Klassenarbeit über gleichförmige Kreisbewegung: Aufbau und Lösungsstrategie

A1. Kinematik der gKB, Umrechnung zwischen den Grundgrößen T, f, v und ω, siehe Unterricht, AB1.

A2. Zentripetalkraft 2d, siehe Unterricht, AB2.

A3. Zentripetalkraft 2d, physikalische Kraft F_{el}, siehe AB3 A2, oder F_{HR}, siehe Unterricht, AB3 Aufgaben 3 und 4.

A4. System Planet-Satellit, siehe AB6 Aufgabe 2.

Bei allen Aufgaben wird vorausgesetzt, dass bestimmte Werte für die Umlaufdauer T bekannt sind, da sie zum Allgemeinwissen gehören. So braucht beispielsweise

- ein Minutenzeigen 1 Stunde und
- ein Stundenzeiger 12 Stunden für eine Umdrehung,
- die Erde dreht sich in 24 Stunden um die eigene Achse und
- in 365 Tagen um die Sonne;
- der Mond dreht sich in etwa 28 Tage um die Erde.

Wichtig: stets SI-Einheiten verwenden:

$$[m] = 1\ kg$$
$$[F] = 1\ N$$
$$[T] = 1\ s$$
$$[R] = [l] = 1\ m$$
$$[f] = [\omega] = 1\ Hz = 1\ \frac{1}{s}$$
$$[v] = 1\ \frac{m}{s}$$
$$[D] = 1\ \frac{N}{m}$$

Falls nötig, erst auf SI-Einheiten umrechnen, etwa

$$90\ \frac{km}{h} = 25\ \frac{m}{s};$$
$$2,4\ \frac{N}{cm} = 240\ \frac{N}{m}$$
$$5400\ \frac{1}{\min} = 90\ Hz$$
$$u.s.w.$$

Drei Schritte zum Lösen der Aufgaben 3 und 4:

1. Zuerst soll man feststellen, welche **physikalische Kraft** die Zentripetalwikung ausübt, d.h. einen Körper auf eine kreisförmige Laufbahn zwingt.
Im Unterricht haben wir drei Kräfte durchgenommen, die zentripetal wirken können:

- die Haftreibungskraft, die ein Auto (Fahrrad o.Ä.) erfährt, das eine Kurve kriegt:

$$F_{HR} = \mu_H \; mg; \tag{1a}$$

- die elastische Kraft (Federkraft), die ein Körper, der an einer Schnur, Kette, Stange, Feder o. Ä. geschleudert oder aufgehängt wird, erfährt:

$$F_{el} = D \cdot \Delta l \tag{1b}$$

  (betragsmäßig);

- die Gravitationskraft

$$F_G = \gamma \frac{Mm}{R^2}, \tag{1c}$$

  im Falle, wenn ein relativ kleiner Himmelskörper (Masse m) sich um einen viel größeren Himmelskörper (Masse M viel größer als m) dreht, z.B. ein Planet dreht sich um die Sonne oder ein Satellit umkreist einen Planeten. In disem Fall kann man die Bewegung unter bestimmten Bedingungen als nahezu kreisförmig betrachten mit der Punktmasse M im Mittelpunkt.

2. Aus mehreren äquivalenten Formeln für die Zentripetalkraft

$$F_z = mv\omega = m\frac{v^2}{R} = m\omega^2 R = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R = m\left(2\pi f\right)^2 R \tag{2}$$

soll man **den am besten passenden Term auswählen**, d. h. den Term, der die Größen enthält, die in der Aufgabe erwähnt werden (unter "gegeben" oder "gesucht").

3. Durch das Gleichsetzen von einem passendem Term für die Zentripetalkraft aus der Liste (2) und einen Term für die physikalische Kraft (die in unserem Fall als Zentripetalkraft agiert) aus 1a) - 1c) erhält man eine **Gleichung**,

$$\text{passender Term für } F_z \left\{ \begin{array}{lcc} \text{linke Seite} & & \text{rechte Seite} \\ m\dfrac{v^2}{R} & & \mu_H \; mg \\ m\omega^2 R & = & D \cdot \Delta l \\ m\left(\dfrac{2\pi}{T}\right)^2 R & & \gamma\dfrac{Mm}{R^2} \\ m\left(2\pi f\right)^2 R & & \end{array} \right\} \text{physikalische Kraft,}$$

wo alle Größen (ggf. nach dem Kürzen) bis auf Eine gegeben sind. Die einzige unbekannte Größe kann man dann aus dieser Gleichung bestimmen.