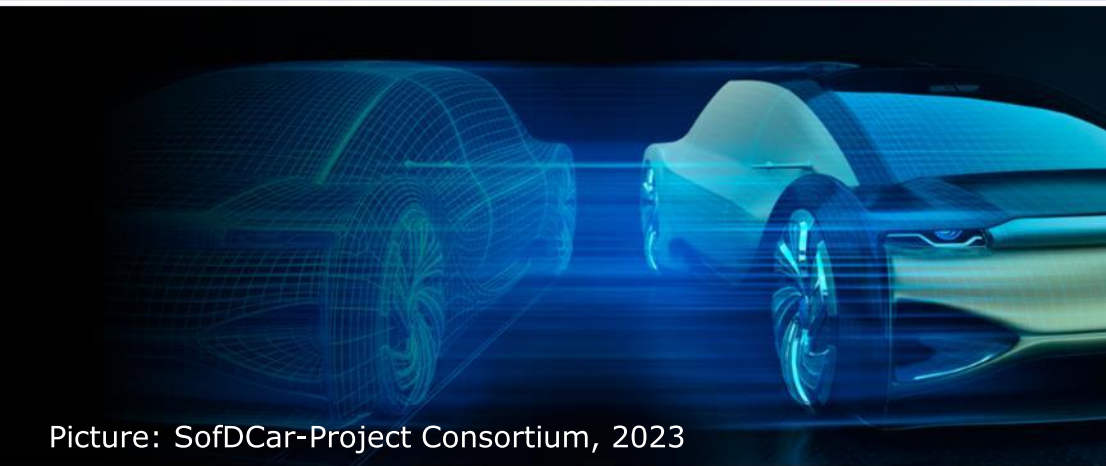


Universität Stuttgart

Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. M. Weyrich



Picture: SofDCar-Project Consortium, 2023



Auf dem Weg zu intelligenten Produkten und autonomen Systemen

11.06.2024

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c.
Michael Weyrich



Agenda

- **Visionen intelligenter und vernetzter Produkte**
- **Einblick in den Bereich „Software-defined Vehicle“**
- **Auf dem Weg hin zu autonomen Systemen**
- **Strategien und mögliches Vorgehen?**

Agenda

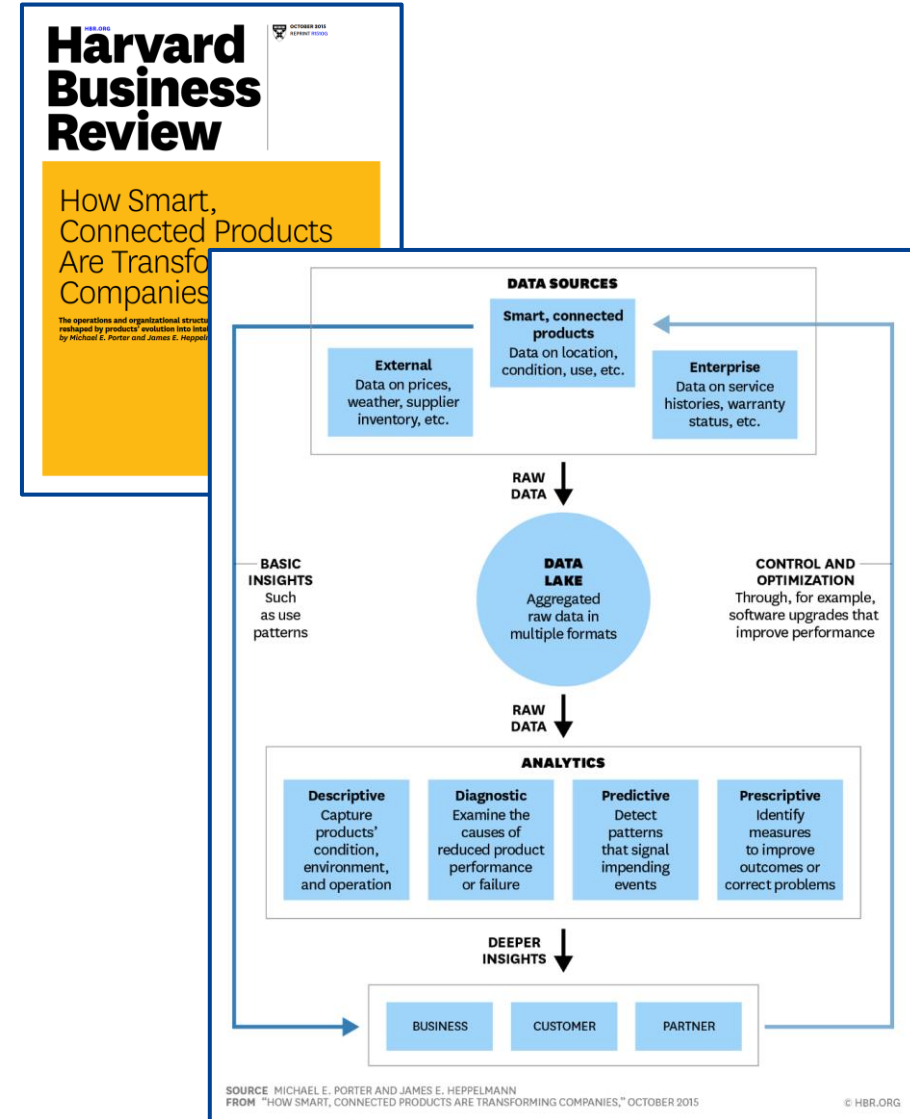


- **Visionen intelligenter und vernetzter Produkte**
- Einblick in den Bereich „Software-defined Vehicle“
- Auf dem Weg hin zu autonomen Systemen
- Strategien und mögliches Vorgehen?

Im Jahr 2015 riefen Michael Porter and James Heppelmann eine Revolution durch smarte, vernetzte Produkte aus



- Smarte, vernetzte Produkte: Sensoren, Software, Internetverbindung revolutionieren Unternehmen.
- Datensammlung/-analyse: Tiefe Einblicke in Nutzung, Zustand; verbesserte Angebote.
- Kundeninteraktion: Engere Bindung, personalisierte Erfahrungen durch neue Technologien.
- Geschäftsmodelle: Innovative Modelle, neue Einnahmequellen durch Datennutzung.
- Strategieberatung: Überdenken von Strategien, Strukturen, Systemen für Wettbewerbsfähigkeit.



Unternehmen investieren in smarte und vernetzte Produkte

Bosch

2016: Vernetzte Mobilität

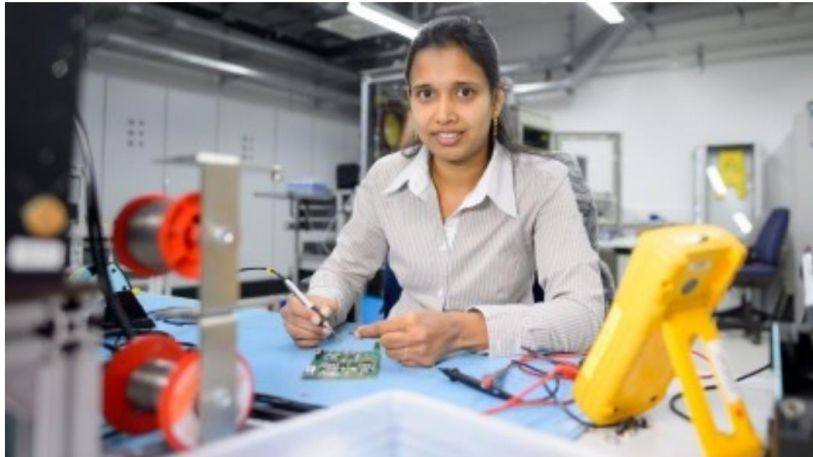
ITK ENGINEERING

Bosch kauft Softwarespezialisten mit 800 Beschäftigten

Bosch übernimmt ITK Engineering mit 800 System- und Softwareentwicklern. Der Autozulieferer sieht sich als Softwareunternehmen.



13. Oktober 2016, 15:23 Uhr, Achim Sawall



(Bild: Bosch)

<https://www.golem.de/news/itk-engineering-bosch-kauft-softwarespezialisten-mit-800-beschaeftigten-1610-123809.html>

2017: Vernetzung von Küchengeräten



Kitchen Stories Bosch-Tochter kauft Berliner Koch-App

Kitchen Stories begeistert sogar Apple-Chef Tim Cook. Nun übernimmt BSH das Start-up.

<https://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/bosch-tochter-kauft-berliner-koch-app-4554319.html>

2019: Vernetzung des Wohnhauses

Verl

Bosch übernimmt Kaunitzer Automationsfirma GFR

Der Gebäudeautomatisierer ergänzt das Produktangebot des bayerischen Unternehmens. Die Zustimmung des Kartellamtes steht noch aus.



