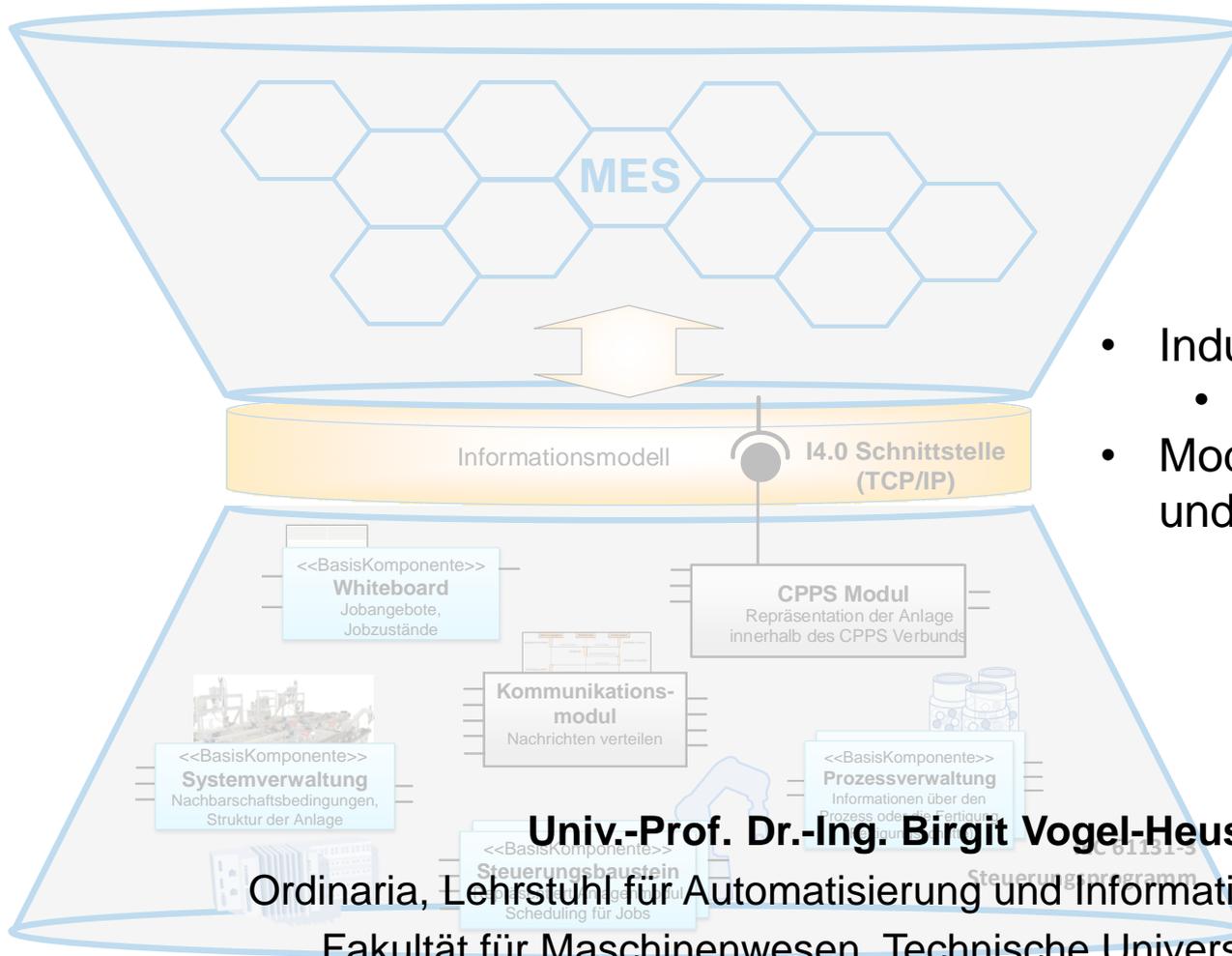


# MES-Engineering als Grundlage für die Industrie 4.0



- Industrie 4.0  $\Leftrightarrow$  MES
  - Demonstrator MyJoghurt
- Modell von Produkt, Prozess und Ressource als Basis

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser**

Ordinaria, Lehrstuhl für Automatisierung und Informationssysteme (AIS)

Fakultät für Maschinenwesen, Technische Universität München,

[www.ais.mw.tum.de](http://www.ais.mw.tum.de); [vogel-heuser@tum.de](mailto:vogel-heuser@tum.de)

## Datenaufbereitung für den Menschen

Assistenzsysteme für das Engineering

Datenaufbereitung, Datenintegration für den Menschen



**Architekturmodelle (Referenzarchitektur)** für eine Klasse von Aggregaten/Modulen in Bezug auf Eigenschaften, Fähigkeiten, Schnittstellen...

## Intelligente Produkte und Produktionseinheiten

Produktionseinheiten mit **inhärenten Fähigkeiten**

**Datenanalyse** von Prozess- und Alarmdaten und Verknüpfung mit Engineeringdaten

**Flexible Produktionseinheiten**, adaptierbar auf geänderte Produkthanforderungen, erlauben auch strukturelle Änderungen

**Beschreibung von Produkt- und Betriebsmitteln**, z.B. Ontologien, zur eigenständigen Analyse, Darstellung, Organisation und Ausführung eines Produktionsablaufes



