

# Institut für Automatisierungstechnik und Mechatronik \*)

- A brief view back -

Prof. Dr-Ing. Dr.hc. Rolf Isermann

\*) Institute for Automation Technology and Mechatronics  
at Technische Universität Darmstadt

11/2023

---

R. I.  
TU Darmstadt



## INSTITUT FÜR REGELUNGSTECHNIK

### Historical Development:

1952 Lecture assignment: Dr. W. Oppelt: „Regelprobleme der Elektrotechnik“

1953 First chair of Fed. Rep. Germany: „Steuerungs- und Regelungstechnik“ decided

**1954-1957 Appointment of Prof. W. Oppelt „Lehrstuhl für Regelungstechnik“ (Chair for Control Engineering)**

- Räume im Institut für Elektrische Maschinen
- Baracke beim TH-Hauptgebäude (wooden shack)
- Erste Assistenten: K. Barth, R. Bräu, M. Thoma,

**1959 Studienrichtung (Special study course) „Regelungstechnik und technische Elektronik“**

- Umzug (move) Gebäude Landgraf Georg Str. 4

**1973 Appointment of Prof. Dr. rer.nat Henning Tolle (Chair for Control Theory)**

- Fachgebiete „Regeltechnik“ und „Regelsystemtheorie“
- (Laboratories on „Control engineering“ and „Control theory“)

---

R. I.  
TU Darmstadt





---

R. I.  
TU Darmstadt

Beginning of IRT 1957 in a wooden shack



---

R. I.  
TU Darmstadt

Prof. Dr.-Ing. Winfried Oppelt (1912 – 1999)



## Historical Development:

### 1977 Appointment of Prof. Dr.-Ing. Rolf Isermann

- (Former Universität Stuttgart)
- Emeritus status for Prof. W. Oppelt
- Laboratory „Regelsystemtechnik“ („Control systems engineering“)

### 1982 25th Anniversary IRT (100 participants)

R. I.  
TU Darmstadt



R. Isermann

W. Oppelt

H. Tolle



R. I.  
TU Darmstadt

Weihnachtsfeier (Christmas party) 1980







HP 21-MXE

PDP 11/34

R. I.  
TU Darmstadt

Processcomputers with 5 control panels (1978)



DMR2 (Intel 8080)

DMR4 (Intel 8085)

DMR16 (Intel 8086, 8087)  
(digital adaptive control, magnet bubble storage)

R. I.  
TU Darmstadt

Microcomputer-Controllers (Bergmann, Radke 1983)





## 1988-2001 DFG- Sonderforschungsbereich (Special research project), „IMES“ (Mechatronik), 10 Institutes from faculties Mechanical Engineering and Electrical Engineering

- Rent Building: Bleichstr. 10 -12

## 1998 Appointment of Prof. Dr.-Ing. Jürgen Adamy

- Emeritus status of Prof. H. Tolle

## 1998 Renaming: „Institut für Automatisierungstechnik“

- Laboratories „Regelungstechnik und Prozessautomatisierung“ und „Regelungstheorie und Robotik“

## 1999 40th Anniversary IAT (140 Teilnehmer)

## 2000 Study course „Automatisierungstechnik“ Study course „Mechatronik“

- Additional rooms: Petersenstr. 20 (Chemiegebäude, 680 qm)

R. I.  
TU Darmstadt



### Ingenieurteam:

10 Fachgebiete der TUD  
Teilprojektleiter und  
wissenschaftliche  
Mitarbeiter forschen  
gemeinsam auf dem Gebiet  
der Mechatronik

### Special Research Project on Mechatronics: 1988 – 2001:

- 32 Dissertations
- Many industrial  
cooperations
- 34 Mio DM (15 Mio €)
- Funded by  
German Research  
Foundation (DFG)

Teilprojektleiter, wissenschaftliche  
Mitarbeiter und Gutachter des SFB



7

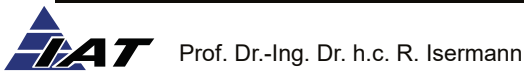
R. I.  
TU Darmstadt

SFB-IMES Professors, Coworkers, Reviewers



# Laboratory for Control Systems and Process Automation (2010) - Project Groups -

TU Darmstadt, Institut für Automatisierungstechnik, Landgraf-Georg-Straße 4, 64283 Darmstadt



