

## **Forschungsbedarf für cyber-physical Systems im Kontext Industrie 4.0**

### **Der GMA-Fachausschuss 7.20 Cyber-physical Systems**

Prof. Dr.-Ing. Stefan Kowalewski  
GI-Tagung Architekturen 2014, Ladenburg, 07.07.2014

## **Die VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik · GMA**

Ziele - Aufgaben - Struktur - Aktivitäten

## Die GMA: Einleitung

GMA ist eine gemeinsame Fachgesellschaft des

- VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.
- VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.

ca. 22.000 persönliche Mitglieder

1.500 ehrenamtlich aktive Mitglieder in etwa  
ca. 75 Gremien und Fachausschüssen der GMA

25 Arbeitskreise in den Bezirksvereinen von VDI und VDE

## Vision und Mission der GMA (Juni 2011)

### **Vision**

Mit Messtechnik, Automatisierungstechnik und optischen Technologien gestalten wir die Zukunft unserer Gesellschaft.

Verantwortungsvoll engagieren wir uns für effiziente Prozesse, Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit.

Damit unterstützen wir aktiv den Technologie- und Wirtschaftsstandort Deutschland.

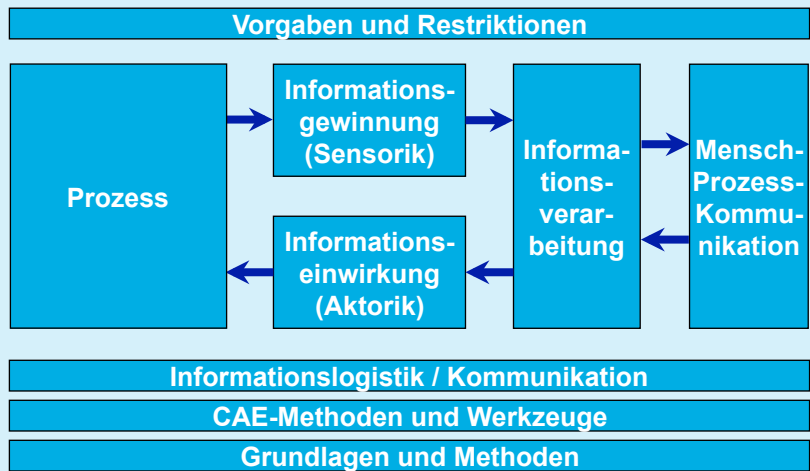
### **Mission**

Wir sind das Forum für die Menschen, die in Anwendung, Herstellung, Forschung und Lehre der Mess- und Automatisierungstechnik sowie den optischen Technologien tätig sind.

Wir fördern die Entwicklung und Verbreitung von Wissen und Erfahrung, identifizieren Zukunftstechnologien, fördern ihre Entwicklung und gestalten ihre Anwendungen.

Messtechnik, Automatisierungstechnik und optische Technologien ermöglichen bessere und neue Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen – national und global. Auf dieser Basis sorgen wir für die Akzeptanz der Mess- und Automatisierungstechnik sowie der optischen Technologien in Gesellschaft und Politik.

