



PEGASUS

Automatisiertes Fahren effektiv absichern.



Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer | 6. April 2017



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Ausgangslage für das automatisierte Fahren

DAS Thema!



automatisiertes Fahren ist (neben alternativen Antrieben) das Thema von morgen und stellt eine Schlüsseltechnologie dar

Technik steht



Grundfunktionalität ist technisch gegeben
wurde in diversen Projekten bewiesen

Vertrauen



hohe Anforderungen an Güte, Qualität und Verhalten des automatisierten Fahrzeugs
→ Maße, welche die Produkte erfüllen müssen

Anders testen



bestehende Methoden zum Testen und zur Freigabe sind ungenügend, zu kostspielig und zu aufwändig

→ Die Einführung von hochautomatisierten Fahrfunktionen ist heute nur mit sehr großem Aufwand möglich.

Aktueller Entwicklungsstand im Bereich Hochautomatisiertes Fahren



Prototypen

- Vielzahl von Prototypen durch OEM mit HAF-Funktionalität aufgebaut
- Beweis, dass HAF technologisch möglich
- ausschnittsweise im Realverkehr erprobt
- Fahrten stets mit Sicherheitsfahrer



Labor / Testgelände

- Einzelbetrachtung zur Optimierung von Prototypen
- aktuelle Testgelände hinreichende deckung, fokussiert auf Funktionalität
- kein Vorgehen ausreichender (insb. Verhalten, HAF-Systemen)



Produkte

Lückenschluss durch PEGASUS



Stand heute

OEM = Original Equipment Manufacturer HAF = Hochautomatisiertes Fahren

PEGASUS in Eckdaten

Projekt zur Etablierung von generell akzeptierten Gütekriterien, Werkzeugen und Methoden sowie Szenarien und Situationen zur Freigabe hochautomatisierter Fahrfunktionen

42 Monate Laufzeit

Januar 2016 – Juni 2019

17 Partner

- OEM: Audi, BMW, Daimler, Opel, **Volkswagen**
- Tier 1: ADC Automotive Distance Control, Bosch, Continental Teves
- Techn. Prüforganisation: TÜV SÜD
- KMU: fka, iMAR, IPG, QTronic, TraceTronic, VIRES
- Forschung: **DLR**, TU Darmstadt

Assoziierte Partner & Unteraufträge

- u.a. BASt, IFR, ika, OFFIS

Projektvolumen

- ca. 34,5 Mio. EUR
- BMWi-Fördervolumen 16,3 Mio. EUR

Personaleinsatz

- ca. 1.791 Personenmonate bzw. 149 Personenjahre

Projektkoordination, Projektbüro

Zentrale Fragestellungen in PEGASUS

Was muss ein automatisiertes Fahrzeug leisten? Wie weisen wir nach, dass es dies auch zuverlässig leistet?



Szenarien- analyse & Qualitätsmaße

Was ist die menschliche Leistungsfähigkeit im Anwendungsfall?

Was ist die maschinelle?

Ist diese ausreichend akzeptiert?

Welche Kriterien und Maße lassen sich hieraus ableiten?



Umsetzungs- prozesse

Welche Werkzeuge, Methoden und Prozesse sind erforderlich?



Testen

Wie kann die Vollständigkeit der relevanten Testfälle sichergestellt werden?

Wie sehen Kriterien und Maße für diese Testfälle aus?

Was kann in Laboren/Simulation, was muss auf Prüfgeländen, was auf der Straße getestet werden?



Ergebnis- reflektion & Einbettung

Trägt das Konzept?

Wie gelingt die Einbettung?

Zentrale Fragestellungen in PEGASUS

Was muss ein automatisiertes Fahrzeug leisten? Wie weisen wir nach, dass es dies auch zuverlässig leistet?



Szenarien- analyse & Qualitätsmaße

Was ist die menschliche Leistungsfähigkeit im Anwendungsfall?

Was ist die maschinelle?

Ist diese ausreichend akzeptiert?

Welche Kriterien und Maße lassen sich hieraus ableiten?



