

Universität Stuttgart
Institut für Automatisierungstechnik
und Softwaresysteme

***Wo stehen wir in
Deutschland mit dem
ewigen Produkt?***
*Teil II: Die Rolle Software-
intensiver Produkte*

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

Oktober 2024



Software-intensive mechatronische Produkte

Mechanische, elektronische und softwaretechnische Komponenten werden kombiniert, um komplexe Systeme zu bilden, die intelligente und automatisierte Funktionen bieten.

Heute ...



*Automatisierte
Fahrzeuge*



*Industrieroboter und
Werkzeugmaschinen*



*Smart Home
Geräte*



Drohnen

... und in Zukunft?



Humanoide Roboter

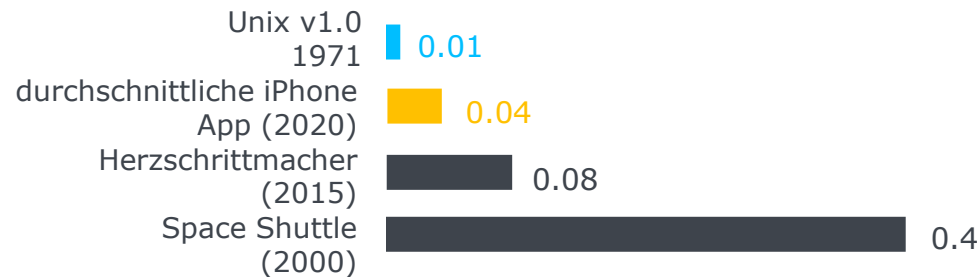
Bildquellen: Claas, Heller, Bosch, Vectorbirds, Figure

Herausforderung durch eine Dominanz der Software?

Die Software spielt eine zunehmend zentrale Rolle bei der Steuerung der physischen Systeme, deren Integration und Koordination

Anzahl Zeilen Code

Hundert-
tausend



Legende:
Anzahl Zeilen Code =
Faktor x Millionen

1 Millionen

Eine Million Zeilen Code
18.000 Seiten gedruckter Text

1

50 Millionen



100 Millionen



Quelle Bild: <https://informationisbeautiful.net/visualizations/million-lines-of-code/> sowie
Datensammlung: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1s9u0uprmuJvwR2fkRqxJ4W5Wfomimmk9pwGTK4Dn_UI/edit?gid=5#gid=5

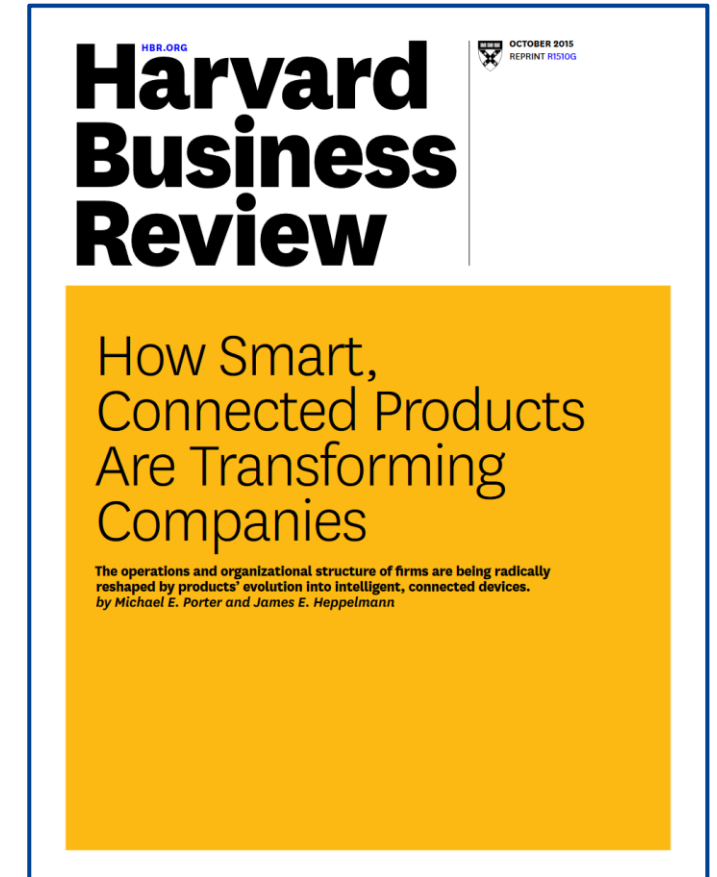


Revolution durch smarte, vernetzte Produkte?

