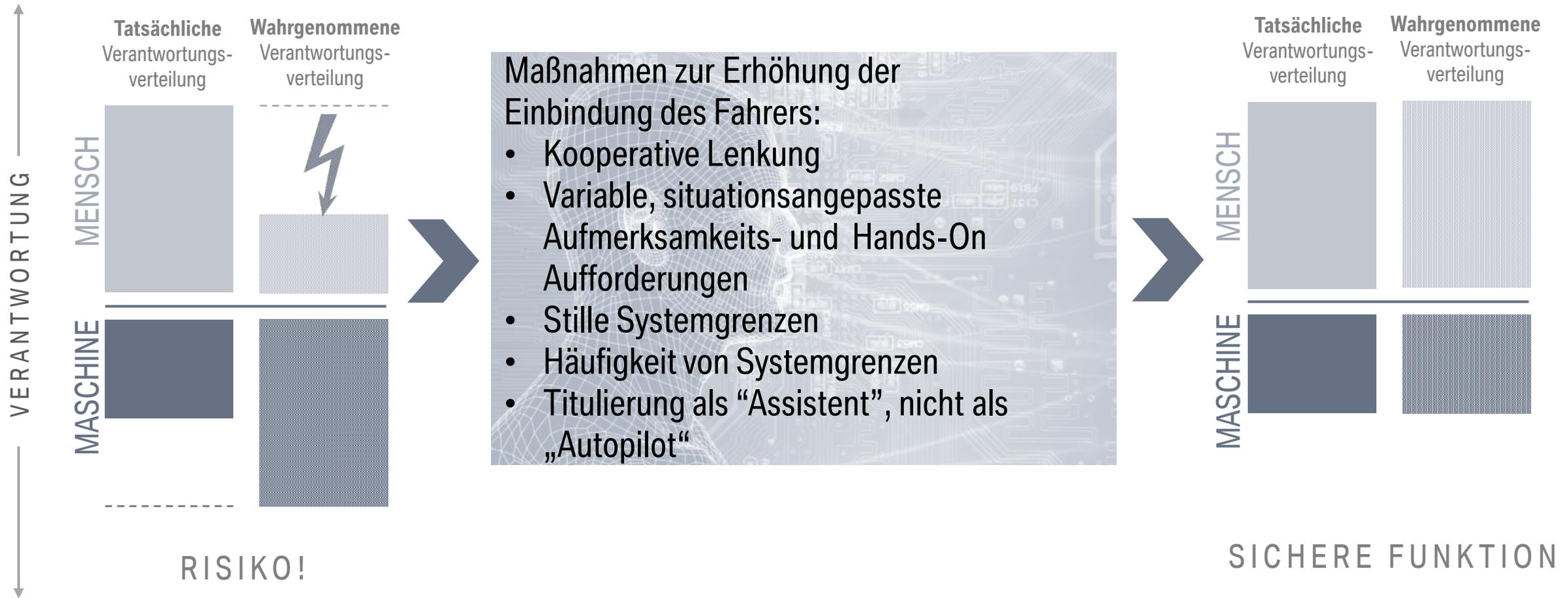


Neben der Einhaltung eines angemessenen Fahrer-Aktivierungszustands....

...verringert ein angemessenes Maß an Vertrauen in die Automatisierung Faktoren wie

- Fehlgebrauch,
  - Missbrauch oder
  - Nichtgebrauch
- und damit einhergehende Sicherheitsrisiken.

# SICHERSTELLUNG DER MODE-AWARENESS.



# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. ÜBERNAHME DER FAHRAUFGABE.

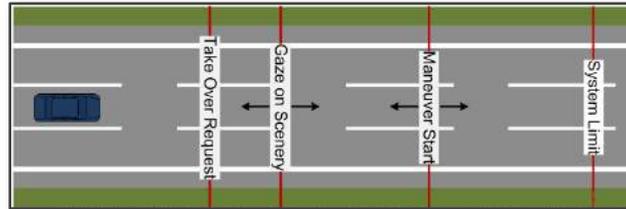


## MACHINE

Im Falle einer Systemgrenze muss der Fahrer die Fahraufgabe wieder übernehmen.



