

Prof. Dr.-Ing. Alexander Fay

Durchgängiges Engineering von Leitsystemen

Integrated Plant Engineering Conference 2013 /
Konferenz für Durchgängige Anlagenplanung 2013

Nürnberg

20. März 2013

■ Prof. Dr.-Ing. Alexander Fay

- 1989-1995 Studium Elektrotechnik TU Braunschweig
- 1995-1998 wiss. Mitarbeiter FB Maschinenbau TU BS
- 1999-2003 im Forschungszentrum von ABB
- seit 2004 Leiter des Instituts für Automatisierungstechnik an der Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg
 - Forschung und Lehre im Themenfeld *Engineering*
Planung, Realisierung und Betrieb von Automatisierungssystemen
 - Grundlagen-Projekte mit Förderung durch DFG und BMBF
 - Kooperationsprojekte mit Automatisierungs-Herstellern und -Anwendern
 - Mitarbeit in Gremien von GMA, IEEE, IFAC, NAMUR, VDI, VDMA und ZVEI
 - seit 2002 Leiter des GMA-Fachausschusses 6.12
„Durchgängiges Engineering von Leitsystemen“
 - seit 2007 Vorsitzender des GMA-Fachbereichs 6
„Engineering & Betrieb automatisierter Anlagen“



Jeder Offizier der Bundeswehr erhält im Laufe seiner Verpflichtungsdauer (SaZ13) die Möglichkeit, ein Studium an einer der Unis der Bundeswehr zu absolvieren, mit anerkanntem Abschluss (Bachelor + Master in 4 Jahren).

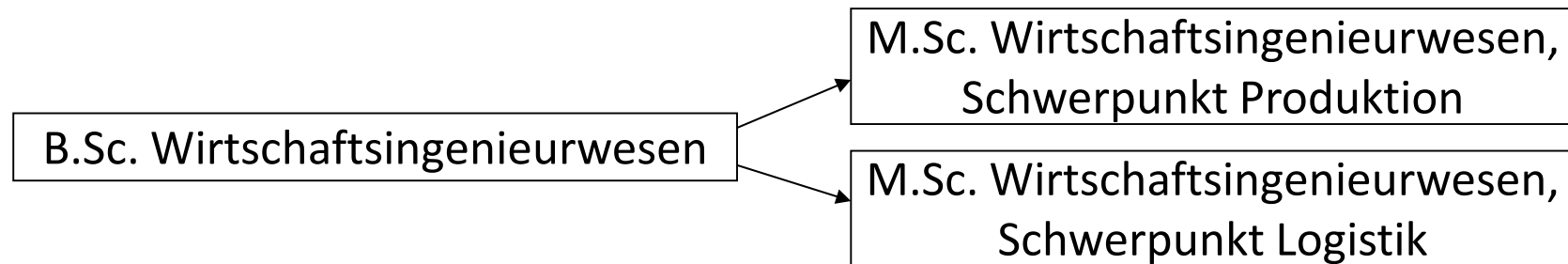
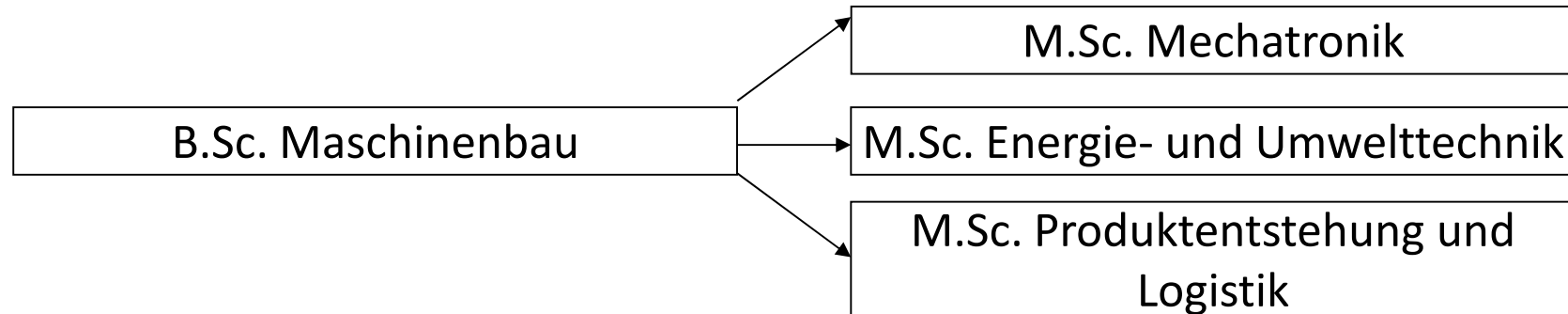


**2200 Studierende
4 Fakultäten
MB, ET, WiSo, GeiSo**

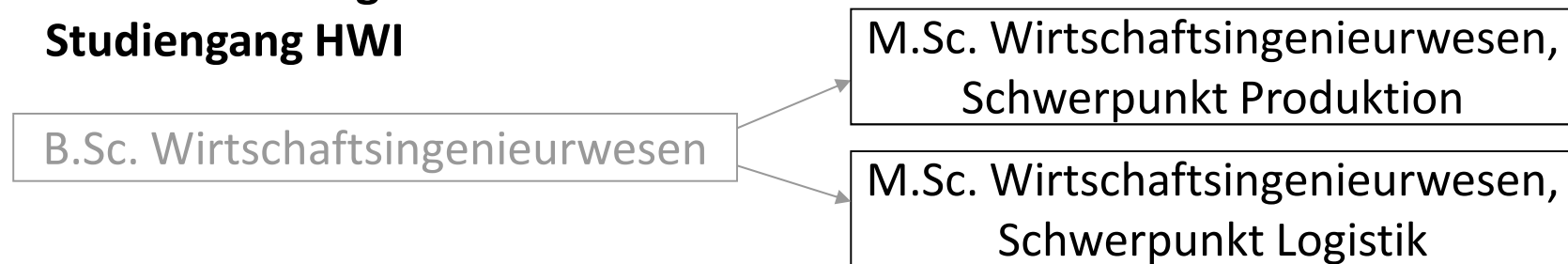
**Leitung, Verwaltung,
Studienbetrieb und
Forschung sind zivil
aufgebaut und orientiert.**

**Fakultät für Maschinenbau:
18 Professuren
15 Studierende / Professor
3 Studierende / Mitarbeiter**

■ Studiengänge mit automatisierungstechnischen Inhalten:

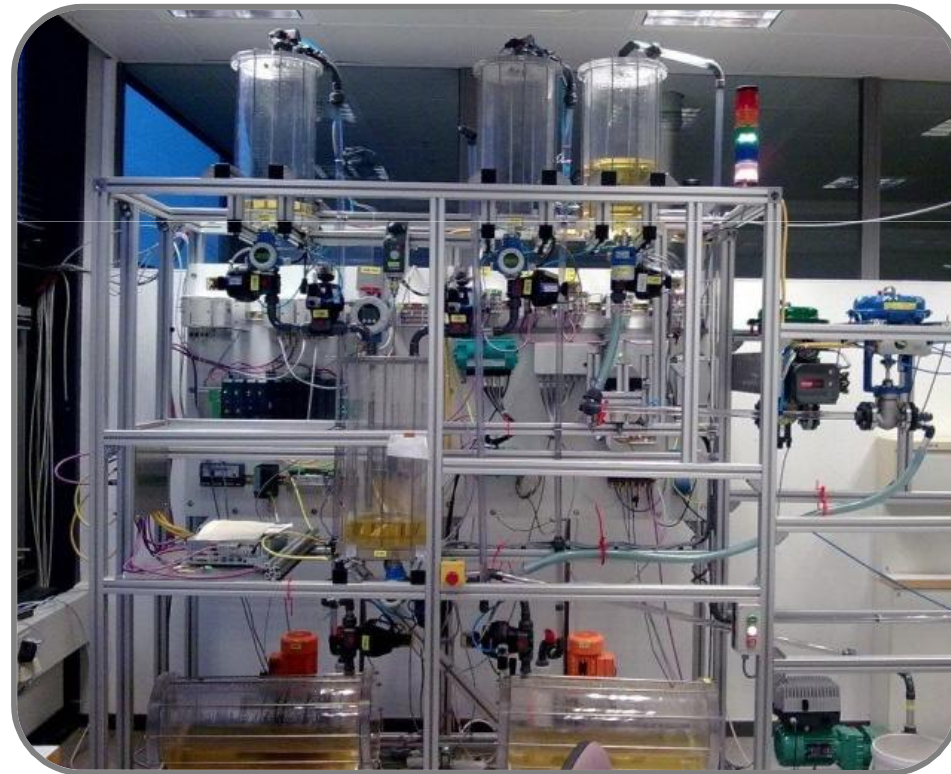


Hochschulübergreifender Studiengang HWI

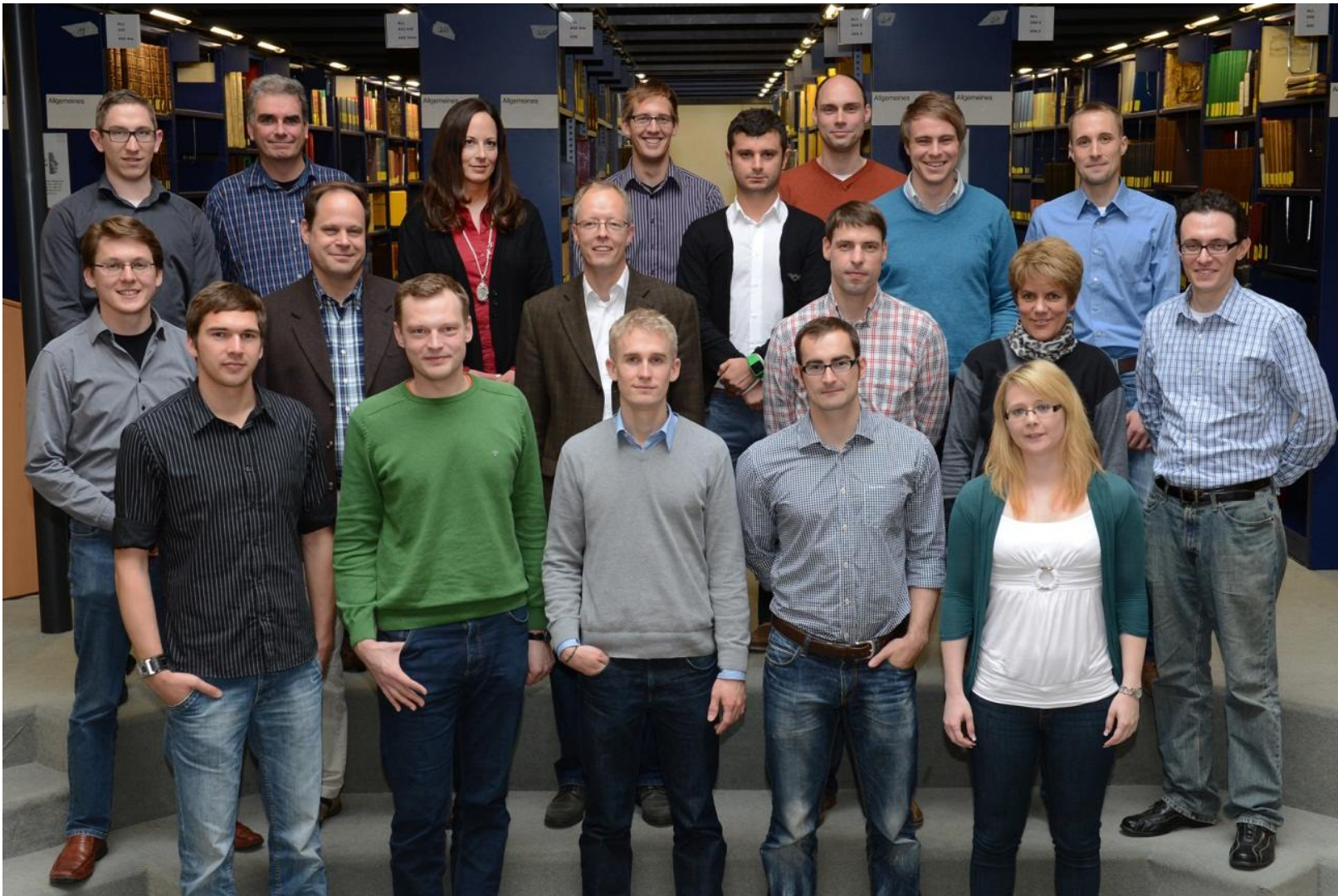


■ Labor Prozessautomatisierung

- Batch- und Konti-Prozess (Dosierung, Mischung, Destillation)
- Kommunikation: Profibus PA, Profibus DP & Foundation Fieldbus
- wahlweise dezentrale Steuerungen und/oder Remote I/O
- Leitsysteme
 - ABB 800xA (AC800M)
 - Emerson DeltaV
 - Simatic PCS7
- Planungssysteme
 - Comos PT
 - SmartPlant P&ID
- Prozess-Simulation
 - Dymola
 - SimulationX
 - Matlab & Simulink
 - ChemCAD



➔ **Durchgängiges Engineering in Lehre und Forschung**



Ein Team, ein Ziel: einfacheres Engineering automatisierter Systeme

- (1) Durchgängiges Engineering –
warum hier Effizienzpotentiale zu finden sind**
- (2) Engineering evaluieren und optimieren –
wie Sie den richtigen Hebel finden können**
- (3) Industrie 4.0: Neue Chancen für das
Engineering, aber auch neue
Herausforderungen**

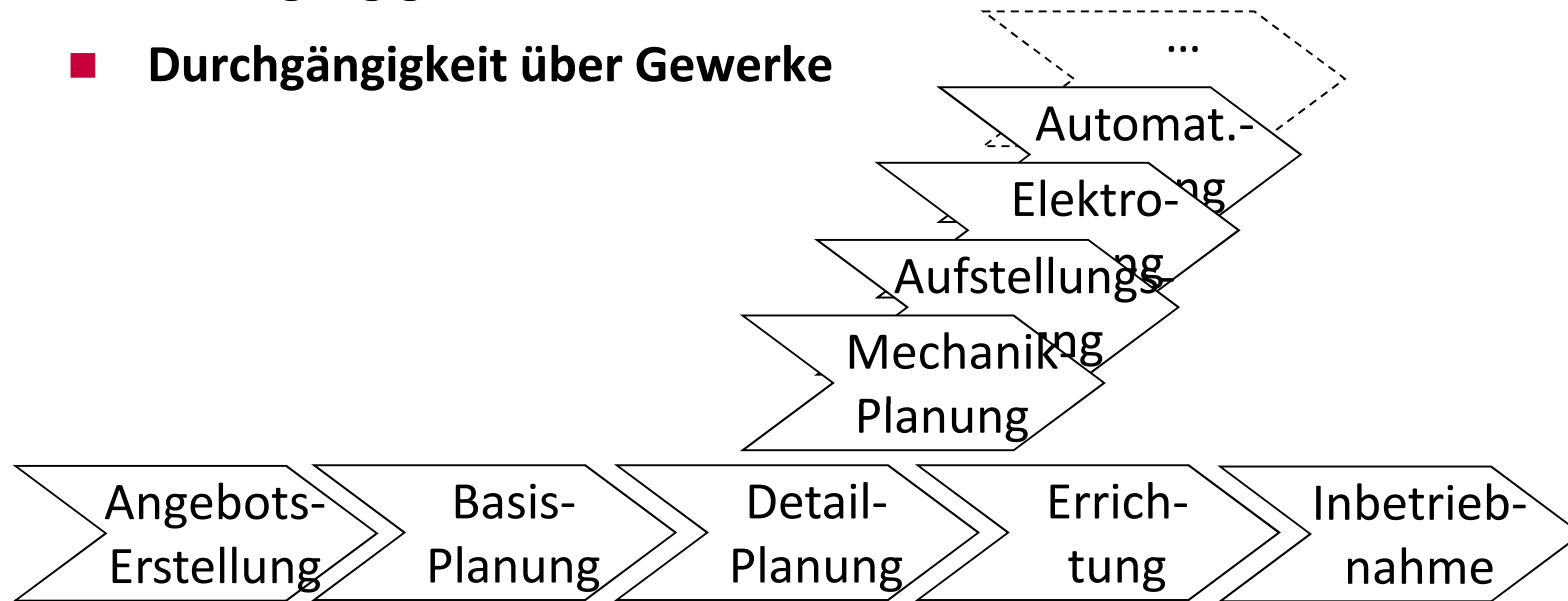
- (1) Durchgängiges Engineering –
warum hier Effizienzpotentiale zu finden sind**
- (2) Engineering evaluieren und optimieren –
wie Sie den richtigen Hebel finden können**
- (3) Industrie 4.0: Neue Chancen für das
Engineering, aber auch neue
Herausforderungen**

