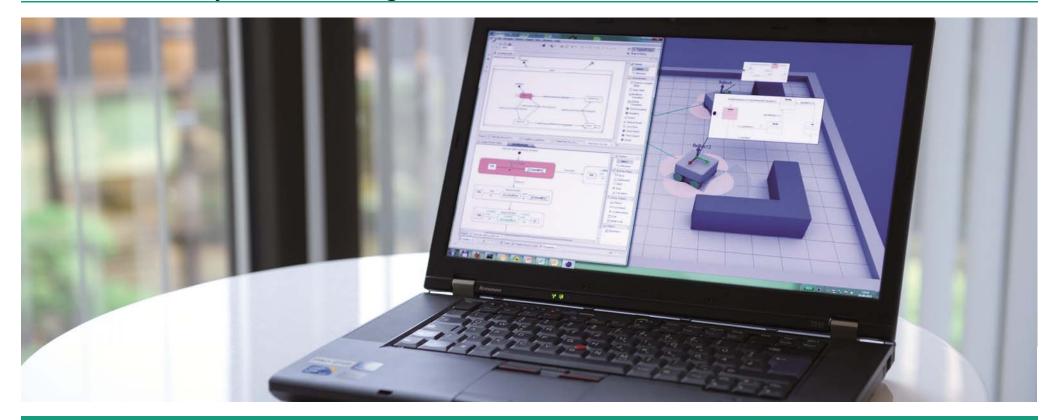
# ENTWURFSTECHNIKEN FÜR DIE FLEXIBLE VERNETZUNG VON PRODUKTIONSANLAGEN

07.07.2014, Jahrestagung der GI-Fachgruppe "Architekturen"

Dr. Matthias Meyer – Abteilungsleiter Softwaretechnik





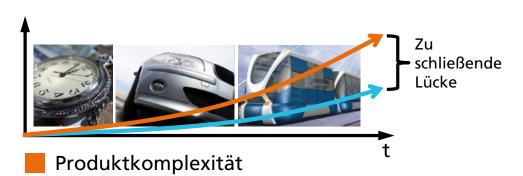


Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik

- Standort Paderborn
- Start im März 2011
- 51 Mitarbeiter



#### **Unsere Herausforderung:**



Leistungsfähigkeit der Entwicklungsmethoden

#### **Unsere Kompetenzen:**

- Produktentstehung: Fachdisziplinübergreifende Produkt- & Produktionssystemkonzipierung (Systems Engineering), Virtual Prototyping & Simulation, MID
- **Regelungstechnik:** Modellbildung & Simulation mechatronischer Systeme, Regelungsentwurf, HiL-Prüfstände und Prototypen
- Softwaretechnik: Prozesse, Methoden, Tools für die Entwicklung und Qualitätssicherung eingebetteter Software







