

## Aufgaben 9      **Gewöhnliche Differentialgleichungen 2. Ordnung** **Erzwungene gedämpfte harmonische Schwingungen**

### Lernziele

- die allgemeine Lösung einer gewöhnlichen Differentialgleichung zweiter Ordnung, welche eine erzwungene gedämpfte harmonische Schwingung beschreibt, bestimmen können.
- ein Anfangswertproblem, welches eine erzwungene gedämpfte harmonische Schwingung beschreibt, lösen können.
- für einfache mechanische Systeme die entsprechende gewöhnliche Differentialgleichung zweiter Ordnung aufstellen und anwenden können.
- die Resonanz-Frequenz bei einer erzwungenen gedämpften harmonischen Schwingung bestimmen können.

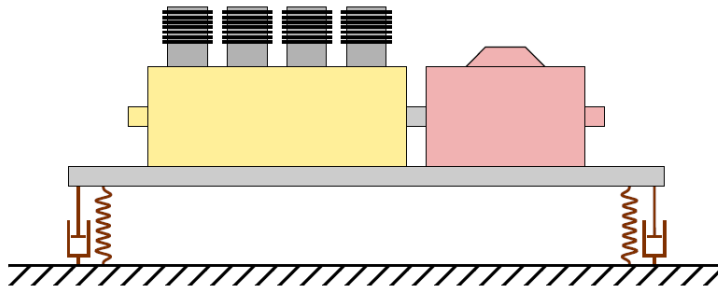
### Aufgaben

- 9.1      Bearbeiten Sie im Lehrbuch Papula 2 die folgenden Aufgaben:  
11, 12 (Seite 534)

Hinweise:

- Verwenden Sie in der **Aufgabe 11** für die partikuläre Lösung den **reellen** Ansatz in der Sinus-Cosinus-Form.
- Verwenden Sie in der **Aufgabe 12** für die partikuläre Lösung den **komplexen** Ansatz.

- 9.2      Ein Diesel-Aggregat der Masse  $m$  ist im Keller eines Gebäudes auf  $n$  Stossdämpfern mit Federkonstanten  $c$  und Dämpfungskonstanten  $b$  montiert:



Durch eine kleine Unwucht entlang der Motor-Welle wird bei der Betriebs-Drehzahl  $f$  ( $[f] = \text{Hz}$ ) eine vertikale harmonische Kraft mit Amplitude  $F_0$  und Frequenz  $f$  erzeugt.

- a)      Leiten Sie eine GDGL her, welche die vertikale Bewegung des Diesel-Aggregats beschreibt.

Hinweise:

- Betrachten Sie alle am Diesel-Aggregat angreifenden Kräfte.
- Verwenden Sie das aus der Mechanik bekannte Aktionsprinzip.

Für das Diesel-Aggregat und die Stossdämpfer gelten die folgenden Zahlenwerte:  
 $m = 850 \text{ kg}$ ,  $n = 4$ ,  $c = 105 \text{ kN/m}$ ,  $b = 3.90 \cdot 10^3 \text{ kg/s}$ ,  $f = 900 \text{ min}^{-1} = 15.0 \text{ Hz}$ ,  $F_0 = 2.80 \text{ kN}$

Vorgehen in den Teilaufgaben b) bis c):

- Bestimmen Sie jeweils zuerst die algebraische Lösung für die gesuchte Grösse.
- Setzen Sie erst nachher die Zahlenwerte in die algebraische Lösung ein.

- b)      Bestimmen Sie, wie gross der ideale Wert für die Dämpfungskonstanten  $b$  wäre.

Hinweise:

- Der ideale Wert für die Dämpfungskonstante entspricht dem aperiodischen Grenzfall.
- Der tatsächliche Wert  $b = 3.90 \cdot 10^3 \text{ kg/s}$  entspricht nicht dem aperiodischen Grenzfall.

- c)      (siehe nächste Seite)

- c) Bestimmen Sie die Drehzahl des Diesel-Aggregats, bei welcher Resonanz auftreten würden.  
Hinweis:  
- Für den tatsächlichen Wert  $f = 900 \text{ min}^{-1} = 15.0 \text{ Hz}$  tritt kein Resonanz auf.
- d) Bestimmen Sie die Amplitude, mit welcher das Diesel-Aggregat bei der Betriebs-Drehzahl schwingt.

9.3 Führen Sie in Moodle den [Test 9](#) durch.

## Lehrbuch Papula 2

### IV Gewöhnliche Differentialgleichungen

#### 4 Anwendungen in der Schwingungslehre

##### 4.1 Mechanische Schwingungen

##### 4.1.4 Erzwungene Schwingung (Seiten 435 bis 444)