



Universität Stuttgart
Institut für Systemdynamik

Vorstellung Spezialisierungsfach Systemdynamik Doppel- und Joint-Master Programme

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Oliver Sawodny

isys

Spezialisierungsfach Systemdynamik

- System-Ingenieur -

Aktuelle Trends



MOBILITÄT

Elektromobilität
Autonomes Fahren
Car-to-X Kommunikation



DIGITALISIERUNG / INDUSTRIE 4.0

Cyberphysikalische Systeme
Künstliche Intelligenz



SMART CITIES

Adaptive Strukturen
Verkehrsflussmodellierung
Zero-Energy Gebäude

Zielrichtung Forschung ISYS

METHODEN

Modellbildung

Verteilparametrische Systeme

Identifikation

Numerische Optimierungsverfahren

Simulation

Analyse und Synthese

Differentialgeometrische Ansätze

Trajektorien generierung



Physikalisch motivierte modellbasierte
Zugänge

ANWENDUNG

Automatisierung mechatronischer Systeme

Großraumrobotik

Automotive

Antriebssysteme / Fluidtechnik

Optomechatronik

Bausystemtechnik

Prozessindustrie

Medizintechnik



Automatisierungstechnische
Implementierung

Kompetenzen

SYSTEMTECHNIK

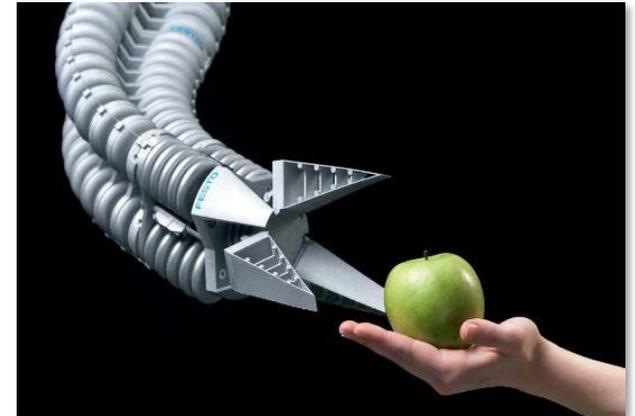
Technische Kybernetik
Domänenübergreifende Modellierung

HARD-/ SOFTWARETECHNIK FÜR INGENIEURE

Sensorik
Signalverarbeitung
Numerik
Programmierung / Toolkette
Funktionale Sicherheit

ANWENDUNGSORIENTIERTE REGELUNGSTECHNIK

Flachheitsbasierte Verfahren
Trajektoriengenerierung
Modelbasierte Vorsteuerung

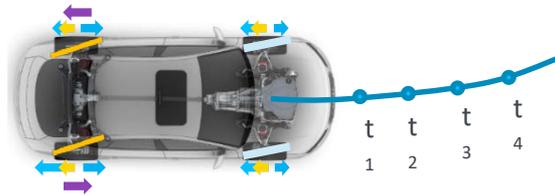


Projekte am ISYS

Integrated Piloted Trajectory Tracking of Over-actuated Vehicles

Research Topic

- Central trajectory tracking control for piloted driving vehicles
 - Control of a requested vehicle motion demanded by different automation systems
 - Abstraction of the control from the piloted system allowing for usage in different vehicles
- Generic control approach for various actor-configurations
 - Minimization of software variants
 - Utilization of redundant actor-configurations
 - Avoidance of inconsistent actor usage
- Generation of drivable trajectories
 - Actor and external constraints (e.g. friction)
 - Actor-interdependencies on vehicle dynamics
 - From low-dynamics up to the limits of the vehicle dynamics



Methods

- Modelling and identification
- Trajectory generation
 - State and input constraints
 - Nonlinear
 - Time-variant
- Nonlinear Trajectory Tracking

Research Vehicle

- AUDI A8 (D5)
- Actuation
 - Front and rear-axle steering
 - Torque-Vectoring
 - Vertical actuation (Active Body Control)
 - Electronic Brake and Powertrain (ICE, Gearbox)
- Sensors
 - Standard sensors (IMU, Wheel Speed Sensors)
 - 3D motion sensor fusion platform (DGPS)
 - Real-time Platform: dSpace MicroAutobox II

Connected Driving Strategies for Electric Trucks

Research Topic

Development of an optimized, predictive driving strategy for trucks, using connectivity-based data:

- Current Eco-Driving strategies yield an immense reduction in energy consumption but show potential improvements for dense and disturbed traffic situations
- Cloud-data and vehicle communication provide detailed traffic information that can be used for predictive velocity planning
- Goals: Reduction of energy consumption and avoidance of precarious driving situations

Methods

- Traffic modelling using partial differential equations
- Optimization algorithms (e.g. Discrete Dynamic Programming)

Cooperation Partner

DAIMLER

Challenges

- Combination of different data sources (Cloud-based, V2X communication, radar sensors, camera)
- Creation of accurate traffic models using validation data



Mercedes-Benz Urban eTruck



HERE cloud data: Average velocity for the A8 (05.04.2018, 18:00)

Kontinuierliche Manipulatoren Bionischer Handling-Assistent (BHA)

FUNKTIONSWEISE BHA

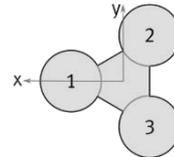
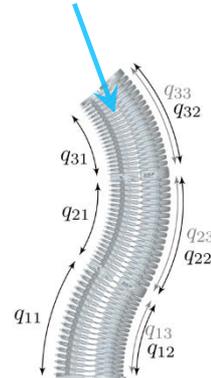
- Kontinuierlicher Manipulator
- Kontinuierliche Biegung
- Geringe Anzahl an Aktoren (vergl. Freiheitsgrade)
- Redundant
- Serielle Teilung (Sektionen)



- Nachgiebiger Roboter
- Pneumatisch aktuiert
- Inhärent sicher im Kontakt mit Menschen



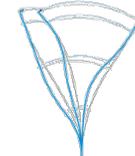
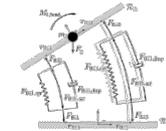
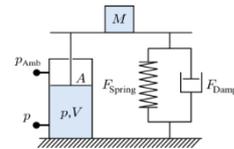
9 Bälge in
3 Sektionen



FORSCHUNGSVORHABEN

Methoden für Kontinuierliche Manipulatoren

- Modellierung: Kinematik, Dynamik
- Modellbasierte Regelung und Bahnplanung



Regelstrategien & Bahnplanung

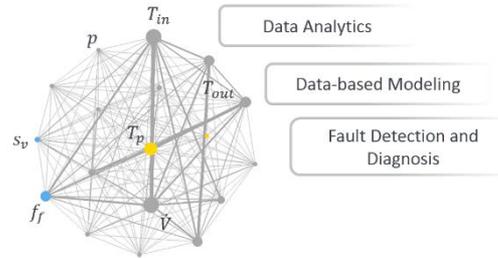
- Unterlagerte Druckregelung (Einzelbälge)
- Positionsregelung
 - Aktorregelung (9 Bälge)
 - TCP-Regelung (Werkzeug)
- Kraftregelung, Impedanzregelung
- Bahnplanung: schnell, effizient



Project Overview

Research Topic

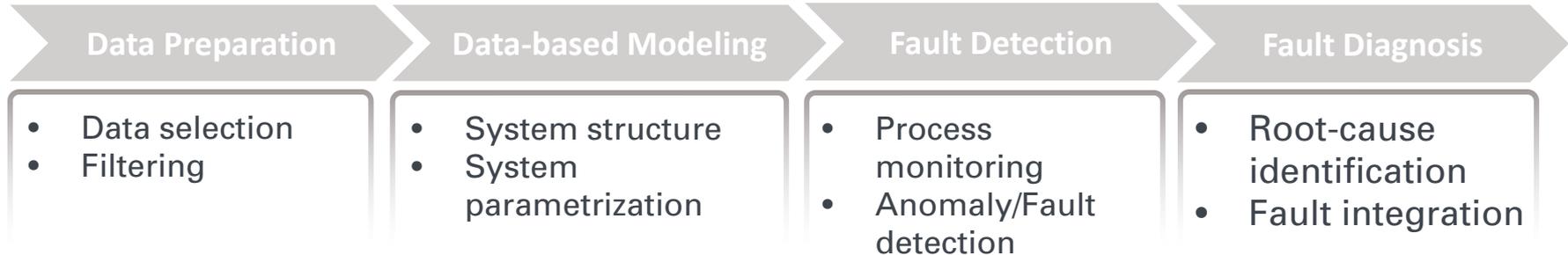
- Data-based modelling of dynamical systems
- Focus on machine learning methods



Motivation

- High engineering effort for modeling complex physical systems
- Increasing amount of sensor data available in complex systems
- Fault mechanisms often unknown