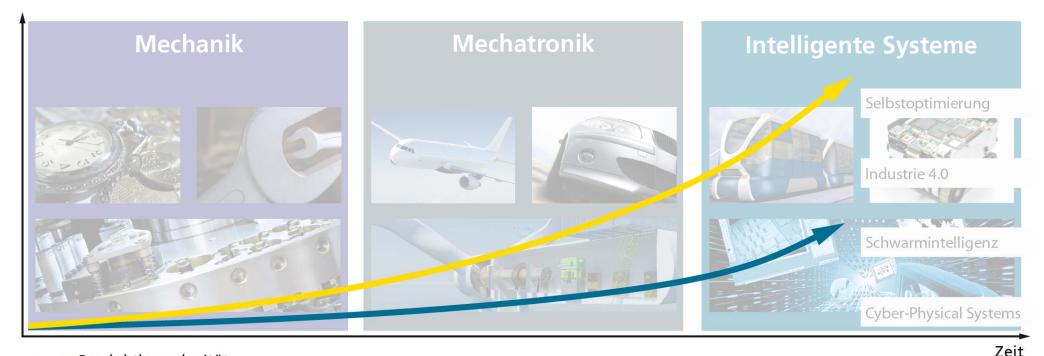






## Der Weg zu intelligenten technischen Systemen

### Handlungsbedarf: Entwurfstechnik Mechatronik



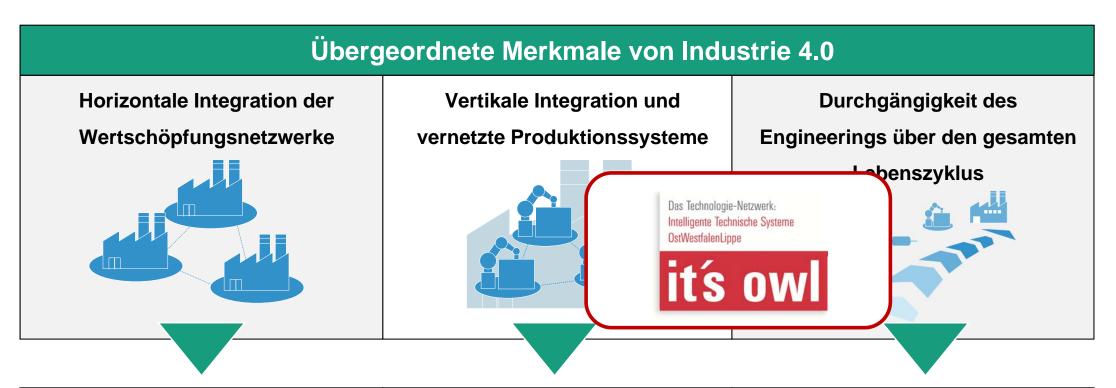
---- Produktkomplexität

Leistungsfähigkeit fachdisziplinspezifischer Entwicklungsmethoden

ZCIC



## Cyber-Physical Systems (CPS) in der Produktion führen zu Industrie 4.0



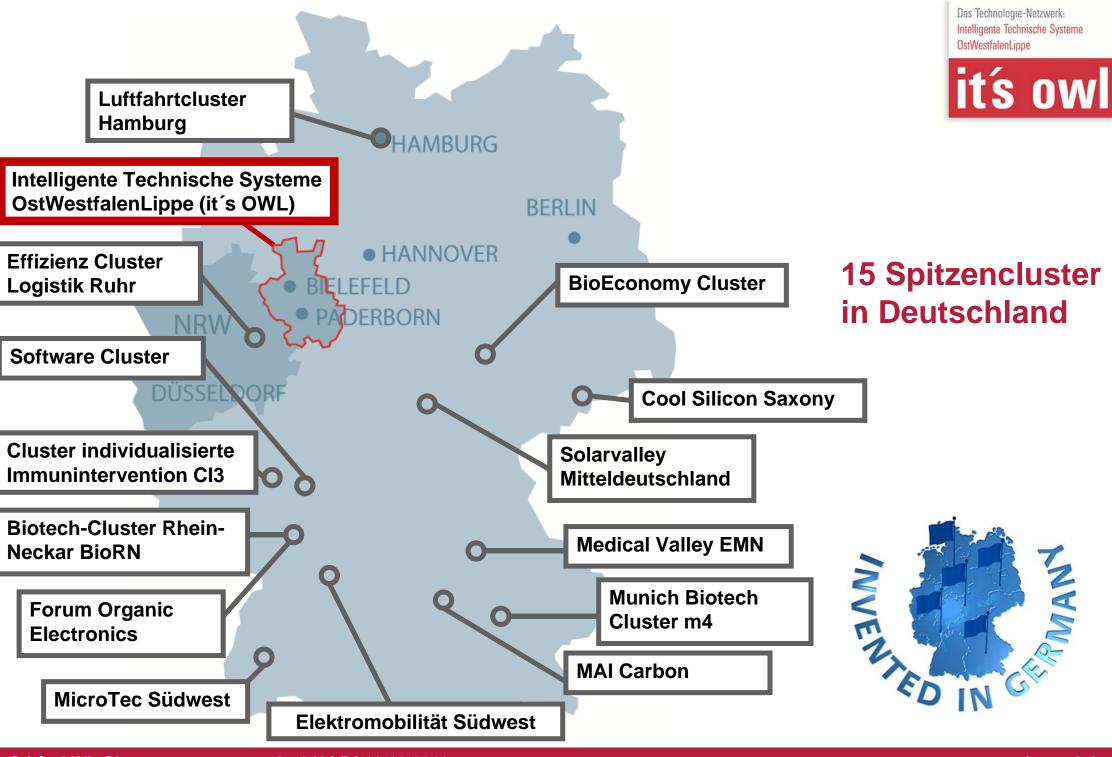
Hochgradige Flexibilität und
Vernetzung einzelner
Produktionsstätten zur
Realisierung einer
bedarfsorientierten Produktion

Variantenreiche, kundenspezifisch individualisierte Produktion mit einem kontinuierlichen (virtuellen) Abbild Engineering bildet Verknüpfungspunkt zwischen Produkt und Produktionssystem und nutzt das "Verschmelzen" der realen und virtuellen Welt

Quelle: Arbeitskreis Industrie 4.0 (2012)