## Identification, Control of Nonlinear Systems

- Identification and nonlinear multi-variable control of rollings mills  
N. Soler
- Identification of nonlinear multi-variable control with neuronal nets  
A. Schreiber

## Fault Diagnosis and Fault Tolerant Systems

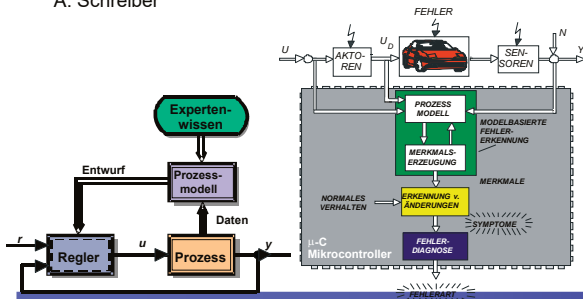
- Hydraulic servo actuator  
M. Münchhof, M. Beck
- Fault-tolerant steer-by-wire system  
M. Beck
- Balancing machines  
J. Bähr

## Control of Vehicle Dynamics

- Collision-avoiding by-wire-vehicle PRORETA 2  
R. Mannale, K. Schmitt
- Vehicle dynamics identification with online parameter estimation and GPS  
M. Bauer

## Control of Combustion Engines

- Design-of-experiments for combustion engines  
A. Schreiber
- Physical modelling and HiL-Simulation  
S. Zahn
- Optimal control  
H. Sequenz
- Model-based fault diagnosis of combustion engines  
S. Clever
- Control of air-path, turbo-charger and exhaust gas recirculation  
M. Mrosek



Status: January 2010

R. Isermann  
TU Darmstadt



## Research Cooperation with Companies

Research contracts: 1-3 years, Financing: 100% Industry  
Contract volume: ca. € 700.000 per year

### Combustion Engines

- Diesel Engines** (since 1995)
  - Modeling
  - Real-time simulation
  - Control
- SI Engines** (since 1996)
  - combustion chamber pressure control
  - exhaust gas recirculation control
- SI Engines** (since 2001)
  - Combustion optimization for direct inject engines
- Misfire detection** (1996-2001)
  - Exhaust system pressure analysis
- Misfire detection** (1996-2001)
  - Ionic current measurement
  - Secondary air pump diagnosis

### Medical Engineering

- Dialysis Systems** (since 1998)
  - Modeling
  - Optimal Control
  - Patient adaptation

### Vehicles

- Brake-by-Wire** (since 1995)
  - Control and estimation of EMB brake forces
  - Smart brake pedal
  - Control of horizontal dynamics using BbW-Actuators
- Active Suspensions** (since 2001)
  - Fault detection for active suspension system
- Automobile Dynamics** (since 1990)
  - On-line simulation
  - Automatic distance and velocity control
  - Intelligent parking assistance

### Power and Process Engineering

- Heating Systems** (since 1986)
  - Modeling, simulation
  - adaptive control
  - Fuzzy control
- Cement Production** (1992-1997)
  - Modeling, simulation
  - Variable structure control of grinding plants

R. I.  
TU Darmstadt



# Common research with industry associations

Technical committees accompany research projects at Universities.

Financing: 50% Industry – 50% Research Ministry

Amount: 65.000 € p.a. and project

## Combustion engines

- Forschungsvereinigung  
Verbrennungskraftmaschinen  
FVV
- Dieselmotoren-Regelung (1992-1995)
  - Dieselmotoren-Steuerung (1995-1997)
  - Nebenaggregate-Management (1995-2000)
  - Fehlerdiagnose an Dieselmotoren (1999-2002)
  - Fehlerdiagnose an Ottomotoren (1999-2002)



**BOSCH**



**FESTO**

**BOSCH**

**WILO**



## Mechatronic systems

Deutsche Forschungsgesellschaft für die Anwendung der Mikroelektronik  
DFAM

- Intelligente dezentrale elektromechanische Komponenten (1996-1999)
- Einfach anwendbare Diagnoseverfahren für mechatronische Komponenten (2001-2003)