- **Durchgängigkeit im Engineering**
 - **Durchgängigkeit über Phasen**



■ Durchgängigkeit im Engineering

- Durchgängigkeit über Phasen
- Durchgängigkeit über Gewerke



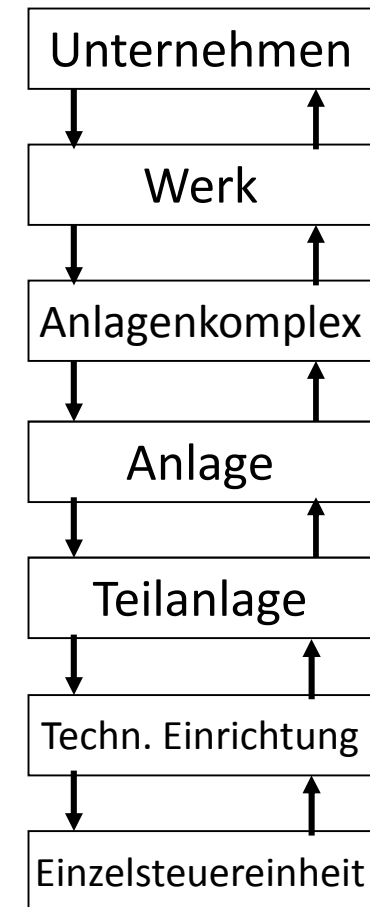
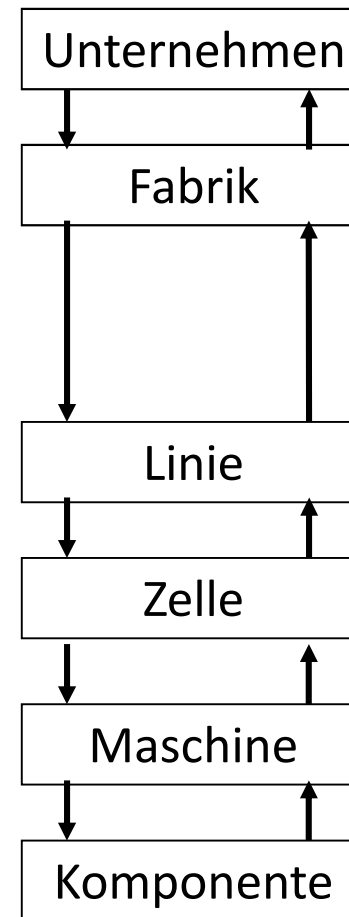
■ Durchgängigkeit im Engineering

- Durchgängigkeit über Phasen
- Durchgängigkeit über Gewerke
- Durchgängigkeit über Ebenen

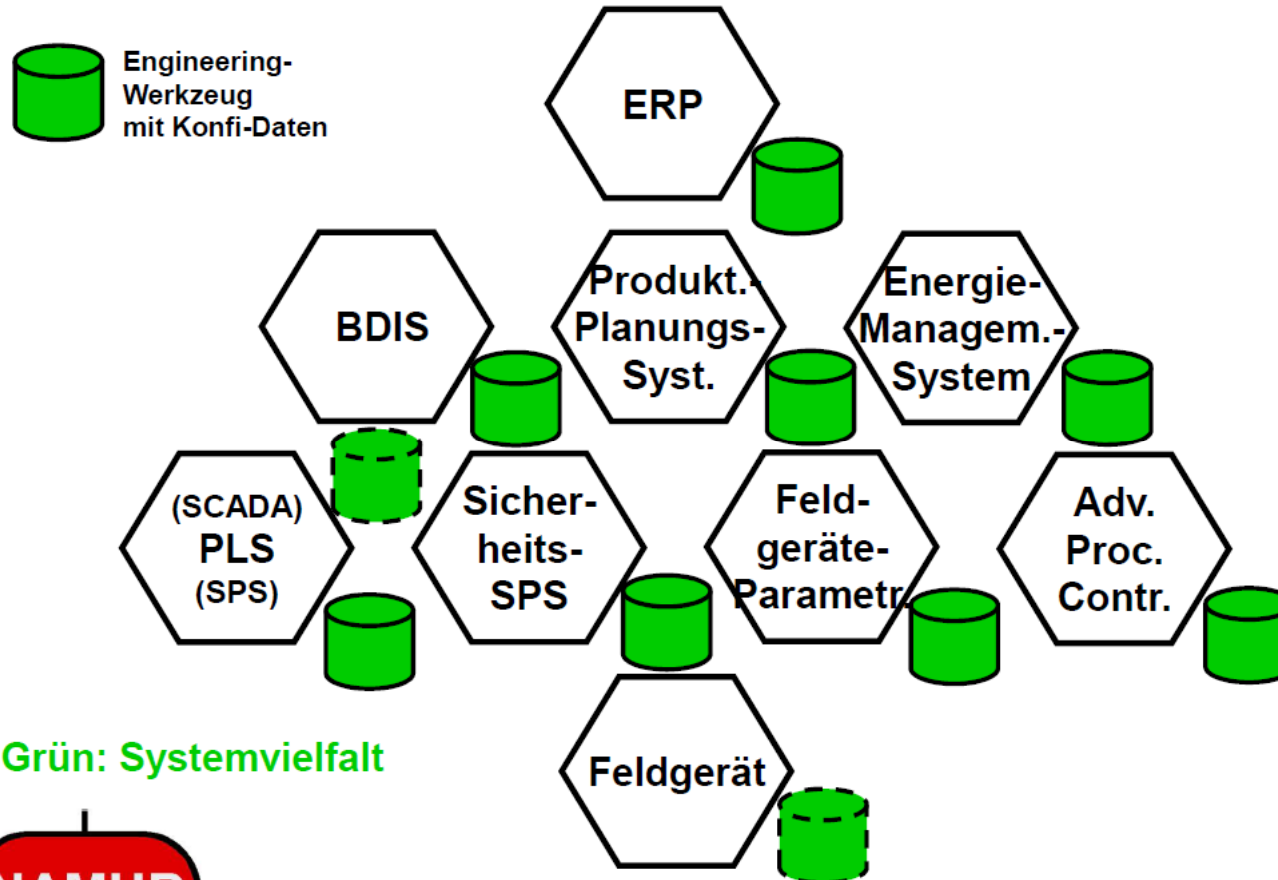


Kopplungen:

- räumlich
- fördertechnisch
- elektrisch
- informationstechnisch
- ...