Approach



Cooperation partner:



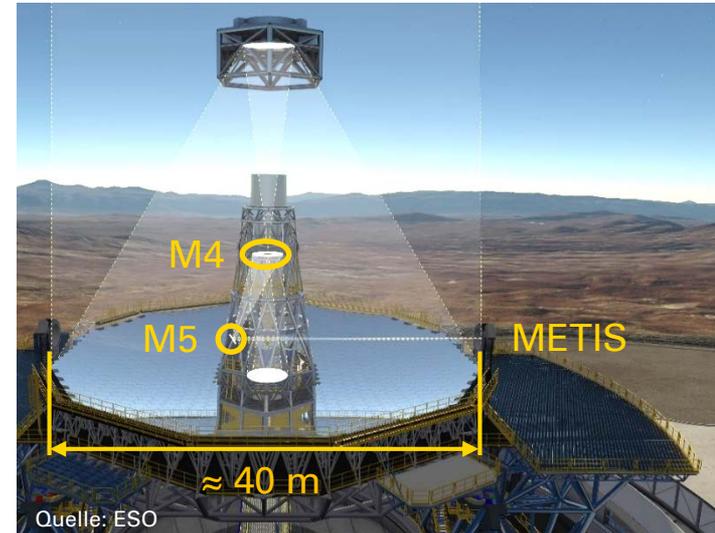
Entwicklung neuer AO-Reglerkonzepte für METIS

METIS

- Instrument des Extremely Large Telescopes (Hauptspiegeldurchmesser ≈ 40 m)
- Beobachtungen und Untersuchungen von Sternen, Exoplaneten, ... im mittleren Infrarot

Herausforderungen

- Atmosphäre und Teleskopvibrationen führen zu Wellenfront- bzw. Abbildungsfehler
- Störungskompensation mithilfe der aktiven Spiegel M4 (≈ 5300 Aktoren, $\varnothing \approx 2,5$ m) und M5 ($\approx 2,7 \times 2,1$ m)
 - Effiziente Verteilung der Korrektur zwischen M4 und M5
 - Kompensation von Aktorausfällen in M4
 - Räumliche und zeitliche Dynamik von M4

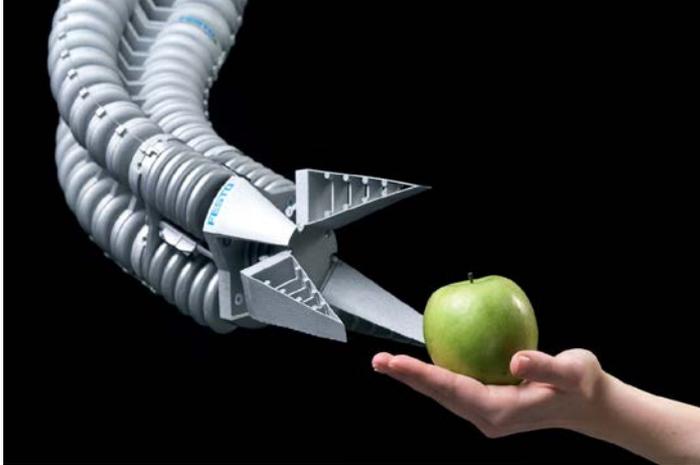


Lösungsansätze

- Modale Regelung der aktiven Spiegel
- Recheneffiziente Korrektur-Aufteilung mithilfe von Filtern
- Datenbasierte Prädiktion der Atmosphäre

System - Ingenieur

- Systemtechnik
 - Technische Kybernetik
 - domänenübergreifende Modellierung
- Hard-/Softwaretechnik
 - Sensorik
 - Signalverarbeitung
 - Numerik
 - Programmierung/Toolkette
 - Funktionale Sicherheit
- Anwendungsorientierte Regelungstechnik



Spezialisierungsfach Systemdynamik 18LP:

Kernfächer:

- Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme 6LP SS
- Flat Systems 6LP WS
- Dynamik verteiltparametrischer Systeme 6LP SS

Ergänzungsfächer:

- Trajektoriengenerierung 3 LP WS
- Machine Learning in der Systemdynamik 3 LP WS
- Dynamik ereignisdiskreter Systeme (sofern nicht im BSc) 6 LP SS
- Dynamischer Filterverfahren 6 LP WS
- Numerische Methoden der Optimalen Steuerung 6 LP SS
- Elektrische Signalverarbeitung (sofern nicht im BSc) 6 LP SS
- Automatisierungstechnik 3 LP SS
- Objektorientierte Modellierung und Simulation 3 LP WS
- Production IT und Prozessführung in der Verfahrenstechnik 3 LP SS
- Einführung in die funktionale Sicherheit 3 LP SS

