

**FORSCHUNGSBERICHTE  
DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN**

Herausgegeben durch das Kultusministerium

Nr. 955

**Prof. Dr.-Ing Herwart Opitz**

**Dipl.-Ing. Hans Uhrmeister**

Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der  
Technischen Hochschule Aachen

**Die dynamischen Eigenschaften hydraulischer Vorschubmotoren  
für Werkzeugmaschinen**

D 82 (Diss. TH Aachen)

Als Manuskript gedruckt



SPRINGER FACHMEDIEN WIESBADEN GMBH

ISBN 978-3-663-03428-5  
DOI 10.1007/978-3-663-04617-2

ISBN 978-3-663-04617-2 (eBook)

## G l i e d e r u n g

Abkürzungsverzeichnis . . . . .	S. 5
1. Einleitung . . . . .	S. 7
2. Das Zeitverhalten des hydraulischen Motors . . . . .	S. 7
2.1 Aufbau des hydraulischen Lageregelungssystems . . . . .	S. 7
2.2 Die allgemeine Differentialgleichung des hydraulischen Motors . . . . .	S. 9
2.3 Die Eigenschaften des Steuerschiebers. . . . .	S. 12
2.31 Berechnung des Steuerdruckes. . . . .	S. 13
2.32 Berechnung des Steuerwiderstandes . . . . .	S. 15
2.4 Das elektrische Ersatzbild des hydraulischen Motors. . .	S. 18
2.41 Der Ersatzwiderstand. . . . .	S. 18
2.42 Die Ersatzkapazität . . . . .	S. 19
2.43 Die Ersatzinduktivität. . . . .	S. 19
3. Diskussion der Frequenzganggleichung . . . . .	S. 23
3.1 Statische Kennwerte. . . . .	S. 23
3.11 Kraftverstärkung. . . . .	S. 23
3.12 Geschwindigkeitsverstärkung . . . . .	S. 23
3.13 Momentverstärkung . . . . .	S. 24
3.14 Drehzahl- und Winkelgeschwindigkeitsverstärkung . .	S. 24
3.2 Das dynamische Verhalten . . . . .	S. 25
3.21 Systeme mit symmetrischem Aufbau. . . . .	S. 25
3.22 Systeme mit unsymmetrischem Aufbau. . . . .	S. 25
4. Messungen an verschiedenen Motortypen. . . . .	S. 37
4.1 Bestimmungen der Motorkonstanten . . . . .	S. 37
4.11 Masse- und Trägheitsmoment. . . . .	S. 37
4.12 Schluckmenge - Kraft - Drehmoment . . . . .	S. 37
4.13 Der innere Dämpfungswiderstand. . . . .	S. 39
4.14 Ansprechempfindlichkeit . . . . .	S. 46
4.2 Dynamische Messungen . . . . .	S. 47
4.21 Messung der Übergangsfunktion . . . . .	S. 47
4.22 Eigenfrequenz und Eigendämpfung . . . . .	S. 54
4.23 Vergleich zwischen gemessenen und gerechneten Werten	S. 55
5. Schlußbetrachtung. . . . .	S. 59
6. Literaturverzeichnis . . . . .	S. 60

## Abkürzungen

A	kg	äußere Störkraft
B	$\frac{\text{cm}^2}{\text{sec kg}^{1/2}}$	Durchflußkoeffizient einer Drosselstelle
C	$\frac{\text{cm}^5}{\text{kg}}$	Ersatzkapazität
C <sub>o</sub>	$\frac{1}{\text{sec}}$	Geschwindigkeitsverstärkung
D		Dämpfung
E <sub>o</sub>	$\frac{\text{kg}}{\text{cm}}$	Kraftverstärkung
F, f	cm <sup>2</sup>	Fläche
G <sub>s</sub>	$\frac{\text{cm}^5}{\text{kg sec}}$	Steuerleitwert
H	cm	Kolbenweg
2 H <sub>o</sub>	cm	Kolbenhub
L	$\frac{\text{kg sec}^2}{\text{cm}^5}$	Ersatzinduktivität
M <sub>o</sub>	kg	Momentverstärkung
M <sub>d</sub>	cm kg	Drehmoment
M <sub>d</sub> <sup>+</sup>	cm <sup>3</sup>	Drehmoment pro atü
N <sub>o</sub>	$\frac{U}{\text{sec cm}}$	Drehzahlverstärkung
Q <sub>o</sub>	cm <sup>3</sup>	Ölmenge
R	$\frac{\text{kg sec}}{\text{cm}^5}$	Ersatzwiderstand
R <sub>s</sub>	$\frac{\text{kg sec}}{\text{cm}^5}$	Steuerwiderstand
S	$\frac{\text{cm}^3}{U}$	Schluckmenge
S <sup>+</sup>	$\frac{\text{cm}^3}{\text{rad}}$	Schluckmenge pro Radian
W <sub>o</sub>	$\frac{1}{\text{sec cm}}$	Winkelgeschwindigkeitsverstärkung
Z <sub>o</sub>	$\frac{\text{kg sec}}{\text{cm}^5}$	Kennwiderstand

f	$\frac{1}{\text{sec}}$	Frequenz
f <sub>0</sub>	$\frac{1}{\text{sec}}$	Eigenfrequenz
h	cm	Steuerschieberweg
h <sub>0</sub>	cm	negative Überdeckung eines Steuerschiebers
m	kg sec <sup>2</sup> /cm	Masse
p	$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	Druck
p <sub>0</sub>	$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	Speisedruck
p <sub>s</sub>	$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	Steuerdruck
q	$\frac{\text{cm}^3}{\text{sec}}$	Ölstrom
ü		Übersetzungsverhältnis
v	$\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$	Geschwindigkeit
β	$\frac{\text{cm}^2}{\text{kg}}$	Kompressionszahl
θ	kg sec <sup>2</sup> cm	Trägheitsmoment
τ	sec	Zeitkonstante
φ	rad	Drehwinkel
Ω		normierte Frequenz
ω	$\frac{1}{\text{sec}}$	Kreisfrequenz
∇	$\frac{1}{\text{sec}}$	Laplace-Operator