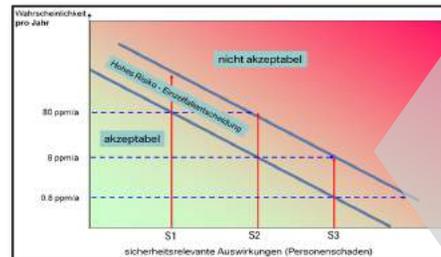
Verständnis der Aufgabe –  
Wie viel Zeit hat der Fahrer?



Verständnis der Aufgabe –  
Wie komplex ist die Handlung?



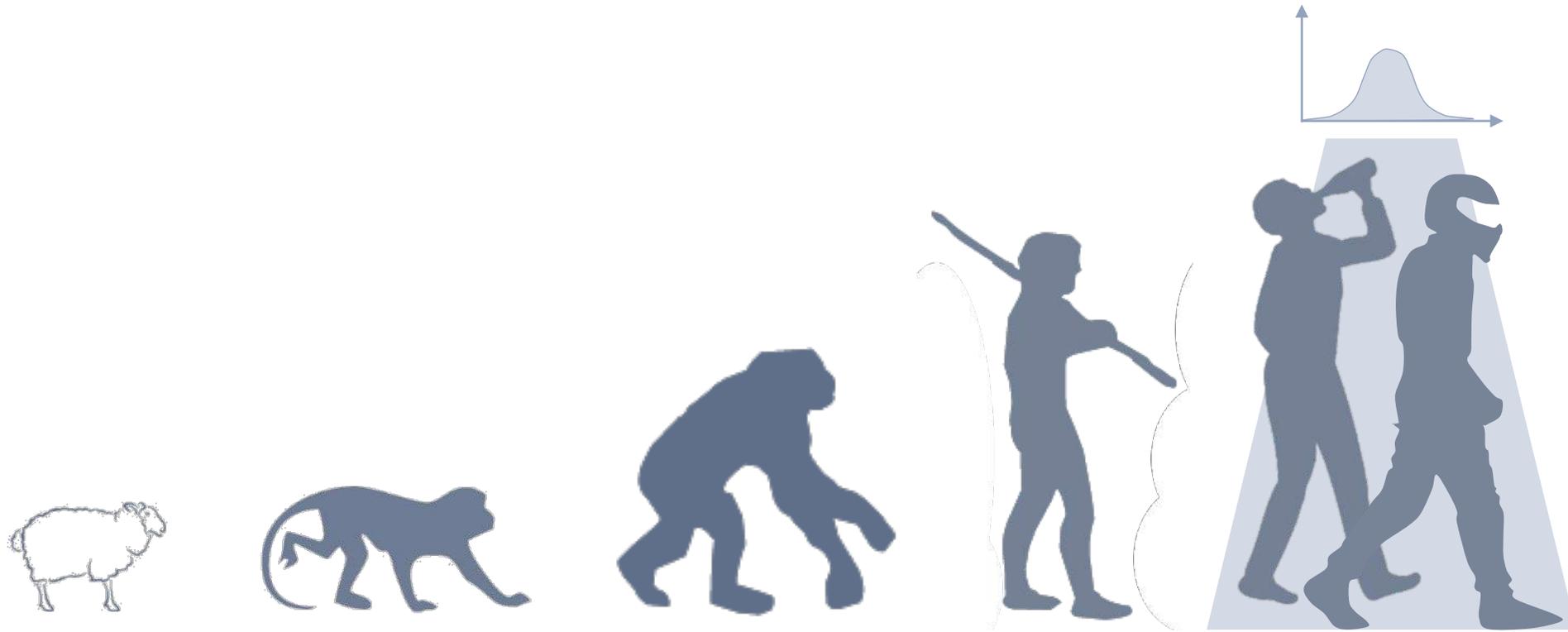
Bewertung der  
Gebrauchssicherheit



Untersuchung des Fahrers  
und dessen Leistung

- Fahrer bleibt Rückfallebene (Ausnahme: Vollautomatisiertes Fahren, Level 5).
- Gebrauchssichere Automatisierung erfordert Kenntnisse über den aktuellen Fahrerzustand und seinen Fähigkeiten.

# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. HUMAN MODEL.



The timeline of evolution of driver behavior modeling

# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. TAKEOVER SZENARIO.