- Praktikum Systemdynamik 3 LP WS/SS

Vertiefungsfächer:

- Simulationstechnik (sofern nicht im BSc) 6 LP WS
- Elektrische Signalverarbeitung (sofern nicht im BSc) 6 LP SS

Modul Methoden der Systemdynamik 18LP:

- Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme 6LP WS
- Numerische Methoden der Optimalen Steuerung 6 LP SS
- Prozessführung in der Verfahrenstechnik 3 LP SS
- Simulationstechnik 6 LP SS

Modul MIS

- Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme 3LP ohne Übung WS

Modul Optimierung

- Numerische Methoden der Optimalen Steuerung 3 LP ohne Übung SS

Modul Simulationstechnik

- Simulationstechnik 3 LP ohne Übung und Praktikum SS

- Nähe zur Regelungstechnik
- Freude an theoretischen Fragestellungen
- Anwendungsorientierung
- Interesse an Hard/Software
- sehr gesuchte Spezialisten
 - Fahrzeugtechnik
 - Automobil, Schienenfahrzeuge, Luftfahrzeuge und Raumfahrt
 - Anlagenbau
 - Maschinenbau Produktionstechnologien
 - Verfahrenstechnik

Georgia Institute of Technology (Georgia Tech), USA

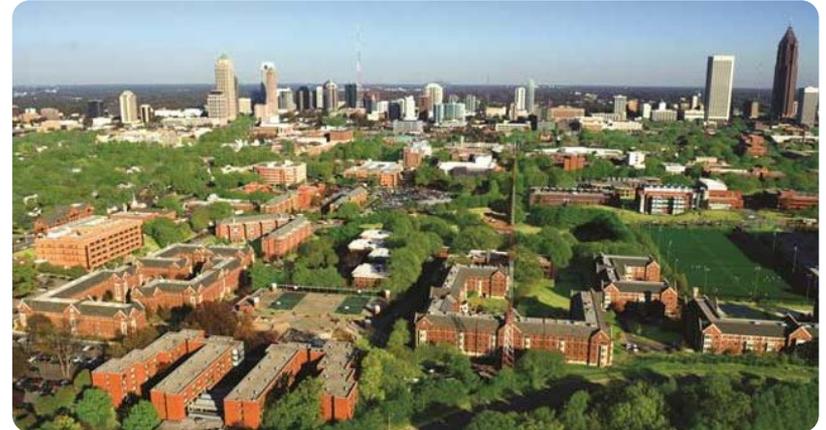
**Joint-Master „Mechanical Engineering /
Maschinenbau“**

Georgia Institute of Technology (Georgia Tech), USA

Joint-Master „Mechanical Engineering / Maschinenbau“

Joint-Master = Ein gemeinsamer Abschluss von zwei Hochschulen

- Selbständiger Master-Studiengang der Uni Stuttgart & dem Georgia Institute of Technology
- Georgia Tech (Atlanta, GA) gilt als eine der besten technischen Hochschulen in den USA
 - Gegründet 1885
 - ca. 21.500 Studierende, 912 Mitarbeiter
 - 6 Colleges, 31 Departments
- Partnerschaft mit der Uni Stuttgart seit 1949
- Seit 2014: Joint-Master
- Ca. 5 Studienplätze pro Jahr



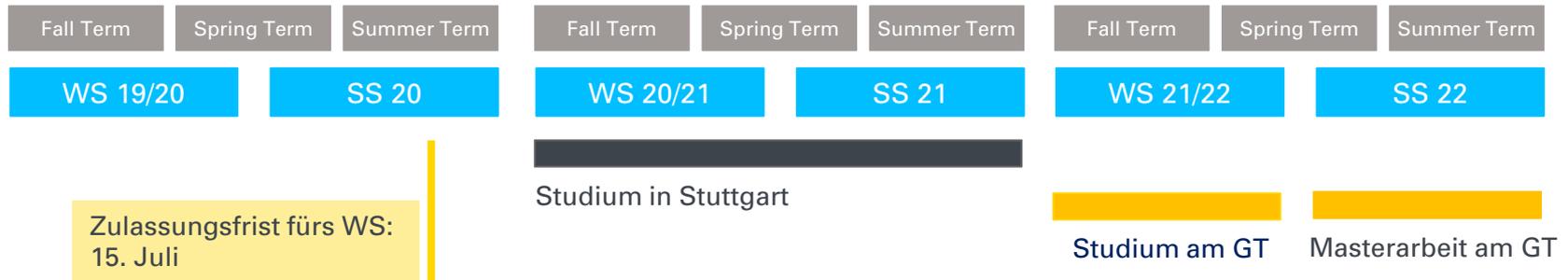
Georgia Institute of Technology (Georgia Tech), USA