Herausforderung PLT-Systemlandschaft

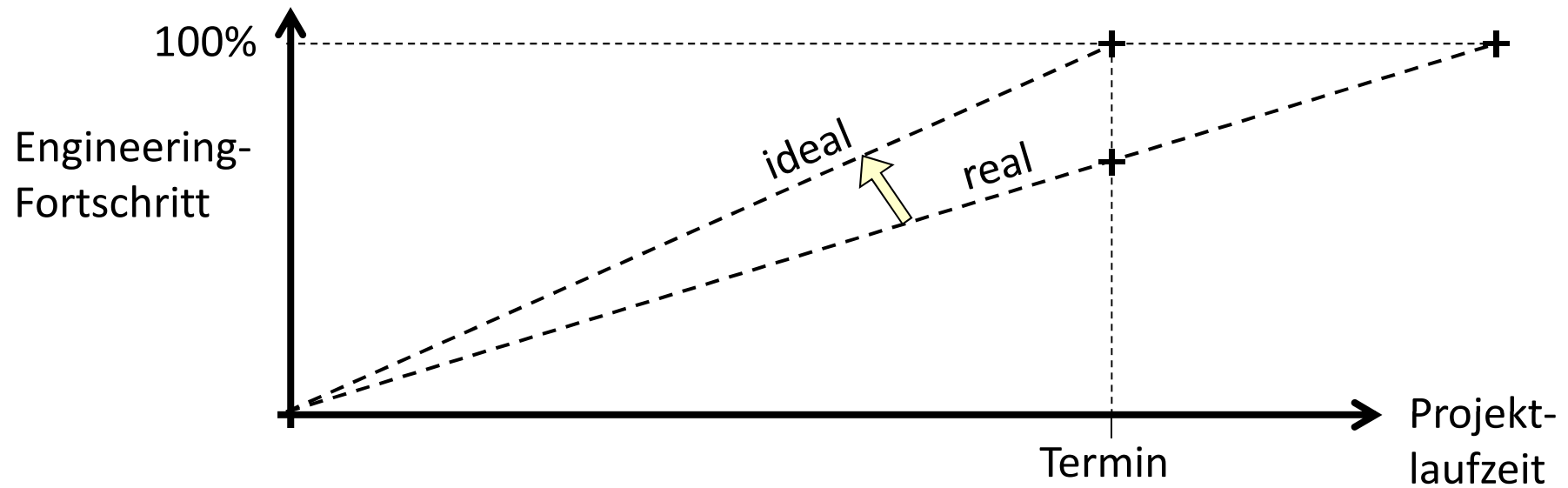


Grün: Systemvielfalt

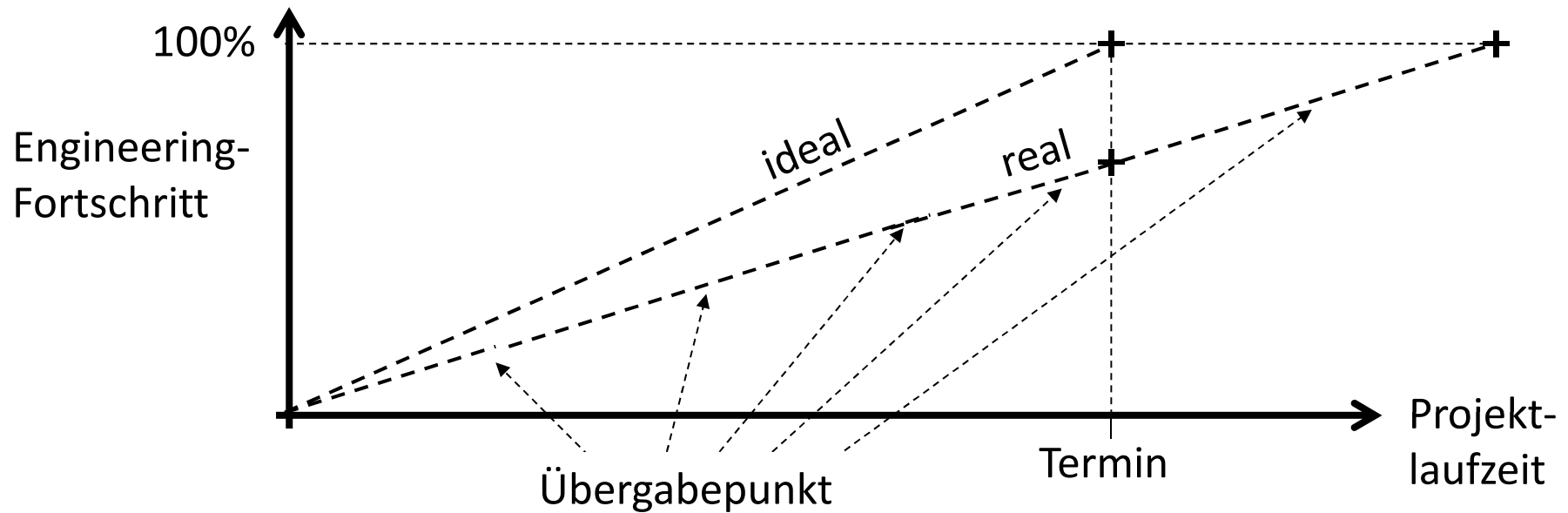
NAMUR

Integriertes Engineering

- 8 -

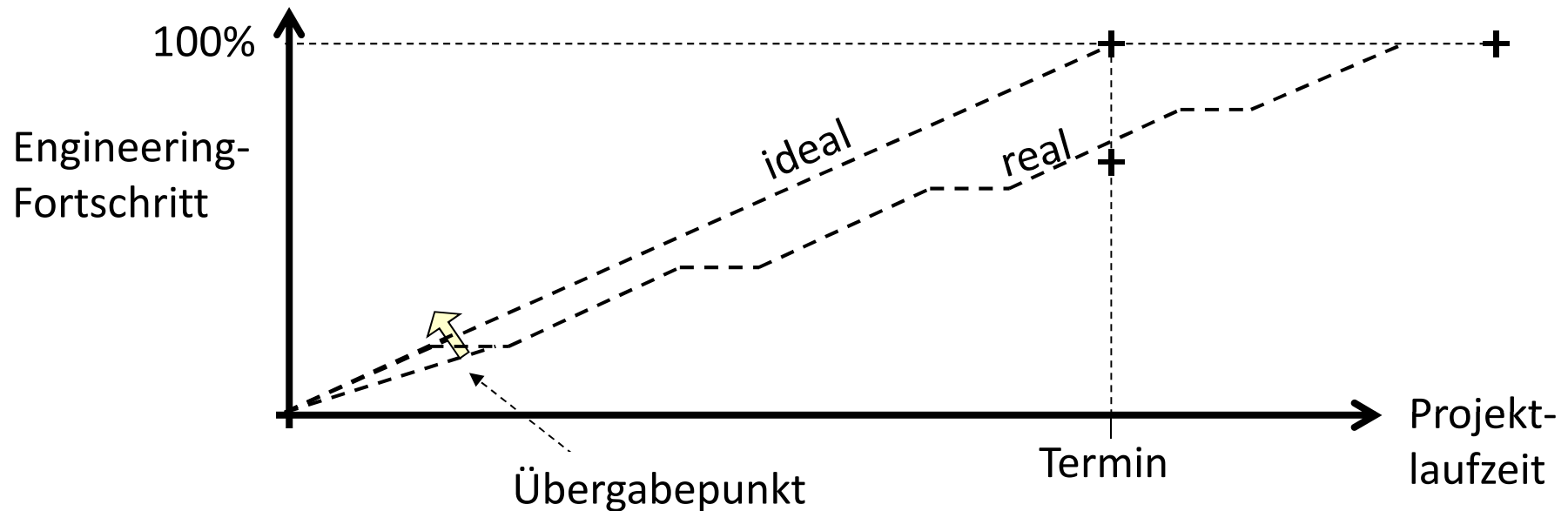


- **Optimierungspotential**
 - **mehr Effizienz bei der Durchführung von Engineering-Aufgaben**