Umsetzungs- prozesse



Testen

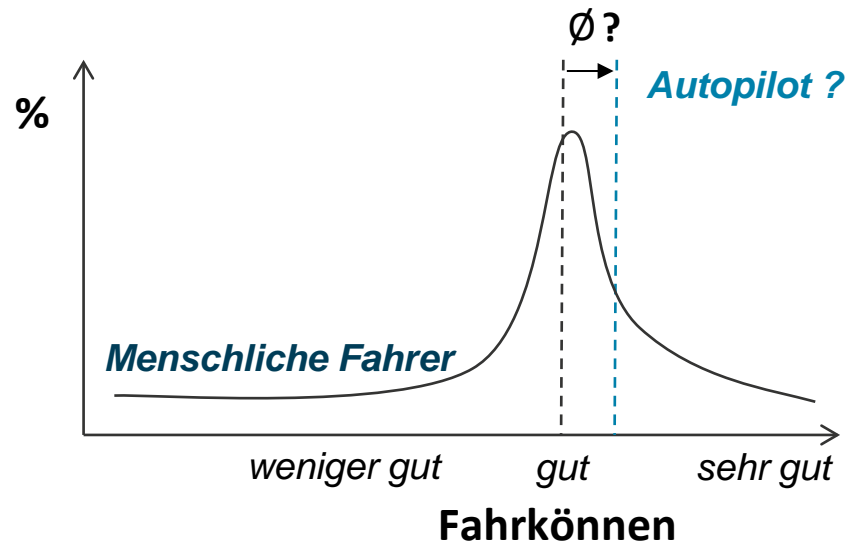


Ergebnis- reflektion & Einbettung

Szenarienanalyse und Qualitätsmaße

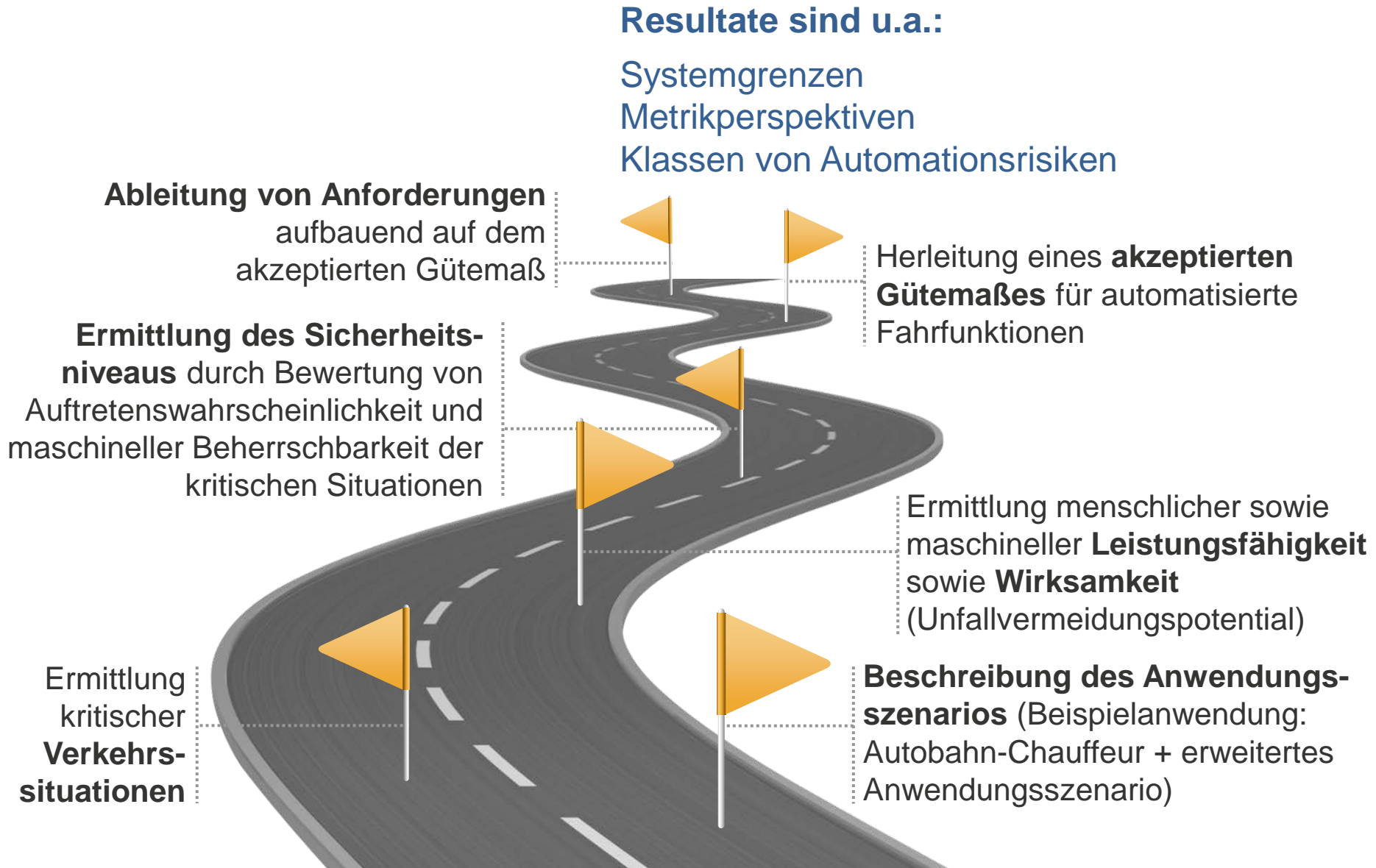
Wie gut ist gut genug?

