

01.12.2016

1. Forum Embedded Spektroskopie
Technologiepark Adlershof Berlin

DIE TECHNOLOGIE-ROADMAP „PROZESS- SENSOREN 4.0“ – CHANCEN FÜR NEUE AUTOMATISIERUNGSKONZEPTE UND NEUE GESCHÄFTSMODELLE

Michael Maiwald

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

Fachbereich 1.4 Prozessanalytik

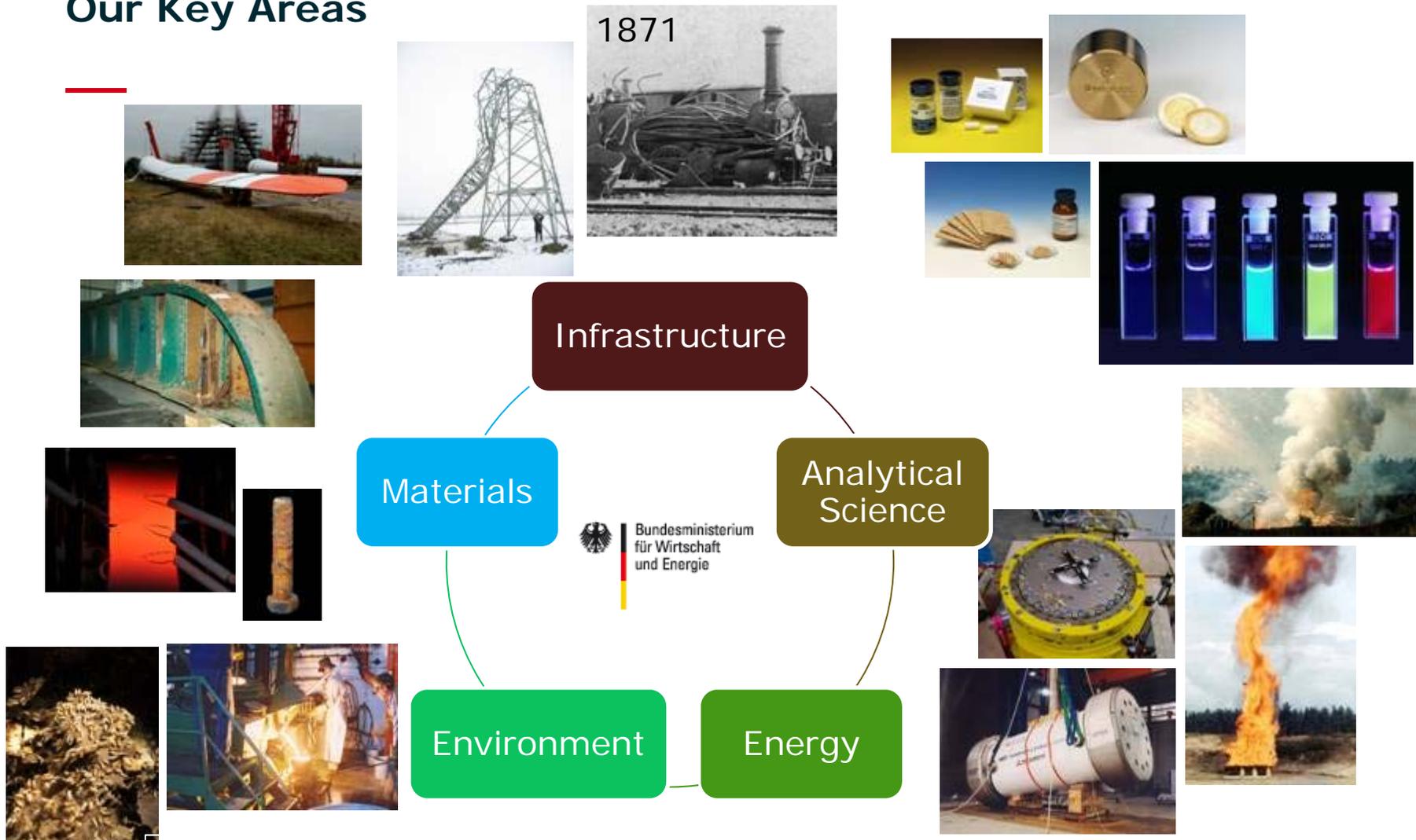
Richard-Willstätter-Str. 11

12489 Berlin

Safety in Technology and Chemistry



Our Key Areas



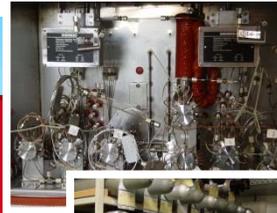
BAM is a senior scientific and technical Federal institute with responsibility to Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

Division 1.4: Process Analytical Technology BAM

Our Key Areas

Gas Analysis

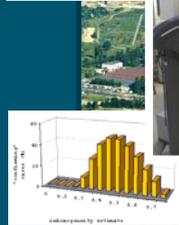
- Primary Reference Gas Mixtures
- Gas Analysis, Gas Metrology
- Certification of Sec. Gas Mixtures



Located in Berlin, Germany

Process Spectroscopy

- Online NMR Spectroscopy, qNMR
- Raman Spectroscopy and Microscopy
- NIR, MIR, FIR spectr., IR Microscopy
- Data Treatment: Statistics, Numerics
- Measurement Uncertainty Evaluation

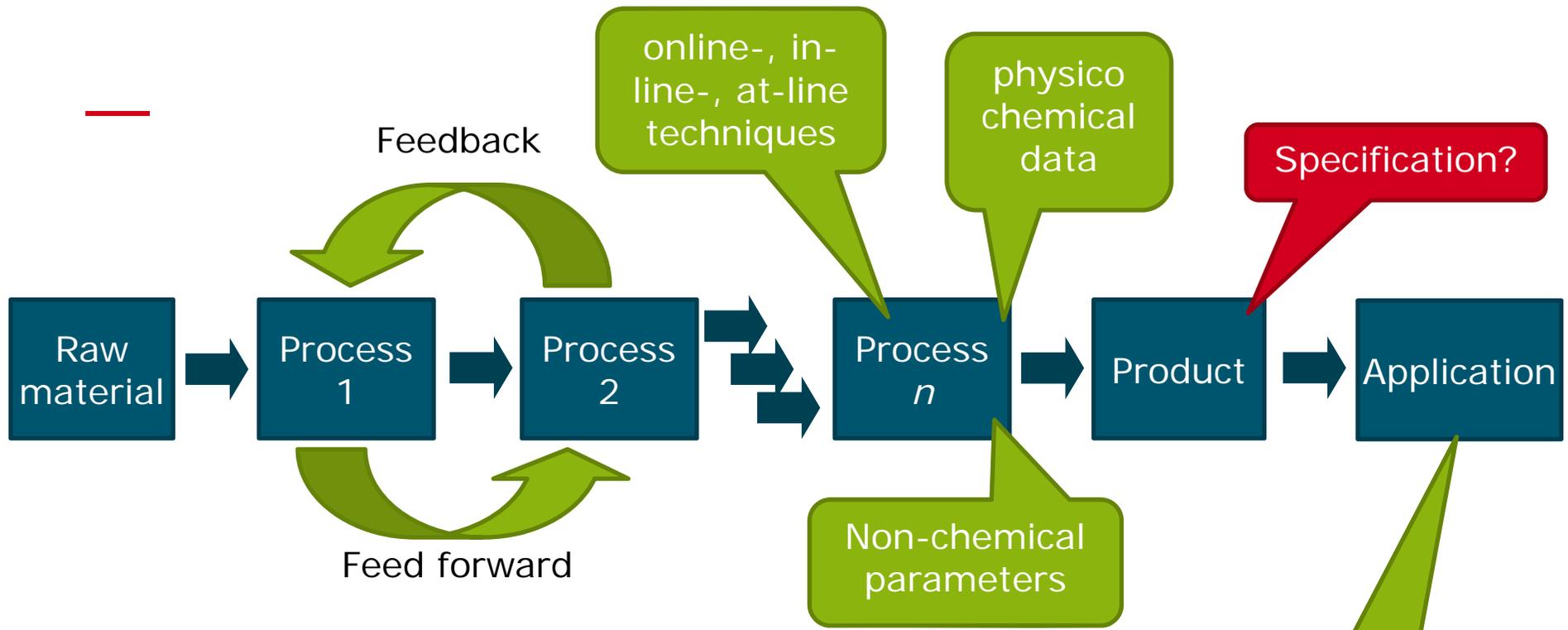


Inorganic Process Anal. Technol., XRF

- X-ray fluorescence Analysis (XRF)
- Laser-induced Breakdown (LIBS)
- Total Reflectance XRF (T-XRF)



