HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Softwaretechnik
Prof. Dr. Wilhelm Schäfer

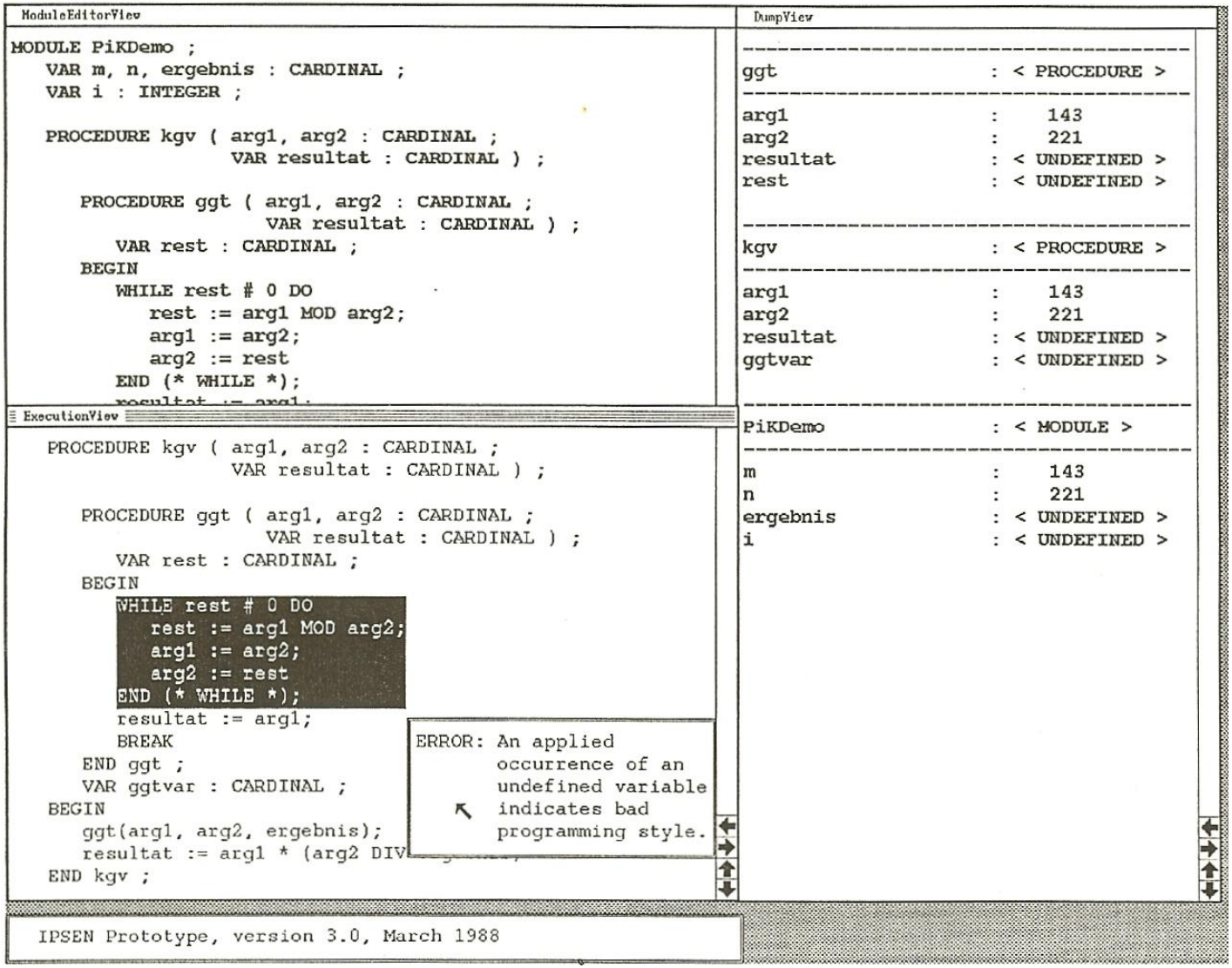
Von IPSEN zu mechatronischen Entwurfsumgebungen

Wilhelm Schäfer

Heinz Nixdorf Institut
und
Institut für Informatik

IPSEN "Screenshot (1988)" Incremental Programming Support Environment

HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Softwaretechnik
Prof. Dr. Wilhelm Schäfer



SUN Workstation Leistungsdaten

- SUN Workstation (1987), bis zu 20 MHz Taktfrequenz, 4MB RAM (bis zu 24MB möglich)
- 71MB Platten, 8-Bit-Farbtiefe, 35.000 DM

IBM PC 286 “Leistungsdaten (1986)”

- IBM AT, 6,5 MHz Taktfrequenz, 640 KB RAM,
- 20 MB Platten, EGA Farbbildschirm, 34.000 DM

Hinzufügen eines IF-Statements dauerte in der ersten Version ziemlich genau 7 Minuten!

