

# Entwurf eines Assistenzsystems für die Optimierung von Reglern in der Prozessindustrie

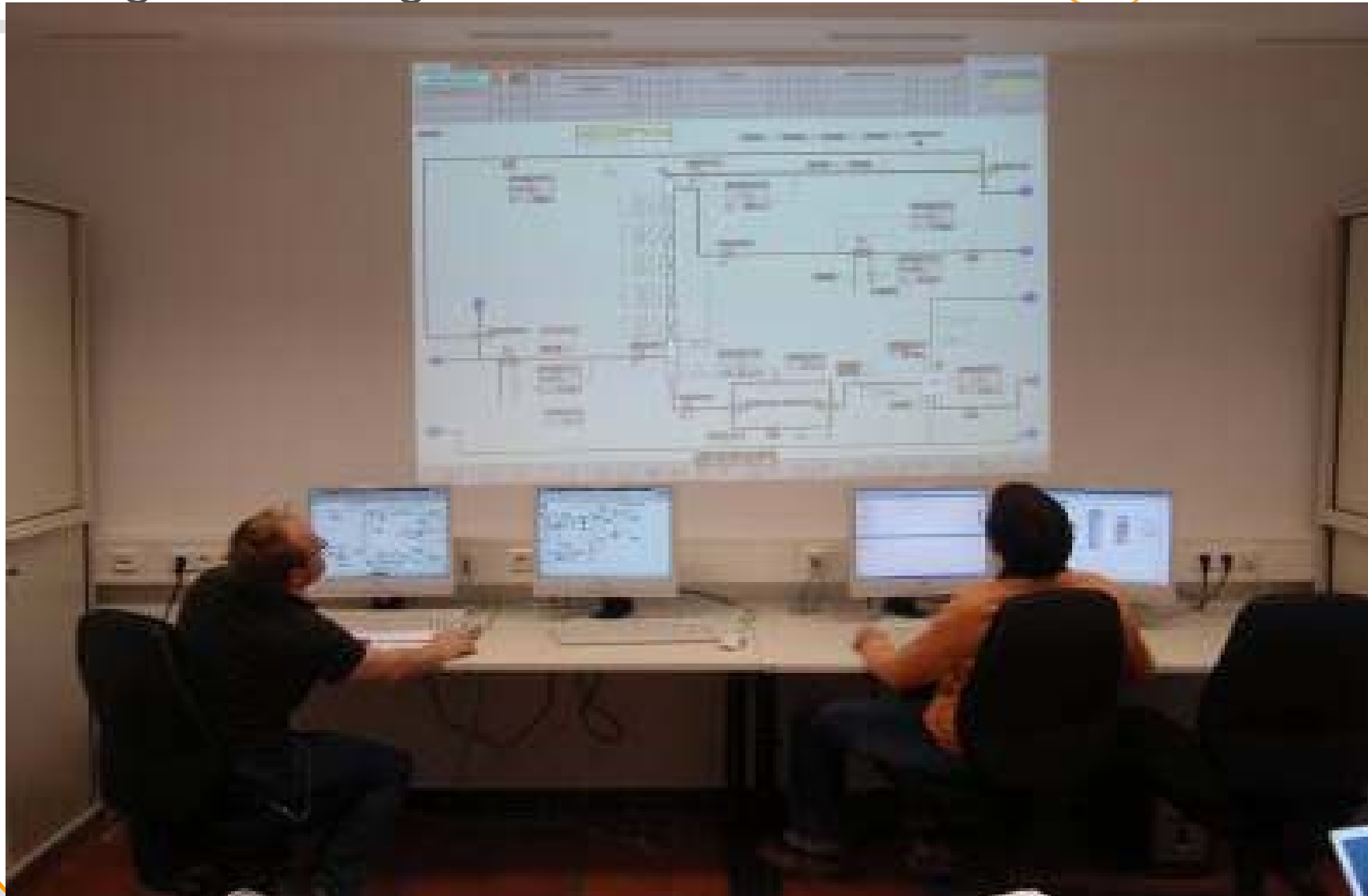
## Forschungsschwerpunkt 9

Dipl.-Ing. Nataliya Baran  
nataliya.baran@zmms.tu-berlin.de

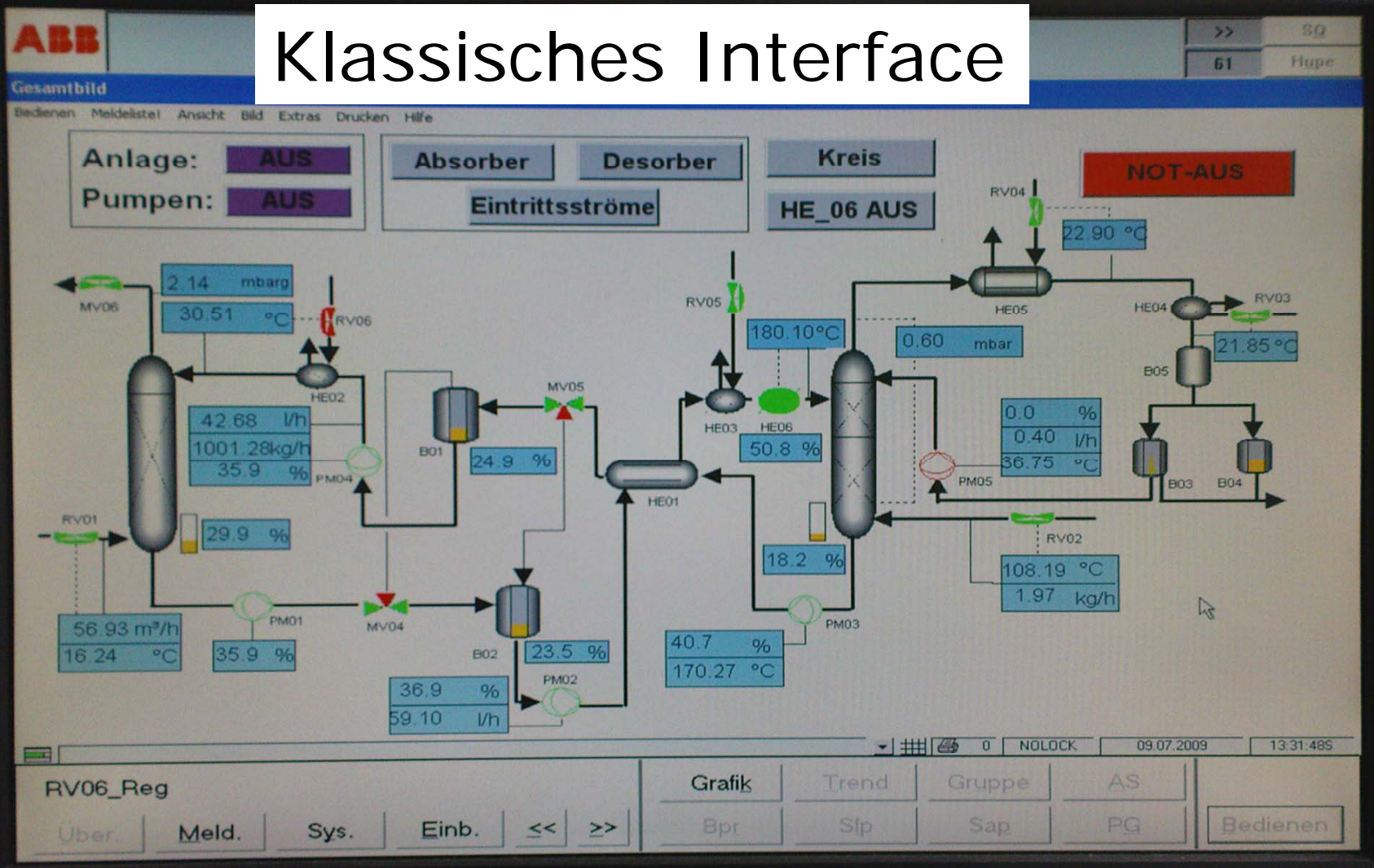
## Gliederung

- Arbeiten zum Reglertuning
- Motivation für Assystemsystem
- Ecological Interface Design (EID)
  - Geschichte des EID
  - Grundlagen des EID
- Assistenzsystem für Systemidentifikation und Reglertuning
- Zusammenfassung und Ausblick