Im Jahr 2015 erscheint ein einflussreicher Artikel des Managementtheoretikers Michael Porter und des CEO von PTC James Heppelmann

- Smarte, vernetzte Produkte: Sensoren, Software, Internetverbindung revolutionieren Unternehmen
- Datensammlung/-analyse: Tiefe Einblicke in Nutzung, Zustand führen zu verbesserten Produkten
- Neue Geschäftsmodelle auf Basis innovativer Modelle, z.B. neue Einnahmequellen durch Datennutzung.

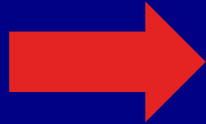
Es wird eine umfassende Strategieberücksichtigung gefordert, d. h. das Überdenken von Strukturen, Systemen für mehr Wettbewerbsfähigkeit.



Inhalt

- Herausforderungen Langlebigkeit
- Strategische Aspekte
- Technologien
- Auswirkungen auf die Industrie
und Wirtschaft

Inhalt



- Herausforderungen Langlebigkeit
- Strategische Aspekte
- Technologien
- Auswirkungen auf die Industrie
und Wirtschaft

Herausforderung: Langlebigkeit im Bereich Automotive

Das durchschnittliche Alter der zugelassenen Pkw liegt bei ca. 9,8 Jahren (2021))*

Befragung von ChatGPT am 25.09.2024

🔗 Wie lange hält ein Mercedes?

🌀 ... Viele Mercedes-Modelle können **15 bis 20 Jahre** oder sogar länger halten, wenn sie gut gewartet werden.

Es gibt Beispiele von Mercedes-Fahrzeugen, die **über 30 Jahre** alt sind und immer noch zuverlässig fahren. ...



Bildquelle: ADAC

*Vor 30 Jahren: Mercedes-Benz C-Klasse
(Baureihe W202) aus dem Jahr 1993*

)*https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Fahrzeugalter/2021/2021_b_kurzbericht_fz_alter_pdf?__blob=publicationFile&v=2

Neue Fahrzeugmodelle nutzen viele Sensoren und Elektronik

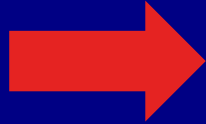
Komplexität heute: Es gibt viele software-basierte Funktionen, über hundert Steuergeräte, fast 350 Sensoren sowie bis zu vier verschiedenen Clouds