Welche funktionale Leistungsfähigkeit müssen hochautomatisierte Fahrfunktionen aufweisen, damit sie vom Fahrer und von der Gesellschaft akzeptiert werden?



- ➔ Zur Beantwortung dieser Frage werden **generell akzeptierten Gütekriterien, Werkzeuge und Methoden** entwickelt.
- Anwendung an Beispiel-Funktion „Autobahn Chauffeur“

Szenarienanalyse und Qualitätsmaße



Zentrale Fragestellungen in PEGASUS

**Was muss ein automatisiertes Fahrzeug leisten?
Wie weisen wir nach, dass es dies auch zuverlässig leistet?**



Szenarien-
analyse &
Qualitätsmaße



Umsetzungs-
prozesse

Welche Werkzeuge,
Methoden und
Prozesse sind
erforderlich?

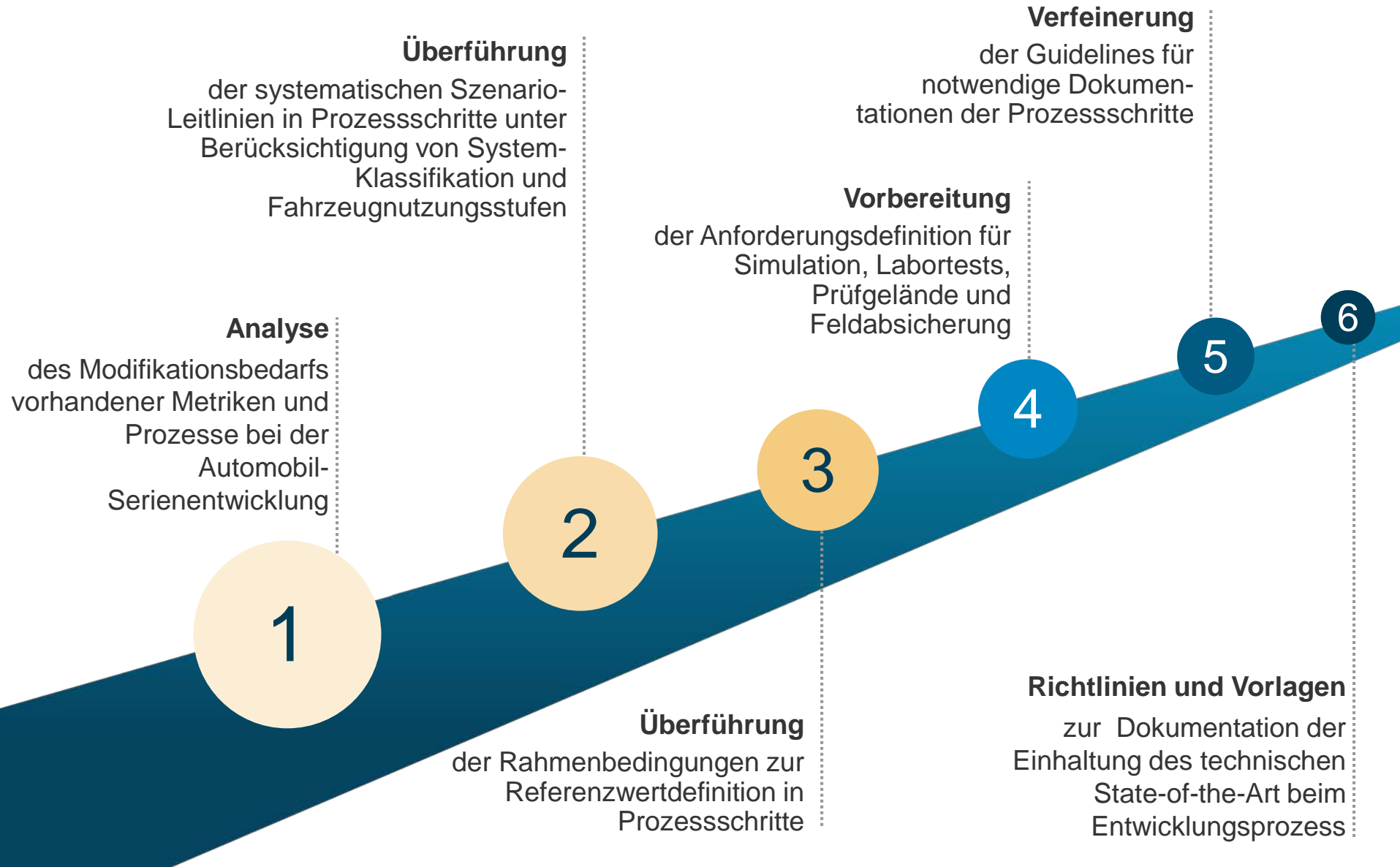


Testen



Ergebnis-
reflektion &
Einbettung

Umsetzungsprozesse



Zentrale Fragestellungen in PEGASUS

Was muss ein automatisiertes Fahrzeug leisten? Wie weisen wir nach, dass es dies auch zuverlässig leistet?