**CPPS Marktplatz der Produktionseinheiten**

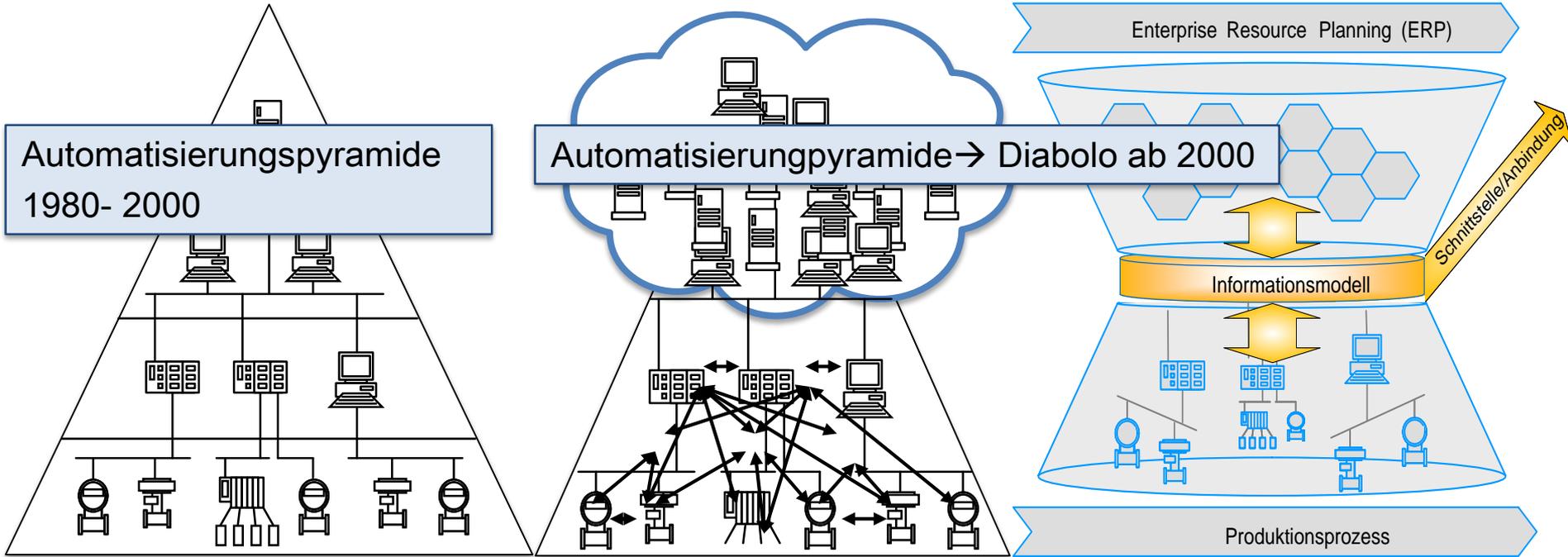
## Kommunikation und Datendurchgängigkeit

Bereitstellung notwendiger Daten für Konfiguration, Produktion, Verhandlung

Weltweite Verteilung von Daten, hohe Verfügbarkeit, Zugriffsschutz

Datendurchgängigkeit über verschiedene „Stakeholder“ in verschiedenen Engineeringphasen und -gewerken

