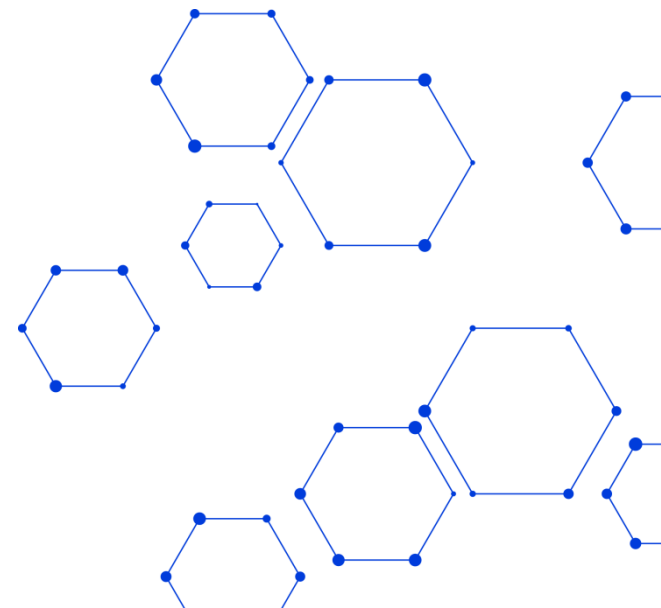


Laufzeitsysteme für Plug&Produce

Dr. Christian Buckl
Bereichsleiter Cyber-Physical System

fortiss GmbH
An-Institut Technische Universität München



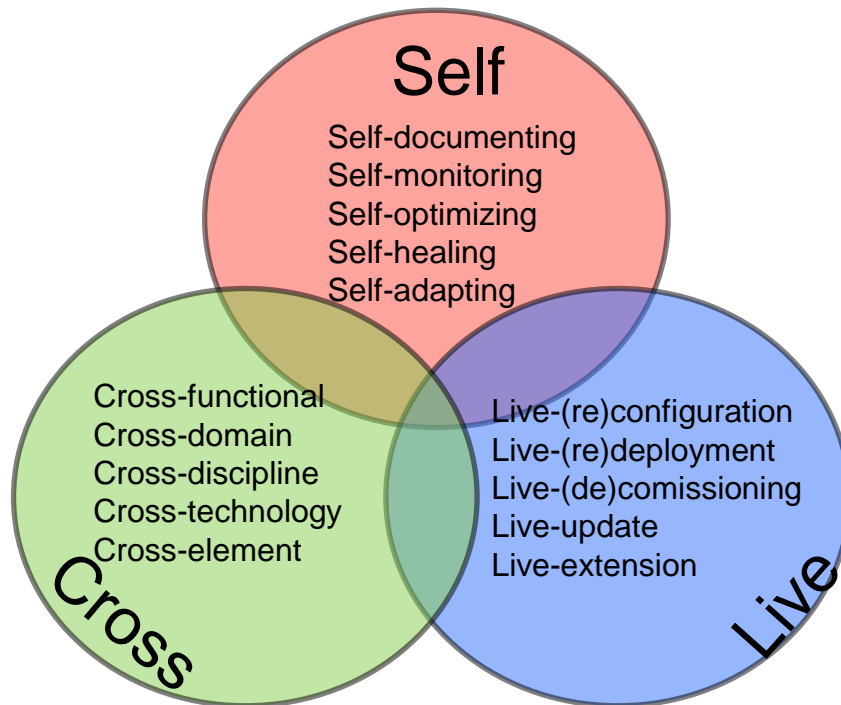
Umfeld: Smarte* Cyber-Physical Systems

...sind mehr als nur vernetzte eingebettete Systeme

Cyber-Physical Systems (CPS)

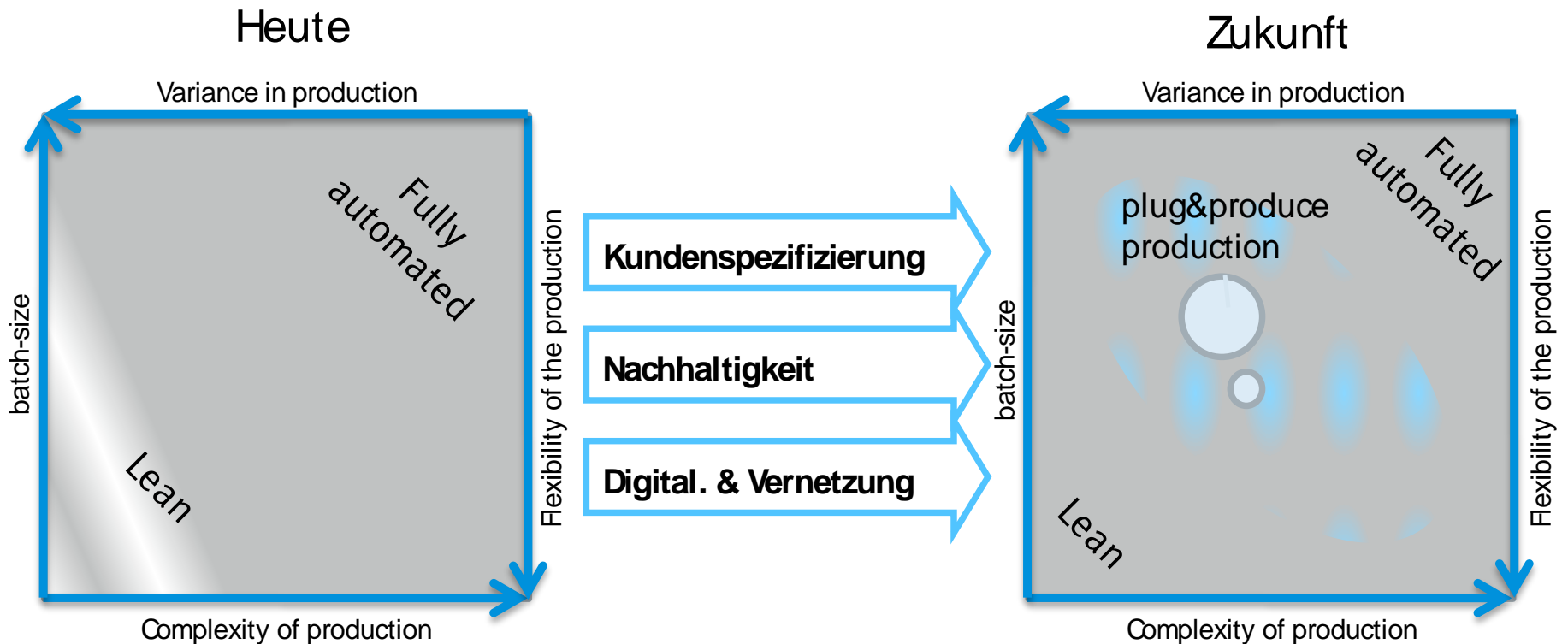
Integration von unabhängigen Systemen (eingebettet aber auch Standard-IT) in komplexe Systeme von Systemen