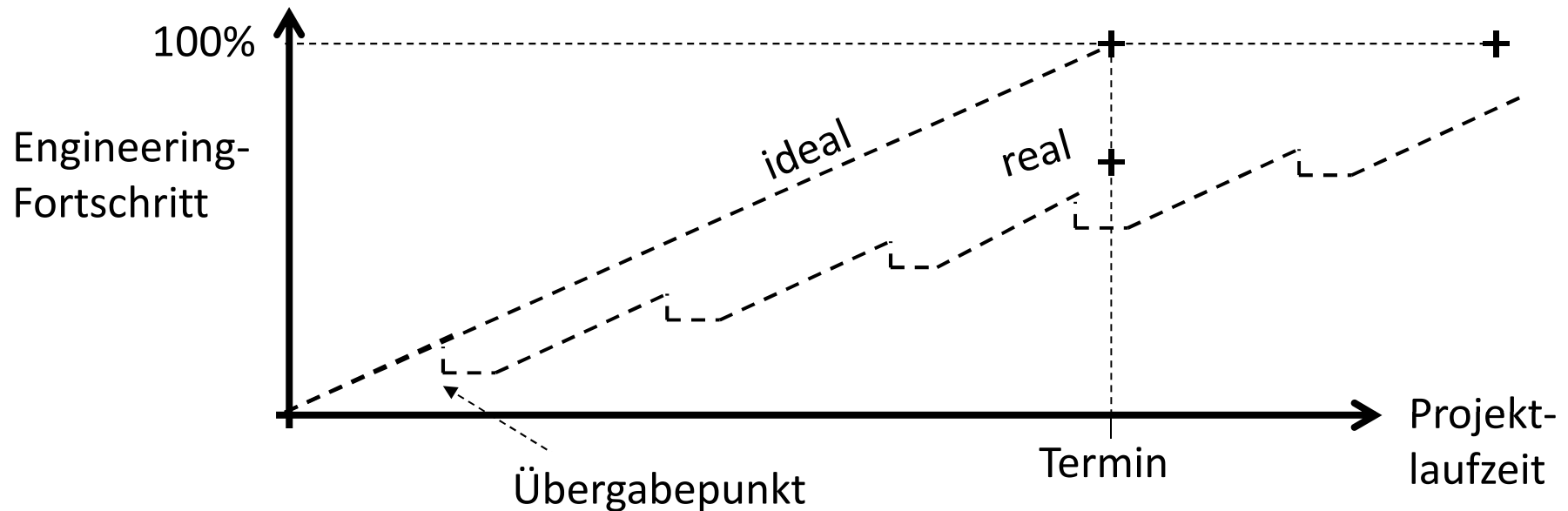
■ Optimierungspotential

- mehr Effizienz bei der Durchführung von Engineering-Aufgaben



■ Optimierungspotential

- mehr Effizienz bei der Durchführung von Engineering-Aufgaben
- Vermeidung von Zeitverlust an Schnittstellen



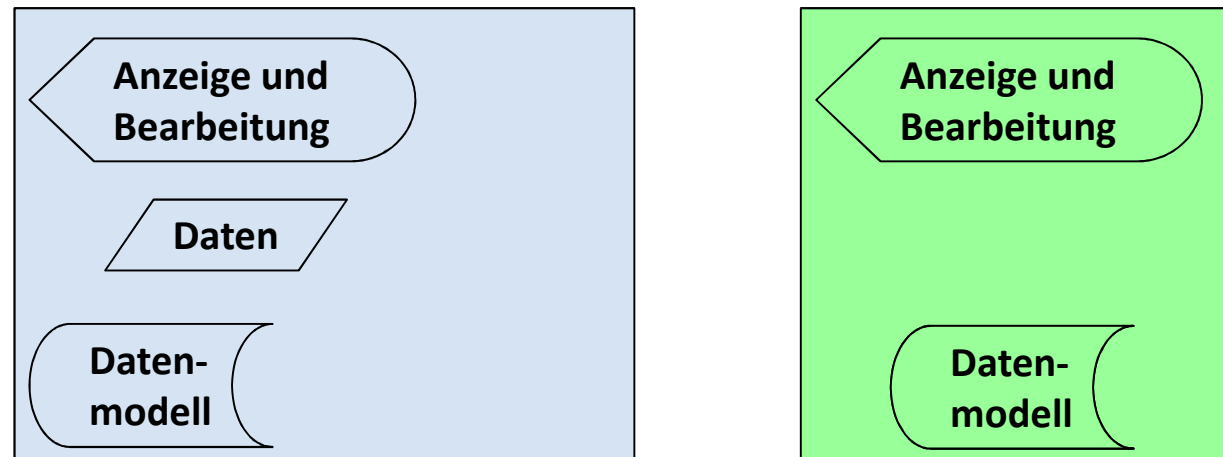
■ Optimierungspotential

- mehr Effizienz bei der Durchführung von Engineering-Aufgaben
 - Vermeidung von Zeitverlust an Schnittstellen
 - Vermeidung von Informationsverlust an Schnittstellen
- } durchgängiges Engineering

- **Effizienz-Verluste vermeiden**
 - z.B. durch gemeinsam genutzte Beschreibungsmittel für eine eindeutige Informationsweitergabe
 - z.B. durch gemeinsam über Gewerke hinweg genutzte Werkzeuge
 - z.B. durch geeignete organisatorische Maßnahmen
 - vorgeschriebene Prozesse, gemischte Teams, ...
- **Vielzahl von Möglichkeiten**

- **Interoperabilität zwischen Engineeringwerkzeugen verfolgt das Ziel, Konsistenz zwischen den Daten einer Werkzeugkette computergestützt, systematisch und wiederholt herstellen zu können.**
- **Verschiedene Lösungsansätze wurden dafür bisher entwickelt.**
- **Sie unterscheiden sich**
 - **hinsichtlich des Aufwands, der für die Abstimmung von Syntax, Semantik und Struktur aufgewendet werden muss,**
 - **hinsichtlich der Tiefe der Eingriffe in die beteiligten Werkzeuge,**
 - **hinsichtlich des Umfangs und des Automatisierungsgrades, mit dem anschließend Daten ausgetauscht werden können.**

- **Schnittstelle zwischen zwei Werkzeugen überwinden durch tiefe Integration**
- **Integration des Datenmodells des einen Werkzeugs in das andere**



- + Teile der Daten, die vom ersten Werkzeug erstellt werden, können problemlos in das zweite Werkzeug überführt werden.
- + Bidirektionale Aktualisierung möglich.
- Weiterentwicklung beider Werkzeuge muss synchronisiert werden.

- **Schnittstelle zwischen zwei Typen von Planungswerkzeugen herstellerneutral standardisieren.**
 - **Beispiel: NAMUR-Empfehlung 100:**
Planungswerkzeug Feldgeräte → Beschaffungs-Software Feldgeräte
 - **Beispiel: NAMUR-Schnittstelle (NAMUR AK 1.10):**
CAE-Werkzeug → Signalliste → PLS-Konfigurations-Werkzeug
siehe atp-edition, Heft 1-2/2012, S. 25-27
 - **Beispiel: VDMA Einheitsblatt 66415 Engineering**
Datenaustausch Mechanik-Elektrik-Software (in Planung):
 Datenaustausch Mechanik-CAD <> Elektro-CAD
 Datenaustausch Elektro-CAD <> SPS-Programmiersystem
- **Herausforderung:**
Wunsch nach Umfang bzw. Vollständigkeit
vs.
Zeit und Aufwand für Erstellung, Verbreitung, Einarbeitung

- **Bewertung des Umfangs und der Qualität von Export- und Import-Schnittstellen mit Hilfe einer Offenheitsmetrik:**

I. Export Functionality										III. Documentation		
1.) Export Format			2.) Identifier		3.) Formal requirements		4.) Library		5.) Completeness	1) Documentation		
a) Export of Open format (PLCOpen, Automation ML, ...)	b) Export of Proprietary data format (XML-Proprietary-Scheme, binary code, ...)	c) API for remote tool control	a) ID available for all objects	b) ID is stable for multi export	a) Version control: timestamp	b) Data integrity / authentication check	a) unique Reference: Element to library class	b) Export of related library class	a) percentage of completeness of considered data from 0 to 100 %	ed	b) Export / Import format documented	c) Import actions documented
0	1	0	1	1	1	0	1	1	100%		0	0
true/false	true/false	true/false	green/yellow	green/yellow	green/yellow	green red for safety	green/red	green/yellow	percentage	s	3.) Completeness	0
0,5			1		1	0	1		75%	lack about of actions	a) percentage of completeness of considered data from 0 to 100 %	IIA = rt Action c"
Rule (EF = ExportFormat = Red/Yellow/Green) "IF (a or c) THEN EF = GREEN; ELSE IF(b) THEN EF=YELLOW else EF = RED"			Rule (ID = Identifier) "if(a AND b) then ID=green else if(not a) then ID=red else ID=yellow"		Rule (V=Version) "If(a) Then V=Green else V=yellow"	Rule (DI=DataIntegrity) "if(b) Then DI=Green else DI=yellow"	Rule (Lib = Library) "if(a AND b) then Lib = green else if(a AND NOT b) then Lib = yellow else Lib = red"		Rule (CO = Completeness) "CO = a"	0	75%	
EX = (EF==RED) * (ID==RED) * (LIB==RED) * (0,5 + 0,4*ID + (EF + V + DI + Lib)/40)*CO												
72%												

- **siehe Drath / Barth / Fay: „Offenheitsmetrik für Engineering-Werkzeuge“, atp-edition, Heft 9/2012, S. 46-55.**

