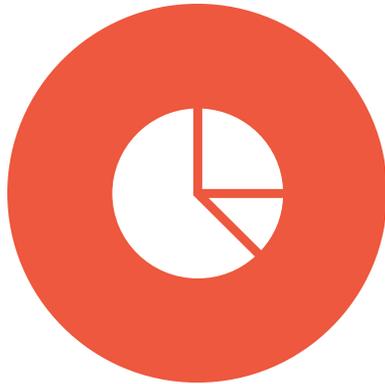


Digitaler Zwilling

DR.-ING. FLORIAN MOHR

06.04.2022

Digitaler Zwilling



HISTORIE, ABGRENZUNG &
KLASSIFIKATION

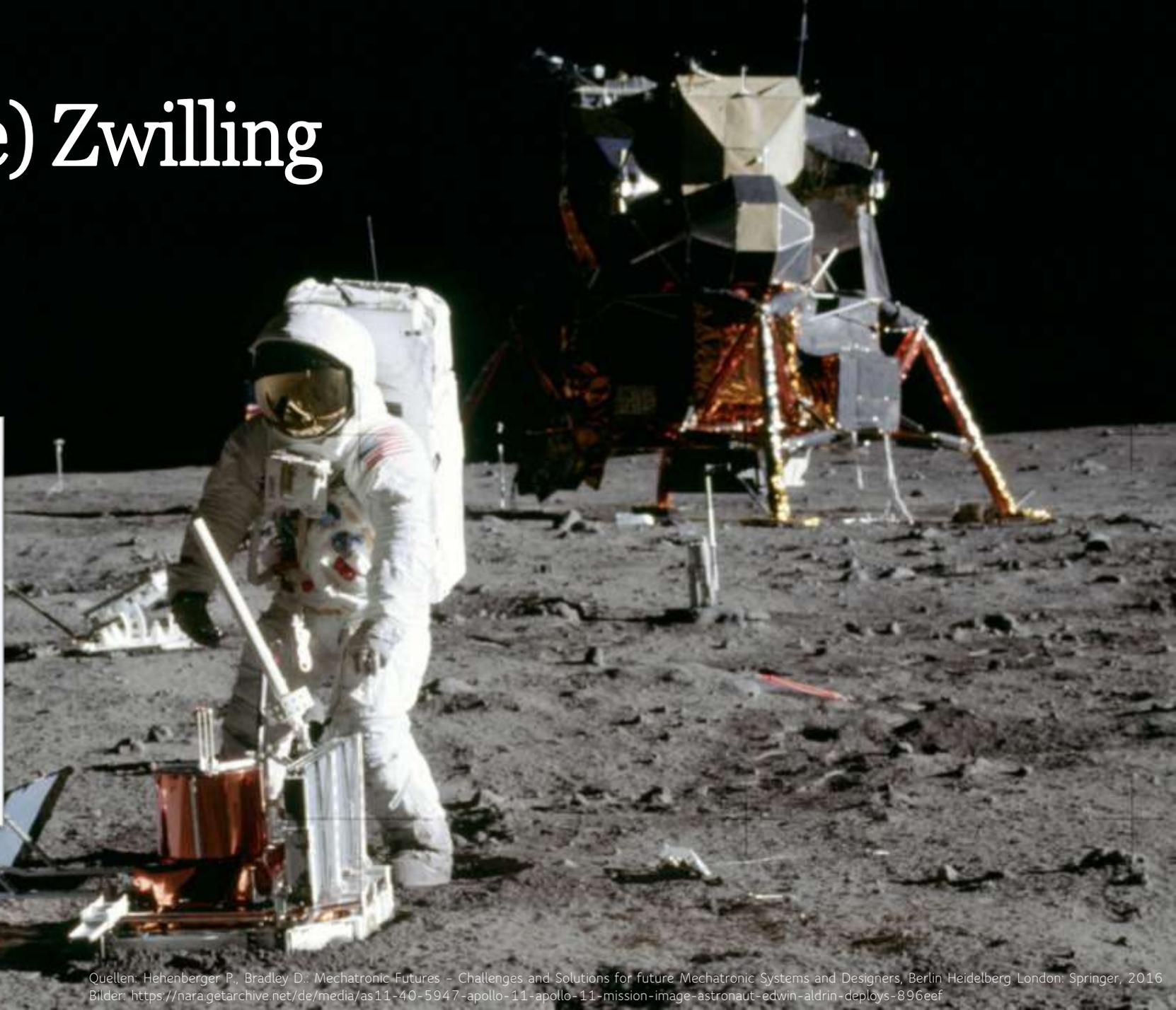


ANWENDUNGSFELDER DES
DIGITALEN ZWILLINGS



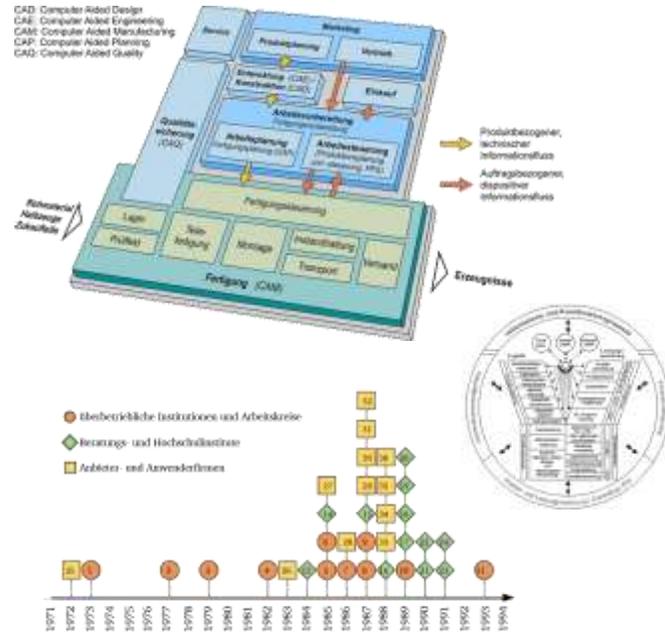
AUTOMATISIERTE PRODUKTION
UND DIE NUTZUNG DES DIGITALEN
ZWILLINGS

Der erste (digitale) Zwilling



HISTORIE DES DIGITALEN ZWILLINGS

Computer Integrated Manufacturing (CIM)



- **Fehlende Schnittstellen**
-> Medienbrüche & manuelle Arbeit
- **Unterschiedliche Programmiersprachen**
-> nicht praktikabel
- **Zeitlicher Verzug/ Abschätzbarkeit**
-> Vertrauensverlust für Investitionen

Product-Lifecycle-Management (PLM)

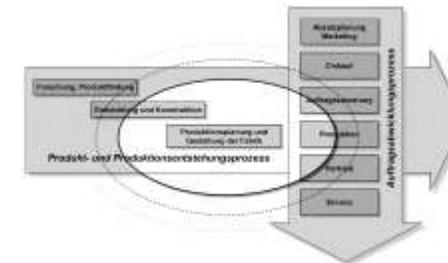


...Dokumente & Daten immer aktuell halten...

Neues Jahrtausend,
neues Schlagwort:
Digitaler Zwilling

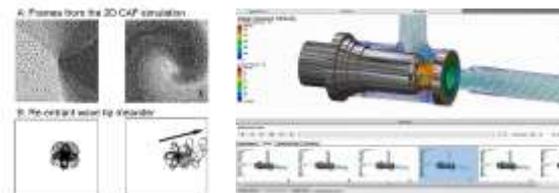
Produkt-Daten-management (PDM)

Digitale Fabrik (DF) – VDI 4499



...Austausch an Informationen einheitlich geregelt...