# Reglertuning



# Klassisches Interface




## Single-Sensor-Single-Indicator

Anzeige aller mit Sensoren direkt messbaren Daten (Vicente, Rasmussen, 1990)

### Nachteile:

- **Notwendige**, aus Messdaten **hergeleitete Informationen nicht dargestellt**
- **Analyse von Messdaten liefert keine ausreichenden Informationen**
- **nicht alle** für Prozessbedienung **notwendigen Informationen vorhanden**

- Deutlicher Anstieg der Komplexität verfahrenstechnischer Produktionsanlagen in den letzten Jahren
-  Beurteilung des dynamischen Verhaltens erfordert komplexe mentale Modelle
- Unerwartete Situationen schwer vorhersagbar
- Zustandserkennung erfordert die Berücksichtigung einer Vielzahl von Informationen



## **Ecological Interface Design (EID)**

- Eingeführt von Rasmussen und Vicente (1989)
- „Ecological“ in EID kommt aus der **Ökologischen Psychologie** von James J. Gibson

### **Grundidee** (Welch et al., 2007):

- Einschränkungen und Beziehungen der Arbeitsdomäne formen menschliches Verhalten
- Umgebung und Individuum bilden ein gemeinsames System mit gegenseitigen Einschränkungen

 gemeinsame Untersuchung erforderlich



## Vorherige Anwendungsfälle (Auswahl)

- Simulation eines Thermo-hydraulischen Prozesses (Vicente und Rasmussen, 1990)
- Speisewasser-Subsystem eines Kraftwerks (Dinadis und Vicente, 1996)
- Luftfahrttechnik (Dinadis und Vicente, 1999; Van Dam et al., 2008)
- Kohlekraftwerk (Burns, 2000)
- Telekommunikationssysteme (Burns et al., 2003)
- Medizintechnik (Burns und Hajdukiewicz, 2004)
- Petrochemische Industrie (Jamieson, 2007)
- Atomkraftwerk (Lau et al., 2008)



- Methode für die Gestaltung der Benutzeroberfläche für **komplexe soziotechnische** Systeme (Jamieson, 2011)
  - Große, dezentralisierte, stark gekoppelte Systeme
  - Potenziell hohe Gefahr
  - Stark automatisiert, durch Rechner gesteuert

