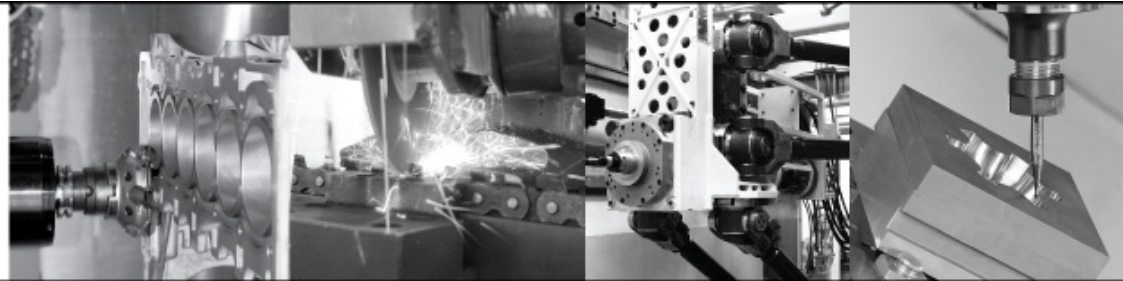




*Institut für Fertigungstechnik  
und Hochleistungslasertechnik*



# OPC4Factory – OPC UA Kommunikation für Fertigungszellen

DI Florian Pauker



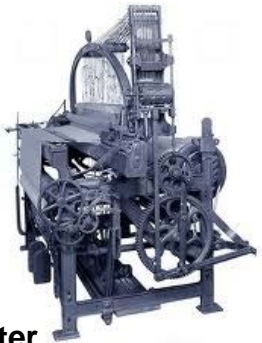
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN



# 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

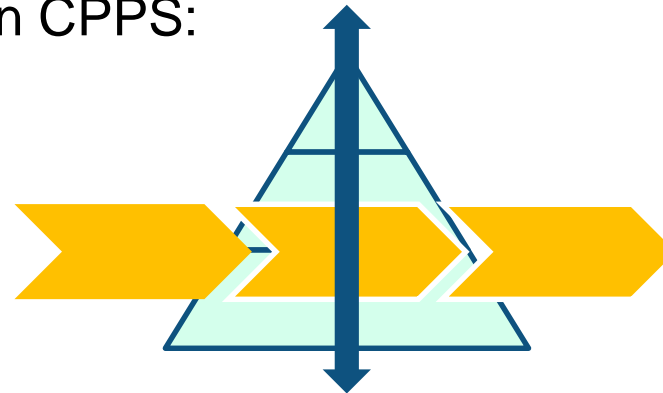
- **Definition laut VDI:** Ein CPPS ist ein Produktionssystem, in dem CPS eingesetzt werden.

## ■ 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

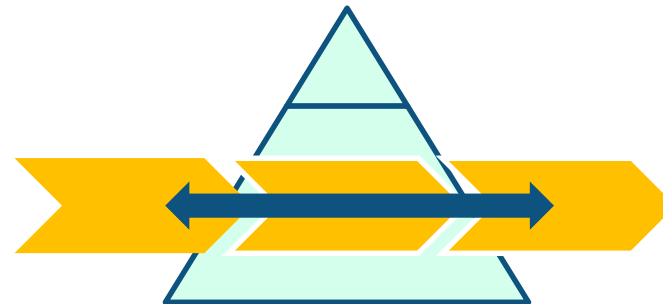
- **Definition laut VDI:** Ein CPPS ist ein Produktionssystem, in dem CPS eingesetzt werden.

## ■ 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

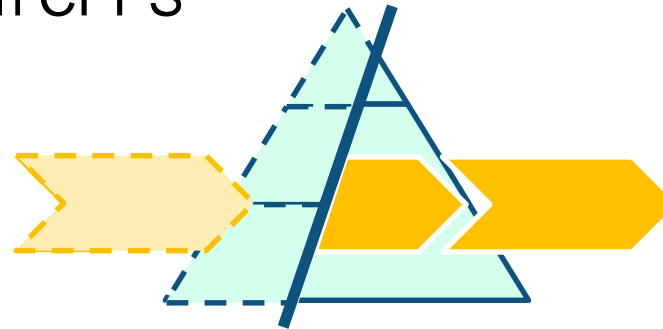
- **Definition laut VDI:** Ein CPPS ist ein Produktionssystem, in dem CPS eingesetzt werden.

## ■ 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





- RAMI4.0
  - definiert von der Plattform Industrie 4.0
- Ziel:
  - **Gemeinsames Verständnis** für UseCases, Normen und Standards
  - Ermöglicht **schrittweise Migration** der heutigen in die I4.0 Welt
  - **Einordnen von Gegenständen** in der I4.0 Welt

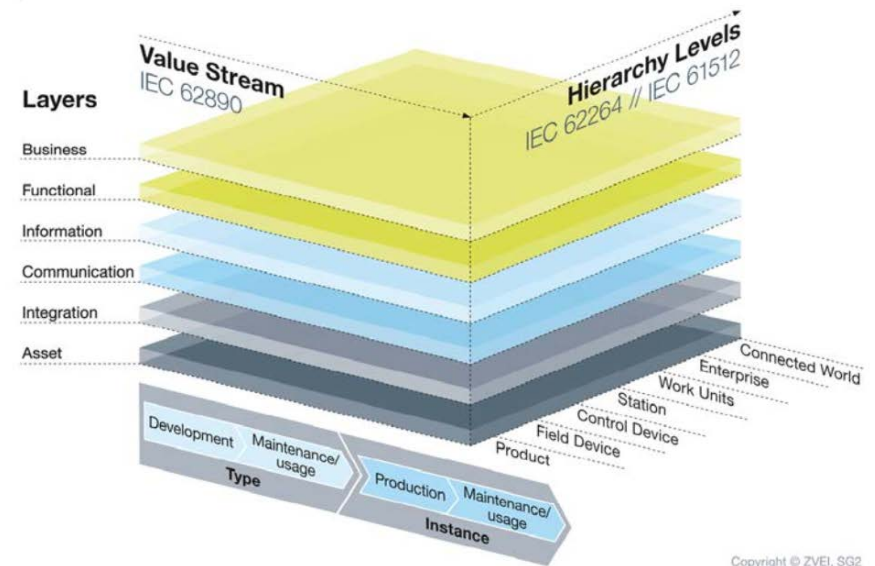
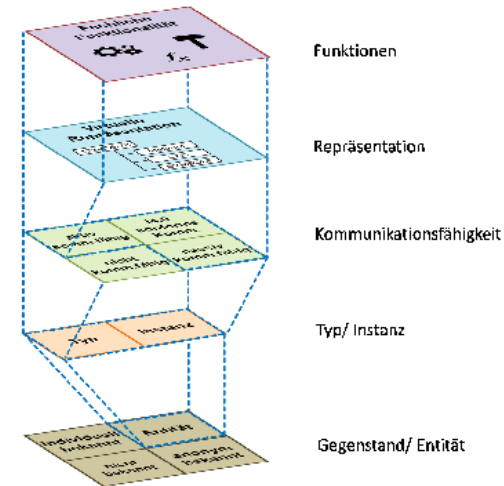


Bild 1. Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0)





- 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  $\rightarrow 10^{39}$ )

## ■ I4.0-konforme Kommunikation

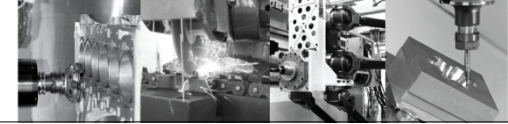
Die I4.0 Komponenten kommunizieren untereinander mindestens nach dem SOA Prinzip (inkl. gemeinsamer I4.0-konformer Semantik).

## ■ 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

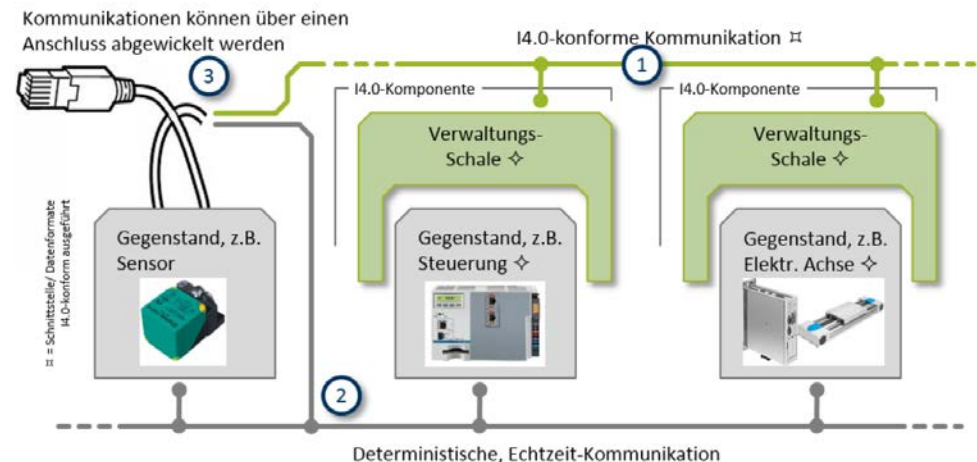
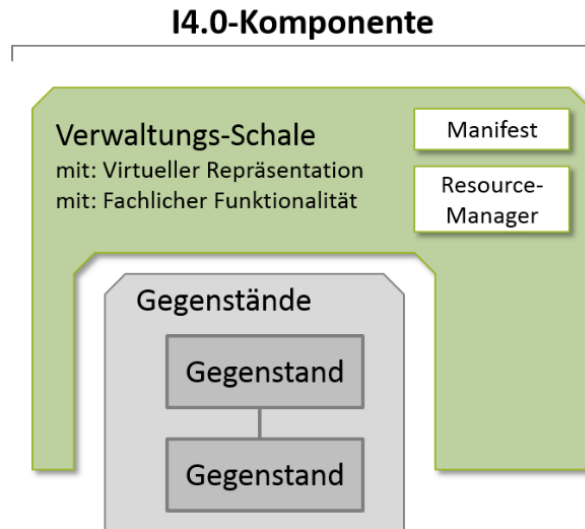


## ■ Verwandelt Gegenstand in I4.0 Komponente

- Virtuelle Repräsentation
- Fachliche Funktionalität

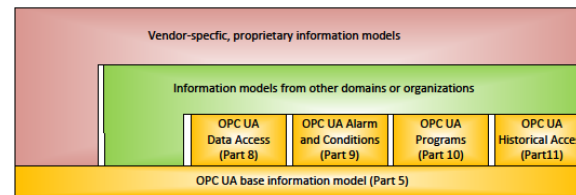
## ■ Erlaubt und ermöglicht

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





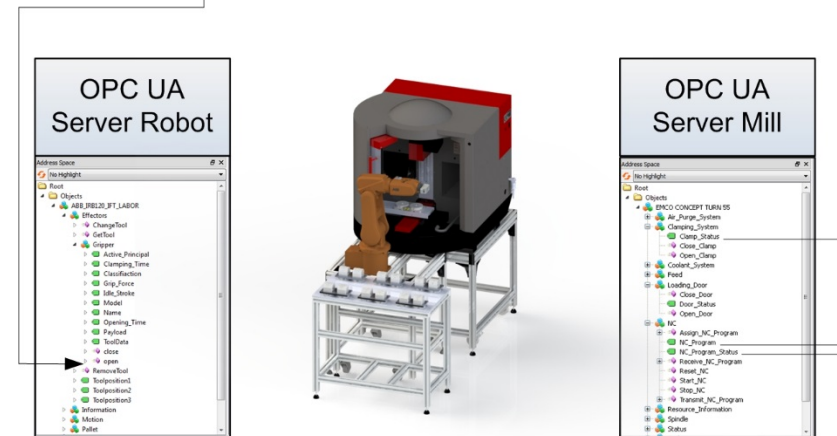
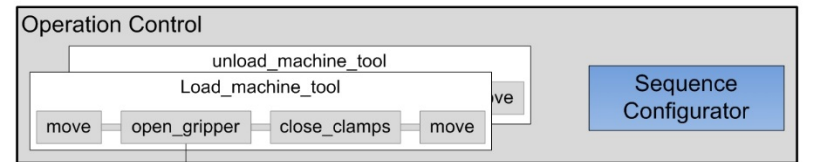
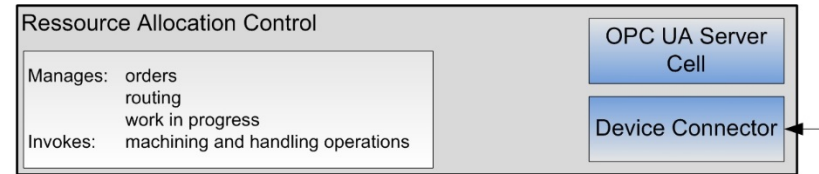
- OPC UA Standardisiert als **IEC 62541**
- „**Enabling Technologie**“ für I4.0 Anwendungen
- Verwendung von **Webservices** und **TCP-basierenden Protokollen** zur plattform-unabhängigen Kommunikation
- Bereitstellung von leistungsfähigen **Security-Mechanismen**
- **Objektorientiertes Modell** zur 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

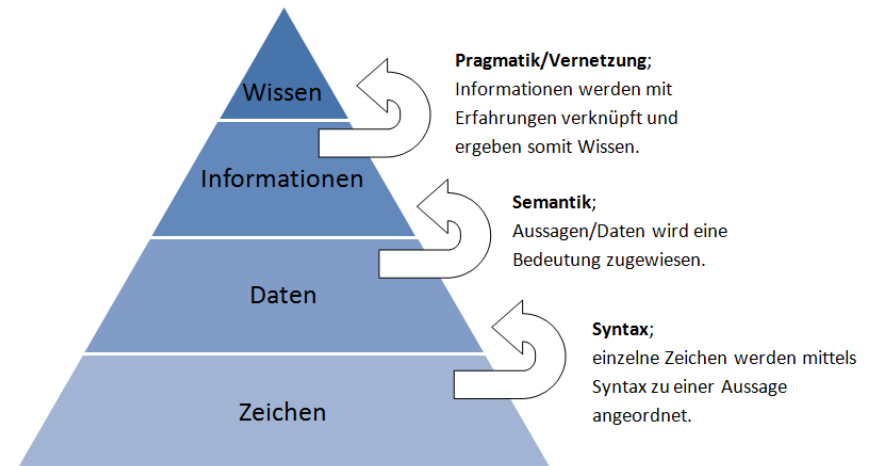


- OPC UA **nicht nur** Transportprotokoll
- Virtuelle Repräsentation dank Metamodell möglich
- Anforderung: Informationsmodell zur Virtuellen Repräsentation notwendig
- Ansatz IFT im Projekt **OPC4Factory**
  - Generische Informationsmodelle für
    - Werkzeugmaschine,
    - Roboter und
    - Fertigungszelle



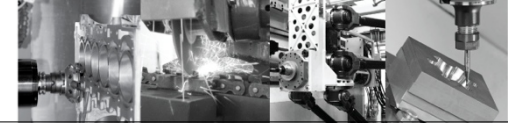


- **Wie** stelle ich **welche** Daten dar?
- Interdisziplinärer Prozess → Informatik + Domänenexperten
- Anforderungen an das Informationsmodell:
  - Abgelegte Daten liefern, wie z.B. Handbücher
  - Aktuelle Daten liefern, wie z.B. Laufzeitdaten
  - Informationen bereitstellen, etwa wie "Temperatur am 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)

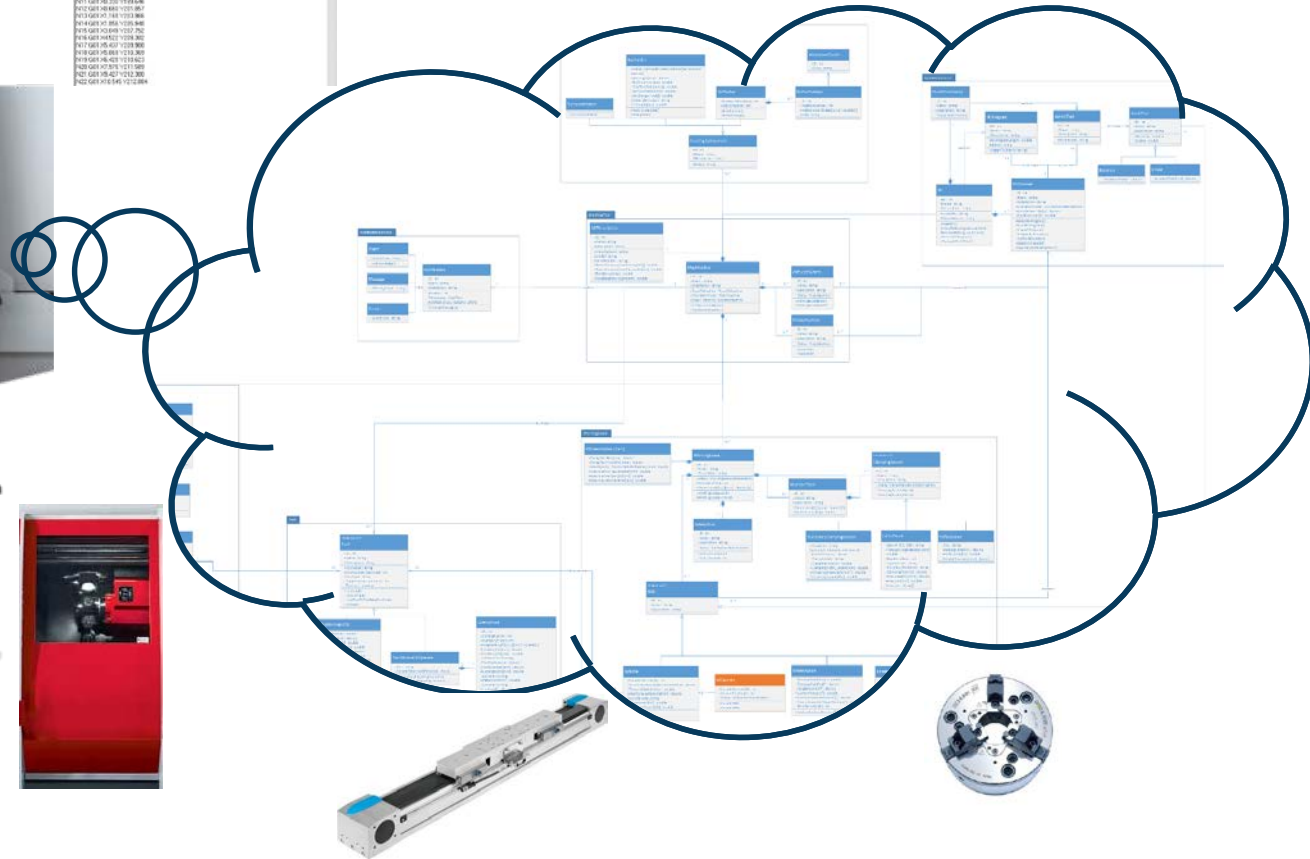




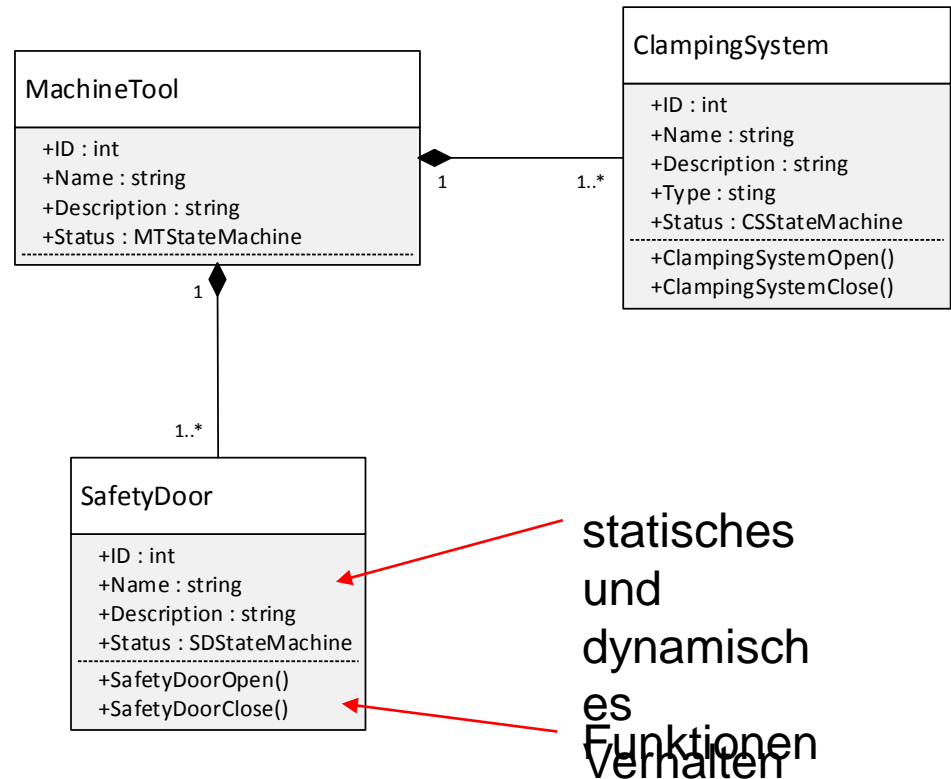
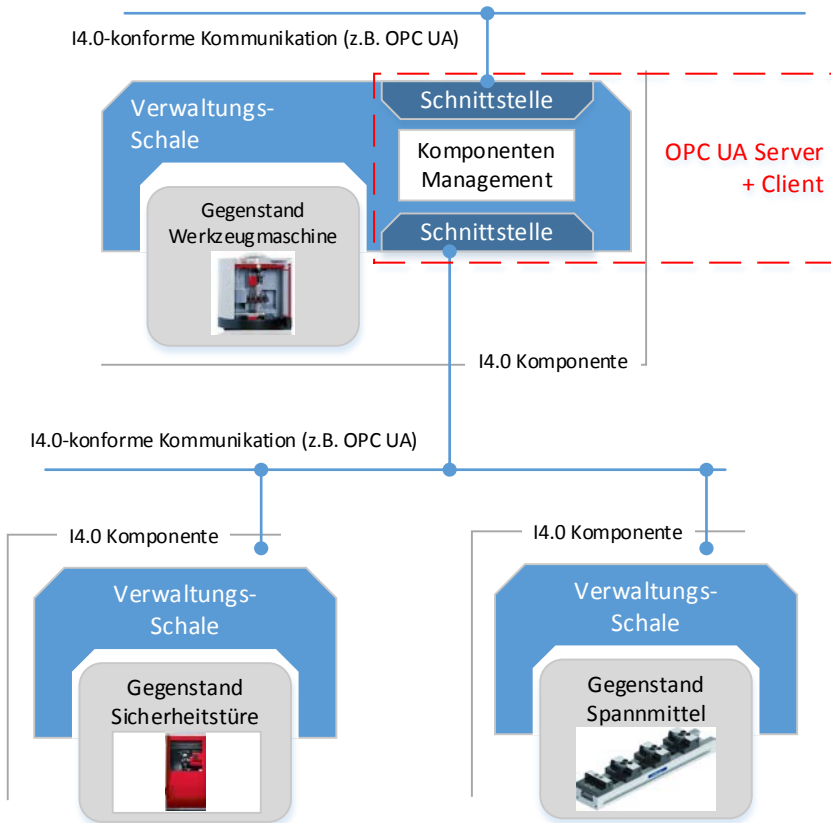
Quelle: [www.emco-world.com](http://www.emco-world.com)

```
Graph: Simulation - Graph 1  
Date: 2010-01-10 10:00:00  
1. G01 X50  
2. G01 Z10  
3. G01 X40  
4. G01 Z20  
5. G01 X30  
6. G01 Z30  
7. G01 X20  
8. G01 Z40  
9. G01 X10  
10. G01 Z50  
11. G01 X0  
12. G01 Z60  
13. G01 X10  
14. G01 Z70  
15. G01 X20  
16. G01 Z80  
17. G01 X30  
18. G01 Z90  
19. G01 X40  
20. G01 Z100  
21. G01 X50  
22. G01 Z110  
23. G01 X40  
24. G01 Z120  
25. G01 X30  
26. G01 Z130  
27. G01 X20  
28. G01 Z140  
29. G01 X10  
30. G01 Z150  
31. G01 X0  
32. G01 Z160  
33. G01 X10  
34. G01 Z170  
35. G01 X20  
36. G01 Z180  
37. G01 X30  
38. G01 Z190  
39. G01 X40  
40. G01 Z200  
41. G01 X50  
42. G01 Z210  
43. G01 X40  
44. G01 Z220  
45. G01 X30  
46. G01 Z230  
47. G01 X20  
48. G01 Z240  
49. G01 X10  
50. G01 Z250  
51. G01 X0  
52. G01 Z260  
53. G01 X10  
54. G01 Z270  
55. G01 X20  
56. G01 Z280  
57. G01 X30  
58. G01 Z290  
59. G01 X40  
60. G01 Z300  
61. G01 X50  
62. G01 Z310  
63. G01 X40  
64. G01 Z320  
65. G01 X30  
66. G01 Z330  
67. G01 X20  
68. G01 Z340  
69. G01 X10  
70. G01 Z350  
71. G01 X0  
72. G01 Z360  
73. G01 X10  
74. G01 Z370  
75. G01 X20  
76. G01 Z380  
77. G01 X30  
78. G01 Z390  
79. G01 X40  
80. G01 Z400  
81. G01 X50  
82. G01 Z410  
83. G01 X40  
84. G01 Z420  
85. G01 X30  
86. G01 Z430  
87. G01 X20  
88. G01 Z440  
89. G01 X10  
90. G01 Z450  
91. G01 X0  
92. G01 Z460  
93. G01 X10  
94. G01 Z470  
95. G01 X20  
96. G01 Z480  
97. G01 X30  
98. G01 Z490  
99. G01 X40  
100. G01 Z500
```

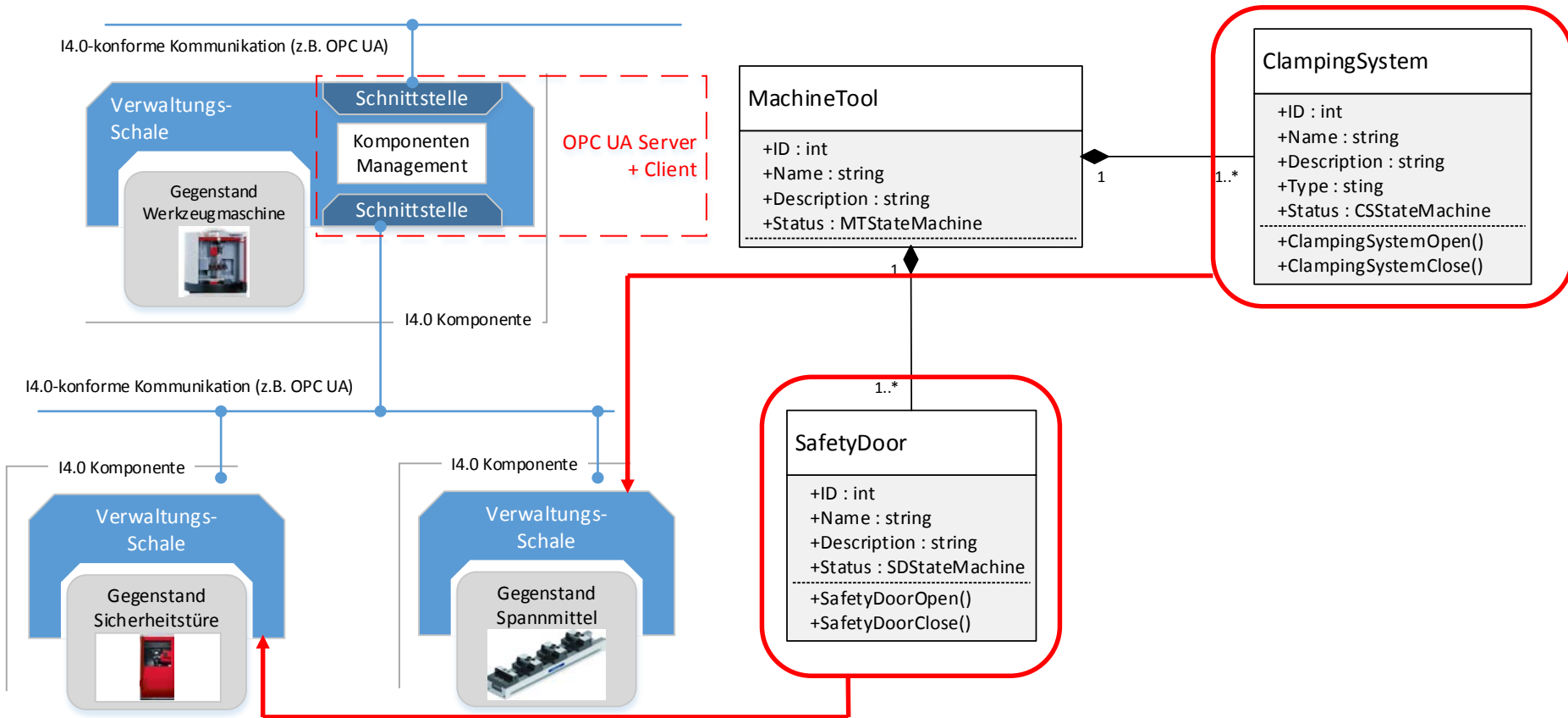
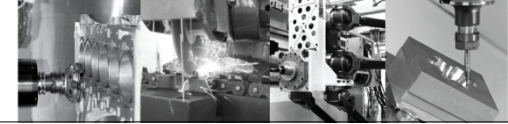
## Virtuelle Repräsentation



# UML-Klassendiagramm als Informationsmodell



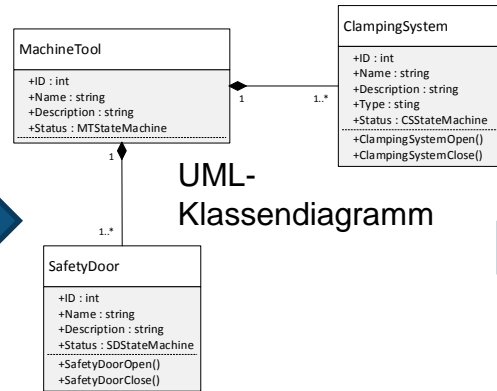
# UML-Klassendiagramm als Informationsmodell



# Virtualisierungsprozess mit OPC UA

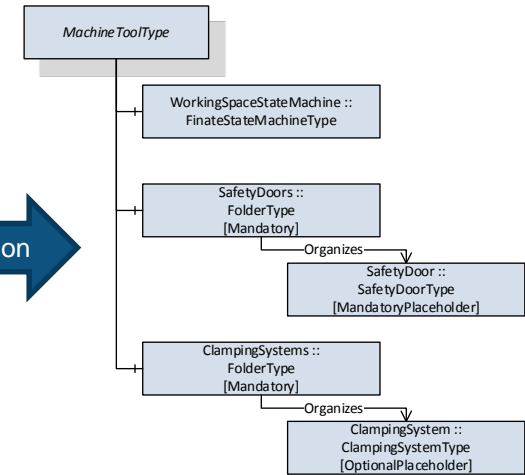


Modellierung

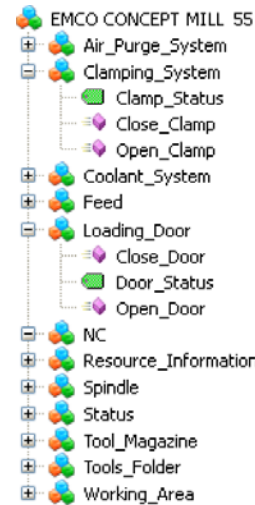


Transformation

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

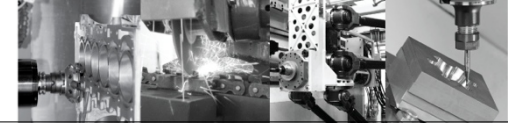
## Zustand der Türe

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>