Computersimulationen (z.B. CFD)



...abstrahierte und gleichzeitig relevante Abbildung des Verhaltens...

DEFINITION

Ein **Digitaler Zwilling** (*engl. digital twin*) ist ein **digitales Modell** eines materiellen oder immateriellen Objekts aus der **physischen** (realen) Welt in der **digitalen Welt**. [1]

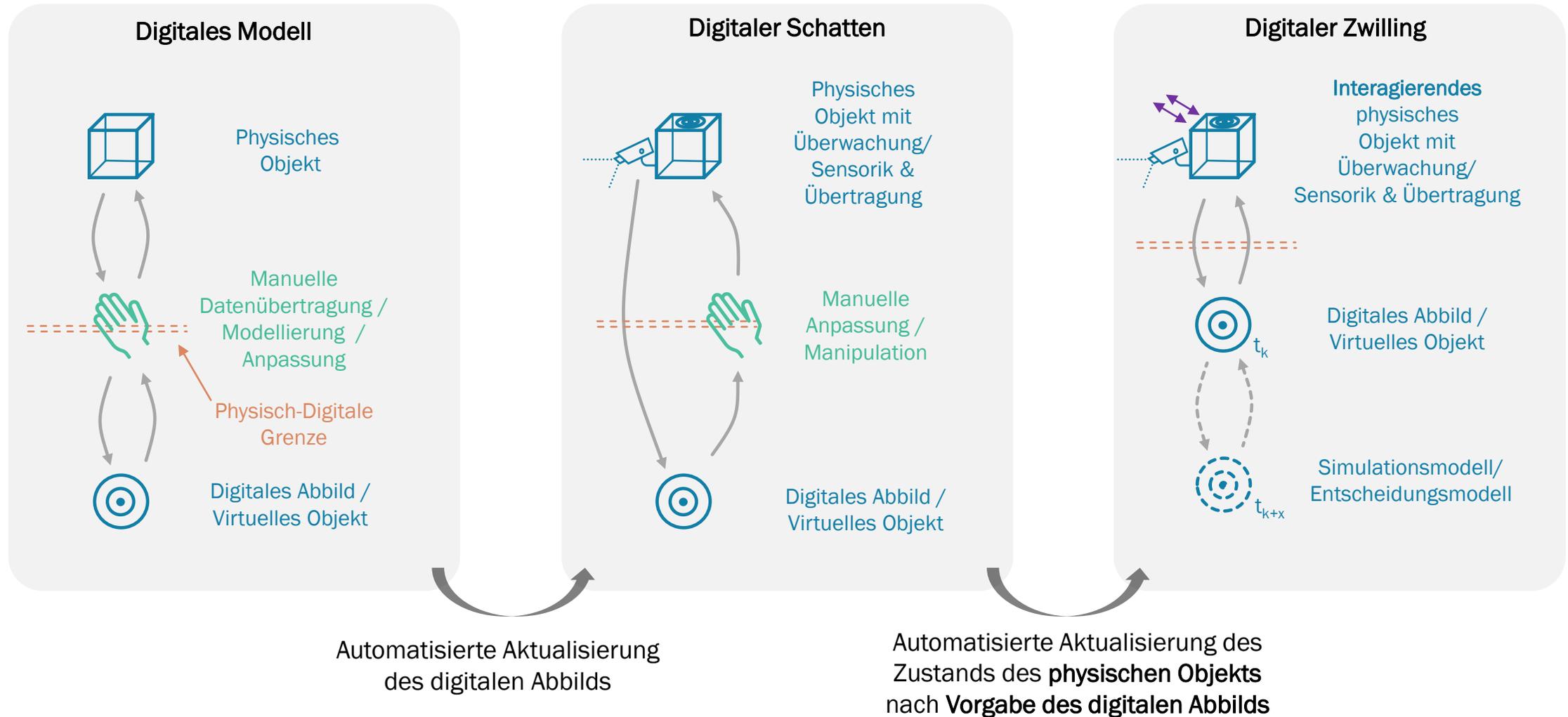


- mehr als reine Daten
- Modelle des repräsentierten Objekts oder Prozesses
- können Simulationen, Algorithmen und Services enthalten
 - Eigenschaften oder Verhalten beschreiben, beeinflussen, oder Dienste darüber anbieten

Allgemeine Modelltheorie nach Stachowiak [2] :

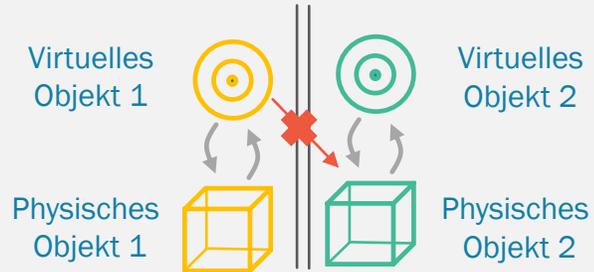
- Abbild 
 - *Abbildung des physischen Objekts in der digitalen Welt.*
- Verkürzung/ Abstraktion 
 - *hinreichend genau – erfasst nicht alle Eigenschaften des Originals*
- Pragmatismus/ Übertragbarkeit 
 - **eindeutige Zuordnung** *zwischen Objekt und Digitalem Zwilling essentiell*

VORSTUFEN DES DIGITALEN ZWILLINGS



BESONDERHEITEN DES DIGITALEN ZWILLINGS

Eindeutige Zuordnung



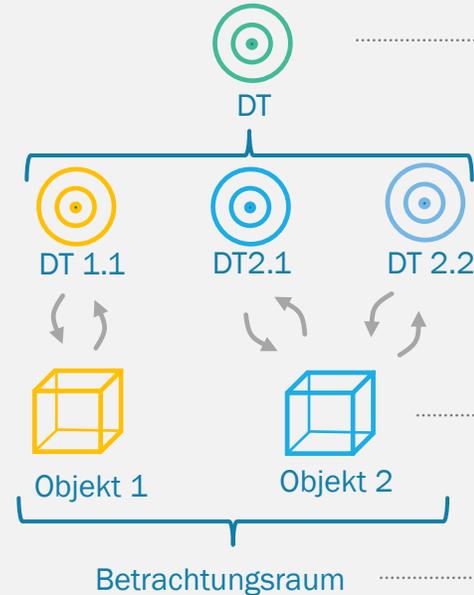
getrennte Objekte – getrennte Digitale Zwillinge