Smart-* CPS sind offen, kooperativ, selbst-*, live-* und *-übergreifend



Industrie 4.0 ist nur eine Ausprägung davon. Auch andere Domänen sind betroffen und insbesondere entstehen in Zukunft domänenübergreifende Systeme → domänenübergreifende Lösungen gefordert

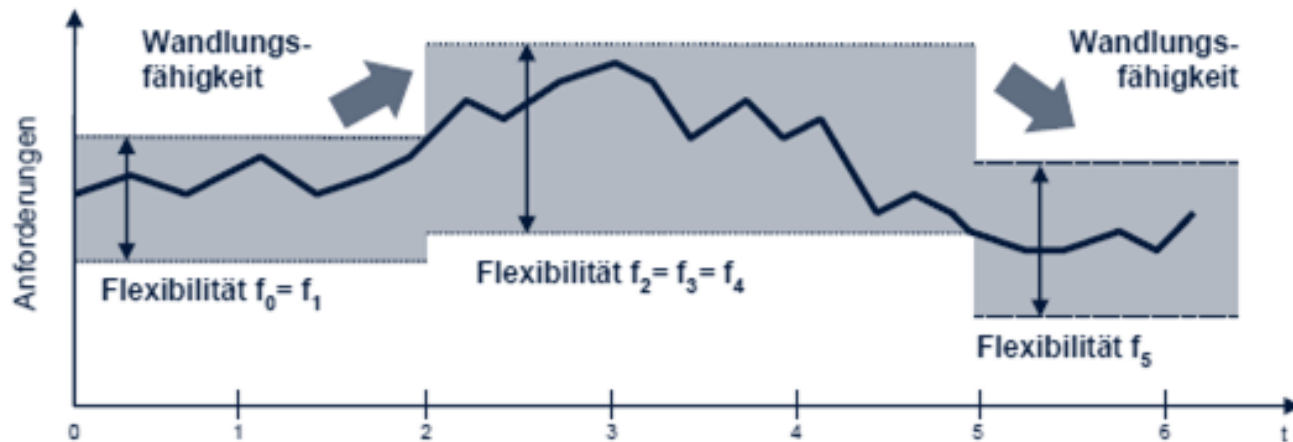
CPS: Die Produktion der Zukunft



Aktuelle Probleme

- Produktionslinien erfordern einen hohen Zeitaufwand für Aufbau und Inbetriebnahme
- Änderungen von Produktionslinien sind nicht immer durchführbar
 - Wenn möglich, verursachen diese Änderungen hohe Kosten und sind zeitaufwändig
- Großes Problem für KMUs, da diese nur kleine Losgrößen produzieren und auf eine konstante Produktion angewiesen sind
 - Erhöhtes Gefährdungspotenzial durch Produktionsstopps

Flexibilität vs. Wandlungsfähigkeit



Flexibilität	Wandlungsfähigkeit
Vordefinierte Fähigkeitsspanne	Vordefinierter Lösungsraum
Skalierbar im definierten Bereich	Änderungen möglich bei Bedarf
Hohe Initialkosten	Geringere Initialkosten
Änderungskosten: <ul style="list-style-type: none"> Keine im Flexibilitätsbereich Darüber hinaus sehr hoch 	Geringe Änderungskosten

[Quelle: Nyhuis, P. Wandlungsfähige Produktionssysteme: Heute die Industrie von morgen gestalten]

Projekt: Auto PnP



- **Ziele:**

- Unterstützung von Plug & Play in der Robotik und Automatisierungstechnik
- Hinzufügen, Ändern und Entfernen von Komponenten/Stationen eines bestehenden Systems bei Minimierung des manuellen Aufwands

- **Ansatz:**

- Entwicklung einer Middleware für Automatisierungssysteme
- Standardisierung von Schnittstellen- und Komponentenbeschreibungen
- Spezifikation von Architektur, Software-, Hardware- und Kommunikationskomponenten unter Berücksichtigung der Anforderungen in der Industrieautomatisierung
- Entwurf und Implementierung eines modellgetriebenen Entwicklungswerkzeuges zur Codegenerierung, Middlewarekonfiguration und Installation