Process Analytical Technology



Motivation

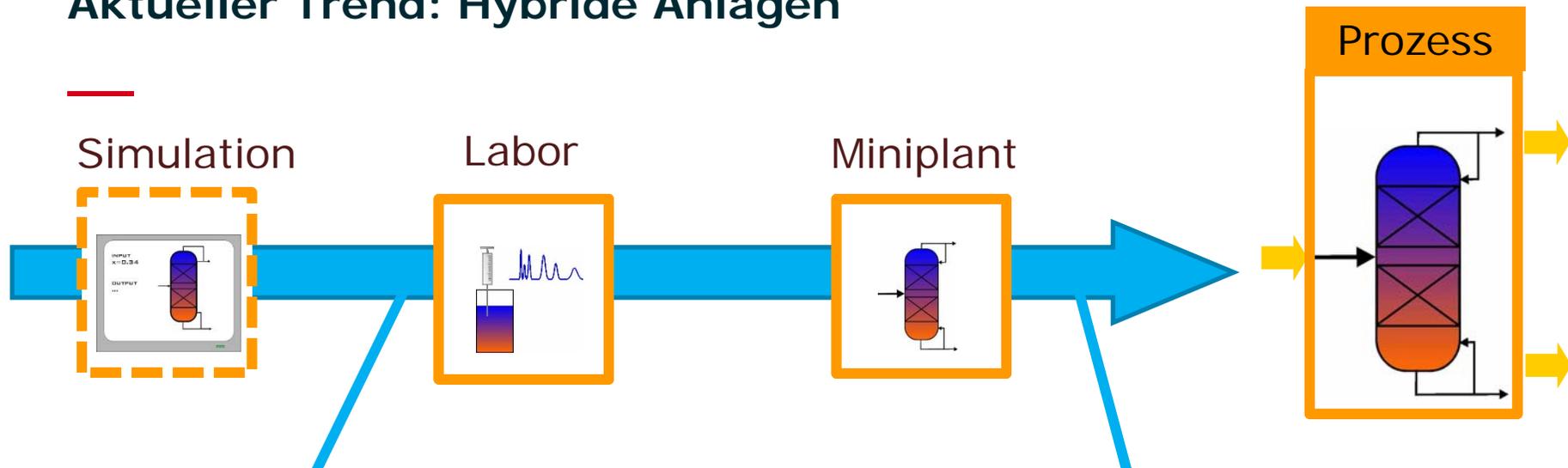
- optimal design ("quality by design")
- demanded product quality with an optimum use of equipment, raw materials, and energy
- affordable quality costs

Quality by design

objective description
of **quality**
→ comprehensive
understanding

Prozessentwicklung

Aktueller Trend: Hybride Anlagen



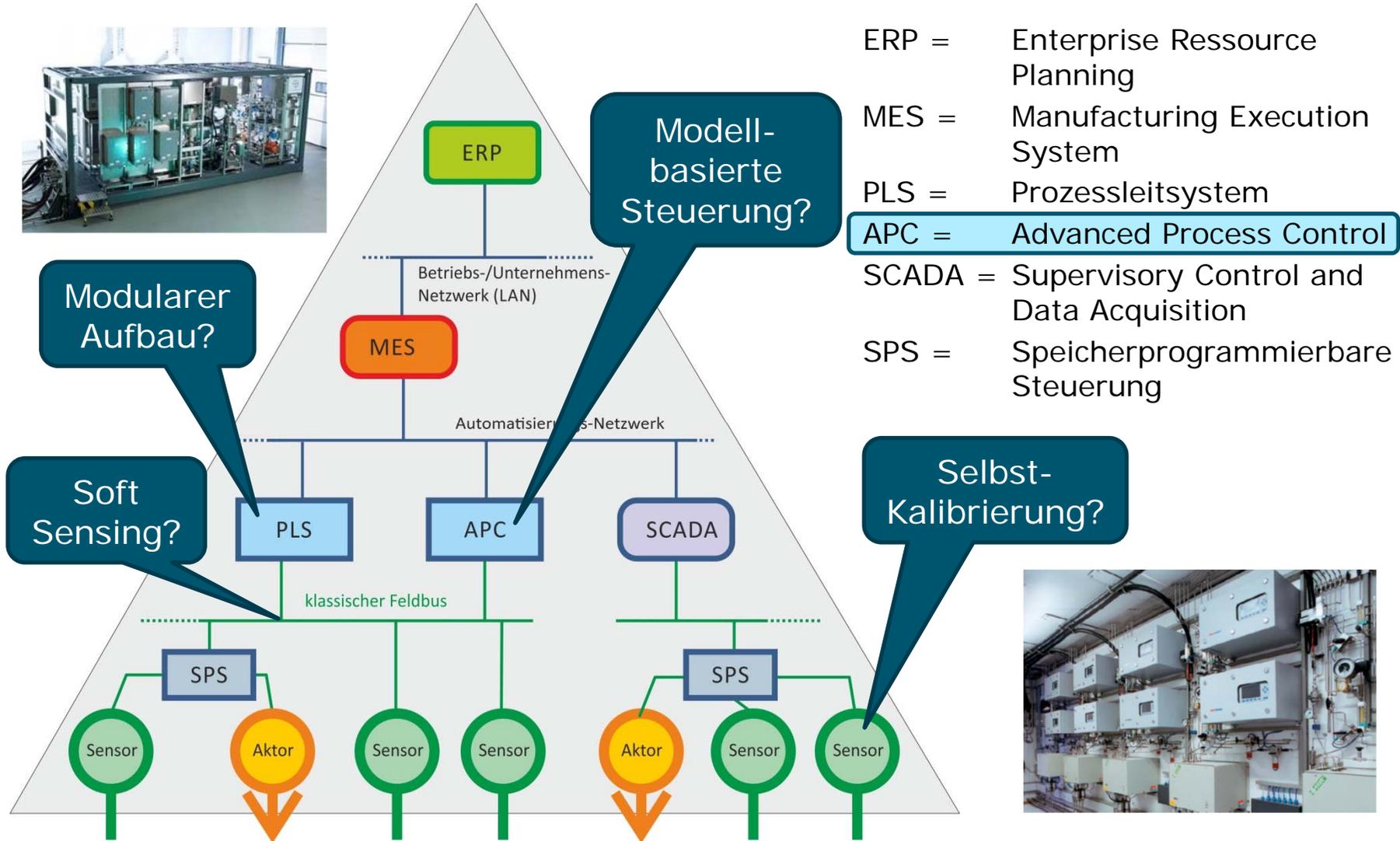
Mikroreaktionstechnologie
(Beispiel: Fraunhofer ICT, Pfinztal/D)



Containerkonzept
(Beispiel: INVITE, Leverkusen/D)

Prozessautomatisierung

Die klassische Automatisierungspyramide hat ausgedient!



Erfolg der Technologie-Roadmaps



Die Technologie-Roadmaps „Prozess-Sensoren 2005–2015“ (2006) und „Prozess-Sensoren 2015+“ (2009) sind Grundlagen für alle Unternehmen der Prozessindustrie

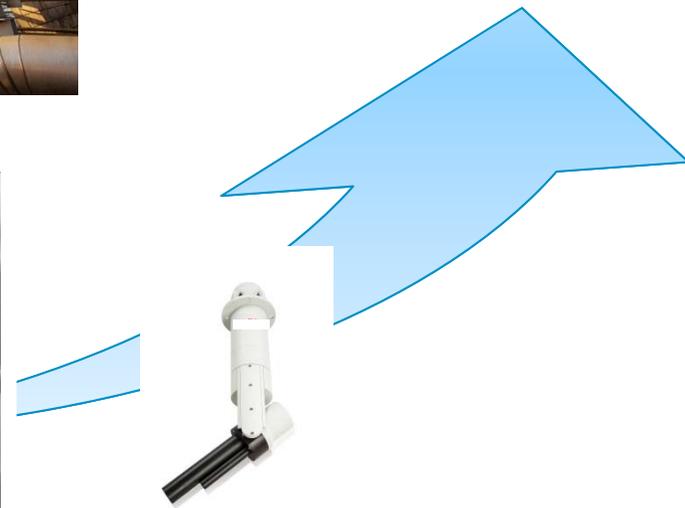
Nutzen von Sensoren



Sensoren erlauben optimale Nutzung von Anlagen, Rohstoffen und Energie



Wettbewerbsfähigkeit der Prozessindustrie basiert auf der Sicherung der geforderten Produktqualität



- Sichere, verfügbare und effiziente Herstellung international wettbewerbsfähiger Produkte für die Anwender
- Weltweiter Export von Mess- und Regeltechnik für die Messtechnikbranche

These 1 Industrie 4.0 führt zu erheblichen Veränderungen im Denken und Handeln der Menschen in Gesellschaft, Industrie und Wirtschaftsräumen. Smarte Prozess-Sensoren werden diese Entwicklung mit neuen Funktionalitäten stark beeinflussen.

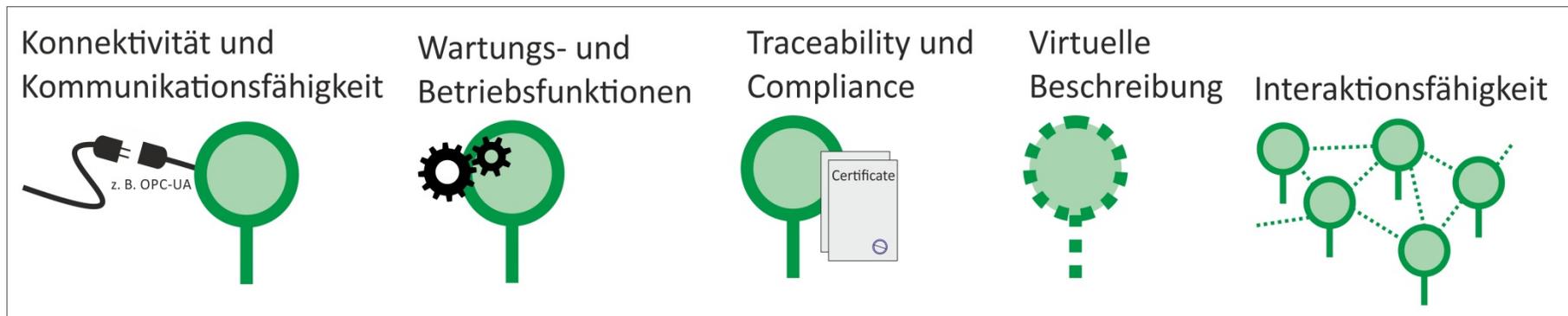
- Cyber-physische Systeme sind im Alltagsleben bereits Realität
- Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 ist die konsequente Übersetzung dieser global vernetzten Welt in das industrielle Umfeld
- Die Prozessindustrie muss es schaffen, jungen Fachkräften ein attraktives und modernes Arbeitsumfeld zu bieten
- Herausforderung: Balance zwischen Kreativität einerseits und Erfüllung sicherheitstechnischer Anforderungen andererseits

Sensoren werden *smart*



These 2 Smarte Prozess-Sensoren sind wichtige Bestandteile von Cyber-physischen Produktionssystemen und ermöglichen neue Geschäftsmodelle für Anwender, Gerätehersteller, Dienstleister.