Mehrdeutigkeit



Digitaler Zwilling

Aggregation



Beispiel

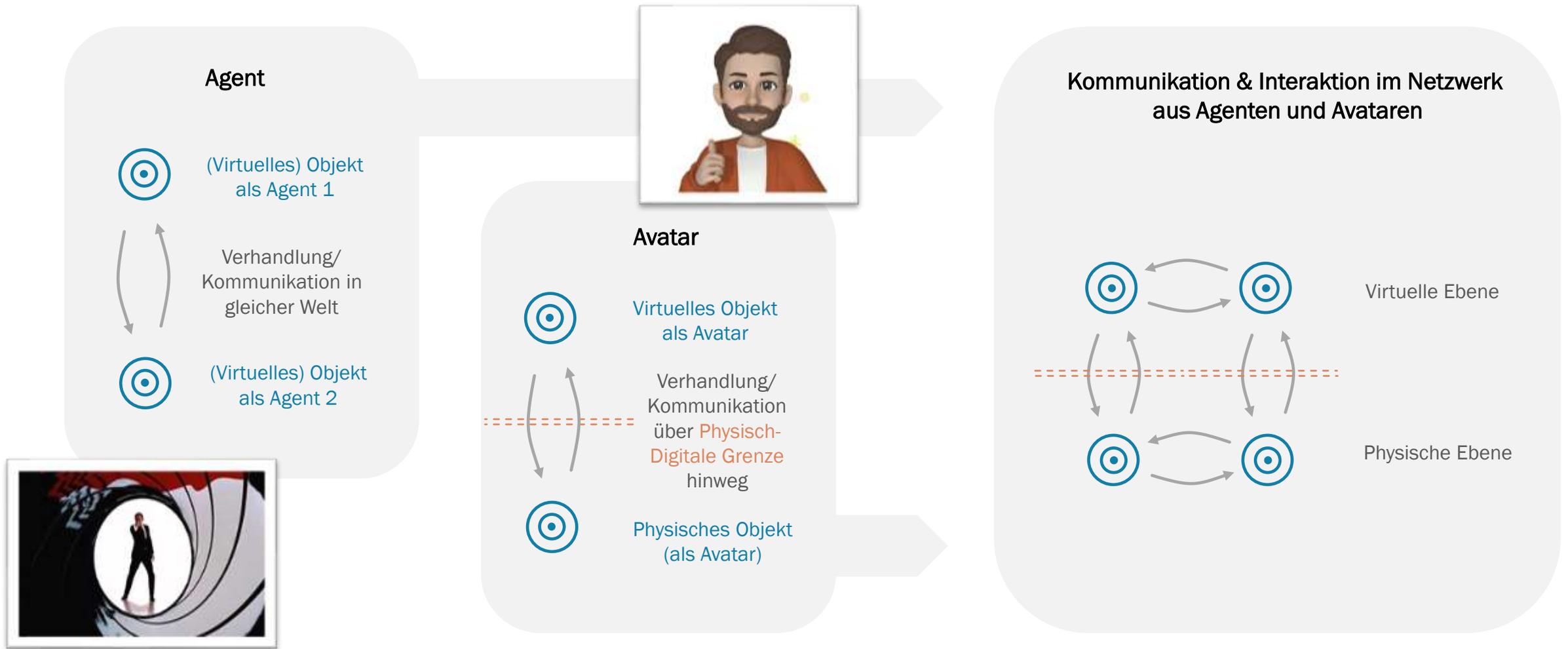
Zwilling Drehmaschine

Mechanischer (Motor & Pumpe) & hydraulischer Zwilling

Antriebsmotor + Kühlmittelpumpe

Drehmaschine

AGENTEN & AVATARE



INTROSPEKTIVE & EXTROSPEKTIVE DES DIGITALEN ZWILLINGS

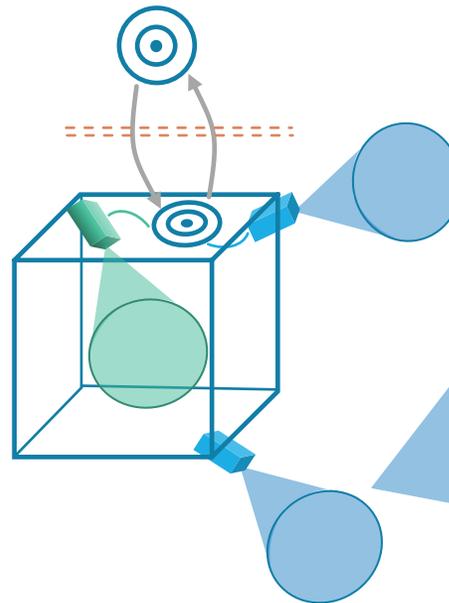
Introspektive



Beobachtung von Veränderungen im Innenraum des physischen Objekts

Veränderung in der virtuellen Welt

Entscheidungsprozess



Extrospektive

Beobachtung von Veränderungen außerhalb des physischen Objekts

...



ANWENDUNGSDOMÄNEN DES DIGITALEN ZWILLINGS



Smart Cities



BIM



Healthcare



Logistik



Produktion



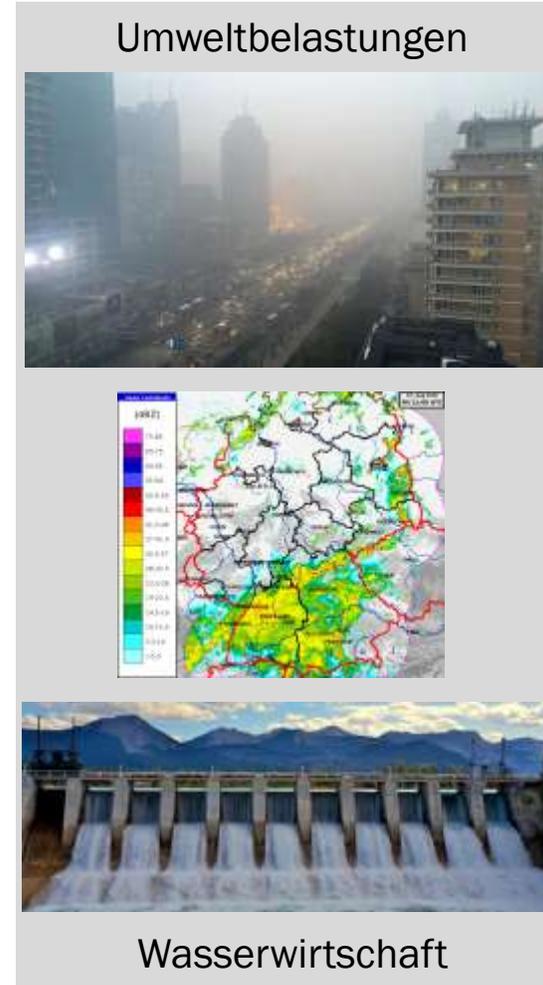
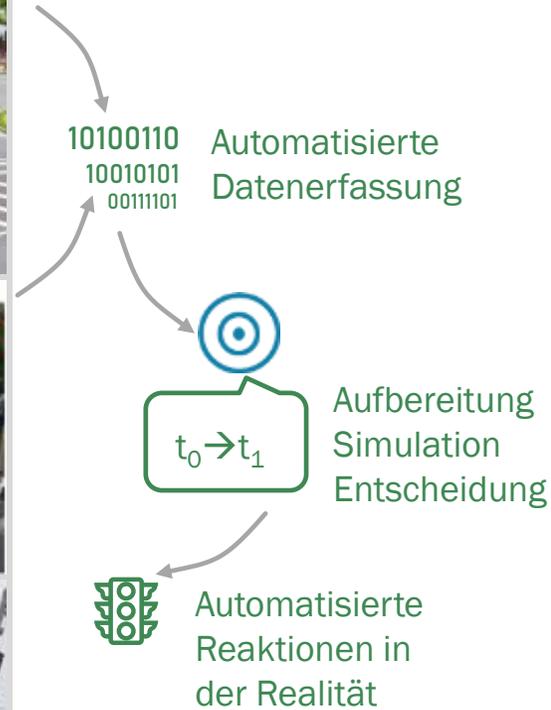
AR | VR