- **Laufzeit:**

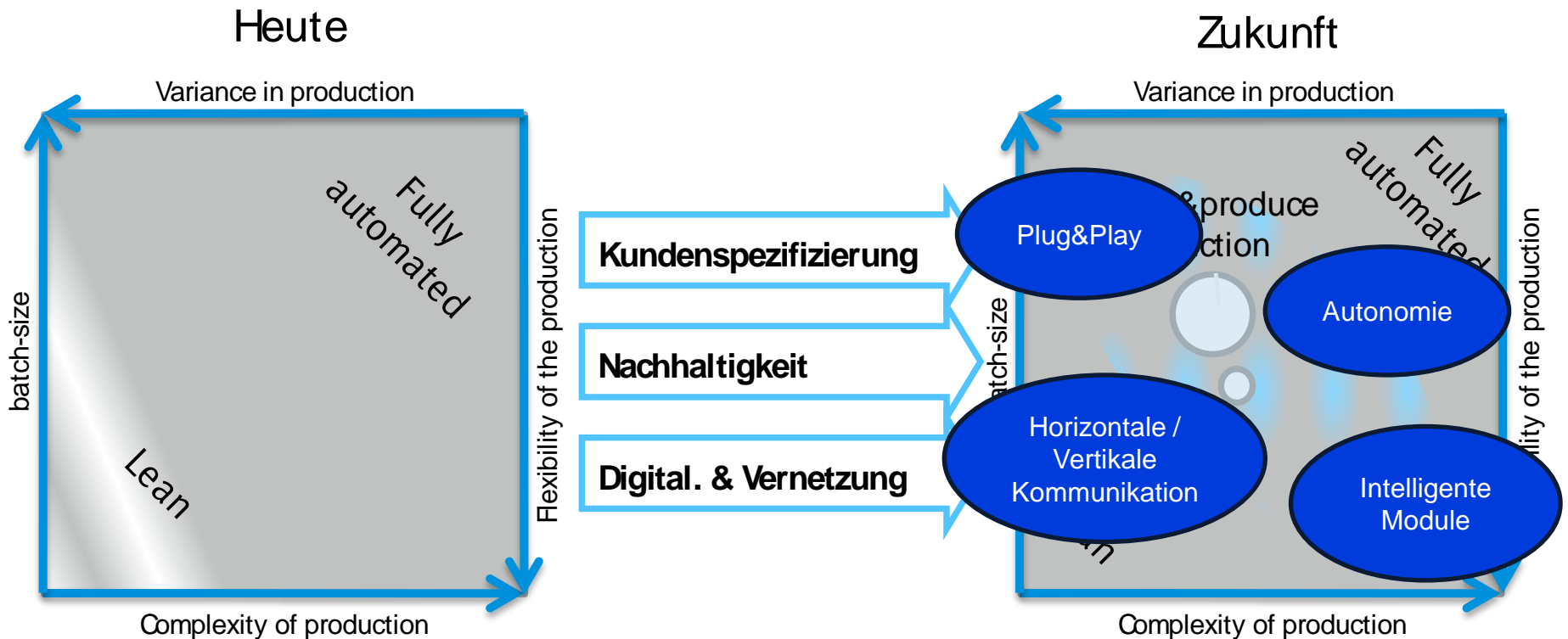
Juni 2011 – Juni 2014

- **Partner:**

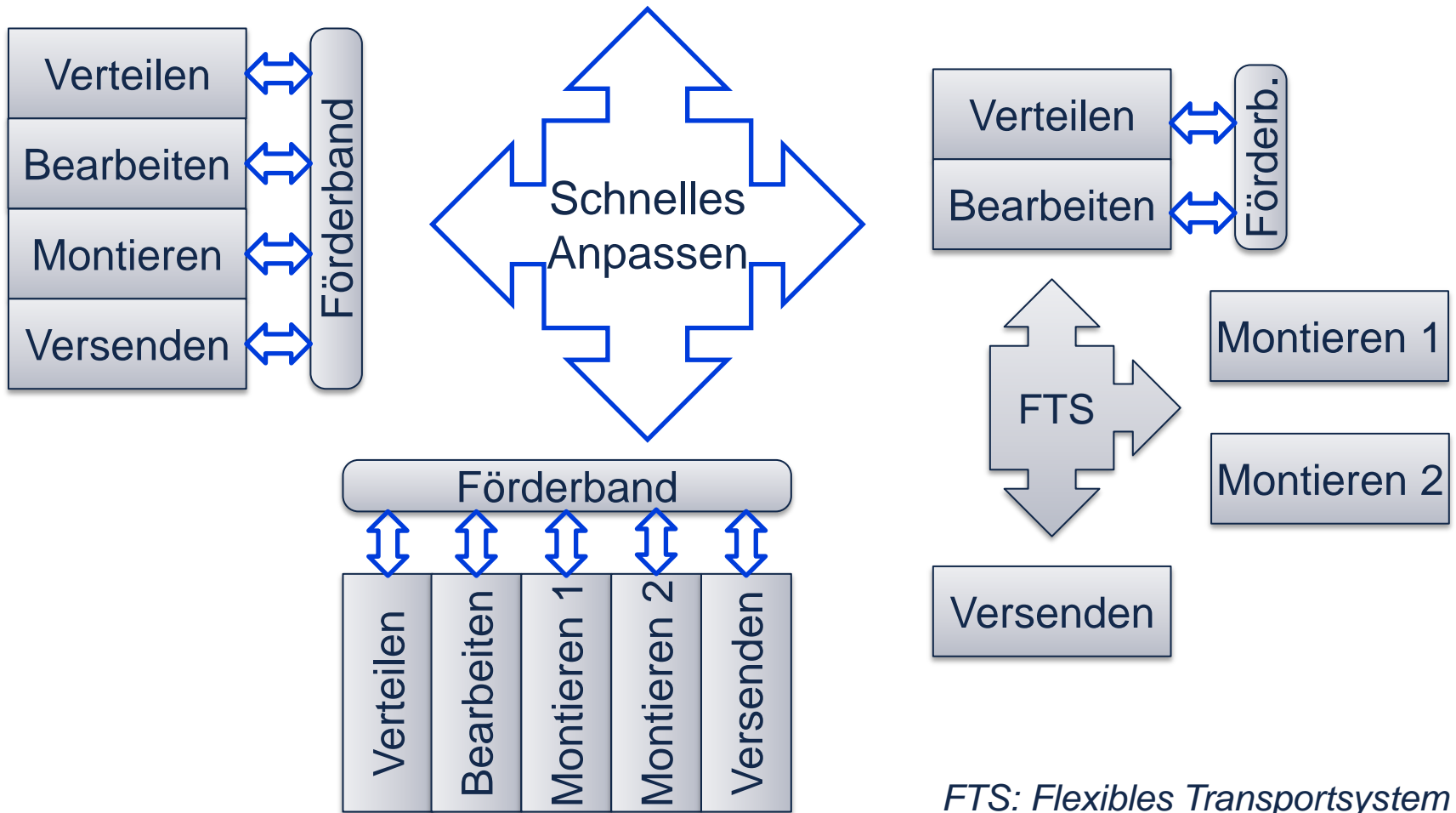


DAI-Labor (TU-Berlin), Dussmann, Festo, Festo Didactic, fortiss, Fraunhofer IPA, Schunk

