

## 1. Beispiel (10 Punkte)

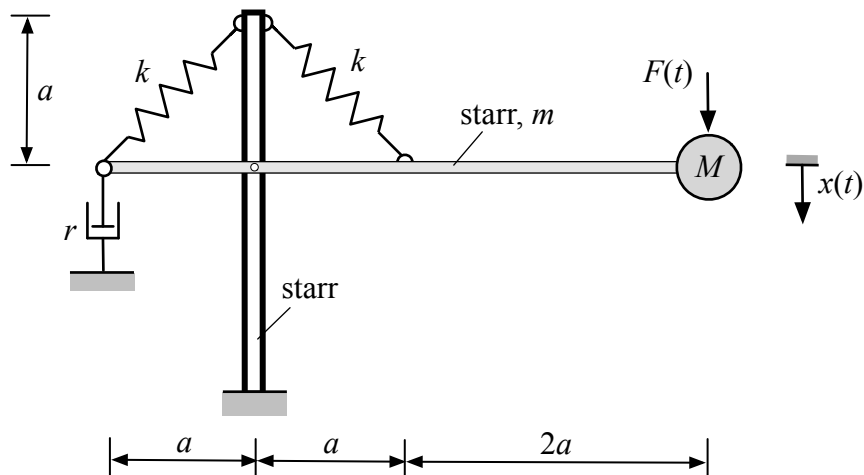
### Gegeben:

Ebenes schwingungsfähiges System lt. Skizze in entspannter Federlage:

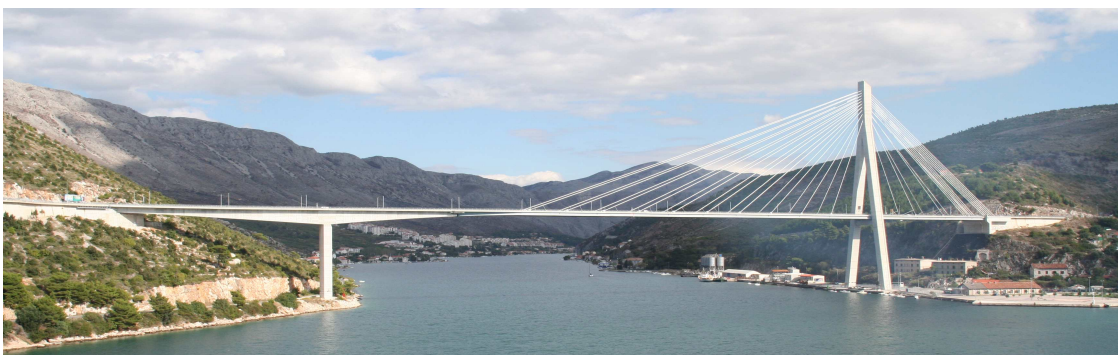
- Punktmasse  $M$
- Starrer, homogener, reibungsfrei gelenkig gelagerter Balken: Länge  $4a$ , Masse  $m$
- Linear elastische Feder: Federsteifigkeit  $k$
- Geschwindigkeitsproportionaler Dämpfer: Dämpferkonstante  $r$
- Kraftanregung: Einzelkraft  $F(t)$

### Gesucht:

1. Anzahl der Freiheitsgrade
2. Darstellung der Kinematik des Systems (Momentanlage) in der unten dargestellten Skizze und Berechnung des Federwegs für beide Federn (*Hinweis*: Schreiben Sie den Federweg als Produkt der Lagekoordinate  $x$  und einer Konstanten an)
3. Bewegungsgleichung des Systems für kleine Schwingungen, formuliert in  $x(t)$ , mit den Lagrangeschen Gleichungen
4. Kontrolle der Bewegungsgleichung für das ungedämpfte System ( $r = 0$ ) mit dem Energiesatz
5. Statische Gleichgewichtslage  $x_{stat}$
6. Eigenkreisfrequenz des Systems



Für dieses Beispiel haben wir uns von der Dubrovnik-Brücke (in Kroatien) inspirieren lassen:



## 2. Beispiel (10 Punkte)

### Gegeben:

- Stationärer Abfluss aus einem Druckbehälter über ein Rohrsystem mit abrupter Rohrerweiterung (Abschnitt 1-2) gemäß Skizze
- Inkompressible, reibungsfrei strömende Flüssigkeit mit der Dichte  $\rho$
- Querschnittsflächen der Rohrleitung:  $A_1$ ,  $A_2$
- Stationäre Wasserspiegelhöhe  $H$
- Rohrkrümmer (Abschnitt 5-6): Radius  $R$
- Umgebungsdruck  $p_0$
- Konstanter Überdruck  $p^* = p_{abs} - p_0$  im Hochbehälter

### Gesucht:

1. Geschwindigkeit  $v_6$  als Funktion von  $p^*$ ,  $\rho$ ,  $A_1$  und  $A_2$
2. Geschwindigkeiten  $v_1$  und  $v_2$  jeweils als Funktion von  $v_6$ ,  $A_1$  und  $A_2$
3. Überdruck  $p_3$  als Funktion  $p^*$ ,  $\rho$ ,  $g$ ,  $H$ ,  $v_6$ ,  $A_1$  und  $A_2$
4. Höhenunterschied  $\Delta H$  als Funktion von  $v_6$ ,  $g$ ,  $A_1$  und  $A_2$
5. Qualitativ richtige Darstellung der Strom-, Druck- und Energielinie zwischen den Punkten 0 und 6 in der unten dargestellten Skizze des Systems und Bemaßung der entsprechenden Höhenanteile mit den unter 1. – 4. berechneten Größen
6. Dynamische Momentenwirkung  $\vec{M}_W$  (bezüglich des Punktes 5) auf den Rohrkrümmer (Rohrabschnitt 5-6) zufolge der strömenden Flüssigkeit