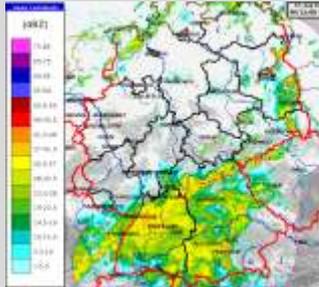
SMART CITIES



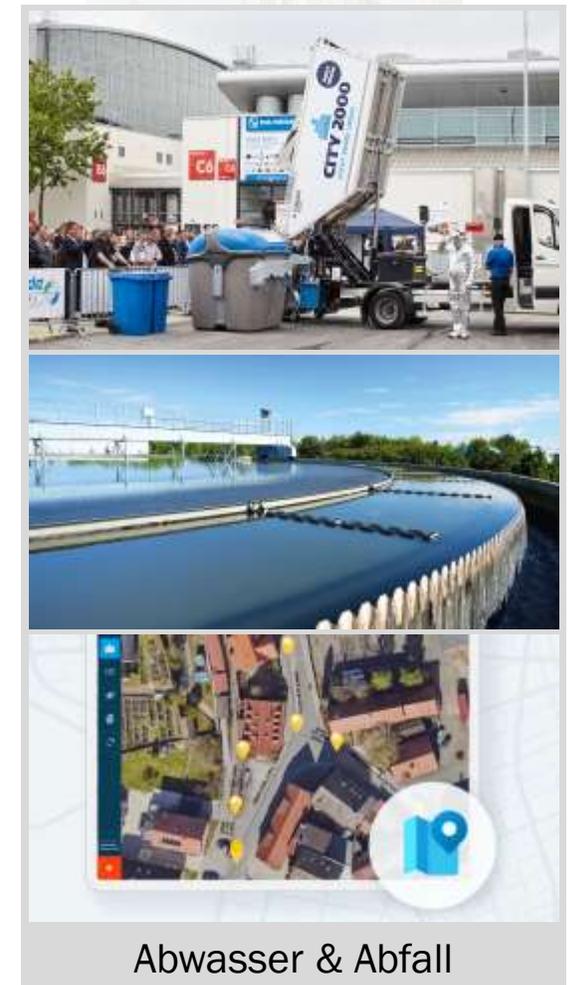
Verkehrsfluss & Mobilität



Umweltbelastungen



Wasserwirtschaft

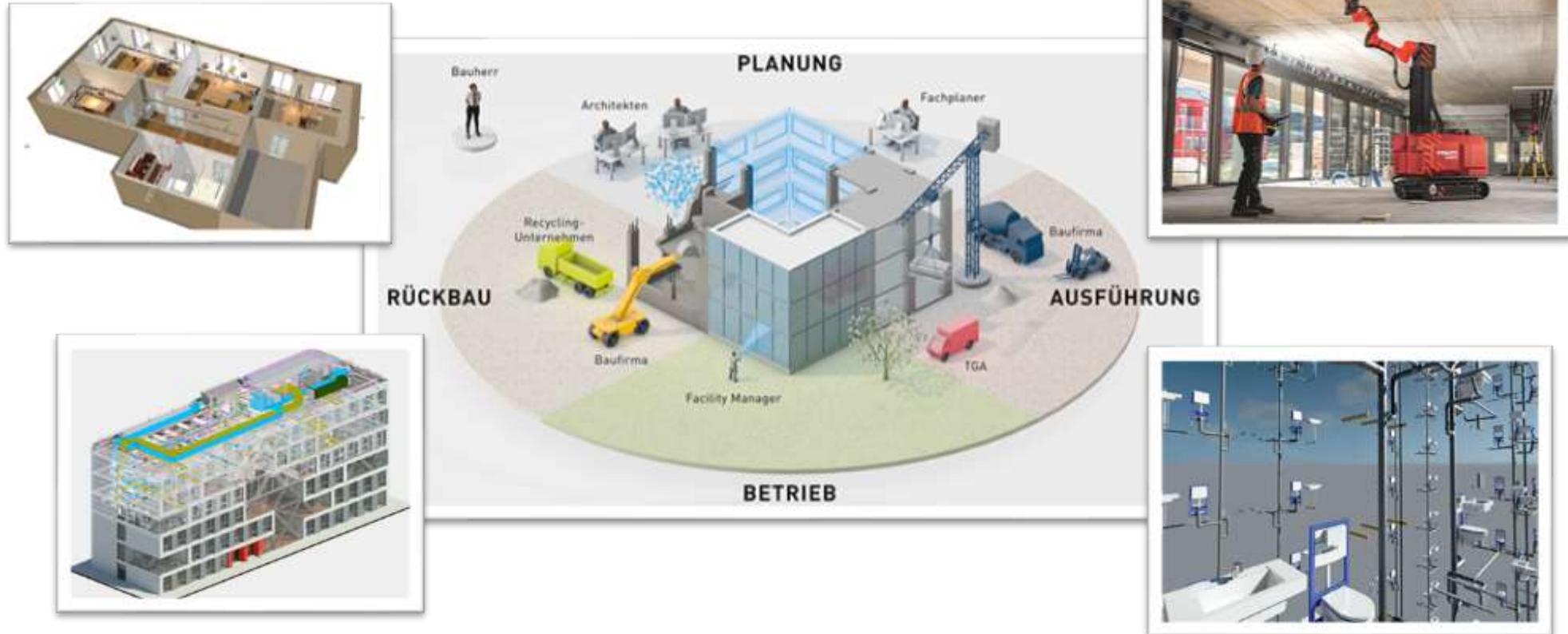


Abwasser & Abfall

BIM BUILDING INFORMATION MODELING | GEBÄUDEDATENMODELLIERUNG

Ziel: optimierte Planung, Ausführung und Bewirtschaftung

- relevante Gebäudedaten werden **digital erfasst und vernetzt**
- Gebäude werden als **virtuelles Gebäudemodell** auch **geometrisch erfasst** und können **visualisiert** werden



HEALTHCARE

Ziel: Besseres Verständnis über Krankheiten & gezielte Behandlungsmöglichkeiten

- Integration von (neuen) Daten zu einem genaueres Modell des Individuums
- Nutzung für gänzlich neue Behandlungen und Pflegeangebote

Wearables & Fitnessstracker



Modere Diagnostik & Organscans



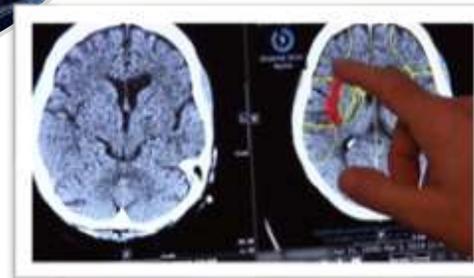
Statistiken & Analysen



Pflegerobotik



Elektronische Patientenakte



KI-gestützte Diagnose



Healthcare

AUGMENTED REALITY (AR) | VIRTUAL REALITY (VR)



Wohnungsbesichtigung mittels VR & Möbelauswahl mittels AR



Erweiterte Produktinformationen in der Intralogistik mittels AR



„Visualisierte Schnittstelle spezifischer Informationen des Digitalen Zwillings zum Menschen“



AR-Unterstützung bei der Motoren-Serienproduktion @BMW



AR-Unterstützung bei der Inspektion von Klimaanlage



AR-Unterstützung bei der Schaltschrankmontage

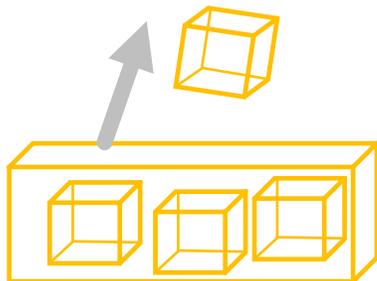
LOGISTIK

Ziel: Effizientere Bewegung, effizientere Begleitprozesse, optimierte Trennung und Zusammenfassung von Objekten

