

Automatisierungs-, Mess- und Regelungstechnik (AMR)

Vorstellung der Studienrichtung

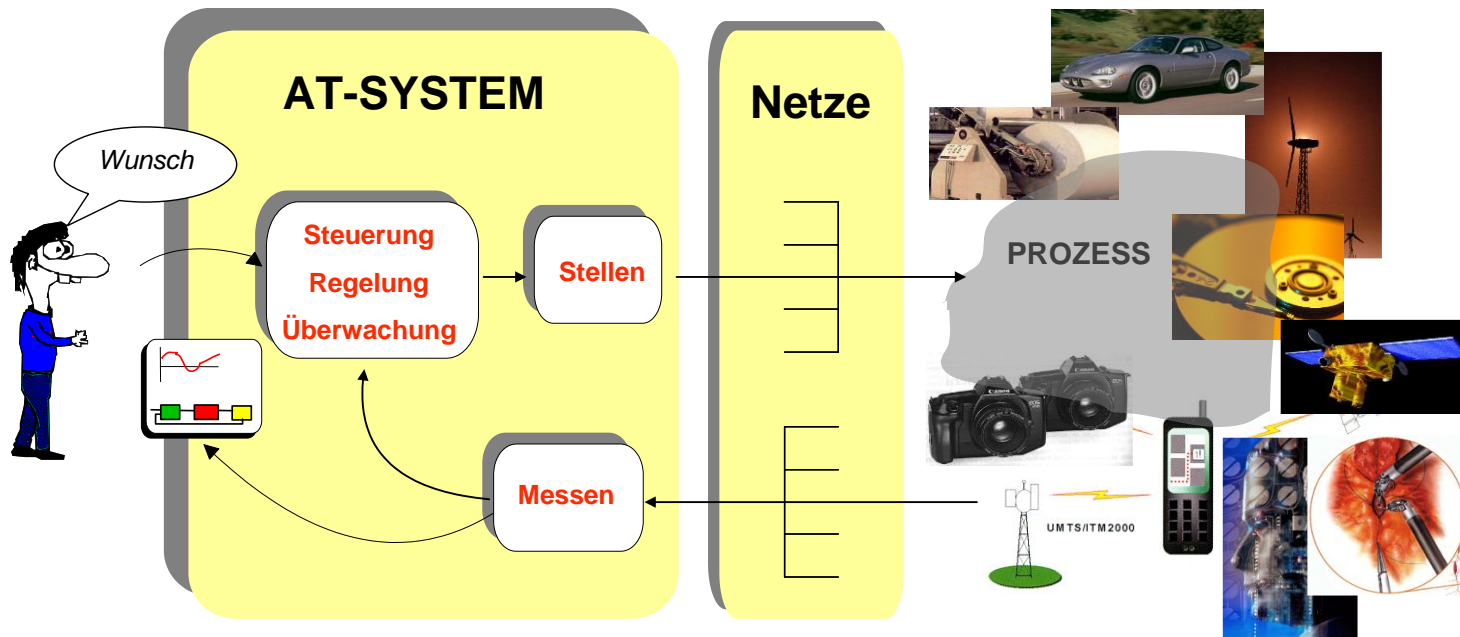
Prof. K. Röbenack / Prof. K. Janschek / Prof. J. Czarske / Prof. L. Urbas

Automatisierungs-, Mess- und Regelungstechnik (AMR)

Gegenstand der Studienrichtung

Entwicklung von **Methoden** und **Technologien** für die **Automatisierung komplexer, nichtlinearer, heterogener Systeme** im Hinblick auf

- *interaktive* Bedienung / Leitung,
- *selbsttätige* Steuerung / Regelung / Überwachung / Sicherung.

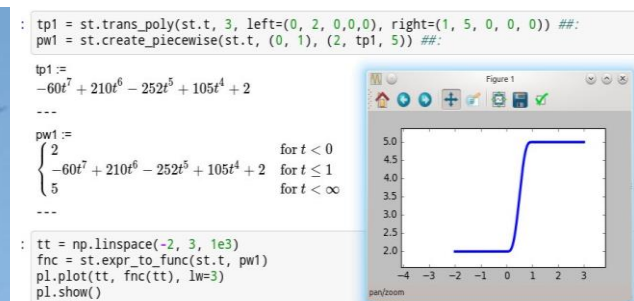
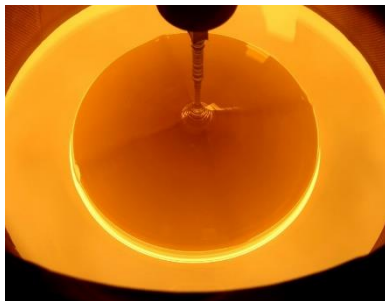


Automatisierungs-, Mess- und Regelungstechnik

Was zeichnet das Fachgebiet aus?

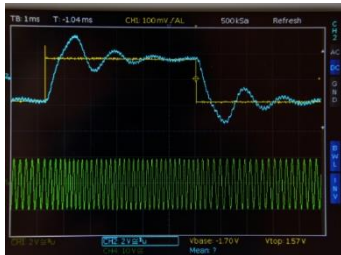
Die Automatisierungs-, Mess- und Regelungstechnik

- ist eine unerlässliche, häufig „**versteckte Technologie**“ (arbeitet im Hintergrund ohne weiteres menschliches Zutun),
- ist eine **Schlüsseltechnologie** für viele Anwendungen,
- besitzt ein extrem **breites Anwendungsfeld** in der Produktion & Fertigung, der autonomen Navigation, der Medizintechnik und auf vielen anderen Gebieten,
- ist stark **interdisziplinär** ausgerichtet (Nutzung von Methoden aus Naturwissenschaft – Ingenieurpraxis – Informatik – Betriebswirtschaft – Mathematik).

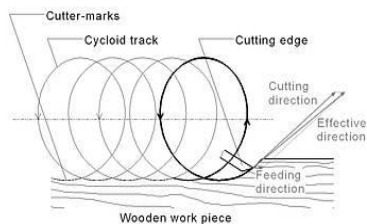


Die Forschungsprofile der Studienrichtung spiegeln die Vielfalt des Fachgebietes wider

Regelung, Steuerung



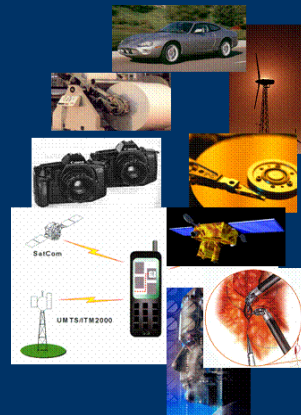
Modellbildung, Systemanalyse



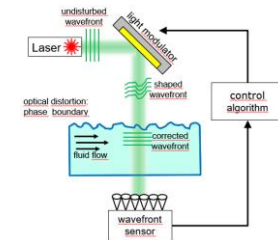
Automatisierter Systementwurf

Komplexe heterogene Systeme

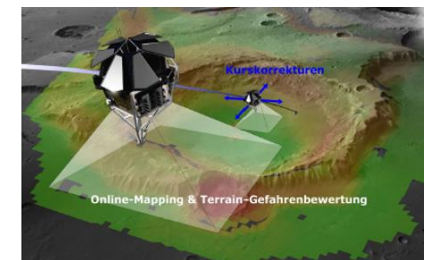
Mechatronik, Robotik,
Raumfahrt, Verfahrenstechnik,
Fertigungstechnik, Energie,
Gesundheit, Verkehr



Messsysteme, Überwachung



Mensch-Maschine Interaktion



Intelligente Perzeption

Anforderungen an AMR-Ingenieure

Interdisziplinäres Projekt- und Lösungsgeschäft

Aufgaben

Charakterisierung, Modellierung, Planung, Realisierung und Anwendung von AMR für komplexe technische Systeme

Beispiel Schweißroboter

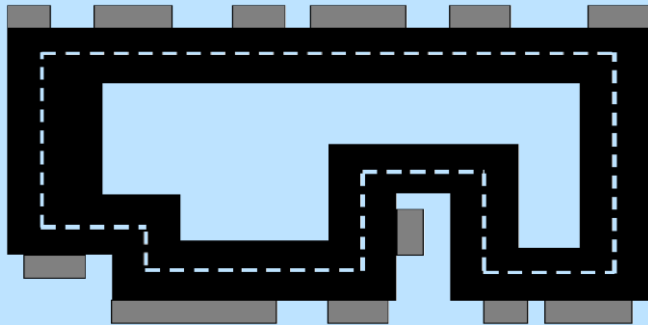
- **Regelungs- und Steuerungstheorie:** Modellbildung, Algorithmen zur Regelung und Steuerung
- **Automatisierungstechnik:** Bahnplanung, Trajektorienerzeugung, Datenfusion
- **Mess- und Sensorsystemtechnik:** Smarte adaptive Sensorsysteme, Echtzeitdatenverarbeitung
- **Prozessleittechnik:** Informationstechnische Modellierung und Einbettung in die digitale Anlage, Mensch-Maschine-Kommunikation



Beispiel einer interdisziplinären Lehrveranstaltung

Hauptseminar AMR (5. Fachsemester, Bearbeitung im Team)

Entwicklung von Algorithmen zur autonomen Navigation eines Fahrzeuges einschließlich Einparkassistentz