Szenarien-
analyse &
Qualitätsmaße



Umsetzungs-
prozesse



Testen



Ergebnis-
reflektion &
Einbettung

Wie kann die Vollständigkeit der relevanten Testfälle sichergestellt werden?

Wie sehen Kriterien und Maße für diese Testfälle aus?

Was kann in Laboren/Simulation, was muss auf Prüfgeländen, was auf der Straße getestet werden?

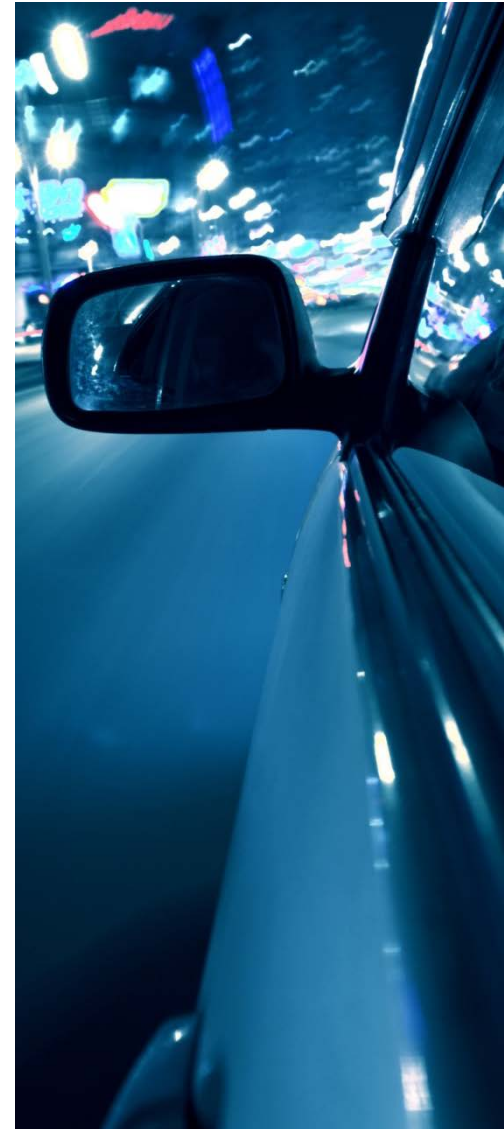
Testen

- Wie muss eine Teststrategie aussehen, um den Situationsraum ausreichend abzudecken?

- Wie können alle sicherheitsrelevanten Szenarien im Anwendungsbereich der Funktion abgesichert werden?

- Wie können wir die Funktionsgrenzen ermitteln – und nachweisen, dass wir sie beherrschen?

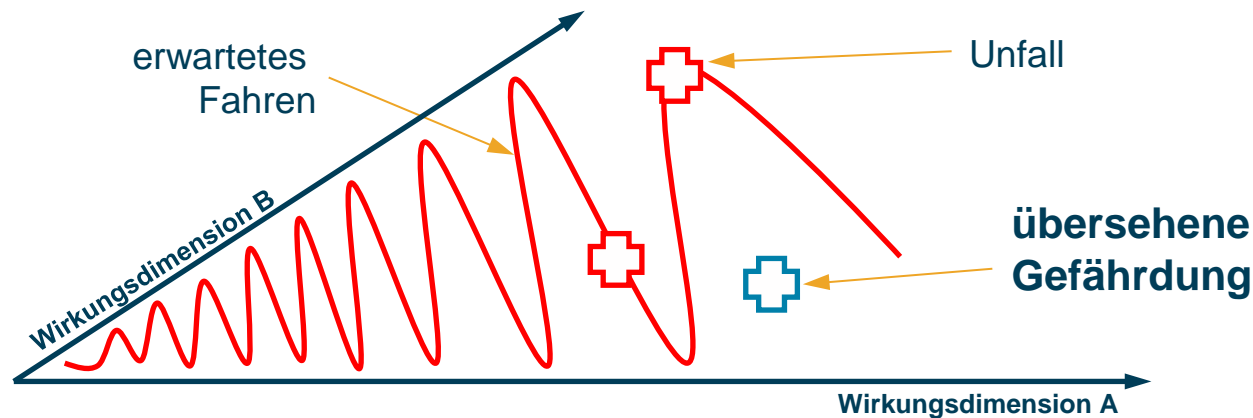
- Wie verifiziere und validiere ich meine Testmethoden, Testinstanzen und Testergebnisse?