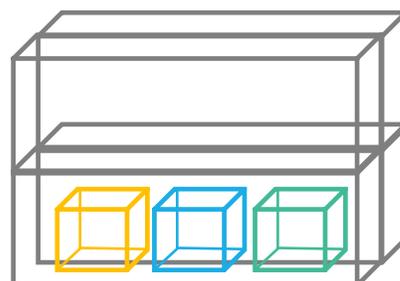
- Synchronisierung von Material- und Informationsfluss
- Jedes Produkt ist mindestens einmal ein Logistik-Objekt



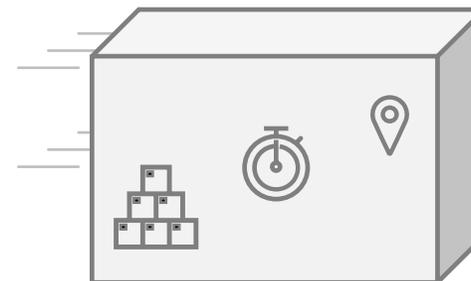
Mengen & Produkte
trennen



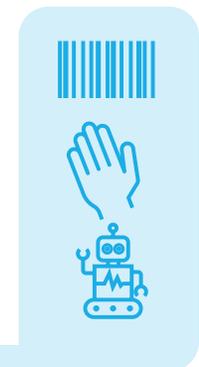
Mengen & Produkte
zusammenstellen



Transport
passende Produkte, Zeit & Ort

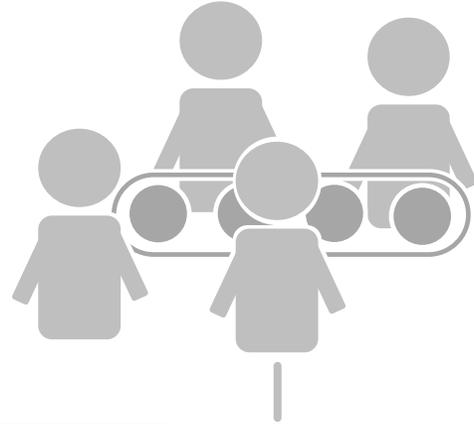


Begleitprozesse



MODERNE PRODUKTION

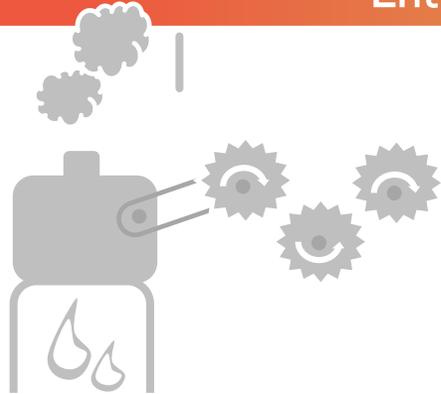
2. industrielle
Revolution



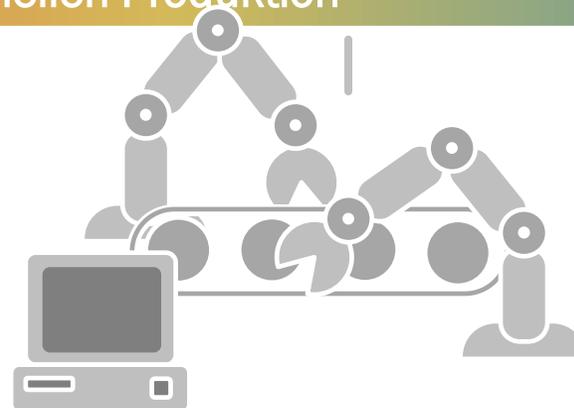
Industrie 4.0



Entwicklung der industriellen Produktion

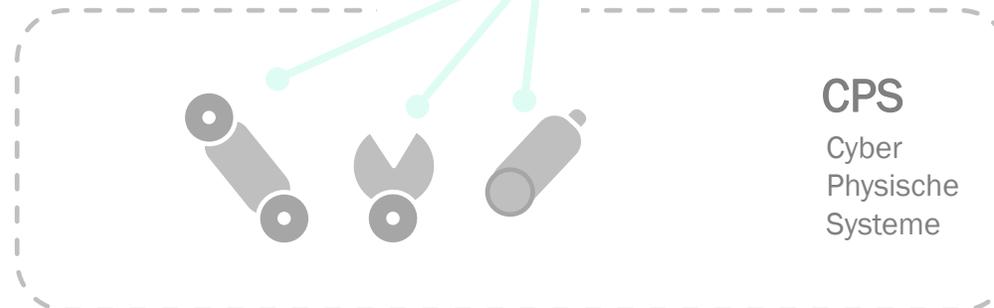
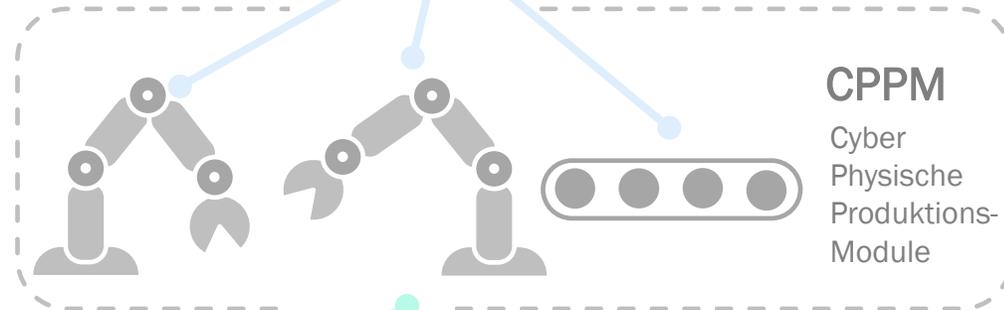
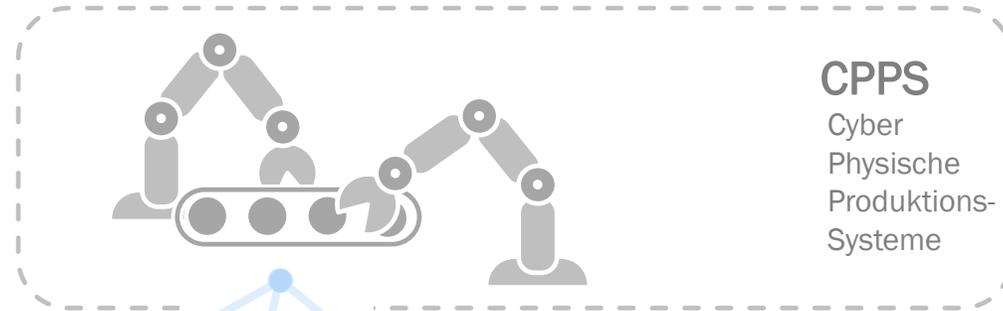