## Die Kernfelder der Mess- und Automatisierungstechnik



Folie 5 / Westerkamp / Januar 2013

## Struktur und Fachbereiche



Folie 6 / Westerkamp / Januar 2013

**Struktur der Fachbereiche und Ausschüsse in der GMA seit 09.11.2012**

Fachbereich 1	Fachbereich 2	Fachbereich 3	Fachbereich 4	Fachbereich 5	Fachbereich 6	Fachbereich 7	Fachbereich 8
<p><b>Grundlagen und Methoden der Mess- und Automatisierungstechnik</b></p> <p>1.10 Grundlagen der Messsysteme 1.11 Experimentelle Kalibrierung / Structural Health Monitoring 1.12 Eignungsnachweis von Mess- und Prüfprozessen 1.30 Modellbildung, Identifikation und Simulation in der AT 1.40 Theoretische Verfahren der Regelungstechnik 1.50 Methoden der Steuerungstechnik</p>	<p><b>Strukturanalyse</b></p> <p>2.10 Experimentelle Strukturanalyse / Structural Health Monitoring 2.11 Elektrische Messverfahren: DMS-Messtechnik 2.12 Strukturanalyse und -überwachung in der Bautechnik 2.13 Identifikation mech. Systeme – EMAUG 2.14 Biomechanik 2.15 Optische 2.16 Zustandsanalyse und -überwachung von Werkstoffen und Anlagen 2.17 Faseroptische Sensoren 2.20 Füllstandmesstechnik 2.40 Durchfluss von Masse und Volumen Temperatur und Feuchte 2.51 Angewandte Strahlungsthermometrie 2.52 Berührungsthermometrie 2.53 Gasfeuchtemessung</p> <p><b>Analysenmesstechnik</b></p> <p>2.61 Optische Analysenmesstechnik 2.62 Multigasensoren</p>	<p><b>Kalibrieren und Überwachung</b></p> <p>3.11 Prüfmittelüberwachung 3.12 Kalibrieren von Messmitteln für elektr. Größen 3.13 Messräume 3.14 IT-Schnittstellen im Prüfmittelmanagement</p> <p><b>Form und Oberfläche</b></p> <p>3.21 Formprüfung 3.23 Härteprüfung 3.24 Konturmessung 3.25 Oberflächennormung</p> <p><b>Koordinatenmesstechnik</b></p> <p>3.31 Koordinatenmessgeräte 3.32 Opt. 3D-Messtechnik 3.33 Computertomographie in der dimensionalen Messtechnik 3.34 Large Volume Metrology</p> <p><b>Nanomesstechnik</b></p> <p>3.40 Messen und Prüfen in der Mikro- und Nanometerbereich 3.41 Oberflächennanometrie im Mikro- und Nanometerbereich 3.44 Dimensionales Messen in der Mikro- und Nanometrie</p> <p><b>Blöðverarbeitung</b></p> <p>3.51 Blöðverarbeitung in der Mess- und AT</p> <p><b>Anwendungen</b></p> <p>3.61 Messen an Zahnrädern und Getrieben 3.62 Messen mechanischer Größen 3.63 Mess- und Prüfverfahren für die Schraubtechnik</p>	<p>4.12 Motion Control 4.13 Steuerung und Regelung von Robotern 4.14 Stellgeräte für strömende Stoffe 4.15 Mechatronik 4.16 Unkonventionelle Aktoren 4.17 Energie-Effizienz in Antrieben der Montage- und Handhabungstechnik</p>	<p><b>Industrielle Software</b></p> <p>5.11 Embedded Software 5.12 Echtzeitsysteme 5.14 Computational Intelligence 5.15 Agentensysteme 5.16 Middleware in der Automatisierungstechnik</p> <p><b>Industrielle Kommunikation</b></p> <p>5.21 Funkgestützte Kommunikation 5.22 Security 5.23 XML in der Automation</p> <p><b>Mensch-Maschine-Systeme</b></p> <p>5.31 Nutzergerechte Gestaltung von Maschinenbediensystemen 5.32 Nutzergerechte Gestaltung von Prozessleitsystemen</p>	<p><b>Engineering: Entwurf und Inbetriebnahme</b></p> <p>6.11 Computer Aided Control Engineering 6.12 Durchgängiges Engineering von Leitsystemen 6.13 Engineering von sicherheitsgerichteten Systemen 6.14 CAMP-D-A-CH-Forum 6.15 Zuverlässiger Betrieb Ethernet-basierter Bussysteme in der industriellen Automatisierung*</p> <p><b>Betrieb: Überwachung, Diagnose und Prozessführung</b></p> <p>6.22 Prozessführung und gehobene Regelungsverfahren 6.23 Plant Asset Management</p>	<p><b>Leittechnik in der Energietechnik</b></p> <p>7.11 Leittechnik in Kraftwerken 7.12 Leittechnik in konventionellen Kraftwerken 7.15 Regelung von Synchronmaschinen und Transformatoren 7.16 Netzregelung und Systemführung</p> <p><b>7.20 Cyber Physical Systems</b></p> <p>Gebäudeautomation 7.51 Barrierefreie Lebensräume Leittechnik im Fahrzeug und Verkehr 7.61 Automatisierungstechnik für Schienenverkehrssysteme 7.62 Steuerung und Regelung von Kfz und Verbrennungsmotoren 7.70 Automatisierungstechnische Verfahren in der Medizin</p>	<p>8.11 Röntgenoptische Systeme 8.12 Bildgebende Spektroskopie für die Fernerkundung 8.14 Mikroskopische Systeme 8.15 Prüfung von Kunststoffwellenlängen</p>