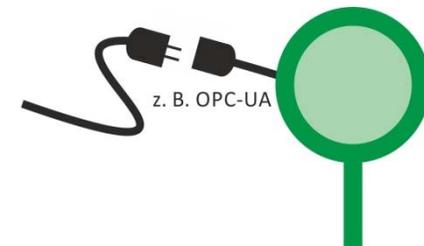
- Die „smarten“ Sensoren stellen Dienste innerhalb eines Netzwerks bereit und nutzen Informationen daraus



- Voraussetzung für die Realisierung von Cyber-physical Production Systems (CPPS)

These 3 Die Kommunikation aller Prozess-Sensoren erfolgt über standardisierte und sichere Schnittstellen- und Datenformate

- Austausch ihrer Informationen in Cyber-physischen Systemen mit anderen Prozess-Sensoren und im Netzwerk
- Benutzerinterface zu Standard-Hardware (Smartphone, Smart-Pad, etc.) für IT-sichere Fernsteuerung
- Kabellose Sensoren gewinnen an Bedeutung
- Sensoren sind digital (analoge Messungen werden unmittelbar digitalisiert)
- Kommunikation
 - abwärtskompatibel zur bestehenden Automationslandschaft
 - gleichzeitig Unterstützung innovativer Topologien
- Die störungsfreie Kommunikation aller Sensoren untereinander setzt ein einheitliches Protokoll voraus
- Der derzeit meistdiskutierte Standard ist OPC Unified Architecture (OPC-UA)



Das Portable Document Format (PDF)



Exkurs

PDF ist ein plattformunabhängiges Dateiformat für Dokumente, das vom Unternehmen Adobe Systems entwickelt und 1993 veröffentlicht wurde.

- Zielstellung
 - Dateiformat für elektronische Dokumente
 - Der Empfänger eines PDF-Dokuments soll es so betrachten und drucken können, wie der Autor dieses festgelegt hat.
 - **Unabhängigkeit vom** ursprünglichen **Anwendungsprogramm**, vom **Betriebssystem** oder von der **Hardwareplattform**
- Offener Standard (Dokumentation in ISO (ISO 15930 für PDF/X) auf Basis PostScript
- PDF-Dateien sind ein **Container** für Text, Bilder und Grafiken, Hilfen, Formularfelder, Inhaltsverzeichnisse, etc.
- **Alle Informationen** werden als nummerierte Objekte **abgespeichert** (z. B. Schriftinformationen, Zeichenbreiten, Zeichencodierungen, Seitenbeschreibung, etc.)
- Umfangreiche Konvertierungen möglich (aus und nach XML, HTML, TeX/DVI, usw.)
- **Verschlüsselung** mit bis zu 128-Bit-Verschlüsselung **möglich**

Heute ist der Standard auf nahezu allen Geräten zu finden, auf denen Dokumente **angezeigt und ausgetauscht** werden können, darunter auch portable Smart-Geräte.

Quelle: Wikipedia-Artikel „Portable Document Format“.
https://de.wikipedia.org/wiki/Portable_Document_Format (August 2016)

OPC Unified Architecture (OPC-UA)

für den Transport von Rohdaten und Informationen



OPC-UA ist eine Technologiegeneration der OPC Foundation [1] für sicheren, zuverlässigen und herstellerunabhängigen Transport von Rohdaten und vorverarbeiteten Informationen von der Sensor- und Feldebene bis hinauf zum Leitsystem und in die Produktionsplanungssysteme (ERP).

Mit OPC-UA ist jede Art von Information zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort für jede autorisierte Anwendung und jede autorisierte Person verfügbar. [2]

OPC Foundation

- Verpflichtung zur Pflege und Weiterentwicklung der OPC-Spezifikationen weltweit
- Derzeit (2016) ca. 450 Mitglieder (Firmenmitglieder, Endanwender und nicht-wählende Mitglieder)
- Zusammenarbeit von Entwicklern und Anwendern in Arbeitsgruppen soll Anforderungen aus der Praxis und Rückmeldung der Anwender in den Spezifikationen berücksichtigen
- Non-profit Organisation, unabhängig von einzelnen Herstellern oder speziellen Technologien. Mitarbeiter werden unentgeltlich von den Mitgliedsfirmen gestellt

[1] <http://www.opcfoundation.org/> (August 2016)

[2] https://opcfoundation.org/wp-content/uploads/2014/03/OPC-UA_I_4.0_Wegbereiter_DE_v2.pdf (August 2016)

OPC Unified Architecture (OPC-UA)

für den Transport von Rohdaten und Informationen



OPC-UA-Architektur

- Seit 2007 für eine skalierbare und plattformunabhängige Lösung weitergeführt
- Kombiniert Vorteile von Web Services und integrierter Security mit einem einheitlichen Datenmodell und erweitert den Standard um wichtige Funktionen wie Plattformunabhängigkeit, Skalierbarkeit, Hochverfügbarkeit und Internetfähigkeit
- Kommunikation ist unabhängig von der Programmiersprache in der die jeweilige Software programmiert wurde und es ist unabhängig vom Betriebssystem auf dem die Anwendung arbeitet
- Zur Sicherstellung der Kompatibilität stellt die OPC Foundation ihren Mitgliedern Kommunikationsprotokolle zur Verfügung.
- OPC-UA-Kommunikations-Stacks in drei Programmiersprachen: **ANSI C** (auf nahezu allen Geräten), **managed C#** zur Verwendung mit dem .NET Framework von Microsoft sowie **Java**
- Zertifizierungsprogramm (Compliance Test Tool) zum Test und zur Zertifizierung des logisch korrekten Verhaltens
- Kritikpunkt, OPC-UA sei ein rechenintensiver Standard, der bei vielen Sensoren nicht wettbewerbsfähig implementiert werden könne → aktuelle Entwicklungen!

These 4 Die stark vereinfachte Integration der Prozess-Sensoren in Netzwerke und ihre Interaktion mit weiteren Informationen führen zu (selbst-)organisierten Systemen und verbessern die Produktion.

- **Wartungs- und Betriebsfunktionen, wie z. B.**

- Interaktive Assistenzfunktionen
- Selbstkalibrierung
- automatische Bestellung von Ersatzteilen, ...