**Digitale Netze** und Schnittstellen für die Kommunikation (zwischen Geräten, Mensch und Anlage, Anlage und Anlage)

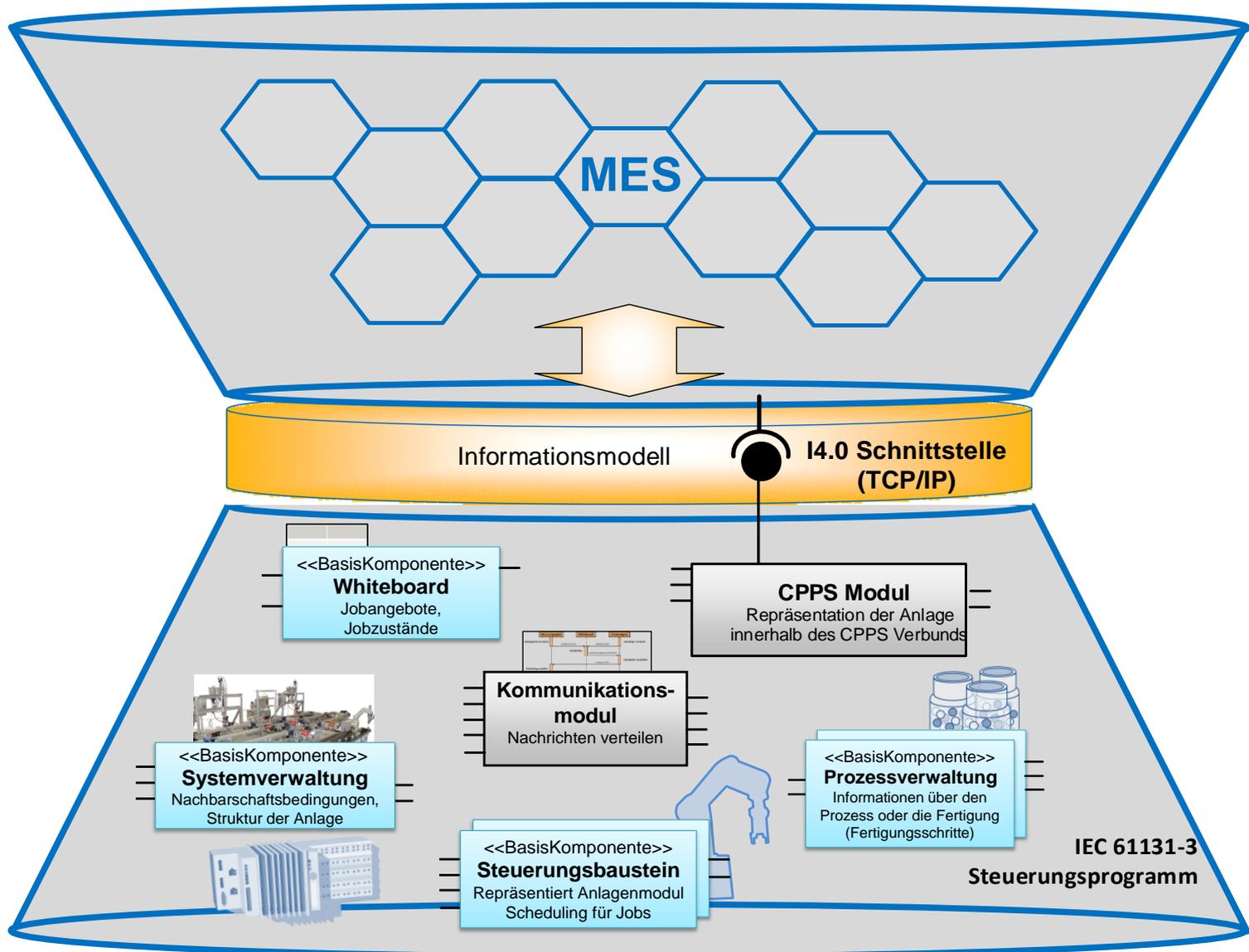


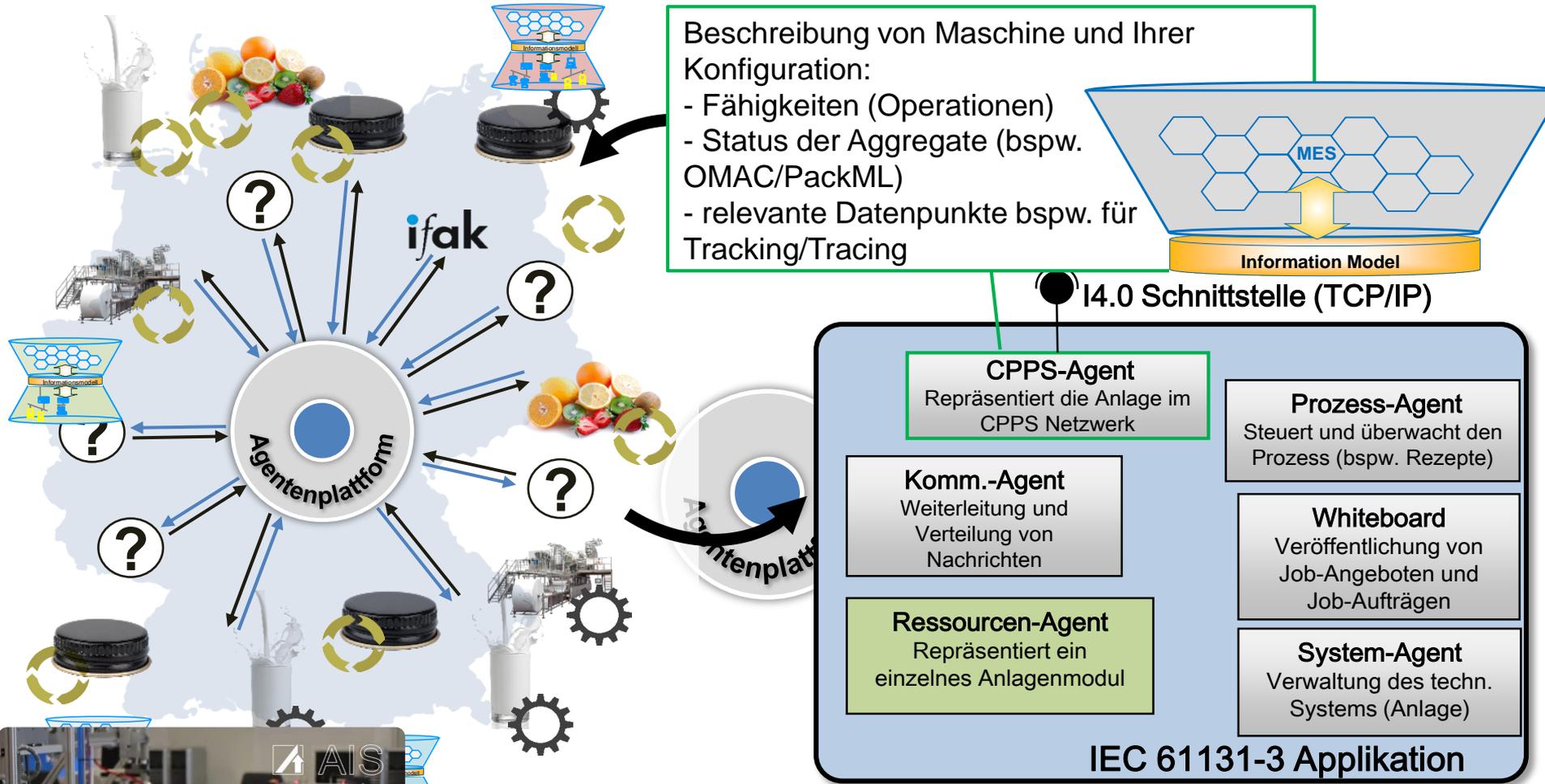
Intelligente Feldgeräte: Integration E/A bezogener Funktionen von der Steuerungs- in die Feldebene

Dezentrale Steuerung: Integration von Automatisierungsfunktionen in Feldgeräte eines Produktionssystems

## Ergebnis

Steigende Flexibilität über die Vernetzung von modularen Gerätefunktionen innerhalb eines Produktionssystems → Begrenzung auf einzelne Produktionssysteme

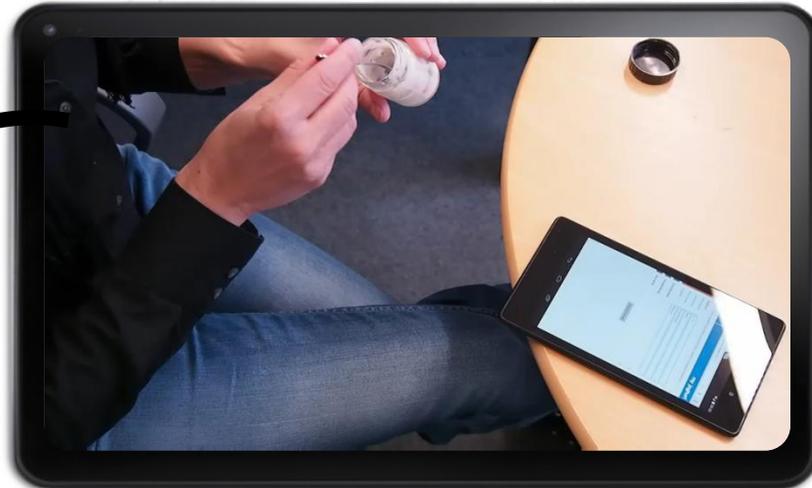
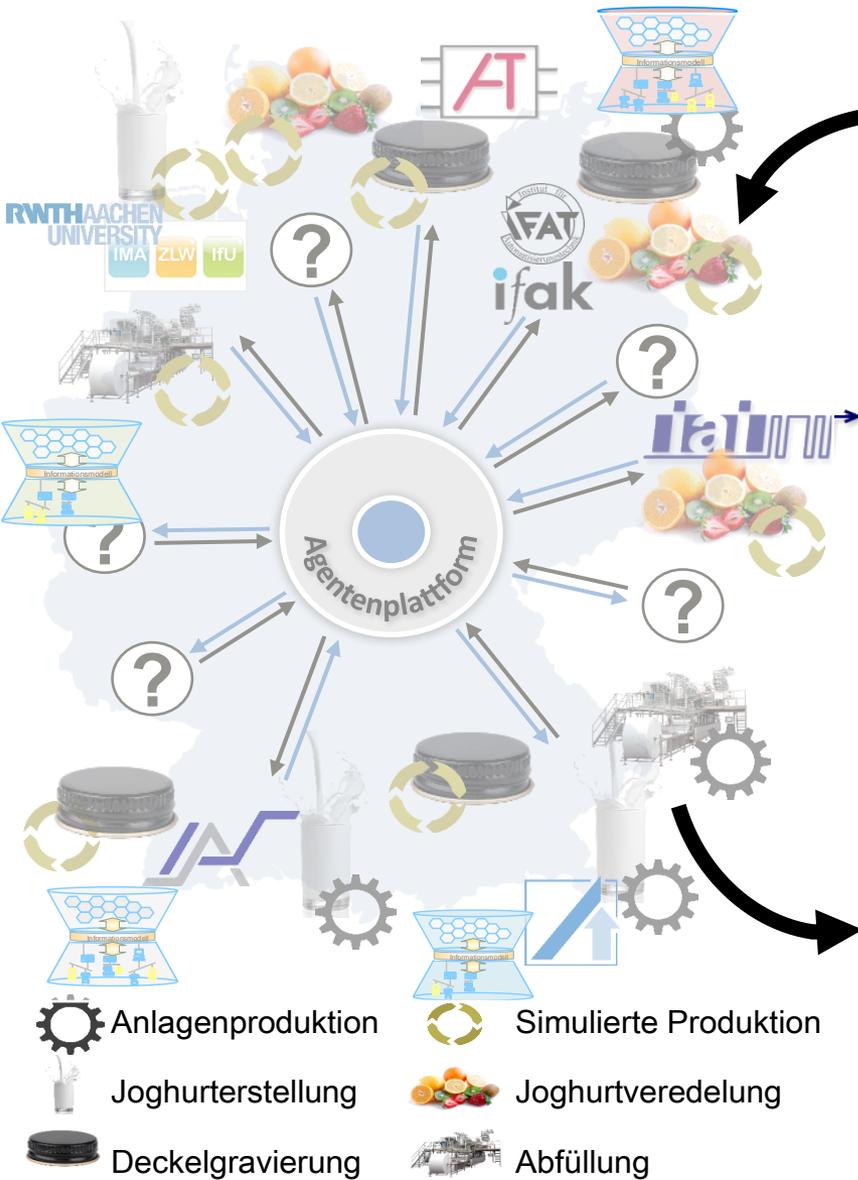