**Rexroth**  
Bosch Group

## Teleservice

Forschungszentrum Karlsruhe  
Projektträger des BMBF  
Verbundprojekt OKTEL

- Modellbasierte Telediagnose elektrischer Antriebe und Textilmaschinen

**BERGER LAHR**



## Mechatronic pumps

Fachgemeinschaft Pumpen VDMA

- Störungsfrüherkennung an oszillierenden Verdrängerpumpen (2002-2004)



**HAMMELMANN**



**STERLING**

**ABEL** Always able to handle it.

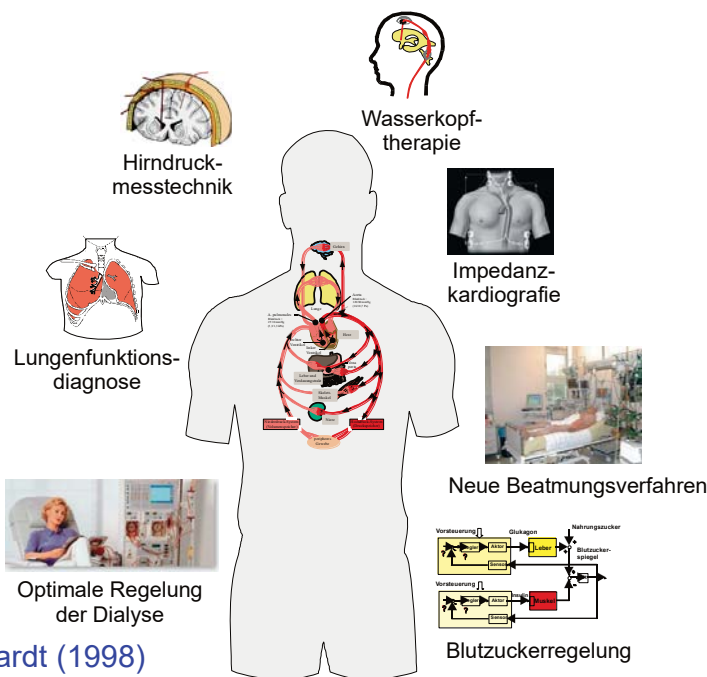
R. I.  
TU Darmstadt

Research contracts with industrial associations



## Project Group: Biomedical Engineering

Regelungstechnische Methoden in der Medizin



### Regelungstechnik

- ▶ Modellbildung & Identifikation
- ▶ Systemtheorie
- ▶ Regelung & Fehlerdiagnose

### Mechatronik

- ▶ Sensorik und Aktorik
- ▶ Telemetrie
- ▶ Mikroelektronik

### Künstliche Intelligenz

- ▶ Expertensysteme
- ▶ Neuronale Netze
- ▶ Fuzzy Logik

### Computergestützte Diagnose

- ▶ Online Messung & Auswertung
- ▶ Interpretationshilfe
- ▶ Fehlerdiagnose technischer Geräte

### Verbesserung der Therapie

- ▶ Substitution/Unterstützung defekter biologischer Regelkreise
- ▶ Entwicklung neuer Implantate
- ▶ Technische Qualitätssicherung

St. Leonhardt (1998)  
M. Walter (2002)  
P. Wabel (2003)  
U. Moissl (2005)  
S. Wieskotten (2009)