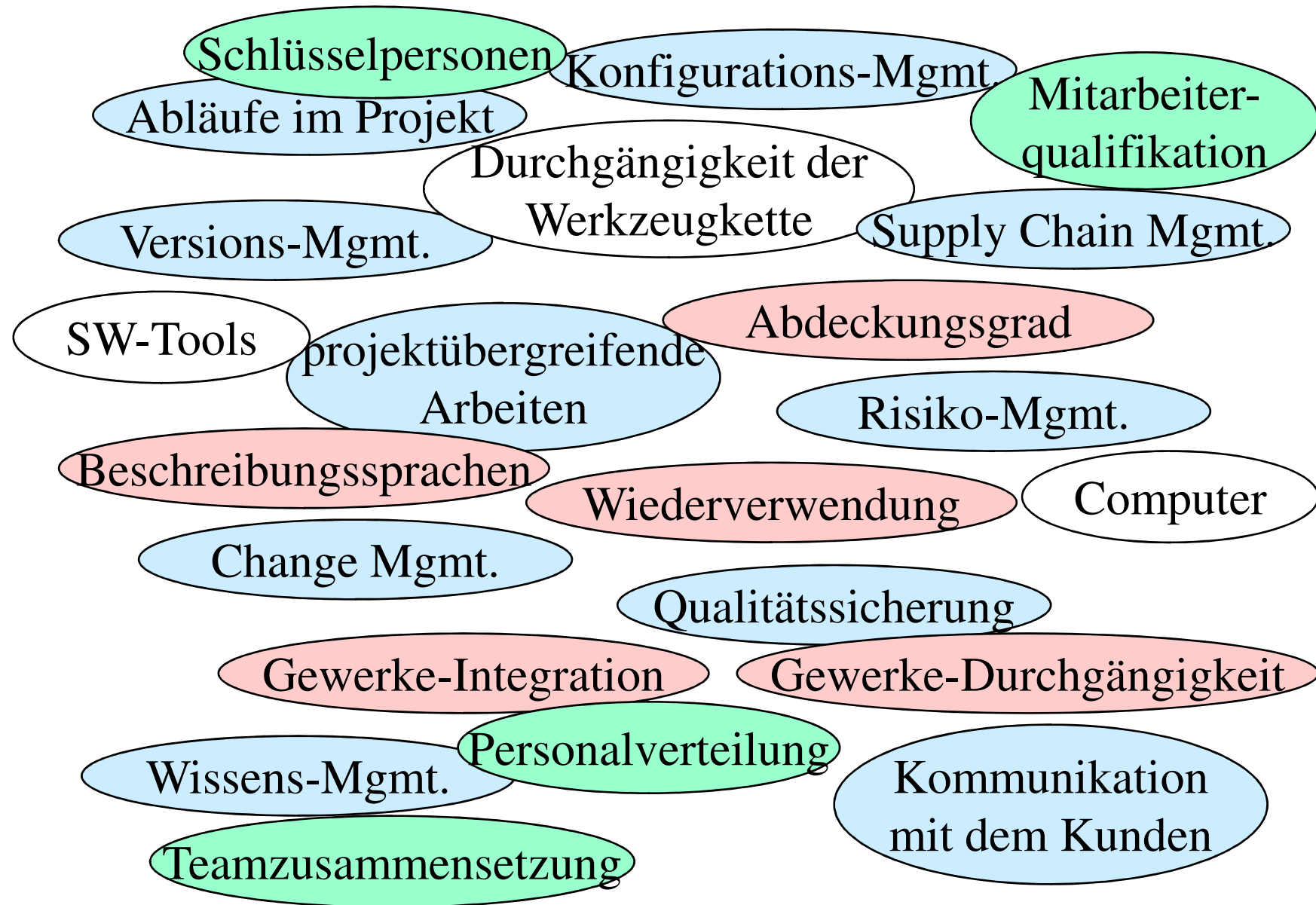
- **Effizienz-Verluste vermeiden**
 - z.B. durch gemeinsam genutzte Beschreibungsmittel für eine eindeutige Informationsweitergabe
 - z.B. durch gemeinsam über Gewerke hinweg genutzte Werkzeuge
 - z.B. durch geeignete organisatorische Maßnahmen
 - vorgeschriebene Prozesse, gemischte Teams, ...
- **Vielzahl von Möglichkeiten ... auch für Fehlinvestitionen!**

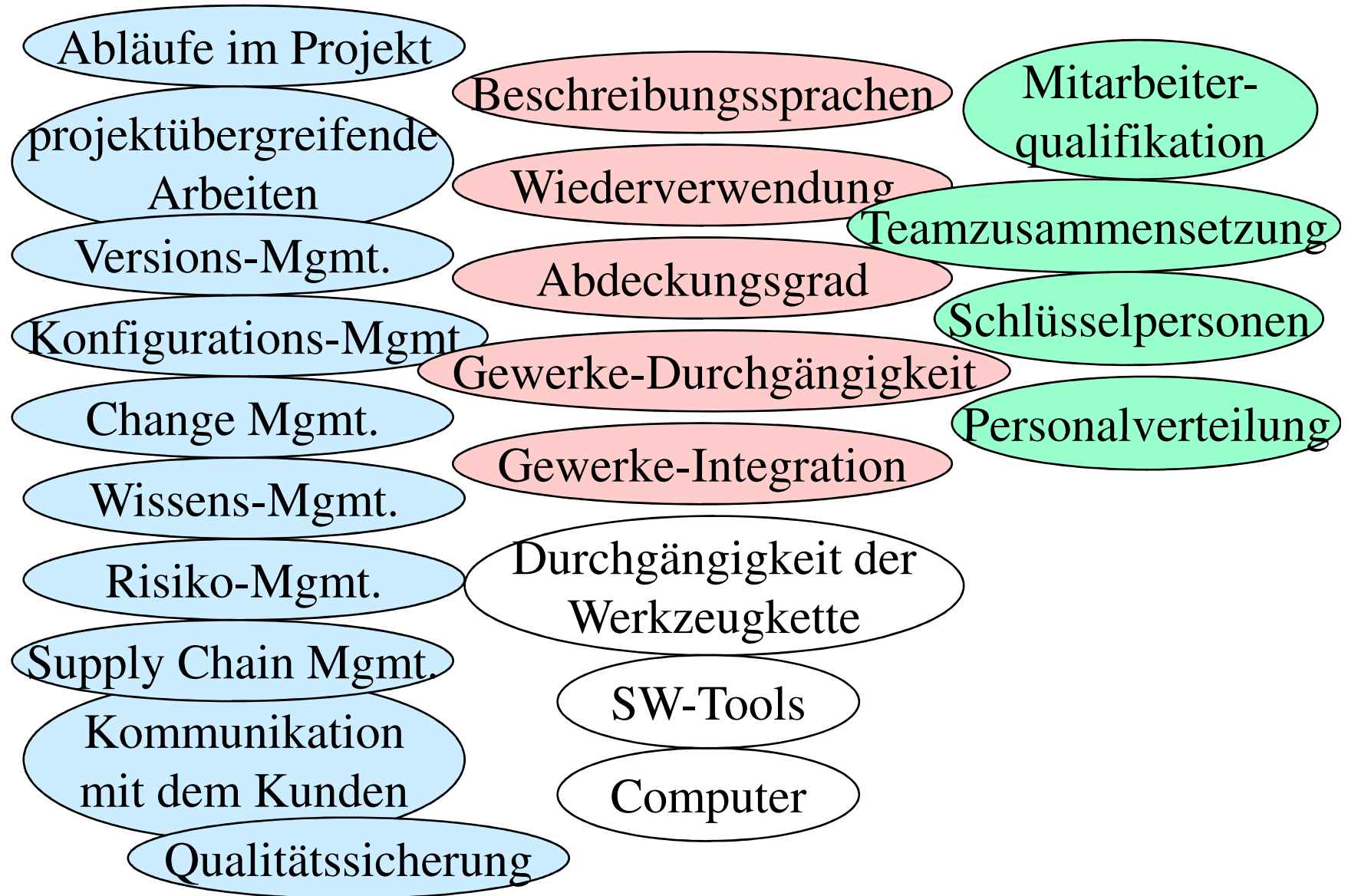
- (1) Durchgängiges Engineering –
warum hier Effizienzpotentiale zu finden sind**
- (2) Engineering evaluieren und optimieren –
wie Sie den richtigen Hebel finden können**
- (3) Industrie 4.0: Neue Chancen für das
Engineering, aber auch neue
Herausforderungen**