Bildquelle: Mercedes Benz

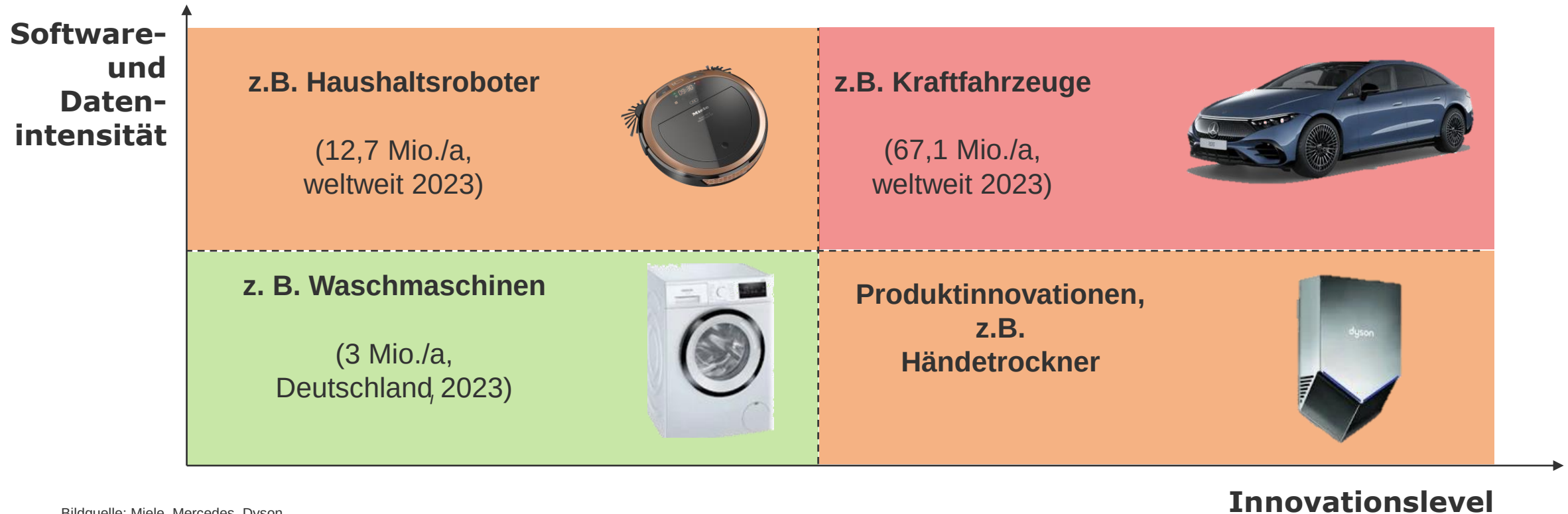
Inhalt

- Herausforderungen Langlebigkeit
- Strategische Aspekte
- Technologien
- Auswirkungen auf die Industrie
und Wirtschaft



Einordnung nach Produktkategorien

Welche Produktkategorien sind von der Vernetzung der Daten und dem Einsatz von Software besonders betroffen?



Bildquelle: Miele, Mercedes, Dyson

Quellen:

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/556824/umfrage/absatz-von-waschmaschinen-in-deutschland>

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/151749/umfrage/entwicklung-der-weltweiten-automobilproduktion/>

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1087058/umfrage/prognose-verkaufter-haushaltsroboter-weltweit-nach-typ>

Wodurch wird der Produktlebenszyklus und die Lebensdauer Software-intensive Produkte bestimmt?



Ein Beispiel zur Entstehung neuer Produktkategorien

Luxusgüter für Nachhaltigkeit und Reparierbarkeit konzipiert vs. software-intensive Produkte mit begrenzter Lebensdauer



Schweizer Uhr:

Handwerkskunst und zeitloses Design

- gebaut für Langlebigkeit
- besteht Generationen
- Kann gewartet und aufbereitet werden
- **„ewiger“ Wert**



Smartwatch:

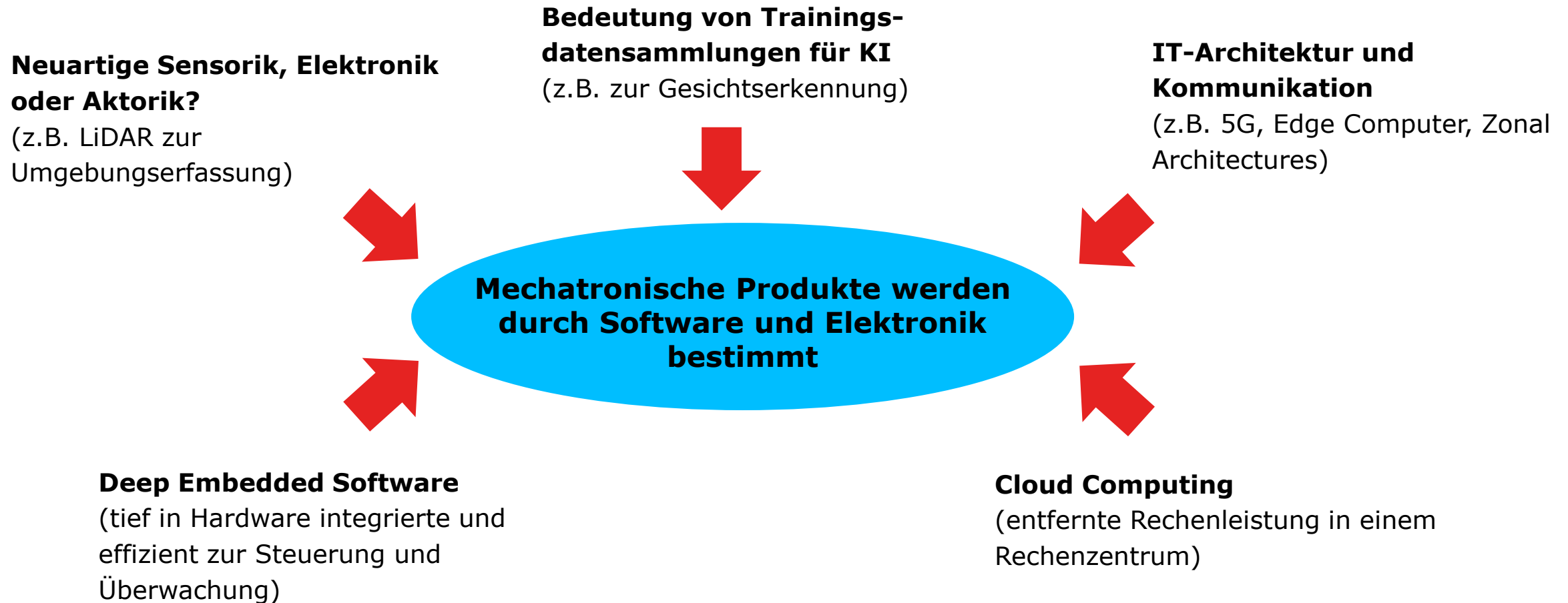
entwickelt in Amerika und produziert in Asien, in ständiger technologischer Erneuerung

- „coole“ Funktionen z.B. zum Bezahlen
- Software und Hardware schnell überholt
- **In wenigen Jahren veraltet**

Bildquelle: Rolex, Apple

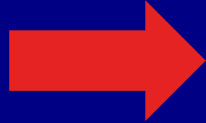
Strategische Technologie-Planungen für software-intensive Produkte?

Kernfrage: Wie dominant wird die Rolle von Software, IT, Daten, neuen Sensoren, KI für die Steuerung der physischen Systeme, deren Integration und Koordination in Zukunft?



