

---

# Betrachtungen der Tafel und andere Überlegungen

## Physik

J. F.  
2025.11.13

## **Inhaltsverzeichnis**

|   |   |
|---|---|
| 1. Gravitation .....                                    | 3 |
| 1.1. Keplersche Gesetze .....                           | 3 |
| 1.1.1. Ellipsenbahnen der Planeten .....                | 3 |
| 1.1.2. Flächensatz .....                                | 3 |
| 1.1.3. Systemkonstanten .....                           | 3 |
| 1.2. Newton'sche Axiome .....                           | 3 |
| 1.2.1. Trägheitsgesetz .....                            | 3 |
| 1.2.2. Aktionsgesetz .....                              | 3 |
| 1.2.3. Reaktionsgesetz .....                            | 3 |
| 1.3. Kräfte .....                                       | 3 |
| 1.3.1. Gravitationskraft .....                          | 3 |
| 1.3.2. Gewichtskraft .....                              | 4 |
| 1.3.3. Zentripetalkraft .....                           | 4 |
| 1.4. Gravitationsfelder .....                           | 4 |
| 1.4.1. Was ist das? .....                               | 4 |
| 1.4.2. Arbeit im Gravitationsfeld .....                 | 4 |
| 1.4.3. Gravitationsfeldstärke .....                     | 4 |
| 1.4.4. Kosmische Geschwindigkeiten .....                | 4 |
| 1.4.5. Herleitung erste kosmische Geschwindigkeit ..... | 4 |
| 1.4.6. Herleitung Fluchtgeschwindigkeit .....           | 5 |

# 1. Gravitation

## 1.1. Keplersche Gesetze

### 1.1.1. Ellipsenbahnen der Planeten

Die Planeten bewegen sich auf elliptischen Bahnen. In einem ihrer Brennpunkte liegt die Sonne.

Das **Perihel** ergibt sich aus  $a + e$ , das **Aphel** aus  $a - e$  und die **numerische Exzentrizität** mit  $\varepsilon = \frac{e}{a}$ .

### 1.1.2. Flächensatz

Die gerade Verbindung zwischen Sonne und Planeten überstreckt in gleicher Zeit  $\Delta t$ , gleiche Flächen  $\Delta A$

### 1.1.3. Systemkonstanten

Innerhalb eines Planetensystems gilt für die großen Halbachsen der Ellipsenbahnen  $a_i$  und die Umlaufzeit  $T_i$  sämtlicher Planeten

$$\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2} = \dots \text{ usw.}$$

beziehungsweise, dass  $\frac{a^3}{T^2}$  konstant ist.

## 1.2. Newton'sche Axiome

### 1.2.1. Trägheitsgesetz

Ein Körper **verharrt im Zustand** der Ruhe oder der gleichförmig geradlinigen Bewegung, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.

### 1.2.2. Aktionsgesetz

Kraft ist gleich Masse mal Beschleunigung.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

### 1.2.3. Reaktionsgesetz

Eine Kraft, die auf einen Körper wirkt, ruft immer eine gleichstarke Gegenkraft hervor.

Eine Kraft von Körper  $A$  auf Körper  $B$  geht immer mit einer gleich großen, aber entgegen gerichteten Kraft von Körper  $B$  auf Körper  $A$  einher.

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

## 1.3. Kräfte

### 1.3.1. Gravitationskraft

Die Gravitationskraft ist die Anziehungskraft, die zwischen Körpern mit Gravitation wirkt.

$$F_\gamma = \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \cdot G$$

### 1.3.2. Gewichtskraft

Die Gewichtskraft ist jene Kraft, die ein Körper auf eine Oberfläche wirkt oder an einer Aufhängung zieht.

$$F = m \cdot g \cdot h$$

### 1.3.3. Zentripetalkraft

Die Zentripetalkraft wird auf einen Körper gewirkt, um ihn auf einer Kreisbahn zu halten.

$$F_Z = m \cdot a_Z = m \cdot \omega^2 \cdot r = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

## 1.4. Gravitationsfelder

### 1.4.1. Was ist das?

Das Gravitationsfeld ist ein physikalischer Raum, in dem eine Masse Gravitation ausüben kann.

Die Gravitationsfeldstärke ist ein Vektor der Fallbeschleunigung, der angibt, wie stark das Gravitationsfeld bzw. ein darin befindlicher Körper andere anzieht oder anziehen kann.

Das Gravitationsfeld der Erde ist **homogen** und **radialsymmetrisch**, d.h. dass die Feldlinien immer zum Massenmittelpunkt zeigen und im extremen Nahfeld parallel erscheinen.

### 1.4.2. Arbeit im Gravitationsfeld

Die potenzielle Energie wird verschieden im erdnahen und erdfernen Feld berechnet.

$$W_{\text{homogen}} = m \cdot g \cdot (h_2 - h_1)$$

$$W_{\text{radial}} = G \cdot m_1 \cdot m_2 \cdot \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

### 1.4.3. Gravitationsfeldstärke

Der Betrag der Gravitationsfeldstärke  $g$  an einer Stelle des Gravitationsfelds ist definiert als der Quotient der Gravitationskraft, die ein Probekörper mit der Masse  $m$  an dieser Stelle erfährt.

$$g = \frac{F_G}{m}$$

### 1.4.4. Kosmische Geschwindigkeiten

Die **erste kosmische Geschwindigkeit**  $v_1$  ist diejenige Geschwindigkeit, mit der ein Körper horizontal von der Erdoberfläche abgeschossen werden müsste, um antriebslos auf einer Kreisbahn an der Erdoberfläche zu bleiben, ohne auf die Erdoberfläche zurückzufallen.

$$v_1 = \sqrt{\frac{G \cdot m}{r}}$$

### 1.4.5. Herleitung erste kosmische Geschwindigkeit

Zur Herleitung wird der Kraftansatz verwendet.

$$\begin{aligned}
 F_Z &= F_G \\
 \frac{m_1 \cdot v^2}{r} &= G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad | \cdot r \\
 m_1 \cdot v^2 &= G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r} \quad | \div m_1 \\
 v^2 &= G \cdot \frac{m_2}{r} \quad | \sqrt{v^2} \\
 v &= \sqrt{\frac{G \cdot m_2}{r}}
 \end{aligned}$$

Als **zweite kosmische Geschwindigkeit**  $v_2$  oder auch **Fluchtgeschwindigkeit** bezeichnet man diejenige Geschwindigkeit, mit der ein Körper das Gravitationsfeld eines Zentralkörpers verlassen kann.

$$v_2 = \sqrt{2} \cdot v_1$$

#### 1.4.6. Herleitung Fluchtgeschwindigkeit

Die Fluchtgeschwindigkeit wird über den Energieerhaltungssatz hergeleitet. Dabei muss die Gesamtenergie des Flugkörpers mit der Geschwindigkeit  $v_2$  Null sein.

$$\begin{aligned}
 E_{kin} + E_{pot} &= 0 \\
 E_{kin} &= E_{pot} \\
 \frac{1}{2}mv^2 &= G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r} \quad | \cdot 2 \\
 m_1v^2 &= 2G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r} \quad | \div m_1 \\
 v^2 &= 2G \cdot \frac{m_2}{r} \quad | \sqrt{v^2} \\
 v_2 &= \sqrt{\frac{2Gm_2}{r}} = v_1 \cdot \sqrt{2}
 \end{aligned}$$