Joint-Master „Mechanical Engineering / Maschinenbau“

BEWERBUNG

- Programm richtet sich an qualifizierte Studierende mit Bachelorabschluss in einem GKM-Studiengang o.Ä.
- Reguläre Bewerbung auf Master-Studienplatz
- Sprachkenntnisse Englisch müssen nachgewiesen werden (Abitur, TOEFL etc.)
- Auswahlgespräche

ABLAUF



- Zwei Spezialisierungsfächer (Module wie allgemeiner Maschinenbau)
- Studienarbeit in Stuttgart, Masterarbeit in Atlanta
- Anstellung in Atlanta als Graduate Research Assistant (Keine Studiengebühren!)

**Toyohashi University of Technology,
Japan & Tongji University, Shanghai,
China**
Doppel-Master Maschinenbau

Toyohashi University of Technology, Japan

Doppel-Master Maschinenbau

Doppel-Master = Zwei Abschlüsse von
zwei Hochschulen

- Die Toyohashi University of Technology ist eine kleine, aber sehr gut ausgestattete Universität in Japan
 - Gegründet 1974
 - ca. 2.400 Studierende, 379 Mitarbeiter
 - 5 Fakultäten
- Langjährige Partnerschaft
 - Kooperationen seit 2005
 - Seit 2013: Doppelmaster



Tongji University, Shanghai, China

Doppel-Master Maschinenbau

Doppel-Master = Zwei Abschlüsse von
zwei Hochschulen

- Die Tongji University in Shanghai gilt als eine der besten technischen Hochschulen in China
 - Gegründet 1907
 - ca. 50.000 Studierende, ca. 8000 Mitarbeiter
 - 39 Fakultäten
- Langjährige Partnerschaft
 - Austausch mit der Uni Stuttgart besteht seit 1995
 - Seit 2012: Doppelmaster



同濟大學
TONGJI UNIVERSITY

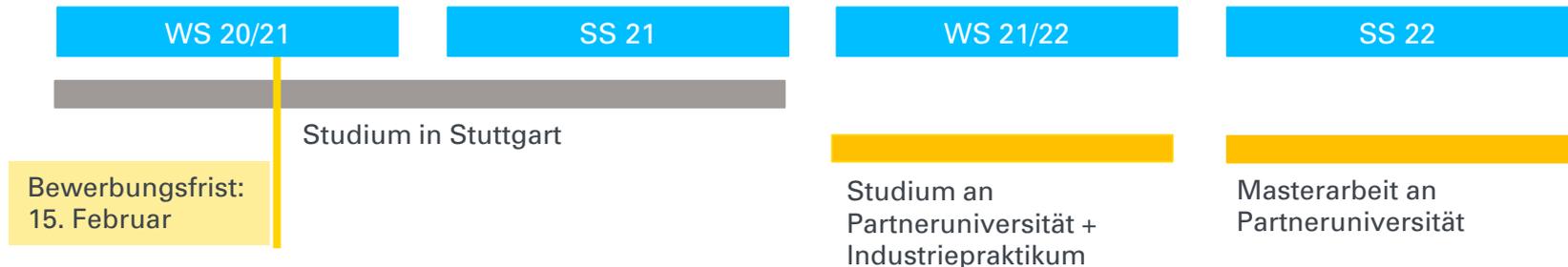


Toyohashi University of Technology, Japan & Tongji University, Shanghai, China

BEWERBUNG

- Studierende sind im regulären Maschinenbau oder einem anderen Studiengang der GKM an der Universität Stuttgart eingeschrieben
- Bewerbung für den Doppelmaster erfolgt zu Beginn des Master-Studiums
- Bewerbungsunterlagen (Motivationsschreiben, Lebenslauf, etc.) auf Englisch
- Sprachkenntnisse Englisch müssen nachgewiesen werden (TOEFL etc.)
- Auswahlgespräche
- Jeweils 5 Studienplätze pro Jahr

