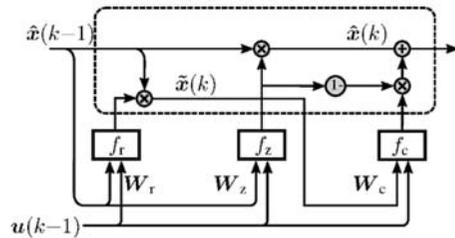


# Fachgebiet Mess- und Regelungstechnik

## Jahresbericht 2019



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Kroll

Fachgebiet Mess- und Regelungstechnik  
Institute for System Analytics and Control

Fachbereich Maschinenbau

Universität Kassel

Mönchebergstr. 7

34125 Kassel

Tel. +49 561 804-2758

Fax +49 561 804-2847

E-Mail: [office@mrt.uni-kassel.de](mailto:office@mrt.uni-kassel.de)

[www.uni-kassel.de/fb15/mrt](http://www.uni-kassel.de/fb15/mrt)



U N I K A S S E L  
V E R S I T Ä T

Sehr geehrte Freunde und Geschäftspartner des Fachgebietes Mess- und Regelungstechnik!

Zum Jahresende möchten wir Sie gerne über einige Aktivitäten im Jahr 2019 informieren.

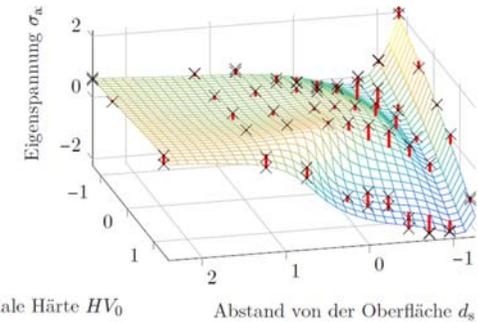
### Forschung

Das DFG-Projekt zum Testsignalentwurf für die nichtlineare Systemidentifikation ging in die zweite Phase. Für lokal-affine Multi-Modelle vom Typ Takagi-Sugeno werden nun Optimalsteuerungsansätze entwickelt. So soll ein Zielsystem gezielt zu Teilmodellgrenzen gefahren werden, von wo Daten für hohe Modellgüte besonders bedeutend sind. Das Automatisierungssystem der Prozessinsel II der Modellfabrik  $\mu$ Plant wurde erweitert, um beliebige Sollwertprofile fahren und so entworfene Testsignale experimentell untersuchen zu können.

Das Projekt zum Screening von Sensormassendaten kontinuierlich betriebener verfahrenstechnischer Prozesse wurde mit einer Fallstudie an der Prozessinsel II der Modellfabrik  $\mu$ Plant beendet.

Im Projekt zur nichtlinearen Systemidentifikation mittels moderner Neuronaler Netze vom Typ der Gated Recurrent Units wurde insbesondere das Konvergenzverhalten beim Trainieren untersucht. Maßnahmen zur besseren Konditionierung des dem Training zu Grunde liegenden Optimierungsproblems wurden entwickelt.

Im DFG-Projekt zur Prognose der Randschichtzustände bei der spanenden Fertigung wurden Parameterschätzmethoden untersucht, die eine obere Grenze für den Prädiktionsfehler garantieren. Solche Bounded-Error-/Set-Membership-Methoden wurden für Modelle mit geringer Parameteranzahl entwickelt. Sie arbeiten „exakt“, haben aber eine in der Parameteranzahl exponentielle Rechenzeit. Die Transferierbarkeit auf Multi-Modelle mit größerer Parameteranzahl wurde theoretisch und experimentell untersucht.

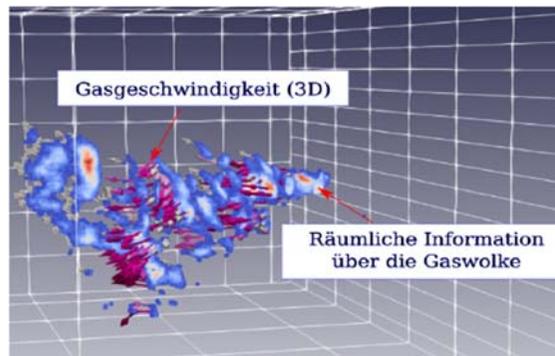


Prädiktion der Eigenspannung in Folge von Hartdrehen in Abhängigkeit initialer Werkstoffhärte und Abstand von der Oberfläche

Ein neues Verbundprojekt zur Digitalisierung in der Werkstofftechnik hat begonnen. MRT wird sich dabei insbesondere mit der datengetriebenen Modellbildung zur Prädiktion der mechanischen Eigenschaften von mittels selektivem Laserschmelzen (SLM) gefertigten Werkstücken befassen. Zu den Besonderheiten zählt die kleine Datenbasis bzw. die hohe Dimensionalität des betrachteten Problems.

In der Forschung zur 3D-Thermometrie startet Anfang 2020 ein Förderprojekt zur Emissionsgradschätzung. Dabei werden optische Grundgesetze mit Messdaten aus der 3D-Thermografie kombiniert, um berührungs- und rückwirkungsfrei den Emissionsgrad bestimmen zu können.