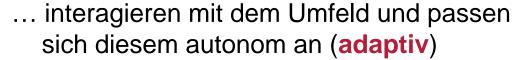


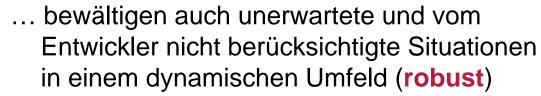


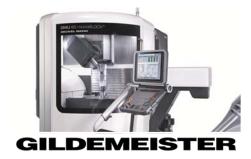












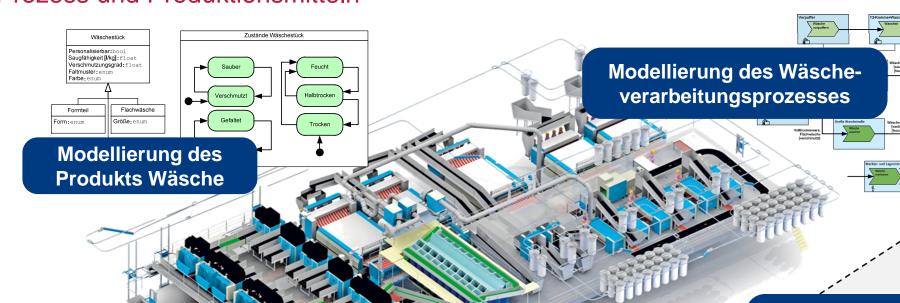


- ... antizipieren auf Basis von Erfahrungswissen die künftigen Wirkungen von Einflüssen und mögliche Zustände (vorausschauend),
- ... berücksichtigen das spezifische Benutzerverhalten (benutzungsfreundlich).

#### Die grüne Wäscherei

Durchgängiges Engineering durch integrative Modellierung von Produkt, Prozess und Produktionsmitteln





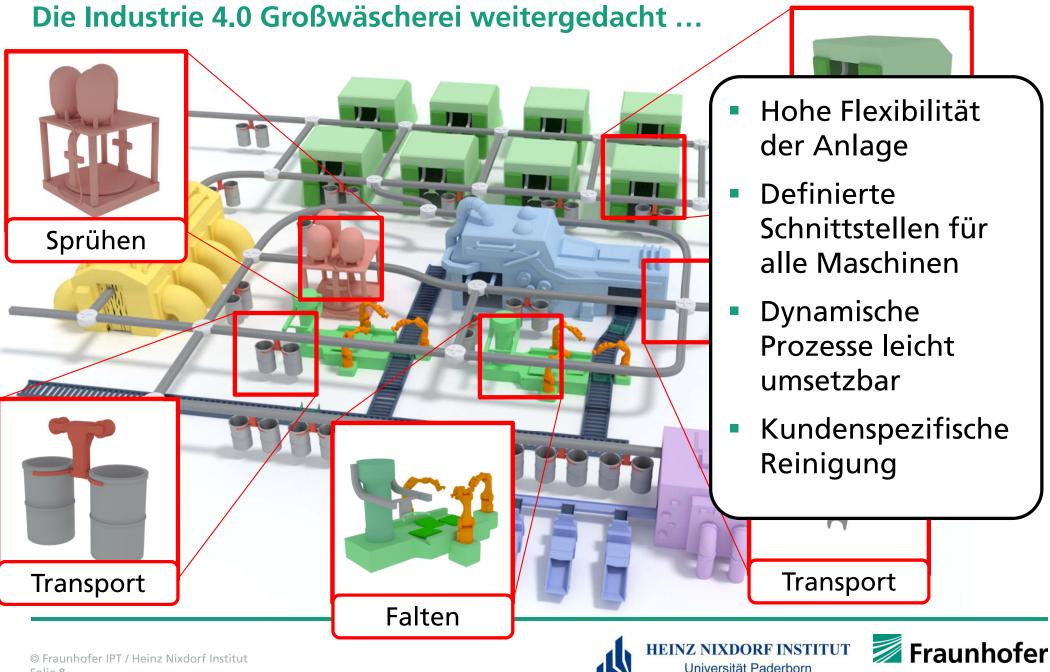
Ziel des Projekts ist die ganzheitliche Modellierung und Simulation einer Großwäscherei:

- Optimierung des **Wäscheverarbeitungsprozesses** (verkürzte Durchlaufzeit, Ressourceneinsparung)
- Optimale Auslegung einzelner Produktionsmittel auf Grundlage der spezifischen Belastungssituation durch die Gesamtanlage