Technik für den Menschen

R. I.  
TU Darmstadt

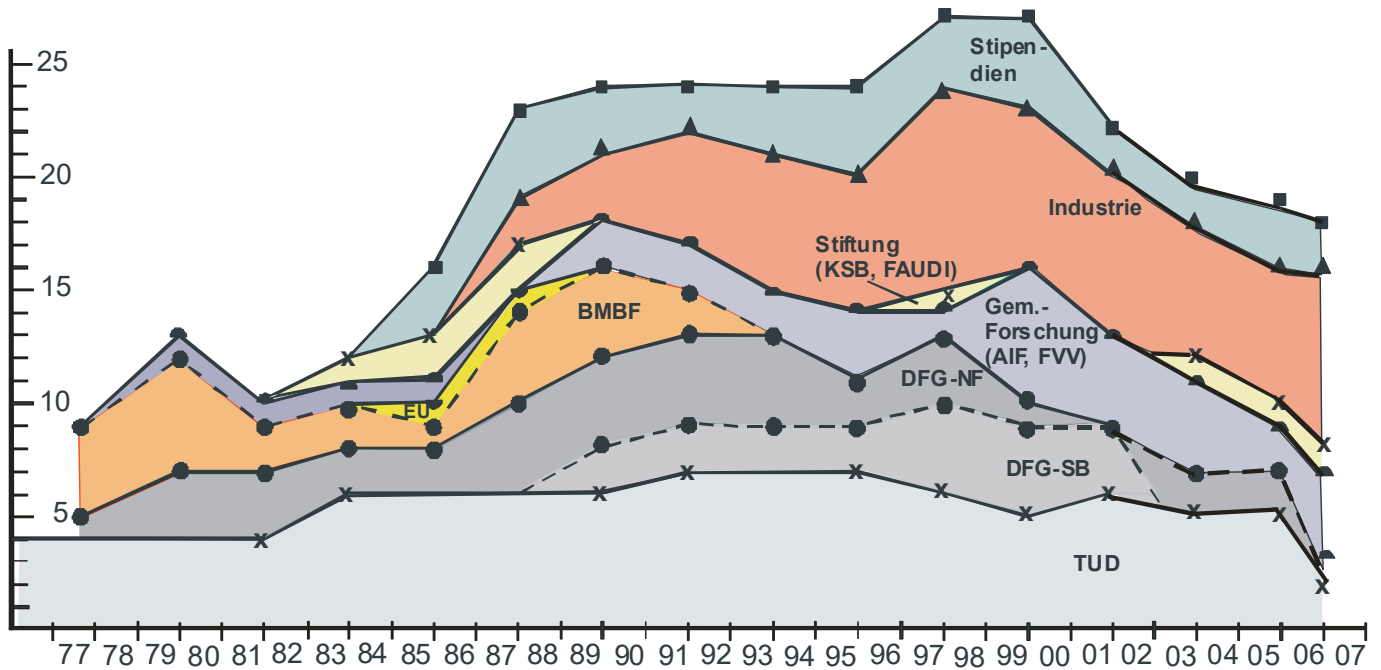
Steps to "Medical Technology"





# Scientific staff

## Laboratory Regelungstechnik und Prozessautomatisierung (30 Jahre: 1977 – 2007)



R. I.  
TU Darmstadt



## Experimental Equipment: An important part of applied research

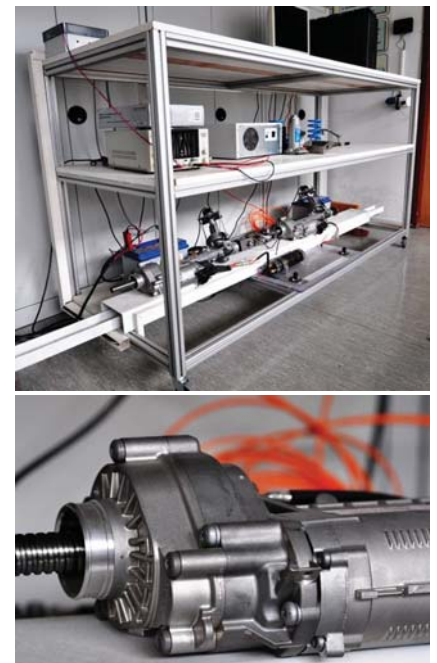
Research Vehicles



Combustion Engine Test stand



Mechatronic Teststands



R. I.  
TU Darmstadt





# Driving simulator for development of driver assistant systems

- Simulation von Fahrzeug und Umfeld in IPG CarMaker
  - Manöver kann selbst gefahren werden („Human-in-the-Loop“)
- Test und Demonstration von Fahrerassistenzfunktionen
- Messgrößen aus Halbfahrzeug
  - Gaspedalstellung
  - Bremspedalstellung
  - Lenkradwinkel
- A/D-Wandlung und Übertragung der Messgrößen zum Simulations-PC über CAN-Bus
- Nachbildung des Gegenmoments am Lenkradmoments
  - Berechnung in Simulation
  - Realisierung über vorhandenen Aktor am Lenkrad



