



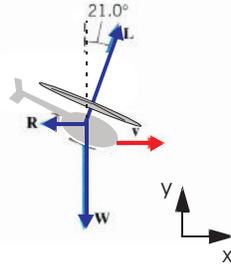
$M_1$  über dem Erdboden  $z_0 = h = 0.5m$  und seine Geschwindigkeit  $v_z = 0$ .

- Wie hängt der Ort  $z$  der Masse  $M_1$  von der Zeit ab?
- Wie groß sind die Seilkräfte während der Bewegung?
- Nach welcher Zeit  $t_1$  schlägt  $M_1$  auf dem Boden auf?
- Beim Aufprall auf der Erde wird  $M_1$  völlig elastisch reflektiert. Wie groß ist der Kraftstoß wenn  $M_1 = 100g$  ist?

#### 4. Helikopter

Ein Helikopter bewegt sich mit einer konstanten Geschwindigkeit horizontal nach rechts. Das Gewicht des Helikopters ist 53 800 N. Die Kraft  $L$  wird durch die Rotorbewegung erzeugt und schließt einen Winkel von  $21^\circ$  mit der Vertikalen ein. Wie groß ist die Größe der Kraft  $L$  ? Wie groß ist die Kraft  $R$  durch den Luftwiderstand.

*Helikopter bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit.*



**Lexikon:** Die verschiedenen Reibungsmechanismen:

- Coulomb Reibung:**  
 Die Coulomb Reibung wirkt unabhängig von der Geschwindigkeit eines Körpers und ergibt sich aus der Normalkraft  $F_N$  und dem Reibungskoeffizienten  $\mu$  zu  $F_R = \mu F_N$ ; Haft-, Gleit- und Rollreibung.
- Stokes Reibung:**  
 Die Stokes Reibung oder viskose Reibung gilt für relativ kleine, langsame Körper durch ein Fluid. Mit der Viskosität  $\eta$  gilt für eine Kugel mit Radius  $r$  und der Geschwindigkeit  $v$  dann  $F_R = 6\pi\eta r v$ .
- Newton Reibung:**  
 Wird  $v$  oder der Körper größer bzw. weicht er stark von der Kugelform ab, so gilt die Newton Reibung mit  $F_R = \frac{1}{2} \cdot c_W \rho A v^2$  mit dem Querschnitt  $A$  des Körpers, der Dichte  $\rho$  des Mediums und dem  $c_W$ -Wert, der für stromlinienförmige Körper kleiner 1, für eine Kugel = 1 und für hydrodynamisch ungünstige Körper  $c_W > 1$  ist. Der Exponent (hier 2) kann bei extremen Geschwindigkeiten noch größer werden.

*Anmerkung: **Quantitativ** bedeutet Rechnen mit klarem Ergebnis! **Qualitativ** bedeutet Ergebnis durch "Diskussion" oder Größenabschätzung; kann aber immer auch durch Rechnen (quantitativ) gelöst werden. Im obigen Falle kann (muss aber nicht) z.B. die Berechnung der Maximalgeschwindigkeit mit Stokes Reibung helfen.*

**Virtuelles Rechnen - Aufteilung:**

||0||1a - c||1d||2||3||4||

Übungsleiter: Frank Hartmann, IEKP, CN, KIT

Tel.: +41 75411 4362; Mobil - immer

Tel.: +49 721 608 23537 - ab und zu

Email: Frank.Hartmann@kit.edu

www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~hartmann/Mechanik.htm