

# Robuste Mehrgößenregelung von Systemen mit harten Stellgrößenbeschränkungen\*

Wolfgang Reinelt

32. Regelungstechnisches Kolloquium in Boppard/Rhein,  
25.-27. Februar 1998

## Kurzfassung

Die herkömmlichen Verfahren zum Entwurf robuster Regler – qualitative Verfahren [3] oder quasiklassische Verfahren der britischen Schule [6] lassen eine Berücksichtigung von (harten) Stellgrößenbeschränkungen in den seltensten Fällen direkt zu. Die  $\mathcal{H}_\infty$ -Kontrolltheorie [1],[6] kann beispielsweise durch Hinzufügen von weiteren Linearen Matrixungleichungen (LMI) zum  $\mathcal{H}_\infty$ -Problem Stellgrößenbeschränkungen direkt berücksichtigen [9].

Weitere Lösungsmöglichkeiten ergeben sich durch die Verwendung von anti-windup Konzepten (AWBT) oder Model Predictive Control (MPC) [2],[5].

In den angedeuteten Verfahren muß notwendigerweise die Referenzgröße betragsmäßig beschränkt werden, um das Problem zu lösen. Resultat ist dann eine schlechte Stellgrössenauslastung im Betrieb des Regelkreises. Um diese konservativen Reglerentwürfe zu vermeiden, muß die Klasse der während des Betriebs vorkommenden Referenzgrößen besser beschrieben werden. Dieses wird durch eine betragsmäßige Beschränkung von Referenzgröße *und* deren erster zeitlicher Ableitung erreicht [7]. Ein Kernproblem ist somit die Bestimmung der maximalen Stellgröße unter Berücksichtigung der Klasse der zulässigen Referenzgrößen.

Im Vortrag wird ein Verfahren vorgestellt, das die beiden Forderungen nach Robustheit und Einhaltung des Stellgrößenbeschränkung während des Reglerentwurfs direkt berücksichtigt und ebenso die Klasse der zulässigen Referenzgrößen berücksichtigt. Es kann leicht um die Berücksichtigung anderer Systemgrößenbeschränkungen erweitert werden.

Das Entwurfsverfahren basiert auf der  $\mathcal{H}_\infty$  Loop-shaping Prozedur von McFarlane und Glover [4] und ist auf (nichtquadratische) Mehrgrößenstrecken anwendbar. Nach kurzer Einführung und Definition der Aufgabenstellung werden zuerst die wesentlichen Punkte

---

\*Vortrag: 26. Februar 1998, 14:30-15:00Uhr, Sitzung Regelungstheorie (2), Raum 1

der McFarlane und Glover Prozedur zusammengefaßt. Danach wird das Entwurfsverfahren um die Berücksichtigung von Stellgrößenbeschränkungen erweitert. Empfehlungen für die Wahl der Entwurfsgewichte werden gegeben. Die Anwendbarkeit der Prozedur wird anhand eines Beispiels verdeutlicht. Der Vortrag schließt mit einigen zusammenfassenden Bemerkungen und gibt einen Ausblick auf weitere Arbeiten.

## Literatur

- [1] Green, M. and D. J. N. Limebeer: *Linear Robust Control*. Prentice Hall 1995
- [2] Kothare, M.V.: *Control of Systems Subject to Constraints*. PhD Thesis, California Institute of Technology, March 1997
- [3] Lunze, J.: *Robust Multivariable Feedback Control*. Prentice Hall 1989
- [4] McFarlane, D.C. and K. Glover: *Robust Controller Design Using Normalized Coprime Factor Plant Description*. Lecture Notes in Control and Information Science Vol. 138, Springer 1989
- [5] Morari, M.: *Model Predictive Control: Multivariable Control Technique of Choice in the 1990?* Caltech Technical Report 1993, CDS 1993-024
- [6] Raisch, J.: *Mehrgrößenregelung im Frequenzbereich*. Oldenbourg Verlag, München, Wien, 1992
- [7] Reichel, R.W.: *Synthese von Regelsystemen mit Beschränkungen bei stochastischen Eingangsgroßen*. Dissertation Univ. Paderborn, 1984
- [8] Reinelt, W.: *Entwurf von robusten Regelkreisen unter der Berücksichtigung von Stellgrößenbeschränkungen*. 10. Steirisches Seminar über Regelungstechnik und Prozeßautomatisierung. Leibnitz/Steiermark, 1997, pp54-70  
(erhältlich unter <http://www-control.uni-paderborn.de/papers/retzhof97.ps>)
- [9] Scherer, C.W.: *Lineare Matrixungleichungen in der Theorie der robusten Regelung*. Automatisierungstechnik (at) 7/1997

## Anschrift

Wolfgang Reinelt  
Fachgebiet Steuerungs- und Regelungstechnik  
Fachbereich Elektrotechnik  
Universität Paderborn  
D-33095 Paderborn  
Telefon: 05251-60 2995  
Telefax: 05251-60 3432  
Email: [wolle@control.uni-paderborn.de](mailto:wolle@control.uni-paderborn.de)  
World Wide Web: <http://www-control.uni-paderborn.de/wolle/>