Folie 7 / Westerkamp / Januar 2013

**Der GMA-Vorstand 2013 – 2015**



**Vorsitzender:**  
Dr.-Ing.  
Kurt D. Bettenhausen,  
Siemens AG



**Stellvertretender Vorsitzender:**  
Prof. Dr.-Ing.  
Dirk Abel,  
RWTH Aachen



**Stellvertretender Vorsitzender:**  
Dr.-Ing.  
Peter Adolphs,  
Pepperl+Fuchs



**Prof. Dr.-Ing.**  
Gerald Gerlach,  
TU Dresden



**Dr.-Ing.**  
Michael Kramer,  
LED Linear



**Dipl.-Inform.**  
Christoph Winterhalter,  
ABB AG

Folie 8 / Westerkamp / Januar 2013

## Aktivitäten

- Mitgliederberatung
- Erarbeitung technischer Regeln: VDI/VDE-Richtlinien
- Inhaltliche Gestaltungen von Tagungen und Kongressen (mit dem VDI-Wissensforum)
- Veröffentlichungen
- Presse und Öffentlichkeitsarbeit
- Erfahrungsaustausch
- Aus- und Weiterbildung

Folie 9 / Westerkamp / Januar 2013

## Organ- und Mitgliederzeitschriften der GMA

Organe der GMA:

- at – Automatisierungstechnik (OWV)
- **et**z – Elektrotechnik+Automation (VDE-Verlag)
- atp-edition – Automatisierungstechnische Praxis (OIV)
- **open automation** (VDE-Verlag)
- **Photonik** (AT-Fachverlag)

Zeitschriften mit Mitteilungen der GMA:

- tm – technischen Messen (OWV)
- Mechatronik (I.G.T.)



rot: zur Belieferung der Mitglieder

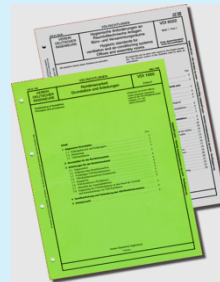
Folie 10 / Westerkamp / Januar 2013

## VDI/VDE-Richtlinien

Wichtige Ergebnisse der GMA-Fachausschüsse werden als VDI/VDE-Richtlinien veröffentlicht.

Richtlinien-Handbücher der GMA

- Prozessmesstechnik und Strukturanalyse
- Fertigungsmesstechnik
- Automatisierungstechnik
- Optische Technologien



## Stellungnahmen und Roadmaps



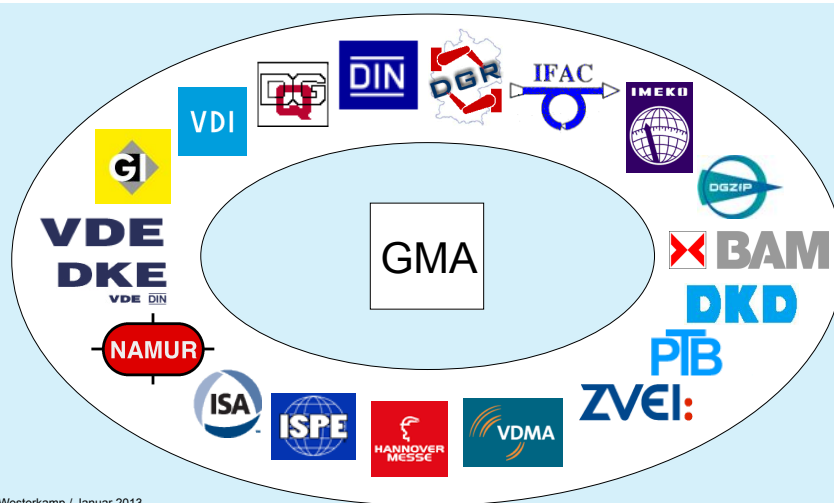
## Veranstaltungen

Etwa 10 Veranstaltungen pro Jahr  
mit insgesamt 1500 Teilnehmern (auch mit internat. Ausrichtung)

Beispiele:

- jährlicher Kongress AUTOMATION in Baden-Baden
- Steuerung und Regelung von Kraftfahrzeugen und Motoren
- Funkgestützte Kommunikation in der AT
- European Control Conference
- IFAC Symposium on Mechatronic Systems
- IMEKO Symposium on Photonics in Measurement
- Useware 2002, 2004, 2006, 2008, 2010
- Robotik 2000, 2002, 2004, 2006, ...