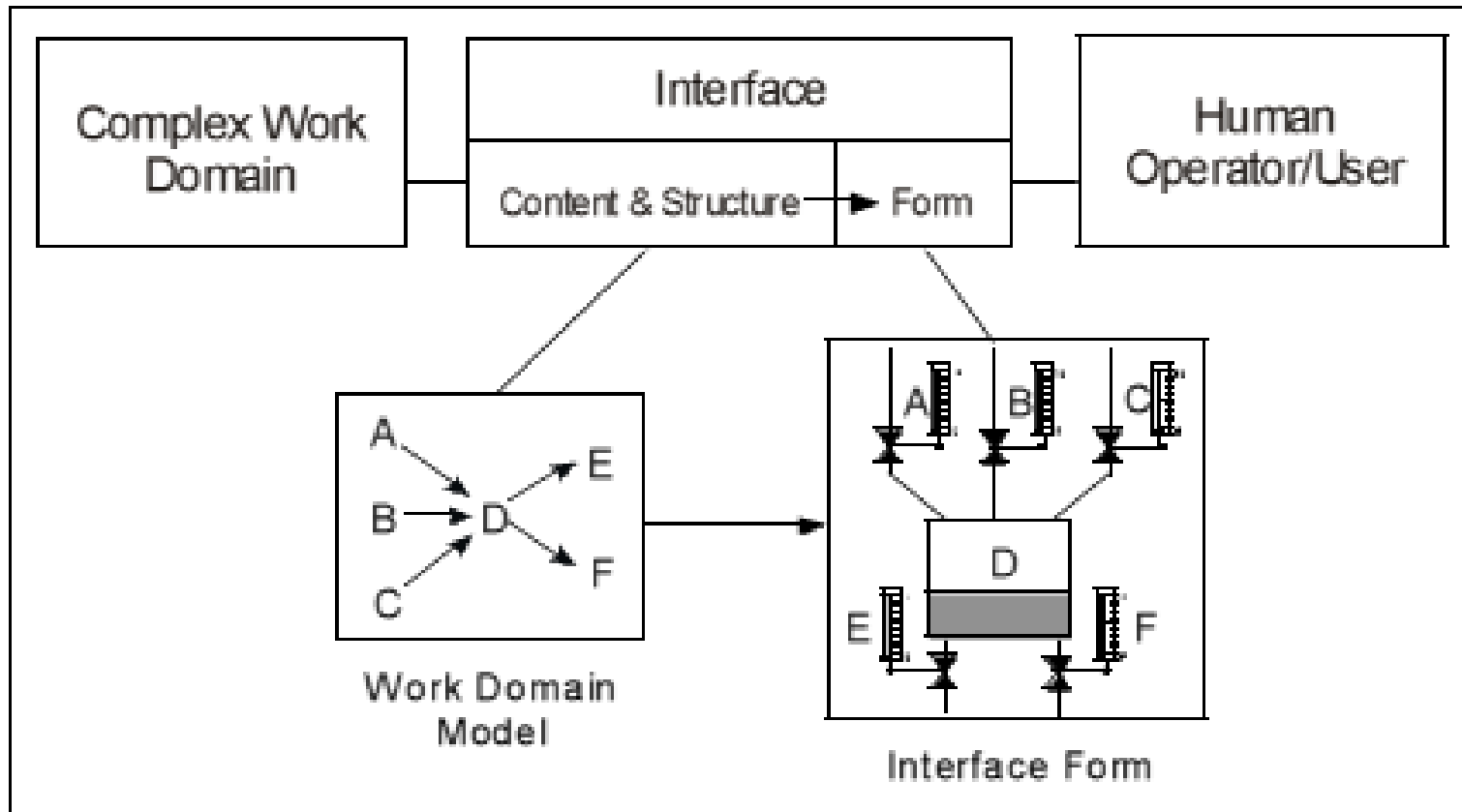
EID basiert auf zwei Konzepten der kognitiven Ergonomie (Jamieson, 2001):

- **Abstrakte Hierarchie**
  - Bestimmt physikalische und funktionale Modelle der Arbeitsdomäne
  - Ist für den Informationsinhalt sowie die Struktur der Benutzerschnittstelle verantwortlich
- **Skills, Rules, Knowledge (SRK) framework**
  - Dient zur Gestaltung der visuellen Form

### **EID ist anwendbar in folgenden Fällen**

(Burns und Hajdukiewicz, 2004):

- Wenn die Befragung des Benutzers nicht funktioniert
- Wenn Benutzer auf Expertenniveau agieren soll
- Wenn der Benutzer unerwartete Situationen beherrschen muss



Quelle: Jamieson, G.A., Ecological Interface Design: Testing the „Handling the Unexpected“ Claim, Cognitive Engineering Laboratory, University of Toronto, 2011