1. industrielle
Revolution

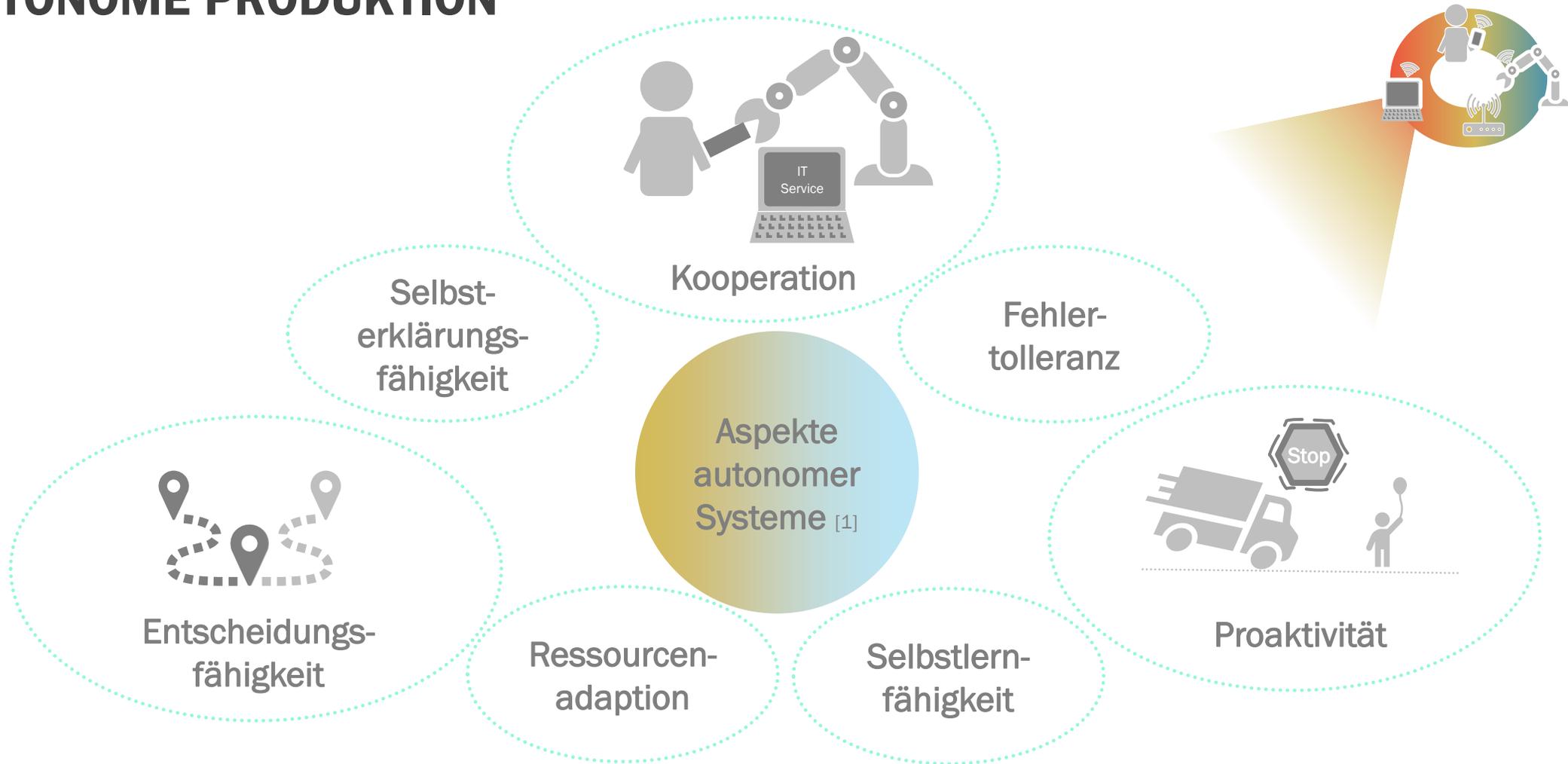


3. industrielle
Revolution

MODULARE, FLEXIBLE PRODUKTION



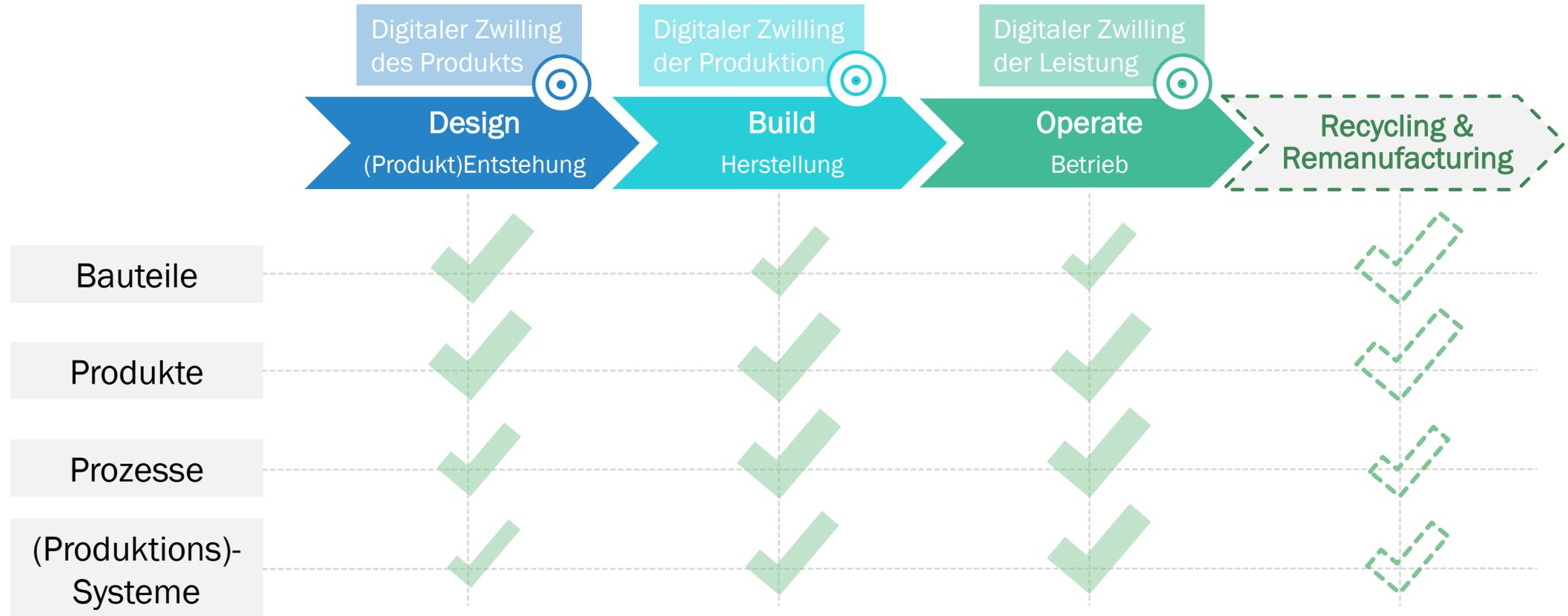
AUTONOME PRODUKTION



PRODUKTION ANWENDUNG DES DIGITALEN ZWILLINGS ÜBER DIE LEBENSZYKLUSPHASEN

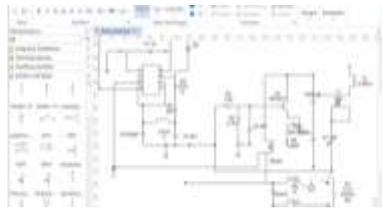
Ziel: Optimierung & Effizienzsteigerung

Beispiel: Lebenszyklusphasen Automobil



DIGITALE ZWILLINGE IM PRODUKTDESIGN & IN DER ENTWICKLUNG

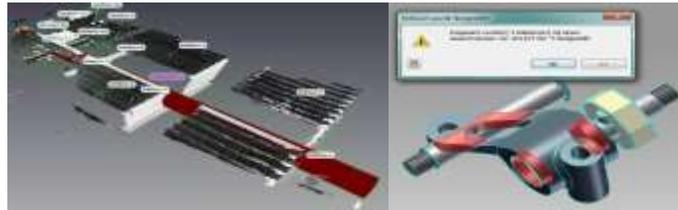
Ziel: Optimiertes Produktdesign, Vermeidung von Kollisionen und Fehler, siloübergreifende Lösungen