Parcour mit Parklücken



Android Tablet



Anforderungen an den Roboter:

- Straßenverlauf folgen
- passende Parklücken finden
- Parkvorgang autonom durchführen
- Ausparken / zuverlässig Anhalten



LEGO Mindstorm NXT Roboter



Professur für Automatisierungstechnik

Prof. Dr. techn. Klaus Janschek



Forschungsfelder des Lehrstuhles AT

Robotics - Mechatronics – Systems Design – Industrial Automation

Systems Design

Model-based Systems Engineering
 Dependability Engineering
 Safety Engineering for Autonomous Driving
 Modeling & Simulation

EU
 ESA
 DFG
 Siemens



Guidance Navigation Control

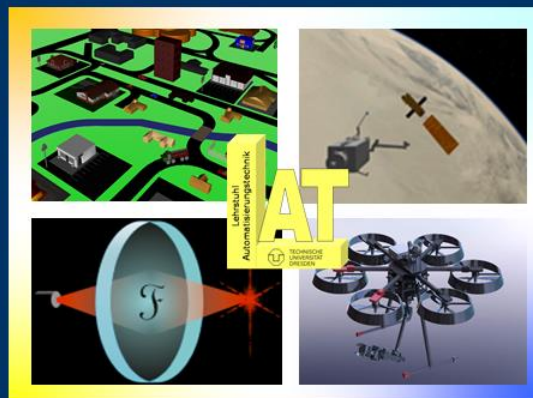
DFG
 DLR
 ESA
 EU
 Airbus D&S

Image-based Navigation / SLAM
 Motion and trajectory planning
 Aerial manipulation
 Spacecraft Docking HIL Simulation
 Control architectures

Information-based Automation

Internet Technologies
 Model-based Technologies
 Human-Machine Interfaces

DFG
 AiF
 BMBF



Industrial Automation

Robotics

Optical Computers Opto-Mechatronics

Control of MEMS-Micromirrors
 Wavefront Shaping
 Optical Fourier Processors
 Optical Correlators
 Smart Imaging Systems
 Surface Inspection

ESA
 AiF
 FhG

Mechatronics

Lehrangebote im Hauptstudium

LV Modellbildung & Simulation (PF*)

Systems Design

LV Ereignisdiskrete Systeme 1,2 (PF*)

Engineering
Dependability Engineering
Safety Engineering for Autonomous Driving
Modeling & Simulation



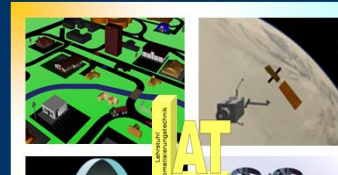
LV Bahn- und Lageregelung Raumfahrzeuge

Guidance
Navigation
Control



LV Systementwurf

Information-based Automation

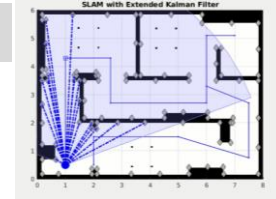


LV Steuerung von Manipulatoren

LV Projekt Teleautomation

Technologies
Model-based Technologies

LV Mobile Robot Control



LV Internetanwendungen in der AT

Technologies

LV Hauptseminar AMR - Einparkassistent
Teilaufgaben: *Lokalisierung, Bewegungsplanung*

Industrial Automation

LV Entwurf eingebetteter Systeme

Control of MEMS-Micromirrors
Wavefront Shaping
Optical Fourier Processors

LV Regelung von Mehrkörpersystemen



LV Oberseminar AT zu aktuellen Forschungsthemen
z.B. *Künstliche Intelligenz, Bildverarbeitung*

Optical Computers

Mechatronics

LV Mechatronische Systeme



Guidance-Navigation-Control Projects

2000 - 2004
Satellite Visual
Orbital Navigation

2006 - 2009
Geostationary Image
Navigation

2004 - 2010
Optical Flow Landing
Navigation

2007 - 2012
Bio Inspired Visual
Navigation

2012 - 2015
6-DOF Model-predictive SPLAM
with UBB Uncertainties

2019 - 2021
Asteroid Exploration
Vision-based Navigation

2008 - 2017
Visual Rendezvous Navigation
RV-SLAM + 3D Recon-
struction

2013 - 2015
Multi-Robot 3D Exploration

2022-2024
Asteroid Exploration with
AI- Artificial Intelligence

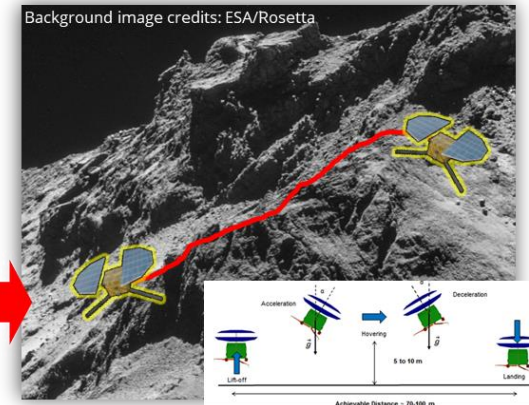
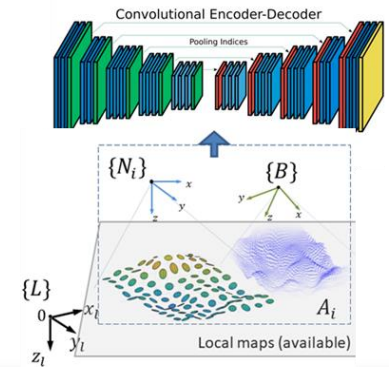
2012 - 2014
S3ARV

2012 - 2014
Navigation Control Loop

```

    graph LR
      Obj[task objectives] --> Guidance
      Guidance --> Control
      Control --> Vehicle[Vehicle Dynamics & Kinematics]
      Vehicle --> State[vehicle state]
      State --> Perception
      Perception --> Navigation
      Navigation --> Guidance
      Env[environment] --> Perception
      Env --> Navigation
      Map[pose + map] --> Navigation
      
```

Semantic LiDAR with Machine Learning



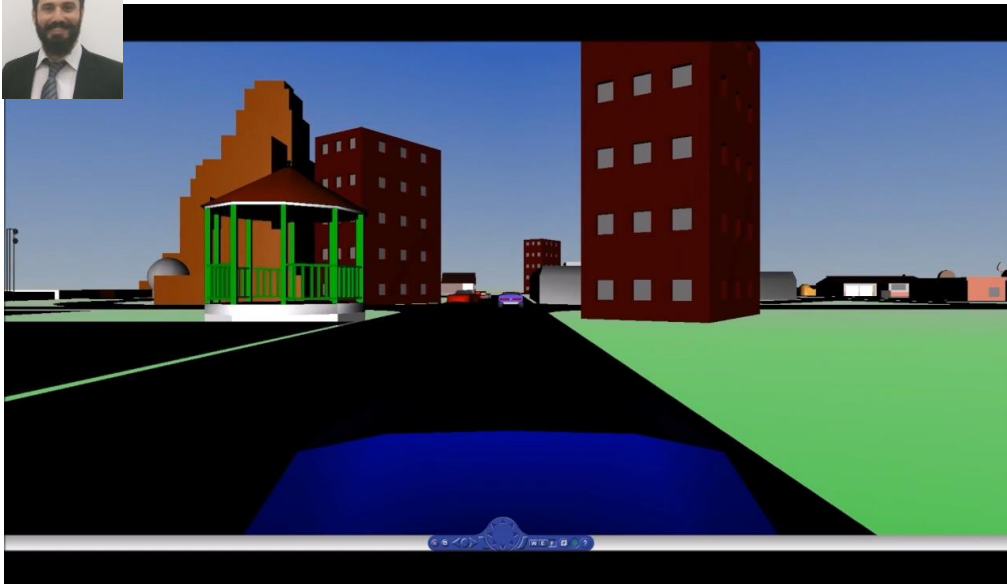
Autonomous Driving

Safe Traffic Management

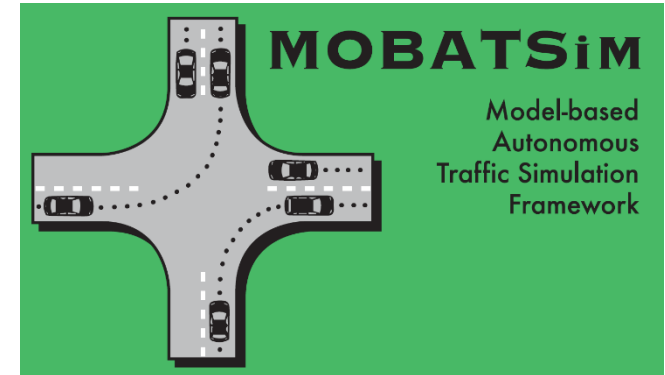
MOBATSIM: Model-based Autonomous Traffic Simulation Framework for the Safety Analysis of Autonomous and Connected Vehicles