IPSEN: Grundlegende Charakteristika

HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Softwaretechnik
Prof. Dr. Wilhelm Schäfer

- Automatische Konsistenzsicherung
- Eine zentrale Datenstruktur für alle Werkzeuge
  (keine Bäume sondern Graphen)
- Spezifikation der Werkzeuge durch Graphgrammatiken/-transformationen
  (Adaptabilität durch modellbasiertes Vorgehen)
- Definition einer Rahmenarchitektur
  (Portabilität)
- Herzstück der Realisierung: ein inkrementeller Compiler
  (das Darmstadt Papier 1980!)

Railcab Teststrecke (SFB 614: Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus)

Skizze einer Weichenfahrt

HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Softwaretechnik
Prof. Dr. Wilhelm Schäfer

Systemfunktionalität "durch Software"

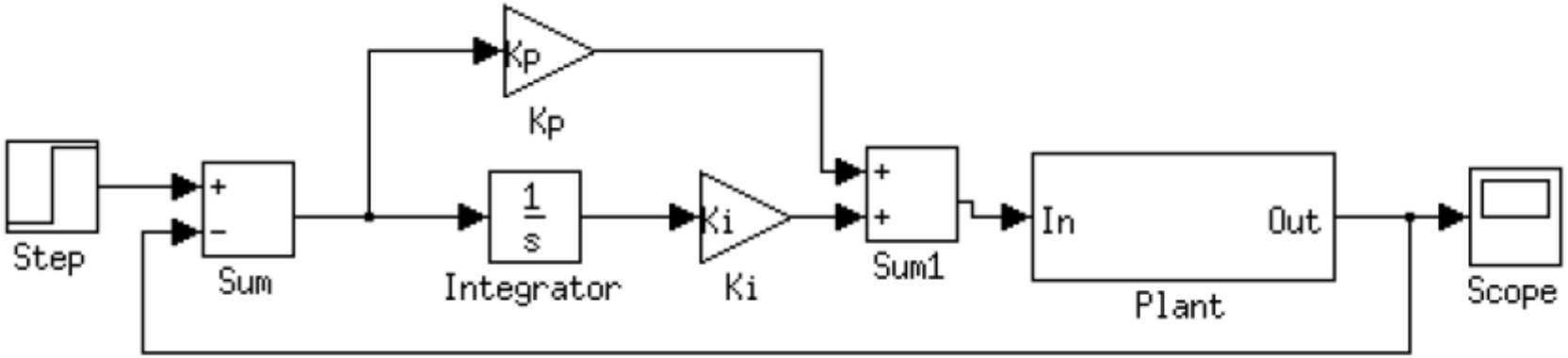
HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Softwaretechnik
Prof. Dr. Wilhelm Schäfer

- Entscheidung über Streckenführung
- Entscheidung über Konvoibildung
- Entscheidung über Auftragsannahme, Energieverbrauch
- Entscheidung über Geschwindigkeit, Komfort, Spurführung
- …

- Voraussetzungen:
  - Shuttle-interne Koordination
  - Kommunikation zwischen Shuttle/Shuttle, Shuttle/Broker, Shuttle/Info,…
  - Planung im Shuttle
  - Rekonfiguration des (Software-) Systems zur Laufzeit