## Abstraktions-Dekompositionsraum (Schmidt et al., 2008)

### Dekomposition (Gesamt-Teil-Beziehung)

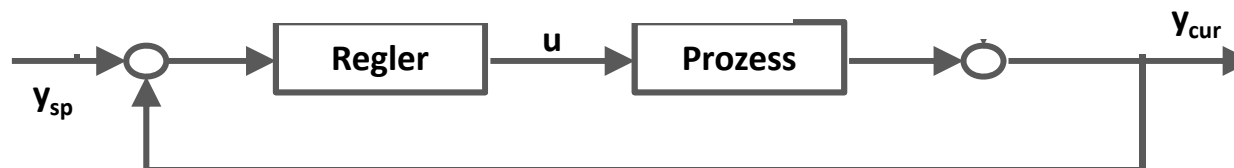
	Gesamtsystem	Subsystem i	Komponente k
<b>Abstraktion (Ziel-Mittel-Beziehungen)</b>	Funktionaler Zweck (FP)	Zielsetzung	
	Abstrakte Funktion (AF)	Gesetzmäßigkeiten, Prinzipien	
	Generalisierte Funktion (GF)	Prozesse	
	Physikalische Funktion (PFn)	Verfügbarkeit und Fähigkeiten der beteiligten Entitäten	
	Physikalische Form (PFo)	Material, Form, Farbe, räumliche Anordnung	

Warum?  
↑  
Was?  
↓  
Wie?

# Assistenzsystem für Systemidentifikation und Reglertuning

- große Anzahl an Regelkreisen weist nur unbefriedigende Performanz auf
- Verbesserung notwendig
  - ↪ Assistenzsystem zur rechnergestützten Inbetriebnahme von Regelkreisen & für die Systemidentifikation

Anschnitt



## Problematik

Komplexität der Algorithmen sehr hoch

## Lösung

- Prozess transparent darstellen
  - **Verständnisgrad** des Benutzers **erhöhen**
  - **Vertrauen** bzgl. Automatisierung **schaffen**
- Mit Hilfe des EID **nachvollziehbare Visualisierung** gewährleisten



