Aktoren

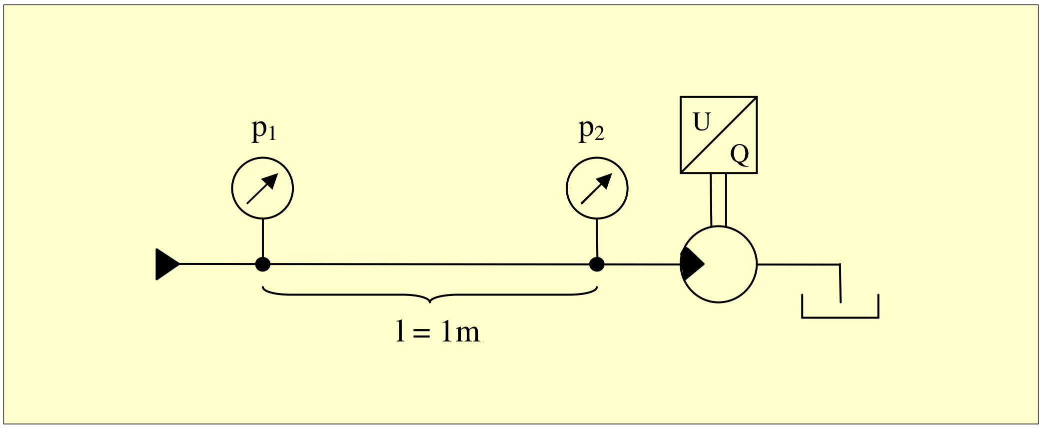
Hydraulikpraktikum

von

Roland Steffen

Aufgabe 1: Messung des Druckabfalls in einem Rohr

Der Versuch war, wie im Folgenden dargestellt, aufgebaut. Für die Messung wurde der Eingansdruck p_1 von 4 bis 25bar variiert und der Ausgangsdruck p_2 bzw. der Volumenstrom Q gemessen.



Die gemessenen Werte sind in der anschließenden Tabelle aufgelistet.

p_1 [bar]	p_2 [bar]	Q [l/min]	Δp_{mess} [bar]	$\Delta p_{theorie}$ [bar]	Re
4,0	1,0	1,97	3,0	2,07	269
6,0	2,0	2,84	4,0	2,99	387
8,0	3,5	3,61	4,5	3,80	492
10,0	4,0	4,27	6,0	4,49	582
12,0	5,0	5,03	7,0	5,29	686
14,0	6,0	5,90	8,0	6,21	805
16,0	7,0	6,60	9,0	6,94	900
18,0	8,0	7,36	10,0	7,74	1004
20,0	8,5	8,06	11,5	8,48	1099
22,0	10,0	8,93	12,0	9,39	1218
24,0	10,5	9,53	13,5	10,03	1300
25,0	11,0	9,73	14,0	10,24	1327

Die theoretischen Werte für die Druckdifferenz Δp und Reynold-Zahl Re wurden mit folgender Formel ermittelt:

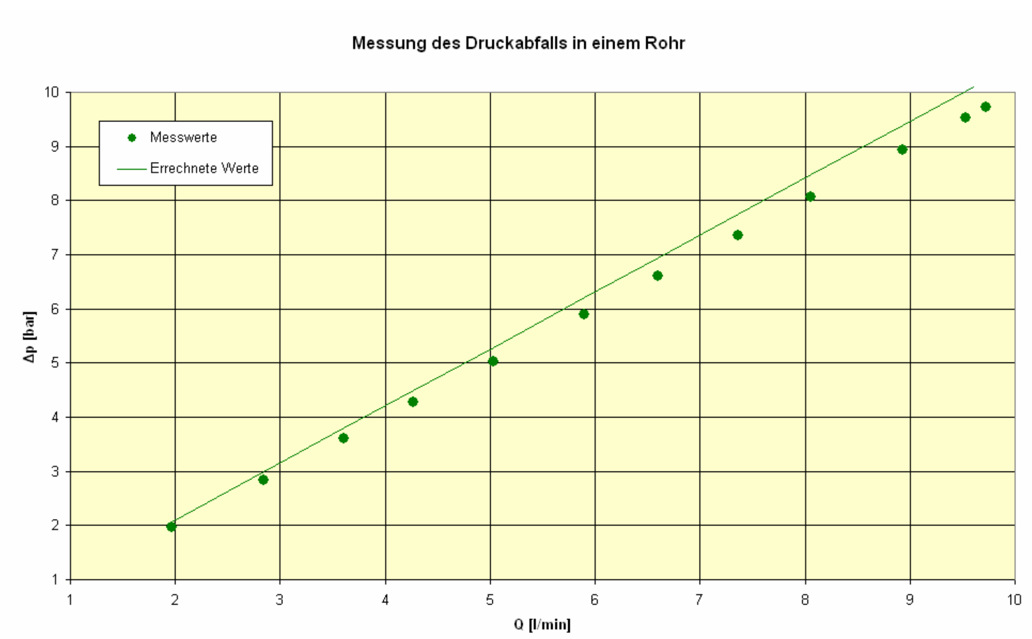
$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2$$