### **Dynamische Prozesse und intelligente Fertigung**



### **Entwicklung von flexibler Steuerungssoftware**

#### Herausforderungen



Sicherheitskritische Umgebungen



Harte Echtzeit-Anforderungen



Interaktion mit der physikalischen Umgebung



Koordination über asynchronen Nachrichtenaustausch



Automatische Anpassung an eine sich ändernde Umgebung

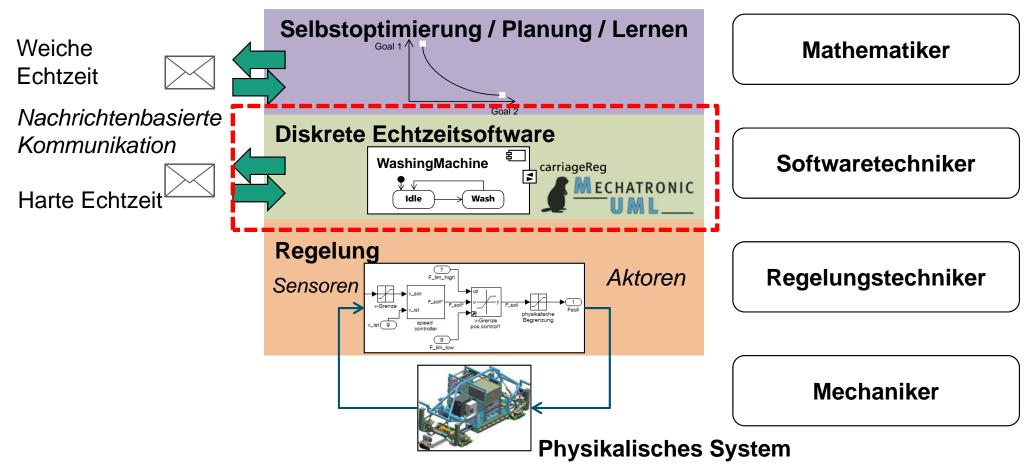


Heterogeneses, verteiltes System mit begrenzten Ressourcen



## Referenzarchitektur für Intelligente Technische Systeme

#### **Operator-Controller-Module**



J. Gausemeier, F.-J. Rammig, W. Schäfer (eds.), **Design Methodology for Intelligent Technical Systems**, Springer, Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2014