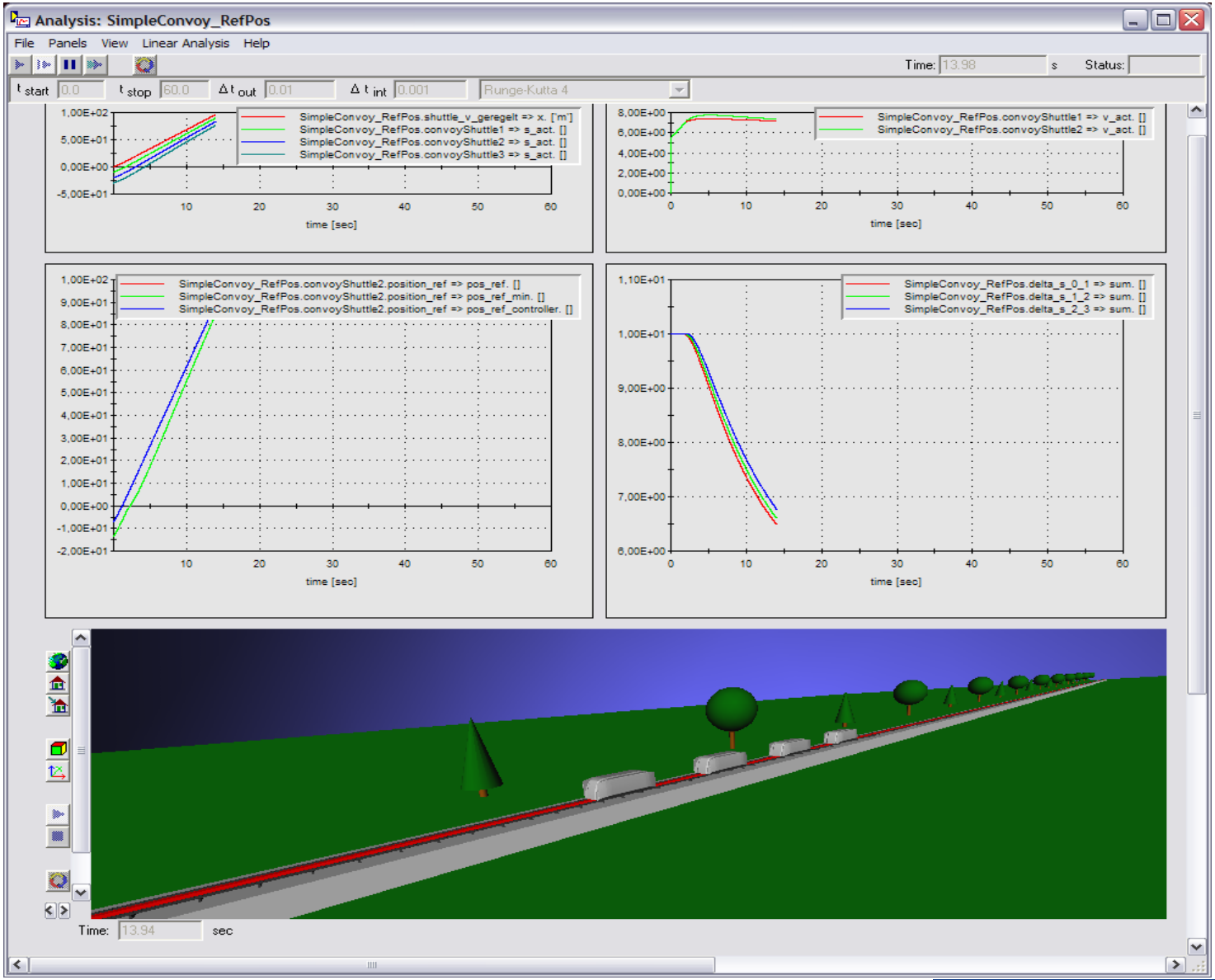
Ein einfaches Blockdiagramm zur Reglerspezifikation

HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Softwaretechnik
Prof. Dr. Wilhelm Schäfer