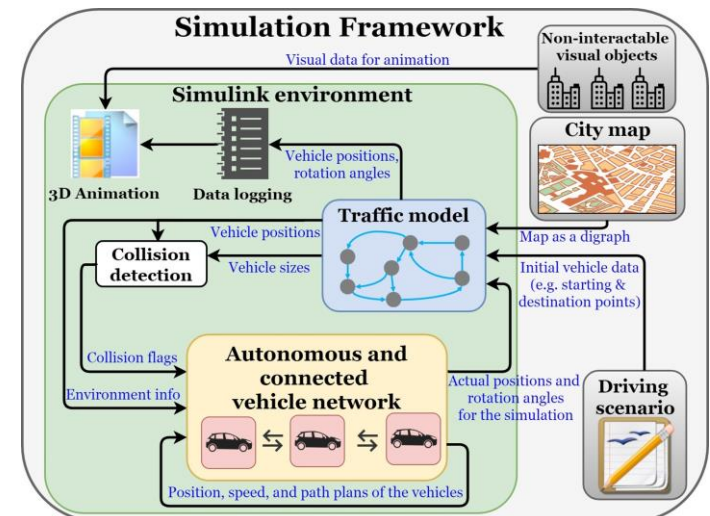
M.Sc. Mustafa Saraoğlu



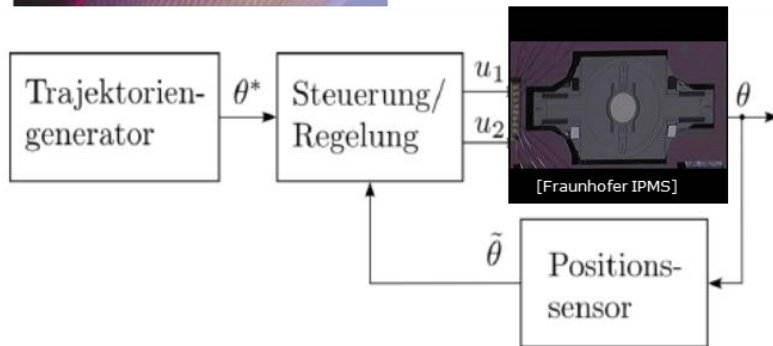
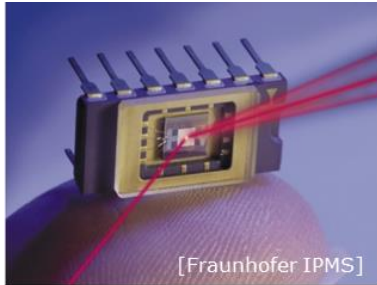
<https://youtu.be/rG8B0ip4dpk>



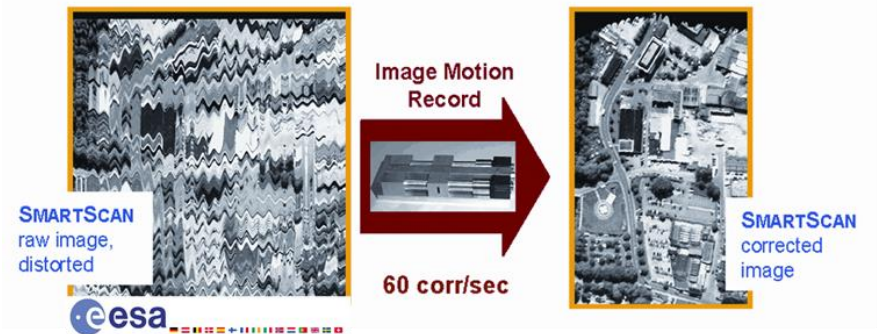
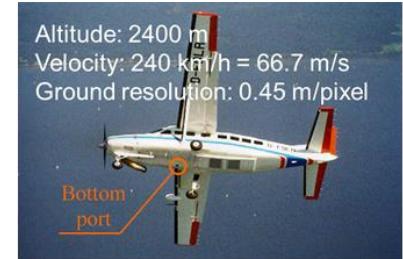
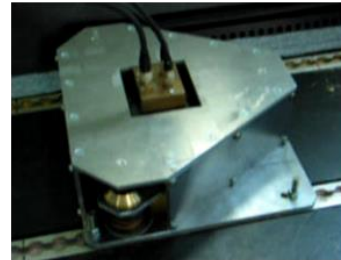
MATLAB & SIMULINK



Control of MEMS Laser Scanners (Lidar)



Smart Imaging Systems Optoelectronic Image Correction



**Optical Computers
Opto-Mechatronics**

Control of MEMS-Micromirrors
Wavefront Shaping
Optical Fourier Processors
Optical Correlators
Smart Imaging Systems
Surface Inspection

Mechatronics

Forschungsschwerpunkt Multimodale Benutzungsschnittstellen

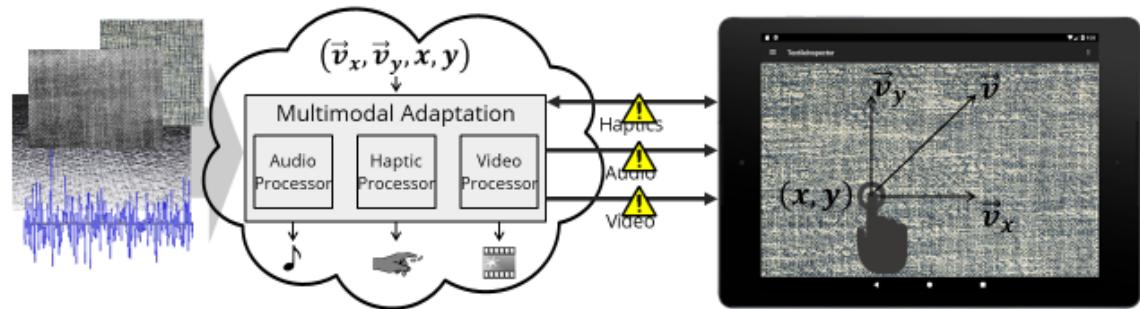
Information-based Automation

DFG
AiF BMBF

Internet Technologies
Model-based Technologies
Human-Machine Interfaces

Industrial Automation

Multimodal Inspection of Textile Surfaces



The 5G Lab Story on 5G Applications

Forschungsprojekt Multimodale Inspektion (haptisch, visuell, auditiv) von Produktoberflächen

- Ziel: räumlich entfernte Inspektion textiler Produktoberflächen über das Internet
- LS-AT: Entwicklung der Datenübertragung & Methodenentwicklung für die multimodale Interaktion mittels Geräten aus dem Consumerbereich

Input modality	Output modality	Max. latency
haptic	haptic	36ms [1]
haptic	auditory	24ms [2]
haptic	visual	30ms [3]



Professur Regelungs- und Steuerungstheorie

Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Math.
Klaus Röbenack

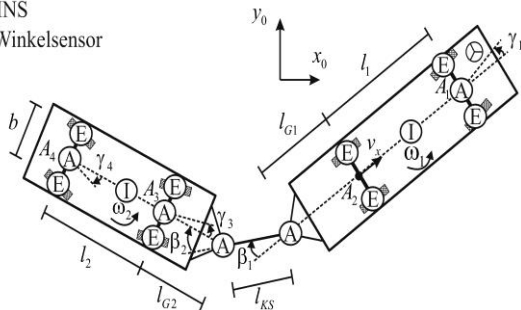


Anwendungs- und Forschungsgebiete

vielfältige Abstufung zwischen Praxis und Theorie

Fahrzeugregelung

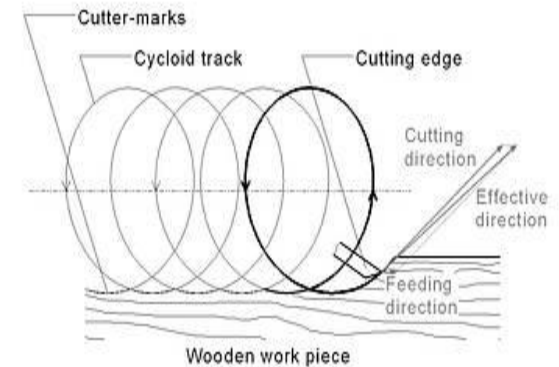
- ⊕ Radencoder
- ⊖ INS
- ⊙ Winkelsensor



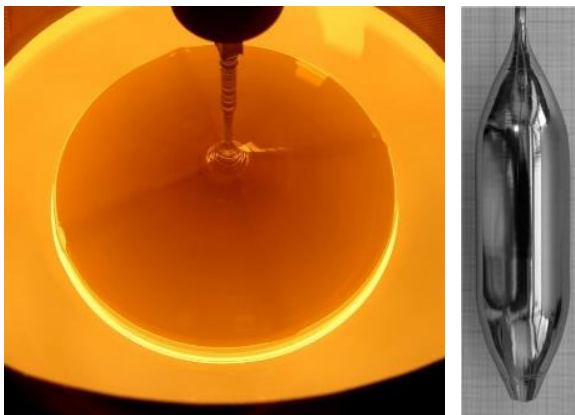
Smarte Textilien



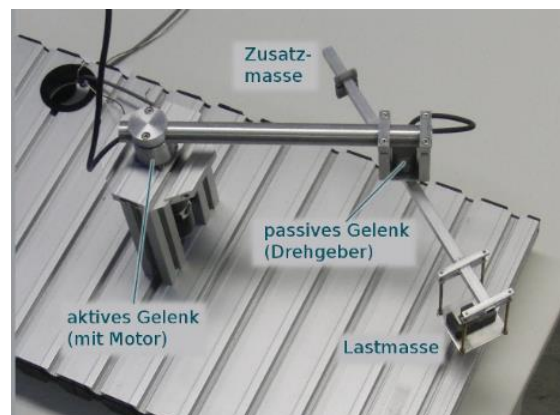
Holzbearbeitung (Messerschlagkompensation)