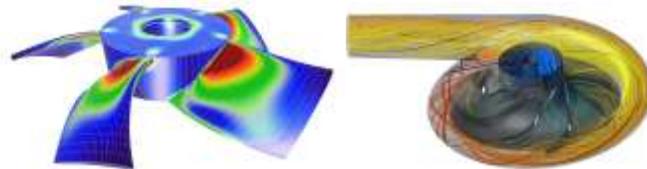
CAD Einzelteile



3D-Scan



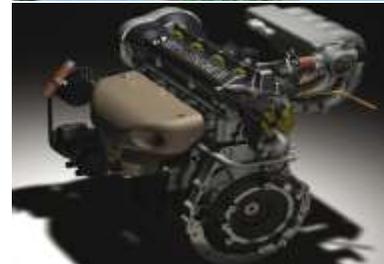
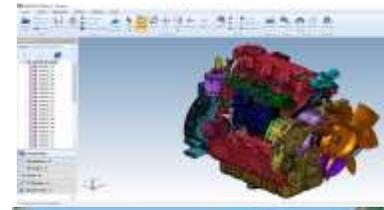
Kollisionsanalyse



Festigkeits-/ Strömungssimulation



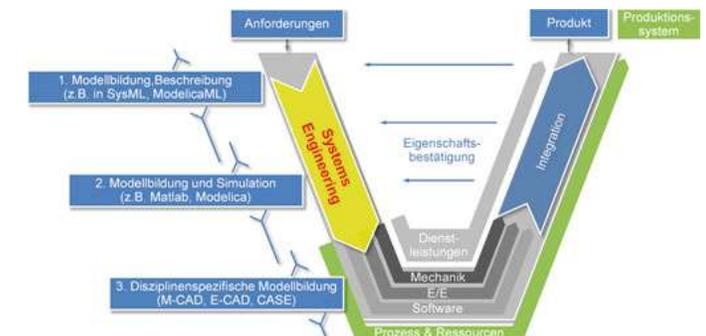
Ergonomie Analyse / Simulation



Digital Mock-Up (DMU)

Siloübergreifende Entwicklung | Systems Engineering

-  Mechanischer Zwilling
-  Elektrischer Zwilling
-  Software Modell
-  Hydraulischer Zwilling

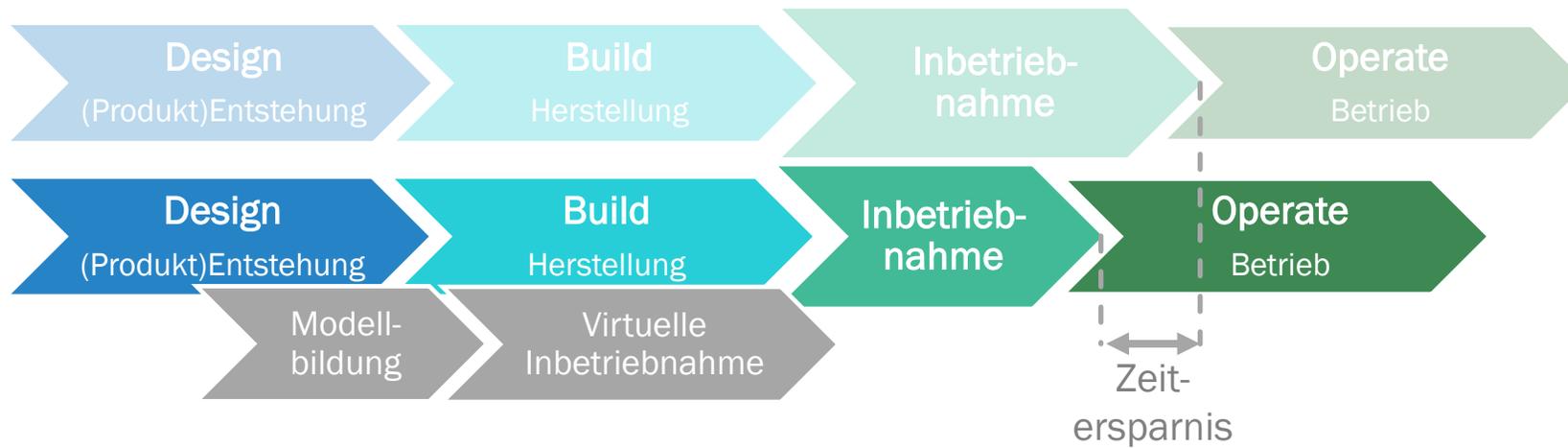


Bilder: [1] https://www.optiymmy.de/index.php/Software:_CAD_-_Tutorial_-_Baugruppe_-_Zeichnungssatz_-_Einzelteile | [2] <https://scanmotion-3d.de/3d-scan-dienstleistung-industrie/> | [3] <https://www.glovius.com/support/online-help/> | [4] <https://ptc-solutions.de/produkte/creo-parametric/3d-cad-software> | [5] <https://www.s-inotec.de/grundlagen-fem/> | [6] <https://www.cadfem.net/de/shop/ansys-simulationsssoftware/ansys-stroemungsmechanik/ansys-cfd-16207.html> | [7] <https://www.laserscanning-europe.com/de/news/kollisionsanalyse-mittels-3d-laserscanner> | [8] <https://inventorfaq.blogspot.com/2011/11/vba-tool-kollisionsvolumen-als-eigenes.html> | [9] <https://www.prolim.com/wp-content/uploads/2017/11/Lifecycle-Visualization-Mockup-.pdf> | [10] <https://imk-automotive.de/virtuelle-ergonomie.html> | [11] <https://refa-nordwest.de/blog/1206-ergotrack-tracking-von-bewegungsablaeufen> | [11] <https://www.it-production.com/allgemein/funktionale-produktbeschreibungmodellbasiertes-systems-engineering/>

DIGITALE ZWILLINGE IN DER (VIRTUELLEN) INBETRIEBNAHME

Ziel: reale Inbetriebnahme wird zu Plug & Play

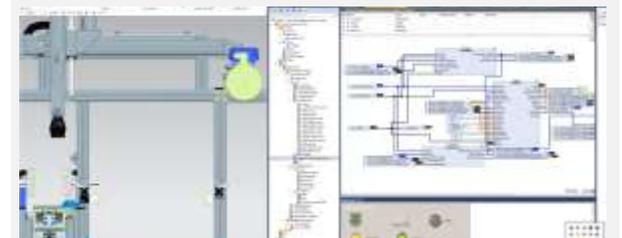
- Bezeichnet die **virtuelle, zeitliche Vorwegnahme** der realen Inbetriebnahme
- Führt zu **reibungslosen Übergang** von der Fabrikplanung zum Fabrikbetrieb
- Hierzu sind **virtuelle und reale** System- und Steuerungskomponenten **miteinander gekoppelt**