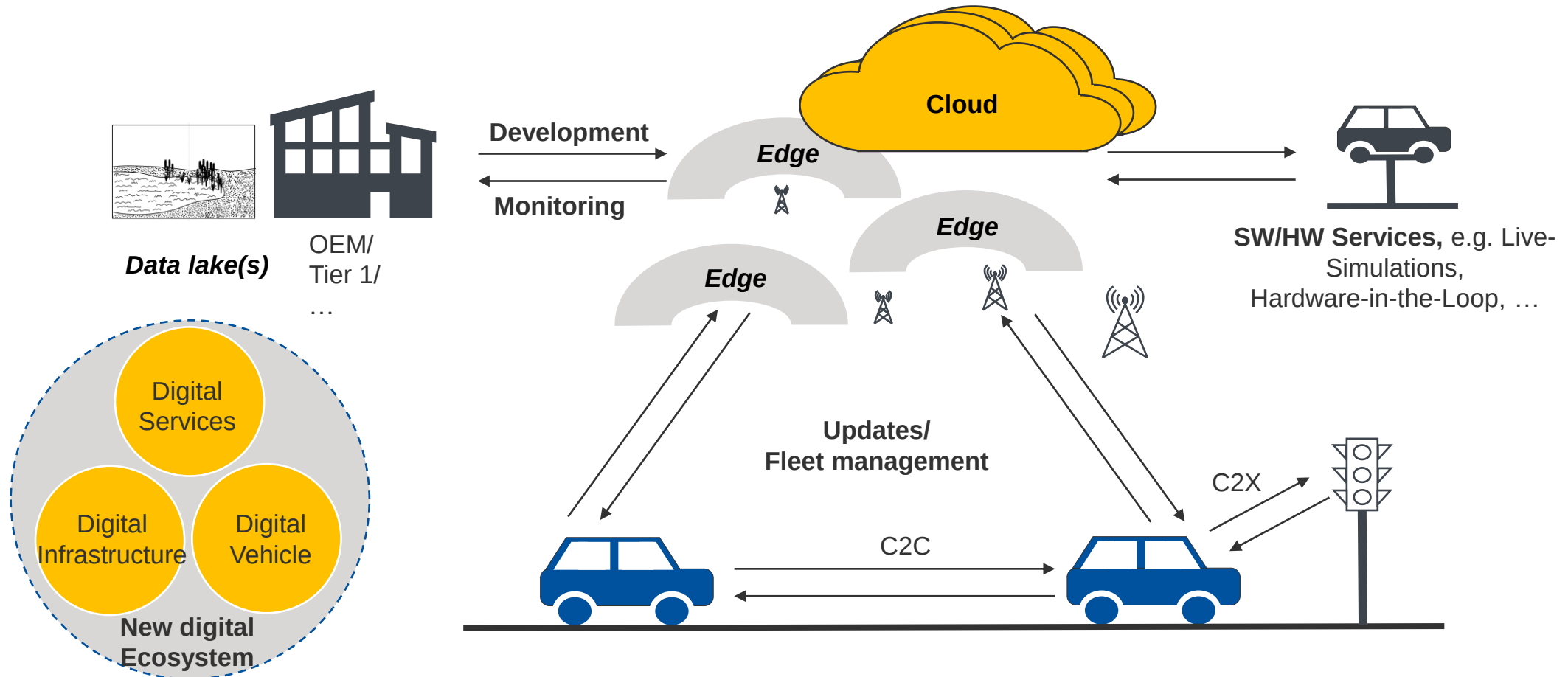
Inhalt

- Herausforderungen Langlebigkeit
- Strategische Aspekte
- Technologien
- Auswirkungen auf die Industrie
und Wirtschaft