$$\text{mit } \lambda = \frac{75}{\mathrm{Re}},\ \mathrm{Re} = \frac{v \cdot d}{\upsilon} \text{ und } v = \frac{Q}{A} = 4 \cdot \frac{Q}{\pi \cdot d^2}$$

Dazu wurden die folgenden Werte benötigt:

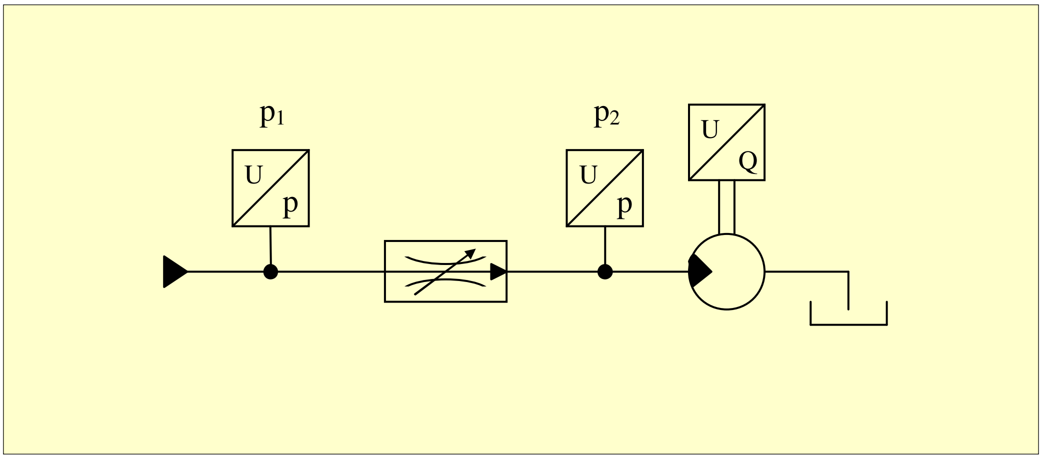
$$d = 4mm$$
$$l = 1m$$
$$\rho = 870 \frac{kg}{m^3}$$
$$\upsilon(25°C) = 38{,}9 \frac{mm^2}{s}$$

Im anschließenden Diagramm sind die gemessenen und theoretischen Werte gegenübergestellt. Da die Öltemperatur zum Zeitpunkt der Messung nicht bekannt ist, können nur Werte für die Viskosität υ und Dichte ρ angenommen werden. Der Wert für die Viskosität υ(25°C) wurde aus den gegeben Werten υ(40°C) = 32mm²/s und υ(100°C) = 5,4mm²/s linear approximiert. Durch Variation der Viskosität können die beiden Kurven zur Deckung gebracht werden. Dies geschieht bei einer Viskosität υ = 37mm²/s, was laut der approximierten Geradengleichung einer Temperatur von ϑ = 28,7°C entspricht. In diesem Versuch zeigt sich die starke Abhängigkeit der Temperatur in der Hydraulik.

