

## 2. Übung: Kranschwingungen mit Matlab/Simulink

Unter [uzwr.de/modellierungstage](http://uzwr.de/modellierungstage) gibt es einen Downloadbereich, wo Materialien zu finden sind.

### 1 Dynamik einer pendelnden Last

- Entwickle ein einfaches (lineares, ungedämpftes) Simulink-Modell für die pendelnde Bewegung einer Kranlast. Schätze dazu die Masse  $m$  der schwingenden Last und die Länge  $L$  des Seils an Deinem Modell ab. (Differentialgleichung aus der Vorlesung). Gib die Beschleunigung, die Geschwindigkeit und die Position aus („Scope“).
- Gib verschiedene Anfangsbedingungen ein (Integrationsblöcke) und simuliere damit die Pendelbewegung der Last. Vergleiche die Simulationsergebnisse mit den tatsächlichen Schwingungen an Deinem Modell. Versuche dazu die Schwingfrequenzen zu bestimmen indem Du z.B. 10 Schwingbewegungen mit der Stoppuhr abmisst. Was passiert bei großen Auslenkungen (Anfangsauslenkung bei  $90^\circ$ )?
- Variiere die Systemparameter. Was ändert sich bei veränderter Masse, was bei anderen Pendellängen?
- Erweitere Dein Modell um eine einfache geschwindigkeitsabhängige Dämpfung  $F_{Dämpfer} = b \cdot v$  (siehe Vorlesung). Spiele mit dem Dämpfungsparameter  $b$  bis die Halbwertszeiten der simulierten abklingenden Schwingungen zum Experiment passen.

### 2 Zusatzaufgaben

- Wer jetzt noch Zeit hat, kann versuchen, die einfache lineare Dämpfungskraft durch die Luftwiderstandskraft  $F_W = c_W A \frac{\rho}{2} v^2$  zu ersetzen  
Werte von hier übernehmen bzw. abschätzen:  $c_W = 0,5$ ;  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ ;  $A =$  angeströmte Querschnittsfläche. Was ändert sich am Abklingverhalten?
- Wer jetzt immer noch Zeit hat, kann versuchen eine Lageregelung einzubauen. Dazu sollte die aktuelle Position der Masse (Istwert) mit einer Soll-Position (als Konstante oder noch besser als Sprungfunktion vorgeben) verglichen werden. Diese Regeldifferenz wird als Eingangssignal für die Berechnung eine Stellgröße (zusätzliche Kraft) genommen. Bei einem einfachen Proportionalregler wäre diese z.B. linear zur Regeldifferenz, also:  $F_{Regelung} = k_P \cdot (x_{Ist} - x_{Soll})$ .