Vernetze Software und Digitaler Zwilling

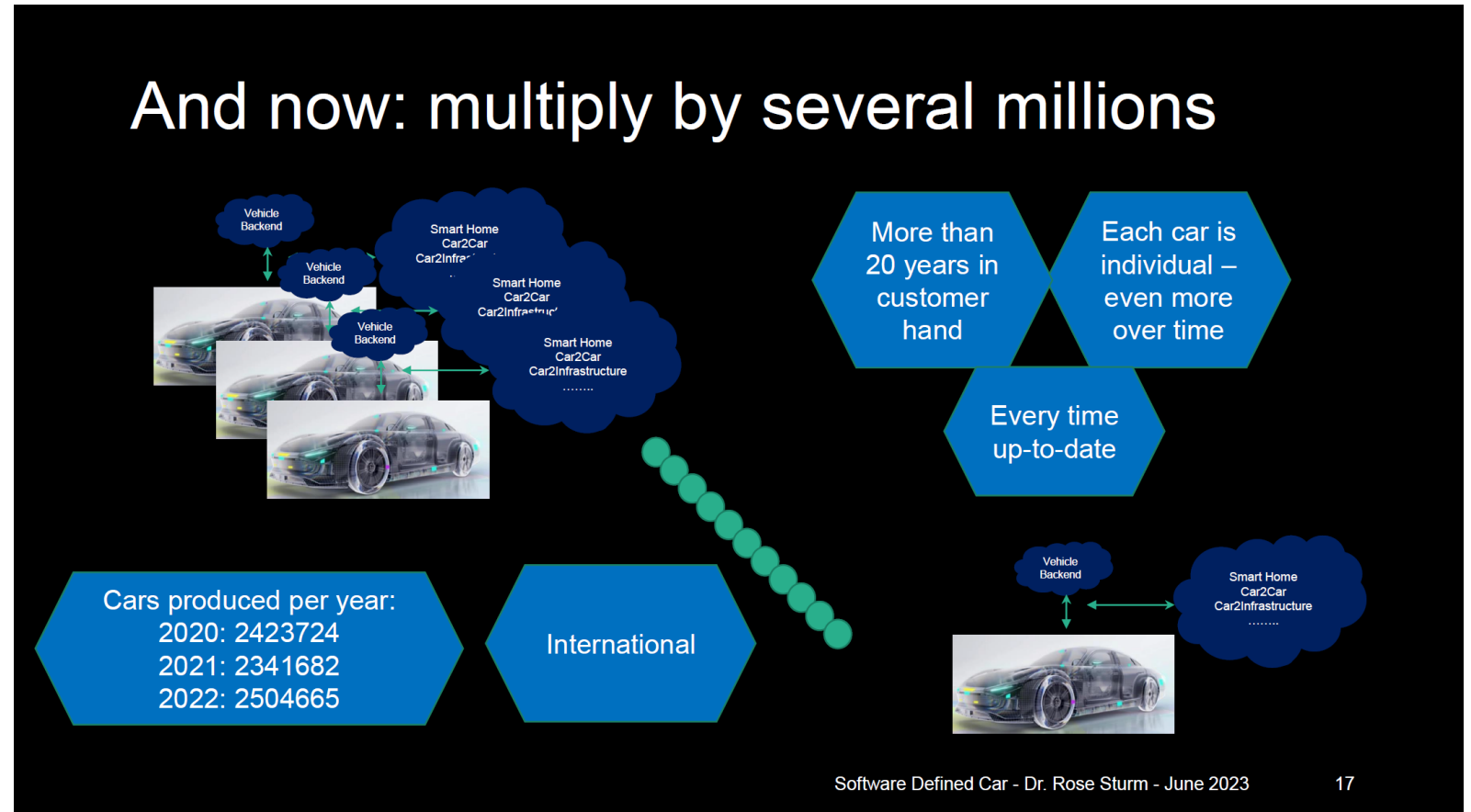
Neue Funktionen und Dienste lassen ein digitales Ökosystem entstehen bei dem physische Produkte und deren digitale Zwillinge informationstechnisch stets vernetzt sind.



Komplexitätsexplosion bei software-intensiven Systemen

Die Entwicklung, Wartung und Pflege bedarf neuer Verfahren im Software Engineering, um beherrschbar zu bleiben

Es stellt sich die Frage, wie man die Komplexität der Softwaresysteme, beispielsweise verschiedenen Fahrzeugbaureihen und zukünftig in Verbindung mit Smart City-Infrastrukturen, überhaupt noch beherrschen kann?



Forschung im Bereich der Softwareintensiven Produkte

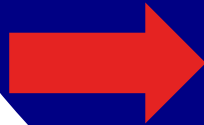
Es bedarf neuer Ansätze für das Engineering und die Pflege im Betrieb als auch Konzepte für die vielen neuen Funktionen Softwareintensiver Produkte



Bildquelle: IAS, Univ. Stuttgart

Inhalt

- Herausforderungen Langlebigkeit
- Strategische Aspekte
- Technologien
- Auswirkungen auf die Industrie
und Wirtschaft



Schwierigkeiten bei der Umsetzung im Markt

Der Wunsch nach einem nachhaltigen Einsatz von Material und Energie bei gleichzeitiger CO₂ Reduktion wirft sehr viele ungeklärte Fragen nach Regulierungsstrategien auf

- Marktregulierungen im Fall von **Preisdiskreminierung**, falls Ersatzteile teurer als Neuprodukte gemacht werden, um dadurch den Konsum anzukurbeln?
- Unterbinden von **Greenwashing**, z.B. reine Marketingmaßnahmen durch den Einsatz sinnloser oder überteuerter Rezyklate
- Vermeiden von verschwenderischer und **schädlicher Lebensverlängerung** statt ehrliche Lebenszyklusanalysen, d.h. Bilanzierung über Energiekosten und CO₂-Abgaben?
- Verhinderung von **geplanter Obsoleszenz**, um die Lebensdauer von Produkten gezielt zu verringern und den Kauf von Neuprodukten zu erzwingen?
- Vermeiden von „**Ökologischem Dumping**“ durch Länder mit niedrigeren Umweltstandards zum Nachteil eines Landes mit hohen Produktionskosten durch Kreislaufwirtschaft?

