

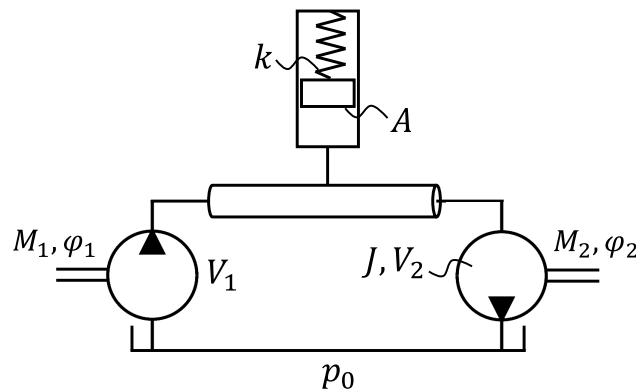
## Übungsblatt Nr. 4

### Thema: Konzentrierte Parameter - Zustandsgleichungen

In diesem Übungsblatt wird ausschließlich die Potenzial-Strom-Darstellung verwendet.

#### Aufgabe 1:

In einem hydraulischen Getriebe bestehend aus einer Pumpe und einem Motor wurde ein zusätzlicher Speicher angebracht. Dieser befindet sich mittig zwischen der Leitung von Pumpe zum Motor, welche als real zu betrachten ist.

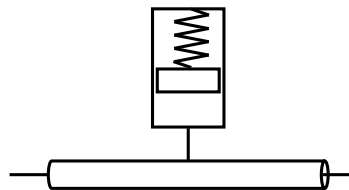


Hydraulisches Getriebe.

1. Durch die Kompressibilität des Öls ergibt sich folgender Zusammenhang:

$$\Delta p = E_{\text{Öl}} \cdot \frac{\Delta V}{V_0} \quad (1)$$

Die Kapazität der Schlauchleitung kann als  $C_{\text{pipe}} = \frac{dV}{dp}$  angenommen werden und die Be-



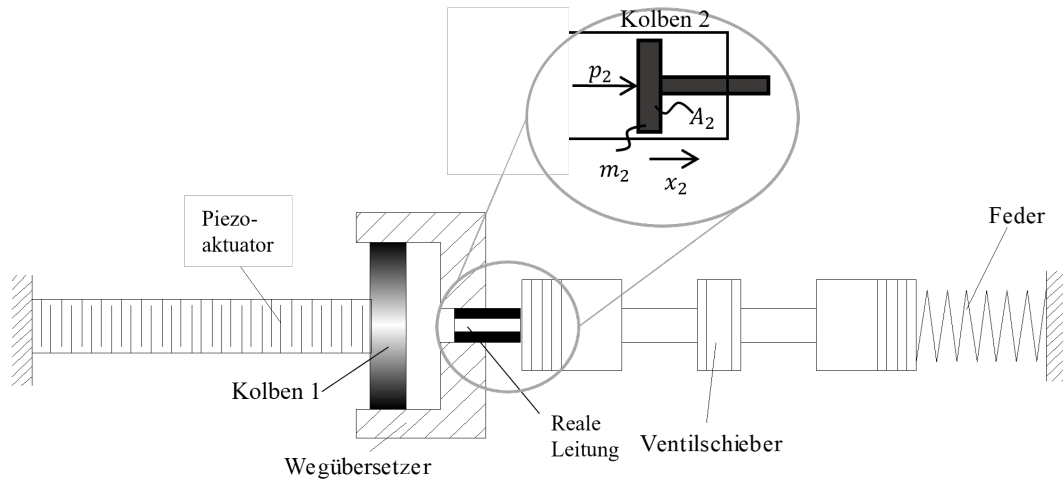
Schlauchleitung mit federbelastetem Kolbenspeicher.

schleunigung des Kolbenspeichers kann vernachlässigt werden. Berechnen Sie die hydraulische Ersatzkapazität für die Schlauchleitung und den federbelasteten Kolbenspeicher.