Testen

Absicherungsfalle*:

- Bislang wird das Systemverhalten im Verkehr als bloßer stochastischer Prozess betrachtet.
- Dies entspricht dem Versuch, den Zustandsraum durch reines Fahren repräsentativ abzudecken.



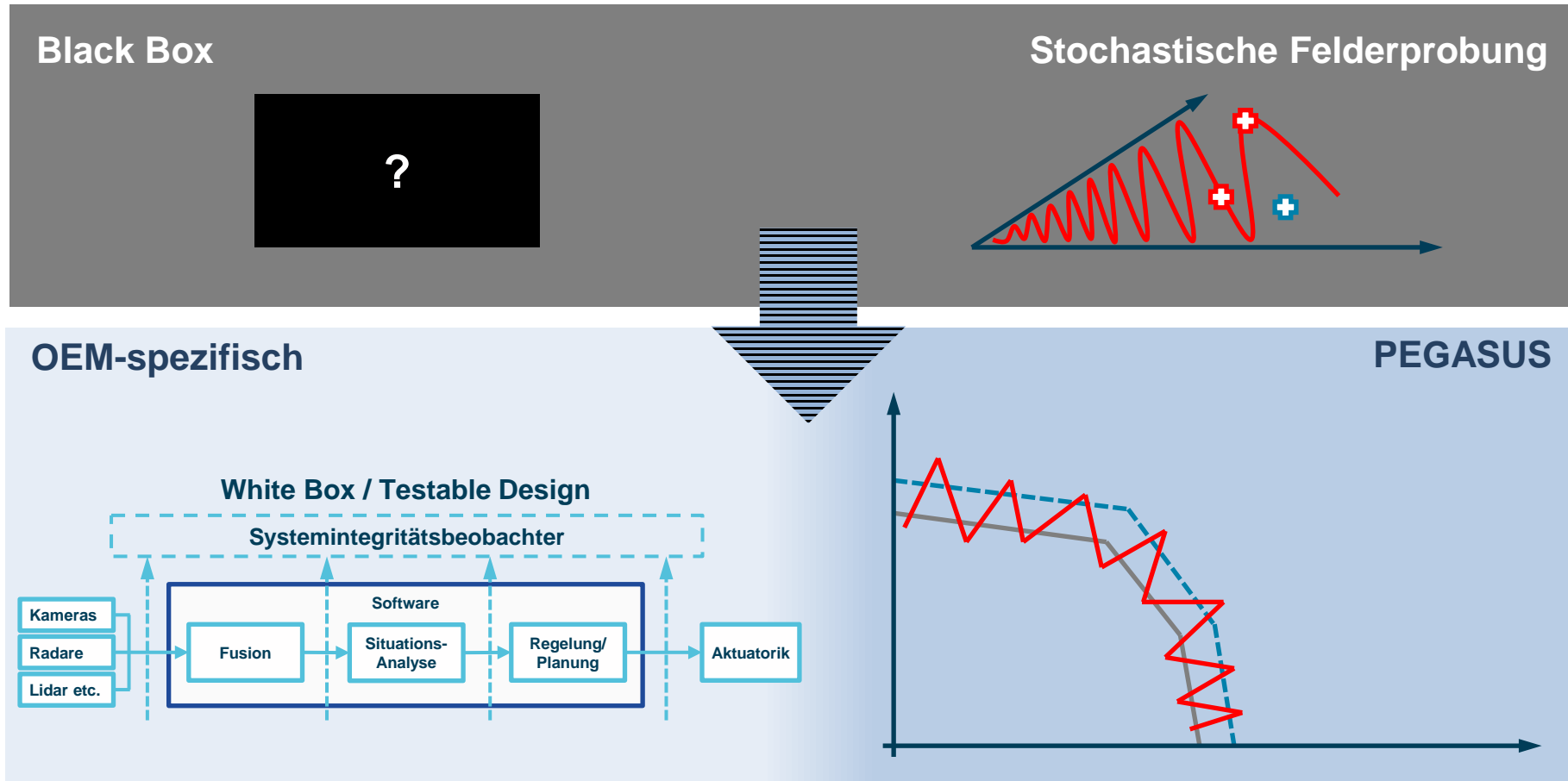
Wenn man das bisherige Verfahren auf hochautomatisiertes Fahren überträgt, müsste man 240 Mio. Kilometer* fahren!

