

## **Saffe Peter**

### **Zusammenfassung**

Die erste Generation der Industrieroboter war fast ausnahmslos mit hydraulischen Antrieben ausgestattet. Mittlerweile wurde diese Antriebsart jedoch einem starken Konkurrenzdruck durch die elektrische Antriebstechnik ausgesetzt und in Spezialbereiche wie die Anwendung bei Farbspritzrobotern oder Geräten für extrem große Lasten zurückgedrängt, obwohl die hohe Kraftdichte und die Möglichkeit zur direkten Ankopplung für den hydraulischen Antrieb sprechen.

Die Ursache für diese Verdrängung liegt allerdings nicht in prinzipbedingten Nachteilen der hydraulischen Antriebstechnik. Vielmehr sind es der höhere Aufwand bei der Signalverarbeitung, der bei früheren Steuerungen nur schwer realisiert werden konnte, und die schlechten Erfahrungen mancher Hersteller und Anwender, die nicht über das notwendige Fachwissen verfügen, die zu dieser Entwicklung geführt haben.

In dieser Arbeit wird gezeigt, wie heutige Stellglieder und Aktuatoren der hydraulischen Antriebstechnik für die Handhabungstechnik einzusetzen sind. Unter Ausnutzung moderner Regelungskonzepte und durch Einsatz von nichtlinearen Korrekturmaßnahmen auf der Signalseite können die Probleme bei der Regelung hydraulischer Antriebe gelöst werden. Dieses wird allerdings erst durch Anwendung von Mikrorechnern und geeigneten Auslegungshilfsmitteln möglich.

Es wird eine genaue Modellbildung des unsymmetrischen Hydraulikzylinders durchgeführt, der ein aus konstruktiven Gesichtspunkten optimales Antriebselement für translatorische Bewegungen darstellt. Durch nichtlineare Korrekturmaßnahmen und Anwendung verzögernd wirkender Regler lassen sich mit diesen Antrieben Genauigkeiten im Bereich der Auflösung der Messaufnehmer erreichen. Bei den rotatorischen Antrieben ergibt ein Vergleich unterschiedlicher Systeme, dass ein Antrieb aus Motor und Getriebe aufgrund der hohen erreichbaren Eigenfrequenz schon mit einfachen Reglern für die Anforderungen der Handhabungstechnik eingesetzt werden kann. Diesem Vorteil stehen der höhere Preis und das schlechte Anlaufverhalten gegenüber.

Es wird gezeigt, dass sich mit dem hydraulischen Drehkolbenzylinder bei Anwendung eines einfachen P-Lagereglers keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielen lassen. Daher werden, ausgehend von einer näherungsweise linearen Beschreibung des Systems in unterschiedlichen Arbeitspunkten, adaptive mehrschleifige Regler ausgelegt und eingesetzt. Anhand von Messungen wird nachgewiesen, dass durch diese Maßnahmen das dynamische Verhalten optimiert werden kann, eine gute statische Genauigkeit und Reproduzierbarkeit wird allerdings nur durch zusätzliche nichtlineare Maßnahmen erreicht, die in dieser Arbeit vorgestellt werden.

Darüber hinaus wird ein Verfahren zur automatischen Berechnung der Reglerparameter entwickelt. Es basiert auf der Kenntnis des Kennlinienfeldes und ermöglicht eine Anpassung der Reglerwerte an die sich ändernden Betriebszustände. Eine Verbesserung des Regelverhaltens bei Bahnsteuerungen lässt sich durch einen Selbstlernprozess des Gerätes erreichen, wie ebenfalls nachgewiesen wird.

Ein weiteres Problem servohydraulischer Antriebe, die teilweise überhöhte Leistungsaufnahme im Stillstand, wird quantifiziert. Aus der Erkenntnis heraus, dass neben unnötigen Verlusten in Vorsteuerstufen und Bypassdrosseln vor allem ein zu hoch eingestellter Versorgungsdruck den Energieverbrauch beeinflusst, wird nachgewiesen, dass durch eine intelligente Steuerung dieses Druckes und Einsatz einer druckgeregelten Pumpe Einsparungen von 20-40% möglich sind.

Bei konsequenter Anwendung optimaler Komponenten und Einsatz moderner Regelungskonzepte lassen sich mit servohydraulischen Antrieben praktisch beliebige Positioniergenauigkeiten erreichen bei im Vergleich zu elektrischen Systemen deutlich geringerem Gewicht und geringeren Kosten der Antriebskomponenten. Der Nachteil des hohen Energieverbrauchs, wie er bei früher ausgeführten Geräten bestand, existiert bei Einsatz einer entsprechend ausgelegten Druckversorgungseinheit nicht mehr.

Daher ist der hydraulische Antrieb, gerade im Bereich der Handhabungstechnik, wieder konkurrenzfähig zu anderen Antrieben, insbesondere dann, wenn die Forderungen nach geringem Eigengewicht der Geräte sowie die Fähigkeit zur Off- Line- Programmierung stärker als bisher in den Vordergrund treten.