2. Ermitteln Sie die hydraulische Induktivität des hydraulischen Motors. Die Trägheit des Öls kann dabei vernachlässigt werden.
3. Stellen Sie die Zustandsgleichung des Systems auf.
4. Wandeln Sie das gesamte System in ein elektrisches Ersatzschaltbild um. Die Wandler können als Vierpole modelliert werden.

## Aufgabe 2:

Bei der Dieseleinspritzung wird der Einspritzvorgang zur Emissionsreduzierung in mehrere zeitlich versetzte Einspritzungen aufgeteilt. Durch ein Ventil können diese Einspritzungen drehzahlunabhängig durchgeführt werden. Ein solches Ventil kann durch einen Piezoaktuator angesteuert werden und soll im Folgenden modelliert werden.

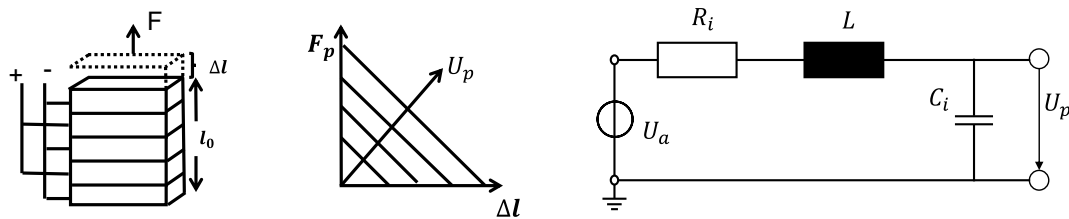


Ventil mit Piezoaktuator.

Der Piezoaktuator betätigt einen Kolben, welcher durch einen Druckübersetzer den Ventilschieber betätigt. Die fettmarkierte Leitung zwischen Kolben 1 und Ventilschieber ist als reale Leitung zu betrachten, wobei die Kapazität auf der Seite des Ventilschiebers vernachlässigbar klein ist im Vergleich zur Kapazität auf der Seite von Kolben 1. Die Längenänderung  $\Delta l$  des Piezoaktuators ist abhängig von der anliegenden Spannung  $U_p$  und der Kraft  $F_p$  und berechnet sich wie folgt:

$$\Delta l = -\frac{F_p}{c_p} + U_p \cdot l_0 \cdot K_{const} \quad (2)$$

Daraus ergibt sich die folgende Kennlinie, abhängig von der Spannung  $U_p$ , welche an den Anschlüssen der schematischen Darstellung links anliegt.



Kennlinie des Piezoaktuators und Ersatzschaltbild.

1. Das elektrische Ersatzschaltbild des Piezoaktuators ist oben angegeben. Stellen sie einen Zusammenhang zwischen  $U_a$  und  $U_p$  her.
2. Modellieren Sie den Kolben 1 und stellen Sie dessen Differentialgleichung auf.
3. Geben Sie nun die Gleichungen für die reale Leitung und dessen Ersatzschaltbild an.
4. Stellen Sie die Differentialgleichung des Ventilschiebers auf.

5. Stellen Sie nun die Zustandsgleichungen des Systems auf. Durchlaufen Sie dabei die folgenden Schritte:
  - a) Festlegen der Teilsysteme.
  - b) Festlegen der integrierten Stromgrößen.
  - c) Aufstellen der Nebenbedingungen.
  - d) Auswahl der verallgemeinerten integrierten Stromgrößen.
  - e) Aufstellen der Zustandsgleichungen.
6. Sie würden gerne das gesamte Ventil in einer Co-Simulation simulieren, bei der jede Disziplin in einem speziellen Programm umgesetzt wird. Teilen Sie das System in Blöcke auf, verbinden Sie diese mit Pfeilen für die Potenzial- und Stromgrößen, die zwischen den Blöcken ausgetauscht werden. Achten Sie auf die richtige Richtung der Pfeile.