ABLAUF



- Zwei Semester in Stuttgart & zwei Semester an der Partneruniversität inkl. Masterarbeit und Praktikum

Royal Melbourne Institute of Technology, Australien

Doppel-Master Maschinenbau

Royal Melbourne Institute of Technology, Australien

Doppel-Master Maschinenbau

Doppel-Master = Zwei Abschlüsse von zwei Hochschulen

- Das Royal Melbourne Institute of Technology ist eine große Universität in Melbourne im Bundesstaat Victoria
 - Gegründet 1887
 - ca. 63.000 Studierende, 5.000 Mitarbeiter
 - 17 Fakultäten
- Partnerschaft
 - Seit 2017: Doppelmaster



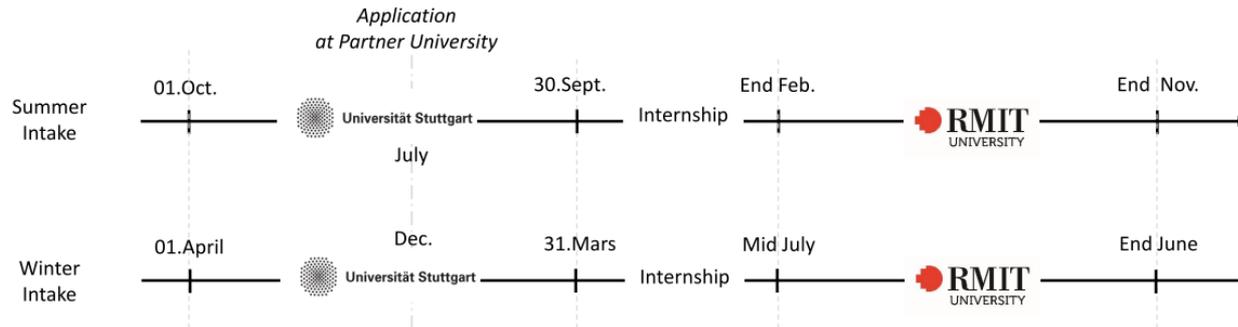
Royal Melbourne Institute of Technology, Australien

Doppel-Master Maschinenbau

BEWERBUNG

- Studierende sind im regulären Maschinenbau an der Universität Stuttgart eingeschrieben
- Bewerbung für den Doppelmaster erfolgt zu Beginn des Master-Studiums
- Bewerbungsschluss ist der 1. März bzw. 1. September
- Bewerbungsunterlagen (Motivationsschreiben, Lebenslauf, etc.) auf Englisch
- Sprachkenntnisse Englisch müssen nachgewiesen werden (TOEFL etc.)
- Auswahlgespräche

ABLAUF



Weitere Informationen

Weitere Informationen

KONTAKT

- Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Oliver Sawodny, sawodny@isys.uni-stuttgart.de
- Max May, M.Sc., max.may@isys.uni-stuttgart.de
- Bernd Müller, M.Sc., bernd.mueller@isys.uni-stuttgart.de

STIPENDIEN

Können zur Finanzierung des Auslandsaufenthaltes beantragt werden

- Internationales Zentrum der Uni Stuttgart, www.ia.uni-stuttgart.de
- Deutscher Akademischer Austauschdienst, www.daad.de
- Studienförderwerke, www.stipendienlotse.de



Universität Stuttgart
Institut für Systemdynamik

isys

Wann: **Mitwoch, 02.11., 17:15 -19:00 Uhr**

Wo: **Institut für Systemdynamik
Waldburgstraße 17/19 1. OG**

Weitere Infos siehe:

www.isys.uni-stuttgart.de

Wir informieren Sie über:

- Auslandsprogramme und -kontakte (mit Ehemaligen),
- Aktuelle Forschungsthemen,
- Studentische- und Hiwi-Projekte,
- Offene Abschlussarbeiten

Dazu Essen und Getränke!

ISYS Open House 2022

**Das Institut für Systemdynamik
stellt sich vor**





Universität Stuttgart
Institut für Systemdynamik

Vielen Dank!

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Oliver Sawodny

E-Mail oliver.sawodny@isys.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685-66302

Universität Stuttgart
Institut für Systemdynamik
Waldburgstr. 17/19 (1. OG)

D-70563 Stuttgart

isys

**Doppel- und Joint-Master
Programme**

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Oliver Sawodny