Regulierung - aber welche?

Beispielsweise macht sich das „Interdisziplinäre Gremium Digitale Transformation“ des VDI viele Gedanken über mögliche neue Vorgaben

2. Ergebnisse IGDT

Ergebnisse der Jahre 2021 – 2024

2021: Warum scheitert die Digitalisierung? (blogs)

- Artikel: „Bewusstsein für den Wert von Daten schärfen!“
- Artikel: „Technologische Souveränität heißt, Daten als Handelsgut zu verstehen“
- Artikel: „So überwinden Sie die Barrieren der digitalen Transformation“
- Publikation: „KI noch nicht im Ingenieuralltag angekommen“

2022/2023: Digitalisierung und Kreislaufwirtschaft

- Publikation: „Digitalisierung schafft Transparenz für die Kreislaufwirtschaft“
- Interview W. Otten, VDI-Nachrichten (18.08.2023)
- Podiumsdiskussion zum Kongress „Automation 2023“

2023/2024: Digitaler Produktpass (DPP) als Enabler der Kreislaufwirtschaft

- Grundsatzartikel: „Mit dem Digitalen Produktpass zur Kreislaufwirtschaft“
- 1. Lösungsartikel: „Transparenz als Chance für nachhaltige Geschäftsmodelle“
- 2. Lösungsartikel: „Brauchen wir den DPP für die Geschäftsmodelle der nachhaltigen Kreislaufwirtschaft?“
- Abschlussartikel: „Funktioniert nachhaltige Kreislaufwirtschaft ohne den Digitalen Produktpass?“



Stand: 03.09.2024

Interdisziplinäres Gremium Digitale Transformation

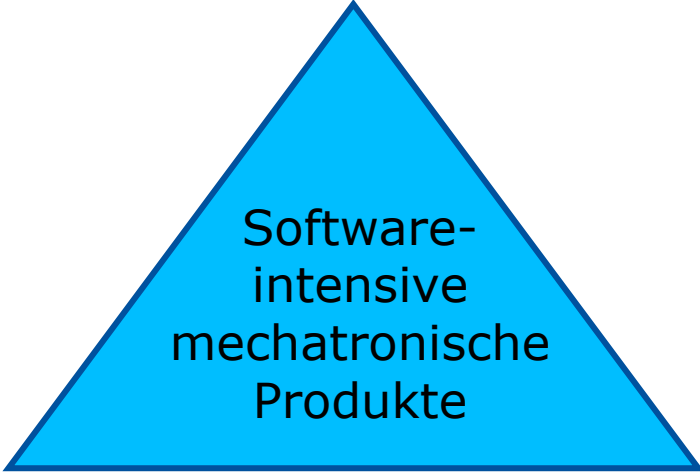
6

VDI

Unsere Herausforderung in Industrie und Wirtschaft

Wie lassen sich software-intensive Produkte aus einer Gesamtsystemsicht denken, so dass diese „coole“ Funktionen haben, kreislauffähig sind und im globalen Wettbewerb bestehen?

**Ausgestattet mit neuen
coolen Funktionen?**



Software-
intensive
mechatronische
Produkte

**Befähigt für die
Kreislauf-
wirtschaft**

**Erfolgreich im
Internationaler
Wettbewerb**

Kontakt:



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

Institutsleitung

Univ. Stuttgart, Institut für Automatisierungstechnik und
Softwaresysteme

Pfaffenwaldring 47, 70550 Stuttgart

michael.weyrich@ias.uni-stuttgart.de