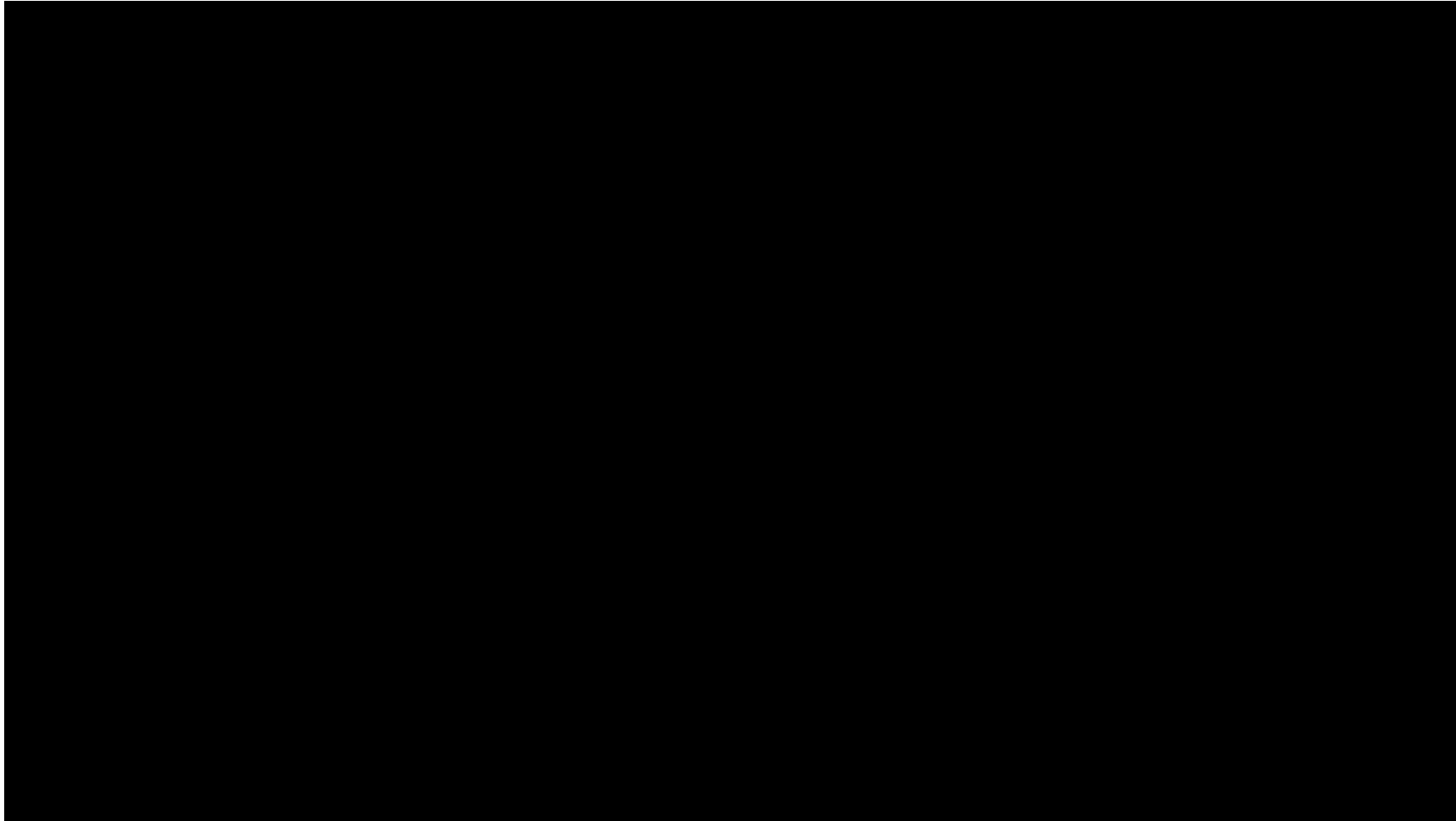
von Roland Thöring

19.07.2019 | 20.07.2019, 15:15

https://www.nw.de/lokal/kreis_guetersloh/verl/22512801_Bosch-uebernimmt-Kaunitzer-Automationsunternehmen-GFR.html

Unternehmen investieren in smarte und vernetzte Produkte

Mercedes-Benz 2018



<https://www.youtube.com/watch?v=g0ru4QAiXDA>

Etwa 10 Jahre später ... „AV Winter Time“

AUTONOMES FAHREN

Bosch will 1.200 Softwareentwickler entlassen

Vor allem die Entwicklungsabteilung für **autonomes Fahren** soll vom Stellenabbau bei **Bosch** betroffen sein.



18. Januar 2024, 14:50 Uhr, Daniel Ziegner



(Bild: Ethan Miller/Getty Images)

Neue Zürcher Zeitung

Neue Episode in der Conti-Krise: Der niedersächsische Autozulieferer will Tausende Stellen abbauen

Seit etlichen Jahren steckt Continental in einem massiven Umbau. Ruhe ist bis heute nicht in den Konzern eingekehrt. In der **Krisensparte Automotive mit den Bereichen autonomes Fahren, Software** und Sensorik sollen nun Tausende Stellen wegfallen. Zudem wird laut Medienberichten über eine Ausgliederung diskutiert.

Michael Rasch, Frankfurt
13.11.2023, 16:52 Uhr · 3 min

Merken Drucken Teilen

Handelsblatt

Industrie > Volkswagen: Thomas Schäfer bereitet Mitarbeiter auf Stellenabbau vor

Volkswagen

Thomas Schäfer bereitet Mitarbeiter auf Stellenabbau vor

VW-Management und Betriebsrat verhandeln über ein Effizienzprogramm, das zehn Milliarden Euro einbringen soll. Dabei soll es auch Einschnitte beim Personal geben, warnt der Markenchef.

Roman Tyborski
30.11.2023 - 12:32 Uhr

NEWS

Cruise Didn't Tell Anyone That A Woman Was Dragged 20 Feet After Being Pushed Into Robotaxi

The company left out some key details regarding the incident involving one of its robotaxis and a pedestrian.

By Lawrence Hodge

Published October 26, 2023 | Comments (45)

Mobility beantragte keine Zulassung für autonomes Fahren

In Darmstadt und Offenbach wollte Verkehrsminister Wissing Autos fördern, die ohne Fahrer Menschen transportieren. Nun winken die Unternehmen ab.

Amazon Go Supermärkte: Kassenloses Just-Walk-Out-System gescheitert

Amazon wollte mit seinen komplett kassenlosen Supermärkten Amazon Go den Check-out an der Kasse überflüssig machen. Das Konzept ist laut US-Berichten gescheitert, Amazon baut die aufwändige Just-Walk-Out-Technik in seinen Amazon-Läden ab.

Ronald Matta, Veröffentlicht am 03.04.2024 Business



Bei den Kunden durchgefallen: Amazon baut seine komplett kassenlose Just-Walk-Out-Technik in den Amazon Go Supermärkten sowie bereits damit ausgerüsteten Amazon Fresh und Whole Foods Market Stores wieder ab. In neuen Amazon-Filialen, die im Laufe des Jahres eröffnen werden, soll das mit vielen Sensoren, Kameras und Deep-Learning-Technologie arbeitende Shoppingsystem nicht mehr eingesetzt werden, verrät der dafür zuständige SVP Worldwide Grocery Stores, Tony Hogget, der Website **The Information**.

Amazon wollte mit seinen komplett kassenlosen Supermärkten Amazon Go den Check-out an der Kasse überflüssig machen.

Handelsblatt

Felix Holtermann, Larissa Holzki
05.06.2024 - 14:48 Uhr

Künstliche Intelligenz

Was der Robotik zu ihrem ChatGPT-Moment fehlt



Die MikroAI Roboter von Enchantic Tools sollen im Krankenhaus helfen. Foto: Enchantic Tools

Gartner (Juni 2024): „2035 dürften zehn Prozent der wohlhabenden Haushalte in den entwickelten Ländern einen humanoiden Roboter besitzen“ (heute: 0%)

Agenda

- Visionen intelligenter und vernetzter Produkte
- ➔ • **Einblick in den Bereich „Software-defined Vehicle“**
- Auf dem Weg hin zu autonomen Systemen
- Strategien und mögliches Vorgehen?

Networked communication and ubiquitous sensors

New functions raise questions in terms of security about the communication of the vehicles between each other, with the infrastructure and a back-end.