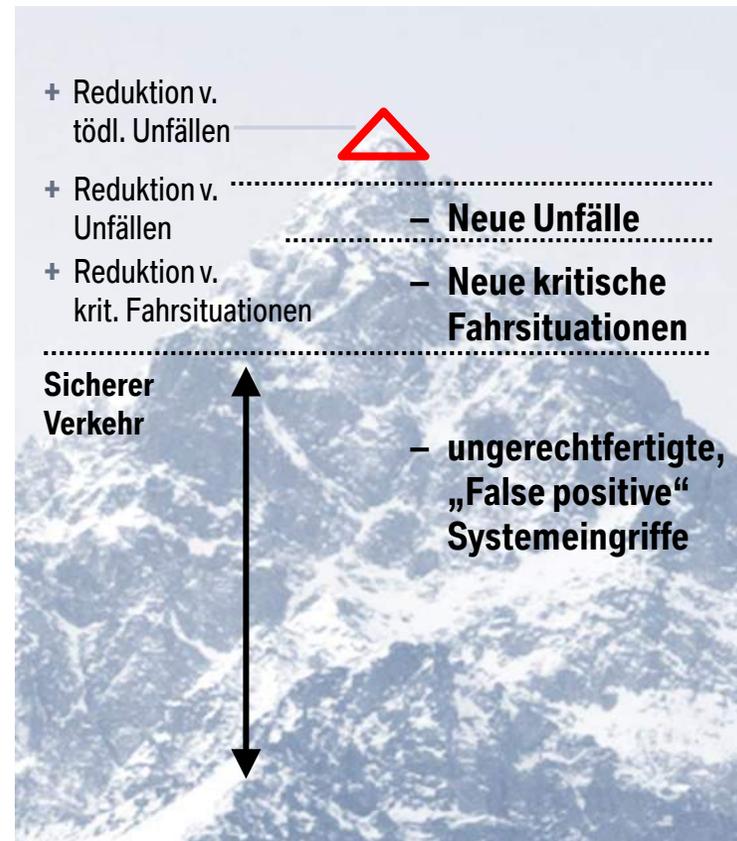
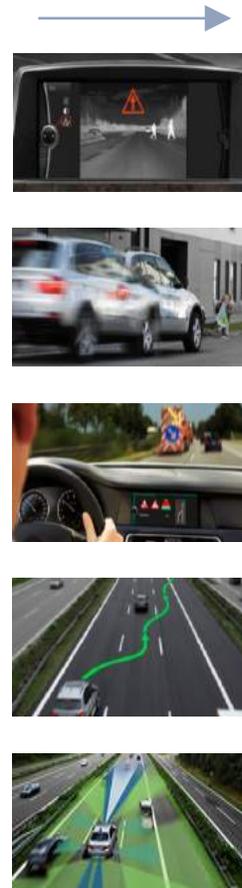
Gold, C.; Dambock, D.; Lorenz, L.; Bengler, K. (2013): Take over! How long does it take to get the driver back into the loop? In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting 57 (1), S. 1938-1942. DOI: 10.1177/1541931213571433.

# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. WIRKSAMKEIT.

## Verkehr ohne Assistenz (Baseline)



## Verkehr mit Assistenz



## Die Bewertung der Wirksamkeit einer Funktion muss ...

... **Variationen** in den  
Randbedingungen und der  
Verkehrssituation  
berücksichtigen,

... sowohl die **positive** als  
auch **negative Effekte**  
bewerten,

... und die **Gesamtheit** aller  
Effekte betrachten.

# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. WIRKSAMKEITSANALYSE. „TOP-SZENARIEN“ FÜRS AUTOMATISIERTE FAHREN.

**A**



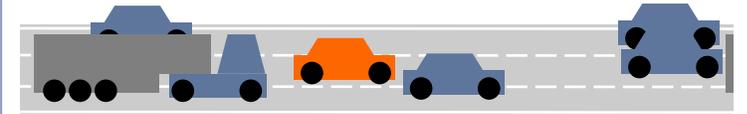
Unfalldaten (e.g. GIDAS) /  
Kritische Fahrsituationen (FOT)