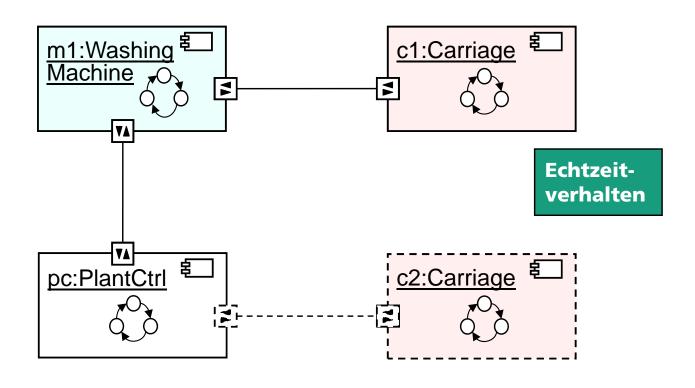




## Methode und Werkzeug zur modellgetriebenen Softwareentwicklung



Nachrichten-basierte Interaktion



**Systemelemente als Komponenten** 

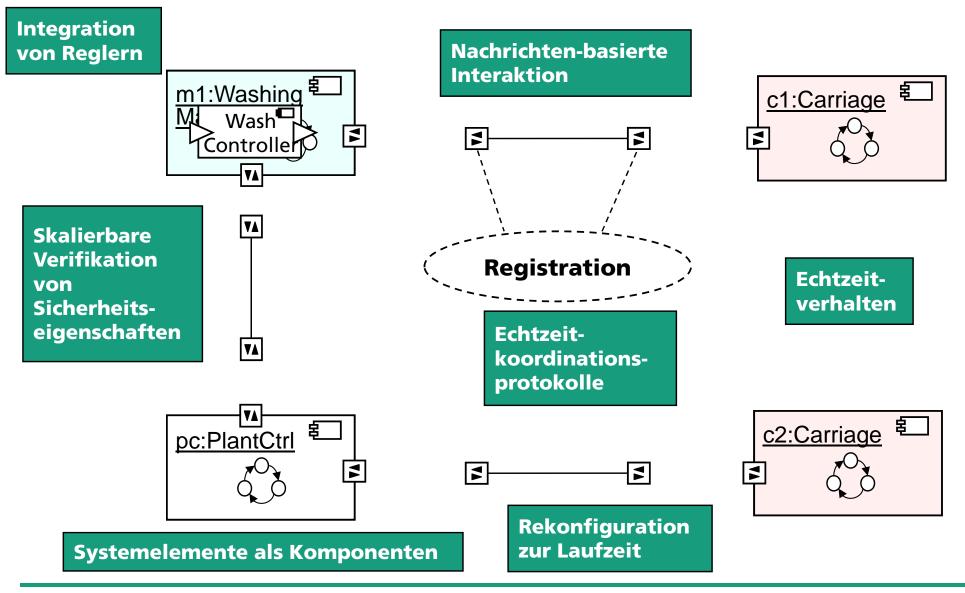
Rekonfiguration zur Laufzeit





## Methode und Werkzeug zur modellgetriebenen Softwareentwicklung





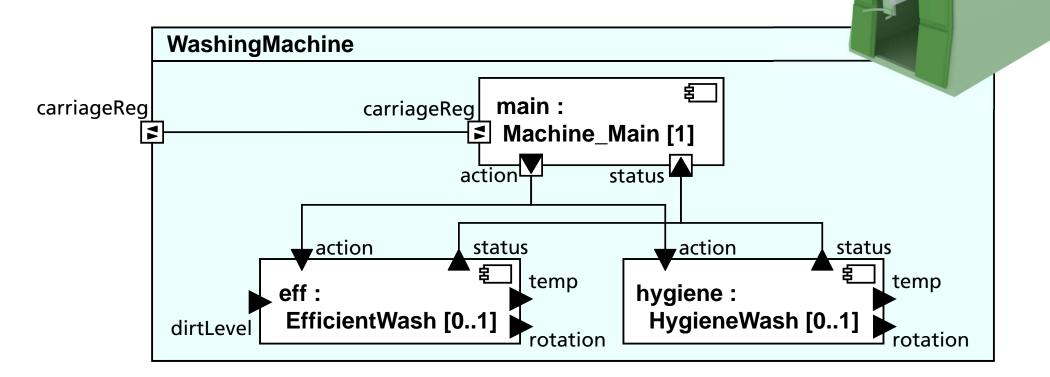




### Komponentenbasierte Softwarearchitektur



Spezifikation hierarchischer Softwarearchitektur mit Komponenten



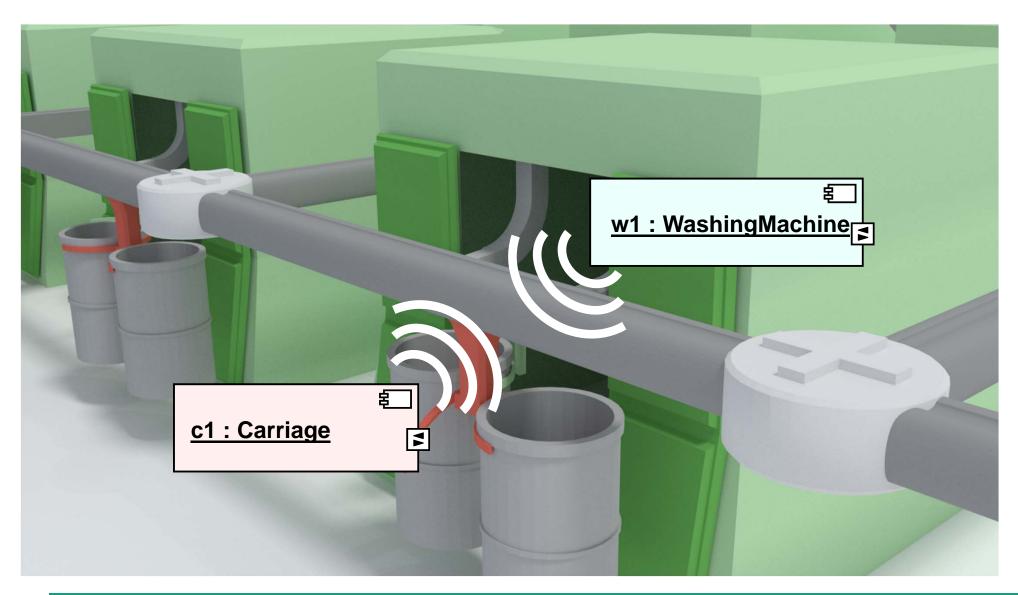
Integration von Reglern mit ereignisdiskreter Software