CPS: Die Produktion der Zukunft



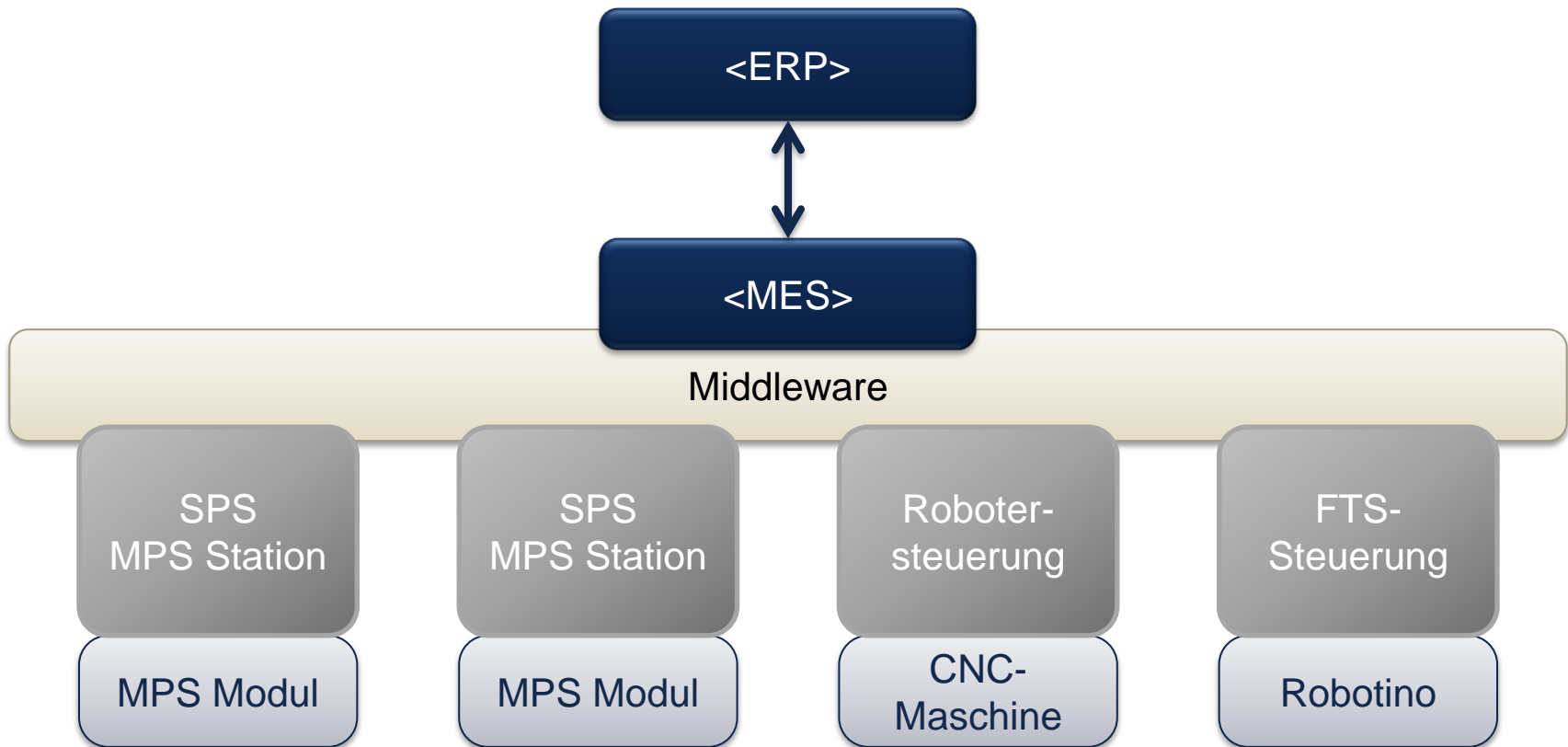
Vision Wandelbare Fabrik in AutoPnP



FTS: Flexibles Transportsystem

Lösungsansätze

Entkopplung der Teilsysteme



Computertechnik vor 20 Jahren und Heute

VOR 20 JAHREN

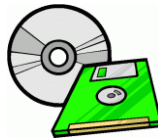
1. Gerät einbauen



2. Bios-Einstellungen anpassen



3. Treiber installieren

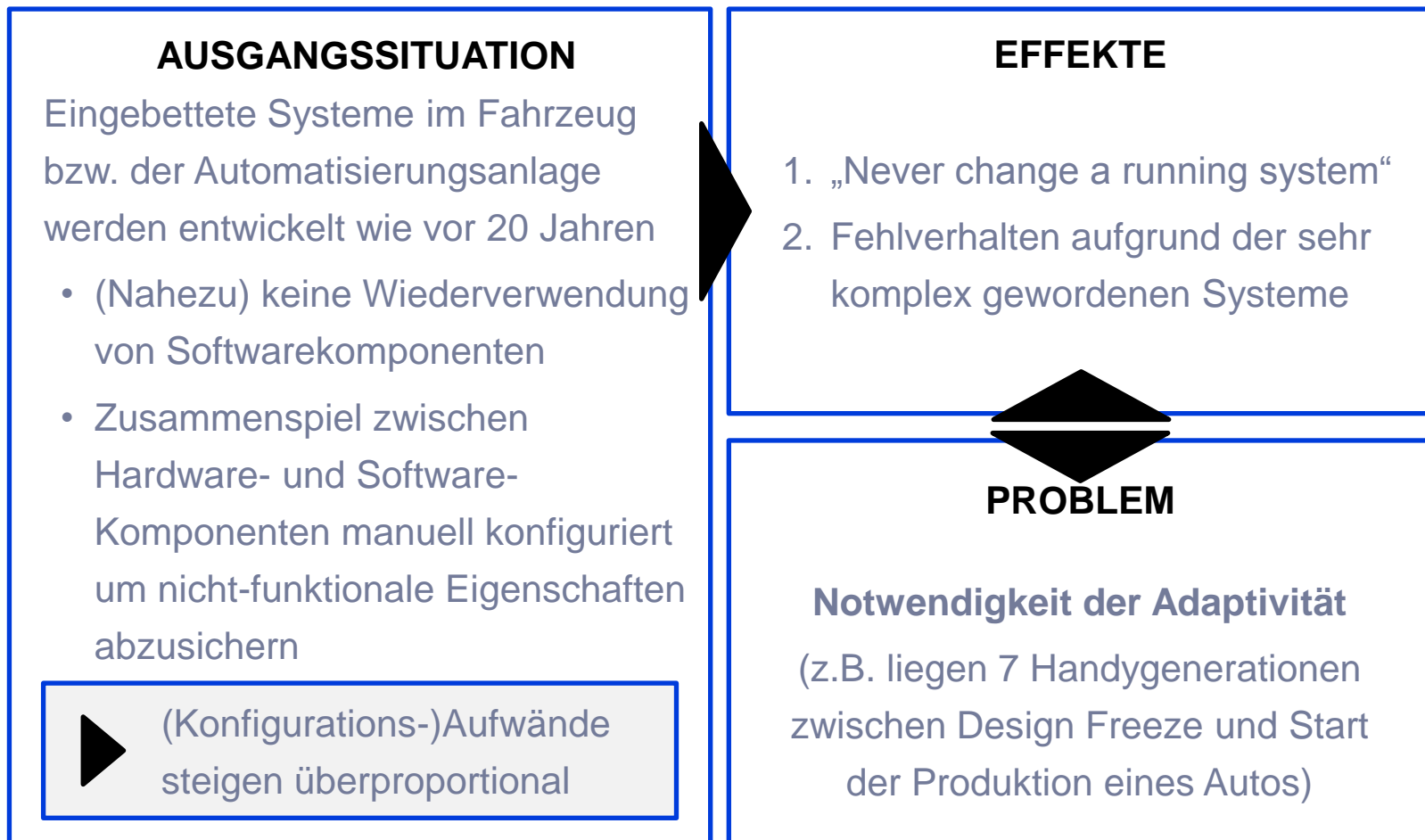


HEUTE

Plug & Play



Entwicklung eingebetteter Systeme



CHROMOSOME Technologie

Plug & Play für vernetzte eingebettete Systeme

Kernidee

„Laufzeitsystem“ für hochvernetzte eingebettete Systeme mit **direktem Plug & Play-Support** mit einer Fokussierung auf die auszutauschenden Daten und Garantierung von nicht-funktionalen Eigenschaften (Echtzeit, Safety, Security)