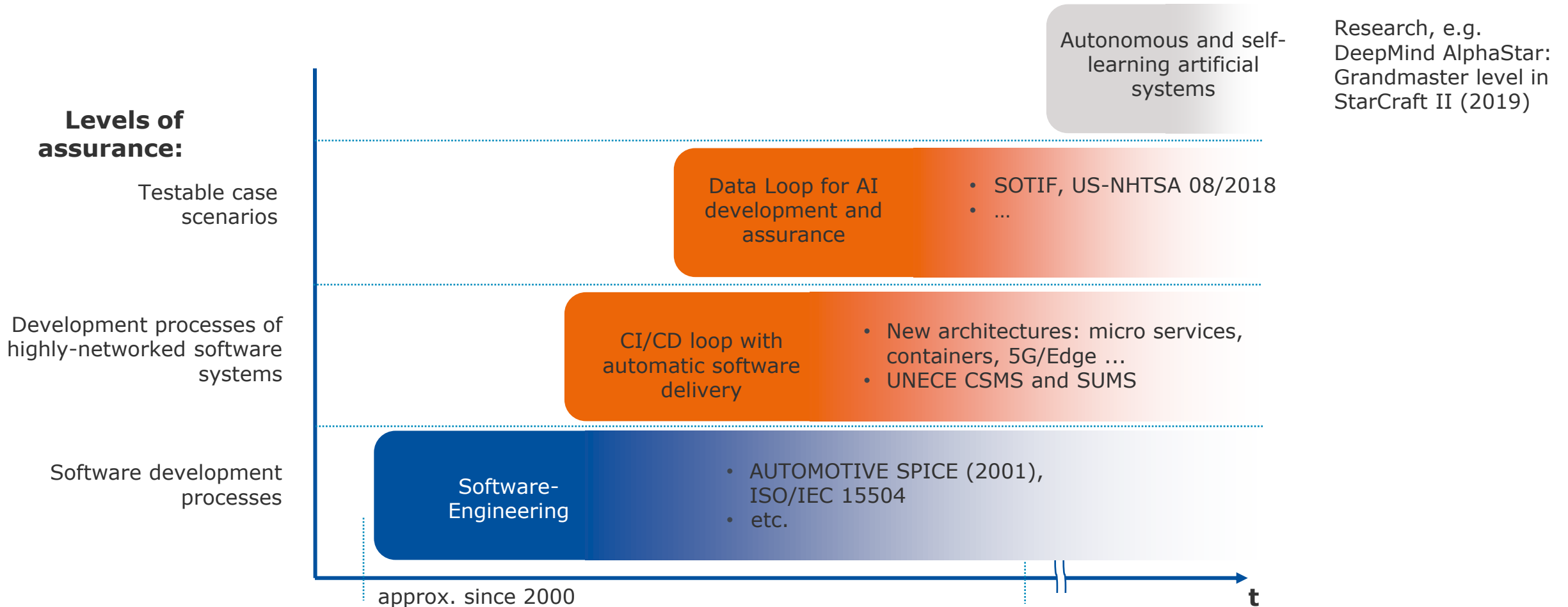
- Sensors in the vehicle record a wide range of **personal information**
- **Environment detection** by sensors outside the vehicle
- Vehicles and infrastructure **exchange data**
- There is an information exchange between vehicles and a **back-end**



IAS team members in the Arena 2036 (Bild: Uni of Stuttgart, IAS)

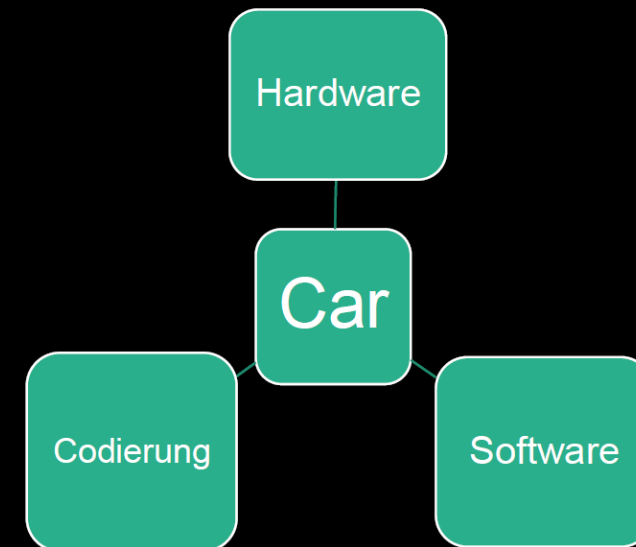
Evolutionary stages in system development

New forms of software engineering: via software-defined systems with "Continuous Integration and Deployment" (CI/CD) to the "Data Loop" for AI system developments.



A car will be and already is a complex SW system

- One or more supercomputer inside
- A lot of additional ECUs
- Several zone controller
- Many actors and sensors
- „Spider web“ of dependencies
- actors / sensors data is used in parallel
- Maybe most components will be changed over lifetime

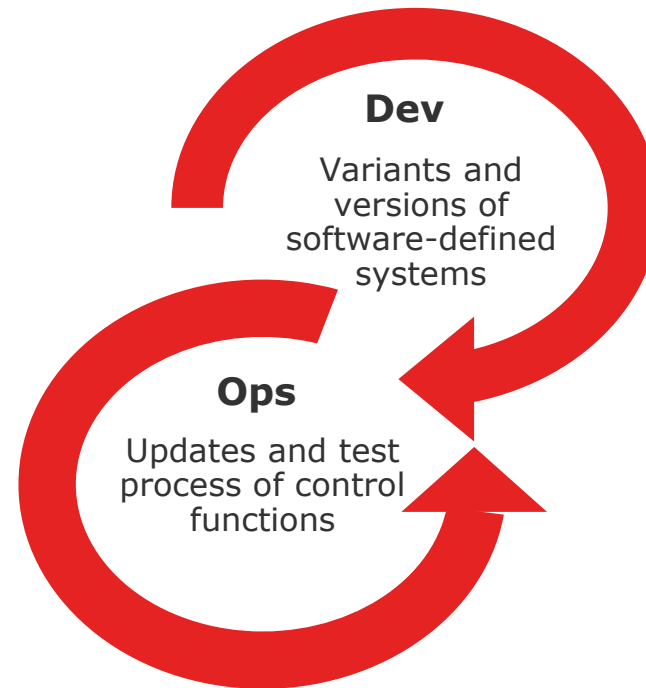


CI/CD-Loop with automatic Software deployment

New opportunities for (further) development are created due to the connection during operation of highly configurable software-defined mobility systems.

“Online” connection to vehicles in operation:

Development of new functionalities for the **re-deployment of software** and a meaningful **inclusion of the backend**.



Use of standardized testing procedures:

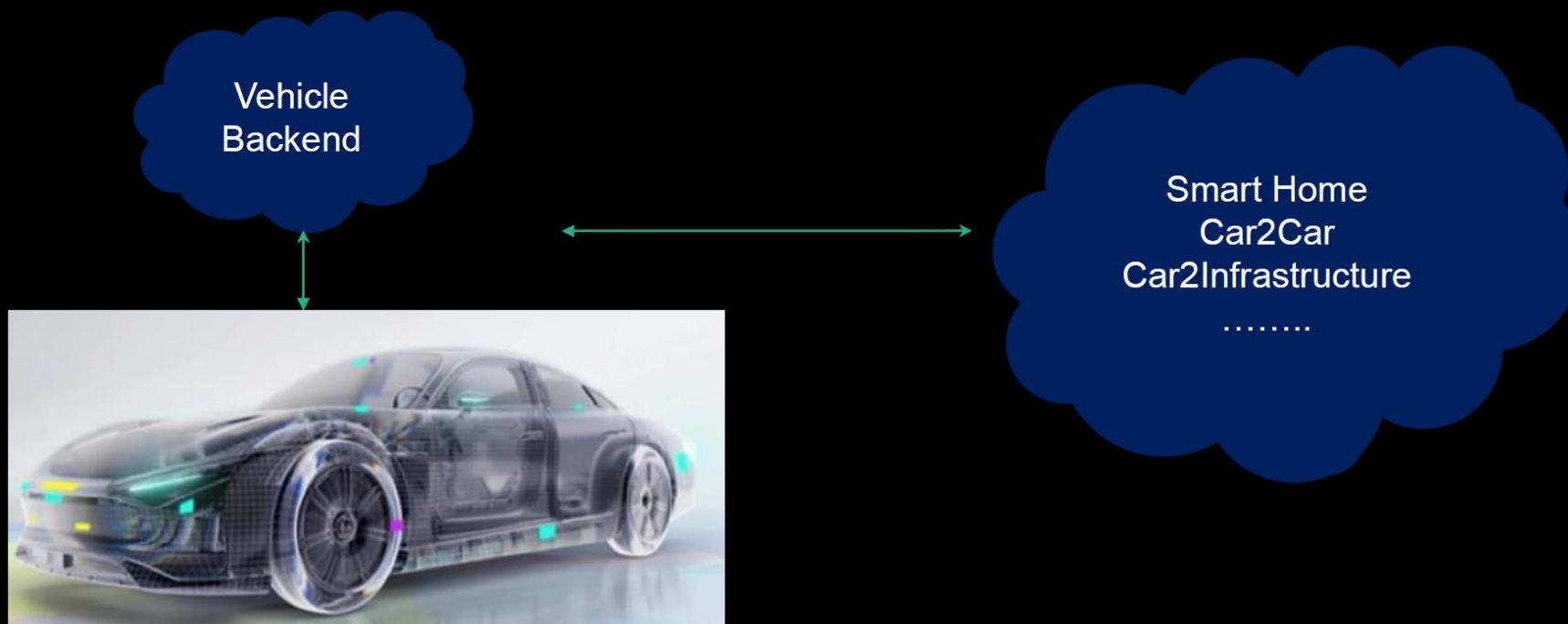
UNECE SUMS No. 156 - Software update and software update management system

Procedures for dealing with complex software product lines

UNECE CSMS No. 155 - Provisions for cyber security and cyber security management system

...