- **Bearbeitung des Themas
„Engineering von Anlagen - evaluieren und optimieren“**
- **Zusammentragen von dafür relevanten Aspekten**
 - Prozesse (Vorgehensmodelle, Management-Prozesse, ...)
 - Methoden (Modelle, Wiederverwendung, Gewerke-Durchgängigkeit, ...)
 - Hilfsmittel (Engineering-Werkzeuge, Werkzeugketten, ...)
 - Aufbauorganisation (Organisation, Teams, Qualifikation, Wissens-Mgmt., ...)
- **Sammlung und Strukturierung von Alternativen**
- **Methode zur Identifikation von Optimierungspotential**
- **Veröffentlichung als VDI-/VDE-Richtlinie 3695**
 - 5 Blätter veröffentlicht
 - mehrere Veröffentlichungen dazu

siehe: Fay / Schleipen / Mühlhause: „Wie kann man den Engineering-Prozess systematisch verbessern?“ - In: Automatisierungstechnische Praxis, Heft 1-2/2009, S. 80-85





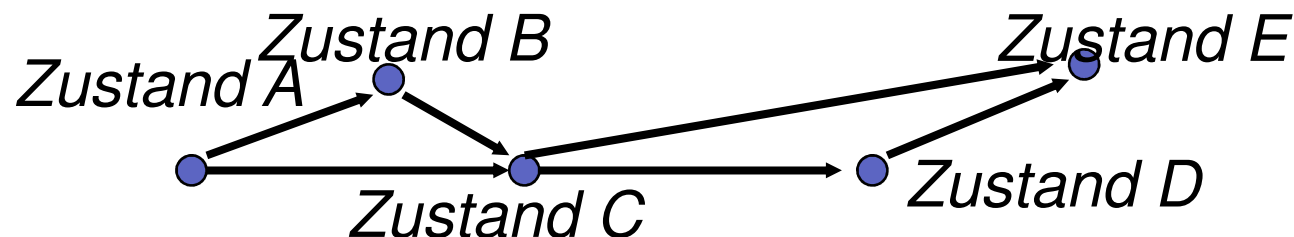


- Für jeden Aspekt lassen sich Zustände beschreiben, die eine Engineering-Organisation bezüglich dieses Aspekts einnehmen kann.
- Der Gedanke, dass diese auf einer Gerade liegen, die zielstrebig zum „Fortschritt“ führt, ist naheliegend – aber irreführend.



- Stattdessen: jeder Zustand kann für eine Organisation der für sie richtige, also das „Ziel“ der eigenen Bemühungen zur Verbesserung sein.

- aus gewissen Zuständen heraus sind andere erreichbar



■ Zielzustand 1:

- Planungsdaten einer Anlage bzw. Aspekte davon liegen im Rechner vor, sind jedoch nicht rechnergestützt auswertbar.
- Beispiele hierfür sind PDF-Dateien von Fließbildern oder als Bilddateien (JPG/BMP/TIFF) übermittelte Datenblätter von Anlagenkomponenten.
- Solche Dokumente sind im Sinne einer elektronisch archivierbaren Dokumentation erstellt worden, benötigen jedoch die menschliche Interpretation.
- Sie sind die elektronischen Nachfolger der auf ausgedruckten Zeichnungen basierenden Arbeitsweise der vergangenen Jahrzehnte.

Details siehe VDI-/VDE-Richtlinie 3695

■ Zielzustand 2:

- Die Planungsdaten einer Anlage liegen als rechnergestützt auswertbare Daten vor.
- Die jeweiligen Formate sind von Projekt zu Projekt gleich.
- Beispiele hierfür sind in XML-Dateien oder Excel-Tabellen überführbare Messstellen- oder Gerätelisten mit stets gleichem Aufbau.
- Die zugrundeliegenden Datenmodelle sind Teil der Excel-Tabellen oder der XML-Schemendefinition.

Details siehe VDI-/VDE-Richtlinie 3695

■ Zielzustand 3:

- Die Planungsdaten einer Anlage können direkt zwischen den Engineering-Werkzeugen ausgetauscht werden.
- Der Fortschritt gegenüber Zielzustand 2 ist, dass die eingesetzten Werkzeuge auch einen Daten-Import leisten können.
- Damit ist ein durchgängiger, verlustfreier und effizienter unidirektionaler Datenaustausch möglich.
- Der Austausch wird dabei manuell angestoßen. Der Ingenieur wird bei der Konsistenzsicherung und Datenzuweisung unterstützt.
- Ein Beispiel hierfür ist die Übertragung von Anlagenobjekten (Pumpen, Ventilen, Rohrleitungen, Behältern, etc.) aus verfahrenstechnischen Simulationswerkzeugen in die CAE-Systeme der Prozessleittechnik.

Details siehe VDI-/VDE-Richtlinie 3695

■ Zielzustand 4:

- Die Planungsdaten einer Anlage werden bei Änderungen automatisch zwischen den beteiligten Werkzeugen ausgetauscht.
- Auch die Konsistenzsicherung, Prüfung und Datenzuweisung erfolgen automatisch.

Details siehe VDI-/VDE-Richtlinie 3695

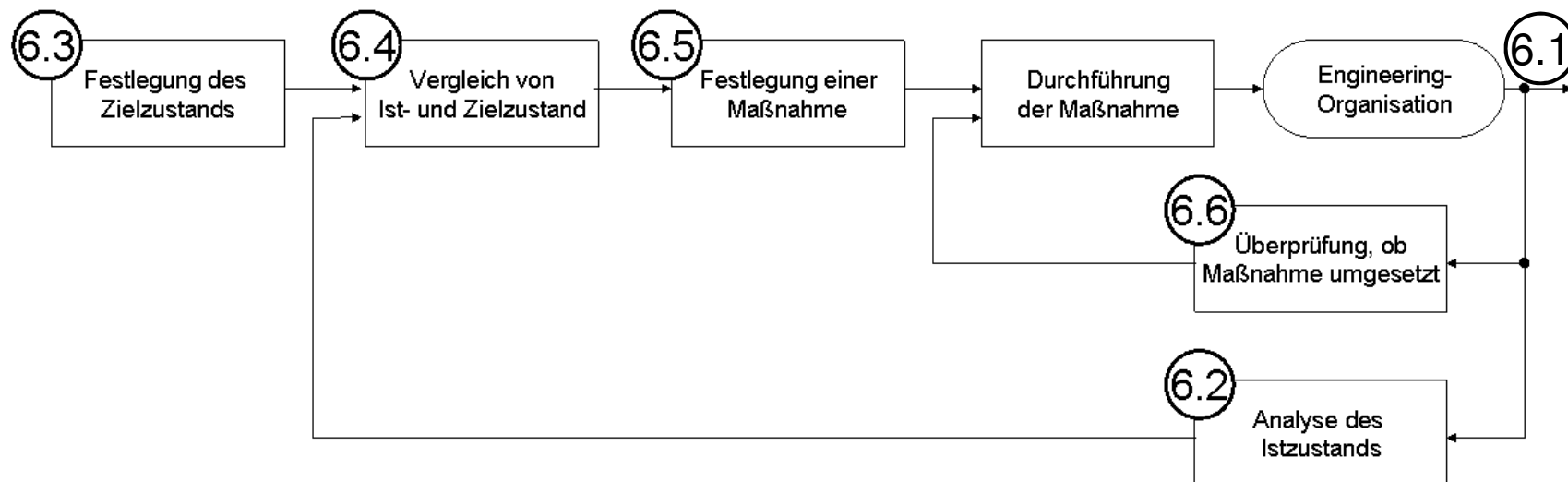
- **Wege zu Zielzustand 3 (und 4?):**
 - **Import-Funktionen in CAE-Werkzeugen**
 - **Vereinbarung von Schnittstellenformaten**
 - **Vereinbarung von Schnittstellen-Inhalten**
 - **Informations-Schnittmenge**
 - **Vereinbarung gemeinsamer Objektstrukturen**
 - **Informations-Vereinigungsmenge, z.B. gemeinsame Datenbank**

Details:

*siehe Drath / Fay / Barth: „Interoperabilität von Engineering-Werkzeugen“.
In: „Automatisierungstechnik“, Heft 7/2011, Oldenbourg Verlag*

- Welche Aspekte sind für meine Organisation relevant?
- Wo steht die eigene Organisation bezüglich dieser Aspekte?
- Welches wäre für meine Organisation der sinnvollste Zielzustand?
- Wie kann ich diesen erreichen?
- Was muss ich dabei beachten?