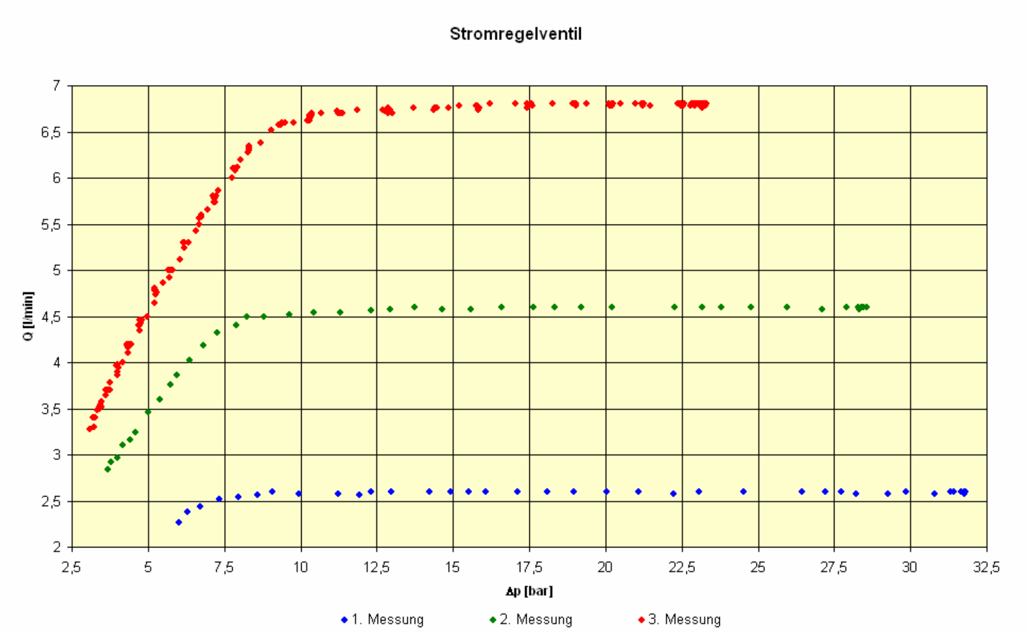


Aufgabe 2: Kennlinie eines Stromregelventils

Das Ziel dieser Aufgabe war die Kennlinie eines Stromregelventils mit dem HMG-Gerät aufzuzeichnen. In der unten abgebildeten Schaltung sollte dazu der Eingangsdruck bei 2-3 verschiedenen Stellungen des Ventils variiert und dabei die Messdaten erfasst werden.



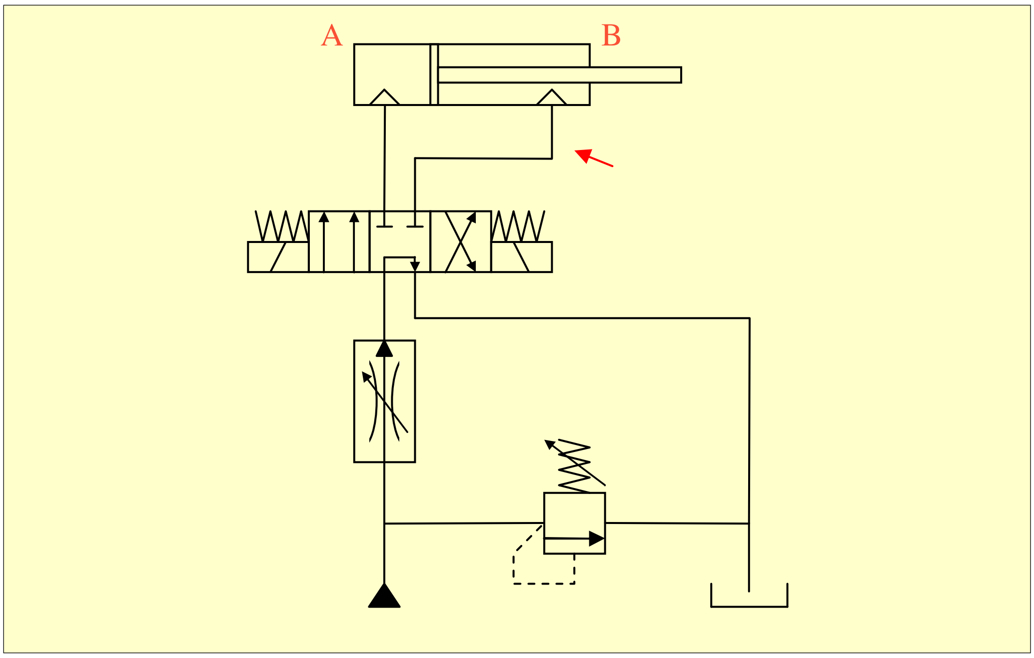
Aus den Messdaten wurde das folgende Diagramm erstellt. Auf eine Darstellung der einzelnen Messwerte wird dabei aus Platzgründen verzichtet.