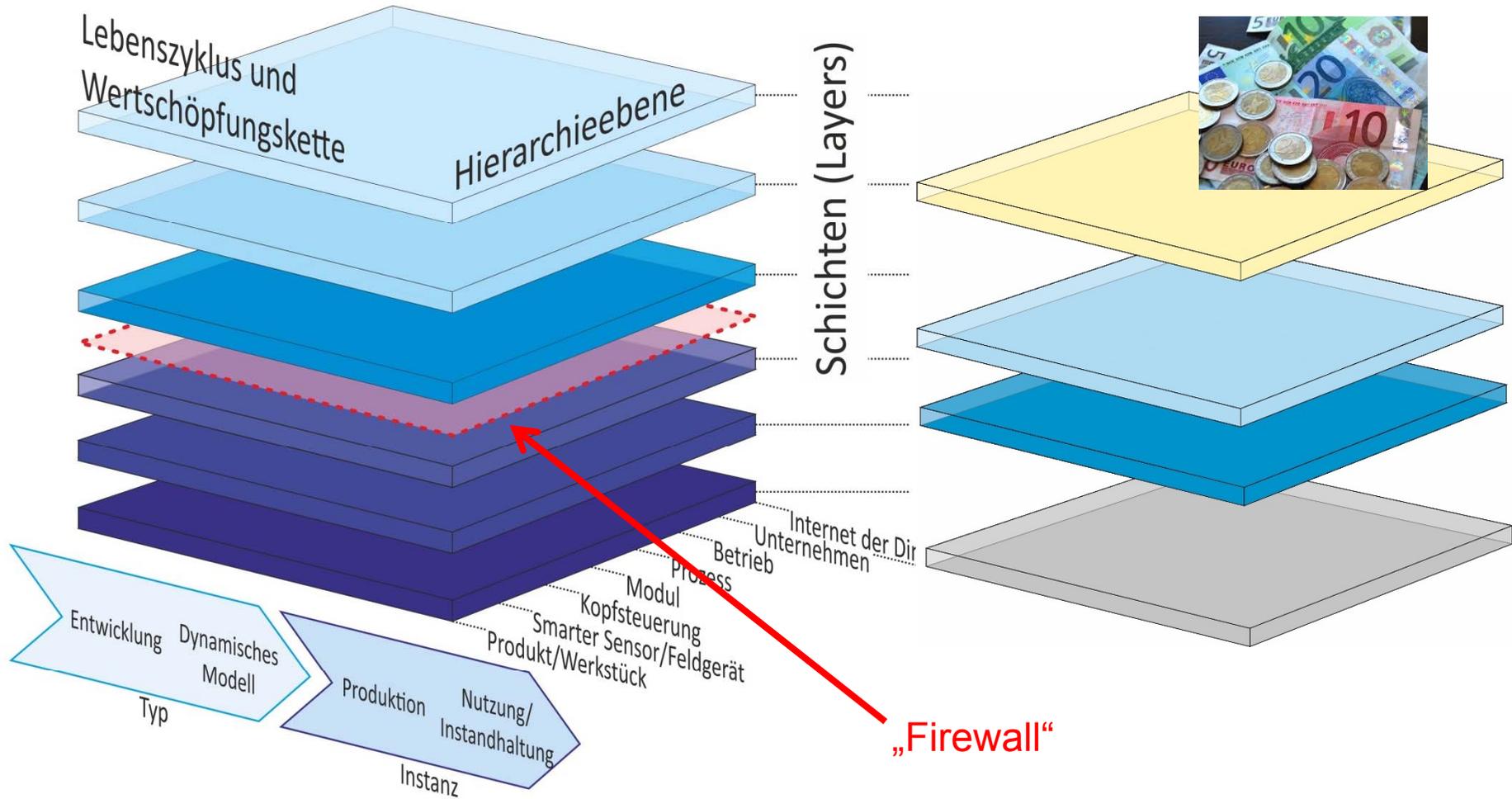


- **Traceability und Compliance**

- Gültigkeit von Kalibrierung und Validierung
- z. B. GMP-Compliance, ...