Konkurrenz

Es gibt bereits einige **vergleichbare Ansätze** basierend auf dem Data-Distribution-Service (DDS) Standard

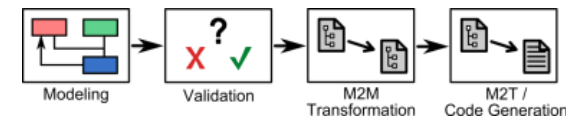
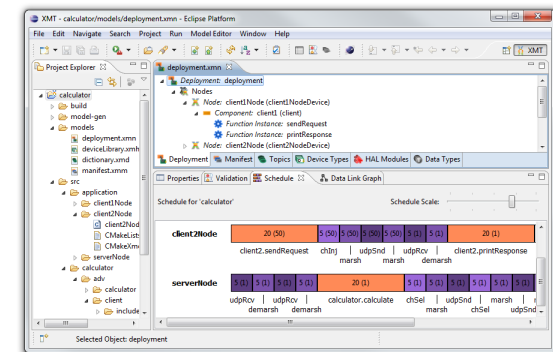


Alleinstellungsmerkmal

- **Plug & Play-Mechanismus:** Im Vergleich zu existierenden Ansätzen optimiert für Plug & Play in eingebetteten Systemen unter Zusicherung von nicht-funktionalen Eigenschaften (basierend auf anforderungszentrischem Ansatz)
- **Werkzeugunterstützung:** Werkzeug zur Modellierung der Daten und für eine automatische Konfiguration des „Betriebssystems“, Architekturmodellierung
- **Zusätzliche Dienste:** Dienste, die heute vom Entwickler selbst implementiert werden müssen (Fehlertoleranz, Zustandsmanagement, etc.)
- **Domänenunterstützung:** Zusätzliche Funktionalitäten, die auf das jeweilige Einsatzgebiet zugeschnitten sind

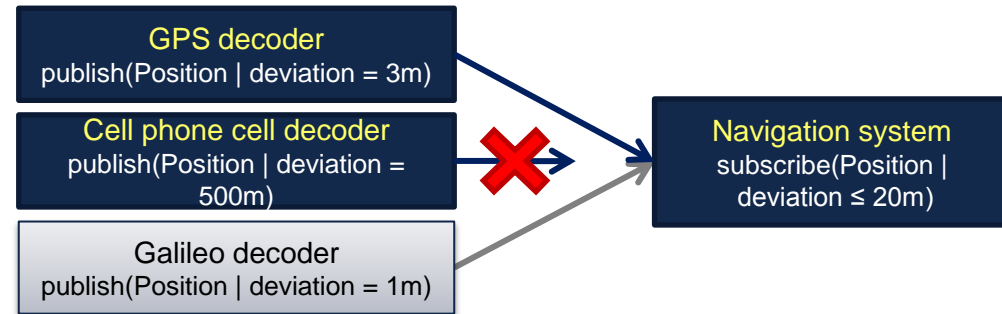
Kundennutzen

- **Wiederverwendung** von Anwendungskomponenten wird deutlich erhöht (~70%)
- **Entwicklungskosten** werden deutlich reduziert (30-50%)

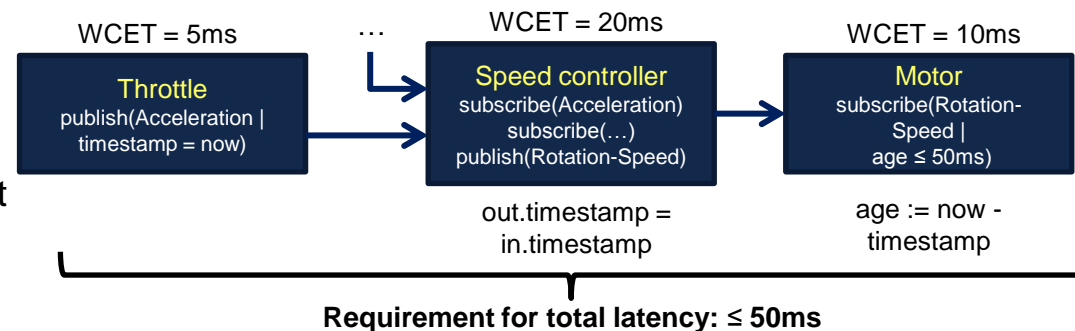


Wesentliche Konzepte 1/2:

- *Datenzentrische Kommunikation:*
Entkopplung von Sender und Empfänger zur Ermöglichung von Plug&Play:
 - Unterstützung von Attributen
 - Domänenmodellierung

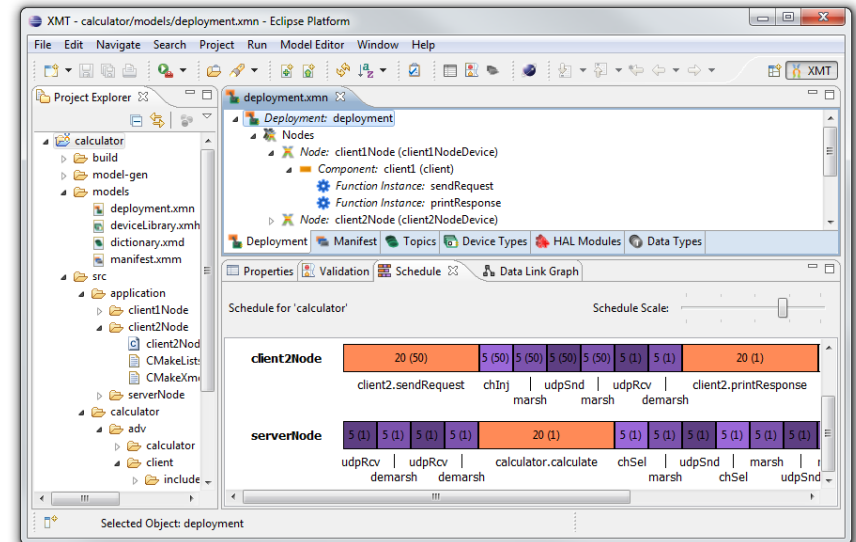


- *Anforderungszentrisches Laufzeitsystem:*
Anstelle der manuellen Erstellung einer Konfiguration durch den Entwickler wird eine gültige Konfiguration auf Basis der Anforderungen kalkuliert → ermöglicht die Berechnung von neuen Konfigurationen im Fall von Systemänderungen (Plug&Play, Fehlertoleranz) basierend auf Worst-Case Annahmen