Industrielle Kristallzuchtung



Unteraktuierte Manipulatoren



Theoretische Verfahren

Definition 1: Let k be a field. The Lie derivative $L_f^\infty I$ of an ideal $I \subseteq k[x] = k[x_1, \dots, x_n]$ with respect to a vector field $f \in k[x]^n$ is the set

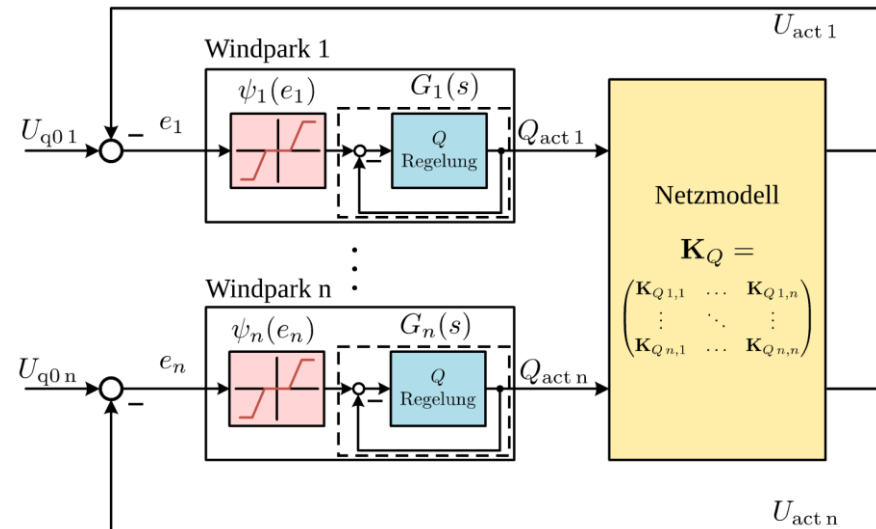
$$L_f^\infty I = \{a_1 L_f^{n_1} h_1 + \dots + a_N L_f^{n_N} h_N \mid n_i \in \mathbb{N}_{\geq 0}, h_i \in I, a_i \in k[x]\}. \quad (3)$$

Algorithm 1 Lie derivative of an ideal

- 1: **function** LIE DERIVATIVE($f, H = \{h_1, \dots, h_s\}$)
- 2: $H \leftarrow$ Gröbner basis($\langle H \rangle$)
- 3: **for** $h \in H$ **do**
- 4: $r \leftarrow \text{rem}(L_f h, H)$
- 5: **if** $r \neq 0$ **then**
- 6: $H \leftarrow H \cup \{r\}$
- 7: **goto** 2
- 8: **return** H

Praxisbezug: DFG-Projekt zur Regelung dezentraler Energie-Erzeugungsanlagen

Ziel: Entwicklung von Kriterien zum robusten Nachweis der Anlagenstabilität bei der Erbringung von Systemdienstleistungen durch eine Vielzahl von dezentralen Erzeugereinheiten (Windparks, Solarparks, ...)



DFG-Projekt STABEEL: Stabilität dezentraler Erzeuger im Elektroenergieversorgungsnetz bei der Erbringung von Systemdienstleistungen

→ Sie können bei uns an hochaktuellen Themen mit starkem Praxisbezug mitarbeiten!

Theoriebezug: DFG-Projekt zum nichtlinearen Reglerentwurf mittels Quantorenelimination



Stabilitätsnachweis für nichtlineare Systeme schwierig

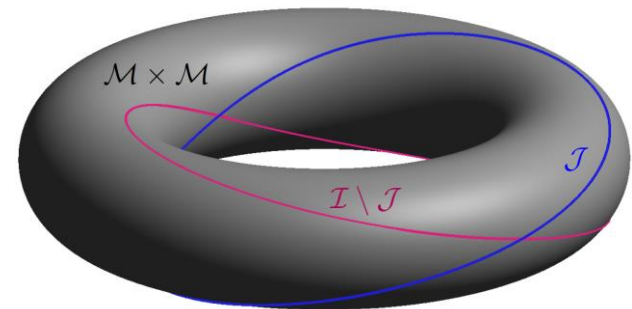
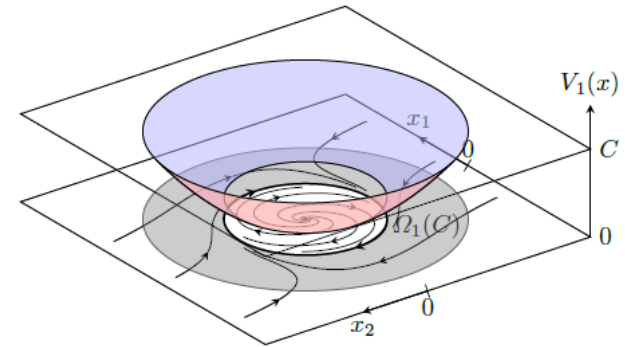
- existierende Methoden nur auf spezielle Anwendungsfälle anwendbar
- mathematischer Apparat mitunter sperrig
- Ansätze benötigen häufig ein hohes Maß an Intuition

Automatisierter Stabilitätsnachweis

- wünschenswert für den Reglerentwurf

Projekthalt

- Stabilitätsbeweis durch Quantorenelimination
- Entscheidung der Beobachtbarkeit resp. Bestimmung lokal nicht beobachtbarer Punkte
- Einbettung der Systeme in höherdimensionale Räume zur Beschreibung durch polynomiale Gleichungen
- algebraische Parameteridentifikation
- Entwurf strukturvariabler Regler



$$\begin{array}{ccc}
 L_f^\infty(I \cap J) & \xrightarrow{\text{rad}} & \text{rad}(L_f^\infty(I \cap J)) \\
 \downarrow \text{rad} & & \updownarrow \\
 L_f^\infty I \cap L_f^\infty J & \xrightarrow{\text{rad}} & \text{rad}(L_f^\infty I) \cap \text{rad}(L_f^\infty J)
 \end{array}$$

→ Sie können sich bei uns also auch an rein theoretischen Themen austoben, wenn Sie möchten!

Lehre - Vorlesungen / Übungen / Praktika

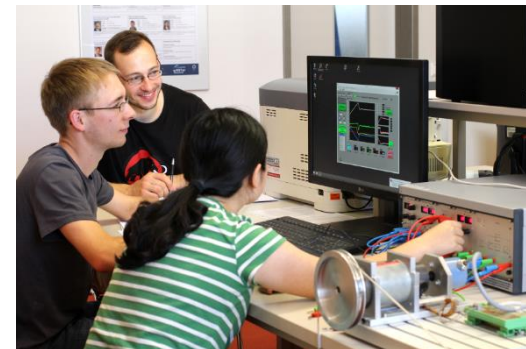
Die Lehrveranstaltungen decken ein weites Feld von Themengebieten ab

Pflichtveranstaltungen im 5. und 6. Semester	Lehrveranstaltungen in Wahlpflichtmodulen des 8. und 9 Semesters (je nach Bedarf)			
	Vertiefende Seminare	Nichtlineare Regelung	Vertiefung lineare Regelung	Spezielle Methoden
	Lineare Regelung Grundlagen	Nichtlineare Regelungstechnik 1 2/1/0 (Winkler)	Regelung von Mehrgrößensyst. 2/1/0 (Röbenack)	Prozess-identifikation 2/1/0 (Röbenack)
Regelungstechnik 2 2/1/1 (Röbenack)	Oberseminar Reg. & /Steu.-theorie 0/2/0 (Röbenack u.a.)	Nichtlineare Regelungstechnik 2 2/1/0 (Röbenack)	Optimale Steuerung 2/0/0 (Bartholomäus)	Steuerung örtl. verteil. Systeme 2/0/0 (Winkler)
Regelungstechnik 1 3/1/1 (Röbenack)	Hauptseminar AMR 0/2/0 (Knoll u.a.)	Flachheitsbasierte Folgeregelung 2/1/0 (Winkler)	Robuste Regelung 2/0/0 (Bartholomäus)	Algorithmisches Differenzieren 2/0/0 (Röbenack)



Zusätzliches Methodenwissen:

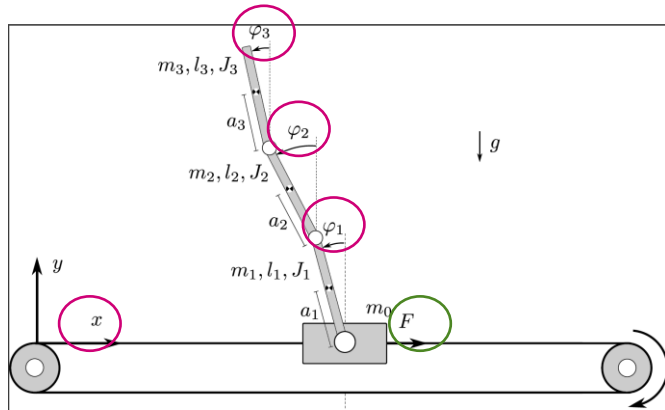
- Numerik
- Computer-Algebra
- Programmierung



