

6. Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, die Vielzahl der auf dem Markt erhältlichen Druckregler an verstellbaren Axialkolbenpumpen systematisch zu erfassen und zu analysieren.

Die Komplexität des in Funktions-Blockschaltbildern dargestellten mathematischen Modells mit zahlreichen Nichtlinearitäten ließ die Analogrechner-Simulation sinnreich und sogar notwendig erscheinen.

Die aus den linearisierten Gleichungen gewonnenen Kennwerte des Reglers und der Regelstrecke stellten hierbei eine wertvolle Hilfe dar. Ferner war somit eine Stabilitätsuntersuchung für einen gegebenen Arbeitspunkt möglich. In Form einer für den Konstrukteur und den Entwicklungsingenieur brauchbaren Stabilitätskarte wurden die Bereiche sinnreicher Parametervariationen festgelegt sowie eine gewisse Optimierungsstrategie aufgezeigt.

Da das Übertragungsverhalten des hydraulisch-mechanischen Reglers nach der Montage nicht mehr zu beeinflussen ist, muß der Regler für jede in der Praxis mögliche Regelstrecke ein geeignetes Zeitverhalten aufweisen. Dazu testet man den Regler bei möglichst hohen Streckenverstärkungen und dadurch bedingten hohen Kreisverstärkungen. Die entsprechenden Versuchsanordnungen sind in dieser Arbeit beschrieben.

Die Simulation auf dem Analogrechner erbrachte gute Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen. Die zahlreichen Variationen von Reglereinstellungen ließen folgende Schlüsse zu:

- Mit gewissen konstruktiven Voraussetzungen ist die stationäre Regelcharakteristik eines Integralreglers mit der Regelabweichung $\Delta p_R = 0$ bei vorgesteuerten Druckreglern möglich, ohne daß Stabilitätsprobleme auftreten müssen.
- Das Zeitverhalten eines Druckreglers mit unsymmetrischer Zweikanten-Vorsteuerung ist als zufriedenstellend zu bezeichnen.
- Die Dämpfung des Regelkreises ist ohne zusätzliche konstruktive Maßnahmen, wie Einfügen einer Lecköldämpfung oder eines D-Anteils in die Vorsteuerung, unter Umständen sehr gering.
- Die p_a - und die p_b -Steuerung sind als gleichwertig anzusehen, wenn der Einfluß der Eigenverstellkraft gering ist oder durch Wahl einer großen Stellkolbenfläche gering gehalten wird. Bei zentrierender Eigenverstellkraft erlaubt jedoch die p_a -Steuerung die Wahl einer kleineren Stellkolbenfläche, da die Eigenverstellkraft kompensiert werden kann. Dies ermöglicht kleinere und einfachere Vorsteuerventile, wodurch die Stabilität des Regelkreises begünstigt wird.
- Die Vorsteuerung mit D-Anteil wirkt sich vorteilhaft auf das Zeitverhalten aus. Dies wurde durch Simulation auf dem Analogrechner festgestellt. Über die Realisation eines hydraulischen RC-Gliedes müssen weitergehende Überlegungen angestellt werden, was die Dimensionierung und die Funktion betrifft.
- Die unsymmetrische Zweikanten-Vorsteuerung kann als besonders geeignete Lösung angesehen werden, insbesondere mit zusätzlichem D-Anteil in der Vorsteuerung.
- Die Vorteile der Vierkanten-Vorsteuerung (höhere Druckverstärkung und bessere Systemdämpfung) werden durch die Nachteile der aufwendigeren Fertigung mehr als aufgewogen.