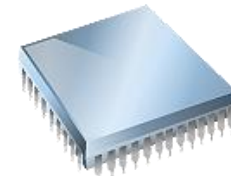


Wesentliche Konzepte 2/2:

- *Werkzeugunterstützung:*
Einfache Modellierung der Domäne, der Anwendung und der Plattform
 - Domänenmodellierung (Datenmodellierung, Datenhierarchie)
 - Applikationsmodellierung und Generierung von Code Wrappern
 - Plattformkonfiguration



- Skalierbarkeit
Zur Unterstützung von ressourcen-
eingeschränkten Plattformen wird auch
eine rein statische Konfiguration mit
minimalen Funktionsumfang des
Laufzeitsystems unterstützt

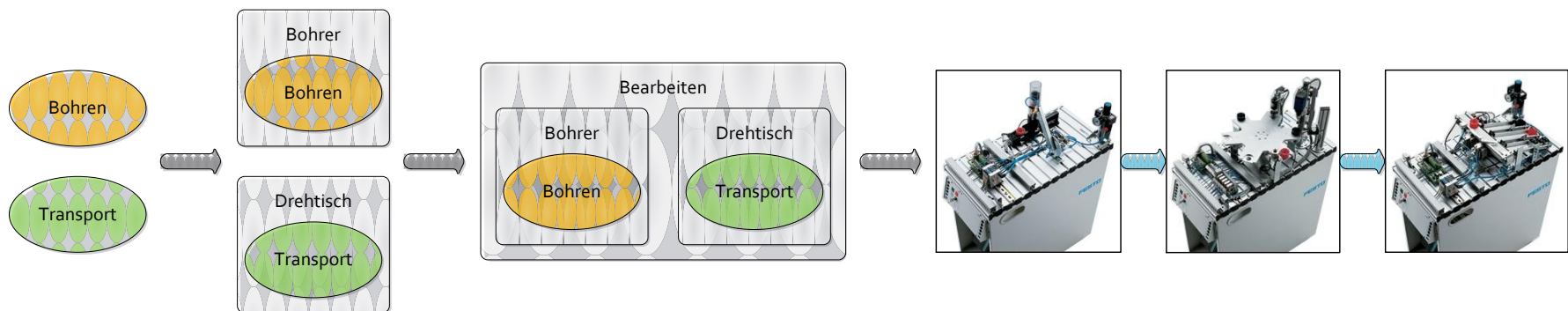


Lösungsansätze – Domänenspezifische Dienste

Selbstbeschreibung der Stationen/Module

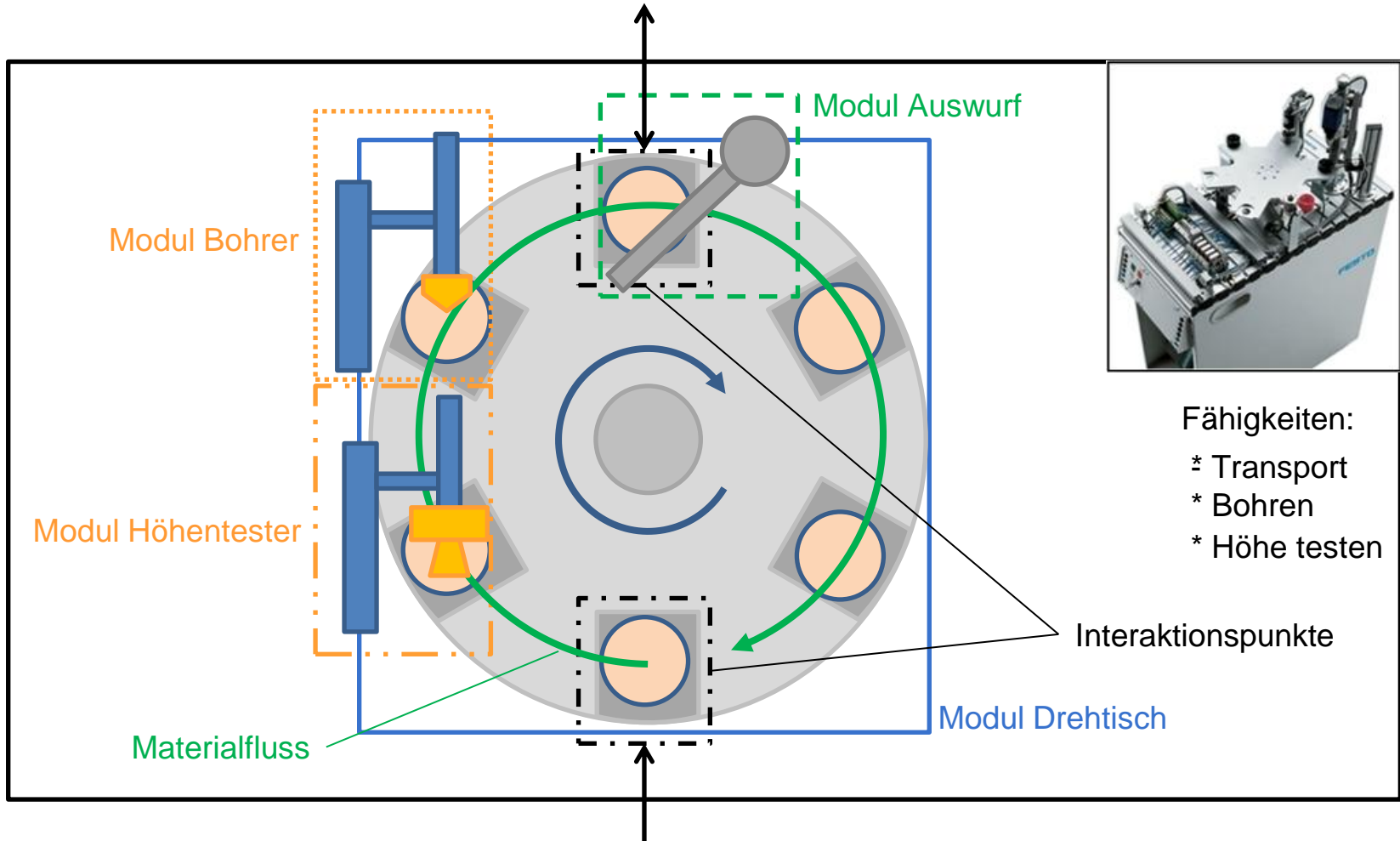
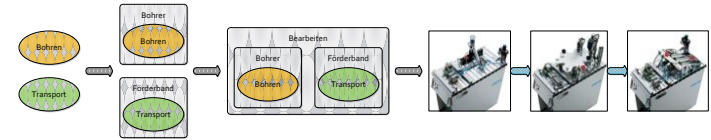
- Jede Station besitzt eine Beschreibung, die Auskunft über deren Aufbau und Fähigkeiten gibt
- Beschreibung wird einmal pro Gerätetyp erstellt
- Erstellung der Beschreibungen beruht auf einem Baukastenprinzip