Neue Blickrichtungen und Einsichten

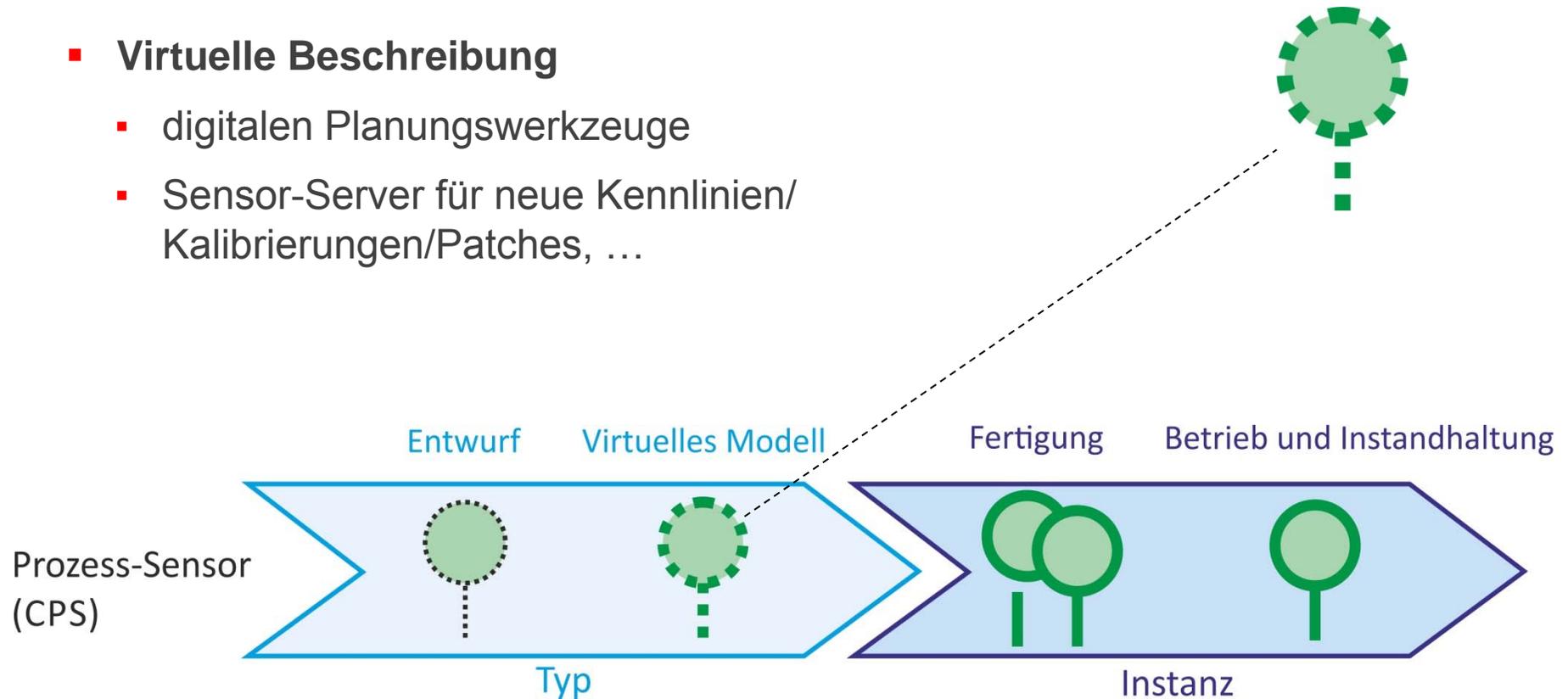


Integration

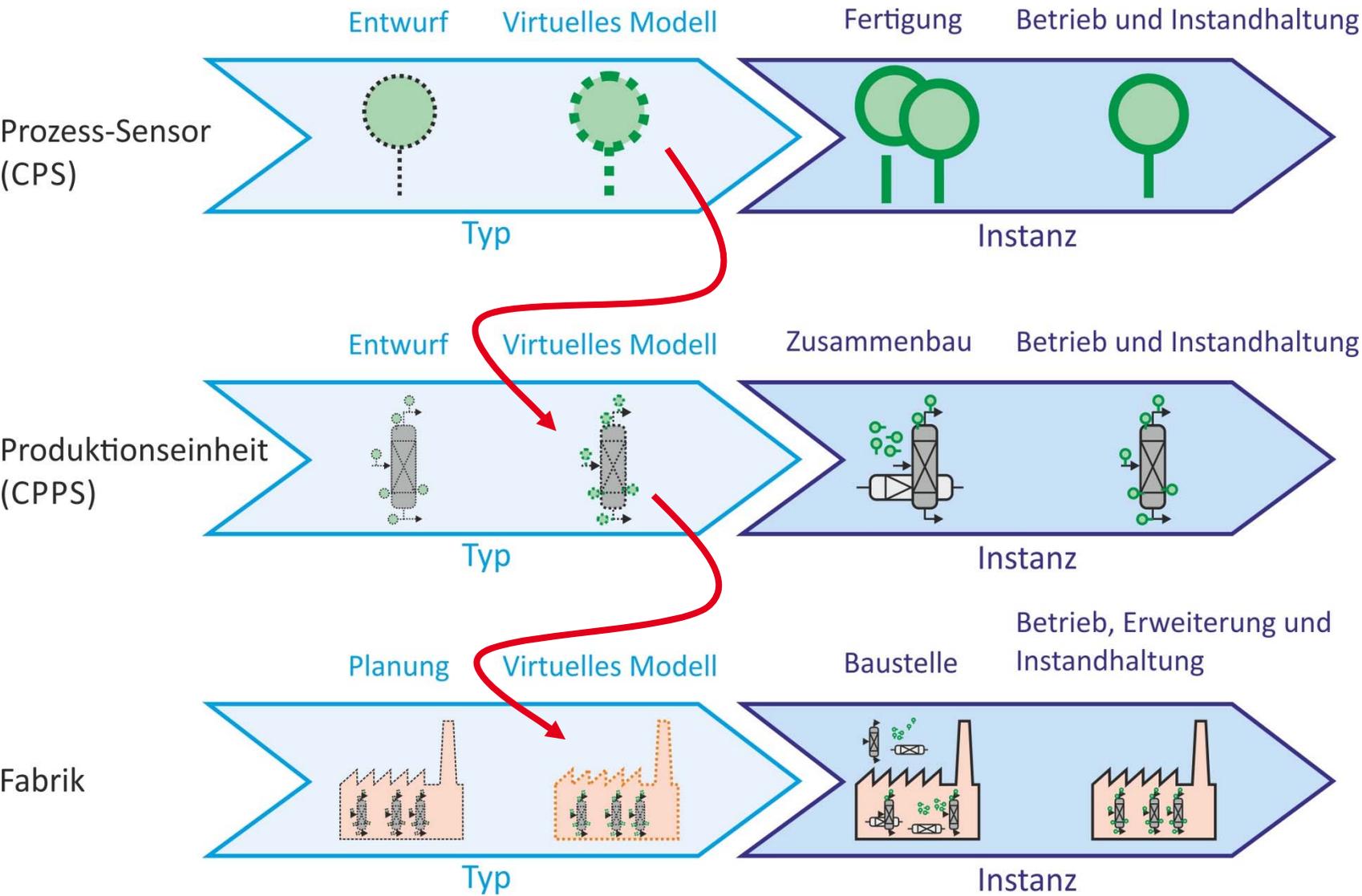


- **Virtuelle Beschreibung**

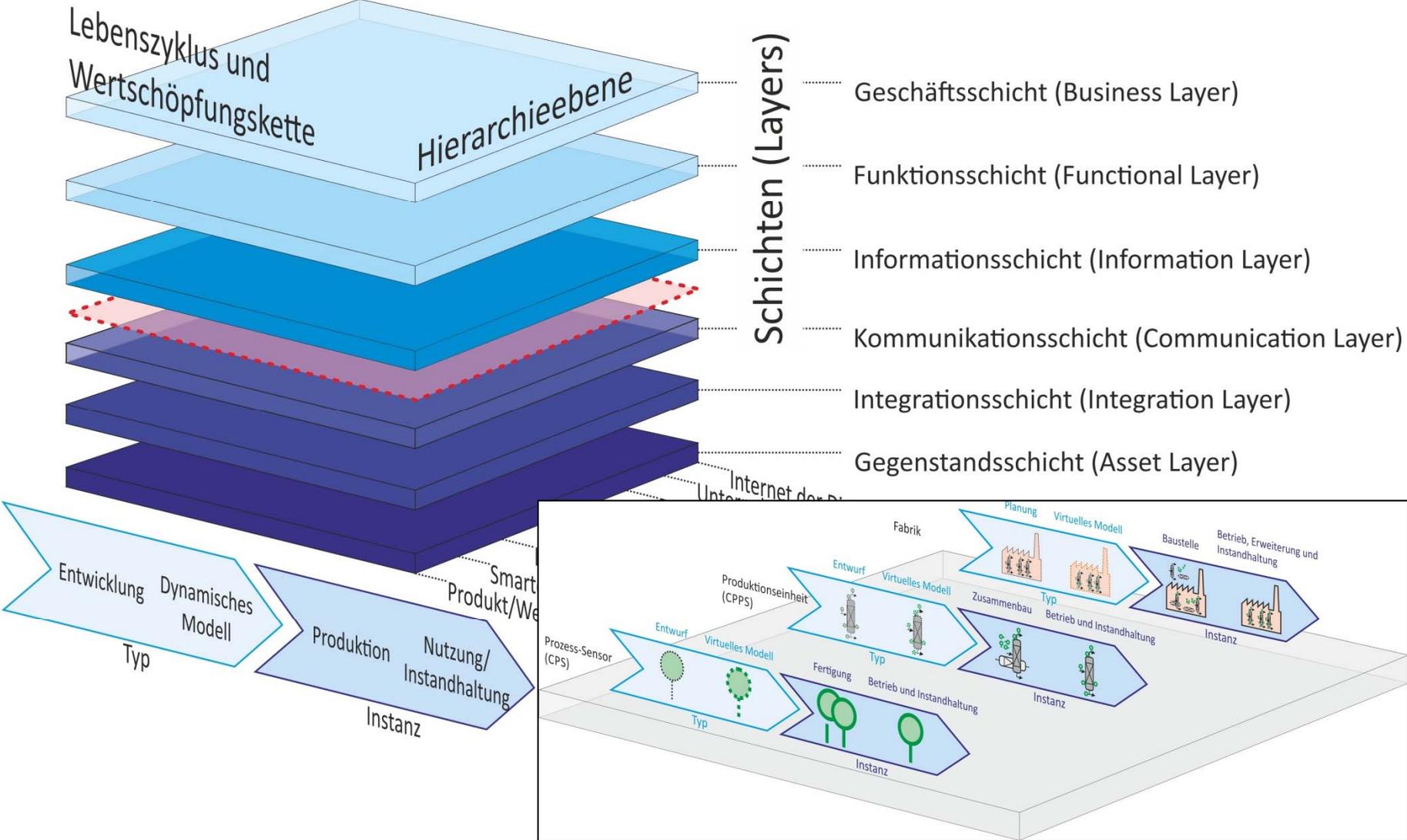
- digitalen Planungswerkzeuge
- Sensor-Server für neue Kennlinien/
Kalibrierungen/Patches, ...



Virtuelle Beschreibung



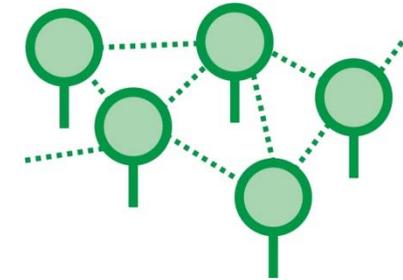
Virtuelle Beschreibung



Integration



- **Interaktionsfähigkeit und Bidirektionalität**
 - neue Informationen, die über die Summe der Informationen der Einzelsensoren hinausgehen



Beispiel 1: Revisionsplanung von Regelventilen

- Sensoren geben allenfalls Zustandsinformationen aus (z. B. über HART oder potentialfreie NAMUR-Kontakte)
- Vorausschauende Instandhaltungsanforderungen werden typischerweise nicht ausgegeben
- Die Instandhaltung findet konservativ-vorausbestimmt anstelle von zustandsorientiert statt, um eine hohe Anlagenverfügbarkeit und eine hohe Sicherheit zu gewährleisten
- Plausibilitätsüberprüfungen finden höchstens auf PLT-Ebene statt



Integration

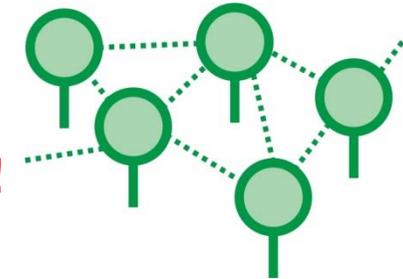


Beispiel 1: Revisionsplanung von Regelventilen

Sensoren in seiner unmittelbaren Umgebung

Lebensdauer

Revisionsempfehlung!



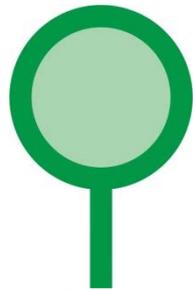
Drucksensor

Durchfluss-Sensor

Konzentration abrasiver Partikel

Trübungssensor

Temperatursensor



Kavitation

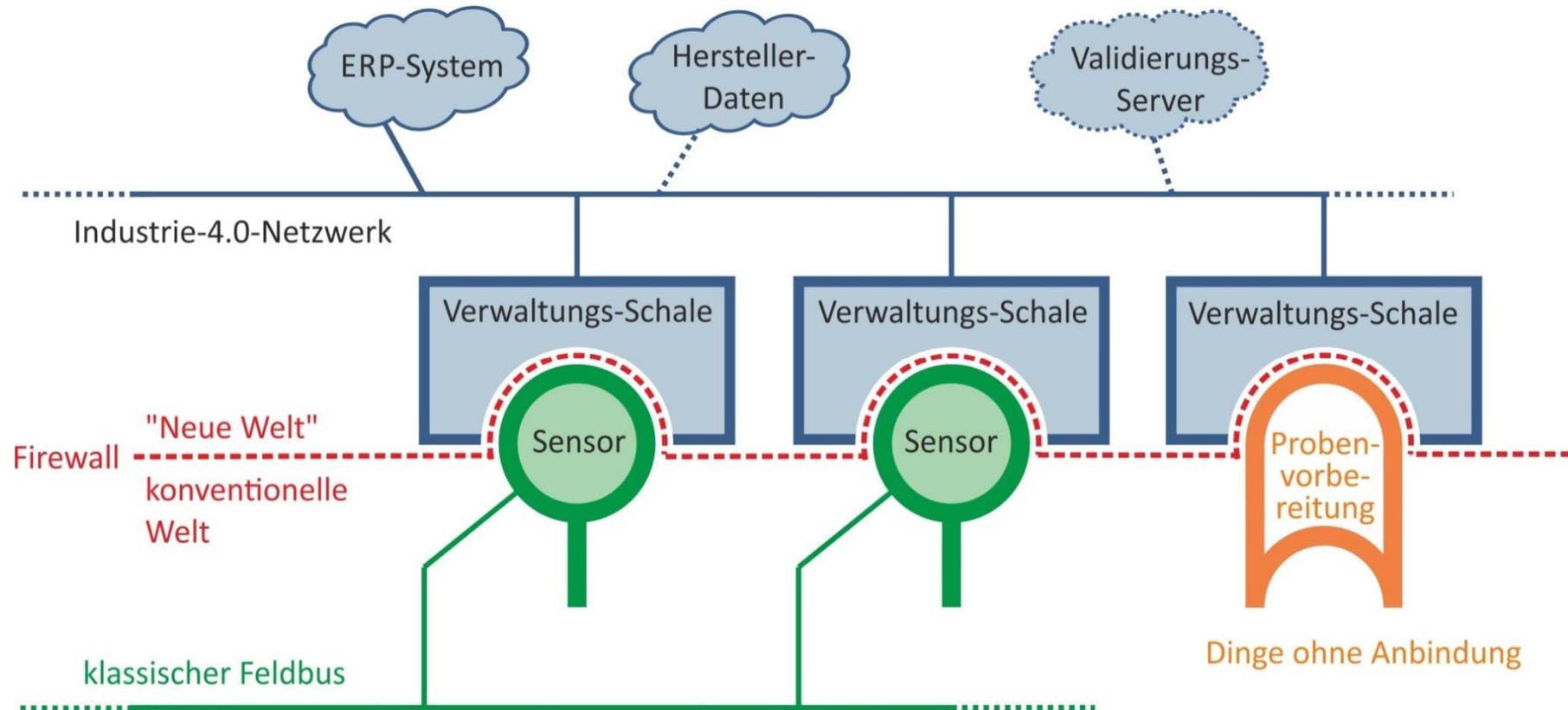
Korrosionsbelastung

thermische Belastung

Die Instandhaltungsleistung wird autark beauftragt und in der Enterprise-Ressource-Planning(ERP)-Software abgerechnet