Virtueller Fertigungsdurchlauf



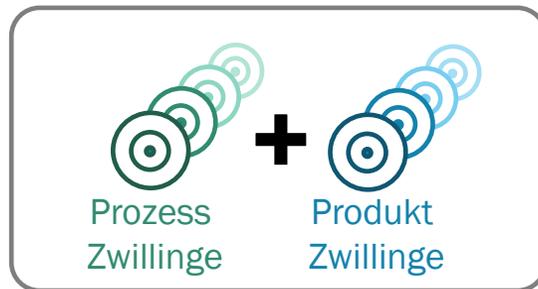
Fehlersuche im SPS- / NC-Code



DIGITALE ZWILLINGE IN DER PRODUKTION

Ziel: optimale Gestaltung der Produktionsprozesse & Beschleunigung der Planung

- Vernetzung von **prozess- und produktorientierten Modellen** zu einem integrierten **Produktionsmodell**
- **Relevante Objekte** werden virtuell abgebildet und simuliert
- Verbesserung durch ein experimentierfähiges Modell (virtuell & real) über den gesamten Lebenszyklus des Produktionssystems



Zwilling der Produktion



Additive Produktionsverfahren



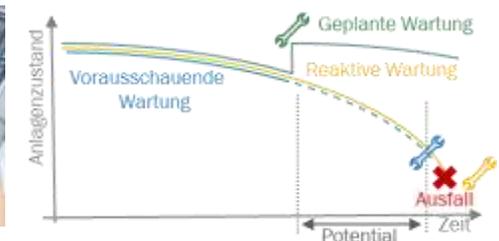
Kontinuierliche Verbesserung



Produktionsplanung



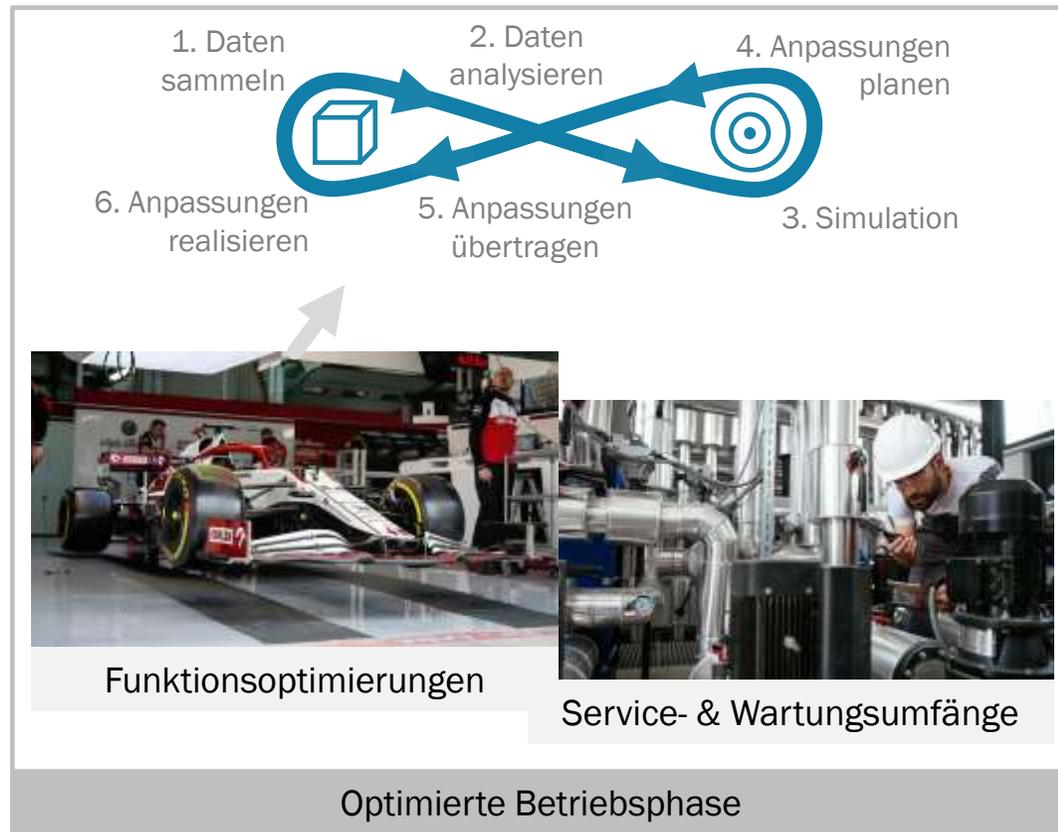
Qualitäts- & Produktionsprozess



Instandhaltung & Wartung

DIGITALE ZWILLINGE IM BETRIEB

Ziel: vorhersagbarer optimierter / längerer Betrieb



Ziel: zusätzliche Mehrwerte für Kunden während der Betriebsphase als neues Geschäftsmodell



DIGITALE ZWILLINGE NACH DEM BETRIEB

Ziel: optimale Wiederverwendung der Produkte, Baugruppen & Komponenten

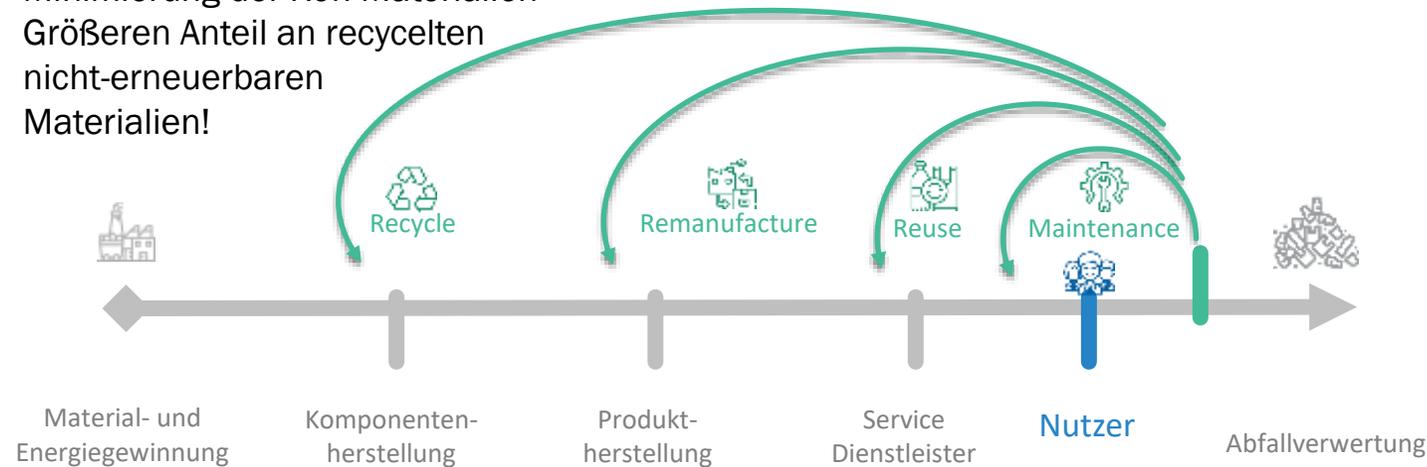


29. July 2021
Earth Overshoot Day

& Nur **8,6%** aller Roh-Materialien werden recycled!

Von linearer Wirtschaft zur Kreislaufwirtschaft:

- Minimierung der Roh-Materialien
- Größeren Anteil an recycelten nicht-erneuerbaren Materialien!



ZUKÜNFTIGE ANWENDUNGSFELDER DES DIGITALEN ZWILLINGS



Meta-Verse



Globale Datenräume



Production as a Service