**B**



Funktionsbeschreibung

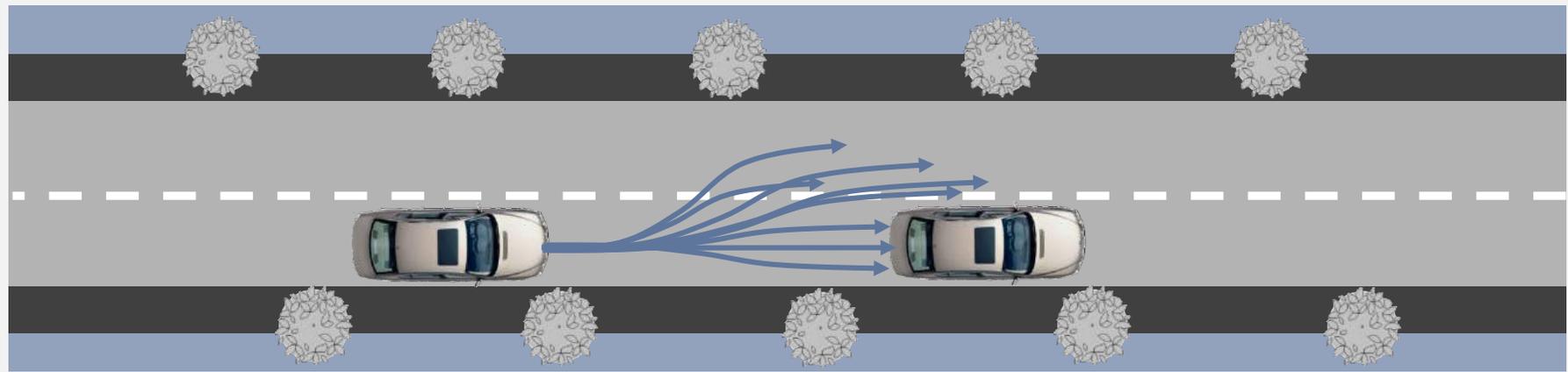
**C**



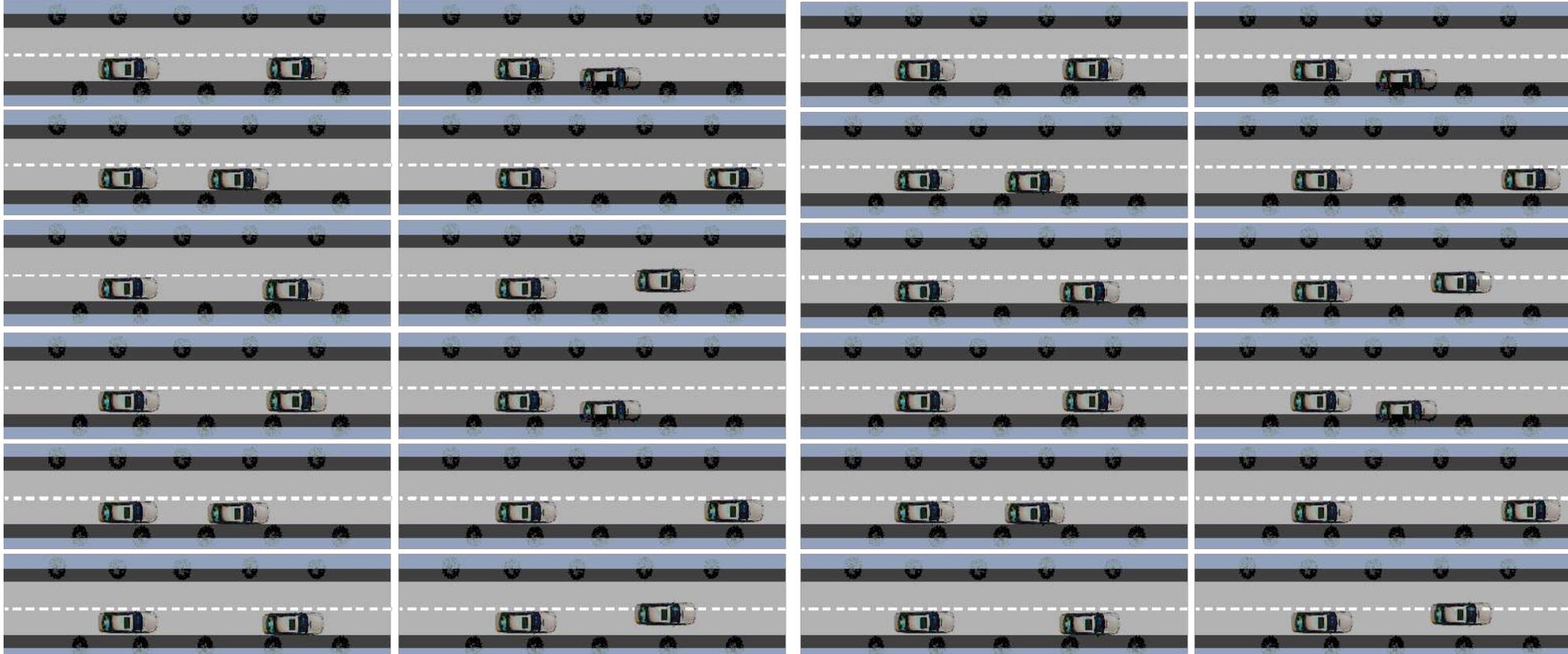
Simulation v. Verkehrsszenarien → Relevante Situationen