Perspektive 1



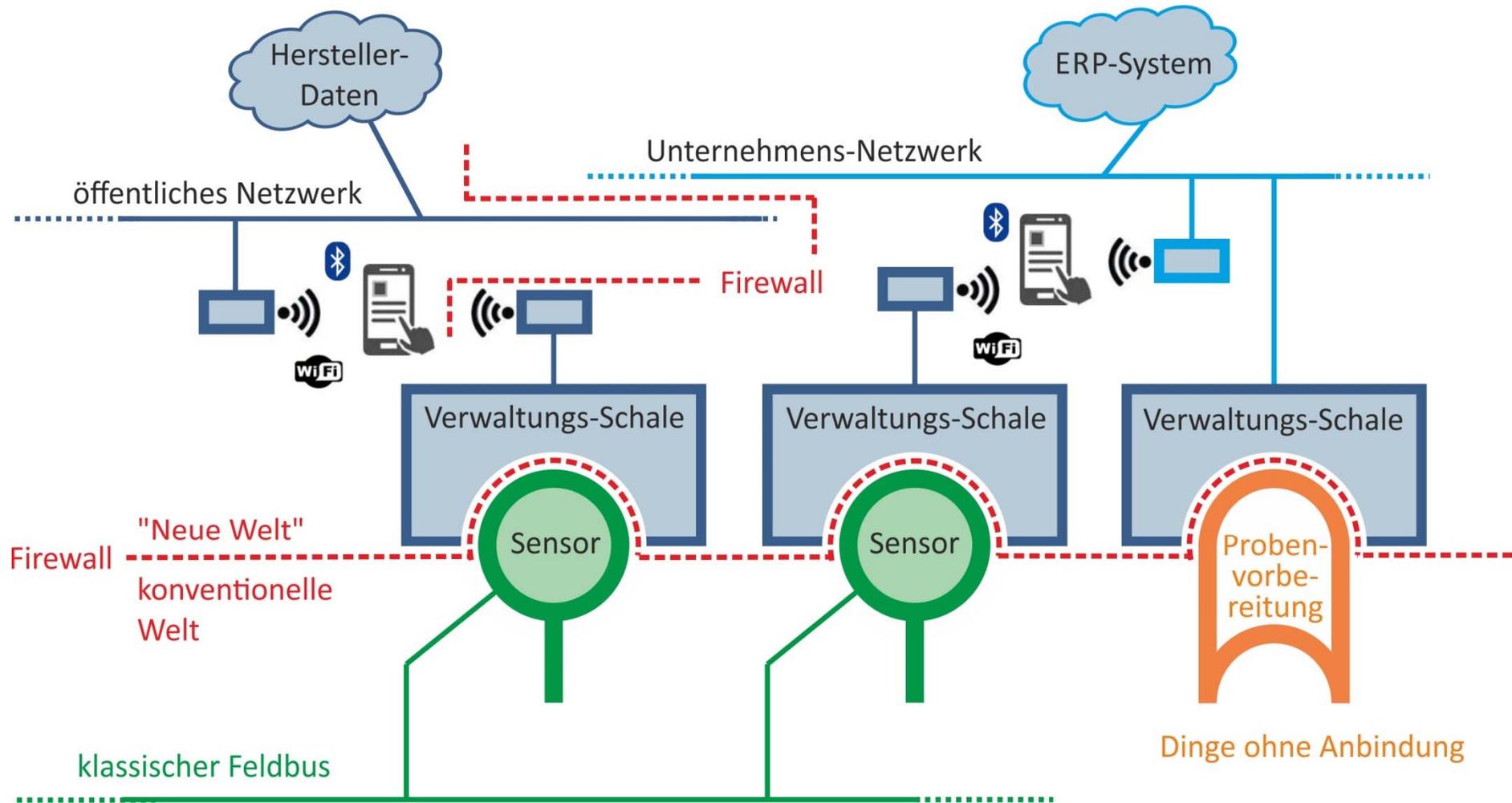
Ausgangslage

- Mehr als 80 % der Messdatenkommunikation ist analog, meist 4–20 mA, unidirektional
- Die Topologie ist überwiegend sternförmig realisiert