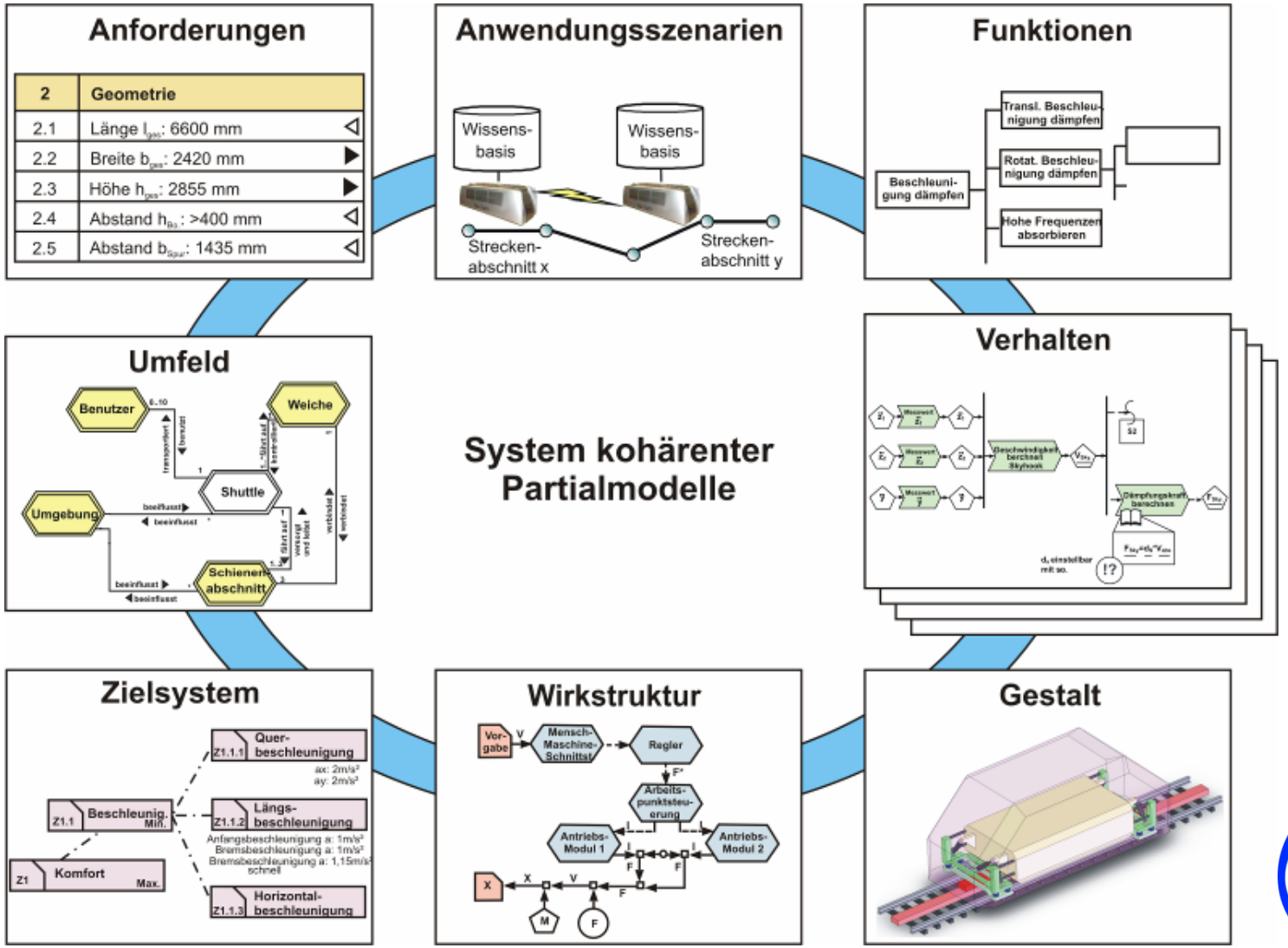
Simulation in CAMeL-View

HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Softwaretechnik
Prof. Dr. Wilhelm Schäfer



Die Prinziplösung (aus SFB 614)

HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Softwaretechnik
Prof. Dr. Wilhelm Schäfer

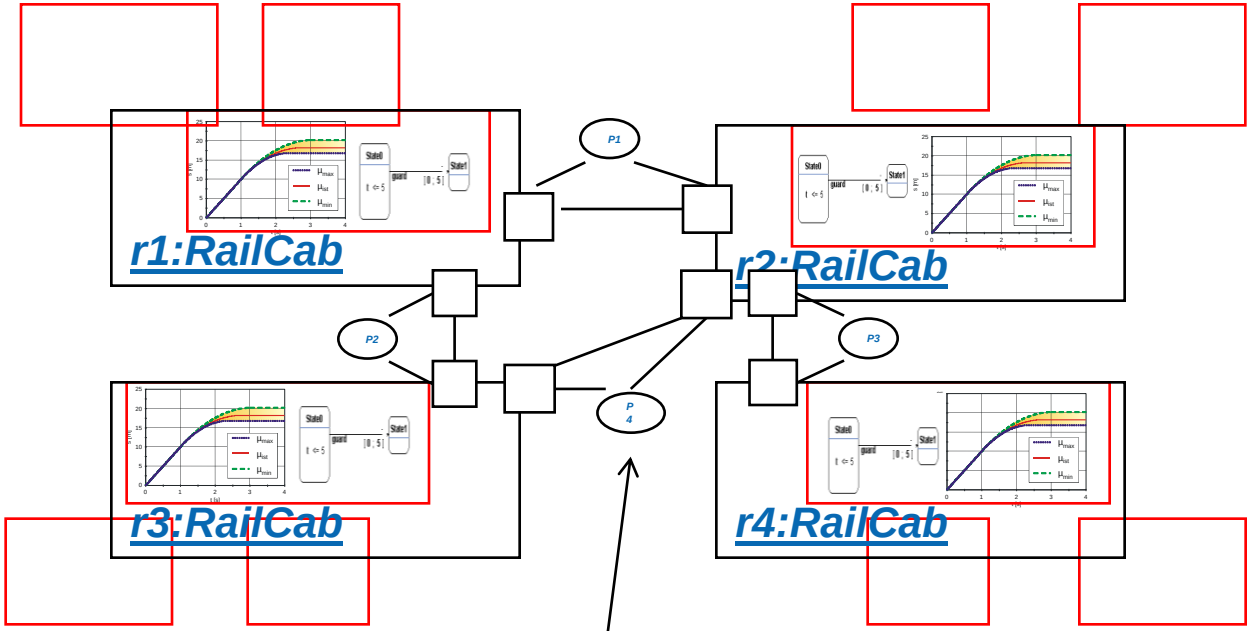


- Konsistenz durch GraGra Ansatz (siehe Diss. M. Gehrke R.Wagner)