**Top-Szenario**

Simulation von Fahrszenarien

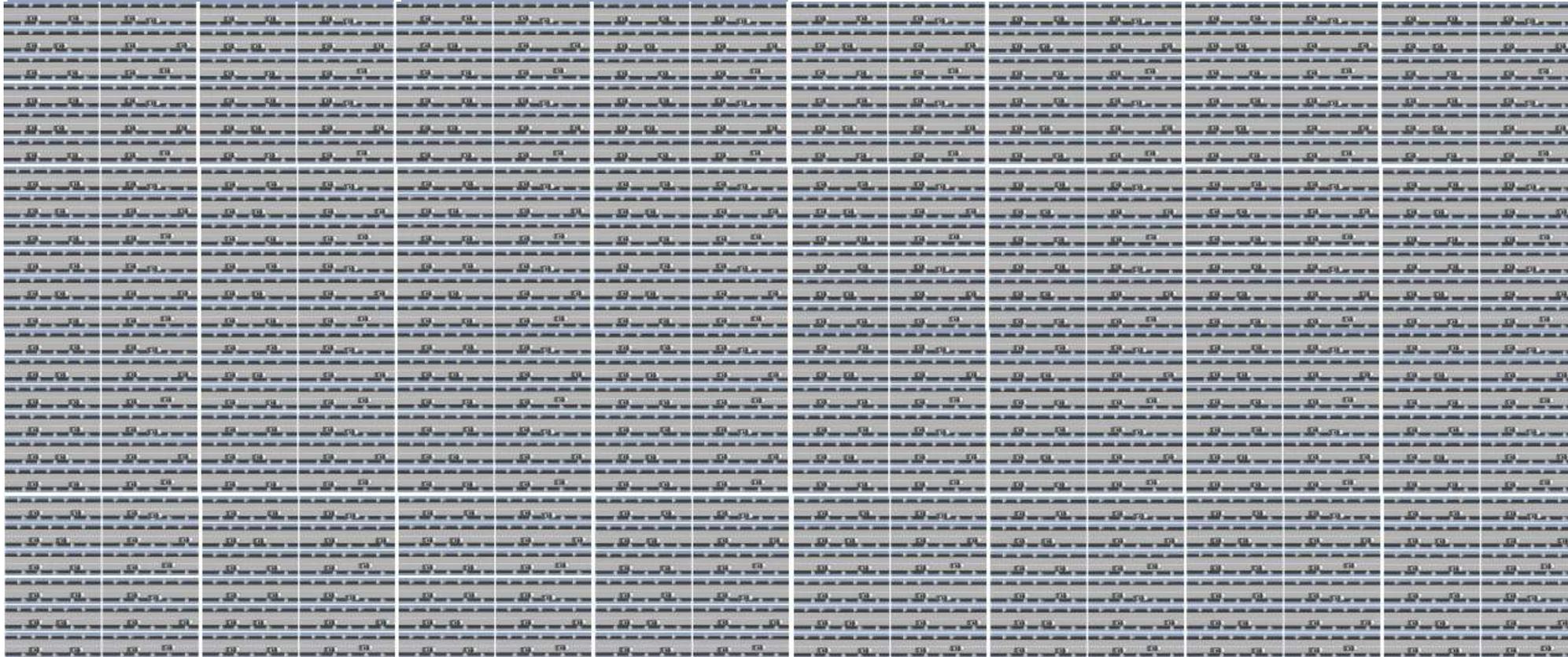


# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. BEISPIEL: AUFFAHRKONFLIKT – STOCHASTISCHE VARIATION.