1. Festlegen der relevanten Aspekte
2. Analyse des Ist-Zustands
3. Definition des Ziel-Zustands
4. Vergleich von Ist- und Ziel-Zustand
5. Festlegen von Maßnahmen
6. Kontinuierliche Überprüfung



Quelle: VDI-/VDE-Richtlinie 3695

- **VDI-Richtlinie 3695**
„Engineering von Anlagen – evaluieren und optimieren“
 - *heranziehen*
 - *anwenden*
- **Keine Patentrezepte erwarten**
 - Wenn etwas für alle gleich gut wäre, hätten wir es längst alle.
- **Ehrliche Bestimmung des Ist-Zustands**
 - „Gelebte Praxis“ statt „Dienstvorschrift“ zählt.
- **Sinnvolle Bestimmung des Zielzustands**
 - Nicht immer ist der „höchste“ der angemessene Zustand.
- **Aspekte nicht isoliert betrachten**
 - Zusammenhänge (Voraussetzungen zwischen bestimmten Zielzuständen bestimmter Aspekte) berücksichtigen.
- **Feedback geben an den VDI**

- (1) Durchgängiges Engineering –
warum hier Effizienzpotentiale zu finden sind
- (2) Engineering evaluieren und optimieren –
wie Sie den richtigen Hebel finden können
- (3) Industrie 4.0: Neue Chancen für das
Engineering, aber auch neue
Herausforderungen**

■ Rückenwind durch „Industrie 4.0“:

Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern

UMSETZUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DAS ZUKUNFTSPROJEKT INDUSTRIE 4.0

Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0

Vorabversion

Berlin 2. Oktober 2012

Autoren: Promotorengruppe Kommunikation, **Forschungsunion**
Wirtschaft – Wissenschaft

- **Aus den „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“:**
- *„Smart Factories*, der Inbegriff des Zukunftsprojekts Industrie 4.0: In der *Smart Factory* herrscht eine völlig neue Produktionslogik: ... Die eingebetteten Produktionssysteme sind vertikal mit betriebswirtschaftlichen Prozessen in Fabriken und Unternehmen vernetzt und horizontal zu verteilen, in Echtzeit steuerbaren Wertschöpfungsnetzwerken verknüpft. Gleichzeitig ermöglichen und erfordern sie ein durchgängiges *Engineering* über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts einschließlich seines Produktionssystems hinweg.“ (Seite 2)
- *„...besteht Forschungsbedarf zu der horizontalen und vertikalen Integration von Produktionssystemen sowie zur Durchgängigkeit des Engineerings.“ (Seite 3)*

- **Aus den „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“:**
- „Die angestrebte digitale Durchgängigkeit des gesamten *Engineerings* und damit Verschmelzung der digitalen und realen Welt über den Lebenszyklus eines Produkts über Firmengrenzen hinaus und auch unter Einbeziehung von Kundenforderungen wirft folgende Hauptfrage auf: Wie können die Geschäftsprozesse einschließlich des *Engineering Workflows* mithilfe von CPPS durchgängig gestaltet werden?“ (Seite 26)
- → Cyber Physical Systems als Lösung?
 - „Product-Lifecycle-Management, Produktionssystem-Lifecycle-Management, durchgängig genutztes virtuelles Anlagenabbild, Virtual Systems Engineering, durchgängiges disziplinübergreifendes Informationsmodell, wissensbasierte Unterstützung von Planung und Entwurf... “ (S. 26ff.)

- Mit „Industrie 4.0“ werden sich Produktionsanlagen verändern:
- „In der Produktion entstehen sogenannte *Cyber-Physical Production Systems (CPPS)* mit intelligenten Maschinen, Lagersystemen und Betriebsmitteln, die eigenständig Informationen austauschen, Aktionen auslösen und sich gegenseitig selbstständig steuern.“ (Seite 2)
- Beispiel gefällig?

Zur weiteren Motivation: Industrie 4.0



Quelle: www.samson.de

- Tablett-PC

**NAMUR**

Integriertes Engineering

- 35 -

Quelle: Vortrag Dr. Tauchnitz, NAMUR-Hauptsitzung Nov. 2012

Zur weiteren Motivation: Industrie 4.0

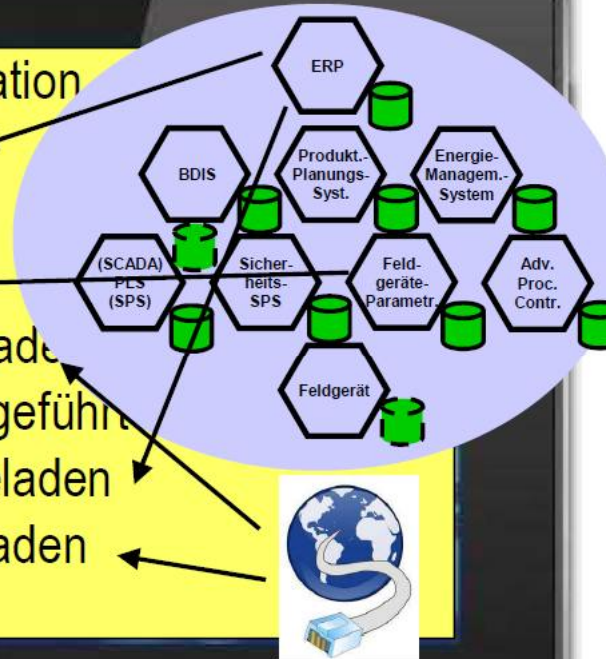
Welches Ventil soll ich ersetzen?
>> Y4711

Zur weiteren Motivation: Industrie 4.0

- ☑ Ich entspreche der Spezifikation des Technischen Platzes
- ☑ Parameter des Vorgängers übernommen
- ☑ Aktuelle Feldbusversion geladen
- ☑ Selbsttest erfolgreich durchgeführt
- ☑ Formular für Kalibrierung geladen
- ☑ Einbauanleitung auf PC geladen
- ☑ Werkzeuge mitnehmen!

Zur weiteren Motivation: Industrie 4.0

- ✓ Ich entspreche der Spezifikation des Technischen Platzes
- ✓ Parameter des Vorgängers übernommen
- ✓ Aktuelle Feldbusversion geladen
- ✓ Selbsttest erfolgreich durchgeführt
- ✓ Formular für Kalibrierung geladen
- ✓ Einbauanleitung auf PC geladen
- ✓ Werkzeuge mitnehmen!



- **Mit „Industrie 4.0“ werden sich Produktionsanlagen verändern:**
- „In der Produktion entstehen sogenannte *Cyber-Physical Production Systems (CPPS)* mit intelligenten Maschinen, Lagersystemen und Betriebsmitteln, die eigenständig Informationen austauschen, Aktionen auslösen und sich gegenseitig selbstständig steuern.“ (Seite 2)
- → Wie sieht dafür das Engineering aus?
 - Häufiger, schneller Wechsel der Anforderungen
 - Häufigeres, schnelles Hinzufügen oder Ersetzen von Produktionsmitteln
 - relevante Information verteilt im Cyber-Physical System
- → Keine Zeit und keine Möglichkeit für ein „klassisches“ Engineering!
- → Neue Methoden und Modelle für das Engineering nötig!

- **Im Engineering liegt noch viel Optimierungspotential, besonders an den Schnittstellen der Werkzeuge.**
 - **Verschiedene Lösungskonzepte im Wettbewerb**
- **Mit „Industrie 4.0“ werden sich Produktionsanlagen verändern und neue Engineering-Methoden erfordern.**
- **Bestandsaufnahme und Aktivitätsplanung nötig:**
 - **Welche Technologien und Methoden haben wir schon, die für die Zukunft tragfähig sind?**
 - **Für welche Probleme müssen neue Methoden und Modelle entwickelt werden?**
- **Gemeinsam packen wir das an...**
.... im GMA-Fachausschuss 6.12
„Durchgängiges Engineering von Leitsystemen“

Kontakt: alexander.fay@hsu-hh.de | www.hsu-hh.de/aut