* „Absicherung automatischen Fahrens“, Prof. Dr. H. Winner, 6. FAS-Tagung München, 29.11.2013

Testen

Ein Paradigmenwechsel ist notwendig!

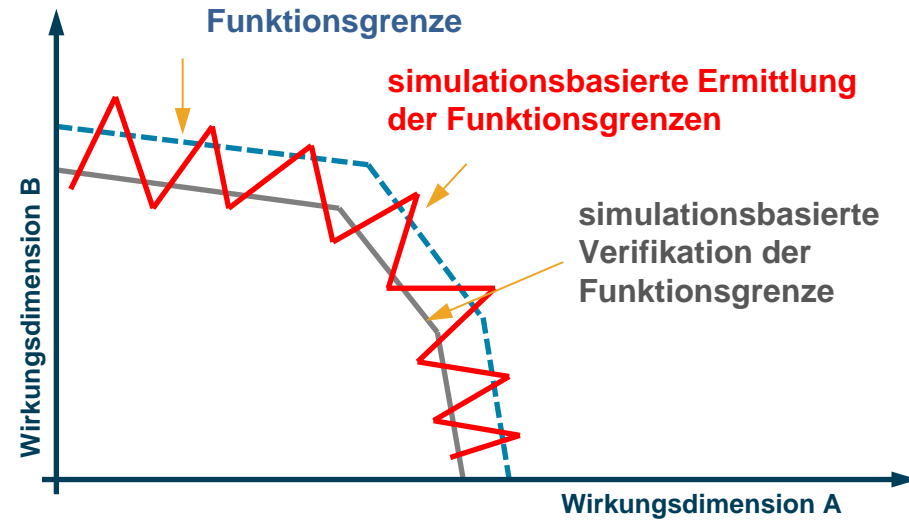
Für einen ganzheitlichen Ansatz zum hinreichenden, vollständigen und effizienten Testen hochautomatisierten Fahrens innerhalb der Funktionsgrenzen



Testen

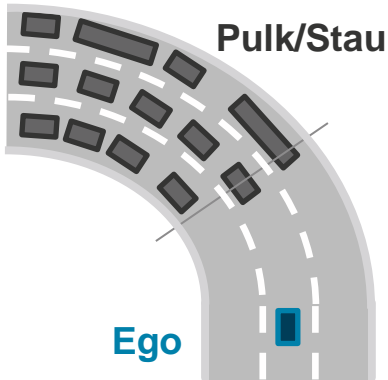
Lösungsansatz:

- **iterative Ermittlung der Szenarien** für die hochautomatisierte Funktion mittels Simulation, Prüfgelände und Feldtests in Abgleich mit einer zentralen Testspezifikations-Datenbank
- **Virtualisierung des Test- und Absicherungsvorgehens** zur Beherrschung des großen Testraumes und -volumens
- **simulative Ermittlung der Funktionsgrenzen** sowie **Nachweis der Beherrschbarkeit**
- Herausforderung für die Simulation:
 - realitätsnahe Modelle (Verkehr, Sensorik)
 - Nachweis der Realitätsnähe, d.h. Verifikation und Validierung auf Prüfgelände und in Feldtests
- automatisierte Identifikation ggf. noch nicht modellierter, potentiell kritischer Situationen