Adding vehicle backend and ecosystem



Mercedes-Benz

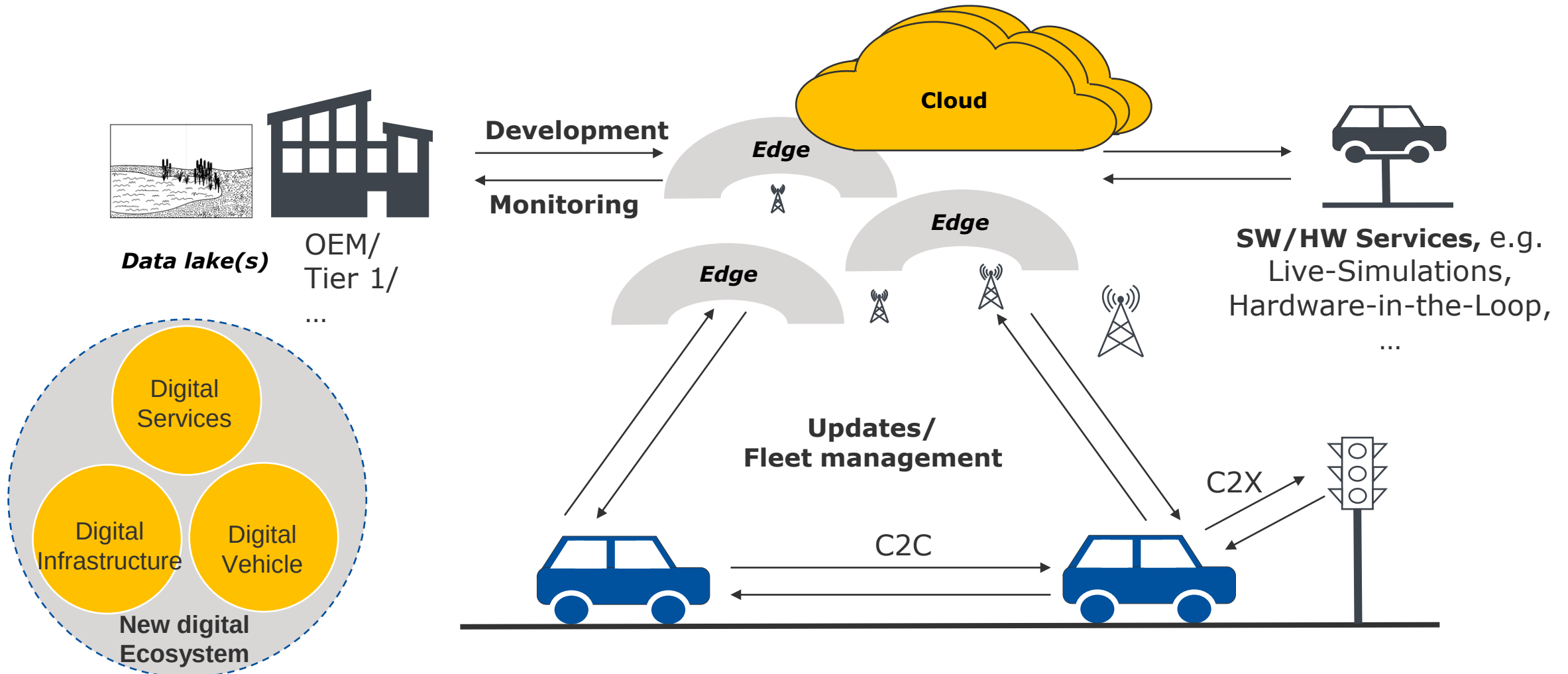
Software Defined Car - Dr. Rose Sturm - June 2023

16

Software und Daten bieten neue Funktionen und Dienste



Heute ist der Wettlauf zu einem neuen digitalen Ökosystem in vollem Gange: Die Architektur der Zukunft muss im Einklang mit der "Big Business"-Strategie der führenden Akteure stehen.



And now: multiply by several millions



Mercedes-Benz

Software Defined Car - Dr. Rose Sturm - June 2023

17

Promotion: car-lifetime oriented development



Mercedes-Benz

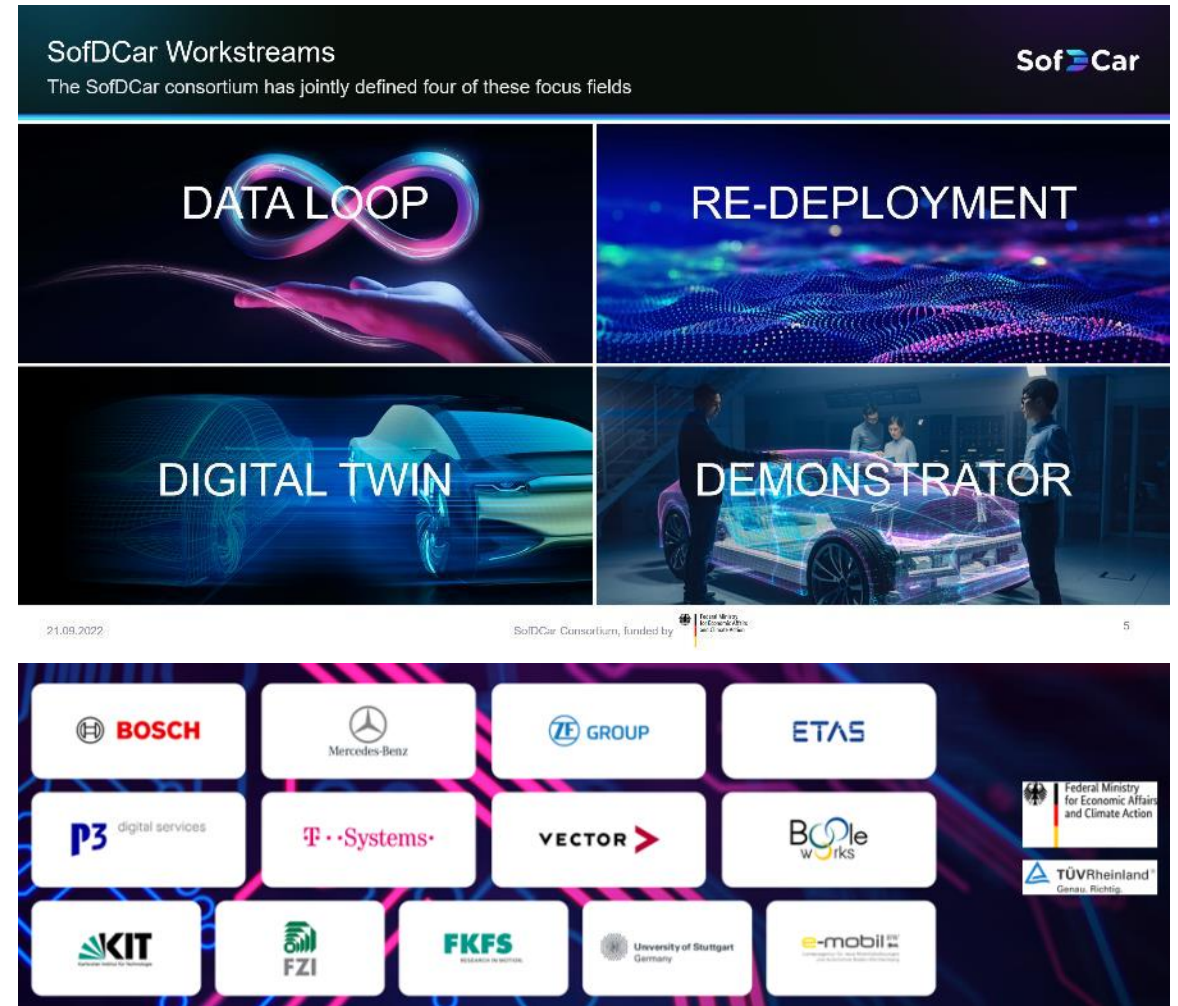
Software Defined Car | Dr. Rose Sturm | June 2023

18

Software-defined Vehicles (SofDCar Leitprojekt)

Das SofDCar-Konsortium befasst sich mit den Herausforderungen der zukünftigen E/E- und Software-Architektur in Fahrzeugen.