#### **Echtzeitkoordination**

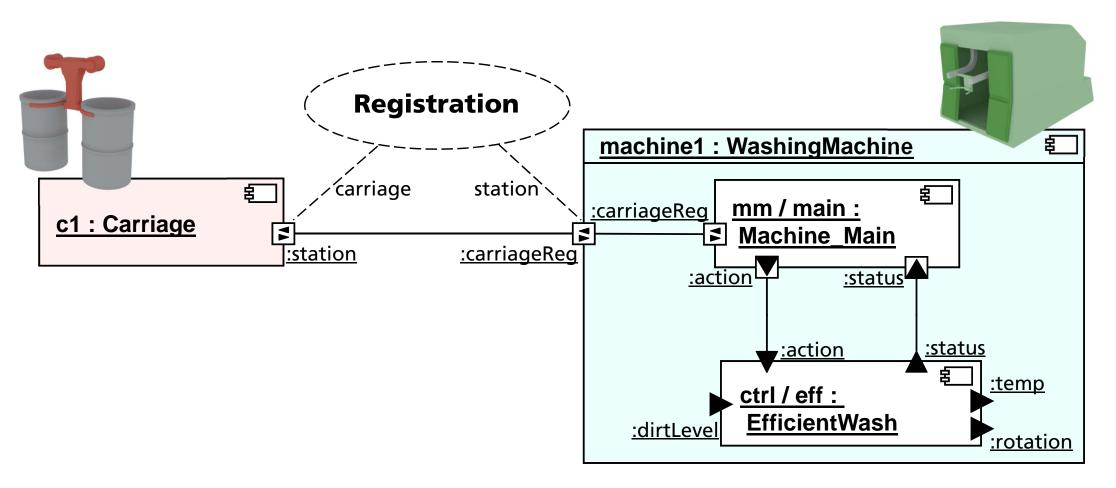






#### **Echtzeitkoordination**



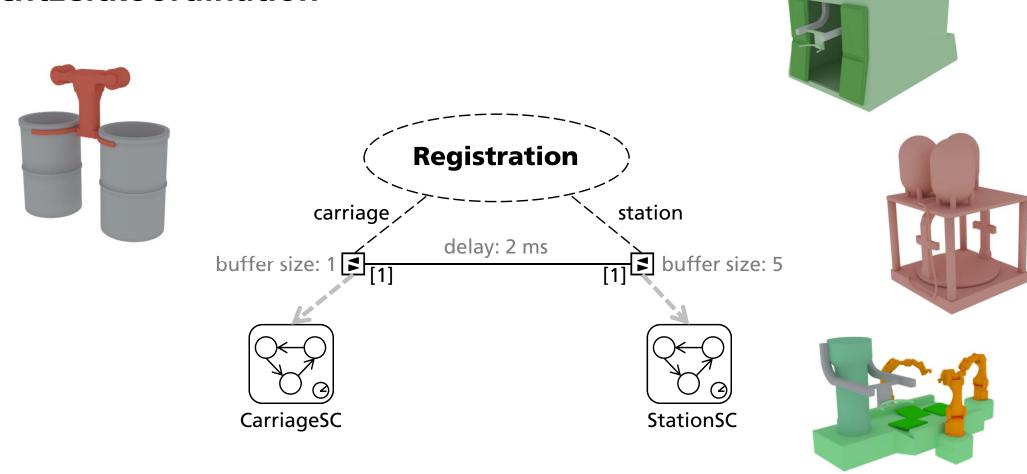


S. Becker, S. Dziwok, C. Gerking, C. Heinzemann, S. Thiele, W. Schäfer, M. Meyer, U. Pohlmann, C. Priesterjahn, M. Tichy, **The MechatronicUML Design Method – Process and Language for Platform-Independent Modeling**, Heinz Nixdorf Institute, University of Paderborn, number tr-ri-14-337, 2014