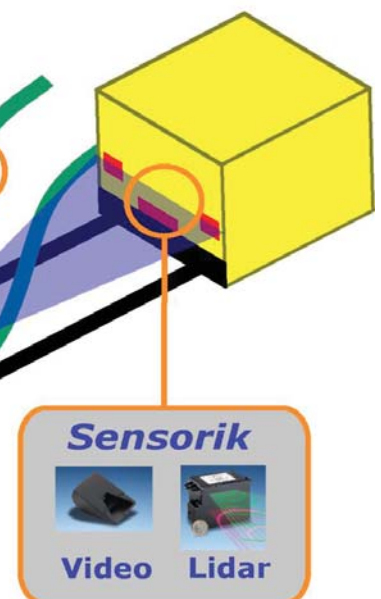
R. I.  
TU Darmstadt



## Industry-University Project PRORETA 1 (2003 – 2006) „Automatic Collision Avoidance“

1. Automatic Emergency Braking
2. Automatic Swerving

### PRORETA



In Kooperation mit 

R. I.  
TU Darmstadt



## PRORETA-Project 2: Overtaking Assistant (2006 – 2009): Crash Avoidance



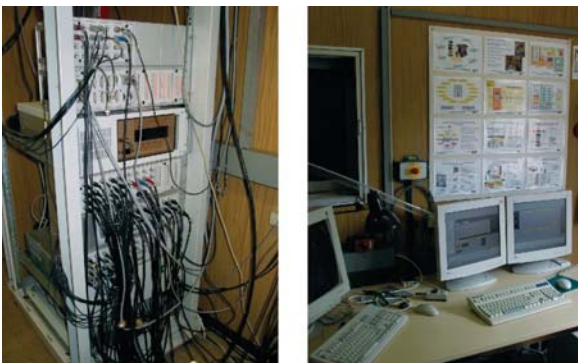
R. I.  
TU Darmstadt

Research vehicle with real time computer and sensors

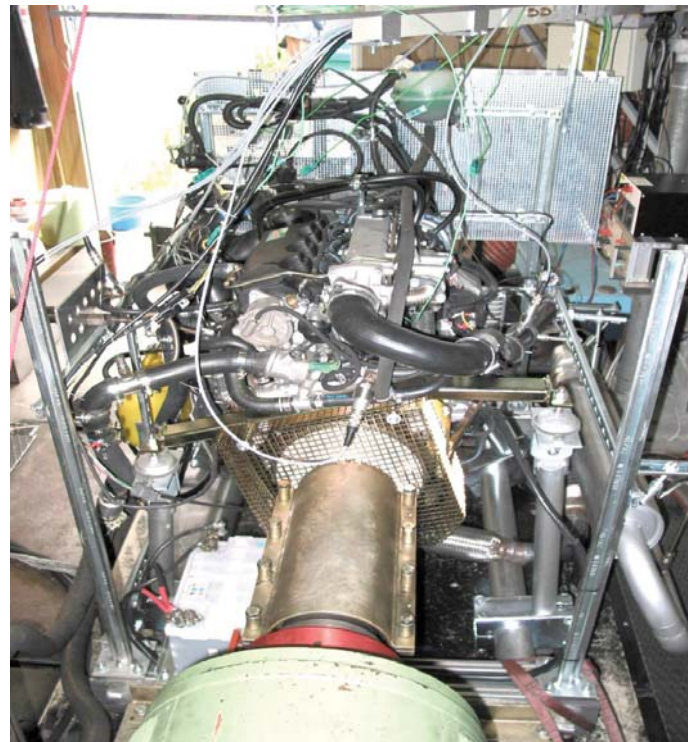


## Dynamic Engine Teststand (1988 – 2013)

Control panels