Ein Wegweiser auf der **PLATTFORM INDUSTRIE 4.0** roadmap

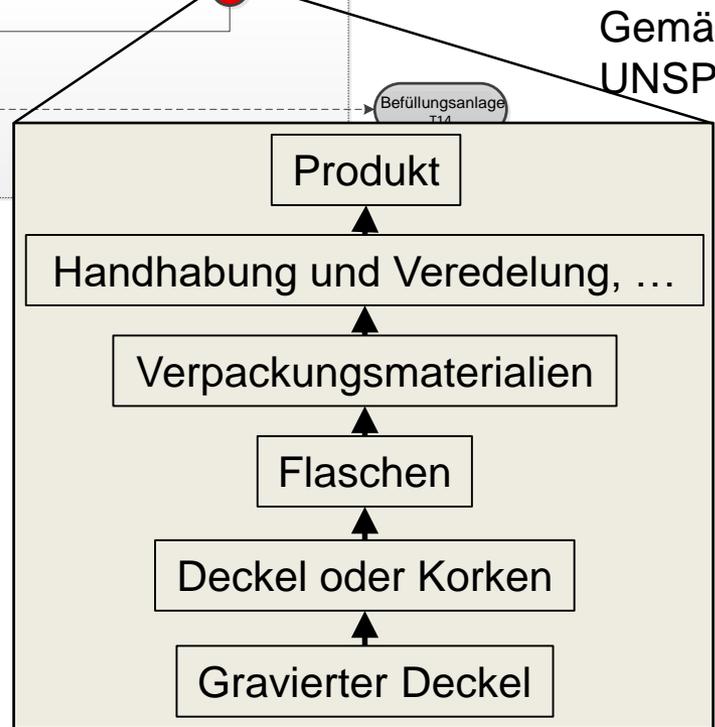
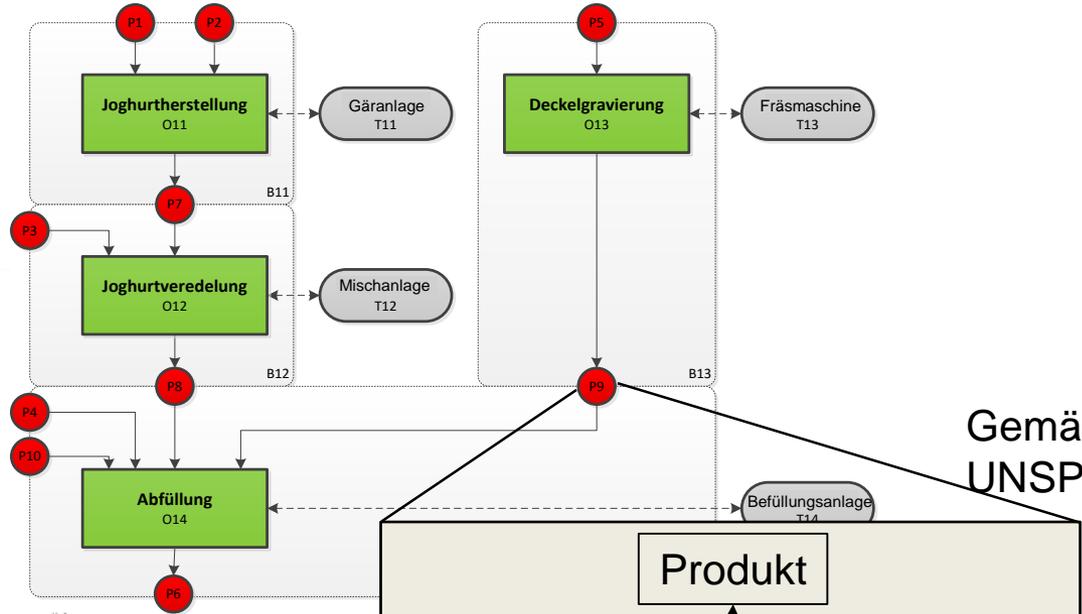
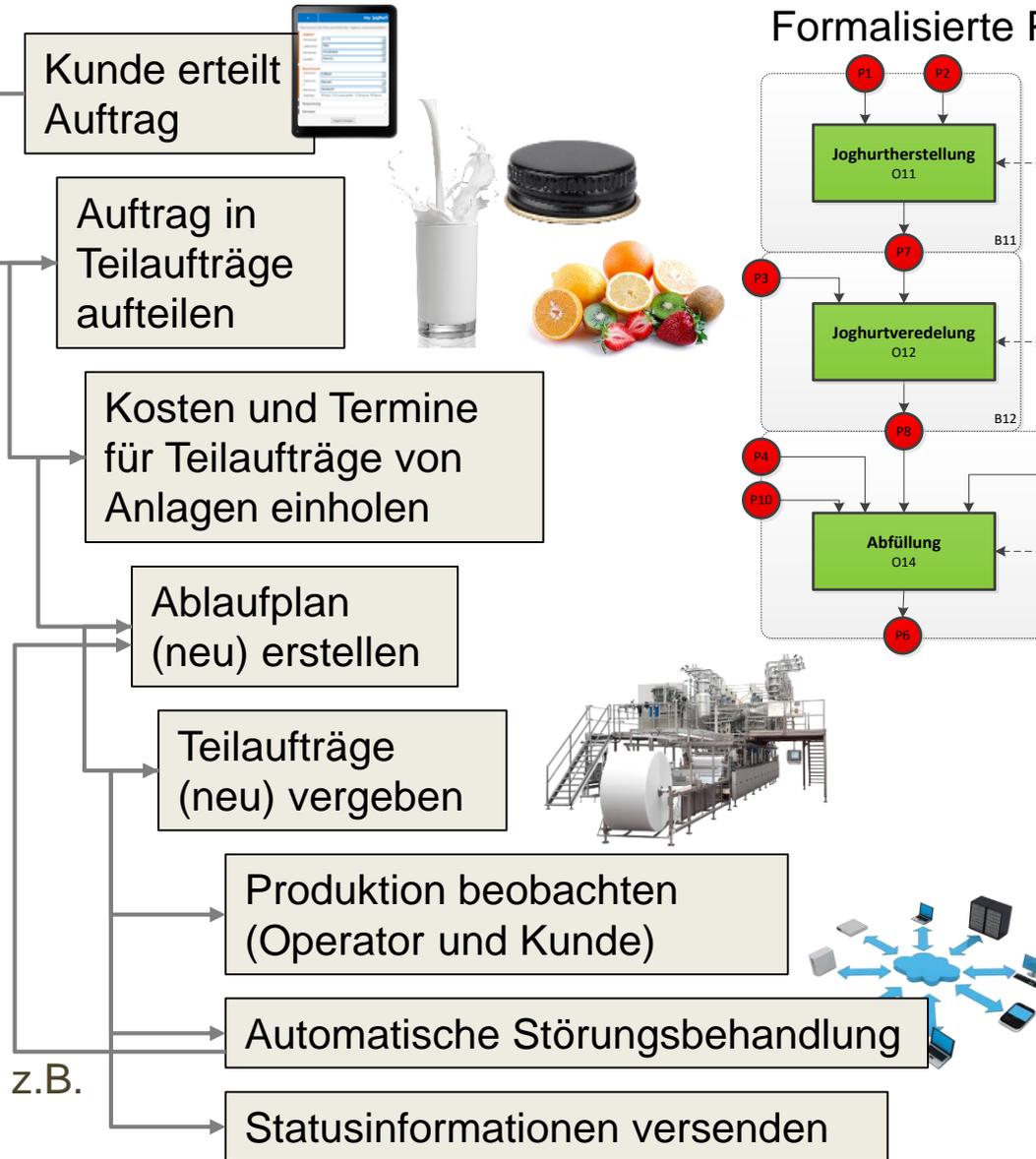
Demonstrator: <http://i40d.ais.mw.tum.de>