- Fahrzeuge werden als Teil eines **Netzes aller Fahrzeuge und Infrastrukturen** betrachtet
- **Digitale Zwillinge**, die auf effizienten Datenstrukturen basieren, bilden ein virtuelles Abbild der physischen Fahrzeuge
- Eine **Data Loop** ermöglicht eine Verbindung zwischen dem Fahrzeug im Betrieb und der Entwicklung, z.B. für das Re-Deployment von Software.



SofDCar Workstreams
The SofDCar consortium has jointly defined four of these focus fields

DATA LOOP

RE-DEPLOYMENT

DIGITAL TWIN

DEMONSTRATOR

21.09.2022 SofDCar Consortium, funded by Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

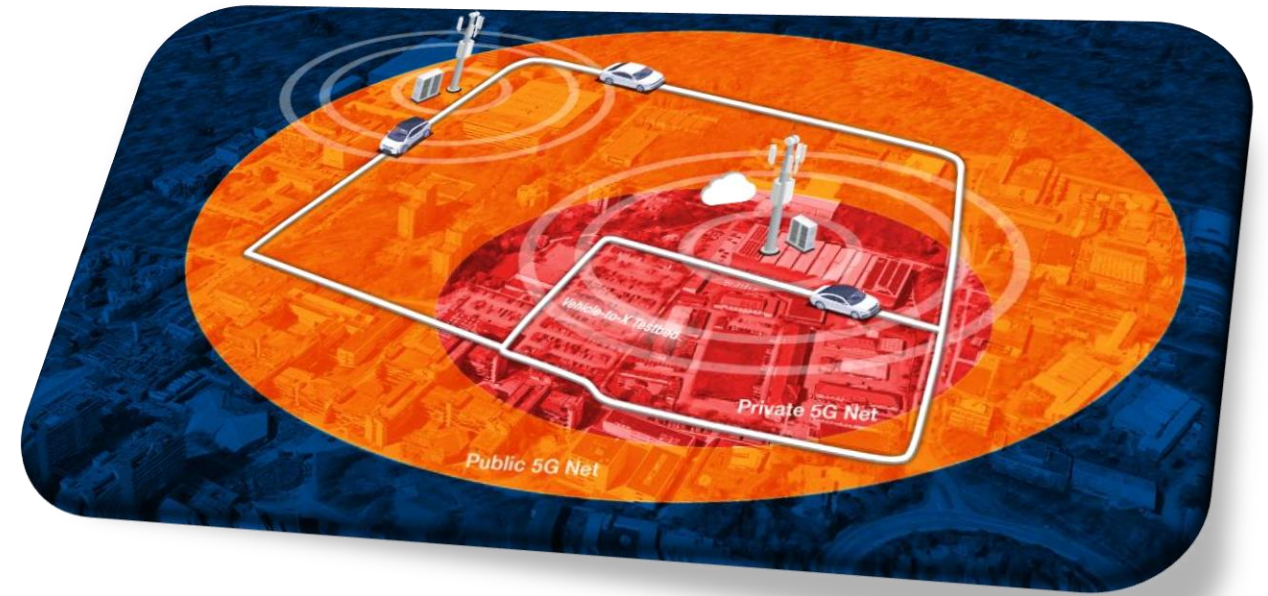
Partners: BOSCH, Mercedes-Benz, ZE GROUP, ETAS, P3 digital services, T-Mobile Systems, VECTOR, Boole Works, KIT, FZI, FKFS, University of Stuttgart, e-mobil

Support: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action, TÜVRheinland

Testbed 1: 5G für vernetzte Fahrzeuge

Während des Einsatzes im Feld können die Fahrzeuge und ihre Komponenten untereinander, mit der Infrastruktur und mit den Entwicklungsabteilungen kommunizieren.

- **Sichere Vernetzung:** Edge- und Cloud-Kommunikation über Internetprotokolle zwischen Fahrzeugen und Verkehrsinfrastruktur
- **Management und zuverlässiges (Re-)Deployment** für variantenreiche Software mit Software-Produktlinien
- **Analyse und zuverlässige Synchronisierung von Daten** und Informationen mit dem digitalen Zwilling
- **Ferngesteuerte Funktionsbereitstellung (mit Collective Perception)** für das Fahrzeug vom Backend aus



5G-Testgelände (Netz: privat und öffentlich) mit Edge und Cloud an der Uni Stuttgart, Campus Pfaffenwaldring.

Testbed 2: Fahrkomfort durch kollaboratives Lernen

Fortschrittliches Cockpit für moderne Fahrzeugfunktionen

Wie kann man den Komfort in der kollaborativ verbessern, ohne persönliche Informationen preiszugeben, und gleichzeitig mit der Nutzervarianz umgehen?

- Ein globales Modell wird mit heterogenen Daten trainiert

➔ Höhere Generalisierungsfähigkeit

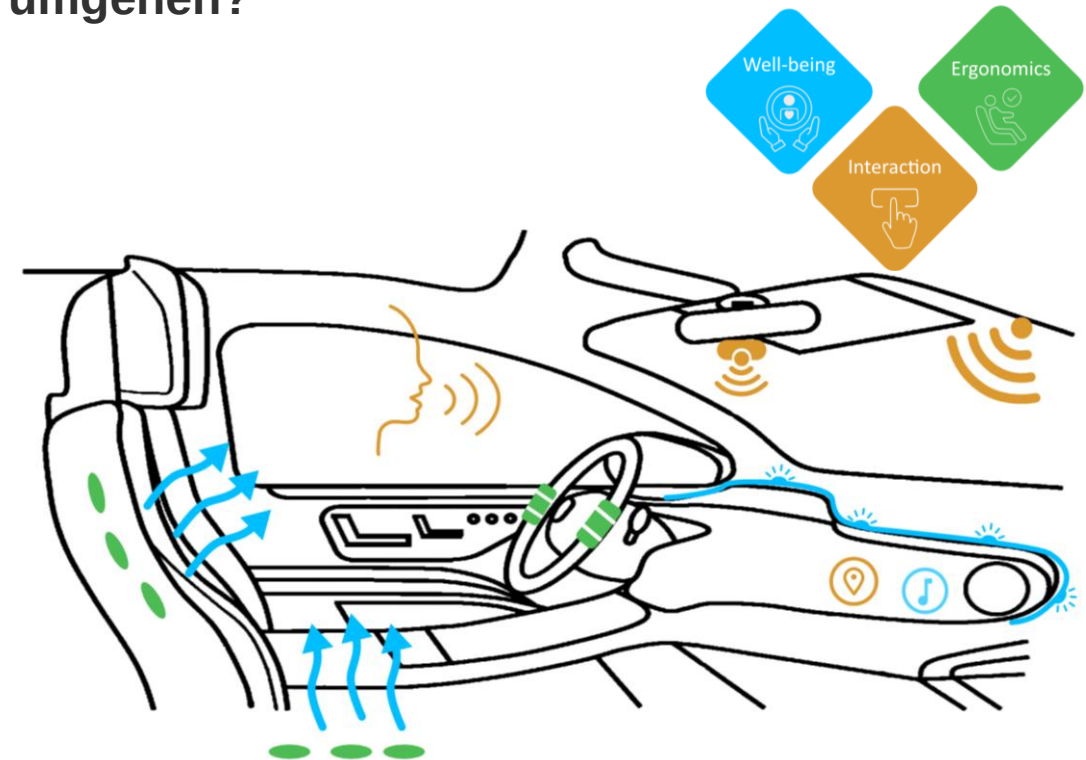
- Daten werden über Sensoren in der Kabine gesammelt und verbleiben dort

➔ Ansatz zur Wahrung der Privatsphäre

- Komfortfunktionen werden mit persönlichen Parametern optimiert

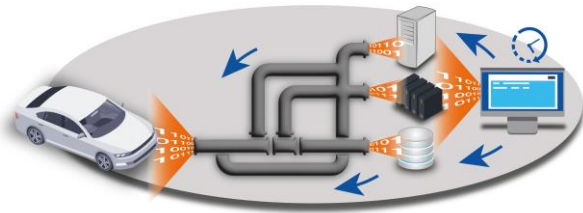
➔ Verbesserung der individuellen Fahrqualität

➤ *Intelligenz in der Kabine zur Schaffung einer komfortablen Umgebung*



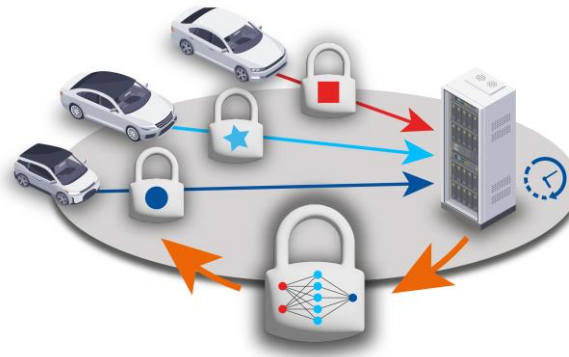
Forschungsthema: Data Loop

Wie können die Daten ausgetauscht und gespeichert werden?