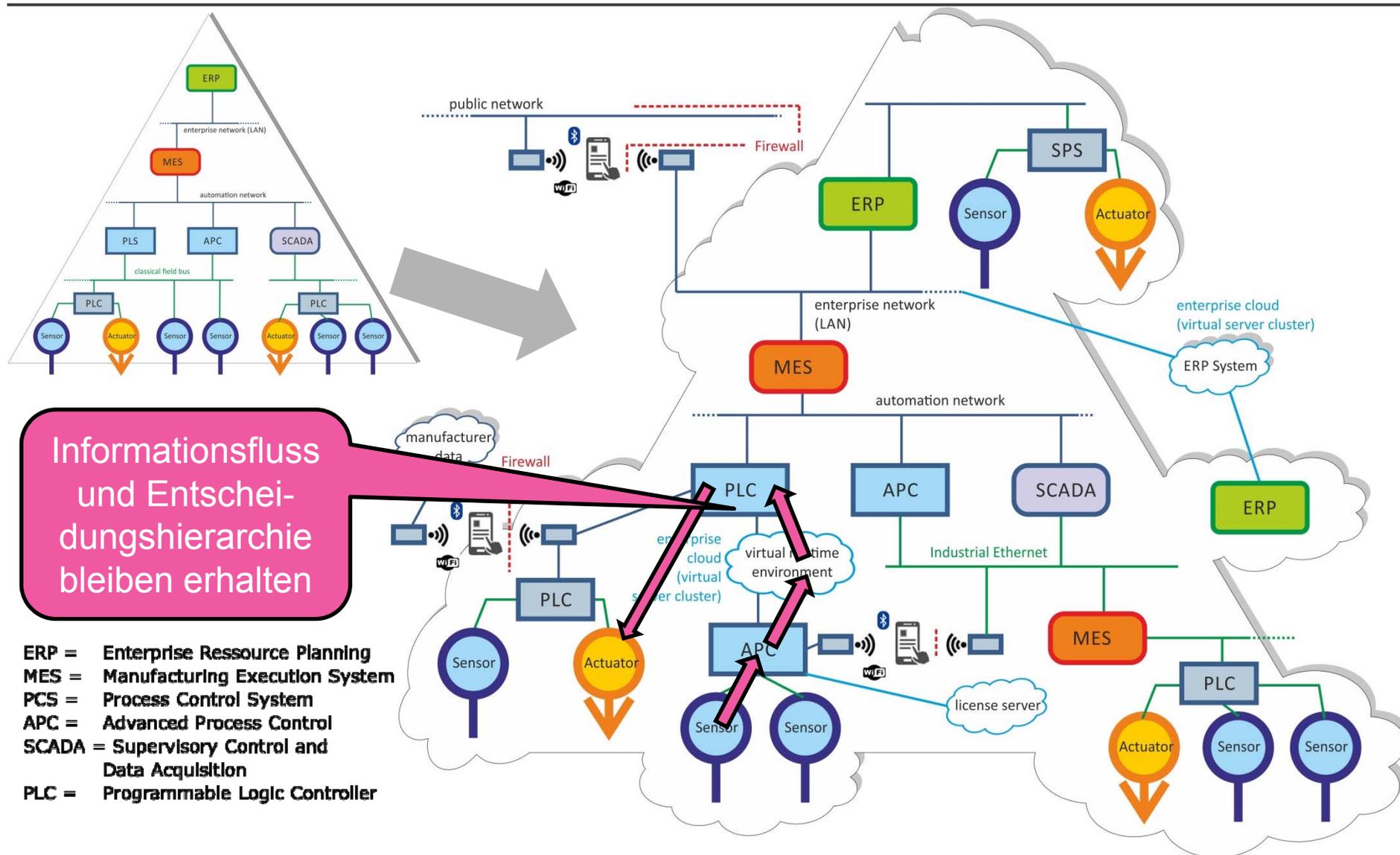
Perspektive 2



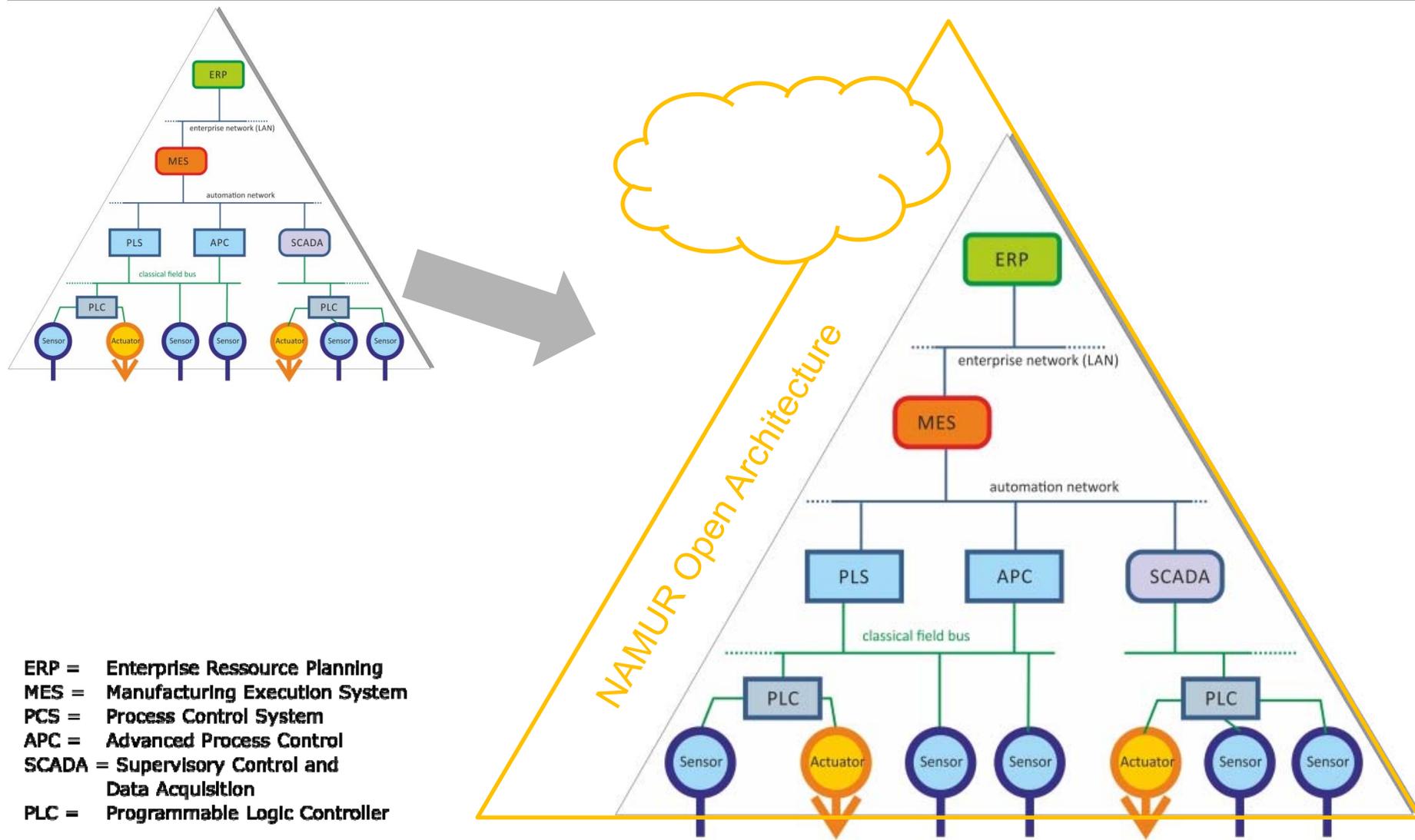
Vereinfachte Bedienung mit mobilen Endgeräten



Selbstorganisierende Systeme denkbar?



NOA – NAMUR Open Architecture?

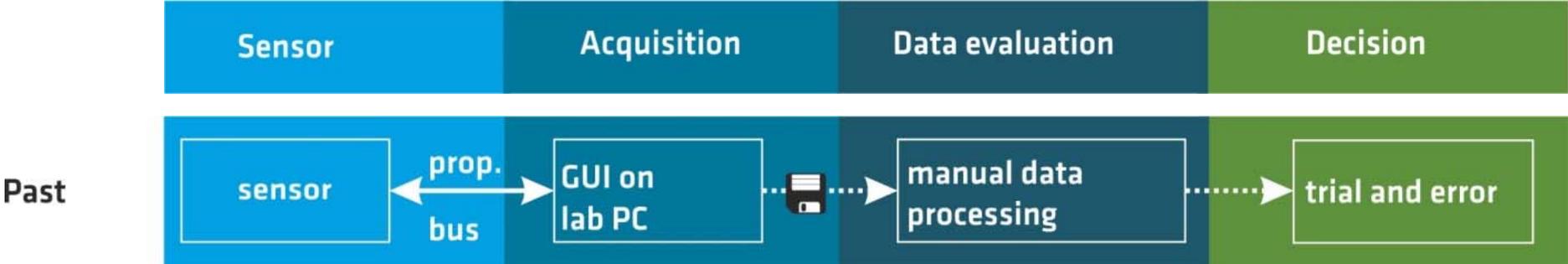


- ERP = Enterprise Ressource Planning
- MES = Manufacturing Execution System
- PCS = Process Control System
- APC = Advanced Process Control
- SCADA = Supervisory Control and Data Acquisition
- PLC = Programmable Logic Controller