Testen

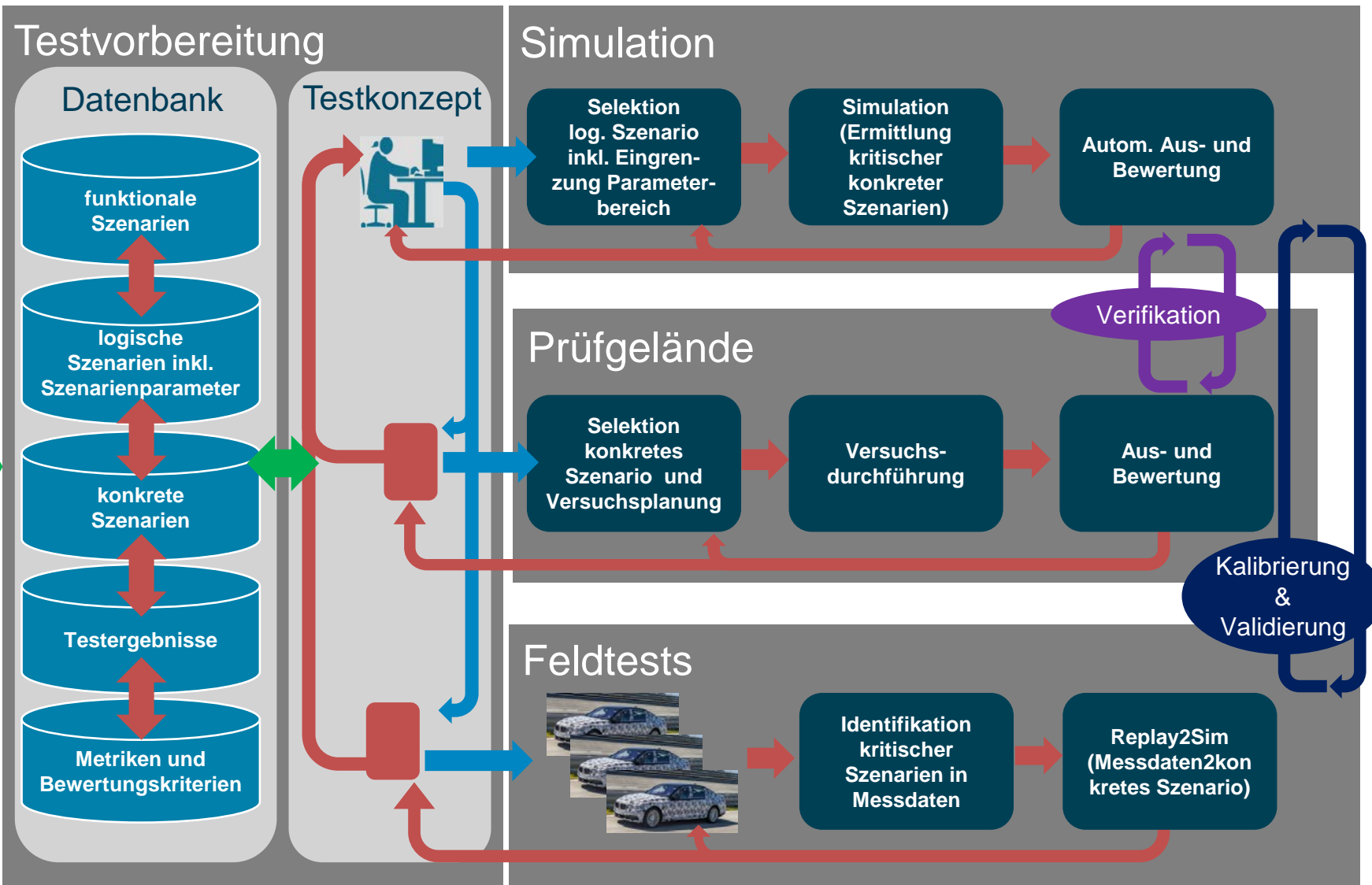
Szenariengenerierung: Abstraktionsebenen



Funktionale Szenarien	Logische Szenarien	Konkrete Szenarien
<u>Basisstrecke:</u> Autobahn in Kurve	<u>Basisstrecke:</u> Fahrstreifenanzahl [2..4] Kurvenradius [0,6..0,9] km	<u>Basisstrecke:</u> Fahrstreifenanzahl 3 Kurvenradius 0,7 km
<u>Stationäre Objekte:</u> -	<u>Stationäre Objekte:</u> -	<u>Stationäre Objekte:</u> -
<u>Bewegliche Objekte:</u> Ego, Stau; Interaktion: Ego nähert sich Stauende an	<u>Bewegliche Objekte:</u> Stauende_Pos [10..200] m Stau_Geschw. [0..30] km/h Ego_Abstand [50..300] m Ego_Geschw. [80..130] km/h	<u>Bewegliche Objekte:</u> Stauende_Pos 40 m Stau_Geschw. 30 km/h Ego_Abstand 200 m Ego_Geschw. 100 km/h
<u>Umwelt:</u> Sommer, Regen	<u>Umwelt:</u> Temperatur [10..40] °C Tröpfchengröße [20..100] µm Regenmenge [0,1..10] mm/h	<u>Umwelt:</u> Temperatur 20 °C Tröpfchengröße 30 µm Regenmenge 2 mm/h



TP 1



Zentrale Fragestellungen in PEGASUS

**Was muss ein automatisiertes Fahrzeug leisten?
Wie weisen wir nach, dass es dies auch zuverlässig leistet?**



Szenarien-
analyse &
Qualitätsmaße



Umsetzungs-
prozesse



Testen



Ergebnis-
reflektion &
Einbettung

Trägt das Konzept?

