

## 7. Zusammenfassung

In der Schaltungstechnik mit einzeln hydraulisch angesteuerten Widerständen wird gegenüber der konventionellen Schaltungstechnik, bei der in sich abgeschlossene und optimierte Einzelgeräte zusammengeschaltet werden, eine Trennung zwischen Vorsteuerung und Leistungsteil vorgenommen. Der Leistungsteil enthält dabei eine geringe Zahl von Steuerwiderständen, die als Hauptstufen zur Steuerung und Regelung der Betriebsgrößen Druck und Volumenstrom dienen. Die jeweiligen Funktionen, die sie dabei ausführen sollen, werden durch entsprechende Vorsteuersignale bestimmt. Dazu werden die Vorsteuerventile zur Einleitung der Wege-, Druck- oder Stromfunktion in einer komplexen Vorsteuerung so miteinander verknüpft, daß sie gleichzeitig oder zeitlich versetzt auf eine entsprechende Hauptstufe wirken. Für die Auslegung einer solchen Steuerung ist deshalb die Kenntnis des Einflusses von Konstruktions- und Betriebsgrößen auf das stationäre und dynamische Verhalten notwendig. Da sich mit jeder neuen Schaltung in dieser Steuerungstechnik neue Systeme ergeben, ist eine Vorausbestimmung des Betriebsverhaltens wünschenswert.

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit bestand zunächst darin, eine allgemein anwendbare Schaltungssystematik zum Aufbau von Steuerungen mit 2-Wege-Einbauventilen zu entwickeln. Die in dieser Systematik erläuterten Teilsysteme können danach beliebig miteinander kombiniert werden und gestatten den Aufbau sowohl von unstetigen, als auch von stetig arbeitenden komplexen Steuerungen.

Ein weiteres wesentliches Ziel dieser Arbeit war es, Aussagen über das Schaltverhalten unstetig arbeitender Funktionseinheiten und Steuerungssysteme zu gewinnen. Hierzu wurden praxisnahe Versuchsanordnungen konzipiert, die zur experimentellen Untersuchung dienten. Damit wurden die Grundlagen für

die erstellten nichtlinearen mathematischen Modelle erarbeitet. Mit Hilfe der Rechenmodelle wurden am Analog- und am Digitalrechner die Wirkung von Einflußgrößen durch Parametervariationen ermittelt, die jeweils durch Ergebnisse aus experimentellen Messungen im Versuchsfeld stichpunktartig überprüft wurden. Die nichtlinearen Zusammenhänge in den mathematischen Modellen konnten experimentell bestimmt und durch Approximationsfunktionen in die Rechenmodelle eingefügt werden. Die Untersuchungsergebnisse des Schaltverhaltens von unstetig arbeitenden Funktionseinheiten und Steuerungssystemen zeigen, daß die Schaltzeiten im wesentlichen durch die Widerstandskombination in der Vorsteuerung und die Federsteifigkeit der Schließfeder bestimmt werden. Für die Öffnungs- u. Schließzeiten der 2-Wege-Einbauventile konnten Näherungsbeziehungen aufgestellt werden, die es gestatten, unter bestimmten Vereinfachungen, die Schaltzeiten der Systeme im voraus zu bestimmen.

Am Beispiel einer ausgeführten Schaltung mit einer Massenlast wurde eine Analyse des Zeitverhaltens eines komplexen schwingungsfähigen Systems vorgenommen. Mit Hilfe des Wurzelortskurvenverfahrens wurden Stabilitätsprobleme des Gesamtsystems für einige Parameteränderungen diskutiert. Die Ergebnisse der Wurzelortskurven wurden durch Übergangsfunktionen auf eine Sprungerregung im Leistungskreis für einen Betriebspunkt am Rechnermodell bestätigt.