

# **Strukturierter Entwurf selbstoptimierender mechatronischer Systeme**

Kurzfassung der Dissertation von Dipl.-Ing. Oliver Oberschelp

Entstanden ist die Arbeit im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 614 „Selbst-optimierende Systeme des Maschinenbaus“. Ziel der Arbeit ist die Darstellung von Grundlagen für die Entwicklung von selbstoptimierenden mechatronischen Systemen. Schwerpunkte bilden die Bereiche strukturierte Entwicklung, Methoden der Optimierung, Rekonfiguration, Numerik und Informationsverarbeitung. Verschiedene Anwendungsbeispiele, unter anderem aus dem Bereich des Projektes „RailCab - Neue Bahntechnik Paderborn“, verdeutlichen das große Potential der Selbstoptimierung.

Selbstoptimierung kann in allen Domänen der Mechatronik stattfinden. Neben der Optimierung von Systemparametern kann die Struktur des Systems selbst optimiert werden. Ein Ansatz ist die Rekonfiguration von vorhandenen Systemkomponenten. Eine Grundlage für die Modellierung solcher Systeme liefern hierarchische Blockschaltbilder. Da in der hierarchischen Blockschaltbilddarstellung eine Hierarchieebene wiederum als Block dargestellt wird, kann eine Rekonfiguration auch durch Austausch von Hierarchielementen erfolgen. Die Steuerung kann durch ein der rekonfigurierbaren Hierarchie fest zugeordnetes Statechart erfolgen. Diese erweiterten Hierarchieelemente werden als hybride Hierarchieelemente bezeichnet.

Die Informationsverarbeitung eines selbstoptimierenden mechatronischen Systems muss eine Vielzahl von Funktionen erfüllen. Der Ansatz des Operator-Controller-Moduls (OCM) zur Strukturierung der Informationsverarbeitung greift diese Anforderungen auf. Es besteht aus den drei Hauptkomponenten Kognitive Operator, Reflektorischer Operator und Controller.

Die echtzeitfähige Simulation mechatronischer Systeme besteht im Wesentlichen aus der numerischen Integration von Differentialgleichungen. Durch eine getrennte Berechnung der Teilmodelle mit Schrittweiten, die an die jeweiligen Zeitkonstanten angepasst sind, kann die Effizienz der Auswertung gesteigert werden. Solche Verfahren werden auch als Multirate-Verfahren bezeichnet. Die dabei auftretenden Störungen können durch Verfahren wie Extrapolation und Glättung der Kopplungsdaten reduziert werden.

In einem rekonfigurierbaren System kann die Reihenfolge der Auswertung nicht während der Codegenerierung bestimmt werden, sondern erst im Betrieb. Ziel muss sein, Teilsysteme so zu erzeugen, dass, abgesehen von algebraischen Schleifen, die sich grundsätzlich nur in der Modellbildung verhindern lassen, beliebige Kopplungszustände zwischen Ein- und Ausgängen möglich sind. Für die Berechnung der Auswertereihenfolge genügt die Beziehung zwischen Eingang, Ausgang und Zustand; Gleichungen innerhalb der Blöcke müssen nicht berücksichtigt werden. Der Algorithmus für die Berechnung der Auswertereihenfolge kann verallgemeinert auf hierarchische Systeme übertragen werden.

Grundlage der meisten Optimierungsverfahren ist das Durchlaufen eines Test- oder Anregungsfalls mit anschließender Bewertung und einer darauf folgende gezielte Veränderung der Systemparameter. Eine solche Form der Selbstoptimierung ist bei wiederkehrenden oder vergleichbaren Anregungsfällen besonders zweckmäßig. Werden die Ergebnisse mehrerer Systeme gemeinsam genutzt, kann von einer verteilten Optimierung gesprochen werden. Dieses Szenario wird am Beispiel des RailCab näher erläutert.