Datenstrom- und Updateanalyse

Kontinuierliche Analyse der 5G-Architektur für ein dynamisches Fehlermanagement und als Feedback für zukünftige Softwareupdates



Föderiertes Lernen für mehr Konnektivität und Datenschutz

Training von maschinellen Lernmodellen mit dezentralisierten Daten in Fahrzeugen für Vermeidung der Offenlegung persönlicher Informationen und Verbesserung der Konnektivität



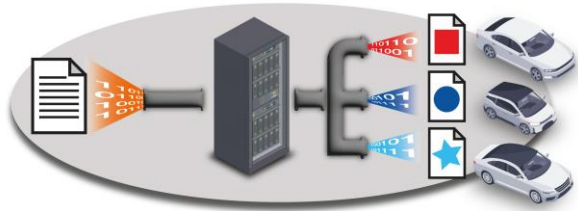
Datenschutz

Anonymisierung und Richtlinien zum Schutz der Privatsphäre der Fahrer, die durch den Betrieb der Datenpipelines gewährleistet ist.

Forschungsthema: Re-Deployment

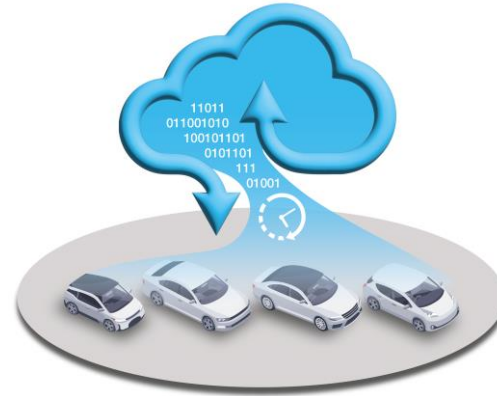
Wie können CI/CD-Ansätze für Fahrzeuge eingesetzt werden?

RE-DEPLOYMENT



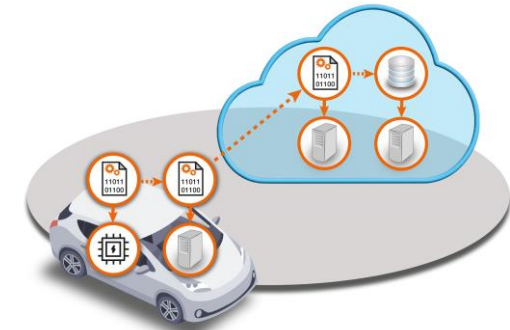
Entwicklung von variantenreicher Software für das softwaredefinierte Fahrzeug

Intelligentes Komplexitätsmanagement der variantenreichen Software unter Berücksichtigung der vielfältigen Kundenanforderungen



Over-the-air-Update für Fahrzeugflotten

Aktualisierung ganzer Fahrzeugflotten Over-the-Air unter Berücksichtigung der Rolle der Cloud-Elastizität aufgrund unterschiedlicher Arbeitslasten

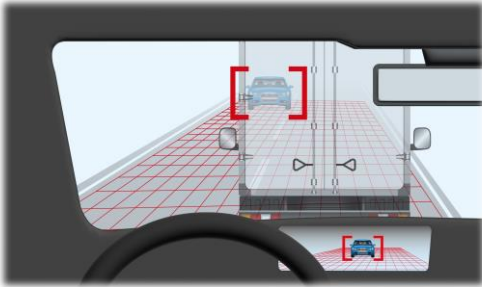
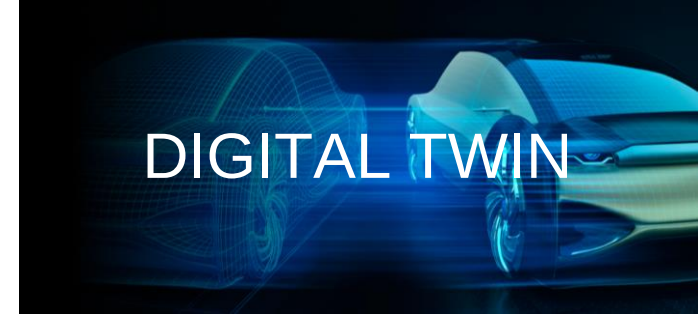


Orchestrierung von Fahrzeugkomponenten

Variantenmodellierung von Bereitstellungsmodellen mit dem Ziel der Orchestrierung von Software und Hardware im Fahrzeug und in der Cloud (Installation, Konfiguration und Aktualisierung)

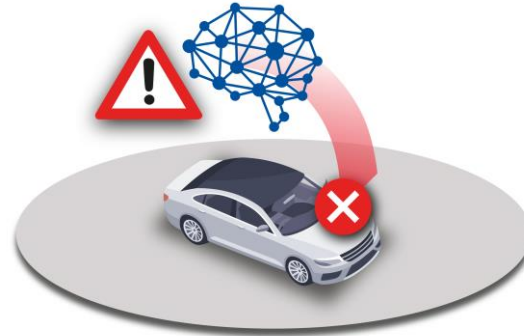
Forschungsthema: Digitaler Zwilling

Wie baut man einen digitalen Zwilling auf und setzt ihn ein?



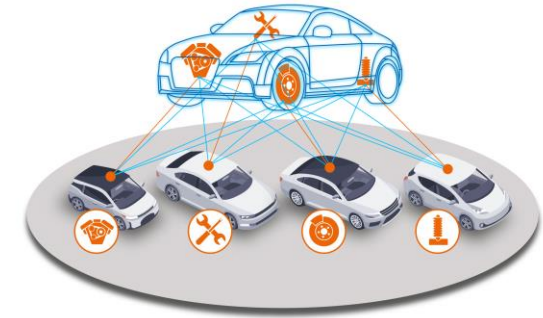
Verbesserte Umgebungserkennung

Erweiterung des Sensorerfassungsbereichs durch Datenaustausch



Erkennung von Anomalien

Konfiguration der am besten geeigneten KI-basierten Methoden zur Erkennung von Anomalien in Abhängigkeit vom Kontext.

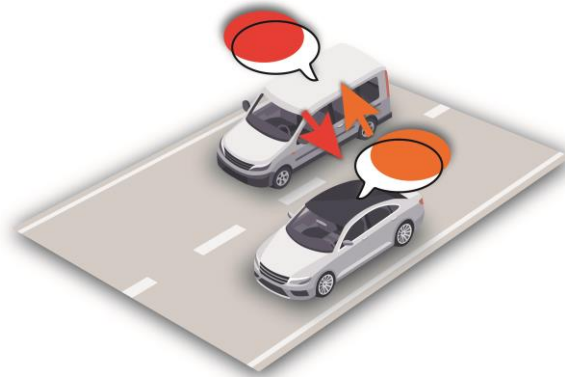


Semantische Integration von digitalen Zwillingen

Verknüpfung verschiedener Modelle für unterschiedliche Aspekte eines digitalen Zwillings eines Automobils und Austausch von Informationen zwischen diesen verschiedenen Modellen

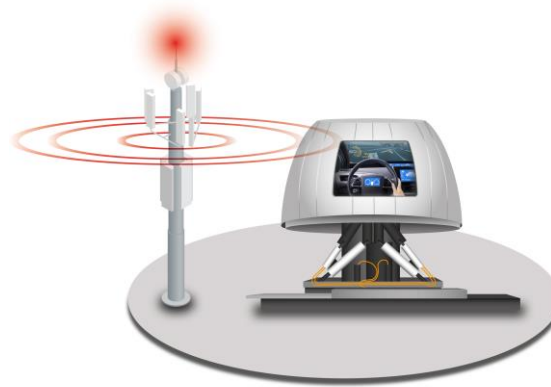
Forschungsthema: Demonstrator

Wie lassen sich reale Szenarien untersuchen?



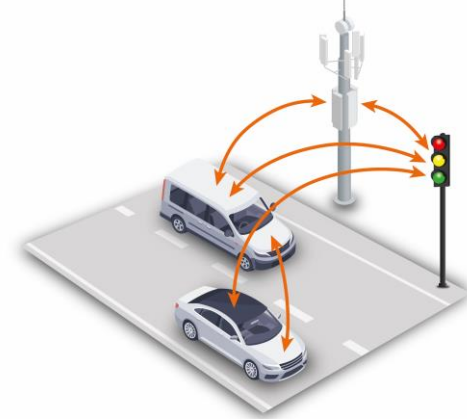
Ereignisbasierte Kommunikation von Fahrzeugen

Austausch von Informationen zwischen Fahrzeugen, um einen Überholvorgang zu koordinieren (kooperatives Überholen) und autonom durchzuführen



Integration von Prüfständen

Integration des Fahrdynamikprüfstands und des Stuttgarter Fahrsimulators in eine 5G-Umgebung



Intelligente Multi-Agenten-Systeme Infrastruktur

Eine hochgradig vernetzte intelligente Infrastruktur, die mit Fahrzeugen kommuniziert, um standortbezogene und dezentralisierte Dienste zu nutzen und gleichzeitig die Anforderungen an den Datenschutz zu erfüllen

Schlussfolgerung: Es gibt viele Fragen ...