Beispiel Laborversuch „Verschiebliches 3-fach-Pendel“

4 Freiheitsgrade – aber nur ein Aktor

1. Übersicht



2. Modellbildung (Ausschnitt, Euler-Lagrange-Formalismus)

$$M(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}} + C(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}} + D\dot{\mathbf{q}} + K(\mathbf{q}) = \boldsymbol{\tau}$$

$$\begin{aligned} M_{11}(\mathbf{q}) &= J_1 + m_1 a_1^2 + (m_2 + m_3) l_1^2, & M_{12}(\mathbf{q}) &= (m_2 l_1 a_2 + m_3 l_1 l_2) \cos(\varphi_1 - \varphi_2), \\ M_{13}(\mathbf{q}) &= m_3 l_1 a_3 \cos(\varphi_1 - \varphi_3), & M_{14}(\mathbf{q}) &= -(m_1 a_1 + m_2 l_1 + m_3 l_1) \cos \varphi_1, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{21}(\mathbf{q}) &= M_{12}(\mathbf{q}), & M_{22}(\mathbf{q}) &= J_2 + m_2 a_2^2 + m_3 l_2^2, \\ M_{23}(\mathbf{q}) &= m_3 l_2 a_3 \cos(\varphi_2 - \varphi_3), & M_{24}(\mathbf{q}) &= -(m_2 a_2 + m_3 l_2) \cos \varphi_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{31}(\mathbf{q}) &= M_{13}(\mathbf{q}), & M_{32}(\mathbf{q}) &= M_{23}(\mathbf{q}), \\ M_{33}(\mathbf{q}) &= J_3 + m_3 a_3^2, & M_{34}(\mathbf{q}) &= -m_3 a_3 \cos \varphi_3, \end{aligned}$$

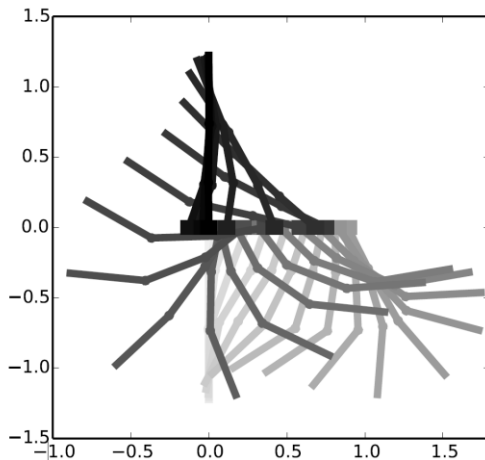
$$\begin{aligned} M_{41}(\mathbf{q}) &= M_{14}(\mathbf{q}), & M_{42}(\mathbf{q}) &= M_{24}(\mathbf{q}), \\ M_{43}(\mathbf{q}) &= M_{34}(\mathbf{q}), & M_{44}(\mathbf{q}) &= m_0 + m_1 + m_2 + m_3. \end{aligned}$$

$$D := \begin{bmatrix} d_1 + d_2 & -d_2 & 0 & 0 \\ -d_2 & d_2 + d_3 & -d_3 & 0 \\ 0 & -d_3 & d_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$K(\mathbf{q}) := \begin{bmatrix} -(m_1 a_1 + m_2 l_1 + m_3 l_1) g \sin \varphi_1 \\ -(m_2 a_2 + m_3 l_2) g \sin \varphi_2 \\ -m_3 a_3 g \sin \varphi_3 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Tabelle 2 – Einträge der Massenmatrix.

3. Simulation



4. Umsetzung am Versuchsstand (hier: Überführung von Ruhelage U00 → 000)



Vollständiges Video: <https://tud.link/7rsv>



Professur für Mess- und Sensorsystemtechnik (MST)

Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Czarske

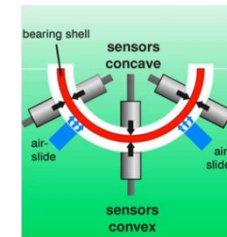
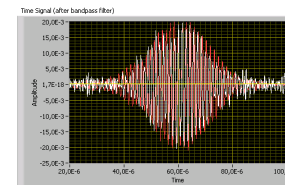
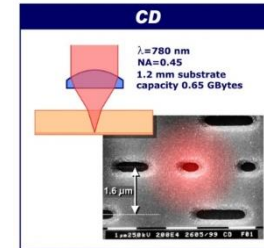


Lehre zur Messsystemtechnik und Sensorik

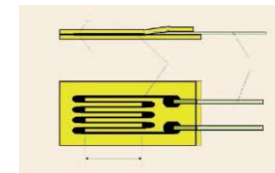
Messsystemtechnik
6. Semester, 2 SWS
(im Modul Prozessleittechnik)

Mess- und Sensortechnik
5. Semester, 4 SWS
(inkl. Praktikum)

Grundzüge des Messens
4. Semester, 2 SWS
(im Modul Mess- und Automatisierungstechnik)

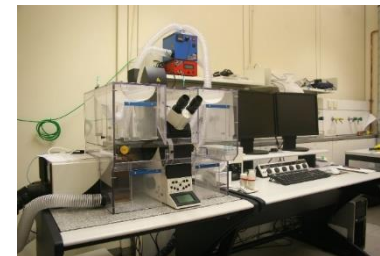
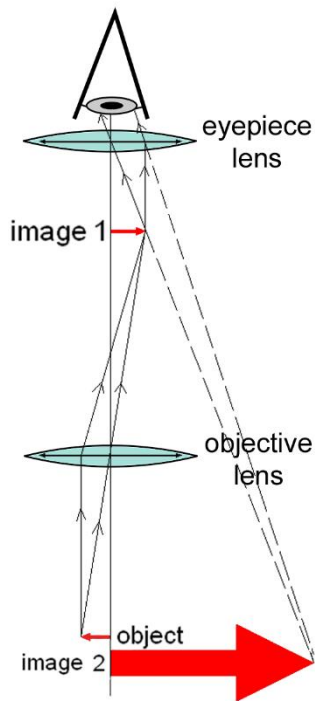


$$\Delta y = y - y_w \approx \sum_{i=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_i} \cdot \Delta x_i$$

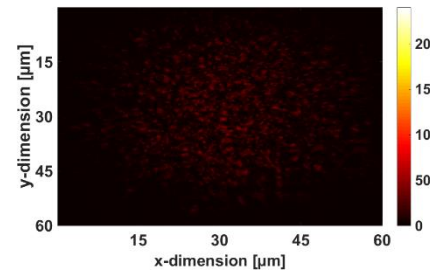
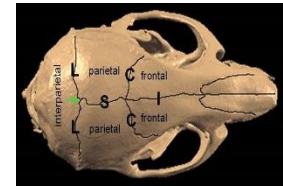


Computational Imaging

Optical Microscope
(using the eye or a digital camera)



Frontal bone of mice
Thickness: >350 μm



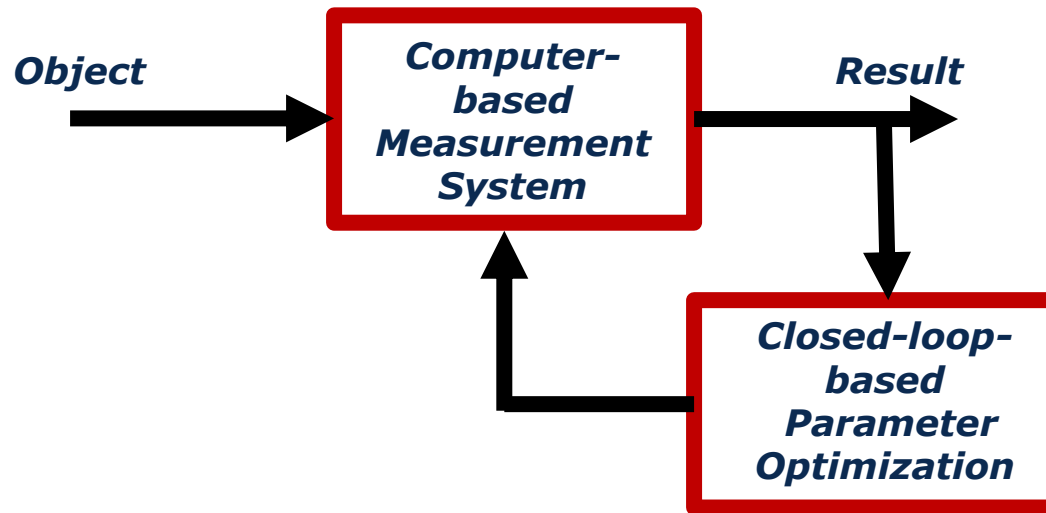
Hurdle: Imaging of tissue with deep penetration – scumbled information, speckle pattern only

Computational Imaging with Self-Parametrization

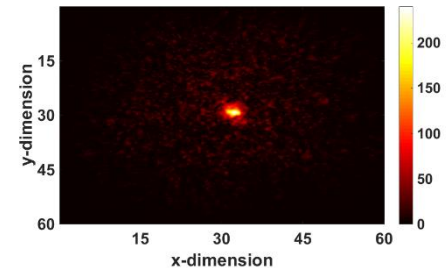
Self-parameterized measurement system:

-Closed-Loop: Feedback of the measurement data via computer models (simulations)