## Zusammenarbeit mit ...



## **Der GMA-Fachausschuss 7.20 Cyber-physical Systems**

Daten – Ziele – Mitwirkende – Ergebnisse

## **Zeitreihe**

- 30. Mai 2012 Gründung, Frankfurt
- 13. Juni 2012 Vorstellung in Session CPS auf der AUTOMATION 2012, Baden-Baden
- Keynote VDI-Mechatronik, 08. März 2013
- Präsentation Positionspapier und Panel, Hannovermesse 2013
- Podiumsdiskussion AUTOMATION 2013
- Präsentation Statusreport Forschungsbedarfe, AUTOMATION 2014



## Ziele

- Erarbeitung eines Verständnisses und einer  
Stellungnahme für Cyber Physical Systems aus Sicht der  
Automatisierungstechnik
- Gegenseitiger Erfahrungsaustausch
- Gegenseitige Information über Forschungsaktivitäten
  
- Sensibilisierung der AT-Community für Herausforderungen  
und Chancen durch CPS
- Etablierung der AT (GMA, VDI) als sichtbaren Gestalter  
der deutschen CPS-Aktivitäten

## Mitwirkende

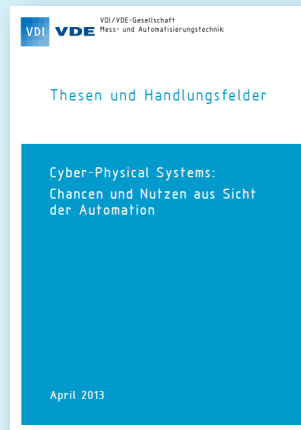
- Zzt. ca. 40 Mitglieder
- Wissenschaft u.a.:  
RWTH Aachen, TU Dortmund, TU Dresden, Uni Duisburg,  
DFKI Kaiserslautern, FhG IOSB Lemgo/Ilmeanu, ifak  
Magdeburg, TU München, UBW München, HS Pforzheim,  
Uni Saarbrücken, Uni Stuttgart
- Industrie:  
ABB, Bosch-Rexroth, Harting, Siemens, Weidmüller

## Positionspapier des GMA-Fachausschusses 7.20 „Cyber-Physical Systems“

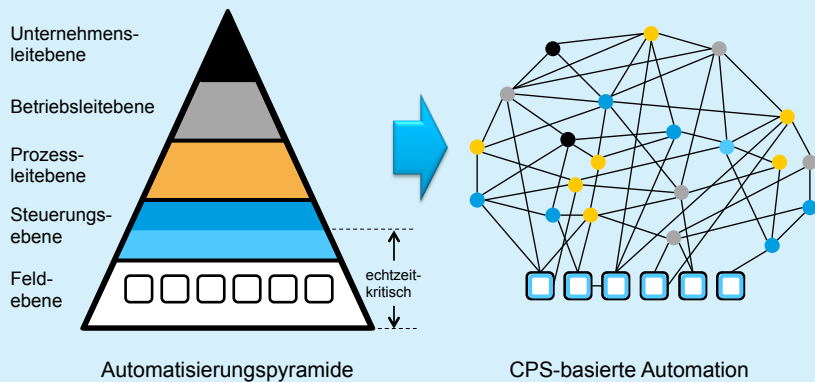
### Thesen und Handlungsfelder

„Cyber-Physical Systems:  
Chancen und Nutzen aus Sicht  
der Automation“

April 2013



## Von der Automatisierungspyramide zur CPS-basierten Automation



## Statusreport des GMA-Fachausschusses 7.20 „Cyber-Physical Systems“

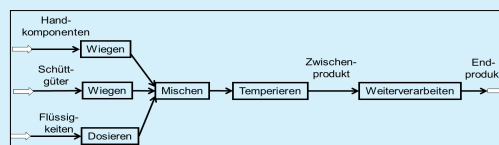
Industrie 4.0  
 CPS-basierte Automation  
 „Forschungsbedarf anhand  
 konkreter Fallbeispiele“  
 Juli 2014

- 3 Fallbeispiele
- 4 Themenbereiche

Als Konkretisierung und Ergänzung  
 des Whitepapers „Forschungs- und  
 Entwicklungsaktivitäten“ der  
 Plattform Industrie 4.0



## Fallbeispiel 1: Optimierung von Chargenprozessen im Mittelstand



(Quelle: Hochschule Pforzheim)

- Rezeptsteuerung
- Modifikation des Prozesses notwendig
- keine Ingenieurkompetenz vor Ort
- → Steuerrezepterstellung und Optimierung als Cloud-Service
- Beispiele für Forschungsbedarfe:
  - geeignete Modellierung für solche Dienste (Meta-Modelle)
  - Gewährleistung von Vertraulichkeit

## Fallbeispiel 2: Plug-and-Produce in modularen industriellen Anlagen

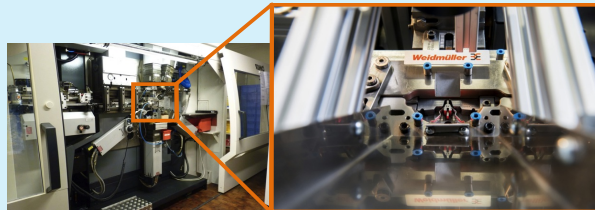


(Quellen: Hochschule Ostwestfalen-Lippe/Fraunhofer IOSB, SmartFactoryKL e.V.)