Verkehrsbasierte Simulation mit stochastischer Variation kann theoretisch alle möglichen Variationen von Verkehrsszenarien berücksichtigen.

# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. BEISPIEL: AUFFAHRKONFLIKT – STOCHASTISCHE VARIATION.



Verkehrsbasierte Simulation mit stochastischer Variation kann theoretisch alle möglichen Variationen von Verkehrsszenarien berücksichtigen.

# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. PROZESS-VISION DER FUNKTIONSEVALUATION.

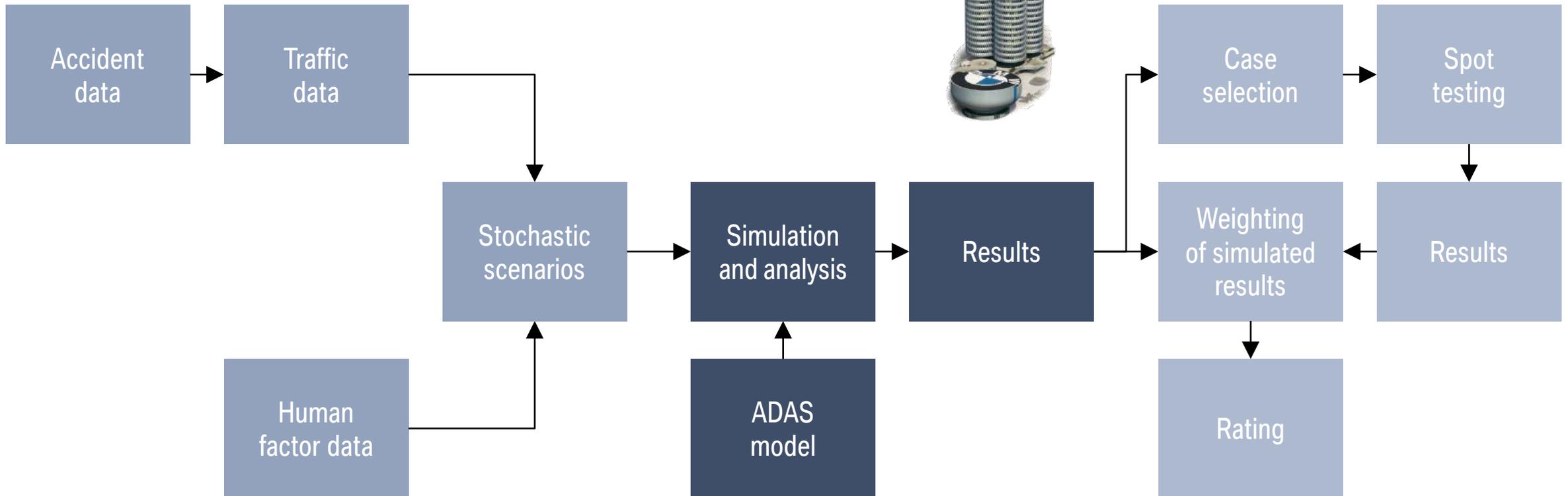
Neutral (scientific) institutions



Industry