Perspektive 3 – SPS und Serverfarm



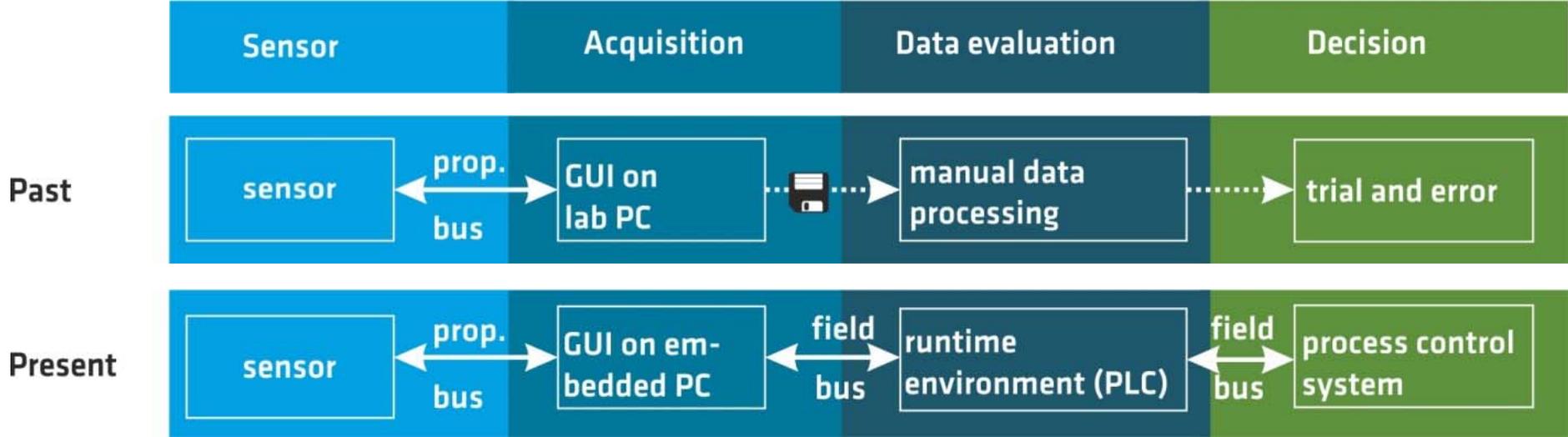
Nutzung von Laufzeitumgebungen



Perspektive 3 – SPS und Serverfarm



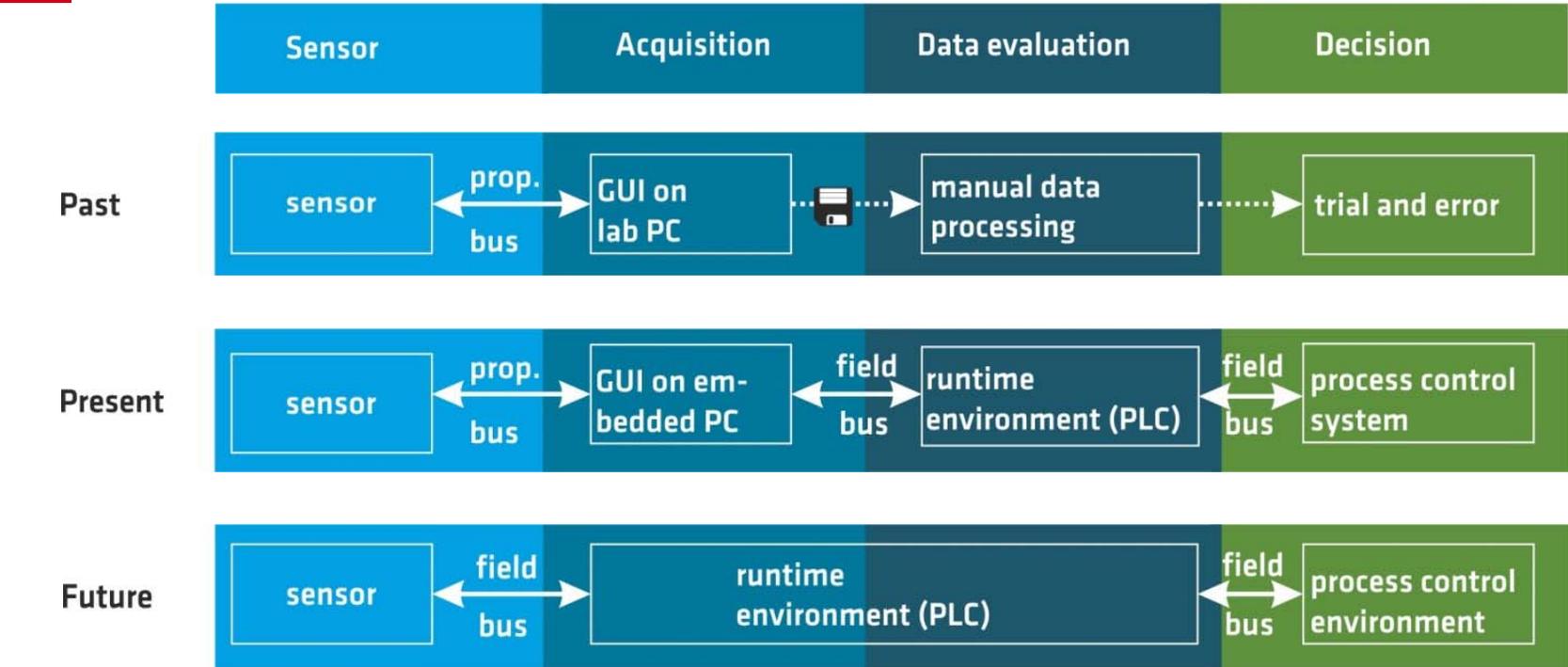
Nutzung von Laufzeitumgebungen



Perspektive 3 – SPS und Serverfarm

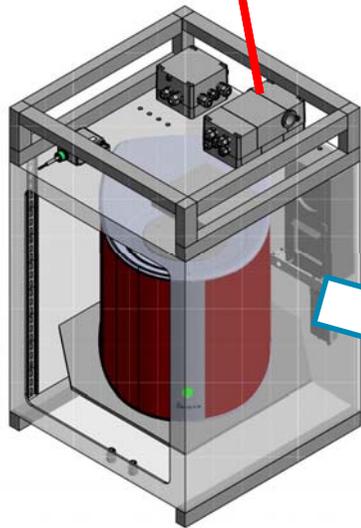


Nutzung von Laufzeitumgebungen



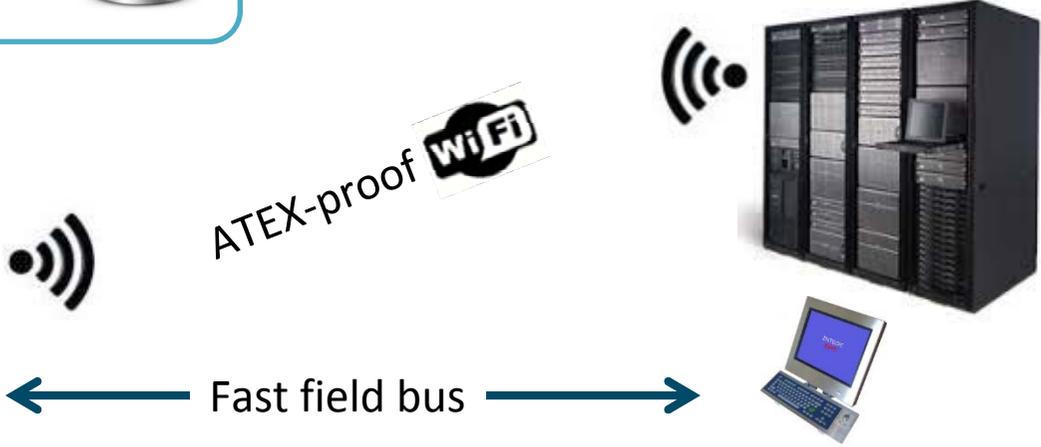
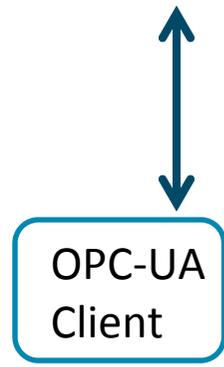
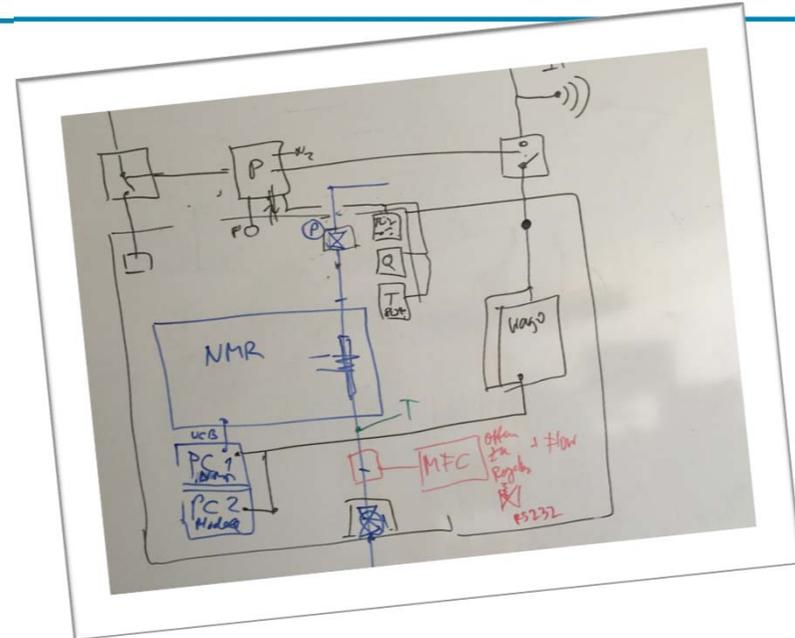
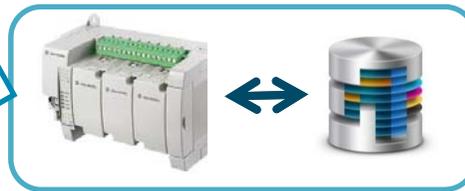
Communication concept

Safety Information
- Leakage, T , p



NAMUR
status signals

Conventional
4-20 mA



Das Projektteam



- Martin Blazek Evonik
- Martin Gerlach BTS
- Thorsten Pötter BTS
- Stefan Stieler Bilfinger
- Michael Kloska BASF
- Michael Theuer BASF
- Frank Grümbel Lanxess
- Ulrich Kaiser E+H
- Dieter Stolz Siemens
- Armin Gasch ABB
- Eckhard Roos Festo
- Michael Deilmann Krohne Messtechnik
- Karsten Rebner Hochschule Reutlingen
- Stefan Löbbecke Fraunhofer ICT
- Michael Maiwald BAM



Freier Download



<http://www.namur.net/> → Arbeitsfelder → AK 3.6 Analysenmesstechnik

<https://www.vdi.de/technik/fachthemen/mess-und-automatisierungstechnik/industrie-40/>

The screenshot shows a website interface with several elements:

- Top Left:** NAMUR logo (red oval with white text) and a background image of industrial sensors.
- Top Right:** Logos for VDI, VDE, and NAMUR. Text: "VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik".
- Center:** A large blue box with the text "Thesen und Handlungsfelder" and "Technologie-Roadmap „Prozesssensoren 4.0“". Below this, it says "November 2015".
- Bottom Left:** A blue box with the VDI/VDE logo and the text "VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik". Below this is a word cloud with terms like "DIGITALE TRANSFORMATION", "INGENIEURE INDUSTRIE 4.0", "GRÜNBUCH", "DIGITALISIERUNG", "ARBEIT DER ZUKUNFT", "WEISSBUCH", "INGENIEUR", "INDUSTRIE", "WETTBEWERBSFÄHIGKEIT", "LEBENS-LANGES LERNEN", "RATIONALISIERUNG", "ARBEITSSITUATIONEN", "CONNECTIVITY".
- Bottom Center:** A list of bullet points under the heading "Themen:":
 - Übertragung von Laborverfahren in die Prozesstechnik
 - Festlegung chemie- und pharmaspezifischer Anforderungen an Geräte
 - Formulierung von Entwicklungszielen für Gerätehersteller:
- Bottom Right:** A grey box with the text "Weitere Informationen" and a list of links:
 - Roadmap Sensorik 2005
 - Roadmap Sensorik 2009
 - Roadmap Sensorik 2015A blue arrow points to the "Roadmap Sensorik 2015" link.

Ausblick

Wie wird die Vision zur Mission?



Sensor- und Leittechnikhersteller

- Auf existierende Plattformen aufbauen
- Modulare Konzepte verfolgen
- Offene Standards verwenden

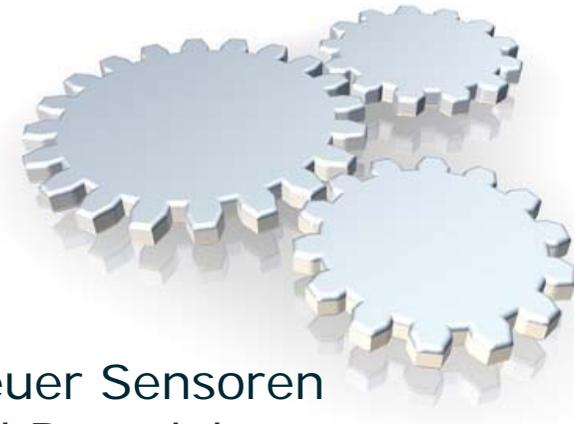
Forscher

- Implementierung, Test und Validierung neuer Sensoren in gemeinsamen Forschungsprojekten und Demolaboren
- Förderung durch anwendungsbezogene Forschungsprojekte

Prozessindustrie

- Implementierung, Test und Validierung neuer Sensoren
- Aufgeschlossenheit gegenüber Beteiligung in Forschungskonsortien

TRIALOG



Vielen Dank!



VDI/VDE-Gesellschaft
Mess- und Automatisierungstechnik