Fähigkeiten -> Module -> Stationstypen -> Fabrik



Modellierung einer Station

Beispiel Bearbeitungsstation

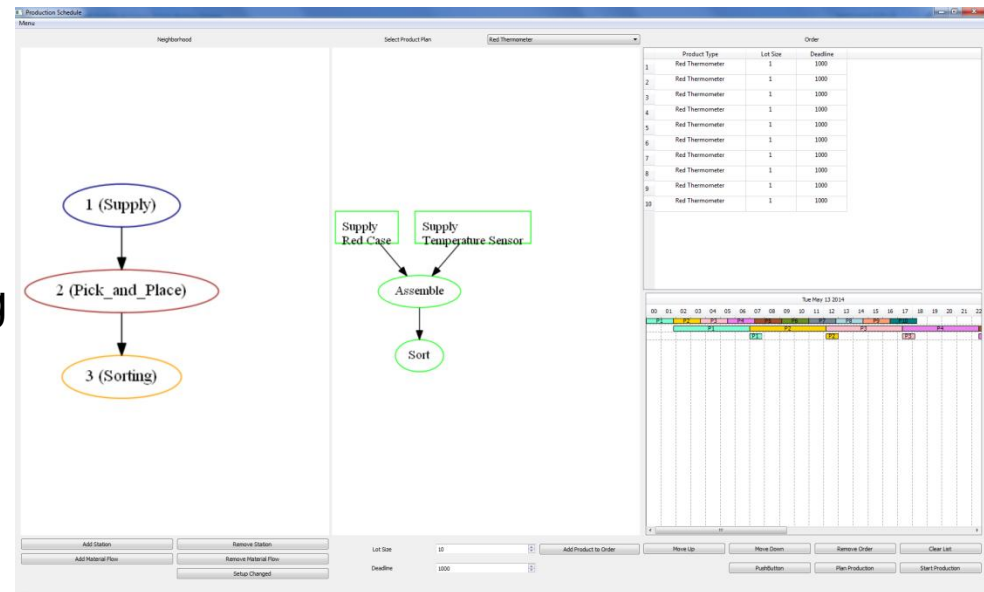


Lösungsansätze

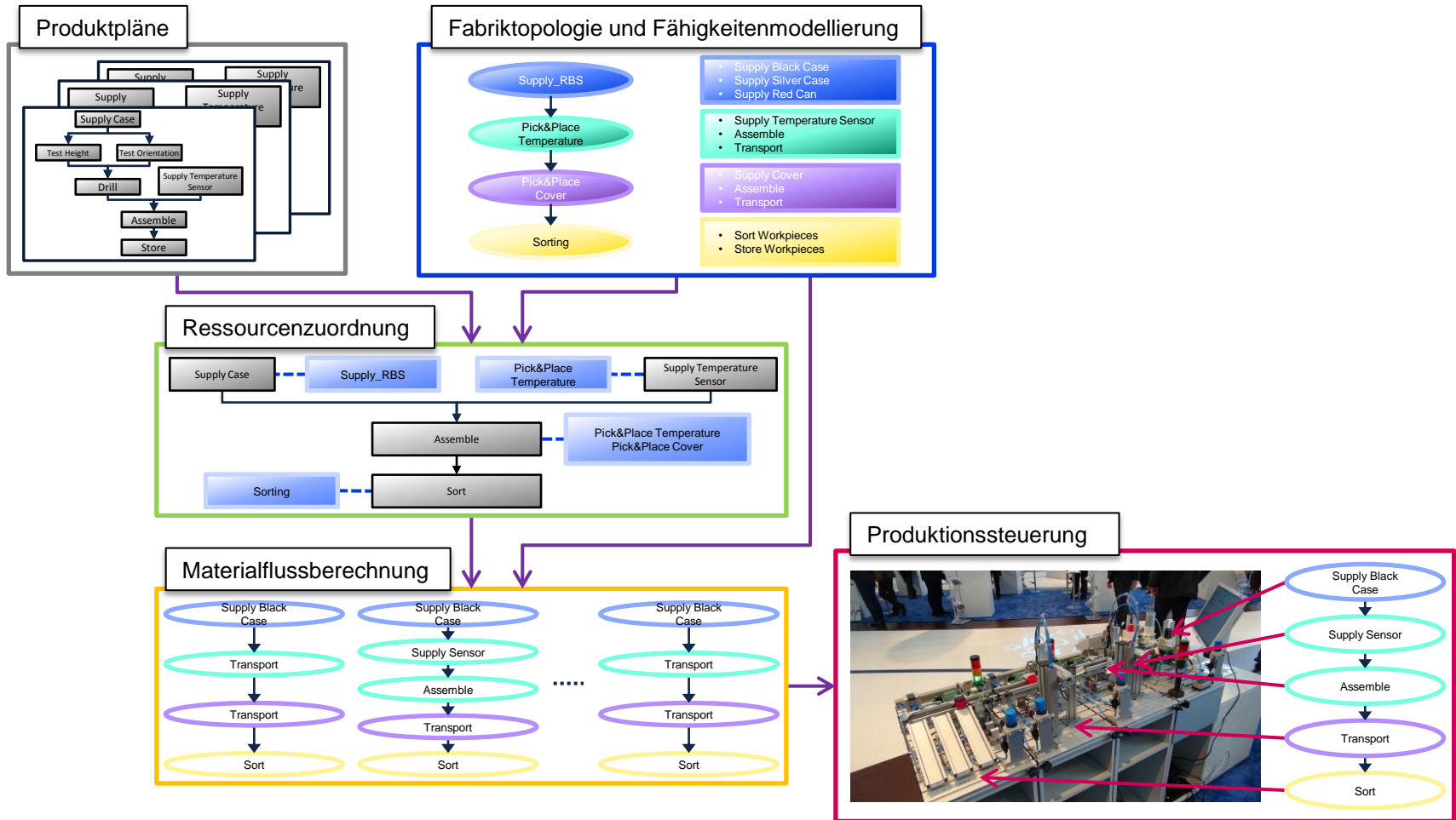
Planung basierend auf aktueller Fabriktopologie

- System erkennt automatisch, wenn Stationen hinzukommen oder ausfallen und gibt diese Information an das MES weiter
 - Erkennen von Stationen und Auslesen der zugehörigen Beschreibung
 - Erkennung des Materialflusses

- MES kann basierend auf der aktuellen Fabriktopologie die Fertigungsfeinplanung durchführen und die Fertigung anstoßen



Automatische Produktionsplanung und -steuerung



Automatische Produktionsplanung und -steuerung

The screenshot displays a software interface for production planning and control. The main window is titled "Production Schedule" and shows a process flow diagram on the left, a product plan selection dropdown in the center, and an order table and Gantt chart on the right.