#### **Echtzeitkoordination**



Formale Spezifikation von zustandsbasiertem Echtzeitverhalten mit Uhren

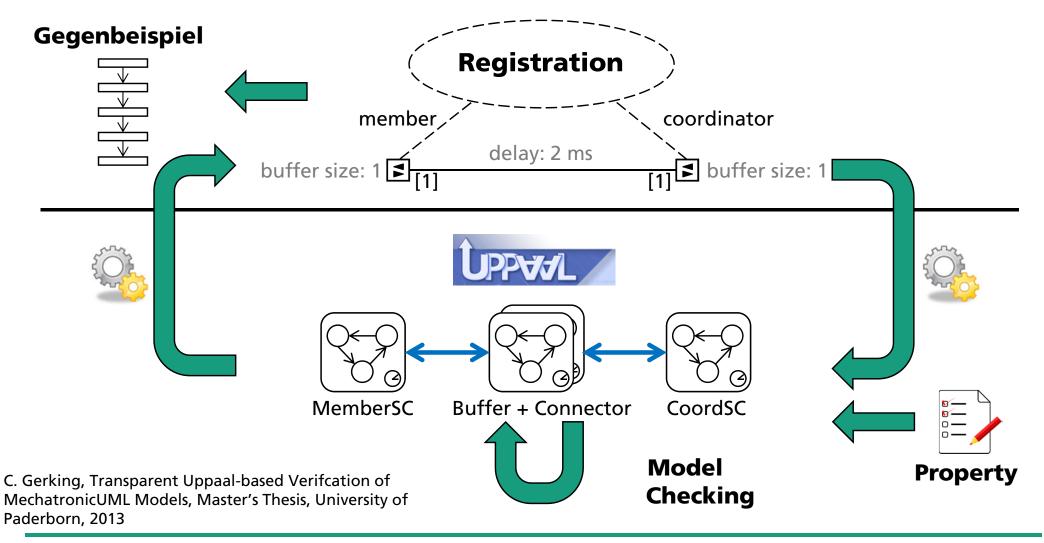




#### Verifikation von Koordinationsprotokollen

## Überprüfbar sichere Kommunikation

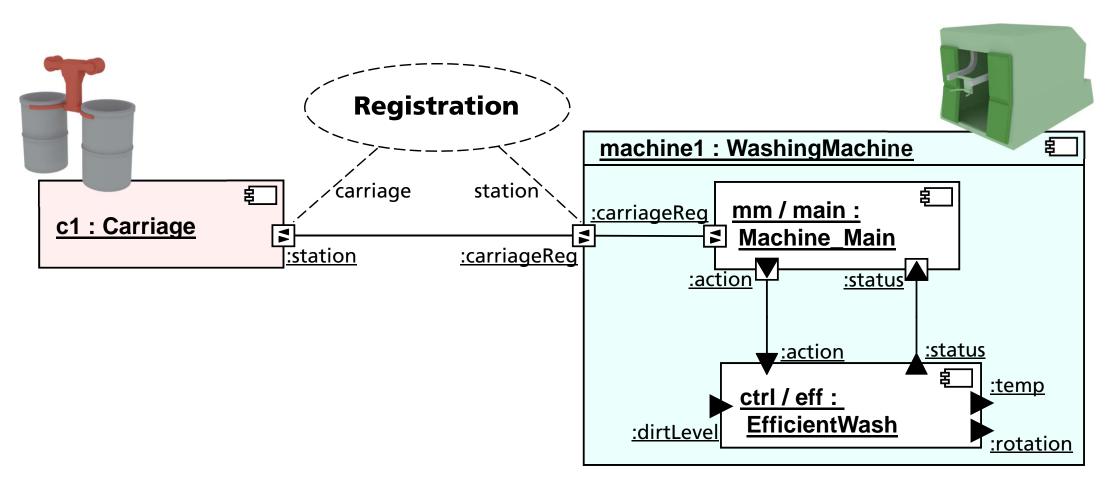






### Rekonfiguration der Komponentenarchitektur





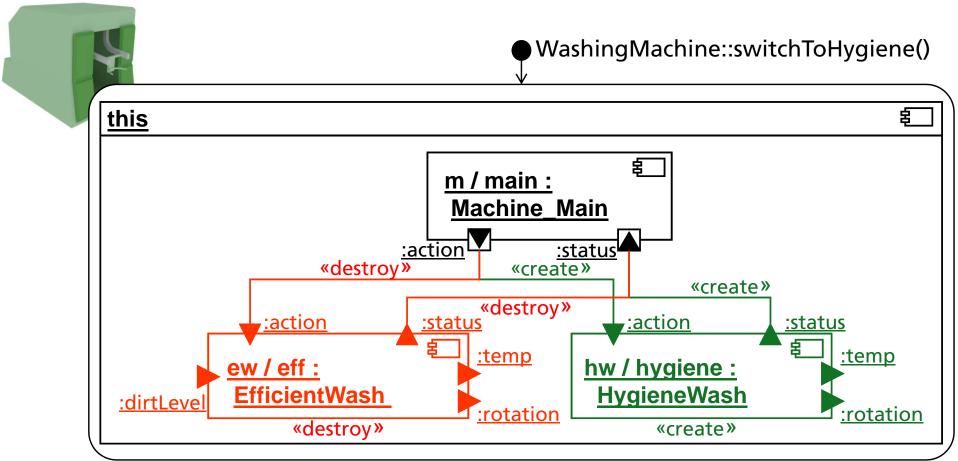
S. Becker, S. Dziwok, C. Gerking, C. Heinzemann, S. Thiele, W. Schäfer, M. Meyer, U. Pohlmann, C. Priesterjahn, M. Tichy, **The MechatronicUML Design Method – Process and Language for Platform-Independent Modeling**, Heinz Nixdorf Institute, University of Paderborn, number tr-ri-14-337, 2014





#### Rekonfiguration der Komponentenarchitektur





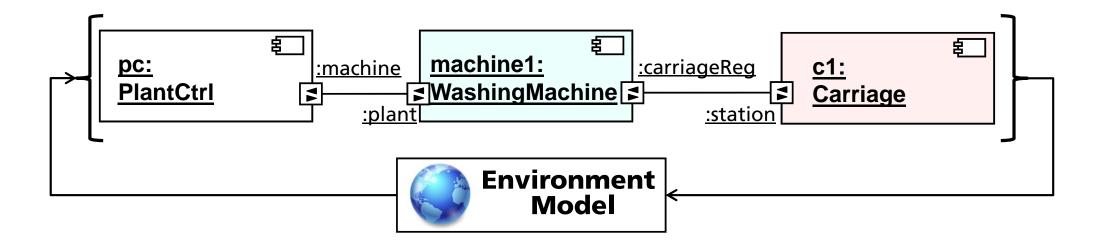
Formale Spezifikation von Rekonfiguration über In-Place Modelltransformationen basierend auf Graphtransformationen





## **Hybride Systemsimulation**





- Software interagiert mit physikalischer Umwelt
- Regler und Umgebung basieren auf zeitkontinuierlichen Werten
- Hybride Verifikation kann realistische Modelle nicht verifizieren
- Lösung: MIL-Simulation des Systems in COTS-Simulationswerkzeug
  - MATLAB/Simulink, Dymola/Modelica
  - plus Unterstützung für Rekonfiguration + Asynchrone Kommunikation