Test institute



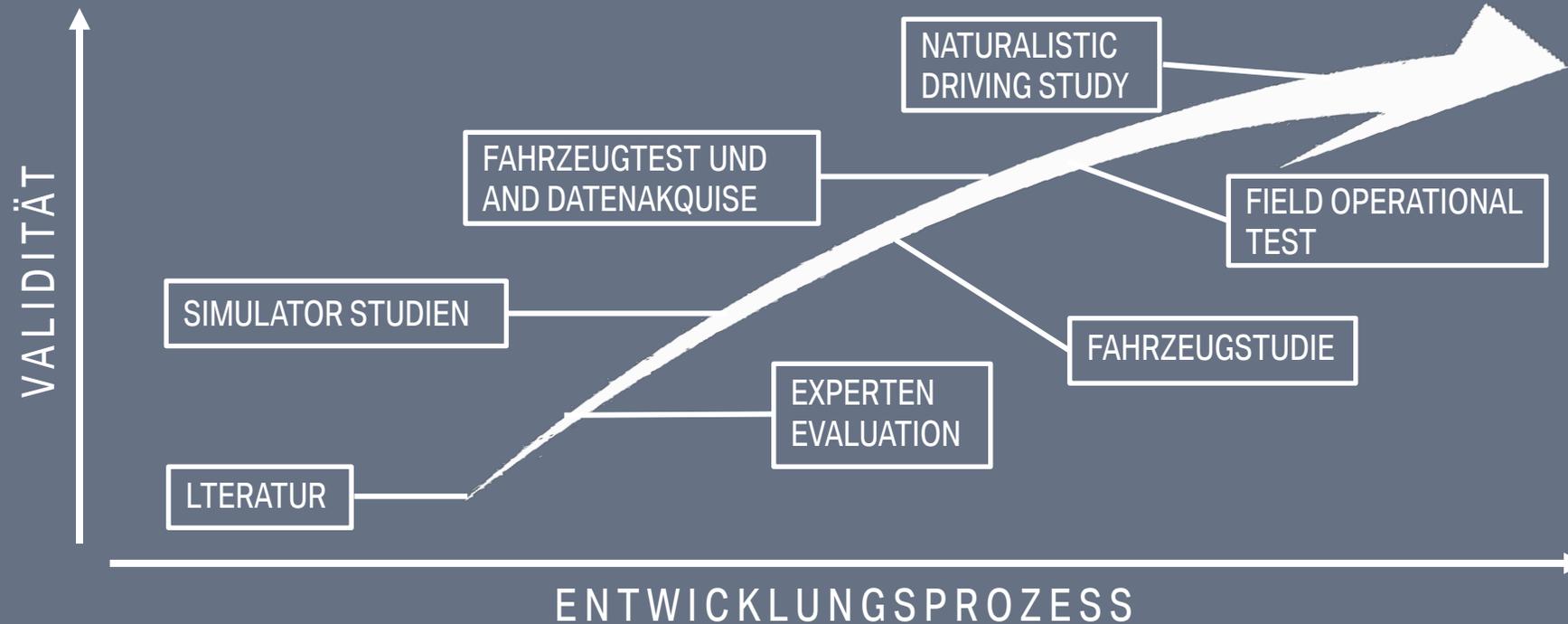
# P.E.A.R.S. INITIATIVE. PROSPECTIVE EFFECTIVENESS ASSESSMENT OF ROAD SAFETY.



aktuell: BMW, Daimler, VW, Eclipse-Foundation: Open-Source Software-Tool zur Kalkulation von Situationen und Prognose der (Sicherheits-) Wirksamkeit von Assistenzfunktionen

# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. ABSICHERUNGSMETHODEN.

Für eine breite und robuste Absicherung müssen unterschiedliche Methoden verwendet werden.



# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. BEISPIEL: FIELD OPERATIONAL TEST (FOT).

