

**Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer**  
**Forschungsschwerpunkte**

Institut für Systemtheorie technischer Prozesse, Universität Stuttgart  
Pfaffenwaldring 9, 70569 Stuttgart  
<http://www.ist.uni-stuttgart.de>

Technische Systeme zeichnen sich bereits heute durch eine sehr hohe Komplexität aus, die sich in Zukunft noch deutlich steigern wird. Während früher die Funktion dieser Systeme in erster Linie durch ihre statischen Eigenschaften bestimmt wurde, liegen die kennzeichnenden und funktionsbestimmenden Charakteristika moderner Systeme meist in den dynamischen Eigenschaften begründet. Dies wurde erst kürzlich wieder durch den flächendeckenden Stromausfall an der amerikanischen Ostküste schmerzlich deutlich gemacht, dessen Ausmaß erst durch eine Instabilität in der dynamischen Interaktion im Energieverteilungsnetz verursacht wurde. Weitere Beispiele für komplexe Systeme des täglichen Lebens, bei denen das dynamische Verhalten von zentraler Bedeutung ist, sind das Internet, das mobile Telefonnetz, moderne Verkehrssysteme oder auch die globale Weltwirtschaft und der Aktienmarkt.

Die wachsende Komplexität zusammen mit der steigenden Bedeutung des dynamischen Verhaltens bedingt, dass ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen in Zukunft immer weniger durch Heuristiken oder durch den vorhandenen praktischen Erfahrungsschatz beherrschbar sein werden. Vielmehr wird zukünftig das Vorhandensein eines problemspezifischen und praktikablen Satzes an leistungsstarken, systematischen Methoden zur Beherrschung solcher Systeme unabdingbar sein. Die Entwicklung von Methoden zur Analyse des dynamischen Verhaltens und zur gezielten Beeinflussung des dynamischen Verhaltens komplexer Systeme ist die Aufgabe der Systemwissenschaften und speziell der System- und Regelungstheorie.

Frank Allgöwer hat sich in seiner Forschung dem Ziel der Entwicklung von praktisch relevanten Methoden zur systemtheoretischen Analyse und Regelung von komplexen dynamischen Systemen verschrieben, wobei seine Hauptarbeitsgebiete die nichtlineare System- und Regelungstheorie sind. In seiner Arbeitsgruppe werden alle Aspekte von der mathematischen Modellierung, über die systemtheoretische Analyse und den Reglerentwurf, bis hin zu Implementierungsaspekten betrachtet. Dabei steht nicht nur die ausschließlich theoretische Herleitung entsprechender Verfahren im Vordergrund, sondern auch die praktische Umsetzung und die experimentelle Evaluierung und Überprüfung.

Spezielle Projekte umfassen z.B. die Herleitung von geeigneten Maßen zur Quantifizierung von Nichtlinearitäten (Nichtlinearitätsmaße) und der maximal erreichbaren Regelgüte und die Entwicklung neuer Analyse- und Synthesemethoden für differential-algebraische Systeme. Im Bereich der Regelungstheorie werden u.A. neue Methoden zur prädiktiven Regelung nichtlinearer Systeme und robuste Verfahren zur  $H_\infty$ - und  $l_1$ -optimalen Regelung linearer und nichtlinearer

Systeme entwickelt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung so genannter *low-complexity/simple-design Regler*, die sich durch spezielle Adaptionsmechanismen auszeichnen. Zum Entwurf dieser Regler wird nur minimale Information über das zu regelnde System benötigt, wobei trotzdem mathematisch exakte Aussagen bezüglich garantierter Eigenschaften dieser Regler hergeleitet werden können. Zur Unterstützung der Aktivitäten in der System- und Regelungstheorie werden auch Methoden zur systematischen Herleitung reduzierter Modelle für den Reglerentwurf entwickelt (nichtlineare Systemidentifikation, nichtlineare Modellreduktion).

Die klassischen Anwendungsgebiete der Systemtheorie und Regelungstechnik sind technische Prozesse. Die wahre Herausforderung und das größte Potential der System- und Regelungstheorie liegt jedoch in der Verbindung des systemtheoretischen und regelungstechnischen Denkens mit den klassischen Naturwissenschaften. Besonders hervorzuheben sind hier die großen Möglichkeiten, die sich aus der Verbindung von moderner Biologie und Systemwissenschaften (Stichwort *Systembiologie*) in Zusammenhang mit der Erforschung der Grundlagen des Lebens ergeben. Ebenso viel versprechend erscheinen zum Beispiel auch Verbindungen zwischen Physik und den Systemwissenschaften. Zu den gegenwärtigen Forschungsgebieten in der Arbeitsgruppe zählen deshalb auch diese Bereiche. Unter anderem werden hier neue Verfahren zur Verbesserung der Bildqualität und Aufnahmegeschwindigkeit von Rasterkraftmikroskopen und zur Manipulation von Nanostrukturen entwickelt. Seit einigen Jahren beschäftigt sich auch eine Arbeitsgruppe mit Fragen der Systembiologie. Erste Ergebnisse, z.B. die Entwicklung geeigneter Reduktionsalgorithmen für die mathematische Beschreibung zellulärer Regulationsnetzwerke, sind sehr viel versprechend und bilden die Basis für weitere Entwicklungen.

Neben der system- und regelungstheoretischen Forschung wird am Institut für Systemtheorie technischer Prozesse auch an der Entwicklung und Umsetzung moderner Lehrformen gearbeitet. So beschäftigen sich zum Beispiel Projekte mit dem gezielten Einsatz von Notebooks in der universitären Lehre oder der Unterstützung von Präsenzveranstaltungen durch geeignete online Lernmodule, die über das Internet bereit gestellt werden.