ICE / Asynchronous machine



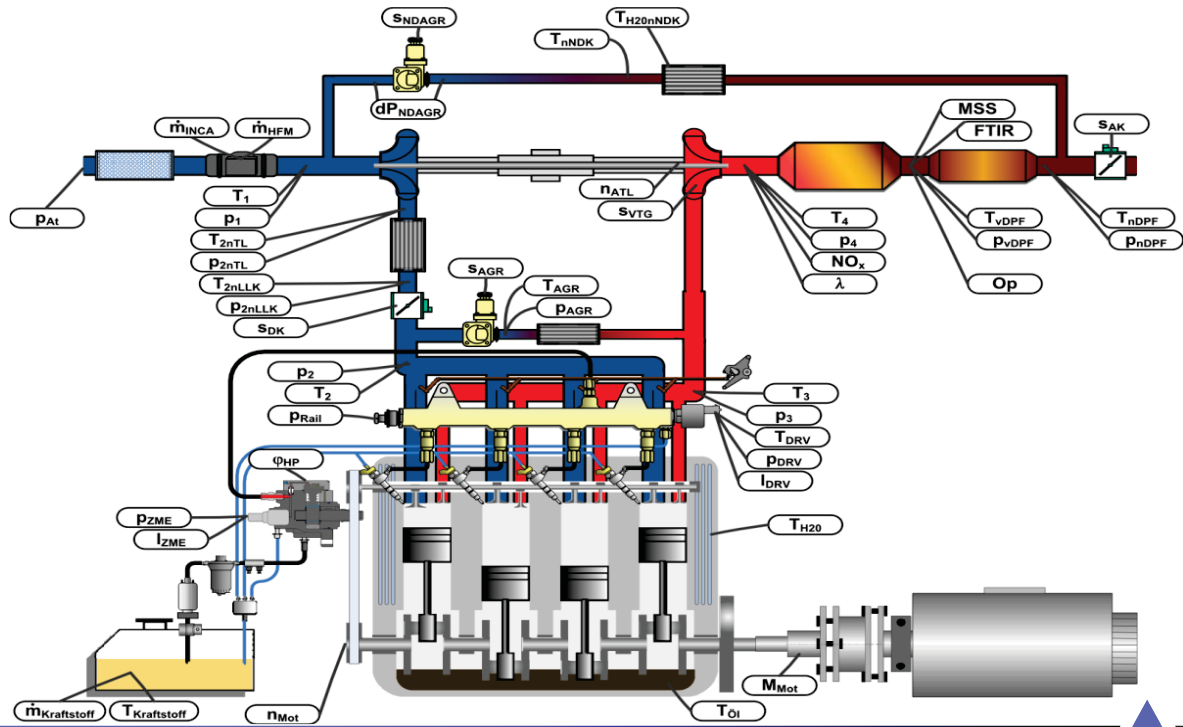
R. I.  
TU Darmstadt

MPS-Standort: Hof Landgraf-Georg Str. 6 (Container)





# Combustion Engine Teststand: Sensor configuration Diesel and Gasoline Engines



R. I.  
TU Darmstadt



## Engine Teststand 2014 - 2022

- Asynchronous motor 160kW
- Automation with dSpace real time prototyping systems
- > 15 pressure and temperature sensors
- Fuelflow measurement
- Emission measurement:
  - MicroSoot
  - Opacimeter
  - SmokeMeter
  - NOx-sensor