Hier sind einige Beispiele, aber es gibt noch viele weitere Facetten mit einer großen Tiefe.



DATA LOOP

- Wie können Themen der kooperativen Wahrnehmung von vernetzten Fahrzeugen genutzt werden?



RE-DEPLOYMENT

- Was sind die Probleme von Software-Produktlinien und Software-Erosion in Software-Systemen, die auf CI/CD-Toolchain basieren?



DIGITAL TWIN

- Wie können künftige Funktionen auf einem digitalen Zwilling basieren und Techniken der Modellierung, Synchronisierung, Echtzeitverarbeitung usw. einsetzen?



DEMONSTRATOR

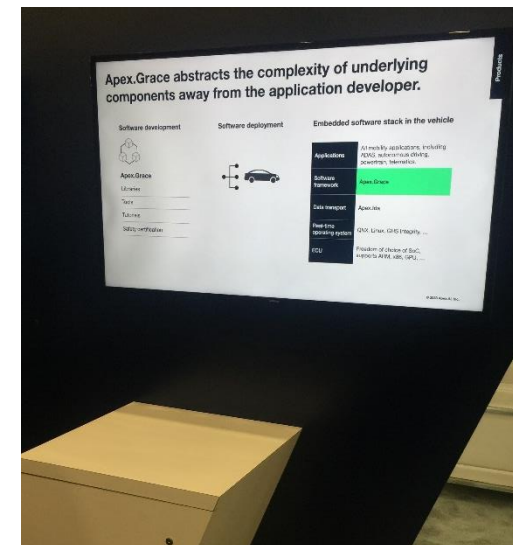
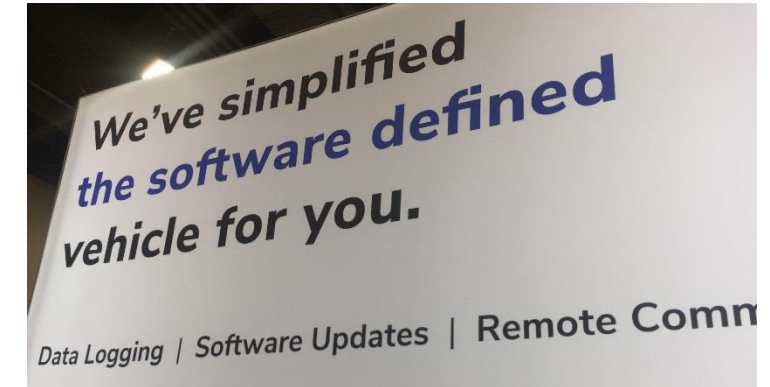
- Welche Probleme und Fragen gibt es in der "realen Welt", z. B. Latenzzeiten, unterschiedliche Formate, Einschränkungen des Open-Source-Frameworks usw.?

New technology platform for autonomous driving



- For autonomous driving, real-time operating systems and new IT platforms are needed to enable sensor data processing and autonomy capabilities with high performance.
- Flexible and scalable autonomy solutions using **sensor fusion** and **advanced AI processes**

→ **Key enabler technologies of autonomous driving**



Pics from CES 2023

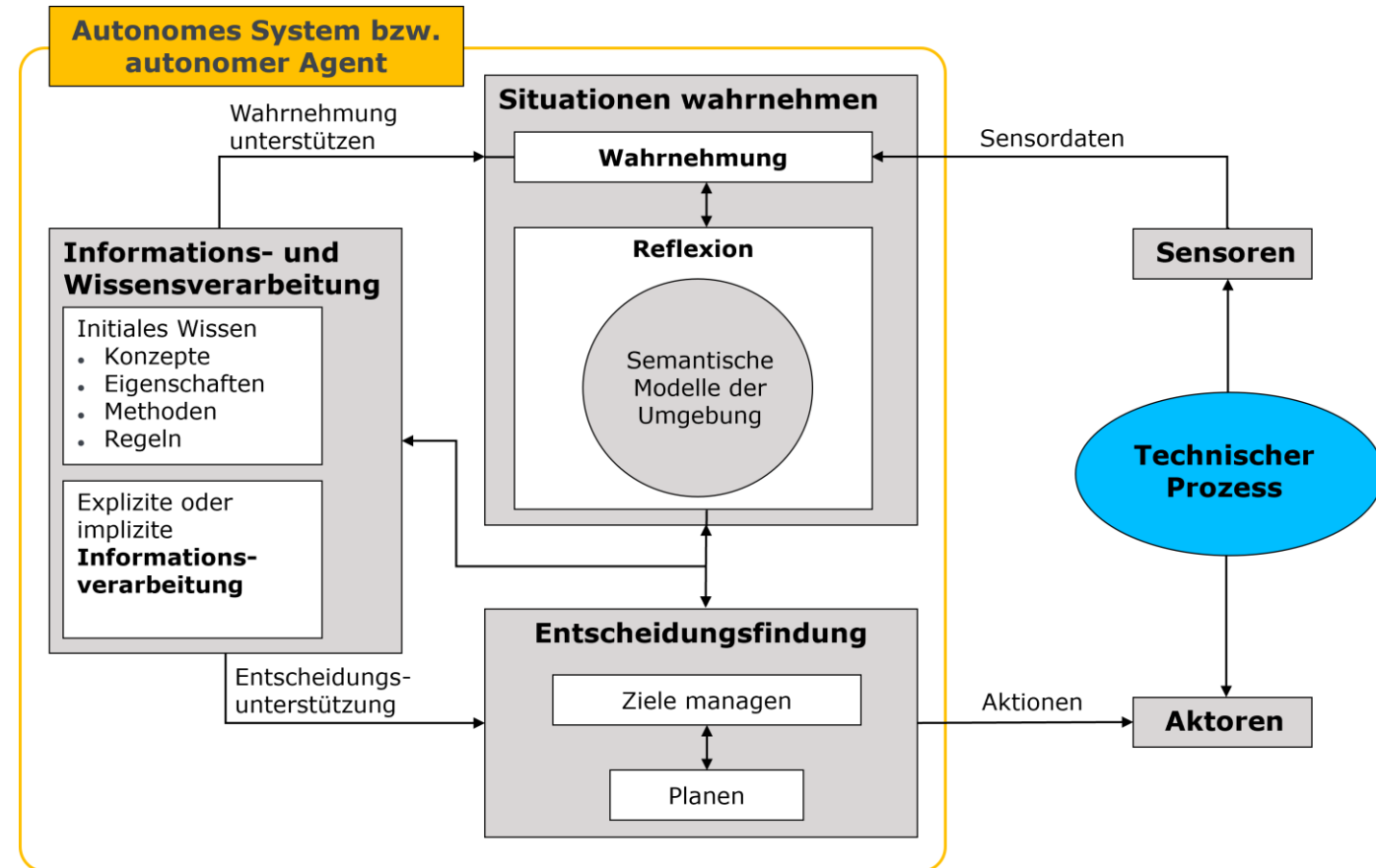
Agenda

- Visionen intelligenter und vernetzter Produkte
- Einblick in den Bereich „Software-defined Vehicle“
-  • **Auf dem Weg hin zu autonomen Systemen**
- Strategien und mögliches Vorgehen?

Was ist ein Autonomes System?