**Ziel: Benutzer erreicht Expertenniveau**

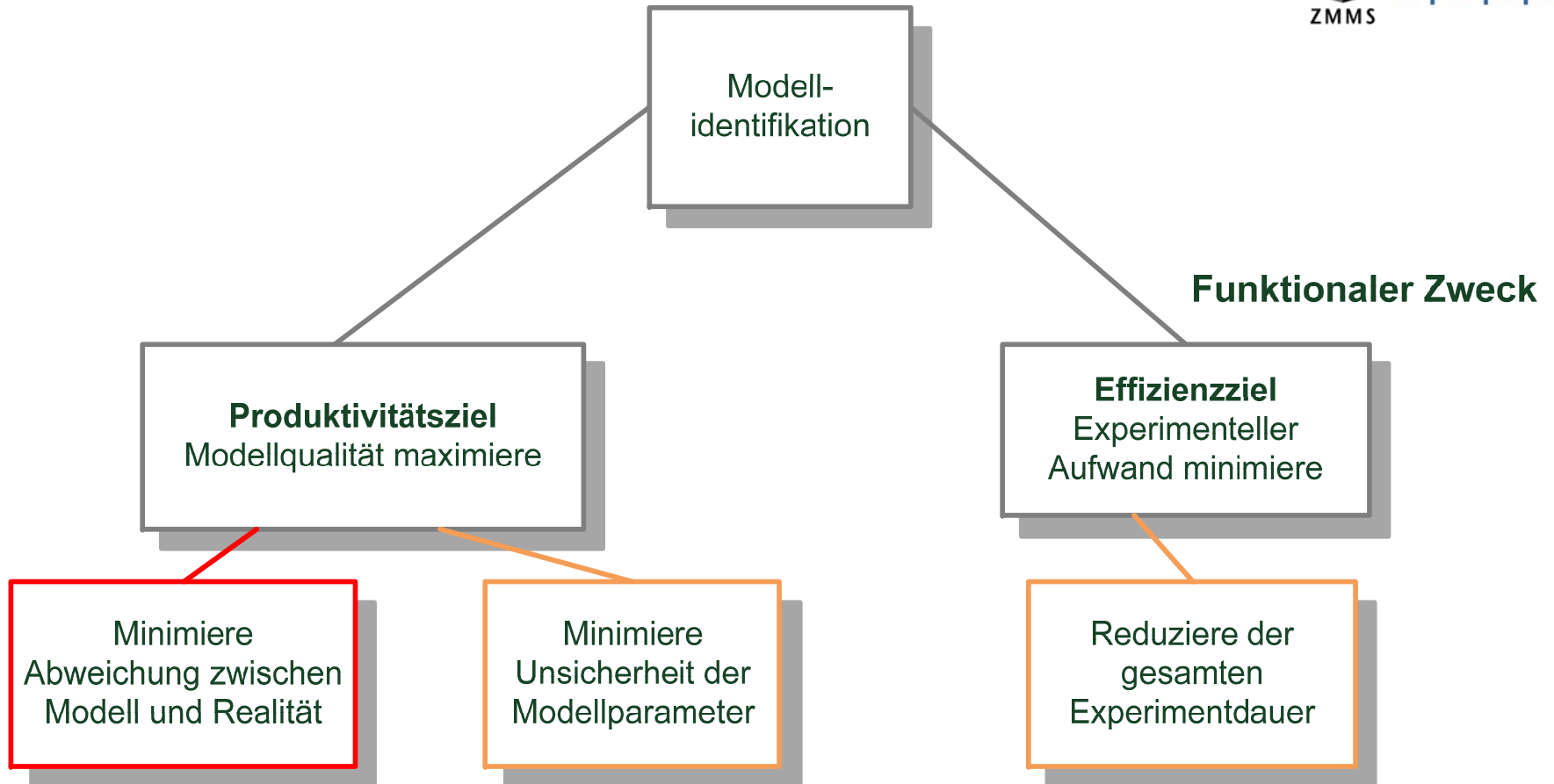


## Abstraktions-Dekompositionsraum (Schmidt et al., 2008)

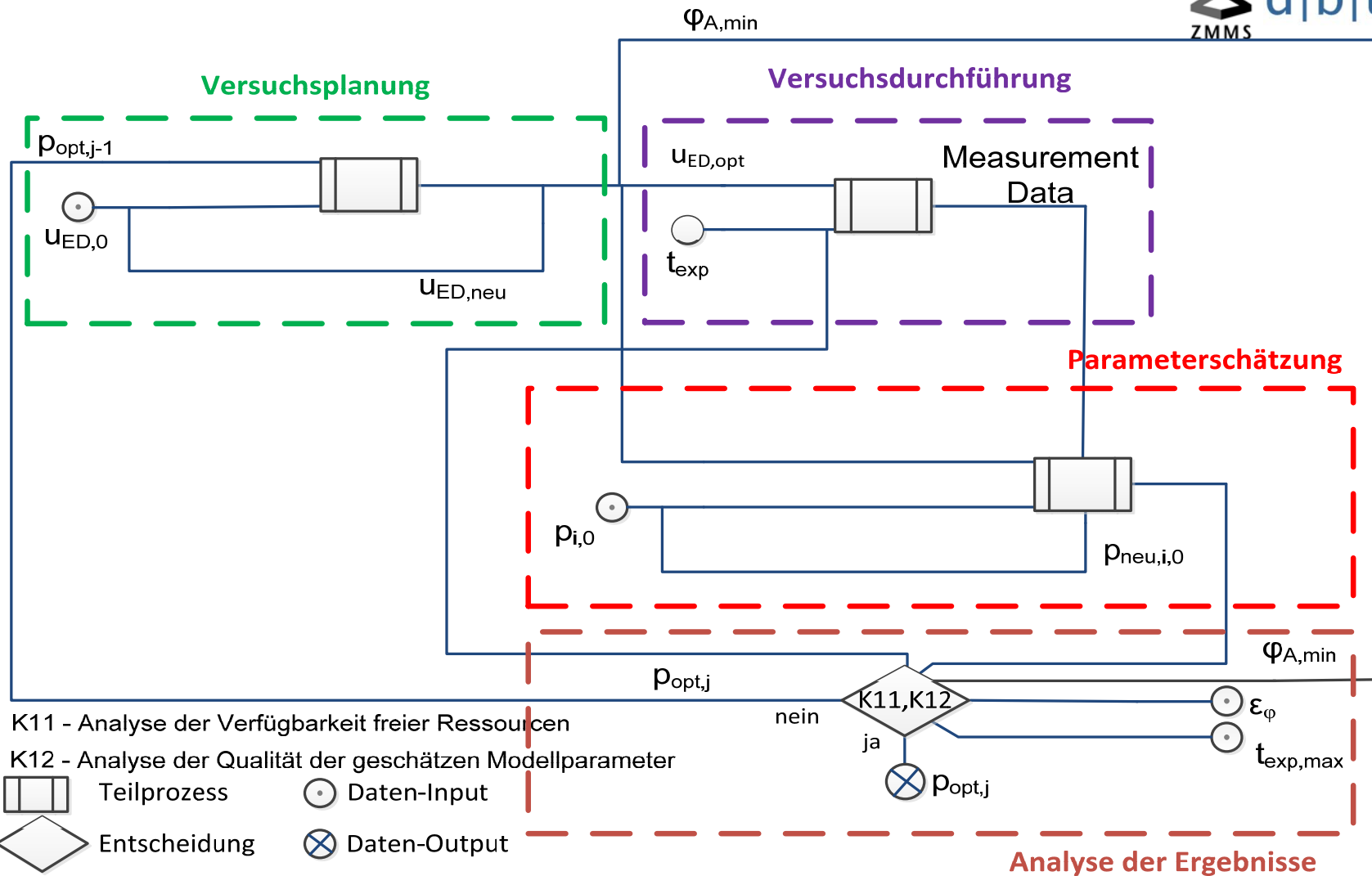
### Dekomposition (Gesamt-Teil-Beziehung)