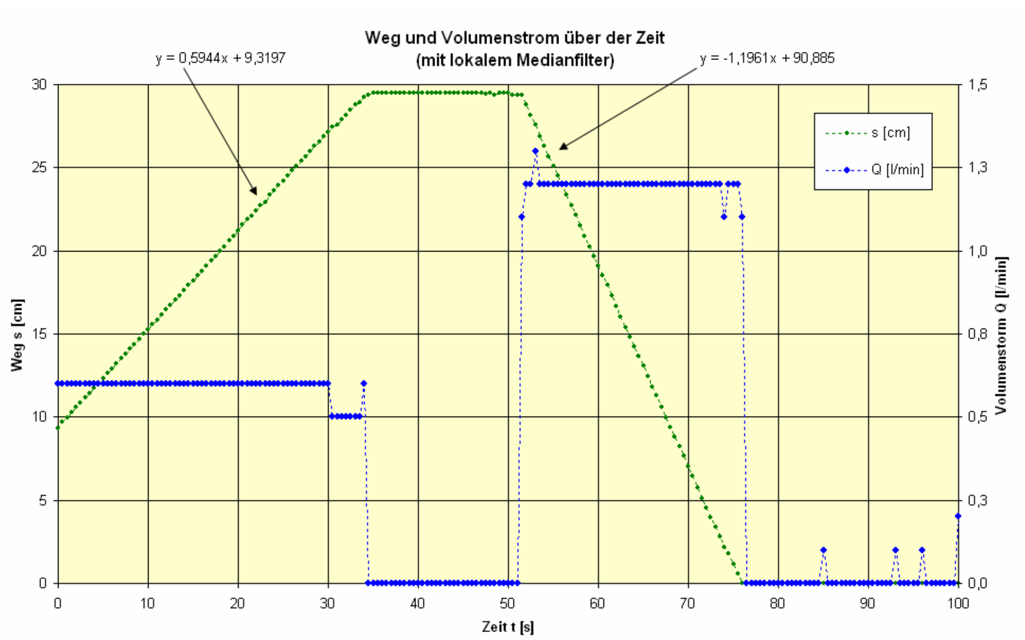
In den dargestellten Kurven ist deutlich die Funktion des Stromregelventils zu erkennen. Ab einer bestimmten Druckdifferenz wird der Volumenstrom mit steigender Druckdifferenz konstant gehalten. Vor erreichen dieser Druck-schwelle verhält es sich wie eine Blende mit verschieden großen Öffnungen. D. h. der Volumenstrom steigt proportional zur Druckdifferenz.