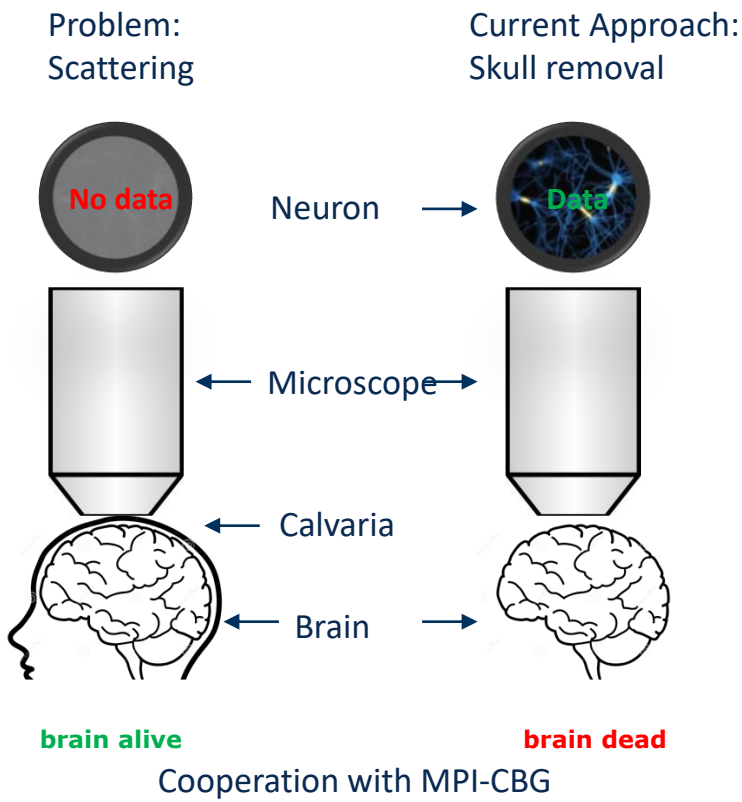
-Self-calibration (self-parameterization) using digital holography, deep learning/neural networks, etc.



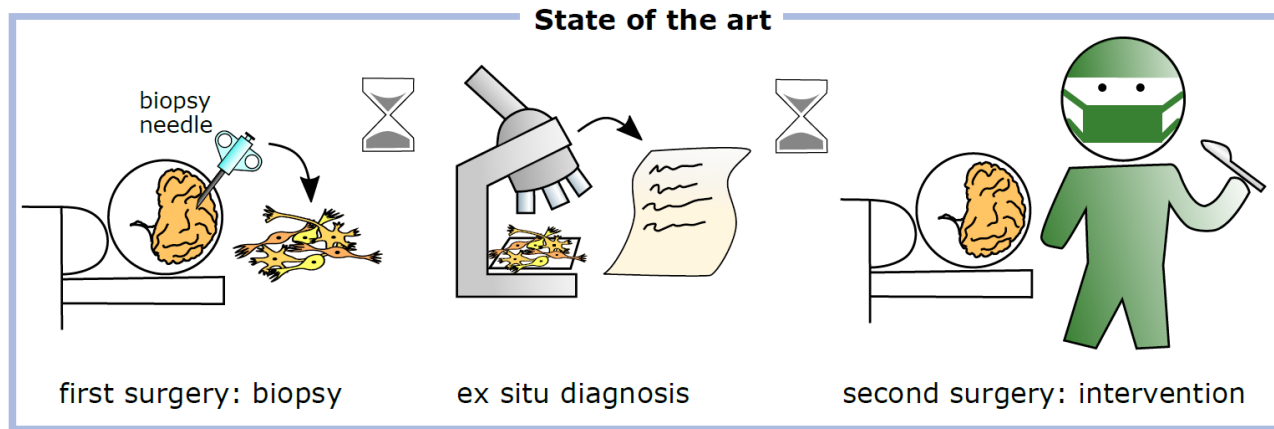
Computational Imaging of tissue with deep penetration possible



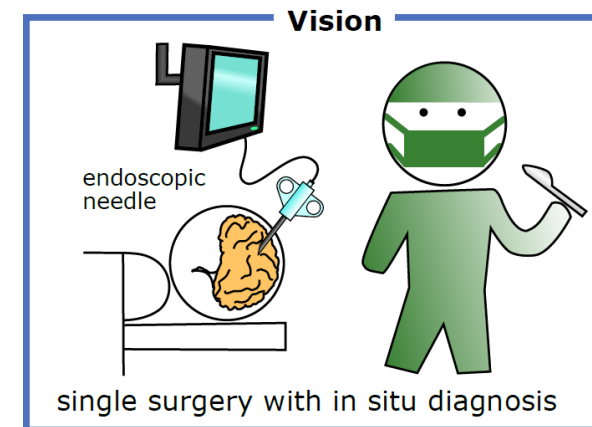
Computational Laser Metrology using Wavefront Shaping: Noninvasive deep tissue diagnostics and therapy by light



Motivation for novel optical endoscopy in biomedicine



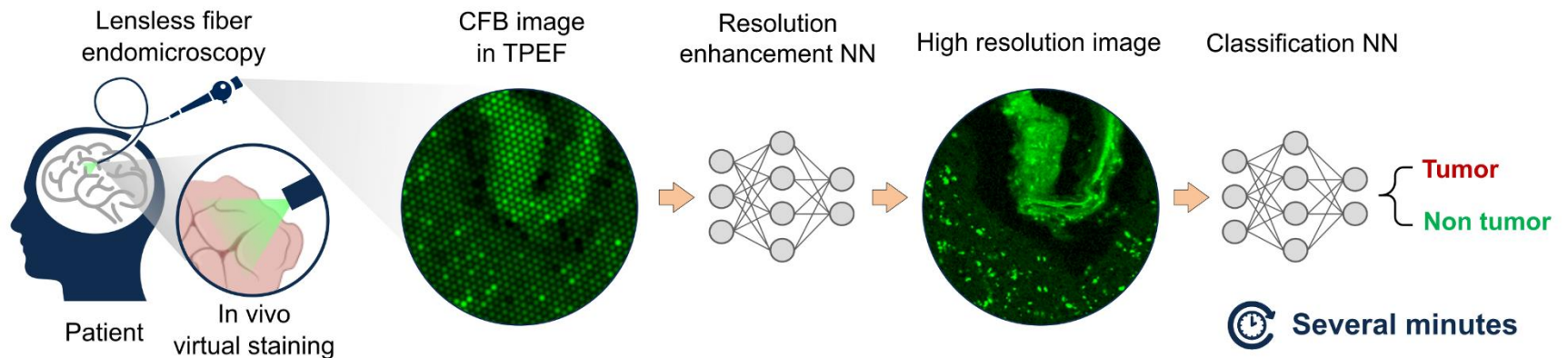
- For opening up applications in neurosurgery tiny diameters of the endoscope crucial: Lensless fiber imaging with diameter less than 1mm
- Solving the challenge of sterilization (cleaning or disinfection are not sufficient): single-to-use fiber



Tumor diagnosis

- High resolution fiber beam imaging can improve the efficiency of tumor diagnosis

Pathological biopsy: Long diagnosis cycle, the tissue is damaged



Introduction: Digital Transformation



1 self-driving cars



2 robot tutors



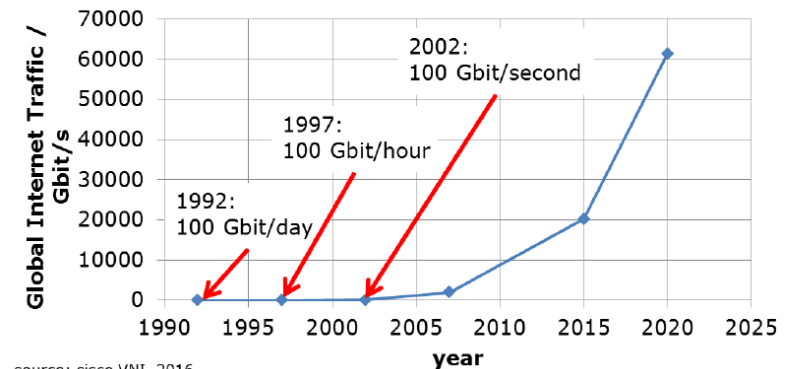
3 big data in public health

- Novel technologies and services
- Number of connected devices increases exponentially ⁵

Demands on communication networks

- Capacity
- Information security

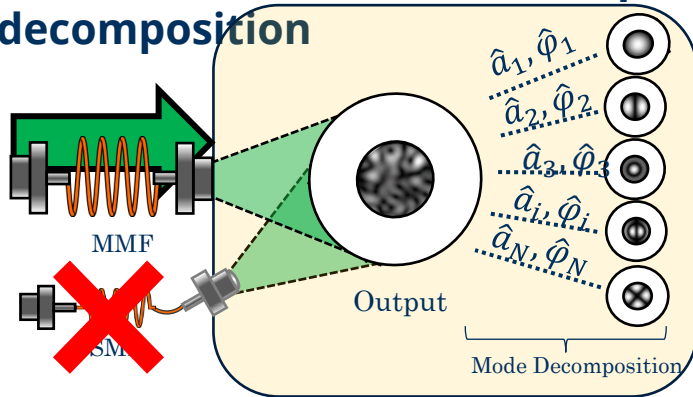
Historical Internet Traffic



1 <https://www.roboticsbusinessreview.com/unmanned/unmanned-ground/pbs-science-show-nova-shines-its-spotlight-on-self-driving-cars/>
 2 <http://www.i2tor.eu/what-is-i2tor/>
 3 <https://www.verdict.co.uk/public-health-big-data/>
 4 N. Neumann (2018): Optical broadband communication, Skript, Professur für Hochfrequenztechnik, TU Dresden
 5 T. Xu & D. Izzat, *IEEE Internet of Things Journal* 5(3) (2018), 2120-2129.