Skizzenartige Komponentendefinition

HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Softwaretechnik
Prof. Dr. Wilhelm Schäfer

- Modulare und hierarchische Rahmenarchitektur
- Komponentendiagramme / Hybride Reconfigurations Charts / Block Diagramme / Differentialgleichungen



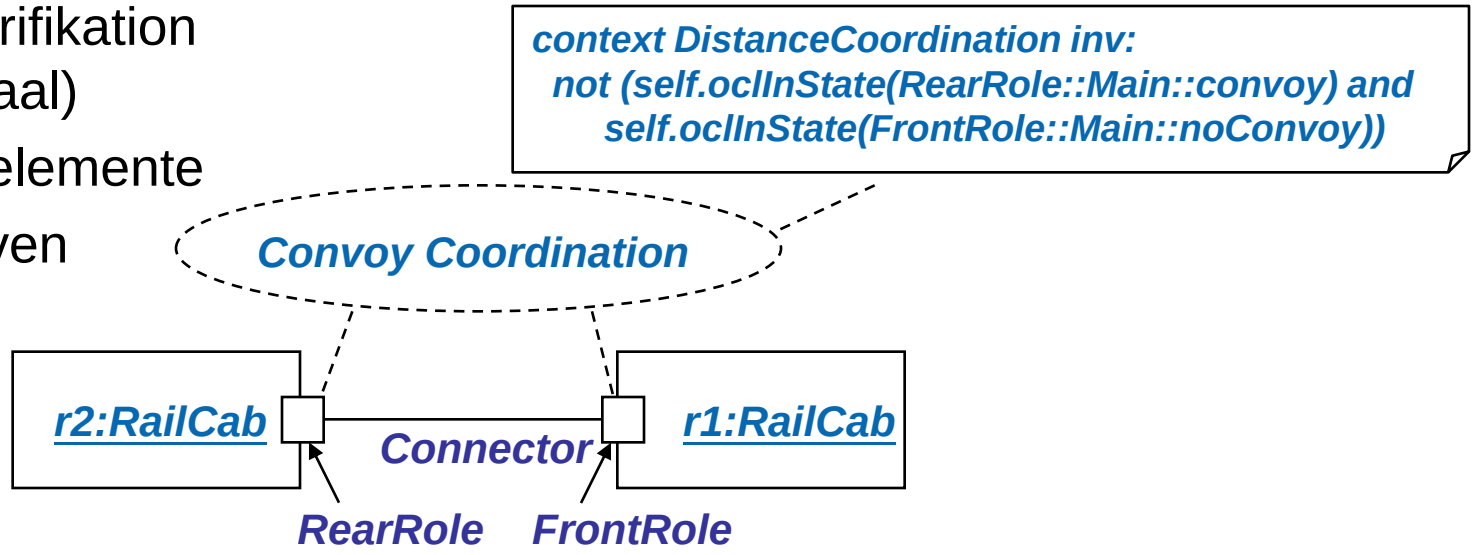
Echtzeit-Koordinationsmuster

Vorgehen:
➔*Verifikation der Echtzeitkommunikationsmuster*
➔*Verifikation der hybriden Rekonfigurations Charts*

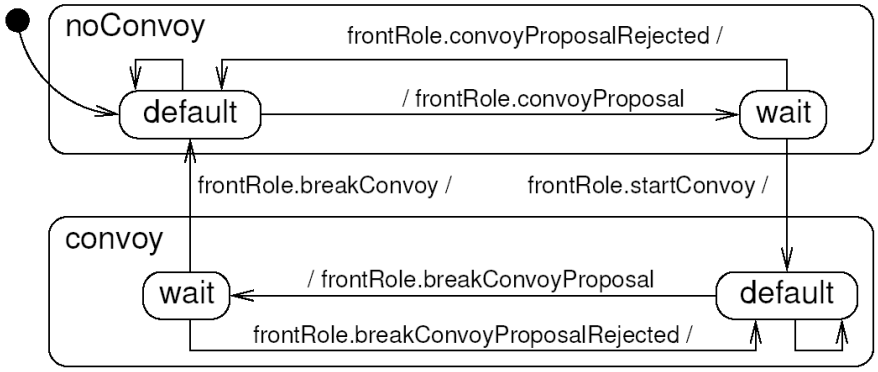
HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Softwaretechnik
Prof. Dr. Wilhelm Schäfer