• Autonomie bedeutet Selbstverwaltung, Zielstrebigkeit und Anpassungsfähigkeit

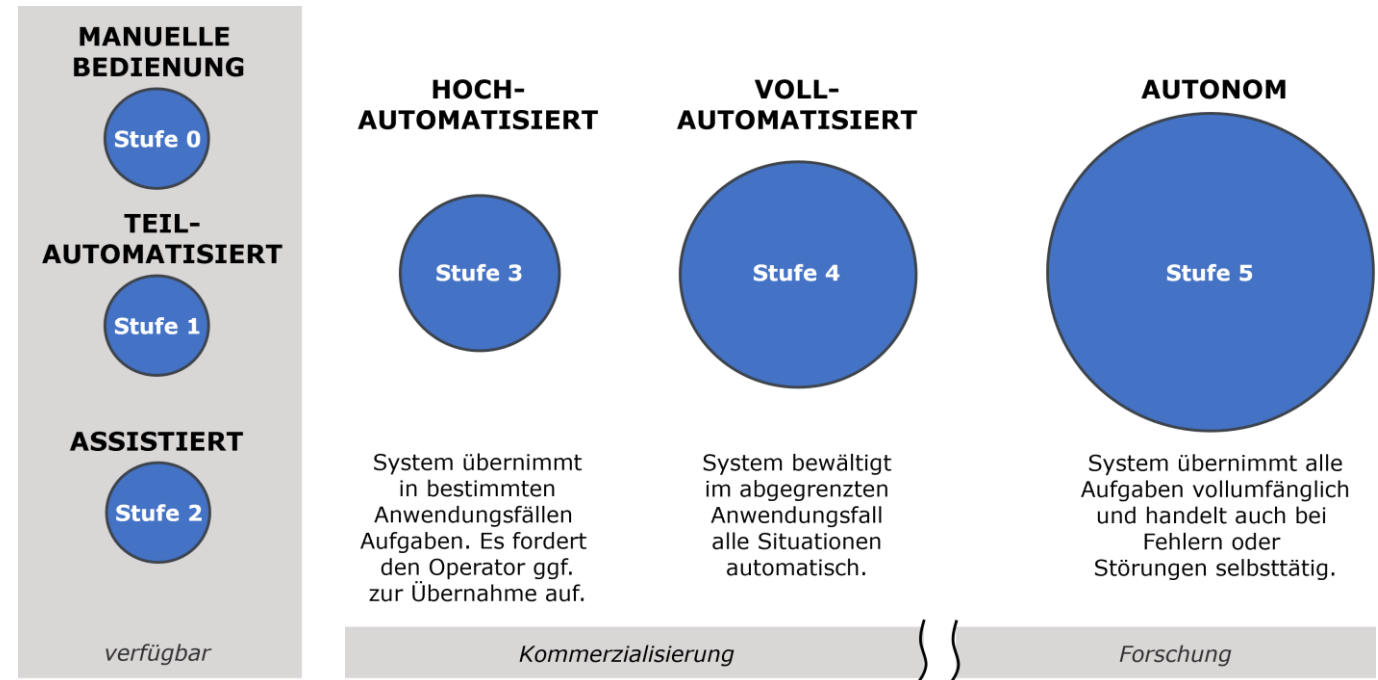
- Intelligente Systeme für komplexe, unvorhergesehene Ereignisse
- Interaktion ohne menschliches Zutun, Führung durch das System
- Multifunktional: Einsatz zu Land, Wasser, Luft
- KI und Maschinelles Lernen sind Kernkomponenten zur Automatisierung und Unterstützung



Anwendungsbeispiele und Entwicklung

Von Automatisierung zu Autonomie

- Autonomes Fahren als Vorreiter:
Umsetzung von vollautomatisierten Fahrten
- Anlagenautomatisierung: Schritte zur Autonomie trotz Unvorhergesehenem
- Fünf Stufen autonomen Verhaltens etabliert durch SAE International
- Aktuelle Marktreife: Stufe 3
"Hochautomatisiert" verfügbar
- Zielsetzung: Erreichen von Stufe 4
"Vollautomatisiert" und Stufe 5 "Autonom"



Technologische Fortschritte und Herausforderungen

Erweiterung der menschlichen Fähigkeiten

- Fortschritte in Mustererkennung und Handlungsableitung
- Deduktions- und Schlussfolgerungsfähigkeit noch im Entwicklungsstadium
- Autonome Systeme momentan auf spezifische Szenarien begrenzt
- Technische und rechtliche Herausforderungen bei autonomen Entscheidungen
- Menschliche Feinabstimmung für Systemgrenzen und Handlungsübernahme



Id 2. Titelbild des VDI-Statusreports „Automatisiertes Fahren“ (Quelle [metamorworks/shutterstock.com](https://www.metamorworks.com/shutterstock.com))

Gesellschaftliche Integration und Zukunftsausblick

Ethik und Akzeptanz

- Handlungsabgabe an autonome Systeme: Gesellschaftlicher Diskurs erforderlich
- Umgang mit Risiken und Schäden durch autonome Entscheidungen
- Autonome Fahrzeuge als gesellschaftlicher Akzeptanzführer
- Rechtliche und ethische Fragen bei autonomen Entscheidungen
- Risikomanagement und Entwicklung: Neue Herausforderungen und Verantwortlichkeiten



Handelsblatt



Autonomes Fahren: Erstmals übernehmen die Autohersteller die Haftung

Ist bei BMW und Mercedes die neue Fahrfunktion aktiviert, darf sich der Fahrende dagegen offiziell vom Verkehr abwenden, das Auto entscheidet und handelt in Eigenregie. Das ist ein Paradigmenwechsel. Denn die deutschen Hersteller sind erstmals bereit, die Haftung zu übernehmen. Experten sprechen in diesem Fall von der Stufe drei des autonomen Fahrens.

<https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/autonomes-fahren-bmw-wagt-einen-besonderen-schritt/29405572.html>



Brüssel, den 21.4.2021
COM(2021) 206 final

2021/0106 (COD)

Vorschlag für eine

VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

ZUR FESTLEGUNG HARMONISierter VORSCHRIFTEN FÜR KÜNSTLICHE INTELLIGENZ (GESETZ ÜBER KÜNSTLICHE INTELLIGENZ) UND ZUR ÄNDERUNG BESTIMMTER RECHTSAKTE DER UNION

{SEC(2021) 167 final} - {SWD(2021) 84 final} - {SWD(2021) 85 final}

Agenda

- Visionen intelligenter und vernetzter Produkte
- Einblick in den Bereich „Software-defined Vehicle“
- Auf dem Weg hin zu autonomen Systemen
- ➔ • **Strategien und mögliches Vorgehen?**

Worauf kommt es an?



*Jeff Brandes, (ex-) Governor of Florida: „**Nur wer es schafft, die technologische Entwicklung mit einem Geschäftsmodell zu verbinden, wird Erfolg haben.**“
(während der EcoMotion-Woche 2023 in Tel Aviv)*

Vom technischen Produkt zum Markterfolg

Value Proposition Canvas zur Ausarbeitung

- Aufgaben, Probleme und Wünsche der Kunden identifizieren
- Herausforderungen (Pains) und Vorteile (Gains) aus Kundensicht ermitteln
- Entwicklung von Lösungen (Pain Relievers) und Mehrwerten (Gain Creators)
- Überprüfung der Kundenbedürfnisse für Wettbewerbsvorteil
- Spezifizierung des Angebots zur Erfüllung der erkannten Kundenerwartungen



<https://www.vierviertel.com/blog/awarenessphase-in-der-customer-journey>

Value Proposition als Erfolgsfaktor

Sicherung des Geschäftserfolgs

- Große Investitionen erfordern abgesicherte Erfolgsperspektiven
- Hinterfragen des Wertversprechens neben Produktfunktionen
- Berücksichtigung von Nutzerperspektive, Anwendungsfeld, Produkt
- Produktgestaltung: Integration von technischer Umsetzung und Nutzeranforderungen



Die Mercedes Strategie „DRIVE PILOT in der S-Klasse“

Intelligente Funktionen mit klaren Wertversprechen funktionieren und werden durch Kunden bezahlt

- *Bei der Kolonnenfahrt im Stau oder im zähfließenden Verkehr kann die S-Klasse sehr zuverlässig hochautomatisiert fahren.*
- Fahrer darf **lesen**, einen **Film anschauen** oder **Nachrichten schreiben**
- 5.950 €: **S-Klasse** (Fahrzeugpreis 112.086€)
- 8.841,70 € **EQS** (Fahrzeugpreis 109.551€)



<https://group.mercedes-benz.com/unternehmen/magazin/technologie-innovation/einfach-technik-drive-pilot.html>

Was sind die Kernfragen der Value Proposition?

Nutzen vs. innovative Technologie

- „Was“: Klärung des Produktangebots und seiner Funktionalitäten
 - „Wie“: Problemlösungsansätze des Produkts und dessen Anwendbarkeit
 - „Warum“: Wichtigkeit und Wert des Produkts für den Anwender
-
- **Aber: Wie weit vorne soll man mit den Technologien sein?**

- **Deutsche Produkte am Markt**



Bilder: Miele, Kärcher, Stihl

Der Venture-Capital getriebene Ansatz ...

Ausländische Unternehmen schaffen es häufig große Summen für die Hochtechnologieentwicklung aufzubringen.

Als erstes Unternehmen überhaupt schickt Waymo ihre autonomen Autos ohne Sicherheitsfahrer auf die Straße



Cooler humanoide Roboter werden angeboten



Wie macht man sich für den Wettlauf um "intelligente und vernetzte" Funktionen fit?



- Begeisterung für neue Technologie!
- Wille zur Innovation!
- Mut zum Risiko!
- Kapitalverfügbarkeit herstellen

Bilder: Michael Weyrich, 2023



Zum Beispiel: Mehr als 100 Startups und 3600 Besucher während der EcoMotion-Woche 2023 in Tel Aviv auf der Suche nach innovativen Ideen in den Bereichen IT, Software und Dienstleistungen für die Mobilität