Aus dem DBU-geförderten Projekt zur 3D-Gasvisualisierung und zum Tracken von Gaswolken resultierte ein Patent. In einem Transferprojekt soll die Patentverwertbarkeit verbessert werden. Dabei wird der optische Fluss in den Gaskamerabildern robust ermittelt, da er die Grundlage für das Tracken der Gaswolken darstellt. Zum Evaluieren der Methoden wurde eine Simulationsumgebung aufgebaut, so dass die Ground Truth der Gasausbreitung bekannt ist. Zudem wurden Untersuchungen im Labor und in Biogasanlagen durchgeführt.



*3D-Gasgeschwindigkeitsschätzung und  
3D-Tracken von Gaswolken*

### *Modellfabrik $\mu$ Plant und Labore*

Im Juli besuchte der hessische Digitalstaatssekretär Patrick Burghardt die Modellfabrik  $\mu$ Plant, was auch in den Medien Beachtung fand. An der Modellfabrik wurden mehrere Arbeiten durchgeführt: Die Ersetzbarkeit von Modbus TCP durch OPC UA wurde im Rahmen von Testimplementierungen evaluiert. Anlagendaten und -dokumente wurden auf mobilen Endgeräten verfügbar gemacht. Eine Methodik zur Überwachung kleiner Zahnradpumpen bzgl. typischer Fehler wie Kavitation und Dichtungsfehlern wurde entwickelt und an der Prozessinsel I evaluiert.

### *Transfer/Weiterbildung*

2019 wurden Industrie 4.0/Smart Factory Schulungen in der Modellfabrik  $\mu$ Plant durchgeführt und erstmals neben exklusiver Gruppenschulungen „offene“ Schulungstermine angeboten.

### *Lehre*

Die Modellfabrik  $\mu$ Plant wurde erstmals in die Vorlesung „Sensorapplikationen“ eingebunden.

### *Team*

Im Dezember erhält das Fachgebiet mit Felix Wittich einen Neuzugang. Er wird das DFG-

Projekt zur Prognose der Randschichtzustände bei der spanenden Fertigung bearbeiten. Mit Sören Dierks und David Arengas schlossen zwei Doktoranden ihre Arbeiten ab und verließen das Fachgebiet.

### *Vorträge & Exkursionen*

Das Fachgebiet organisierte zwei Gastvorträge im Rahmen des VDI-Arbeitskreises Mess- und Automatisierungstechnik unter Leitung von Prof. Kroll: „Spectral-Sensing: Anwendungsbereiche, Herausforderungen sowie Potentiale von Multi- und Hyperspektralkameras“ (Daniel Schwefel Sphere Optics GmbH) und: „Gütegarantien und Zertifizierung für Maschinelle Lernverfahren: Strategien des Kompetenzzentrums Maschinelles Lernen Rhein-Ruhr“ (Dr. Nico Piatkowski, TU Dortmund). Zudem führte eine Exkursion zu Sartorius Stedim Systems in Guxhagen, die Bioreaktoren herstellt und kundenspezifische Anlagen entwickelt. Unser Mitarbeiter Sebastian Schramm trug im GMA FA 8.16 Temperaturmessung mit Wärmebildkameras über aktuelle Entwicklungen in der 3D-Thermografie vor.

### *Internationalisierung*

Ein unter Federführung von Prof. Kroll zustande gekommenes Abkommen zur vereinfachten Anerkennung von Prüfungsleistungen zwischen der Universität Kassel und der Universidad Nacional de Colombia soll die Mobilität von Maschinenbau- und Mechatronikstudenten erleichtern.

### *Veröffentlichungen*

Zu den 2019 erschienenen Veröffentlichungen des Fachgebiets zählen unter anderem:

Wittich, F., Kahl, M., Kroll, A., Zinn, W. & Niendorf, T.: On Nonlinear Empirical Modeling of Residual Stress Profiles in Hard Turning, IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), Bari, Italy.

Rehmer, A. & Kroll, A.: On Using Gated Recurrent Units for Nonlinear System Identification, 18th European Control Conference (ECC), Naples, Italy.

Gringard, M. & Kroll, A.: Zur Homogenisierung von Testsignalen für die nichtlineare Systemidentifikation, at - Automatisierungstechnik, Vol. 67 (10) pp. 820-832.

Schramm, S., Schmolli, R. & Kroll, A.: Compensation of the Size-of-Source Effect of Infrared Cameras Using Image Processing Methods, 13th International Conference on Sensing Technology (ICST), Sydney, Australia.

### *Studentische Arbeiten*

Zu den 2019 abgeschlossenen Arbeiten gehören unter anderem:

Osterhold, P., Zur Registrierung von Punktwolken für die 3-D-Thermografie, Bachelorarbeit.

Aguirre Salazar, D., Development of a Program Lambda-Multi-Calib for Geometric Camera Calibration in Different Spectral Ranges, Internship.

Mette, J., Erweiterung eines Prüfstandes und Test multivariater statistischer Verfahren zur Anomaliedetektion in Prozessanlagen, Masterarbeit.

Bradaczek, M., Zur Low-Cost-Überwachung von Pumpenflotten durch verbaute Prozesssensorik, Bachelorarbeit.

Tecklenburg, N., Untersuchung metaheuristischer Optimierungsalgorithmen zur Minimierung von Kostenfunktionen für den Testsignalentwurf zur Identifikation dynamischer Fuzzy-Takagi-Sugeno-Modelle, Bachelorarbeit.

[Prof. Kroll und sein Team wünschen allen Freunden und Geschäftspartnern des FG Mess- und Regelungstechnik besinnliche Feiertage sowie Gesundheit und Erfolg für das Jahr 2020.](#)