- Formale Verifikation (durch Uppaal)
- Bibliothekselemente

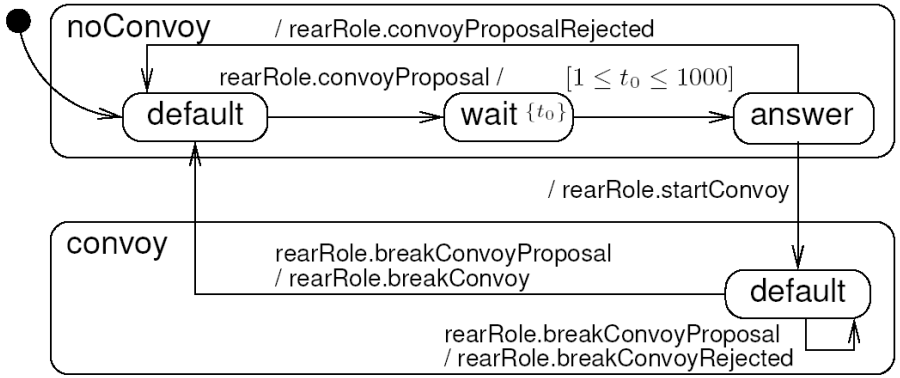
(siehe Diss. Sven Burmester)



RearRole (Real-Time Statechart):



FrontRole (Real-Time Statechart):