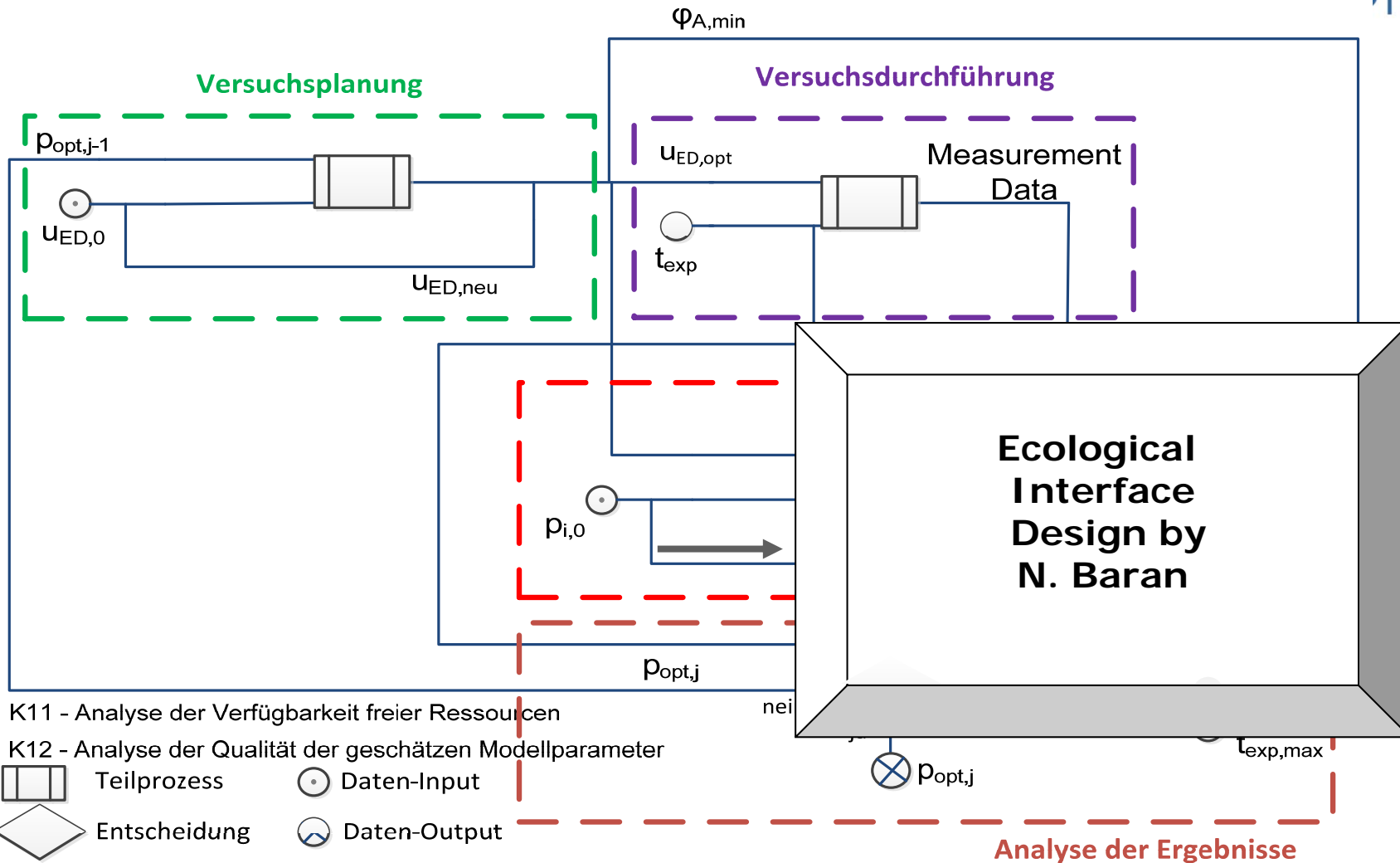
	Gesamtsystem	Subsystem i	Komponente k
<b>Abstraktion (Ziel-Mittel-Beziehungen)</b>	Funktionaler Zweck (FP)	Zielsetzung	
	Abstrakte Funktion (AF)	Gesetzmäßigkeiten, Prinzipien	
	Generalisierte Funktion (GF)	Prozesse	
	Physikalische Funktion (PF <sub>n</sub> )	Verfügbarkeit und Fähigkeiten der beteiligten Entitäten	
	Physikalische Form (PF <sub>o</sub> )	Material, Form, Farbe, räumliche Anordnung	