Roadmap: <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/In-der-Praxis/Karte/karte.html>



Webseite: <http://www.ais.mw.tum.de/myjoghurt/>

## Formalisierte Prozessbeschreibung - VDI/VDE 3682





## 14.0 Schnittstelle (TCP/IP)

AIS Editor

## Modellierungselemente

**CPPS Modul**  
Repräsentation der Anlage  
innerhalb des CPPS Verbunds



Liste aller  
Prozess-  
Diagramme

Library Window

Load Library Save Library Delete Library Element

- Technical System
  - ProcessDiagram
    - Processes
      - Milch Behandeln
    - SubProcesses
      - Rohmilch annehmen
      - Rohmilch erwärmen
      - Rohmilch separieren
      - Magermilch behandeln
      - Magermilch einlagern
      - Rahm behandeln
      - Rahm einlagern
    - ProcessOperations
      - Rahm erwärmen
      - Rahm abkühlen
      - Magermilch erwärmen
      - Magermilch abkühlen
  - MESDiagram

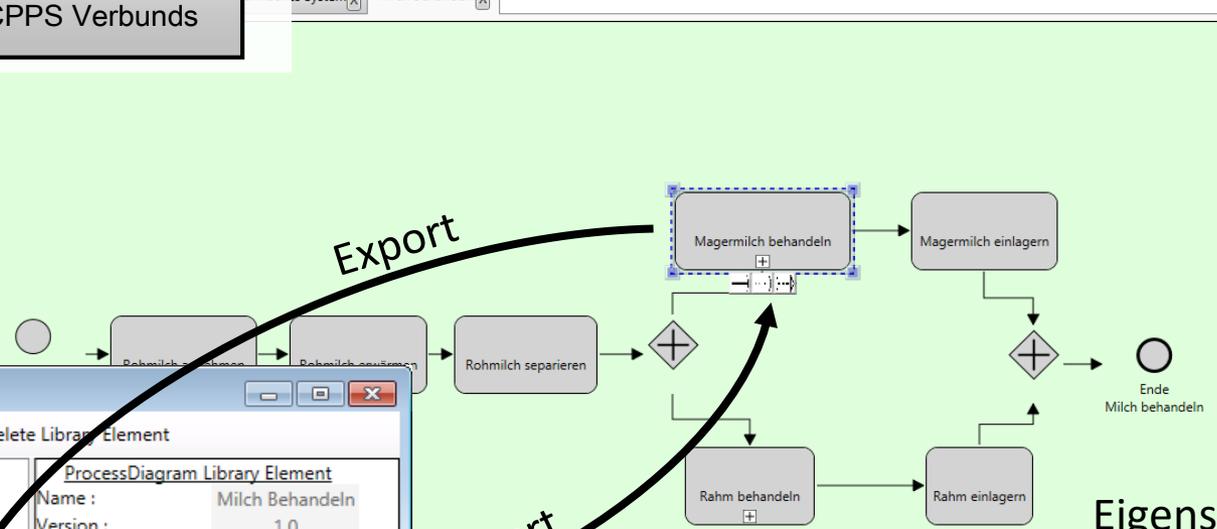
ProcessDiagram Library Element

Name: Milch Behandeln  
Version: 1.0  
Creation Date: 09.03.2015  
Element Description: Prozess zur Milchbehandlung  
Read Only:

Close

Export

Import



Eigenschaften

Task Item

Name: Magermilch behandeln  
Type: Task

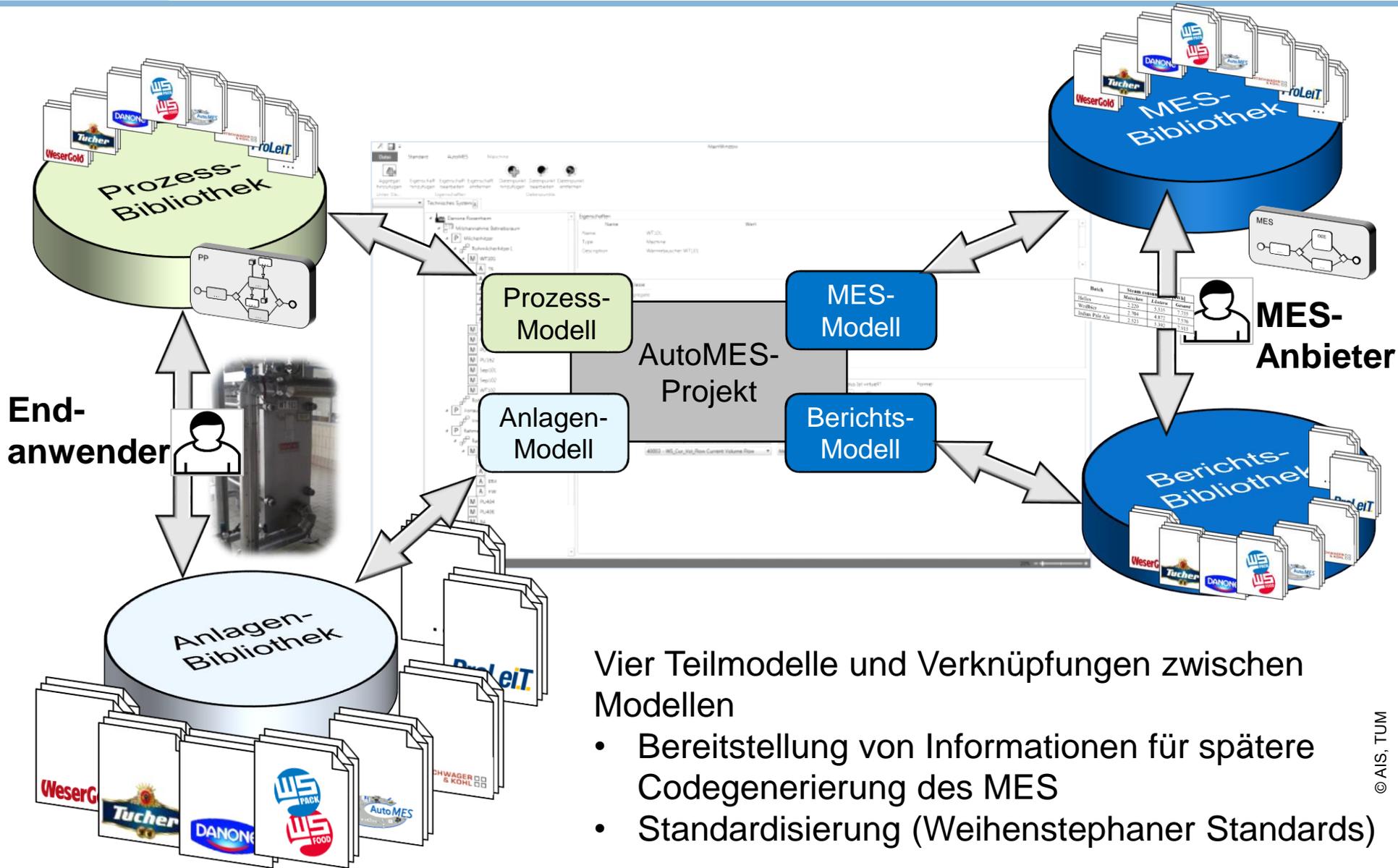
Version:  
Multiplicity: SingleInstance  
ProcessType: SubProcess  
HasSubProcess: True  
RequirementState: NotDefined

Connections:  
Sequence Flow 0  
Sequence Flow 0

Technical System Elements: Add  
WT101  
WT103

Required Datapoints: Add  
09802 - AM\_Cur\_Sub\_Process Remove

Eigenschaften des  
ausgewählten Prozesses



## Vier Teilmodelle und Verknüpfungen zwischen Modellen

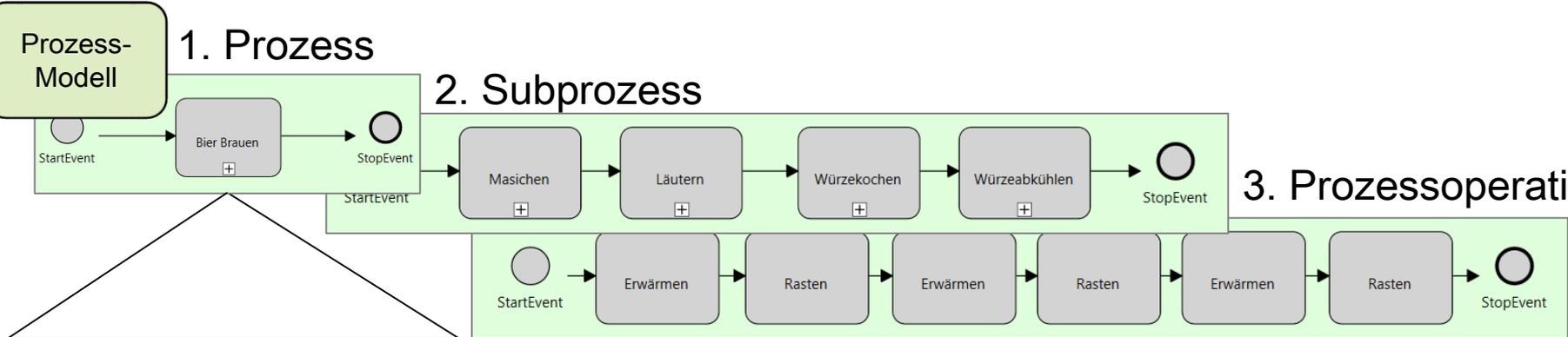
- Bereitstellung von Informationen für spätere Codegenerierung des MES
- Standardisierung (Weihenstephaner Standards)

Quelle WS Logo: [www.weihenstephaner-standards.de](http://www.weihenstephaner-standards.de), Quelle Bild: Danone Werk Rosenheim

## 1. Prozess

## 2. Subprozess

## 3. Prozessoperation



**Eigenschaften**

Task Item

Name : Bier Brauen

Type : Task

Version :

Multiplicity : SingleInstance

ProcessType : Process

HasSubProcess : True

RequirementState : NotDefined

Connections :

Sequence Flow ()

Sequence Flow ()

Technical System Elements : Add

Sudlinie\_1 X

Required Datapoints : Add

09801 - AM\_Cur\_Process Remove

**Konsistenzprüfung:** Ein Endanwender möchte auf seiner Anlage den Prozess „Bier brauen“ durchführen.

- Welche Maschinen sind dafür geeignet?
- Sind auf allen bereits zugeordneten Maschinen die nötigen Datenpunkte vorhanden?
- Welche Datenpunkte werden zusätzlich benötigt?

**Anlagen-Modell**

AutoMES GmbH

Weihenstephan\_Freising

Sudhaus

Sudlinie1

M Maschbottich

M Läuterbottich

M Würzekocher

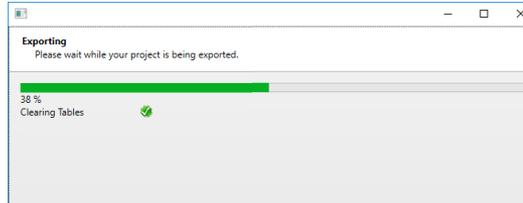
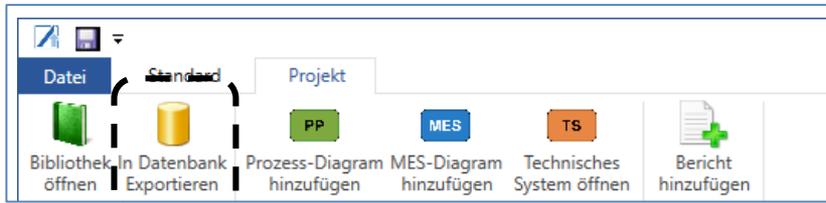
M Plattenwärmeaustauscher

**Datenpunkte**

Klassifizierung	Datenpunkt	Datenpunkt-Messung
WS	00062 - WS_Cur_Batch_ID	WS_Tracing
WS	00064 - WS_Cur_Order_ID	WS_Tracing
AutoMES	09801 - AM_Cur_Process	AM_Process
AutoMES	09802 - AM_Cur_Sub_Process	AM_Process
AutoMES	09803 - AM_Cur_Prc_Operatio	AM_Process
AutoMES	09901 - AM_Machine_ID	AM_Mach_ID
AutoMES	48001 - AM_Cur_Vol_Flow	AM_Measure Value



# Überführung der Modell-Informationen in die MES-Spezifikation für die Codegenerierung

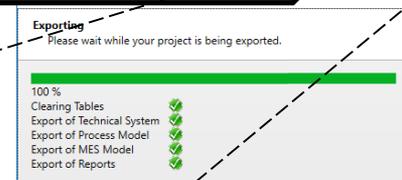
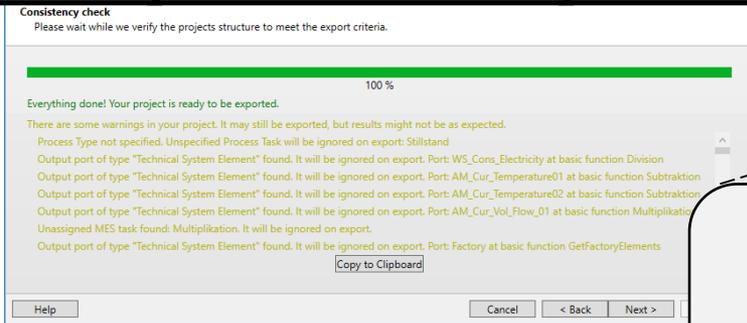


Transformation des Modells in Schnittstellen-Format

Prüfung auf Kompatibilität mit der Schnittstelle

Bereinigung der Datenbank um inkonsistenten Stand zu vermeiden

Einfügen der Modell-Information in Datenbank



**DB-Inhalte**

szFactory	szArea	szPlant	szLine	szMachine
Brauerei				
Brauerei	Sudhaus			
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage		
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Eiswassertank
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Energiespeicher
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Glykolwärmetauscher
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Kaltwasserspeicher

szProcessName	szSubProcessName	szProcessOperation	szFactory	szArea	szPlant	szLine	szMachine	szAggregate
1	Kaltwürze herstellen	Würze kochen	Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Würzefanne	
2	Kaltwürze herstellen	Maischen	Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Maischbottich	
3	Kaltwürze herstellen	Maischen	Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Maischbottich	
4	Kaltwürze herstellen	Rasten_1	Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Mühle	

szSubProcessName	szProcessOperation
Heißtrub abscheiden	
Läutern	
Maischen	
Maischen	Aufheizen_1
	Aufheizen_2
	Aufheizen_3
	Aufheizen_4

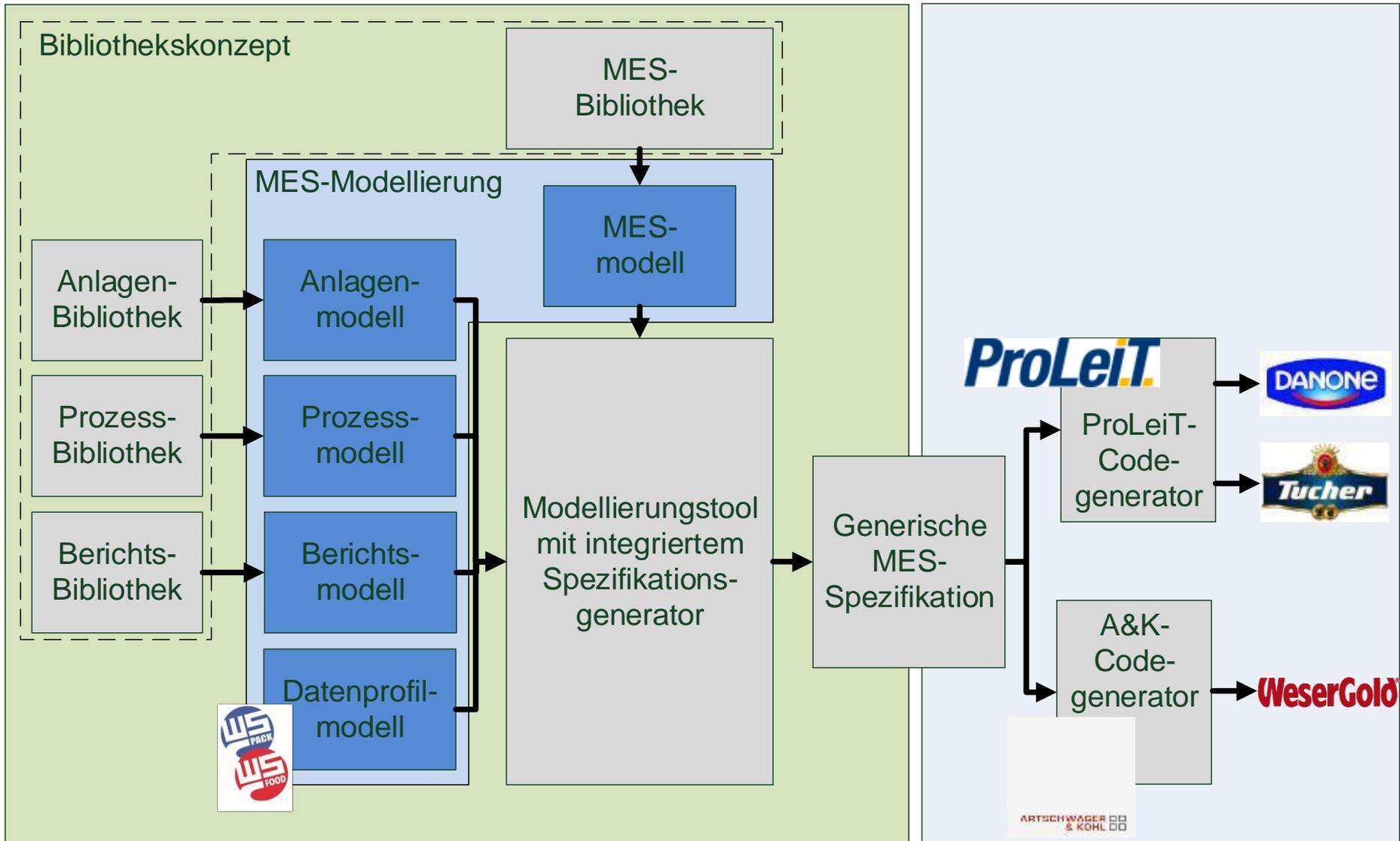
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Maischbottich	WS_Cons_Steam	Sattdampfverbrauch
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Maischbottich	AM_Cur_Temperature01	Ernaischtemperatur
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Maischbottich	AM_Cur_Temperature02	Endtemperatur
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Maischbottich	Cus_Volume_In_01	Eingangsvolumen

szProcessName	szSubProcessName	szProcessOperation	szDPTType
Kaltwürze herstellen			AM_Cur_Process
Kaltwürze herstellen			AM_EndTime
Kaltwürze herstellen			AM_StartTime

Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Würzefan	Mühlen
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Würzefan	
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Würzefan	Vordenwürze zwischenlagern
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Würzefan	Würze erhitzen
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Würzefan	Würze kochen
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Würzefan	Würze kochen
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Würzefan	Würze kochen
Brauerei	Sudhaus	Sudhausanlage	Sudlinie	Würzefan	Würze kochen





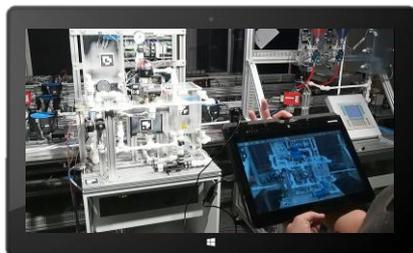


## Datenaufbereitung für den Menschen

Datenaufbereitung,  
Datenintegration für  
den Menschen

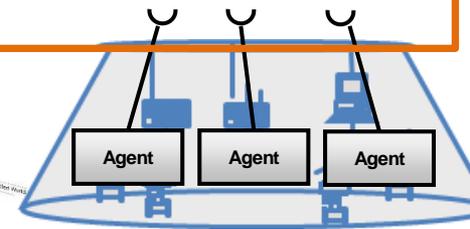
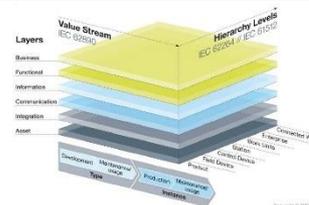


SFB 768



Marktplatz  
der  
Produktions-  
einheiten

## Architekturmodelle



## Intelligente Produkte und Produktionseinheiten

Rekonfiguration, Wiederherstellung,  
Neustart von Produktionseinheiten  
I4.0-Plattform

Bereitstellung notwendiger Daten  
für Konfiguration, Produktion,  
Verhandlung

Datendurchgängigkeit über verschiedene  
„Stakeholder“ in  
verschiedenen Engineering-  
phasen und –gewerken



Datenanalyse von Prozess- und  
Alarmdaten und Verbindung mit  
Fertigungsdaten



Beschreibung von  
Produkt, Prozess, Ressource und  
übergeordneten  
Funktionen (MES)



**Wir unterstützen Sie gerne dabei:**

- durch Forschungsprojekte
- direkte Zusammenarbeit
- Workshops, Trainings
- [www.ais.mw.tum.de](http://www.ais.mw.tum.de) vogel-heuser@tum.de