Process Flow Diagram:

- Station 1 (Supply) - Blue oval
- Station 2 (Pick_and_Place) - Red oval
- Station 3 (Sorting) - Orange oval
- Supply Red Case - Green box
- Supply Temperature Sensor - Green box
- Assemble - Green oval
- Sort - Green oval

Order Table:

	Product Type	Lot Size	Deadline
1	Red Thermometer	1	1000
2	Red Thermometer	1	1000
3	Red Thermometer	1	1000
4	Red Thermometer	1	1000
5	Red Thermometer	1	1000
6	Red Thermometer	1	1000
7	Red Thermometer	1	1000
8	Red Thermometer	1	1000
9	Red Thermometer	1	1000
10	Red Thermometer	1	1000

Gantt Chart:

The Gantt chart shows a production schedule for Tuesday, May 13, 2014. The x-axis represents time from 00 to 22. The y-axis represents different production orders. The chart is filled with colored bars representing production tasks, labeled P1 through P10. A red box highlights the Gantt chart area, and a blue wavy line is drawn over it.

Control Panel:

- Buttons: Add Station, Remove Station, Add Material Flow, Remove Material Flow, Setup Changed
- Lot Size: 10
- Deadline: 1000
- Buttons: Add Product to Order, Move Up, Move Down, Remove Order, Clear List, PushButton, Plan Production, Start Production

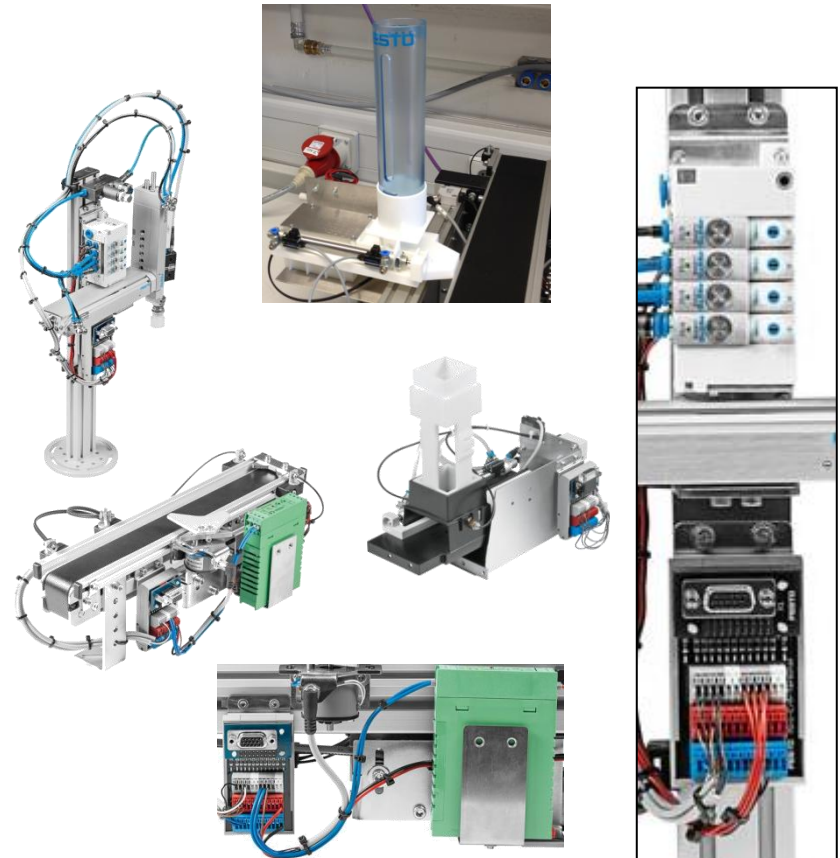
Demonstrator Wandelbare Fabrik

Video: siehe <http://youtu.be/Tkcv-mbhYqk?list=UUPx1B8H2tdsJ7rHH27sUTgA>

Weiterführung

Modularisierung innerhalb von Stationen

- Basismodule
 - Funktional vollständig
 - Stellen eine Fertigungs- oder Transportaufgabe zur Verfügung
 - Entsprechende Software Komponente
- Erzeugung neuer Stationen durch einfaches Kombinieren
 - Nutzung von Software-Komponenten für den Stationsablauf
- Einfaches Ändern bestehender Stationen



[Bilder: Festo Didactic]

Ergebnisse und Ausblick

- Plug&Play für Automatisierungssysteme
 - Selbstbeschreibung
 - Automatische Stations- und Materialflusserkennung
 - Einheitlicher Zugriff von MES auf Stationen durch Middleware
- Erhöhung der Flexibilität in der Fertigung
 - Hardware
 - Einführung von Modulen
 - Vereinheitlichung der Anschlüsse
 - Autonome Steuerung der Stationen und Module
 - Software
 - Modularisierung der Steuerungsprogramme
 - Rezeptbasierte Steuerungsarchitektur
 - Bereitstellen höherwertiger Funktionen
- Erzielte Wandlungsfähigkeit
 - Einbringen neuer Stationen → automatische Erkennung und Berücksichtigung in der Planung
 - Neue Produkte → neuer Produktplan
- Weiterführung der Projektidee im Folgeprojekt OPAK unter AUTONOMIK für Industrie 4.0
- Fokus: Verbesserung des Engineeringprozesses basierend auf intelligenten Komponenten
- Ausgründung im Kontext des Laufzeitsystems CHROMOSOME in Arbeit



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kontakt // Dr. Christian Buckl

fortiss GmbH

An-Institut Technische Universität München
Guerickestraße 25
80805 München · Germany

tel +49 89 3603522 16

fax +49 89 3603522 50

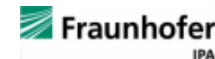
buckl@fortiss.org

<http://www.fortiss.org>

Laufzeit:

Juni 2011 – Juni 2014

Partner:



<http://www.autopnp.com/>