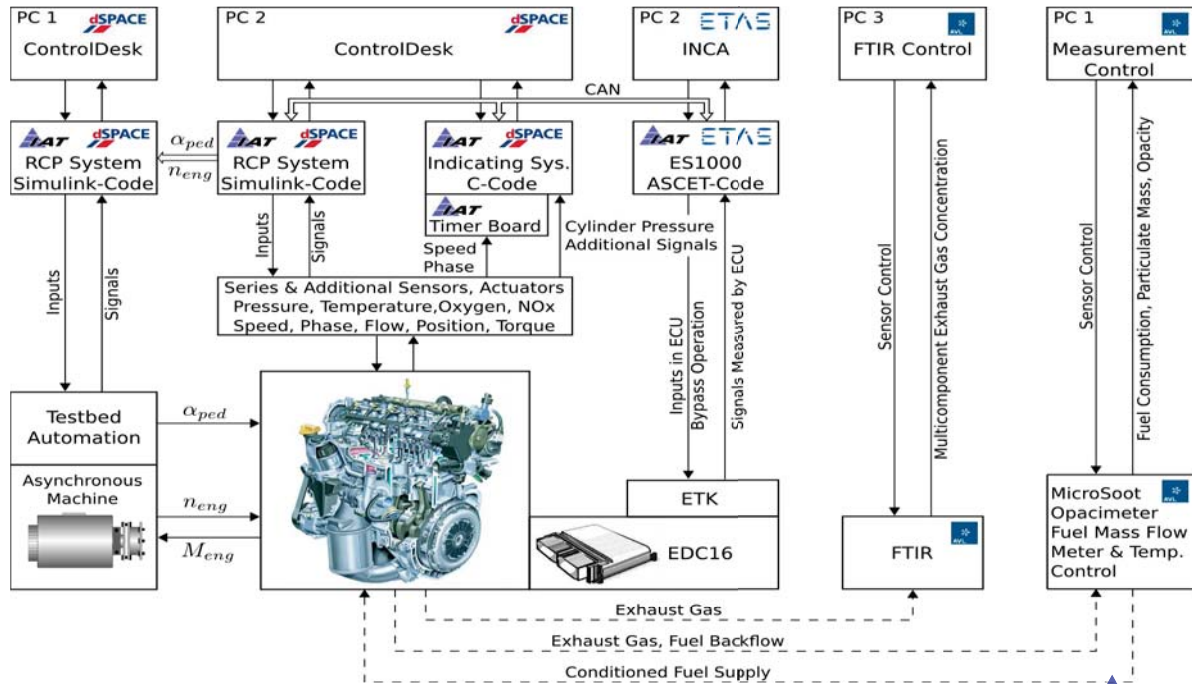
R. I.  
TU Darmstadt

Accommodation: Halle Turbomaschinen, Campus Lichtwiese

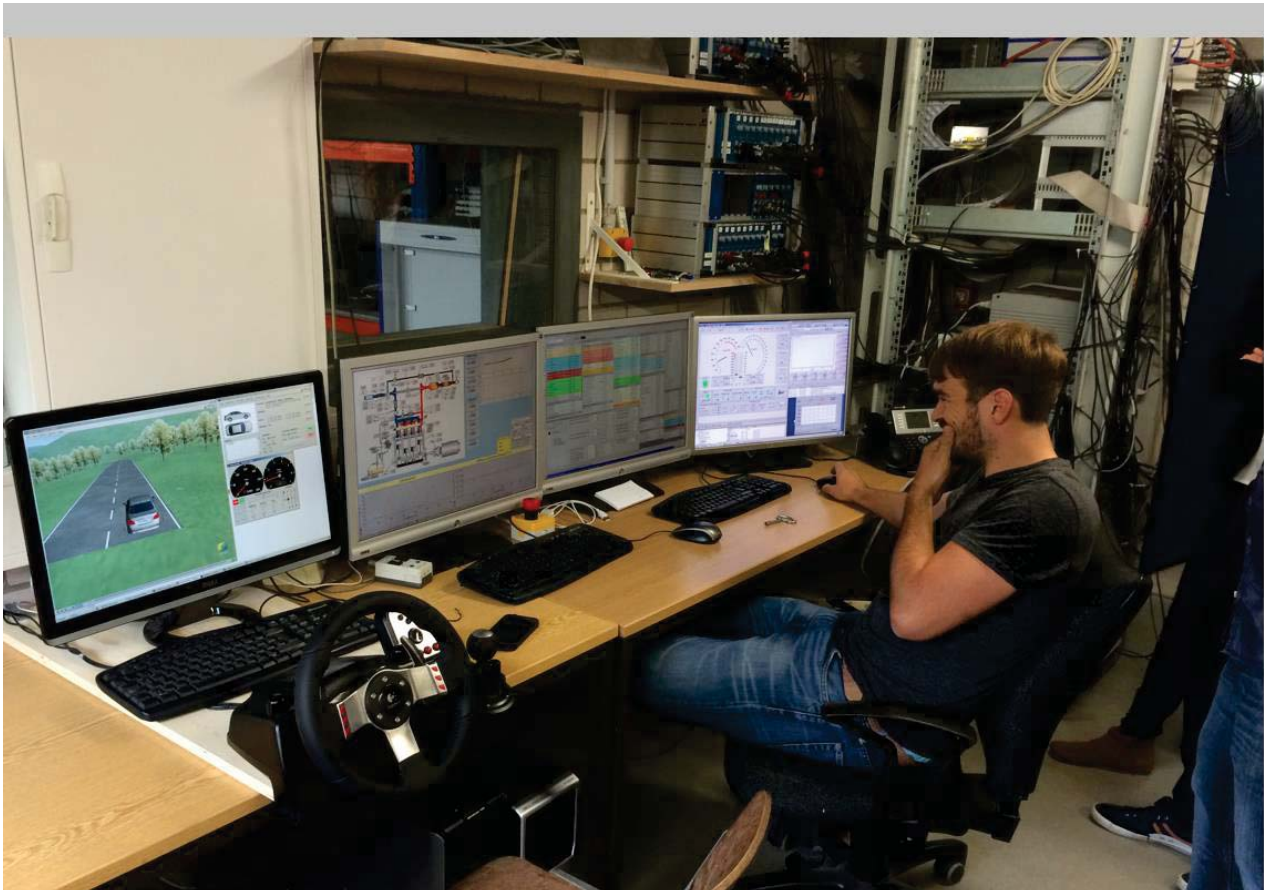


# Engine Teststand with realtime computers for Rapid Control Prototyping (dSpace and ETAS-computers)

**Goals: Modelbased electronic engine control with minimal consumption, minimal emissions and fault diagnosis**



R. I.  
TU Darmstadt



R. I.  
TU Darmstadt

Engine teststand control panel: Simon Zydek 2014





# After doctoral examination: Present with a doctoral hat ....



R. I.  
TU Darmstadt



R. I.  
TU Darmstadt

Yearly Workshop: Waldemar-Petersen-Haus (Kleinwalsertal)





R. I.  
TU Darmstadt

Yearly Workshops: working plans and seminars (2006)



## Our Team in 2001



R. I.  
TU Darmstadt

Kleinwalsertal: Waldemar Petersen-TUD-Haus 2001







R. I.  
TU Darmstadt

KWT MÄRZ (2008)



R. I.  
TU Darmstadt

25th anniversary KWT, Hüttenabend, 22.3.2014







R. I.  
TU Darmstadt    Ilse Brauer, KWT 2014



R. I.  
TU Darmstadt

Corina Fischer, KWT 2014







R. I.  
TU Darmstadt

Emeritierung Prof. Isermann 10.11.2006 Festkolloquium



R. I.  
TU Darmstadt

Prof. Dr. rer.nat Henning Tolle beim Alumnitreffen 2018