## Plattformspezifische Realisierung

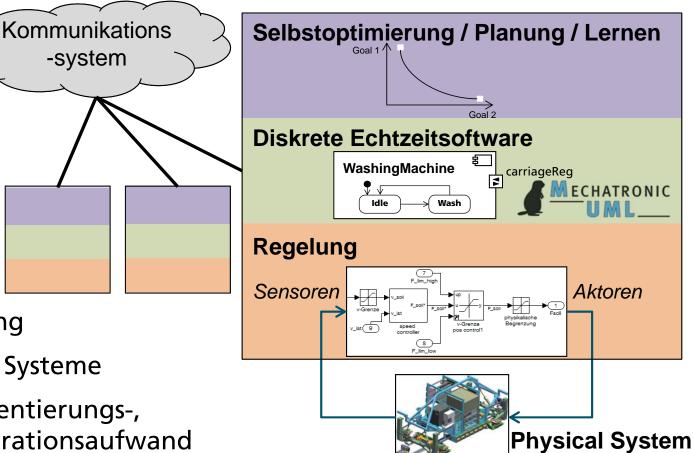
-system

#### Herausforderungen

- Weitreichende Vernetzung von Systemen
- Rekonfigurierbarkeit und Echtzeitfähigkeit
- **Dynamisches Verhalten**

#### **Heutiger Stand**

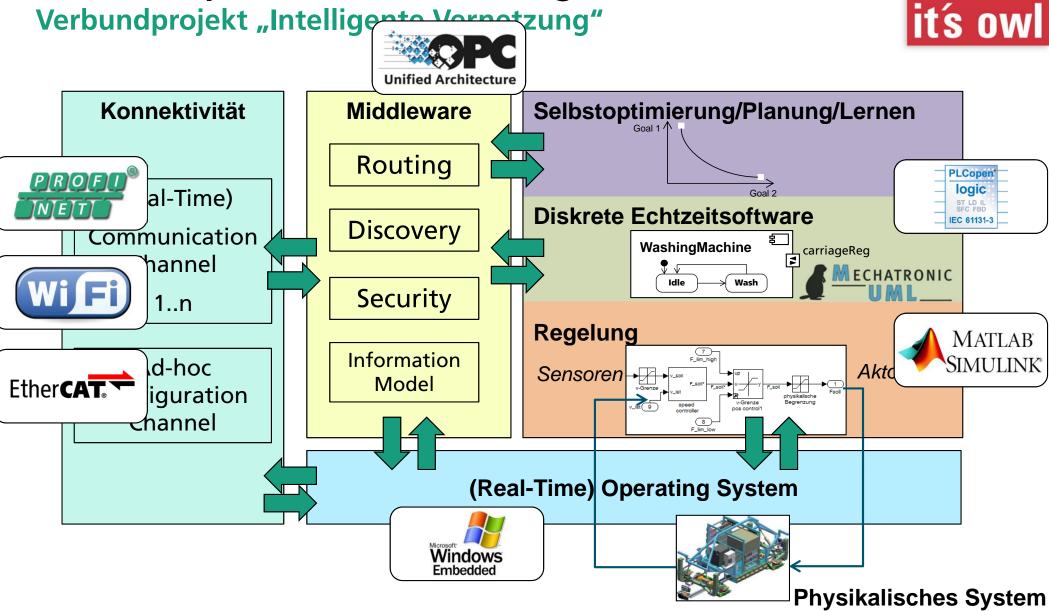
- Manuelle Implementierung
- Statische Vernetzung der Systeme
- Hoher manueller Implementierungs-, Portierungs- und Konfigurationsaufwand







## Plattformspezifische Realisierung

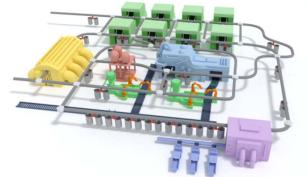




Das Technologie-Netzwerk: Intelligente Technische Systeme

OstWestfalenLippe

## Zusammenfassung



- Die flexible Produktion von morgen setzt intelligente, vernetzte Anlagen voraus
- Kommunikation und hohe Dynamik müssen fehlerfrei umgesetzt werden
- Erfordert leistungsfähige Entwurfstechniken
- Referenzarchitektur Operator-Controler-Module
- MechatronicUML
  - Plattformunabhängige Modellierung von Steuerungssoftware



- Verifikation und Simulation zur frühen Validierung
- Plattformspezifische Realisierung







#### Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit







Dr. Matthias Meyer Abteilungsleiter Softwaretechnik



Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik

Zukunftsmeile 1 33102 Paderborn

Telefon: +49 5251 5465-122 Fax: +49 5251 5465-102

matthias.meyer@ipt.fraunhofer.de www.ipt.fraunhofer.de/mechatronik

