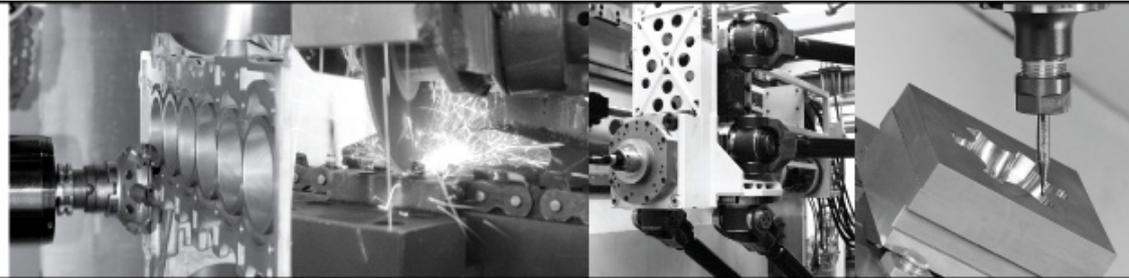




*Institut für Fertigungstechnik  
und Hochleistungslasertechnik*



# OPC4Factory – OPC UA Kommunikation für Fertigungszellen

DI Florian Pauker



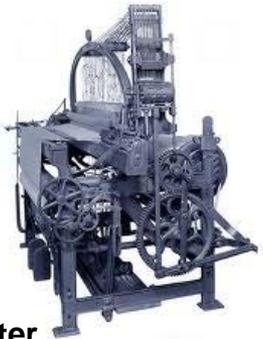
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN



# Veränderungsprozesse in der Industrie



Von der 1. Industriellen Revolution zur „4. Industriellen Revolution: Technologie eröffnet neue Technologieanwendungen



**Erster  
mechanischer  
Webstuhl**  
1784



**2. Industrielle Revolution**  
Einführung der Massenfertigung  
durch Arbeitsteilung auf Basis der  
Elektrizität



**3. Industrielle Revolution**  
Nutzung der Elektronik und der IT  
zur Steigerung der Automatisierung



**4. Industrielle Revolution**  
basierend auf Cyber-Physical-  
Production-Systems und der  
intensiven Nutzung von Information  
**Industrie 4.0**

**Industrie 3.0**

**Industrie 2.0**

**Industrie 1.0**

Komplexitätsgrad

Ende des 18.  
Jahrhunderts

Beginn des 20.  
Jahrhunderts

Beginn der  
70er Jahre

Heute

Zeit

# Trend in der Produktion



	Mechanisierung	Massenproduktion	Automatisierung	Intelligenz
Zeitliche Ordnung	18. Jahrhundert	19. Jahrhundert	20. Jahrhundert	21. Jahrhundert
Produktionssystem	Manufaktur	Taylorismus	Toyota System	Lernende Fabrik
Produktionsstruktur	Fabriksystem	Fokussierung	Modularisierung	Virtualisierung
Produktstruktur	Individualanteil	Standardisierung	Komplexität	Adaptive Varianz
Flexibilität zu Produktivität	Verhältnis $\approx 1$	Verhältnis $\ll 1$	Verhältnis $< 1$	Verhältnis $\approx 1$ (variabel)
Mensch	Generalisierung	Spezialisierung	Flexibilität	Selbstorganisation
Märkte	Regionalproduktion	Globalisierung	Regionalisierung	Lokalisierung
Ressourceneffizienz	Extensive Nutzung	Intensive Nutzung	Schonung	Kreislauf
				



- Paradigmenwechsel:  
Massenproduktion → individuelle Fertigung („Losgröße 1“)

- Flexibilität,
- Anpassungsfähigkeit,
- Wandlungsfähigkeit und
- Re-Konfigurierbarkeit

- Vernetzung von Systemen

- M2M, M2H, MES, ERP
- Vielfalt an Schnittstellen und Kommunikationslösungen
- Unterschiedliche Hersteller und Anbieter



Quelle:  
ingenieur.de

- Virtuelle Abbildung der realen Produktionsmaschinen und Fertigungsprozesse

- **Ziel: Transformation von klassischen Produktionssystemen zu CPPS**



## ■ Was ist ein CPPS

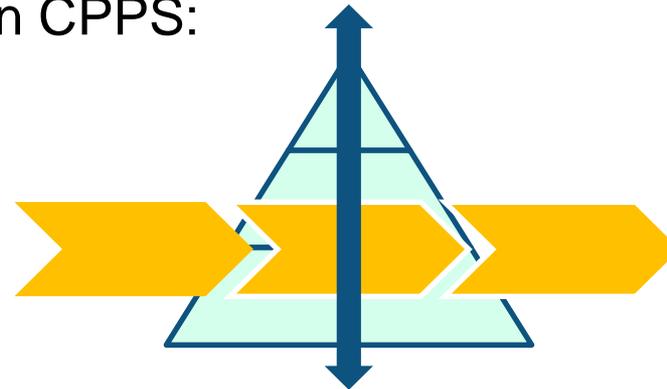
- **Definition laut VDI:** Ein CPPS ist ein Produktionssystem, in dem CPS eingesetzt werden.

## ■ Was ist ein CPS

- Cyber-Physical Systems (CPS) sind gekennzeichnet durch eine Verknüpfung von realen (physischen) Objekten und Prozessen mit informationsverarbeitenden (virtuellen) Objekten und Prozessen über offene, teilweise globale und jederzeit miteinander verbundene Informationsnetze
- Industrie 4.0 Komponente als Spezialisierung eines CPS

## ■ Handlungsfelder zur Schaffung von CPPS:

- Vertikale Integration





## ■ Was ist ein CPPS

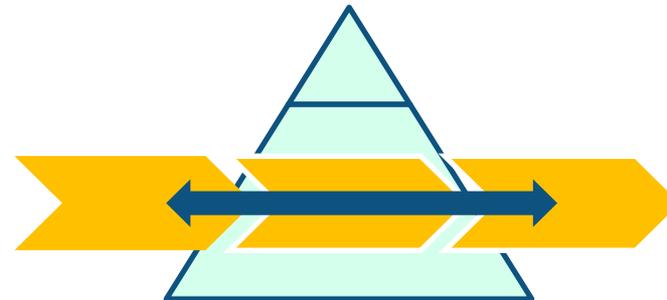
- **Definition laut VDI:** Ein CPPS ist ein Produktionssystem, in dem CPS eingesetzt werden.

## ■ Was ist ein CPS

- Cyber-Physical Systems (CPS) sind gekennzeichnet durch eine Verknüpfung von realen (physischen) Objekten und Prozessen mit informationsverarbeitenden (virtuellen) Objekten und Prozessen über offene, teilweise globale und jederzeit miteinander verbundene Informationsnetze
- Industrie 4.0 Komponente als Spezialisierung eines CPS

## ■ Handlungsfelder zur Schaffung von CPPS:

- Vertikale Integration
- Horizontale Integration





## ■ Was ist ein CPPS

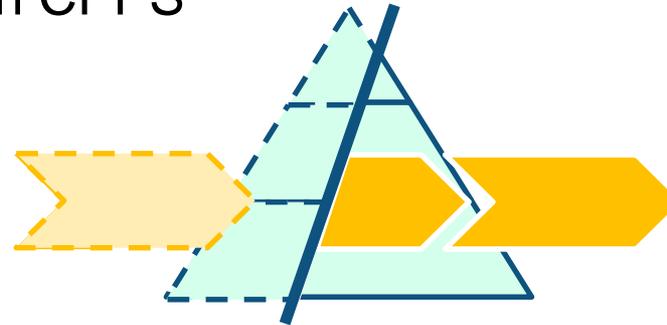
- **Definition laut VDI:** Ein CPPS ist ein Produktionssystem, in dem CPS eingesetzt werden.

## ■ Was ist ein CPS

- Cyber-Physical Systems (CPS) sind gekennzeichnet durch eine Verknüpfung von realen (physischen) Objekten und Prozessen mit informationsverarbeitenden (virtuellen) Objekten und Prozessen über offene, teilweise globale und jederzeit miteinander verbundene Informationsnetze
- Industrie 4.0 Komponente als Spezialisierung eines CPS

## ■ Handlungsfelder zur Schaffung von CPPS

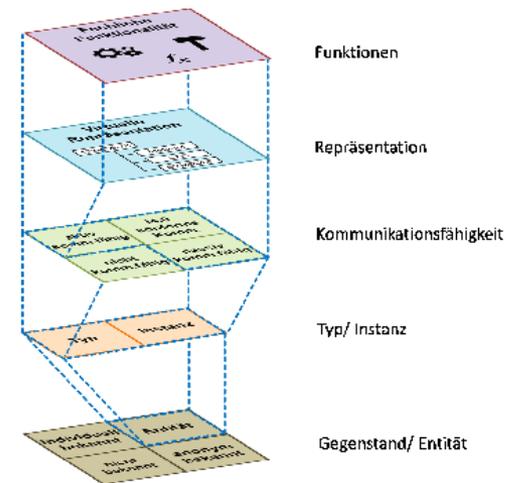
- Vertikale Integration
- Horizontale Integration
- Vernetzung Real/Virtuell







- In Industrie 4.0 Systemen kommunizieren **nur** mehr I4.0 Komponenten
- I4.0 Vernetzung heißt Kommunikation zwischen beliebigen Endpunkten möglich
- I4.0 Komponente muss unterschiedlichen Anforderungsschwerpunkten gerecht werden (Office floor oder Shop floor)
- I4.0 Komponente
  - Typ/Instanz
  - Kommunikationsfähigkeit
  - Virtuelle Repräsentation (digital Twin)
  - Fachliche Funktionalität





## ■ Identifizierbarkeit

Sie ist im Netzwerk eindeutig identifizierbar und ihre physischen Gegenstände werden mittels eines eindeutigen Identifiers (ID) identifiziert. (z.B. IP-Adresse IPv6 →  $10^{39}$ )

## ■ I4.0-konforme Kommunikation

Die I4.0 Komponenten kommunizieren untereinander mindestens nach dem SOA Prinzip (inkl. gemeinsamer I4.0-konformer Semantik).

## ■ I4.0-konforme Dienste und Zustände

Sie unterstützt die für ein I4.0-System allgemein standardisierten (auch nachladbaren) Dienstfunktionen und Zustände.

## ■ Virtuelle Beschreibung

Sie liefert ihre virtuelle Beschreibung einschließlich ihres dynamischen Verhaltens. Diese Beschreibung wird durch die Virtuelle Repräsentation und das Manifest erreicht

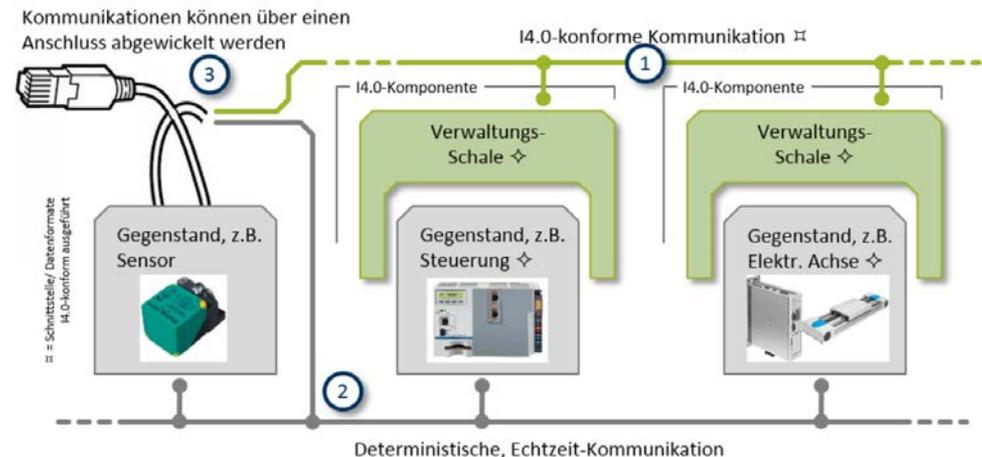
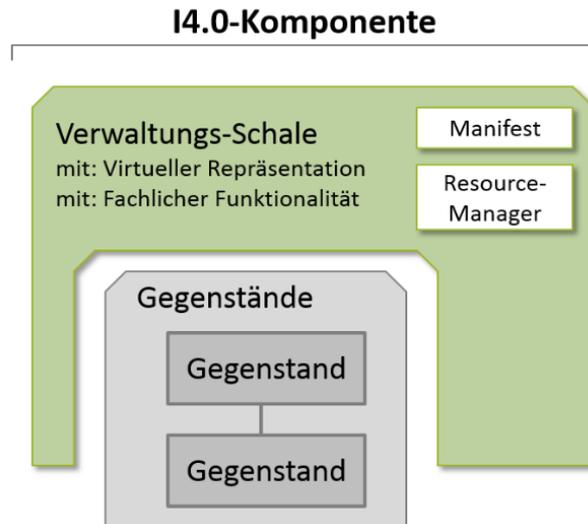


## ■ Verwandelt Gegenstand in I4.0 Komponente

- Virtuelle Repräsentation
- Fachliche Funktionalität

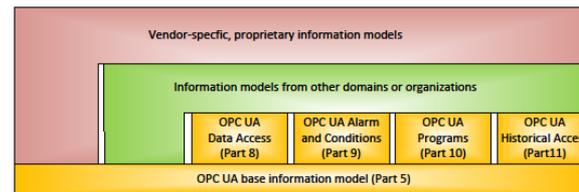
## ■ Erlaubt und ermöglicht

- Schachtelbarkeit von I4.0 Komponenten
- I4.0-konforme Kommunikation





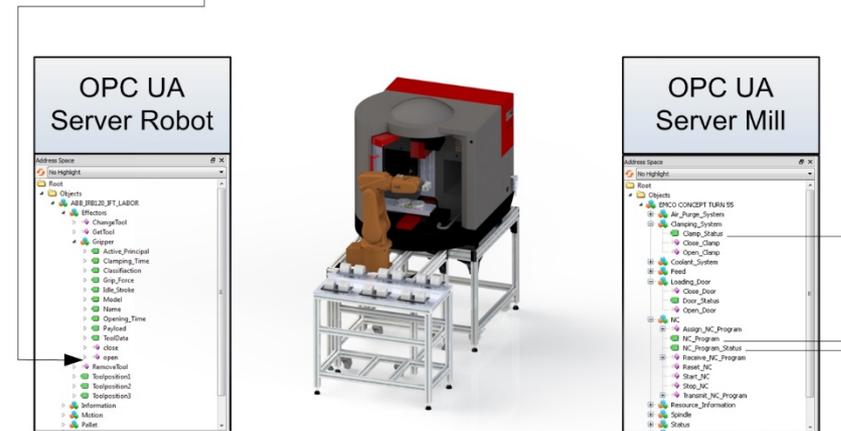
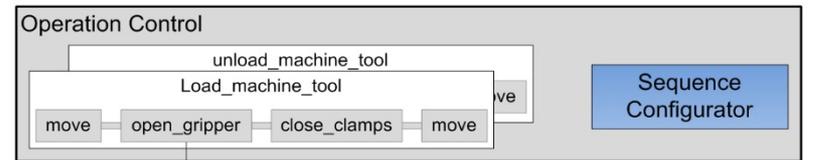
- OPC UA Standardisiert als **IEC 62541**
- „**Enabling Technologie**“ für I4.0 Anwendungen
- Verwendung von **Webservices** und **TCP-basierenden Protokollen** zur plattform-unabhängigen Kommunikation
- Bereitstellung von leistungsfähigen **Security-Mechanismen**
- **Objektorientiertes Modell** zur Abbildung von Systemen jeglicher Struktur und Komplexität
- **Abstraktes Metamodell**, von dem spezifische Modelle abgeleitet werden, die wiederum das Basismodell erweitern



- **Prozessdaten** können mit zusätzlicher **Semantik** versehen werden, beispielweise mit physikalischen Einheiten oder Aussagen über Datengüte

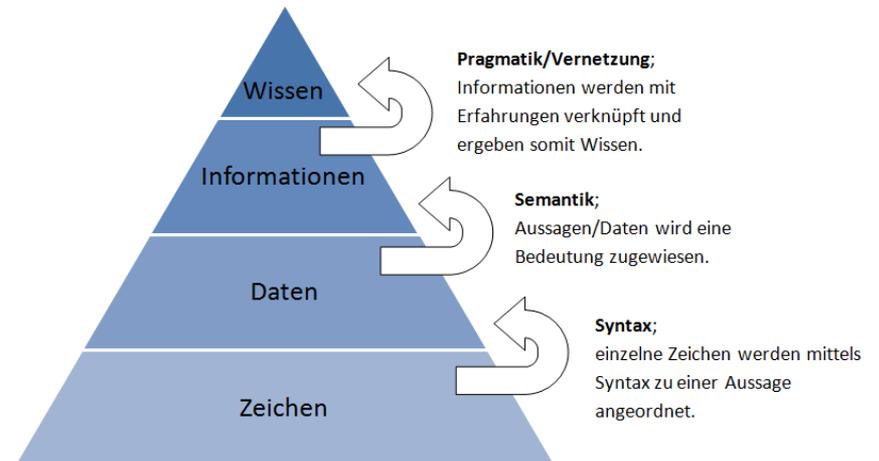


- OPC UA **nicht nur** Transportprotokoll
- Virtuelle Repräsentation dank Metamodell möglich
- Anforderung: Informationsmodell zur Virtuellen Repräsentation notwendig
- Ansatz IFT im Projekt **OPC4Factory**
  - Generische Informationsmodelle für
    - Werkzeugmaschine,
    - Roboter und
    - Fertigungszelle





- **Wie** stelle ich **welche** Daten dar?
- Interdisziplinärer Prozess → Informatik + Domänenexperten
- Anforderungen an das Informationsmodell:
  - Abgelegte Daten liefern, wie z.B. Handbücher
  - Aktuelle Daten liefern, wie z.B. Laufzeitdaten
  - Informationen bereitstellen, etwa wie "Temperatur am Prozesspunkt X"
  - Daten und Informationen zu Wissen vernetzen können, z.B. durch Semantik
  - Handeln ermöglichen, etwa durch Self-X Fähigkeiten



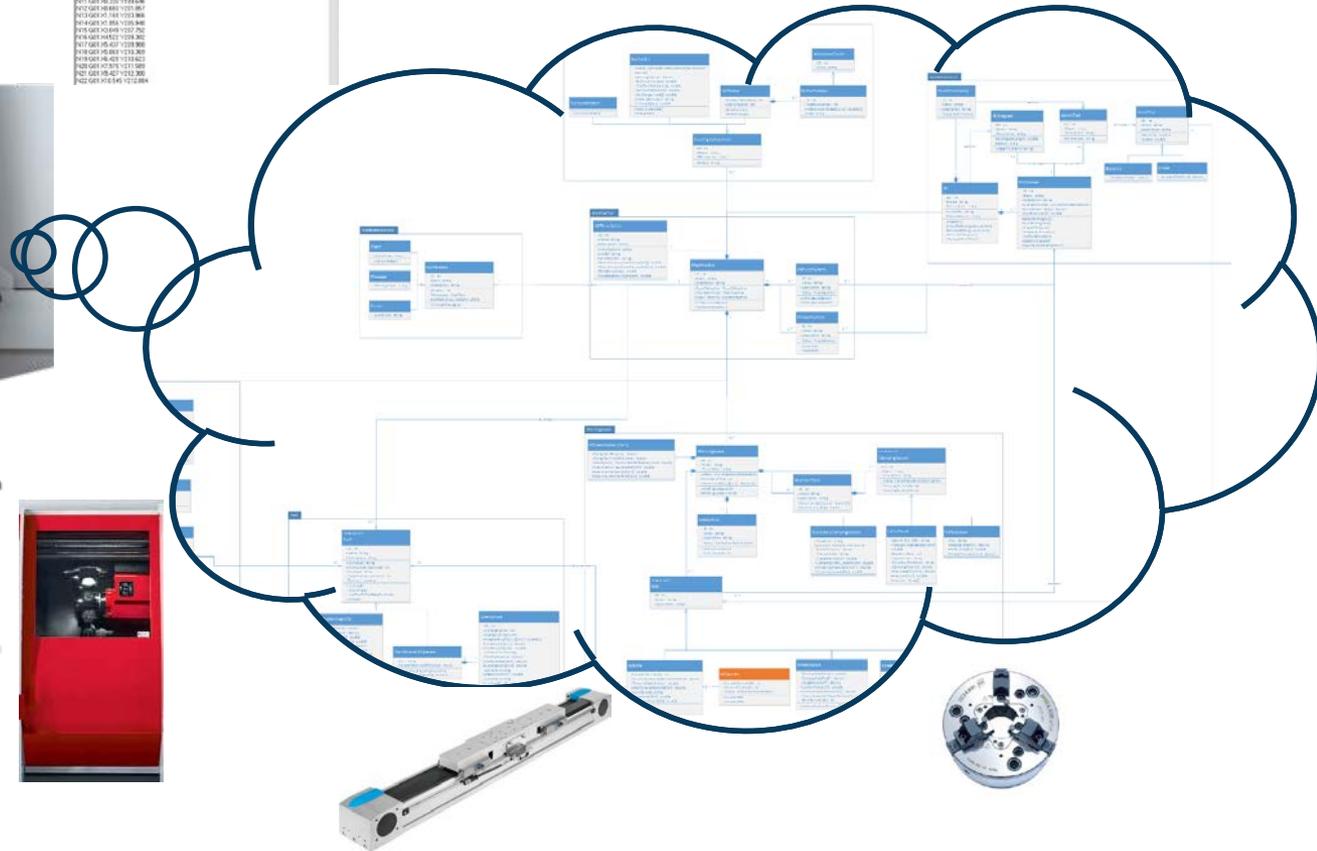
(c) 2012 Raffael Herrmann; [www.derwirtschaftsinformatiker.de](http://www.derwirtschaftsinformatiker.de)



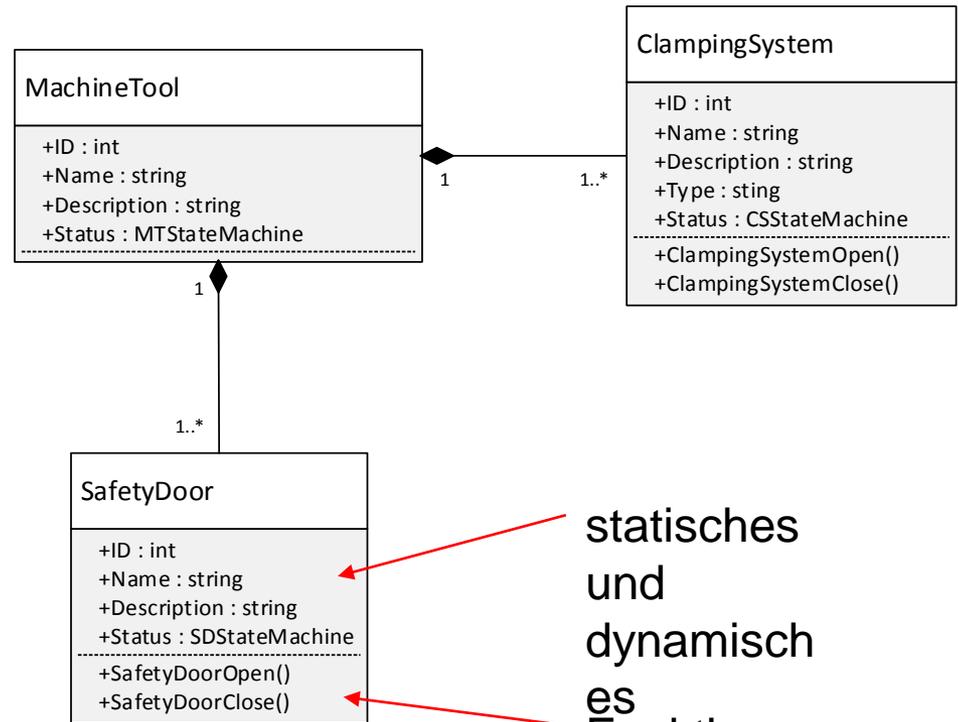
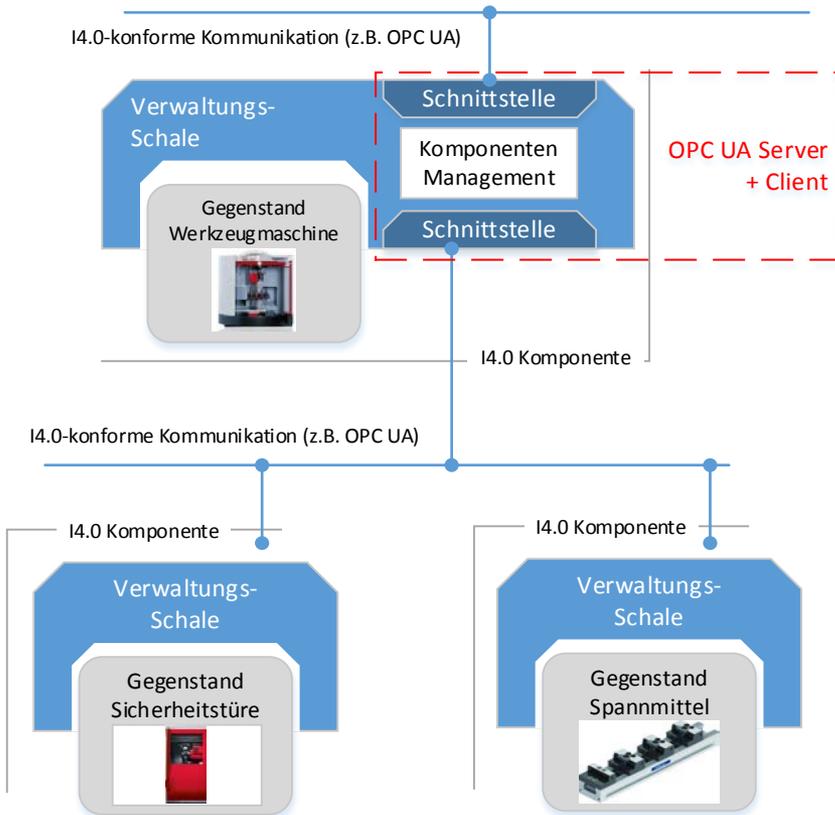
Quelle: [www.emco-world.com](http://www.emco-world.com)

```
Graph: Simulation - Graph 1
Date: 2010-01-15 10:00:00
No. 1
No. 2
No. 3
No. 4
No. 5
No. 6
No. 7
No. 8
No. 9
No. 10
No. 11
No. 12
No. 13
No. 14
No. 15
No. 16
No. 17
No. 18
No. 19
No. 20
No. 21
No. 22
No. 23
No. 24
No. 25
No. 26
No. 27
No. 28
No. 29
No. 30
No. 31
No. 32
No. 33
No. 34
No. 35
No. 36
No. 37
No. 38
No. 39
No. 40
No. 41
No. 42
No. 43
No. 44
No. 45
No. 46
No. 47
No. 48
No. 49
No. 50
No. 51
No. 52
No. 53
No. 54
No. 55
No. 56
No. 57
No. 58
No. 59
No. 60
No. 61
No. 62
No. 63
No. 64
No. 65
No. 66
No. 67
No. 68
No. 69
No. 70
No. 71
No. 72
No. 73
No. 74
No. 75
No. 76
No. 77
No. 78
No. 79
No. 80
No. 81
No. 82
No. 83
No. 84
No. 85
No. 86
No. 87
No. 88
No. 89
No. 90
No. 91
No. 92
No. 93
No. 94
No. 95
No. 96
No. 97
No. 98
No. 99
No. 100
```

## Virtuelle Repräsentation

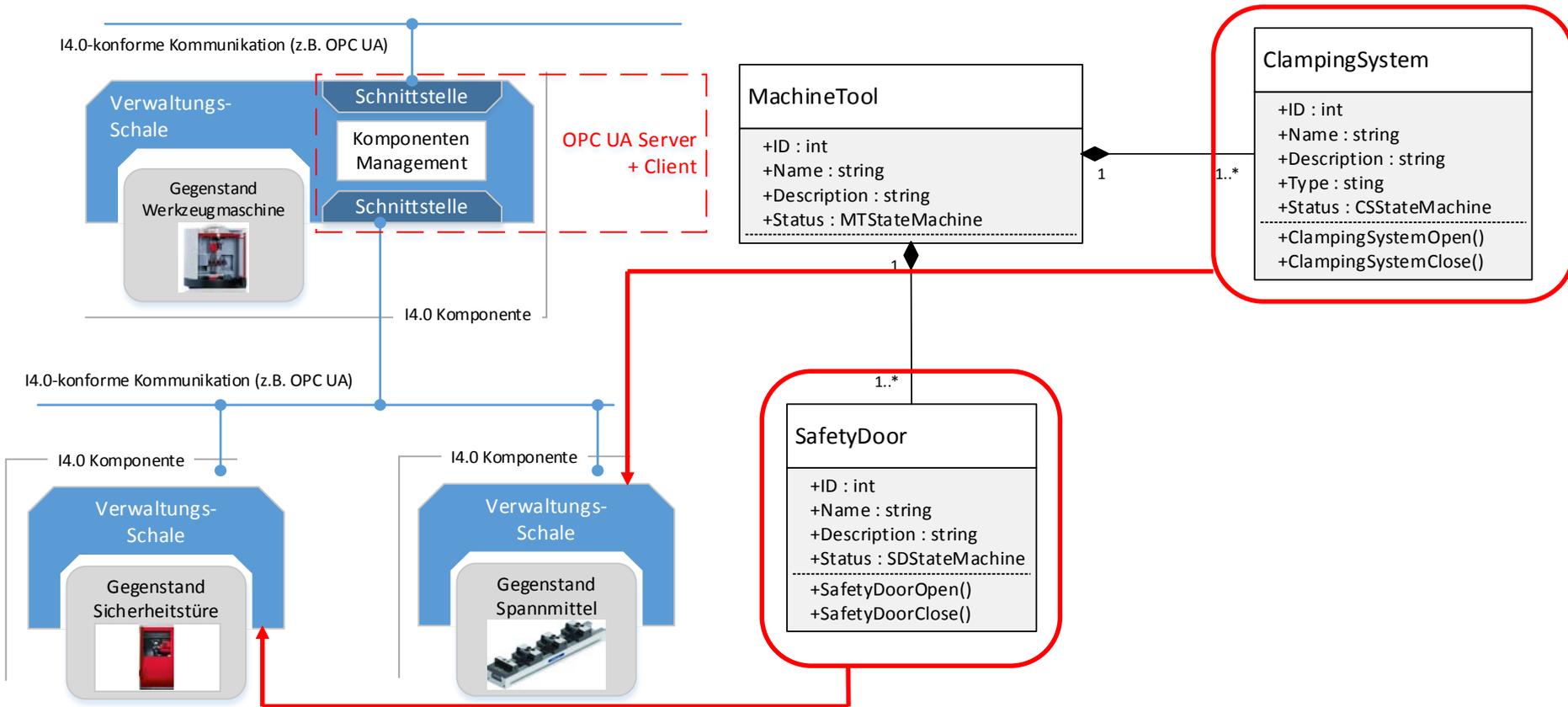


# UML-Klassendiagramm als Informationsmodell



statisches  
und  
dynamisch  
es  
Funktionen  
Verhalten

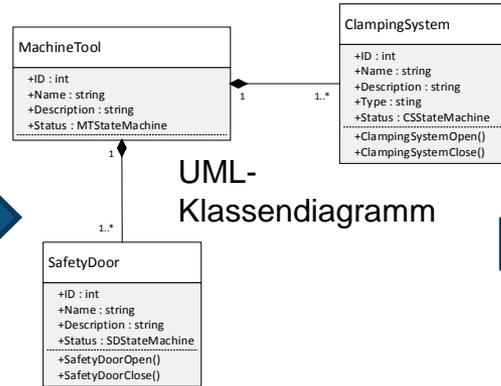
# UML-Klassendiagramm als Informationsmodell



# Virtualisierungsprozess mit OPC UA

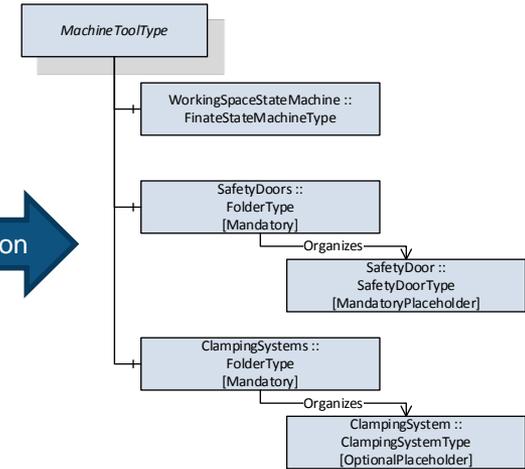


Modellierung

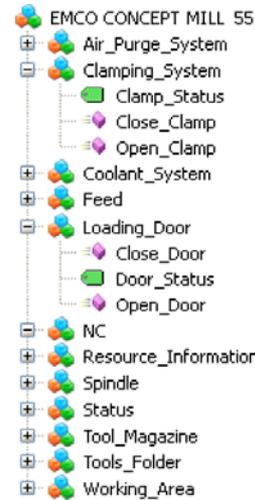


Transformation

OPC UA Info-Modell



Implementierung



Instanzierung



## OPC UA Server

- EMCO CONCEPT MILL 55
  - + Air\_Purge\_System
  - Clamping\_System
    - Clamp\_Status
    - Close\_Clamp
    - Open\_Clamp
  - + Coolant\_System
  - + Feed
  - Loading\_Door
    - Close\_Door
    - Door\_Status
    - Open\_Door
  - NC
  - + Resource\_Information
  - + Spindle
  - + Status
  - + Tool\_Magazine
  - + Tools\_Folder
  - + Working\_Area



Quelle: www.emco-world.com

## Zustand der Türe

Bit[4711] =0	Türe offen	Door_Status = „open“
Bit[4711] =1	Türe geschlossen	Door_Status = „closed“

## SPS



Quelle: www.festo.com



## ***Institut für Fertigungstechnik und Hochleistungslasertechnik***

Univ. Prof. DI Dr. Friedrich Bleicher

IFT – Institut für Fertigungstechnik und Hochleistungslasertechnik

Getreidemarkt 9 / 311

BA Hochhaus, 8.Stock

A-1060 Wien, Österreich

LPT – Labor für Produktionstechnik

Landstraßer Hauptstraße 152

A-1030 Wien, Österreich

Tel.: +43-(0)1-58801-31101

Fax: +43-(0)1-58801-31199

E-Mail: [sec@ift.at](mailto:sec@ift.at)

Homepage: <http://www.ift.at>



***Institut für Fertigungstechnik und Hochleistungslasertechnik***  
***Technische Universität Wien***