

## 9 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschreibt den Aufbau und die Funktionsweise existierender elektrisch betätigter stetiger Ventile für die Pneumatik und stellt einige alternative, noch nicht realisierte Konstruktionsprinzipien vor.

Im ersten Teil werden zunächst grundlegende Begriffserklärungen gegeben, die zur systematischen Charakterisierung stetiger Ventile herangezogen werden.

Daran anschließend werden Einsatzfälle und -möglichkeiten für solche Ventile aufgezeigt. Die dabei herausgearbeiteten spezifischen Anforderungen bezüglich der technischen Daten der Ventile können zur Auswahl geeigneter Komponenten für vergleichbare Anwendungen dienen.

Einer Diskussion realisierter Bauformen in marktgängigen Ventilen und der Auflistung der damit erreichbaren Daten schließt sich eine Systematik prinzipiell möglicher Bauformen der in einem Ventil vorhandenen Funktionseinheiten Vorstufe (elektromechanischer Wandler) und Hauptstufe an, die Anhaltspunkte zur Untersuchung noch nicht eingesetzter Bauformen liefert.

Als erstes wird die Einsatzmöglichkeit eines piezoelektrischen Biegewandlers als elektromechanischer Wandler in einer Vorstufe untersucht. Dazu werden verschiedene damit realisierbare Konstruktionsmöglichkeiten aufgebaut und vermessen. Es zeigt sich, daß eine Bauart, bei der der Biegewandler keine statischen Druckkräfte in Richtung seiner aktiven Bewegung auffangen muß, gute Aussteuerung und hohe steuerbare Drücke ermöglicht. Die Piezoelementen physikalisch anhaftende große Hysterese kann durch ein hochfrequentes Dithersignal stark reduziert werden. Hinsichtlich Baugröße, erreichbarer Dynamik und vor allem Gewicht und Sicherheit gegen Verschmutzung kann eine solche Vorstufe Vorteile gegenüber konventionellen Tauchspulvorstufen bieten.

Als fertigungstechnisch sehr einfaches Hauptstufenprinzip wird die Sitzbauweise auf ihre Eignung zum Aufbau eines direkt elektrisch betätigten, stetigen Ventils untersucht. In dem entwickelten Konzept dient der bewegliche Anker eines Hubankermagneten gleichzeitig als Kolben der Hauptstufe. Zur Realisierung der stetigen Verstellbarkeit einer solchen Anordnung wird ein Kompensationsnetzwerk entworfen, das den Magnetstrom hubabhängig so steuert, daß jede Zwischenstellung des Kolbens stabil gehalten werden kann.

Der stark störende Einfluß der statischen Druckkräfte und der Strömungskräfte setzt deutliche Grenzen für die hier realisierte Konstruktion; jedoch existieren klare Vorteile des Prinzips bezüglich Baugröße, Schnelligkeit und fertigungstechnischem Aufwand im Vergleich zu üblichen Linearschieberventilen. Die Funktion eines solchen Konzepts wird nachgewiesen, und es werden verschiedene Verbesserungsmöglichkeiten angegeben.

Als sehr vielversprechendes Konzept erweist sich ein stetiges Drehschieberventil. Ein schlanker zylindrischer Drehschieber wird dabei von einem permanenterregten Gleichstrommotor in einem Winkelbereich von etwa  $\pm 30^\circ$  direkt im geschlossenen Lageregelkreis verstellt. Bei Wahl besonders leistungsstarker Miniaturmotoren mit Samarium-Kobalt-Magneten können sehr schnelle Ventile mit sehr gutem Leistungsvolumen aufgebaut werden.

Abschließend wird ein Kompaktdrehschieberventil entwickelt und bezüglich seiner statischen und dynamischen Kennwerte vermessen. Einige Anwendungsbeispiele, in denen dieses Ventil in pneumatischen Servontrieben eingesetzt ist, untermauern die sehr gute Eignung dieses Bauprinzips für ein elektrisch betätigtes, stetig steuerbares Pneumatikventil.