Folie 23 / Kowalewski / Juli 2014

- Austausch von Modulen nach Ausfall
- Automatische Eignungsprüfung, Anpassung und Integration des neuen Moduls
- 2 Szenarien: dezentrale vs. zentrale Automatisierungsstruktur
- Beispiele für Forschungsbedarfe:
  - formalisierte und semantisch eindeutige Anforderungs- und Fähigkeitsbeschreibungen
  - plattformunabhängige Beschreibungen der funktionalen Automatisierungskomponenten

## Fallbeispiel 3: Selbstkorrektur eines diskreten Fertigungsprozesses



(Quelle: Weidmüller Interface GmbH & Co. KG)

- Korrektur bei Maßabweichungen – heute manuell und bei stillstehender Anlage
- Ziel: automatische Anpassung
- Beispiele für Forschungsbedarfe:
  - Selbstoptimierungsalgorithmen
  - Sichere Vernetzung, Interoperabilität

Folie 24 / Kowalewski / Juli 2014

## Themenbereich 1: Übertragung von Standard-IT-Lösungen

- Beispiele: internetbasierte Kommunikation, dienste-orientierte Architekturen, Cloud-Computing
- Forschungsfrage: Wie können besondere Anforderungen der industriellen Produktion berücksichtigt werden?
- Aspekte:
  - Echtzeitfähigkeit von per se nicht echtzeitfähigen Diensten
  - Funktionale Sicherheit trotz Kommunikationsausfällen und Diensten von Dritten
  - Informationssicherheit

## Themenbereich 2: Anpassung von Automatisierungslösungen

- Ziel: Ausnutzung der Möglichkeiten durch CPS
- Beispiele:
  - Auslagerung von einzelnen Bestandteilen einer Methodik in externe (Cloud-)Dienste, z. B. Steuerrezepterstellung bei der Rezeptursteuerung
  - Durchführung komplexer Optimierungsaufgaben
- Beispiele für Forschungsbedarfe:
  - neue Architekturen. Was kann dezentral gelöst werden, was bleibt lokal, was kommt neu dazu?
  - neue Risiken für Informationssicherheit

## Themenbereich 3: Änderungsfähigkeit zur Laufzeit

- Beispiele:
  - Verbinden/Trennen von Komponenten
  - Hinzufügen/Entfernen von Diensten
- Zusammensetzung des Gesamtsystems zur Entwurfszeit nicht vollständig bekannt
- daraus entstehende Forschungsbedarfe:
  - adaptive Schnittstellen für semantisch korrekte Interaktion
  - transparente Anpassungen der Benutzerschnittstelle
  - Absicherung der Systemfunktionalität entweder prospektiv während Entwurfszeit oder reaktiv zur Laufzeit

## Themenbereich 4: Durchgängiges Systems-Engineering

- CPS-Technologie ermöglicht viel weitgehenderen Zugriff auf Informationen aus früheren Entwurfsphasen, Betriebsdaten, etc.
- Forschungsfrage: Wie können diese Informationen für ein durchgängiges Systems-Engineering ausgenutzt werden?
- Beispiele:
  - Umfassend und bruchloser Einsatz von Modelle von Systemen und Komponenten, z. B. zur Simulation beim Entwurf, für eine virtuelle Inbetriebnahme, zur Wartung und Diagnose im Betrieb insbesondere bei Störungen
  - Durchgängige Werkzeugkette mit Schnittstellen um Austausch von Daten und Modelleigenschaften zwischen Engineering-Schritten

## Vier Themenbereiche im Überblick

1. Übertragung von Standard-IT-Lösungen
2. Anpassung von Automatisierungslösungen
3. Änderungsfähigkeit zur Laufzeit
4. Durchgängiges Systems-Engineering

Der GMA 7.20 ist offen für weitere Mitwirkende.  
Nächste Sitzung:  
15.07.2014, 10:30, VDE, Stresemannallee, Frankfurt am Main,

Danke für die Aufmerksamkeit!