Motivation

TM Measurement: what is required? decomposition



--- mode

- Phase and amplitude measurement of MMF-Output
- If possible: referenceless

Currently:

Digital Holography

+ Quality

- Reference beam

- Impractical for application



Qian Zhang
(during an award ceremony)

Approach: Deep Neural Network (DNN)

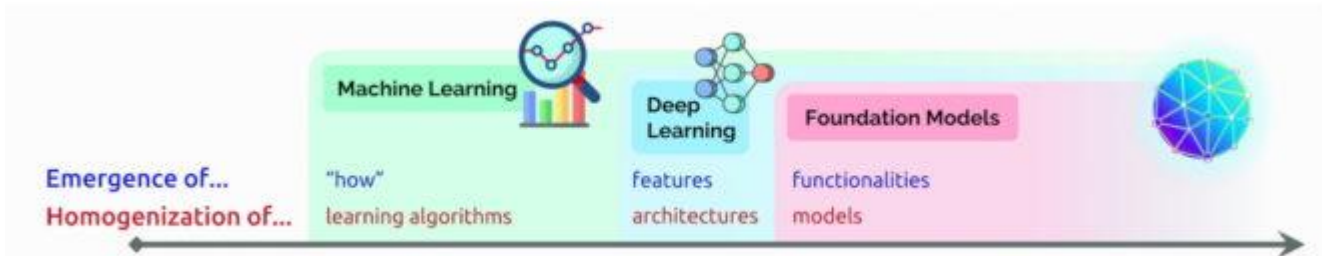
- Training a DNN with synthetic data – offline
- Measurement with amplitudes from camera pictures

→ reconstruct amplitude and phase

+ Referenceless

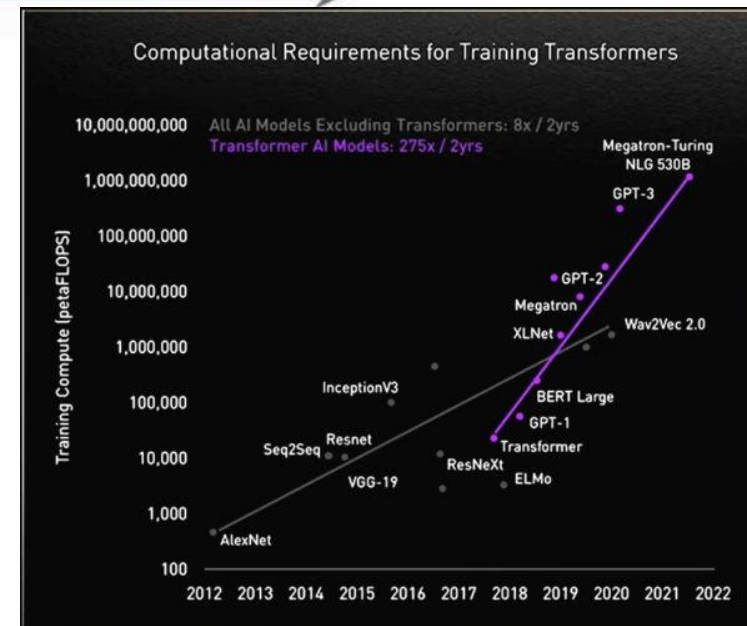
+ Intensity-only images

Transformers and ChatGPT



Transformers often replacing convolutional neural networks (CNNs) recurrent neural networks (RNNs), popular types of deep learning models just five years ago

OpenAI lab: Generative Pretrained Transformer (GPT)
GPT-3: 175 billion parameters
1.5 billion: GPT-2.



In the race for higher performance, transformer models have grown larger.

Biophotonics

Digital Optical Phase Conjugation, Brillouin microscopy using Femtosecond Lasers, Adaptive Lenses, Structured Light Microscopy for Biomedicine, Nonlinear Optics, Plasmonics

Adaptive Lasersystems

Digital Holographic Optogenetics, Adaptive-Optical Imaging of Flows, U-Net, FPGA-Based Real-Time Closed-Loop Systems, Highly-Resolving 3D Laser Systems using Helix Waves

Quantum Techniques and Physical Layer Security for Smart Multimode Fiber Communication

*Prof. Juergen Czarske
Measurement and Sensor System Technique,
Institute for Circuits and Systems, TU Dresden*

Smart Imaging Systems

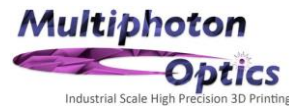
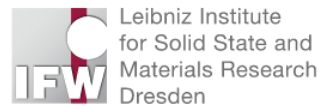
Phased-Array Systems/Time Reversal Virtual Arrays, Compressed Sensing, Machine Learning Approaches, Diagnostics in Biomedicine & Technical Processes

Computational Laser Metrology

Highspeed Speckle Interferometry, Holographic Tomography, In Situ Calibration, Lensless 3D Ultrathin Multicore-Fiber Endoscopes, 3D-Printing of Gratings, Deep Learning

Open Positions for Students, Predocs, Postdocs

Our partners



Further Topics: Superresolution-Imaging, Adaptive Microscopy,...

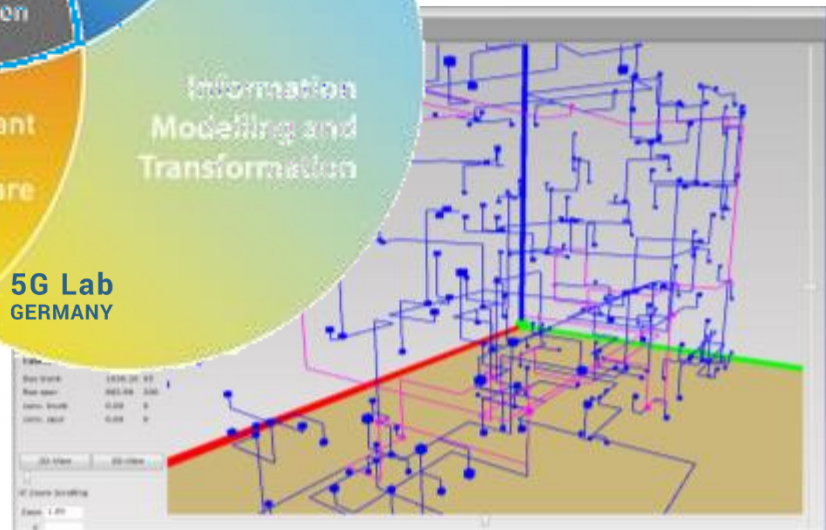
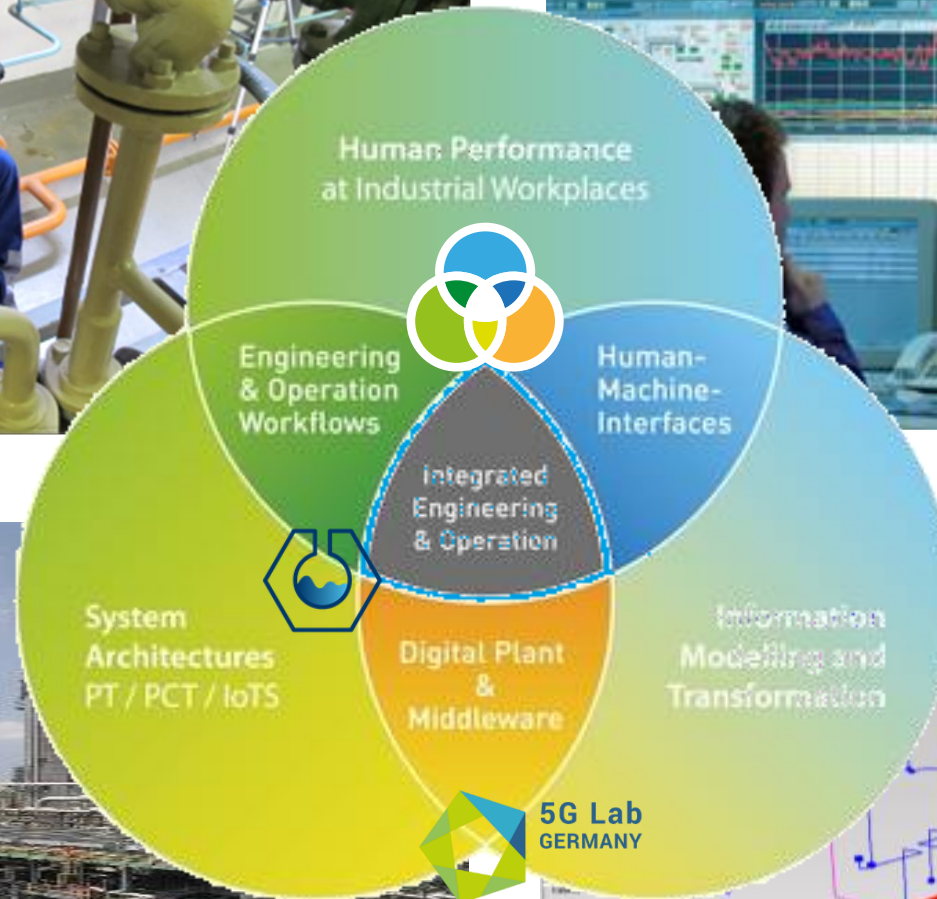