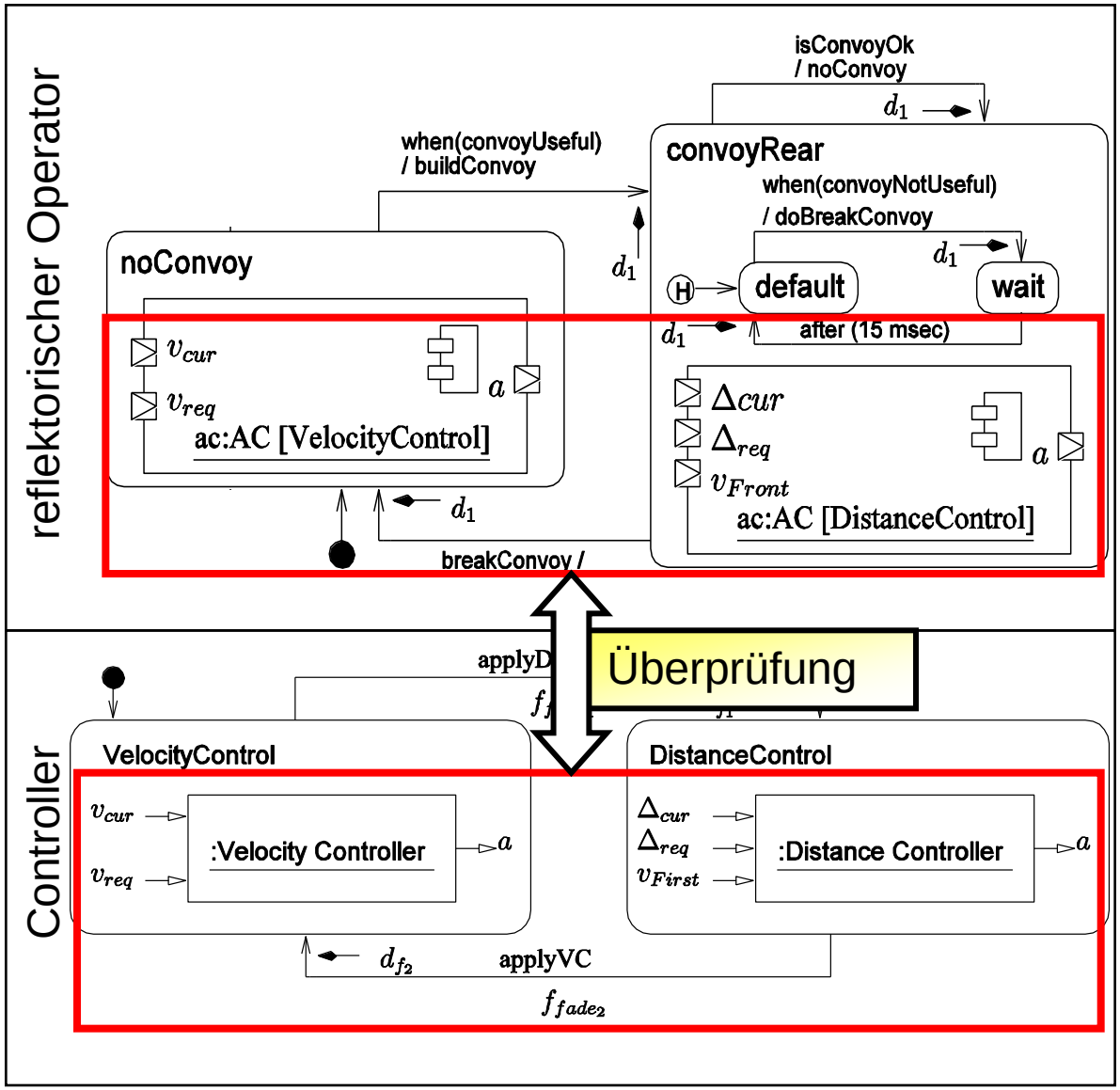


Modellierung Hybriden Verhaltens

HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Softwaretechnik
Prof. Dr. Wilhelm Schäfer

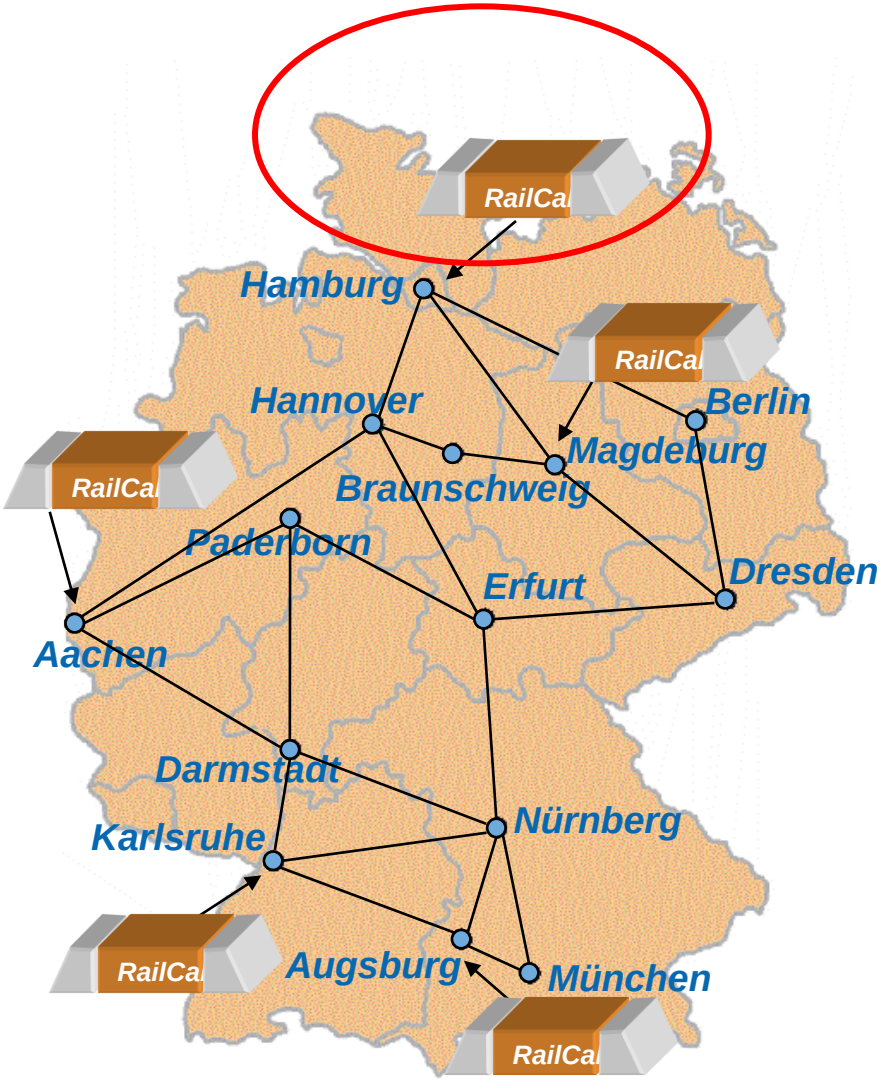
- Statische, syntaktische Überprüfung der Einbettung (relative Deadlines)
- Dynamische Überprüfung der Einbettung (Absolute Deadlines, Invarianten, Timeguards)

(siehe Diss. Martin Hirsch)



Modellierung/Analyse der Rekonfiguration

HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Softwaretechnik
Prof. Dr. Wilhelm Schäfer



Schlüsselanforderungen:

- Evolution → Systemstruktur und Verhalten ändert sich (unendlicher Zustandsraum)
- Ressourceneinschränkungen

Ansatz :

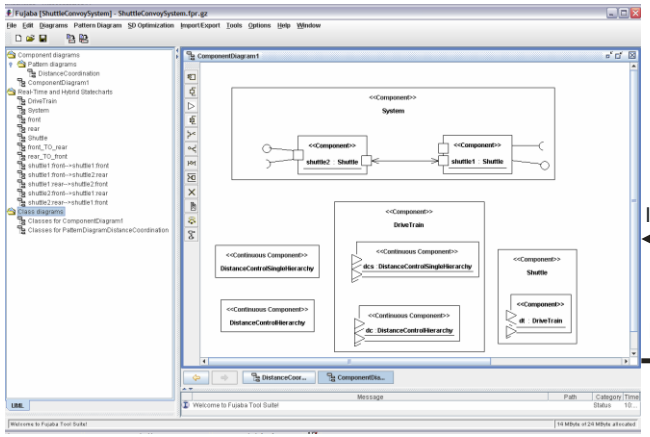
- Systemzustand als Graph beschreiben
- Zustandsänderungen als zeitbehaftete Graphtransformationen definieren
- Verifikation durch die Überprüfung von Invarianten (unzulässige Systemzustände)

(siehe Diss. Daniela Schilling)

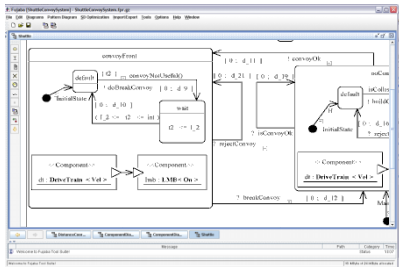
FUJABA / CAMeL-View Integration

HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Softwaretechnik
Prof. Dr. Wilhelm Schäfer

Fujaba Real-Time Tool Suite



Komponentenstruktur des Systems

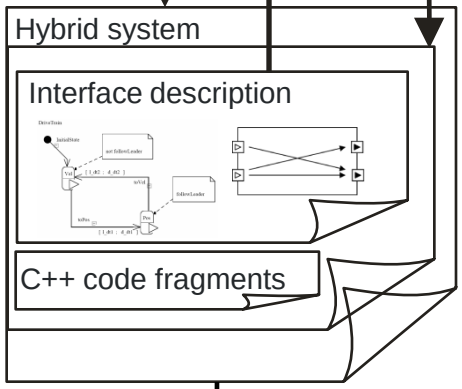


Verhalten der hybriden Komponente

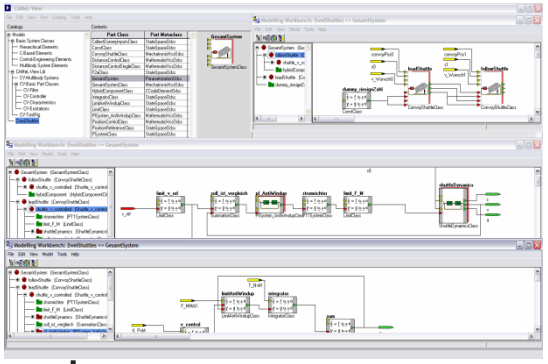
- Spezifikation von hybriden Komponenten
- Spezifikation und Verifikation von hartem Echtzeitverhalten (Real-Time Statecharts)
- Spezifikation von hybriden Verhalten (Hybride Rekonfigurationschart)

Import

Export

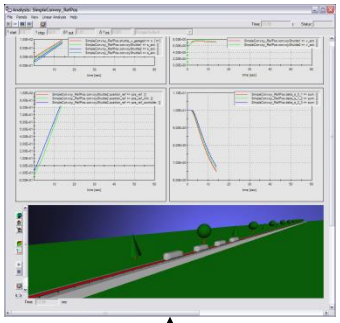


CAMeL View



Export

Verhalten der kontinuierlichen Komponenten



Simulation

Winner of the IBM Real Time Innovation Award 2008

Ergebnisse (Auszug)

- Prinzipiösung (disziplinübergreifende) Beschreibung mechatronischer Systeme
- Rahmenarchitektur
- Neue (zeitbehaftete) bzw. verbesserte Synthese- und Analyseverfahren
- Zeitbehaftete Graphtransformationssysteme
- FUJABA Real Time Tool Suite

Herausforderungen

- Interdisziplinäre Entwicklungsprozesse und Werkzeuge
- Verifizierbare Codegenerierung
- Referenzarchitekturen a la AUTOSAR
- Skalierbare Verifikation hybrider Statecharts