Warum?  
↑  
Was?  
↓  
Wie?



# Abstrakte Funktion





### Zusammenfassung

- Entwicklung eines Assistenzsystems für die Optimierung von Reglern in der Prozessindustrie
- Anwendbarkeit auf Expertenniveau durch Gestaltung der Benutzeroberfläche entsprechend der EID-Strategie

### Ausblick

- Weiterentwicklung des Assistenzsystems sowie Entwurf und Evaluation einer Benutzeroberfläche

## Literaturverzeichnis



- Jamieson, G.A. (2011), Ecological Interface Design: Testing the „Handling the Unexpected“ Claim, Cognitive Engineering Laboratory, University of Toronto
- Rasmussen, J., Vicente K. (1989), Coping with human errors through system design: implications for ecological interface design, Int. J. Man-Machine Studies 31, 517-534
- Welch, R., Braseth, A. O., Nihlwing, C., Skraaning Jr., G., Teigen, A., Veland, O., et al (2007), The 2005 Ecological Interface Design Process and the Resulting Displays, Cognitive Engineering Laboratory, Department of Mechanical & Industrial Engineering, University of Toronto
- Jamieson, G. A., Vicente K. J. (2001), Ecological interface design for petrochemical applications: supporting operator adaptation, continuous learning, and distributed, collaborative work, Computer and Chemical Engineering, 25, 1055-1074
- Schmidt, L., Schlick, C.M., Grosche, J. (Hrsg) (2008), Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme, Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Burns, C.M., Hajdukiewicz, J.R. (2004), Ecological Interface Design, CRC Press LLC
- Van Dam, S.B.J., Mulder, M., van Paassen, M.M. (2006), Ecological Interface Design of a Tactical Airborne Separation Assistance Tool, IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics – Part A: systems and humans, Vol. 38, No. 6
- Vicente K. J und Rasmussen, J. (1990), The Ecology of Human-Machine Systems II: Mediating “Direct Perception” in Complex Work Domain, Ecological Psychology, 2(3), 207-249
- Jelali, M. & Karra, S. (2010), Automatische Diagnose oszillierender Regelkreise in komplexen industriellen Anlagen, Automatisierungstechnik, 58 (7), 394-400

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**