## ERHEBUNGSORTE

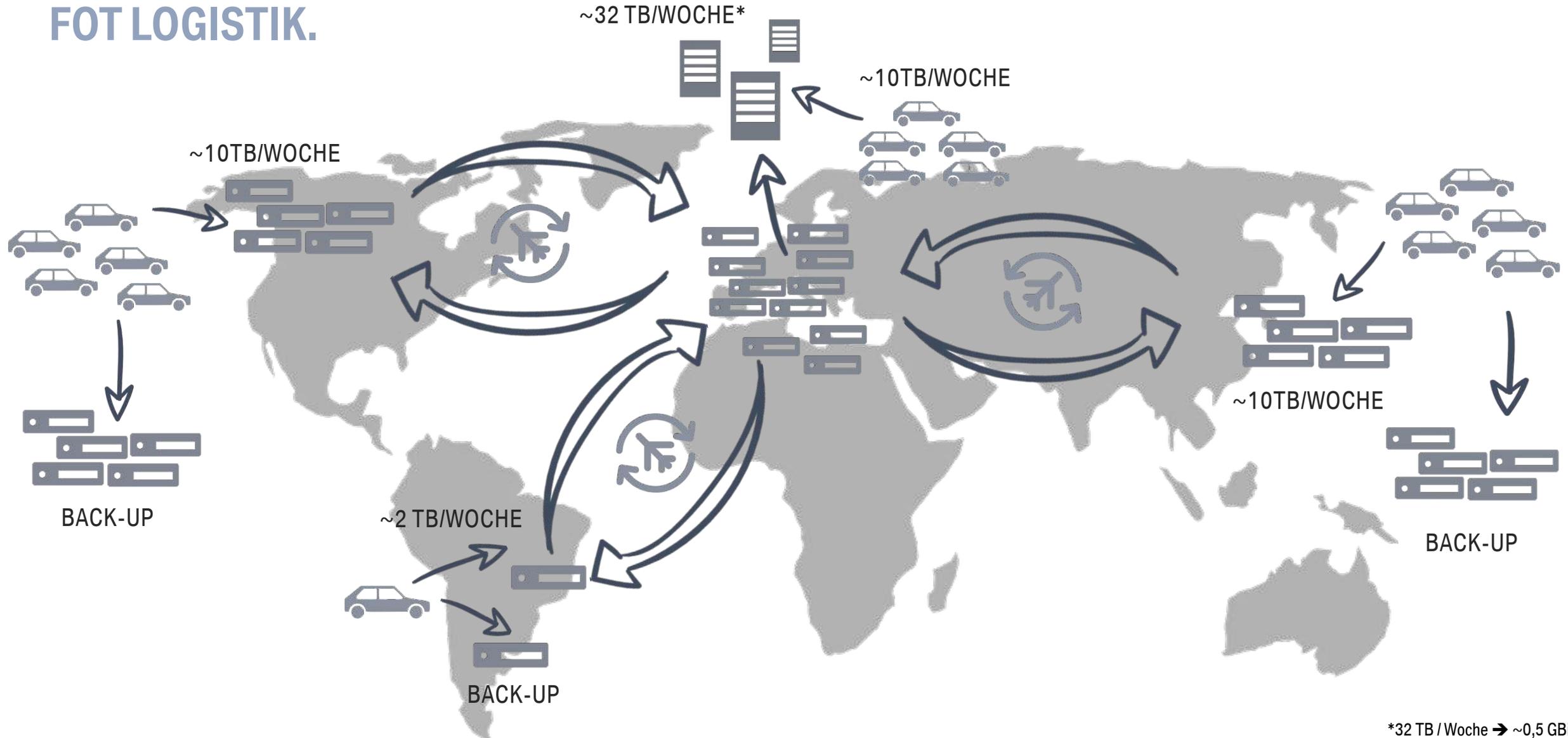


Märkte	ERHEBUNGSORTE	FALLZAHL
Deutschland	München	<ul style="list-style-type: none"> <li>N = 20 Probanden pro Markt</li> <li>5 Versuchsträger pro Markt</li> </ul>
USA	Westküste, Ostküste:	
China	Peking	
Brasilien	landesweit	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Versuchsträger</li> </ul>

## DURCHFÜHRUNG



# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. FOT LOGISTIK.



\*32 TB / Woche → ~0,5 GBit/s

# SICHERHEIT BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN. FORSCHUNGSFRAGEN.

FAHRZEUG  
NUTZUNG



**WIE, WO UND WIE OFT WIRD DAS FAHRZEUG VERWENDET?**  
→ Fahr-, Geschwindigkeitsprofile, Parksituationen, etc.

FAHRZEUG  
FUNKTIONEN



**NUTZUNGSVERHALTEN - HÄUFIGKEITEN UND SITUATIONEN**  
→ ADAS, Infotainment, Anwendbarkeit, Fahrerablenkung, etc.

SENSOREN



**SENSOR PERFORMANCE UND EINSCHRÄNKUNGEN?**  
→ Technische Verfügbarkeit, Einflüsse, Sensorgüte, etc.

INFRA-  
STRUKTUR



**WELCHE INFRASTRUKTUR EXISTIERT?**  
→ Anzahl der Fahrstreifen, Straßentypen & -verhältnisse, etc.

VERKEHR



**WELCHE VERKEHRSVERHÄLTNISSE KOMMEN WIE HÄUFIG VOR?**  
→ Staus, Stop&Go Verkehr, Sondersituationen, etc.

**VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!**