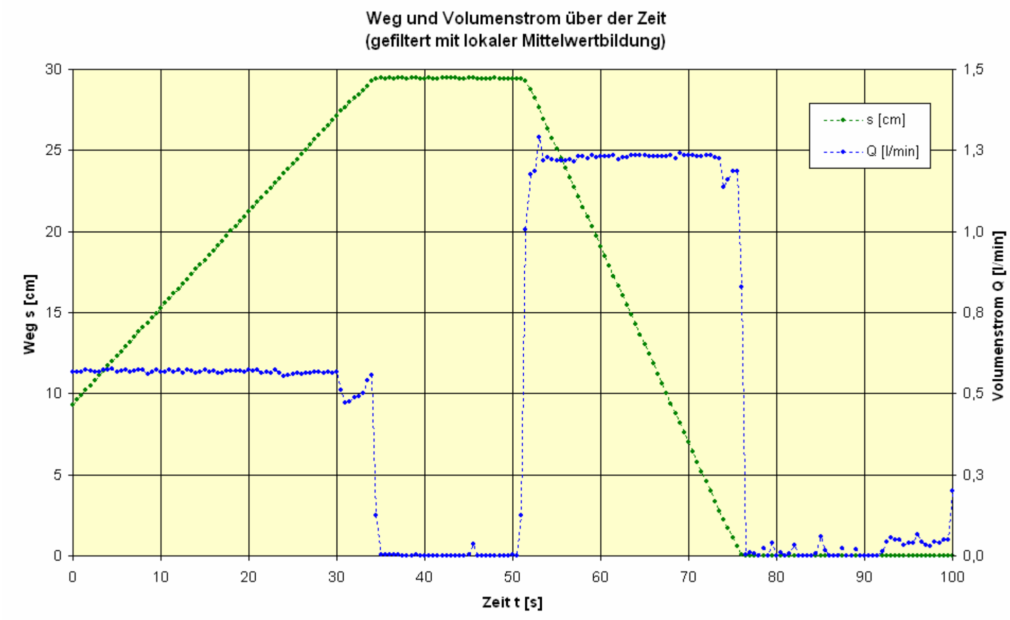
Aufgabe 3: Beschaltung eines Hydraulikzylinders

Um den Zylinder verfahren zu können wurde folgende Schaltung benutzt. Bei der Messung wurden der Verfahrweg am Zylinder und der Volumenstrom an der mit dem roten Pfeil markierten Stelle im Ölkreislauf gemessen.



Insgesamt wurden von dem Messprogramm 10001 Messwerte aufgenommen. Um die Datenflut zu begrenzen habe ich anschließen zwei Filter auf die Daten angewandt und die Datenmenge so auf 201 Werte optimiert. Im Folgenden sind die Ergebnisse der Filterung dargestellt. Auf eine tabellarische Darstellung wird aus Platzgründen verzichtet.





Aus den bearbeiteten Daten der Medianfilterung wurde mit Hilfe von Excel die Steigung m der ansteigenden und abfallenden Messkurve vom Weg über der Zeit bestimmt. Daraus lässt sich mit dem Volumenstrom Q die Druckfläche im Zylinder bestimmen.

$$m = \frac{ds}{dt} = v \quad ; \quad A = \frac{Q}{v}$$

mit (1: Ausfahren, 2: Einfahren):

$$v_1 = 0{,}6\frac{cm}{s} \qquad Q_1 = 0{,}6\frac{l}{\min}$$

$$v_2 = 1{,}2\frac{cm}{s} \qquad Q_2 = 1{,}2\frac{l}{\min}$$

$$A_1 = A_2 = \frac{Q}{v} = 16{,}7cm^2$$

Bei den berechneten Flächen A_1 und A_2 handelt es sich um die Druckfläche der Seite B. Da der gemessene Volumenstrom beim Einfahren genau doppelt so groß ist, wie beim Ausfahren, muss die Druckfläche der Seite A auch doppelt so groß sein, wie auf der Seite B. Bzw. das Volumen der Seite A ist doppelt so groß, wie auf der Seite B. Dies schließe ich daraus, weil der Eingangsvolumenstorm mit Hilfe des Stromregelventils konstant gehalten wurde.

Unter der vorangegangenen Annahme lässt sich nun der Durchmesser der Kolbenstange und der Innendurchmesser des Zylinders bestimmen.

$$A_B = 16{,}7cm^2;\ A_A = 33{,}4cm^2$$

Aus A_A (Gesamtfläche) ergibt sich wie folgt der Innendruchmesser des Zylinders:

$$d_i = 2\sqrt{\frac{A}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{33{,}4cm^2}{\pi}} = 6{,}52cm$$

Der Durchmesser der Kolbenstange errechnet sich folgendermaßen:

$$d_k = 2\sqrt{\frac{A_A - A_B}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{33{,}4cm^2 - 16{,}7cm^2}{\pi}} = 4{,}61cm$$

Dabei entspricht (A_A - A_B) der Querschnittsfläche der Kolbenstange. (Bei sämtlichen Berechnungen wird natürlich ein Runder Querschnitt angenommen.)