R. I.  
TU Darmstadt Prof. Dr.Ing. Dr. med . Steffen Leonhardt beim Alumnitreffen 2018



## **INSTITUT FÜR AUTOMATISIERUNGSTECHNIK UND MECHATRONIK**

### **2005 Appointment of Prof. Dr.-Ing. Ulrich Konigorski**

- Emeritus status for Prof. R. Isermann (2006)
- Laboratory „Regelungstechnik und Mechatronik“





R. I.  
TU Darmstadt

Welcome of Prof. Ulrich Konigorski (2005)



R. I.  
TU Darmstadt

Prof. Konigorski: 60th birthday party 28.5.2016



## 2021 Appointment Prof. Dr.-Ing. Rolf Findeisen

- Emeritus status for Prof. U. Konigorski
- Laboratory „Control and Cyber-Physical Systems (CCPS)“







R. I.  
TU Darmstadt

Prof. Findeisen and Prof. Adamy during farewell of Prof. Konigorski (2021)



Dank an alle ehemaligen 130 Wissenschaftliche Mitarbeiter!



R. I.  
TU Darmstadt

Kleinwalsertal: Waldemar-Petersen-Haus: März 2003



## Dank an Sekretariate und Bibliothek !



B Hoppe

C. Fischer

R. Filip



M. Booth

M. Widulle

2006

R. I.  
TU Darmstadt



## Dank an Werkstatt!



### Meister (Mechanik):

L. Bock

W. Schellhaas

**Alexander Stark**

### Facharbeiter(Mechanik):

H. Körber

### Elektronik-Werkstatt:

Alfred Gross



R. I.  
TU Darmstadt







THANK YOU  
FOR YOUR ATTENTION