Wie gelingt die
Einbettung?

Ergebnisreflektion & Einbettung

Aussage

über das Aufteilungsverhältnis zwischen den angewendeten Testmethodiken (Simulation zu Prüfgelände zu Feldtests)

Proof of Concept
durch Verifikation (1),
Bewertung (2) und Aussage (3)

Bewertung,

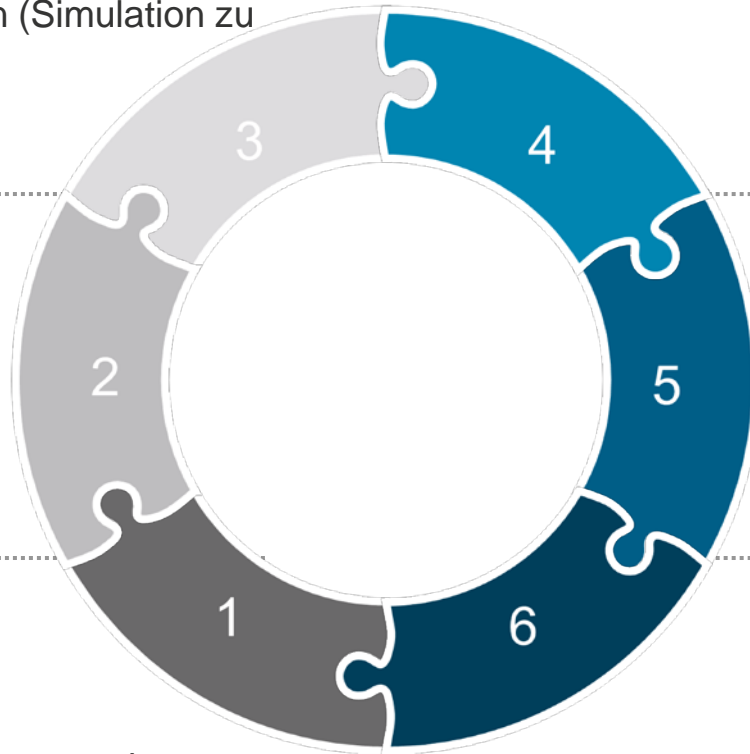
ob das Testziel mit den in PEGASUS angewendeten Prozessen und Methoden erreicht werden kann

Begleitung
der Einbettung der erarbeiteten
Ergebnisse bei den
Projektpartnern

Verifikation

der Methodik zur Identifizierung von relevanten Situationen, Güte- und Kritikalitätsmaßen für die Absicherung von HAF-Funktionalitäten

Lessons learned
zur Einführung der entstanden
Ergebnisse in die bestehenden
Unternehmensstrukturen



Zusammenfassung / Ausgewählte Ziele des Projektes

- Entwicklung eines Vorgehens zur Festlegung von Auslegungskriterien und Etablierung von Gütemaßen.
 - Berücksichtigung des Fahrers in Bezug auf seine Leistungsfähigkeit.
 - Gestaltung des Entwicklungsprozesses zur Freigabe von hochautomatisierten Fahrzeugsystemen.
 - Konzeptionierung, Aufbau und Demonstration von Bausteinen für eine effiziente Werkzeugkette für Simulation, Testgelände und Feldtest.
 - Einbettung der Erkenntnisse in die Industrie.
 - Verbreitung und Wegbereitung einer Standardisierung.
- ➔ Alle essenziellen Projektergebnisse sind barrierefrei zugänglich.



PEGASUS schließt wesentliche Lücken für Test und Freigabe hochautomatisierter Fahrfunktionen



Prototypen



Labor / Testgelände



Produkte

**Lückenschluss
durch
PEGASUS**

...und ebnet
damit den Weg zur
Markteinführung
hochautomatisierter
Fahrfunktionen!



Stand heute



Kontakt:

Prof. Dr. Karsten Lemmer

Vorstand Energie und Verkehr

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Karsten.Lemmer@dlr.de

0531/295-3401

www.pegasusprojekt.de



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages