

# Informatik im Kontext

## IKON2

### Informatiksysteme in Organisationen

**Vorlesung 13 – Kontexte erweitern sich: Kontext Industrie 4.0**

**Beispiel SmartPORT Hamburg**

**Dr. Sebastian Saxe, CDO, Hamburg Port Authority (HPA)**

**Prof. Dr. Ingrid Schirmer**

**23.01.2017**

| Termin     | Thema   | Dozent                           |
|------------|---|----------------------------------|
| 17.10.2016 | <b>Informatik im Kontext:</b> Motivation  | Schirmer                         |
| 24.10.2016 | <b>Was bedeutet Kontext:</b> IT stiftet Nutzen in Organisationen  | Böhmann                          |
| 31.10.2016 | <b>Kontext Geschäftsmodell:</b> Veränderung von GMs und Wettbewerbswirkungen                                    | Böhmann                          |
| 07.11.2016 | <b>Kontext Organisation &amp; Prozesse I:</b> Grundlagen der Organisation                                       | Böhmann                          |
| 14.11.2016 | <b>Kontext Organisation &amp; Prozesse II:</b> Modellierung von Geschäftsprozessen                              | Böhmann                          |
| 21.11.2016 | <b>Kontext Organisation &amp; Prozesse III:</b> IT & Geschäftsprozessveränderung                                | Parchmann                        |
| 28.11.2016 | <b>Kontext Individuum:</b> Technologieakzeptanz   | Böhmann                          |
| 05.12.2016 | <b>Kontext Markt:</b> IT Dienstleistungen & Cloud Computing<br><b>Zusammenfassung</b> und Klausurvorbereitung   | Böhmann                          |
| 12.12.2016 | <b>Kontext Gesellschaft:</b> Makrokontext   | Schirmer/Morisse                 |
| 19.12.2016 | <b>Eigenschaften von Kontexten:</b> Kontexte verändern sich I   | Schirmer                         |
| 09.01.2017 | <b>Eigenschaften von Kontexten:</b> Kontexte verändern sich II  | Schirmer                         |
| 16.01.2017 | <b>Eigenschaften von Kontexten:</b> Kontexte sind verzahnt I  | Schirmer                         |
| 23.01.2017 | <b>Eigenschaften von Kontexten:</b> Kontexte erweitern sich<br><b>Gastvortrag:</b> SmartPORT Hamburg            | Schirmer/ Saxe<br>(CIO/CDO, HPA) |
| 30.01.2017 | <b>Eigenschaften von Kontexten:</b> Kontexte sind verzahnt II<br><b>Zusammenfassung und Klausurvorbereitung</b> | Schirmer                         |

Überall-Computing  
Mobile Computing

Multimedia  
eBusiness  
eCommerce

Internet

Enterprise Systeme - Client/Server

PCs/graph. Benutzerschnittstellen

Abteilungssysteme

Großrechner / isolierte Rechendienste  
Automatisierung von Algorithmen

1970

1980

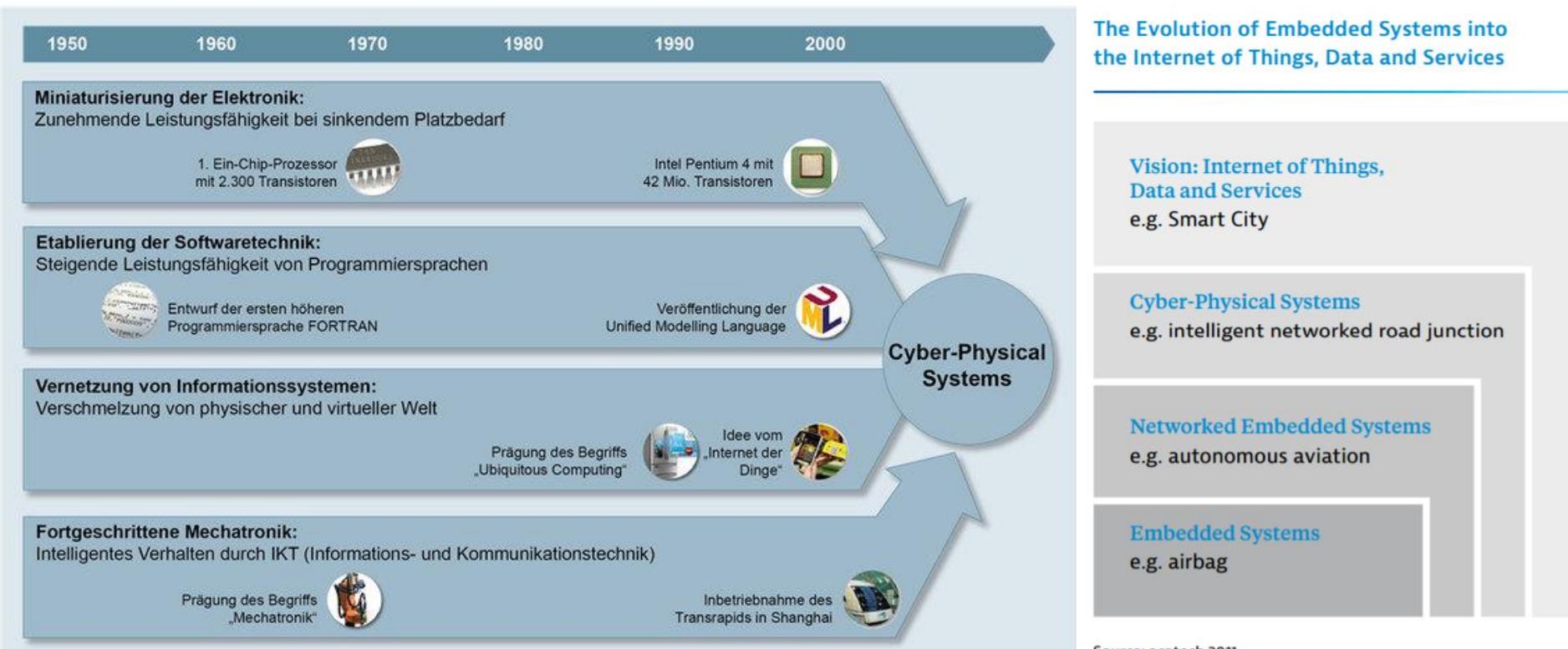
1990

2000

2010

2020

# Auf dem Weg zu Cyber-physikalischen Systemen



# Cyber-Physisches System (CPS)

"Cyber-Physical Systems are integrations of computation with physical processes. Embedded computers and networks monitor and control the physical processes, usually with feedback loops where physical processes affect computations and vice versa"

**CPS** sind Systeme mit eingebetteter Software,

- die über **Sensoren** und **Aktoren** verfügen,
- erfasste Daten **auswerten** und **speichern**,
- mit **Kommunikationseinrichtungen** untereinander sowie in globalen Netzen verbunden sind,
- weltweit verfügbare **Daten und Dienste nutzen** und
- über **Mensch-Maschine-Schnittstellen** verfügen

# Cyber-Physisches Produktionssystem (CPPS)

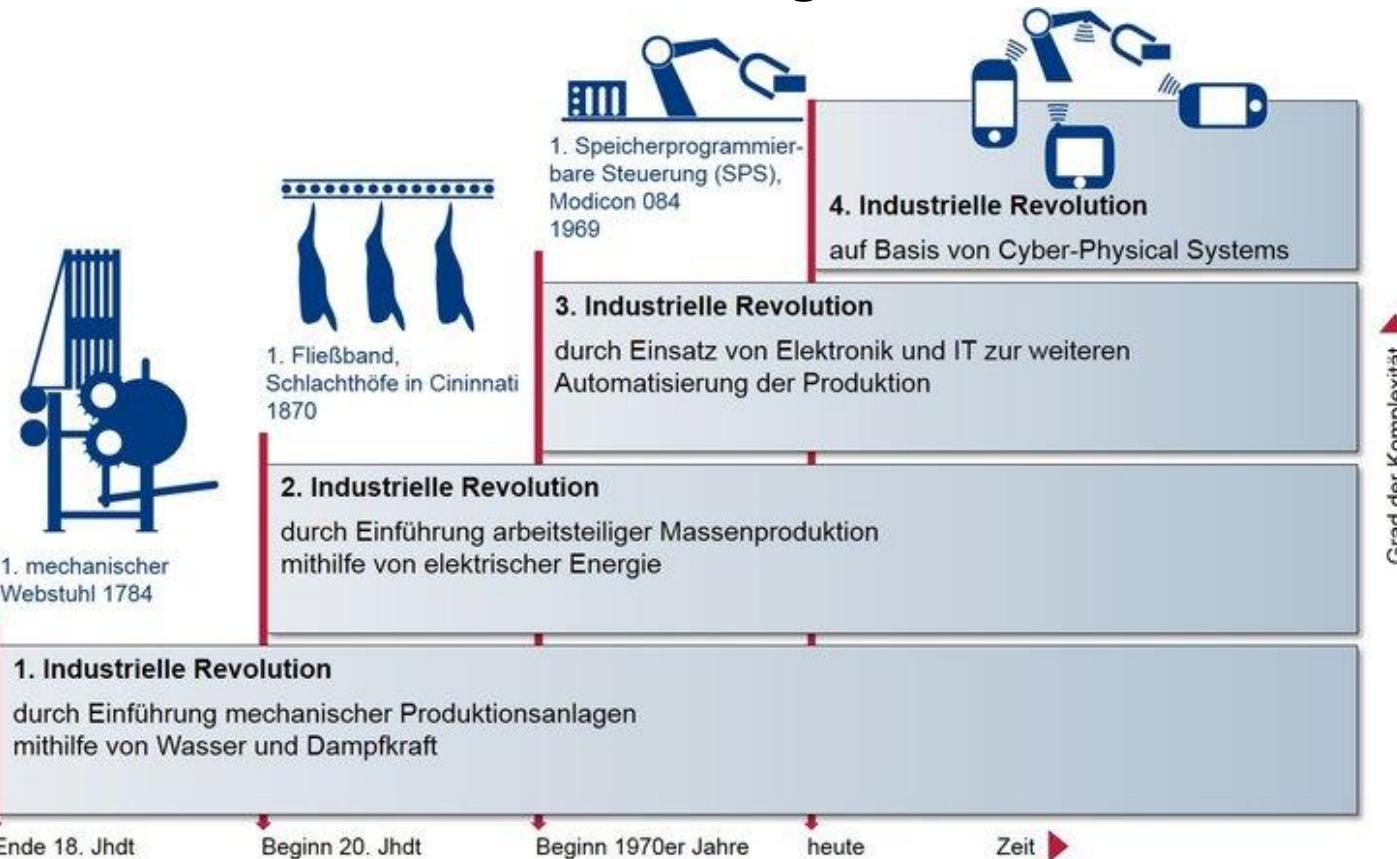
**CPPS** dominieren zukünftige Produktions- und Logistikszenarien als:

- **Intelligente Produkte und**
- **Intelligente Betriebsmittel**

**CPPS ermöglichen:**

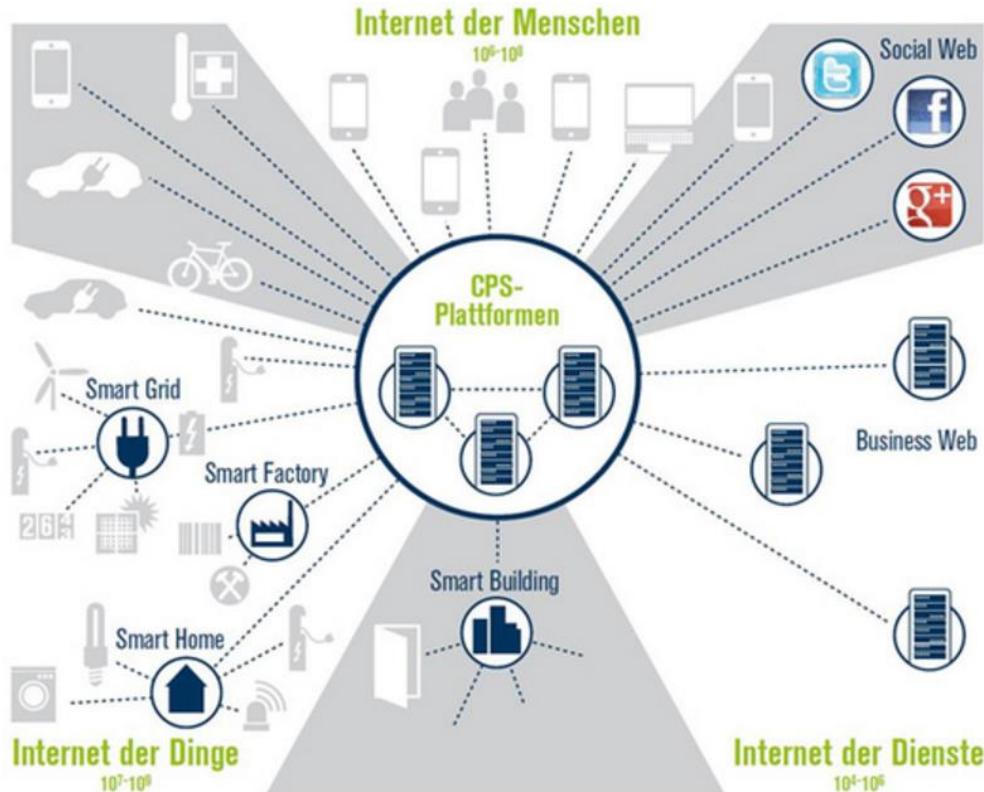
- dezentrale, reaktionsfähige, kontextadaptive Produktions- und Logistiksteuerung,
- verstärkte Nutzung dezentral verfügbarer Sensorinformationen,
- situationsbedingte, lokale Regelkreise, die Entscheidungsalternativen z.B. mit Hilfe virtueller Modelle der physikalischen Realität absichern.

## 4 Phasen der industriellen Entwicklung



Bildquelle: [http://www.industrie-4-0.org/dies-academicus-i40/img/Die\\_vier\\_Stufen\\_der\\_industriellen\\_Revolution.jpg](http://www.industrie-4-0.org/dies-academicus-i40/img/Die_vier_Stufen_der_industriellen_Revolution.jpg)

## Industrie 4.0

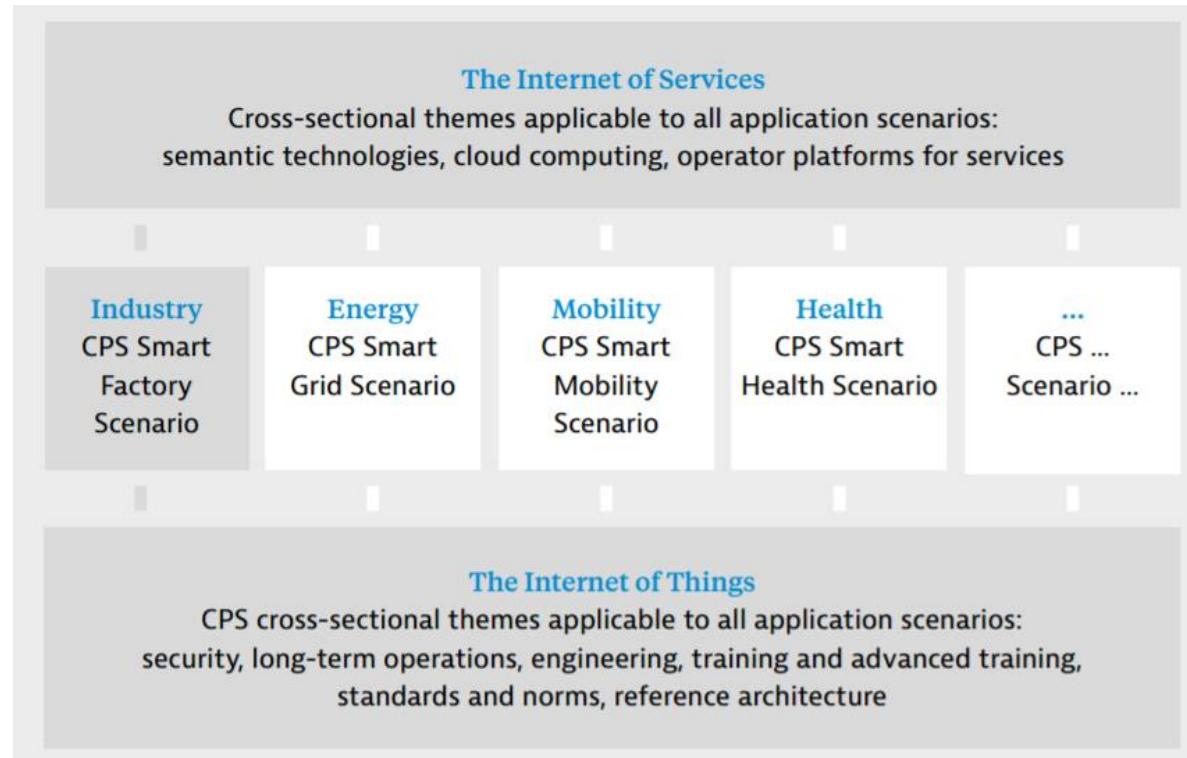


"The Industrial Internet is an **internet of things, machines, computers and people**, enabling intelligent industrial operations using advanced data analytics for transformational business outcomes. It embodies the convergence of the global industrial ecosystem, advanced computing and manufacturing, pervasive sensing and ubiquitous network connectivity"

[Consortium 2015].

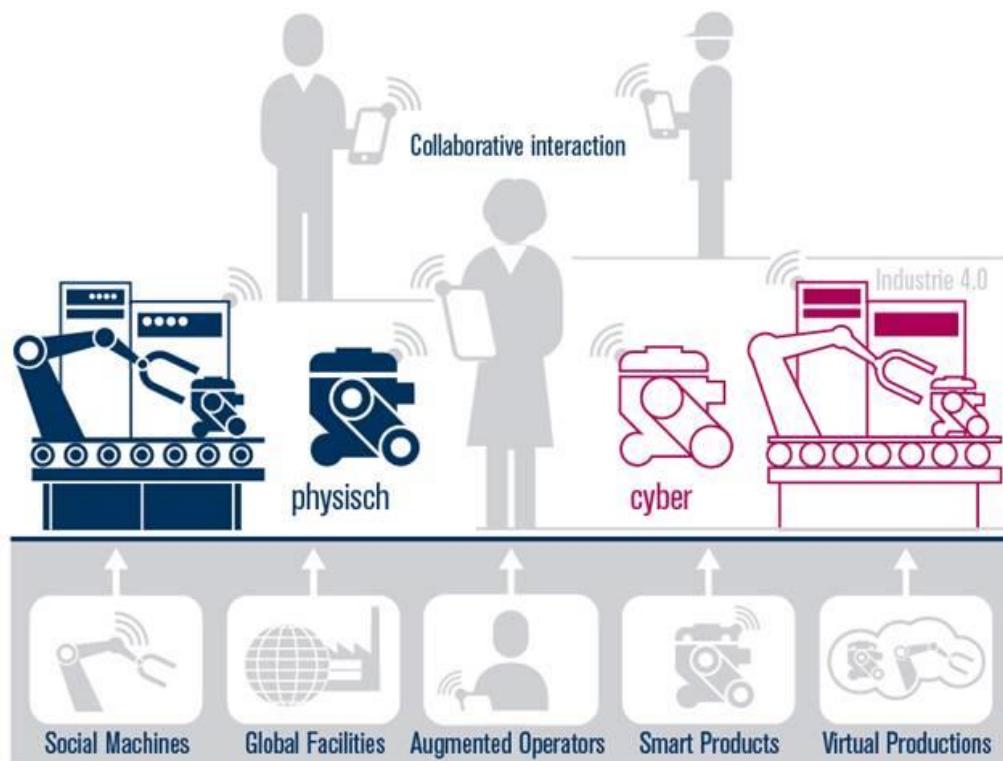
<http://www.iiconsortium.org/IIRA-1-7-ajs.pdf>

# IKT als Innovationsmotor für diverse Domänenfelder



Source: Germany Trade & Invest 2013 (based on "IKT als Innovationsmotor für alle Bedarfselemente – die Relevanz des Internets der Zukunft" in "Bericht der Promotorengruppe Kommunikation – Im Fokus: das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Handlungsempfehlungen zur Umsetzung", Forschungsunion 2012)

# Smart factory



<http://blog.bosch-si.com/wp-content/uploads/2012/10/acatech-Smart-Factory.jpg>

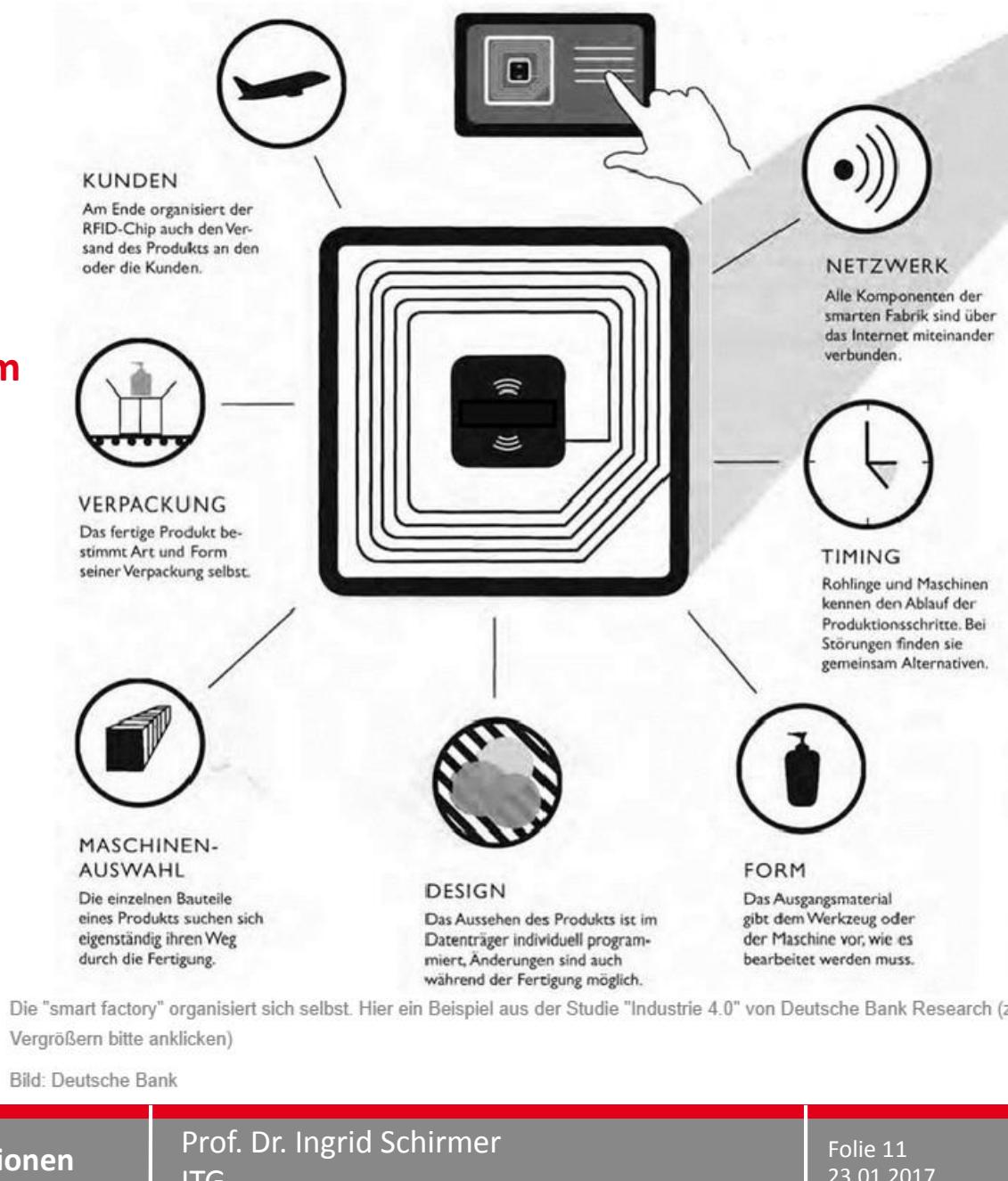
[https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/\\_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf](https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf)

## Smart factory

"This is nothing less than a **paradigm shift in industry**:

the real manufacturing world is converging with the digital manufacturing world to enable organizations to digitally plan and project the entire lifecycle of products and production facilities."

- Helmuth Ludwig, CEO, Siemens Industry Sector, North America.

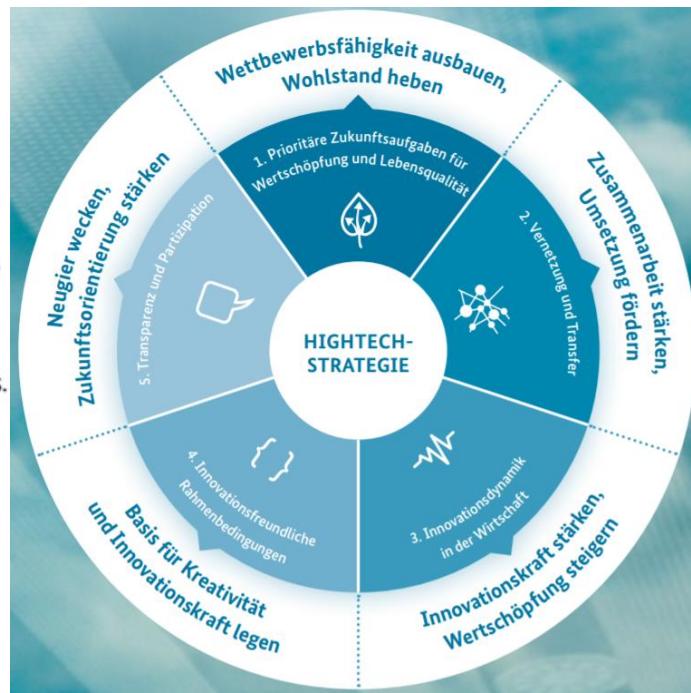


## Kernelemente der Neuorientierung: High-Tech Strategie der Bundesregierung



### The High-Tech Strategy

Launched in August 2006, the "High-Tech Strategy" represents the first national concept to bring key innovation and technology stakeholders together in a common purpose of advancing new technologies.



Innovationen für Deutschland

### High-Tech Strategy 2020

The objectives set out in the High-Tech Strategy were continued and extended within the framework of the "High-Tech Strategy 2020" launched in July 2010. Building on the initial successes of the High-Tech Strategy, this successor initiative intends to create lead markets, further intensify partnership between science and industry, and continue to improve the general conditions for innovation. The High-Tech Strategy 2020 exists to establish Germany as a lead provider of science and technology-based solutions in the fields of:

- Climate/Energy
- Health/Nutrition
- Mobility
- Security
- Communication

[https://www.bmbf.de/pub\\_hts/HTS\\_Broschue\\_Web.pdf](https://www.bmbf.de/pub_hts/HTS_Broschue_Web.pdf)

[https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/\\_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf](https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf)

# 6 prioritäre Zukunftsaufgaben für Wohlstand und Lebensqualität:

## Digitale Wirtschaft und Gesellschaft

Mit innovativen Lösungen begegnen wir den Herausforderungen der Digitalisierung und wollen Chancen für Wertschöpfung und Wohlstand in Deutschland nutzen.

## Nachhaltiges Wirtschaften und Energie

Die Art und Weise, wie wir produzieren und konsumieren, soll ressourcenschonender, umweltfreundlicher, sozialverträglicher und damit nachhaltiger werden.

## Innovative Arbeitswelt

Wir nehmen den tiefgreifenden Wandel der modernen Arbeitswelt in den Blick, denn gute Arbeit ist eine wichtige Basis für kreative Ideen und wirtschaftliche Innovationen.

## Gesundes Leben

Wir stärken die Forschung für ein gesundes, aktives und selbstbestimmtes Leben.

## Intelligente Mobilität

Wir forschen für eine integrierte Verkehrspolitik, die sowohl die Effizienz und Leistungsfähigkeit der einzelnen Verkehrsträger als auch ihr Zusammenspiel optimiert.

## Zivile Sicherheit

Komplexe Systeme und Infrastrukturen, z. B. für Energieversorgung, Kommunikation, Mobilität, Gesundheitsversorgung oder Logistik müssen im Alltag der Menschen funktionieren.

## Zentrale Aktionsfelder der Zukunftsaufgabe “Digitale Wirtschaft und Gesellschaft”:

Industrie 4.0

Digitale  
Vernetzung

Smart Services

Digitale  
Wissenschaft

Smart Data

Digitale Bildung

Cloud Computing

Digitale  
Lebenswelten

[https://www.bmbf.de/pub\\_hts/HTS\\_Broschüre\\_Web.pdf](https://www.bmbf.de/pub_hts/HTS_Broschüre_Web.pdf)

# Die Plattform Industrie 4.0



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

## Die Plattform Industrie 4.0

Die Plattform Industrie 4.0 verfolgt das übergeordnete Ziel, die internationale Spitzenposition Deutschlands in der produzierenden Industrie zu sichern und auszubauen. Sie will den anstehenden digitalen Strukturwandels vorantreiben und die dafür notwendigen einheitlichen und verlässlichen Rahmenbedingungen schaffen. Je mehr sich die Wirtschaft vernetzt, desto mehr Kooperation, Beteiligung und Koordination aller relevanten Akteure wird notwendig. Der Anspruch der Plattform ist es daher, im Dialog mit Unternehmen, Gewerkschaften, Wissenschaft und Politik ein einheitliches Gesamtverständnis von der Industrie 4.0 zu entwickeln. Handlungsempfehlungen für einen erfolgreichen Übergang zur Industrie 4.0 zu erarbeiten und anhand von Anwendungsbeispielen aufzuzeigen, wie die Digitalisierung der industriellen Produktion in Unternehmen erfolgreich umgesetzt wird.

## Landkarte “Anwendungsbeispiele Industrie 4.0”

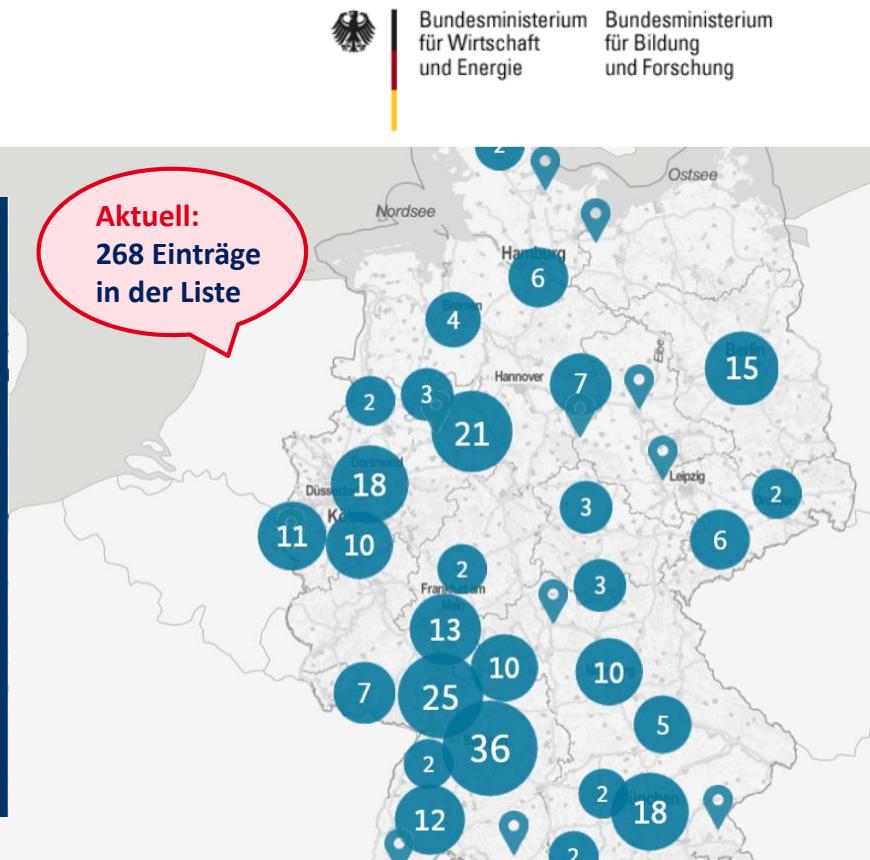


**PLATTFORM**  
**INDUSTRIE 4.0**

### Landkarte Industrie 4.0

Auf der Karte ist durch Praxisbeispiele dargestellt, wo Industrie 4.0 schon heute in der Praxis in Deutschland gelebt wird - eine »Stecknadel« für jedes Beispiel. Weiterführende Informationen entdecken Sie per Mausklick. Filterfunktionen erleichtern die Suche.

 [ZUR LANDKARTE](#)



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

# “Anwendungsbeispiele Industrie 4.0”: Standort Hamburg

 Landkarte Industrie 4.0 Anwendungsbeispiele Testumgebungen Informations- und Unterstützungsangebote





Beispiel: SmartPORT Hamburg



## Kontexte erweitern sich

- neue Technologien
- neue Services
- neuer Fokus
- Erweiterte Managementaufgaben
- Digitale Transformation
  - nach innen (eigene Organisation)
  - nach außen (Business Ecosystem)



# Enterprise Architecture und IoT

- Enterprise Architecture (EA)
  - Etabliertes Forschungsthema
  - Grundlage der Entscheidungsfindung in Organisationen
- Herausforderungen der EA im Hinblick auf IT-Innovationen und ihre Auswirkungen:
  - IoT, mobile and cloud computing
  - agile data driven development
  - extensions to business ecosystems ...

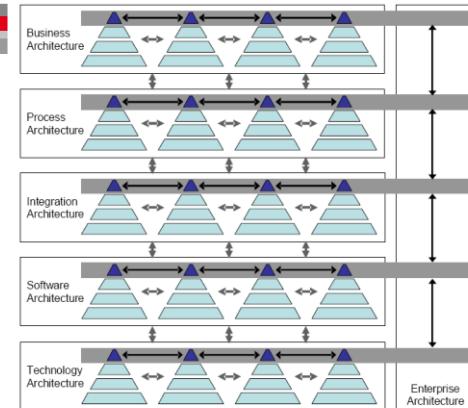


Figure 1. Enterprise Architecture as a Cross-layer View of Aggregate Artifacts  
Winter & Fischer (2006)



# Neue Forschungsfragen

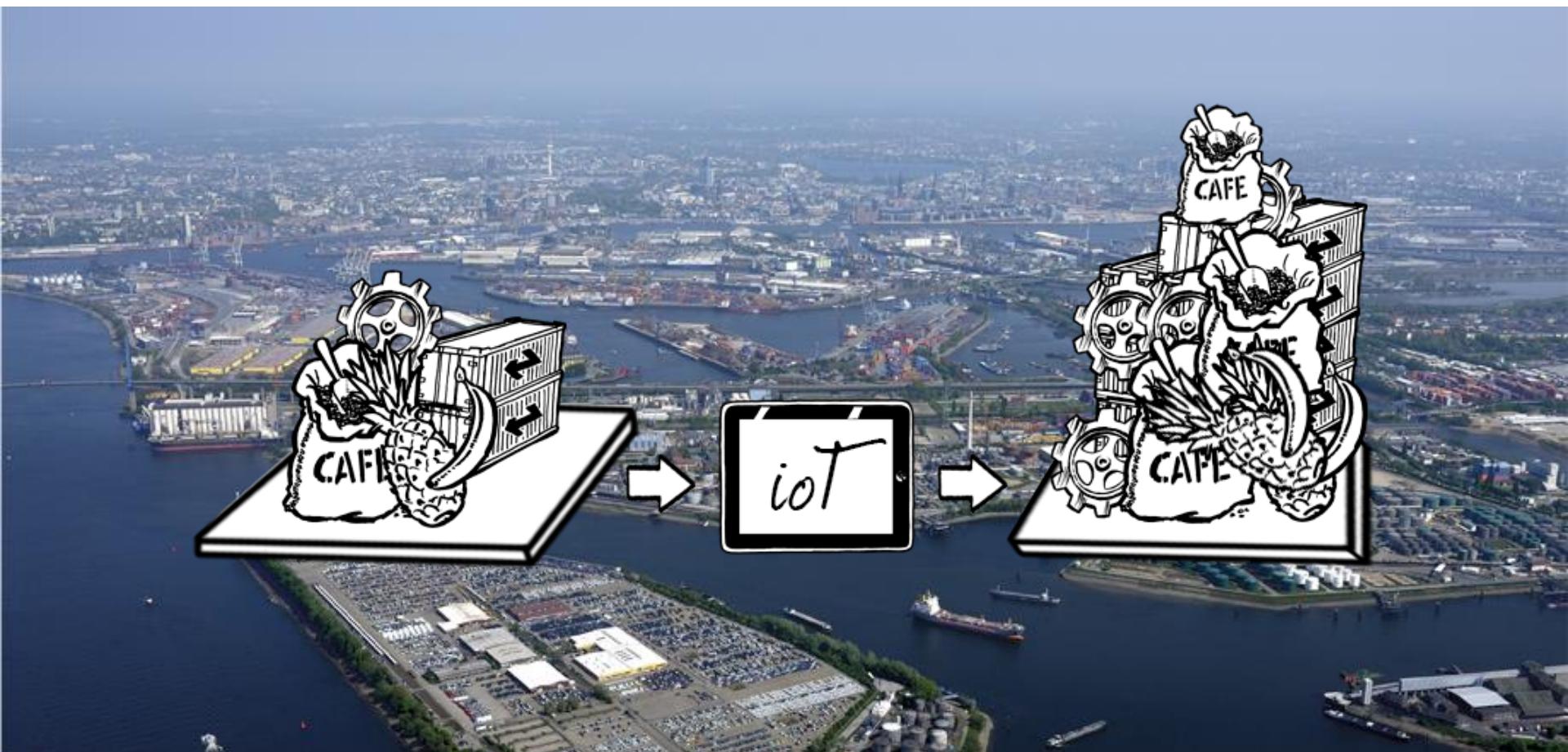
- **Verbreitete Nutzung von IoT in diversen Industrien, z.B. Logistik**
  - führt zu Veränderungen der IT-Infrastrukturen, Prozesse und Geschäftsmodelle, die Anpassungen in den Unternehmensarchitekturen hervorrufen.
- **Forschung in der Kooperation mit Hamburg Port Authority (HPA)**
  - HPA verwendet IoT-Systeme im Rahmen der smartPORT-Initiative
  - **(?) Wie können die IoT-bezogenen Veränderungen in der Unternehmensarchitektur und im Metamodell der HPA erfasst werden?**
- Bisheriger Stand der Forschung und Literatur:
  - Zusammenhänge zwischen EA und IoT sind noch kaum erforscht
  - Identifikation relevanter IoT-Architekturobjekte / breites Spektrum der Anwendungsfelder in diversen Industrien
  - IoT-Referenzarchitekturen, die überwiegend nur technische Artefakte im Fokus haben

# Kontext: Hamburg Port Authority



# Kontext: smartPORT Initiative

## Goal: Same area. More goods.



# Kontext: smartPORT Projects

Smart Tag



Smart Switch



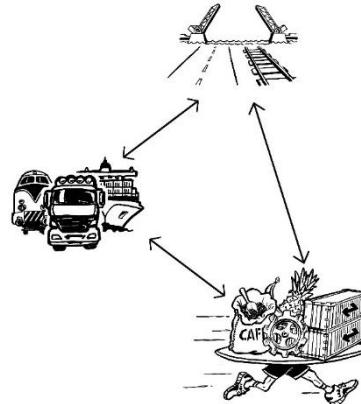
Smart Maintenance



Smart Parking



Logistics App



Smart Road



Accurate Traffic Situation

Port Monitor  
Port Traffic Center –  
Vision und Reality



# Kontext: Konsolidierungsphase

## Exploration

- 21 Innovationsprojekte mit **Pilotcharakter**
- Gemeinsam mit Geschäfts- und Technologiepartnern aus der Industrie:
  - **Demonstration und Umsetzbarkeit der Aneignung** von smart Technologien
- Präsentation auf der 29. IAPH Welthafenkonferenz in Hamburg in 2015

## Konsolidierung

- **Evaluation und Integration** der Ergebnisse
- **Transformation in Produktivstatus, Partnerauswahl:**
  - **Einheitliche Analyse** von Ergebnissen
  - Identifikation von **Zusammenhängen**
  - **Entwicklung von Modellen und Visualisierungen**, unterstützenden Werkzeugen
  - Entwicklung und Festlegung von **Architektur-Richtlinien** und **To-Be Architekturen** für das Roll-out

# Iterativer und interaktiver Forschungsprozess



**smartPort TV: Digital, vernetzt,  
verbunden | Hafen der Zukunft**

<https://www.youtube.com/watch?v=8oCtAhbdIBY>

# Results: Smart Bricks

## Concept, Level of Abstraction and Database

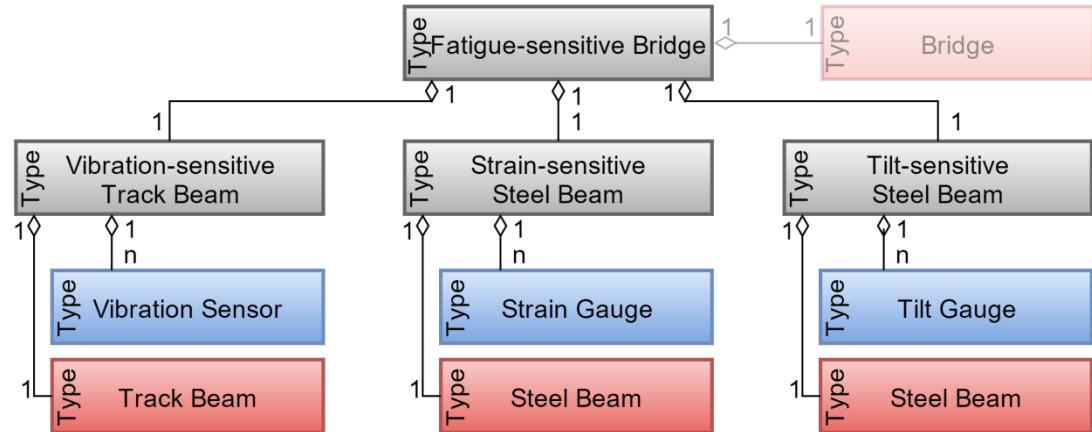
- **Abstraction:** Documentation of hundreds of installed sensors required, EA as a strategic tool the right place?
  - Separation of concerns: EA captures sensor types only
- **Concept:** Sensors only one part of smart infrastructure elements
  - Smart Bricks are combined elements out of sensors and bricks (physical element of the harbor's infrastructure)
- **Smart Brick Management Database (SBMDB)**
  - Documenting Smart Brick instances in analogy to the relation CMDB and EA
  - Link between the two repositories (EA and SBMDB) are the smart brick types

# Results: Smart Bricks

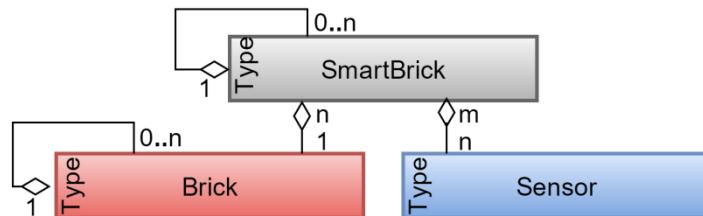
## Example and Meta Model

- A **brick** is constituted out of a **hierarchy** of (sub-)bricks
- A brick ist **made smart** by adding at least one sensor to it or to one of its (sub-)bricks
- Concept supports to **classify** the „**smartness**“ of a smart brick/states of its IoT enrichment
- The **meta model** allows to derive models with **detailed or less detailed granularity**
- **Conventions** have to be determined, incl. naming
- **Attributes** are added

### Example Smart Bridge



### Meta Model



# Results: Data Streams and System Layers

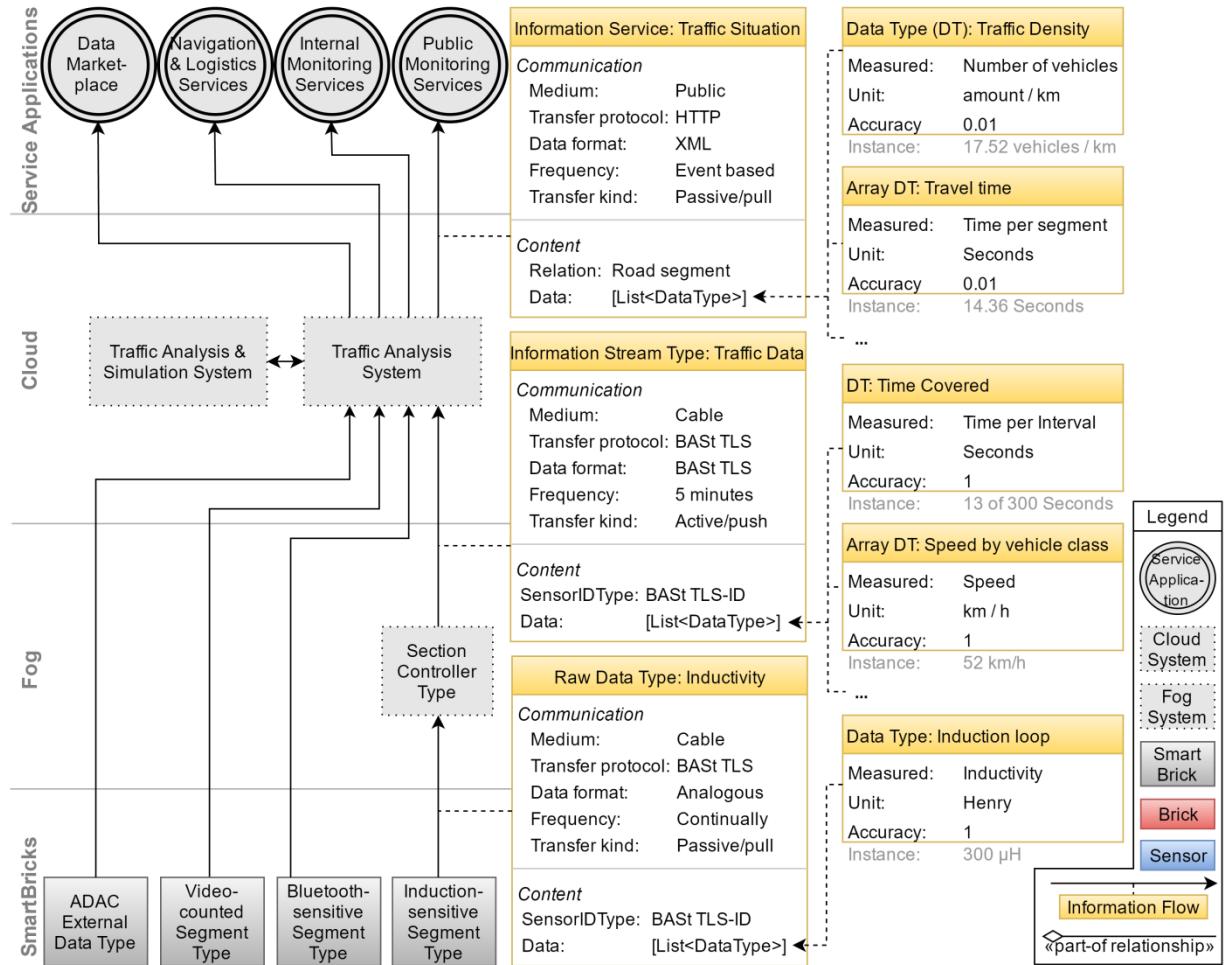
Introduction of IoT specific distinctions

- Introduction of System Layers
  - **Fog Systems** aggregate and transform raw data (only modeled as types)
  - **Cloud Systems** integrate, aggregate and analyse data from various continuous data streams
  - **Service applications** comprise complex application systems, consumer related apps or monitoring systems
- Distinction of data streams
  - **Raw data** streams flow between smart bricks and fog systems
  - **Information streams** between fog and cloud systems
  - **Information services** from cloud to service application systems

# Results:

## EA Model Traffic status and forecast

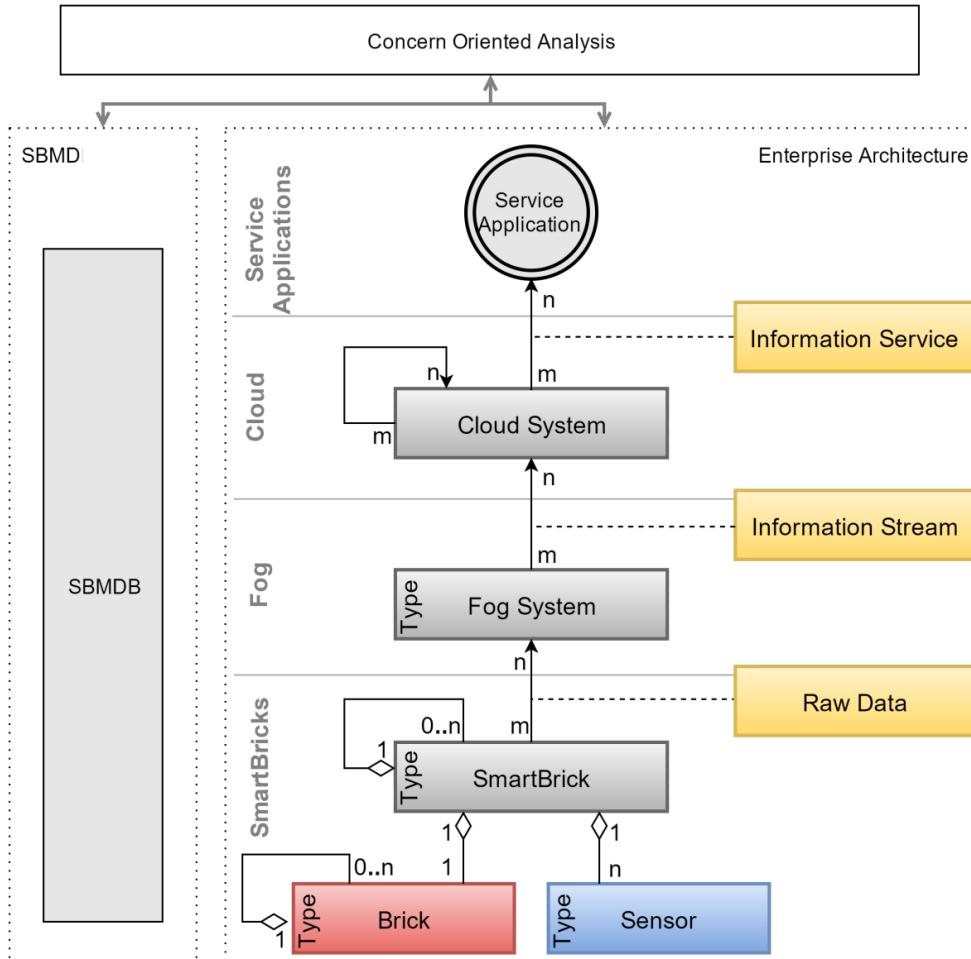
- **Raw data** describe inductivity in Henry
- **Information stream** exhibits speed by vehicle class and time vehicles are above the induction loop
- **Information service** provides travel density and travel time per segment
- **Various attributes** for applications and cloud systems (here omitted)
- Optimizing traffic flow will further **combine** information streams from other projects



# Results: Meta Model with IoT specific layers

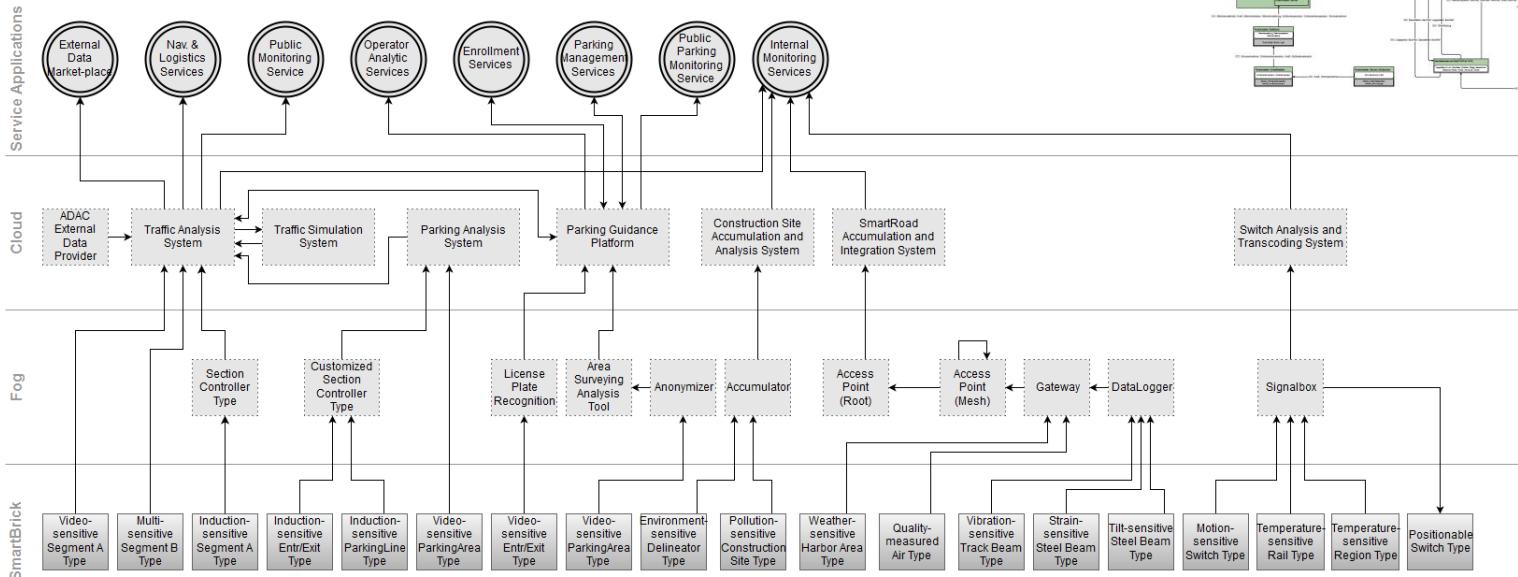
Towards a concern-directed IoT information platform

- **Link between EA and SBMDB by Smart Brick Types**, allowing for **concerns** such as:
  - **Smart Brick roll-out**: Which smart bridges are not yet vibration sensitive? Which sensor types can be attached to steel under water?
  - **Transmission strategy**: Where do we have cable-based connections, where wireless ones?
  - **Data storage**: How often are information streams firing? Where are data buffered, stored and archived?
  - **Privacy/Security issues**: which services use certain anonymized personal information, which transmission use certain confidentiality mechanisms?
  - **Self Information about sources**: Which raw data are used for a certain information service? ...

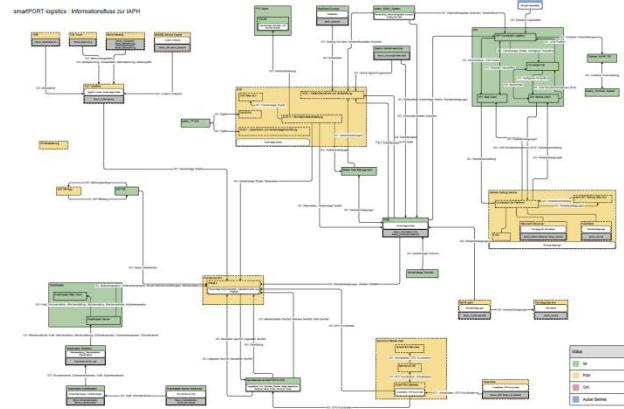


# Results: Integrated IoT-specific EA model based on Meta Model

## Integrated EA model based on meta model

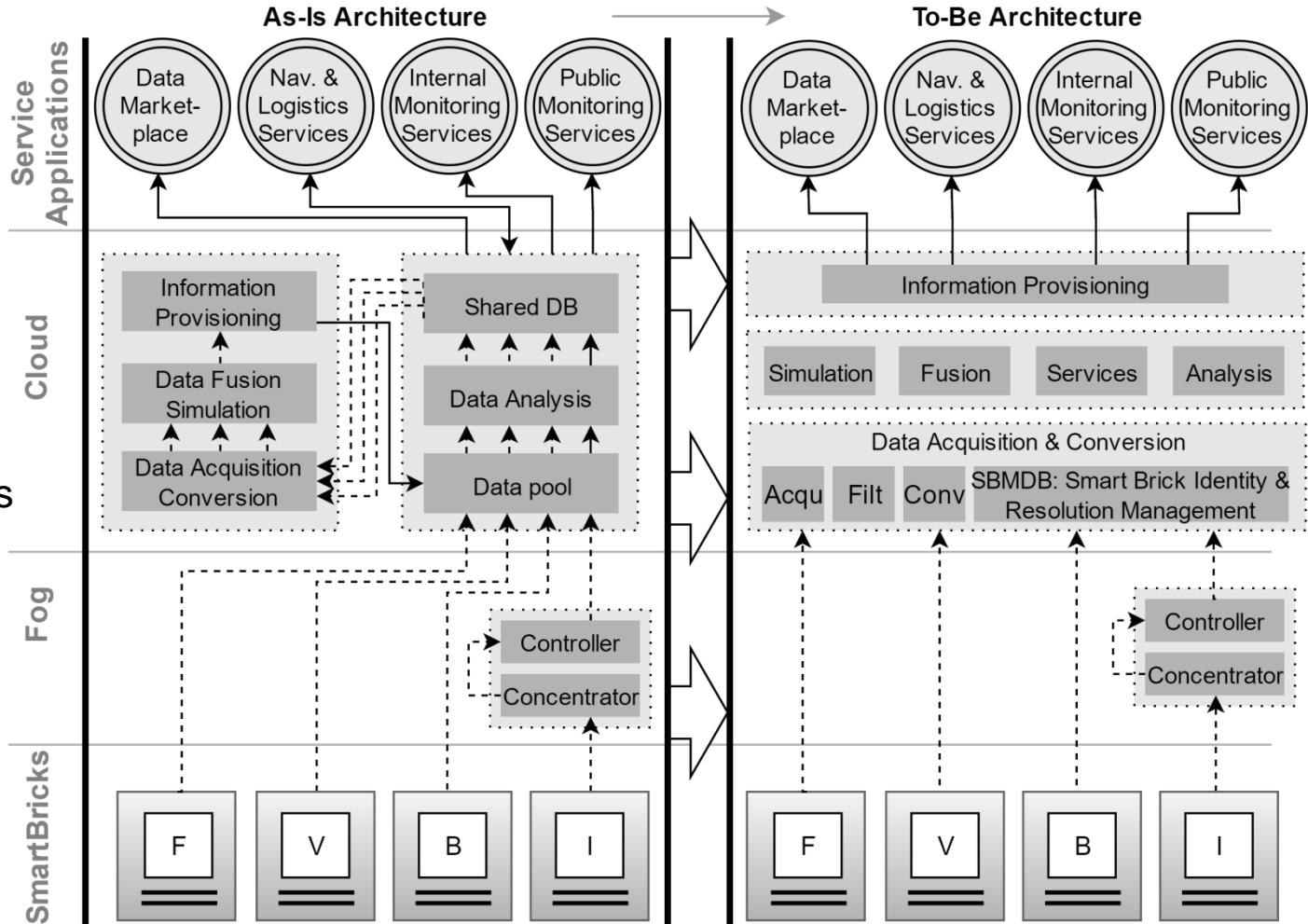


## Integrated IT-landscape

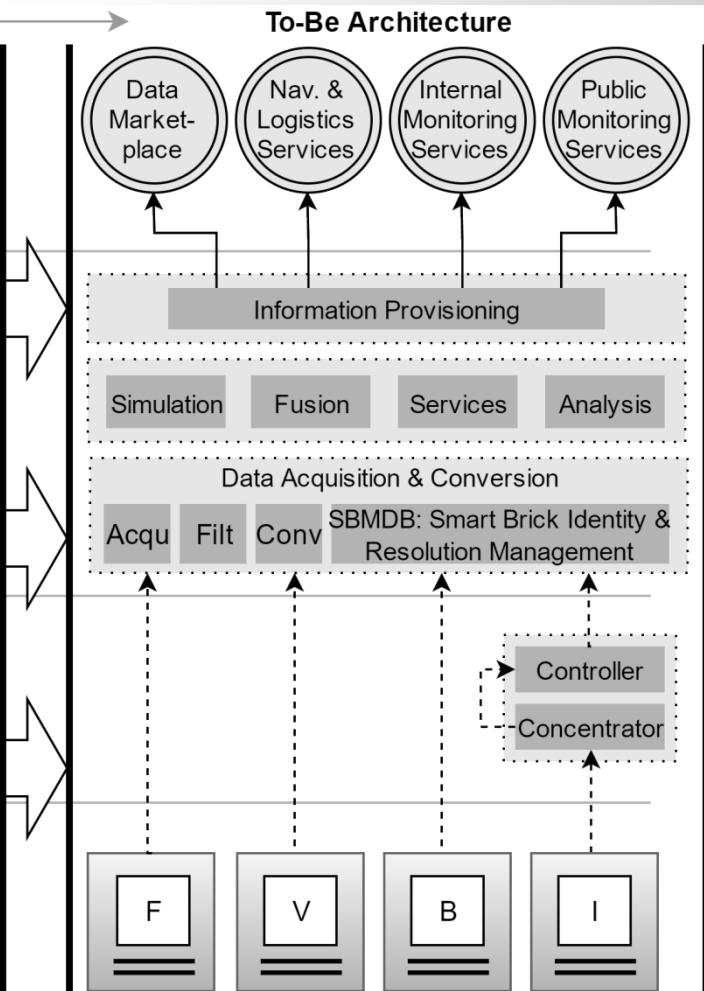


# Results: To-Be Architecture

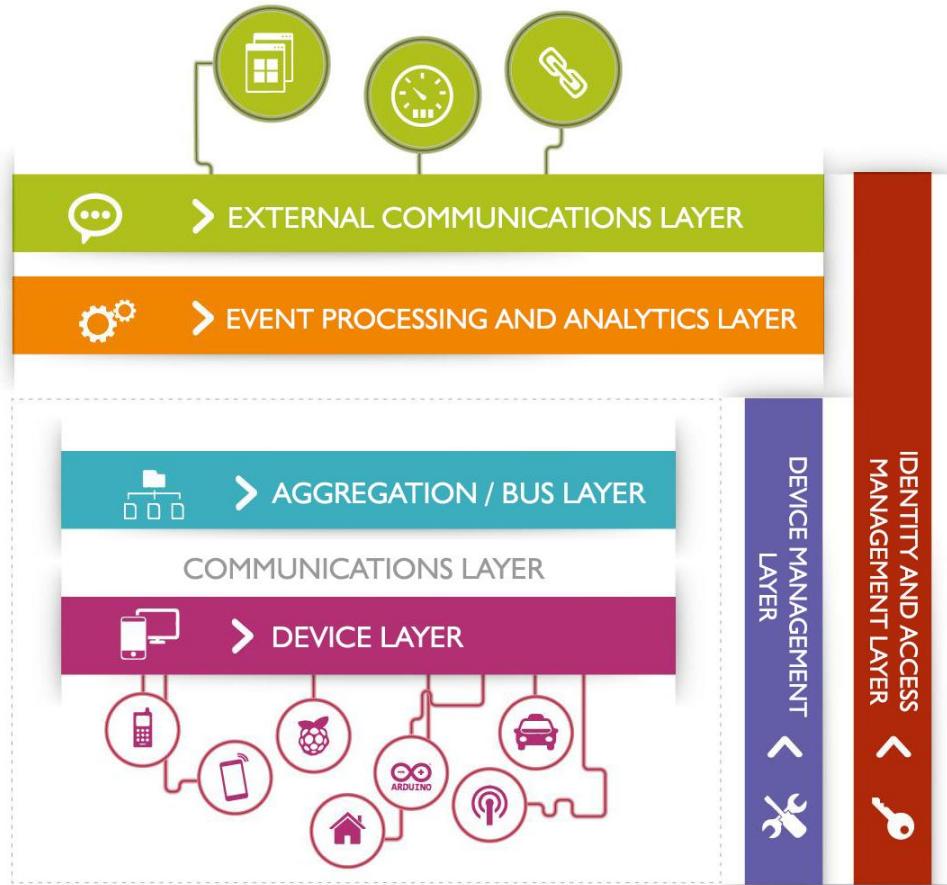
- One vendor independent data Acquisition & conversion layer (SBMDB for identity and resolution management)
- One information provision layer
- Architectural guidelines for future vendor selection and contracting
- Roll-out strategies based on smart brick types



# Results: To-Be Architecture



WSO2's reference architecture



# Conclusion & Outlook

## ▪ Industrie-Partner (HPA)

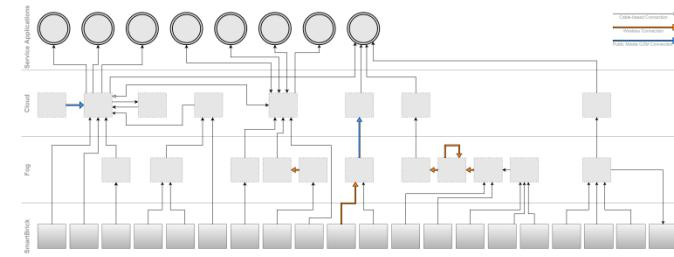
- Beitrag in der Konsolidierungsphase, Wechselwirkungen zwischen den Projekten
- Strategische Entscheidungen für zukünftige Entwicklungen
- Konsolidiertes Modell im EA-Tool für interne und externe Kommunikation

## ▪ Forschung

- IoT-Bezogene Erweiterungen des EA-Metamodells wie smart bricks, IoT-spezifische Ebenen, Datenströme (basierend auf fallübergreifender Analyse von verschiedenen explorativen IoT-Projekten in einer Organisation)
- To-Be Architekturen und Rollout-Strategien

## ▪ Ausblick

- Erweiterung: concern-oriented IoT information platform
- Definition von Sichten und Visualisierungen (Smart Bricks, Transfer, Privacy, Security, information sources, ...)
- Generalisierung auf Basis von Projekten in unterschiedlichen Domänen, IoT-spezifisches EAM



## Kontexte erweitern sich

- neue Technologien
- neue Services
- neuer Fokus
- Erweiterte Managementaufgaben
- Digitale Transformation
  - nach innen (eigene Organisation)
  - nach außen (Business Ecosystem)





PART OF THE FUTURE

# smartPORT Hamburg

## Transformationskontext Hamburger Hafen

### Gastvortrag / Dr. Sebastian Saxe (CIO, CDO @ Hamburg Port Authority)



# References

Bassi, A. et al.: Enabling things to talk. Springer, New York (2013)

Ciborra, C.U.: From thinking to tinkering. In: Ciborra, C.U., Jelassi, T. (eds.), Strategic Information Systems, John Wiley & Sons, Chichester (1994)

Drews, P., Schirmer, I.: From Enterprise Architecture to Business Ecosystem Architecture. In: IEEE EDOCW 2014, pp. 13-22 (2014)

HPA: Energy Cooperation Port of Hamburg, [http://www.hamburg-port-authority.de/de/presse/broschueren-und-publikationen/Documents/broschuere\\_smartportenergy\\_web.pdf](http://www.hamburg-port-authority.de/de/presse/broschueren-und-publikationen/Documents/broschuere_smartportenergy_web.pdf)

HPA: Port of Hamburg - digital Gateway to the World, [http://www.hamburg-port-authority.de/de/presse/broschueren-und-publikationen/Documents/140401\\_HPA\\_Broschuere\\_spl\\_web.pdf](http://www.hamburg-port-authority.de/de/presse/broschueren-und-publikationen/Documents/140401_HPA_Broschuere_spl_web.pdf)

IAPH: IAPH 2015, <https://www.iaph2015.org/>

# References

Montreuil, B.: Toward a Physical Internet: Meeting the Global Logistics Sustainability Grand Challenge.  
Logistics Research, vol. 3, iss. 2, pp. 71-87 (2011)

Saat, J., Franke, U., Lagerström, R., Ekstedt, M.: Enterprise Architecture Meta Models for IT/Business Alignment Situations. In: IEEE EDOC 2010, pp. 14-23 (2010)

Sein, M.K. et al.: Action Design Research. MIS Quarterly, vol. 35, no. 1 (2011)

Zimmermann, A. et al.: Digital Enterprise Architecture – Transformation for the Internet of Things. In: IEEE EDOCW 2015, pp. 130-138 (2015)

<http://schiffsjournal.de/wp-content/uploads/2013/09/Blick-in-den-Hamburger-Hafen.jpg>

<http://www.hamburg.de/contentblob/3425374/8383c13e47cc597b7f0353f7f6ebcab9/data/sturmflut-hafenschutz-bild-hpa.jpg>

# References

<http://schiffsjournal.de/wp-content/uploads/2013/09/Blick-in-den-Hamburger-Hafen.jpg>

<http://www.hamburg.de/contentblob/3425374/8383c13e47cc597b7f0353f7f6ebcab9/data/sturmflut-hafenschutz-bild-hpa.jpg>

<http://www.hamburg-port-authority.de/de/hamburg-port-authority/bauprojekte/nbk/PublishingImages/nbk-kattwyk-gross.jpg>