

Berichte aus der Steuerungs- und Regelungstechnik

**Joachim Deutscher**

**Flachheitsbasierter Entwurf von  
Mehrgrößenregelungen mittels linearer  
Differentialoperatorarstellungen**

D 29 (Diss. Universität Erlangen-Nürnberg)

Shaker Verlag  
Aachen 2004

**Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Zugl.: Erlangen-Nürnberg, Univ., Diss., 2003

Copyright Shaker Verlag 2004

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-2811-X

ISSN 0945-1005

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • eMail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

# Flachheitsbasierter Entwurf von Mehrgrößenregelungen mittels linearer Differentialoperatordarstellungen

## Kurzzusammenfassung

Die vorliegende Arbeit behandelt den Entwurf von linearen und nichtlinearen Mehrgrößensystemen in Differentialoperatordarstellung. Für lineare Systeme wird ein parametrisches Regelungsentwurfverfahren entwickelt, das die Pole und Polrichtungen der Regelung als Entwurfsparameter verwendet. Mit ihnen lassen sich sowohl Rückführungen für Systeme in Differentialoperatordarstellungen als auch reduzierte Beobachter im Frequenzbereich parametrieren. Verknüpfende Beziehungen zwischen den Entwurfsparametern der Vollständigen Modalen Synthese (VMS) und den Polen sowie den Polrichtungen erlauben es, bekannte Ergebnisse der VMS von Zustandsregelungen auf den Reglerentwurf mit Differentialoperatordarstellungen zu übertragen und umgekehrt.

Die Leistungsfähigkeit der neu entwickelten Entwurfsmethodik wird anschließend anhand von zwei Entwurfsproblemen demonstriert. Zuerst wird der Entkopplungsentwurf von Mehrgrößenregelungen behandelt. Als zweite Problemstellung wird der parametrische Entwurf von  $H_\infty$ -Filtern im Frequenzbereich betrachtet. Dabei wird sowohl der Entwurf von Filtern voller Ordnung als auch der Entwurf von Filtern reduzierter Ordnung untersucht. Durch die Formulierung von Entwurfsvorschriften für die Pole und Polrichtungen zur Lösung des  $H_\infty$ -Filterproblems im Frequenzbereich kann die bisher notwendige  $J$ -spektrale Faktorisierung von Polynommatrizen umgangen und durch die Bestimmung der optimalen Pole und Polrichtungen ersetzt werden.

Im letzten Teil der Arbeit wird die flachheitsbasierte Folgeregelung für nichtlineare Systeme auf lineare Systeme übertragen. Dabei kann der lineare Entwurf mittels Differentialoperatordarstellungen in völliger Analogie zum nichtlinearen Fall entwickelt werden. Die auf diese Weise abgeleitete Methodik zum linearen flachheitsbasierten Folgereglerentwurf wird für die Anwendung auf nichtlineare Systeme übertragen. Durch eine Linearisierung des nichtlinearen Systems entlang der Solltrajektorie erhält man unmittelbar eine zeitvariante Differentialoperatordarstellung als lineare Systembeschreibung, auf die sich direkt die Ergebnisse zum linearen Folgereglerentwurf anwenden lassen. Diese neue Vorgehensweise bei der Folgeregelung nichtlinearer Systeme vereinfacht die Durchführung des Entwurfs und erleichtert gleichzeitig die Realisierung des resultierenden Folgereglers, der eine lineare zeitvariante Struktur aufweist. Damit werden in dieser Arbeit die Grundlagen geschaffen, mit dem linearen Folgeregler weiterführende Anforderungen an die Folgeregelung - wie z.B. Robustheitseigenschaften - mit den bewährten Werkzeugen der linearen Systemtheorie zu erfüllen.