Professur für Prozessleittechnik

Prof. Dr.-Ing. habil. Leon Urbas



Themenfelder der Professur



Inkubator Process-to-Order Lab



Lücke zwischen Geschäftsalltag und Digitalisierung

Herausforderungen und Potentiale der Prozessindustrie

Schnell wechselnde
Markanforderungen

Erhöhung der
Sicherheit

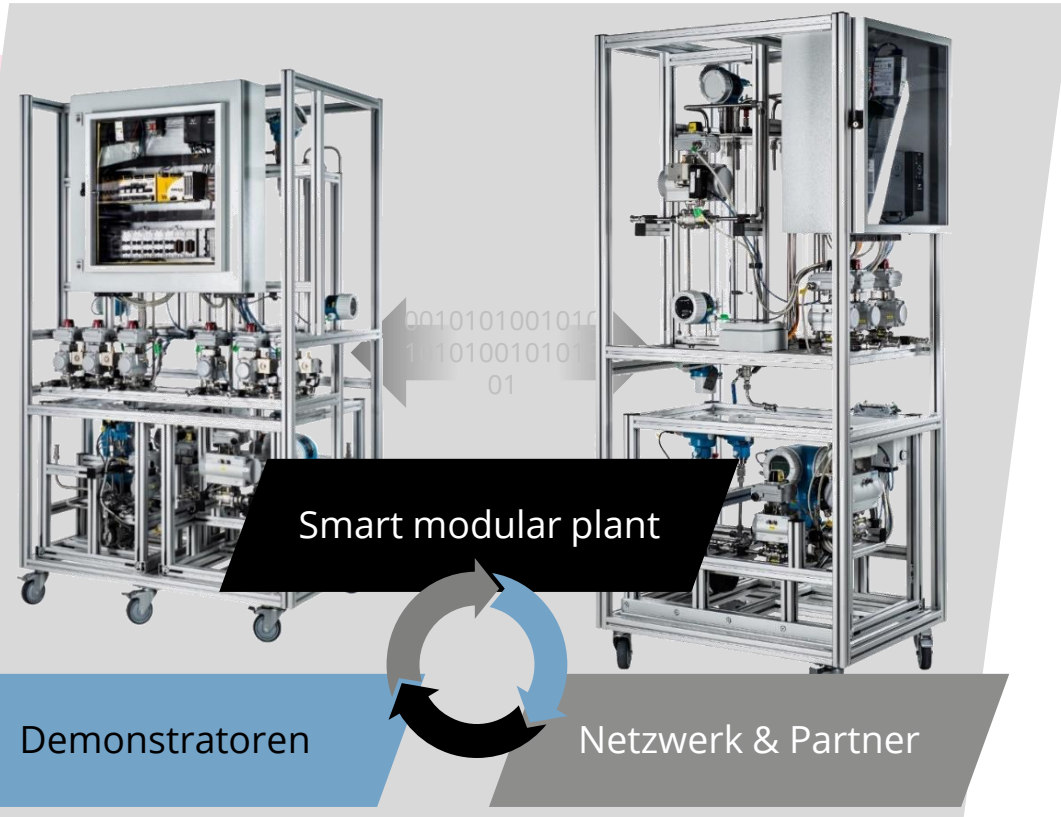
Einsparung von Zeit
und Ressourcen

Künstliche
Intelligenz

Modularisierung

Digitalisierung

Technologieansätze zur Lösung



Projekt KEEN (2020-2023)



Prozessidentifikation & Modellierung

Zusätzliche Einblicke

Machine Learning
Pattern Recognition
Time Series Analyses

Virtuelle Welt



Prozesssteuerung

DCS

Assistenzsysteme

Interaktionen mit KI

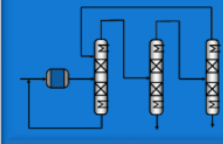
Verfahren-, Equipment- und Anlagentechnologien, Systemtheorie

Bessere Vorhersagen

KI-basierte Optimierung
Graphenbasierte Inferenz
Hybride Modelle

Modellierung & Simulation

Rigorese Modelle



KI-Modelle

füllen Lücken und reduzieren Komplexität

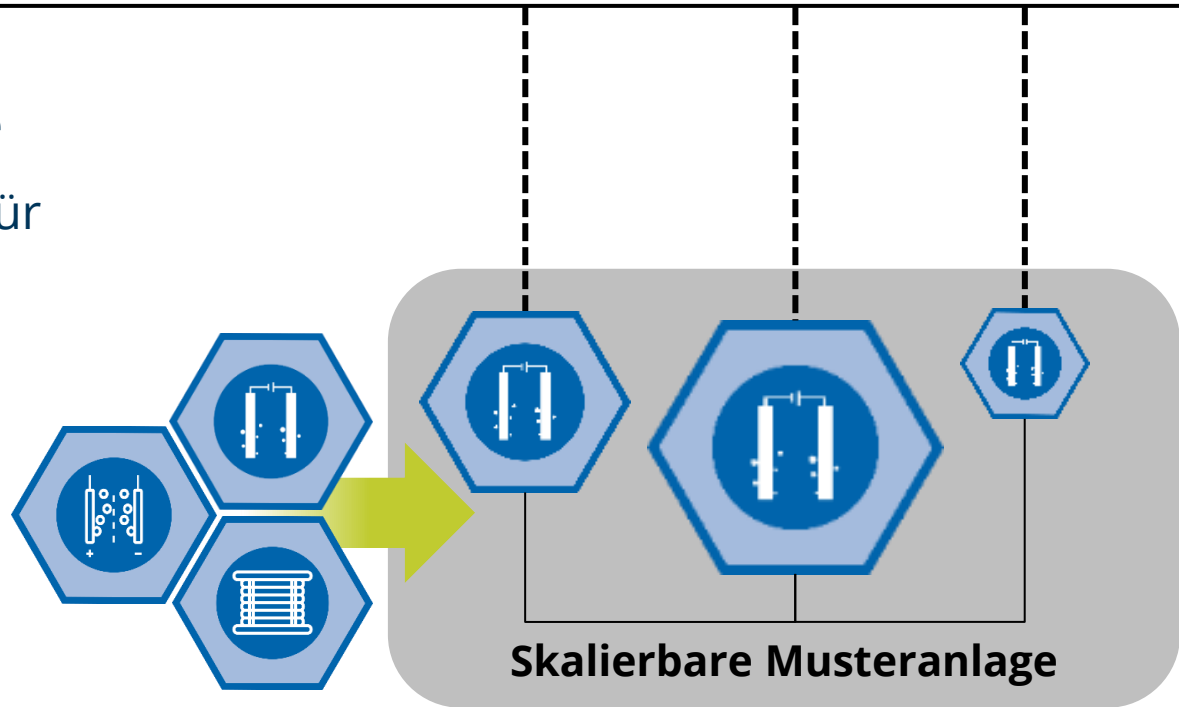
Einsicht / Vorhersage / Exploration

Projekt eModule (2021-2025)

Forschungsfrage:

→ Welche Modulansätze und Schnittstellen im Asset Life Cycle führen zu einer **sicheren, skalierbaren, robusten** und **ökonomisch sinnvollen** Produktion von grünem H₂?

Ziel: Standardisierte Integrationsprofile für Elektrolyse-Module



3./4. Semester

MRT 1
Mikrorechentechnik 1

MRT 2
Mikrorechentechnik 2

5./6. Semester

HS AMR
Hauptseminar Automatisierungs-, Mess- und Regelungstechnik

PLT1
Prozessleittechnik 1

auch belegbar für VNT

PLT2
Prozessleittechnik 2

SVT
Systemverfahrenstechnik

PAVP
Prozessanalyse und Versuchsplanung

auch belegbar für ET, IST, RES



8. Semester

CAE-PA
Computerassistiertes Engineering in der Prozessautomatisierung



TPA
Theoretische Prozessanalyse

EPA
Experimentelle Prozessanalyse

9. Semester

MMST
Mensch-Maschine-Systemtechnik

auch belegbar für VNT

OS MMI
Oberseminar Mensch-Maschine-Interaktion

auch belegbar für VNT

SimOpt
Simulation und Optimierung

auch belegbar für ET, IST, RES

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Weitere Informationen zu den einzelnen Professuren

<p>Professur für Automatisierungstechnik https://tu-dresden.de/ing/elektrotechnik/ifa/at</p>	
<p>Professur für Regelungs- und Steuerungstheorie https://tu-dresden.de/ing/elektrotechnik/rst</p>	
<p>Professur für Mess- und Sensorsystemtechnik https://tu-dresden.de/ing/elektrotechnik/iee/mst</p>	
<p>Professur für Prozessleittechnik https://tu-dresden.de/ing/elektrotechnik/ifa/plt</p>	