

**Projekt 2 – Aufgabe 2 – Arbeitsaufwand ca. 16 h**

Ausgabe Mi. 21. April. 2010,

Abgabe Do 06. Mai. 2010, 18:00 Uhr.

**Aufgabenstellung:**

Ein kugelförmiges Objekt mit Durchmesser  $D_I$  und der Masse  $m_I$  ist in einer kubischen Kiste mit der Kantenlänge  $a_K$  und der Masse  $m_K$  mittels Schaumstoff mittig eingepackt, siehe Fig. 1.

Diese Kiste wird aus einem Flugzeug der Höhe  $h_F$  und der Horizontalgeschwindigkeit  $v_F$  fallen gelassen. Die Kiste mit Schwerpunkt  $S_K$  und das Objekt mit Schwerpunkt  $S_I$  haben zum Zeitpunkt  $t = 0$  die Zustandgrößen des Flugzeuges.

Nach der Zeit  $t_{FS}$  wird ein Fallschirm (masselos) mit der Widerstandsfläche  $A_{FS}$  geöffnet, der ohne Zeitverzögerung bis zum ersten Kontakt mit dem Boden wirken soll.

Die Kiste schlägt auf einem speziellen Boden auf. Er wird durch einen masselosen Holzbalken auf zwei Stützen modelliert, siehe Fig. 1. Der Balken hat die Länge  $L_B$ , sei aus Fichtenholz der Dicke  $h_B$  und Breite  $b_B$ . Die Landung sei balkenmittig. Materialdämpfung sein geschwindigkeitsproportional mit Faktor  $d_B$ .

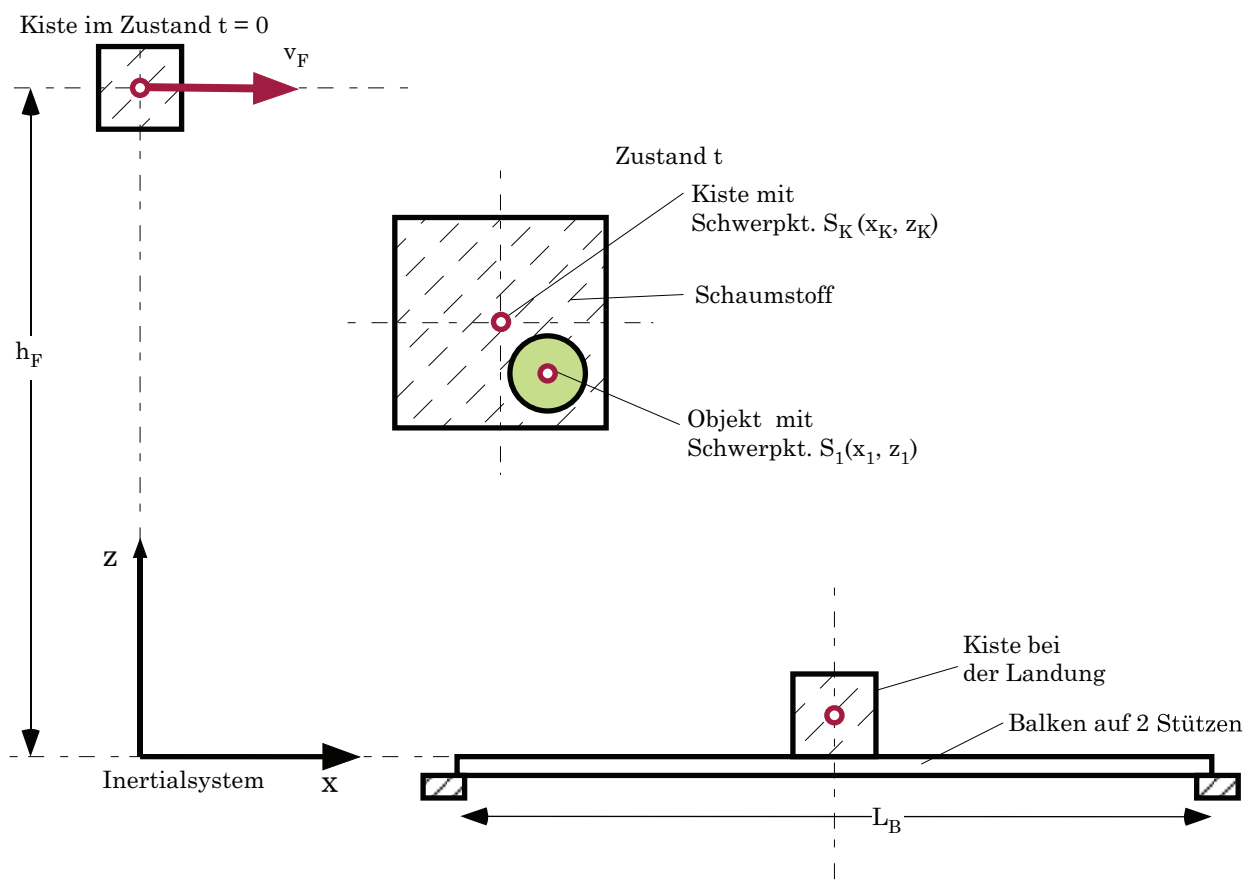


Fig. 1:

**Projekt 2 – Aufgabe 2 – Arbeitsaufwand ca. 16 h**

**Ausgabe Mi. 21. April. 2010,**

**Abgabe Do 06. Mai. 2010, 18:00 Uhr.**

**Annahmen:**

- Betrachte das Problem nur in der  $x$ - $z$  Ebene mit  $z$  entgegen der Erdbeschleunigung  $g$ .
- Der Ursprung des Inertialsystems liegt bei  $h_F = 0$  (Oberkante Balken) und Flugzeugposition in  $x$  zum Zeitpunkt  $t = 0$ .
- Zum Zeitpunkt  $t = 0$  ist das Objekt (auch infolge der Schwerkraft) mittig gelagert ( $S_K = S_I$ ); der Schwerpunkt der Kiste hat die Höhe  $h_F$  und die Horizontalgeschwindigkeit  $v_F$ .
- Das Objekt sei eine Punktmasse, die Rotation der Kiste wird vernachlässigt.
- Der Fallschirm ist masselos und wirkt nach der Zeit  $t_{FS}$  nur als Kraft genau entgegen der Geschwindigkeit der Kiste  $\vec{v}_K$ .
- Die Luft und die Erdbeschleunigung sei homogen über die gesamte Höhe  $h_F$ .
- Zusätzliche Winde und Temperaturen werden nicht beachtet.
- Beim Aufschlag der Kiste auf Balken wird kein Stoß betrachtet.
- Der Balken verformt sich nur vertikal, ohne Reibung (keine Horizontalkräfte).
- Für den Abstand der Kiste zum Balken betrachte die Kiste als Kugel mit Durchmesser  $a_K$ .
- Abheben der Kiste vom Balken nach dem Aufschlag ist möglich.
- Die Massenträgheit des Balkens wird als Punktmasse mit  $m_B = \frac{1}{2}$  Balkenmasse in der Balkenmitte betrachtet.
- Nach der Landung ist der Fallschirm kraftlos.

**Teilaufgaben**

1) <ca. 25 Punkte>

Für die Aussage die Kiste wird bei  $t = 0$  aus dem Flugzeug entladen (ohne zusätzliche Geschwindigkeit) stelle

- geeignete physikalischen Modelle und
- die erforderlichen **Systemgleichungen** auf.

Liste alle erforderlichen Parameter (mit Symbol und Benennung und Einheiten) auf.

Definiere **Subsystem** und deren **Eingänge/Ausgänge** mit einem Bild. Liste die globalen **Zustandsgrößen**.

Als globale **Ausgangsgrößen** werden gewünscht:

- die Positionen  $x_K(t)$ ,  $z_K(t)$ ,  $x_I(t)$ ,  $z_I(t)$ , sowie deren Geschwindigkeiten, die Fallschirmkraft, die Distanz zwischen Objekt und Kiste, die Verformung des Balkens.

Ergänze die Abbildungen mit den wichtigen Größen.

2) <ca. 10 Punkte>

Zeichne zu 1) den **Wirkungsplan**.

Stelle dafür ggf. die Gleichungen aus 1) entsprechend um, nummeriere alle erforderlichen Gleichungen und gebe so die Zuordnung zu den Blöcken an.

3) <ca. 5 Punkte>

Gebe eine Gleichung an, die den Bruch des Balkens bei der Spannung  $\sigma_{\text{Bruch}}$  erfasst. Ergänze die Systemgleichungen und den Wirkungsplan.

*Hinweis: In einem 3. Projekt sind dann diese Gleichungen zu lösen.*

**Projekt 2 – Aufgabe 2 – Arbeitsaufwand ca. 16 h**

**Ausgabe Mi. 21. April. 2010, Abgabe Do 06. Mai. 2010, 18:00 Uhr.**

**Folgende Festlegungen sind zwingend:**

- 1) Auf allen Ausarbeitungen und files ist der **Header** - wie folgt - vorne an zu stellen:

**MFB420-ModSim-SS2010-Projekt2**

**Aufgabe 2 - Gruppe xx**

<i>Stud.Nr.</i>	<i>Name</i>	<i>Vorname</i>	<i>Mat.Nr.</i>	

Bitte soviel Zeilen anfügen wie die Gruppe xx Teilnehmer hat. Aufgabe und Gruppe richtig stellen.

- 2) Eine Gruppe xx hat maximal 2 Teilnehmer.  
Die Gruppenzuordnung bzw. Ihre GruppenNr. xx ist dem Aushang zu entnehmen. Die Gruppenzuordnung kann nach dem Ausgabetermin nicht mehr geändert werden.
- 3) Wir erwarten eine **Ausarbeitung in Papierform**, einfach geklammert. Druckform oder Handschrift.  
Die Gliederung / Details finden Sie bei der Aufgabenstellung.  
Abgabe bitte in das Postfach Wallrapp gegenüber Dekanat. Termin siehe oben.  
Eine Gruppe gibt nur eine Ausarbeitung ab.
- 4) Die Arbeit wird mit ca. 40 Punkten bewertet.  
Bei Gruppenarbeit lassen Sie bitte erkennen, wer in der Gruppe welchen Anteil erbracht hat.  
Das muss ich laut Prüfungsordnung fordern.  
Sind  $n$  Arbeiten identisch, so erhalten alle Kandidaten dieser Arbeiten nur  $x/n$  Punkte.