

Gewicht und Masse: Was wiegt ein Astronaut auf dem Mond?

Einführung

Die **Masse** eines Körpers gibt an, wie schwer er ist. Ob auf der Erde, dem Mond oder im Weltraum, ein Mensch hat überall dieselbe Masse.

Würde ein Astronaut jedoch eine Waage auf einen Raumflug zum Mond mitnehmen, so würde er feststellen, dass er auf dem Mond weniger wiegt als auf der Erde und während des Hin- und Rückflugs schwerelos ist, also nichts wiegt. Während die Masse eines Astronauten also konstant ist, ist sein **Gewicht** abhängig davon, wo er sich befindet. Denn das Gewicht (Physiker sprechen von der Gewichtskraft) eines Körpers gibt an, welche Kraft er aufgrund der Anziehungskraft eines Planeten auf den Boden ausübt.

Die Anziehungskraft eines Planeten spürt man durch die Schwerebeschleunigung g , im Fall der Erde auch Erdbeschleunigung g_{Erde} genannt wird. Die Gewichtskraft $F_{Gewicht}$ eines auf der Erde stehenden Menschen mit der Masse M_{Mensch} ist demnach

$$F_{Gewicht} = M_{Mensch} \cdot g_{Erde}$$

Isaac Newton veröffentlichte 1687 in seinem dreibändigen Werk *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Mathematische Grundlagen der Naturphilosophie) das Gravitationsgesetz, wonach sich die Anziehungskraft (die Gravitationskraft) $F_{Gravitation}$ zwischen zwei Körpern der Massen M_1 und M_2 mit dem Abstand r beschreiben lässt als

$$F_{Gravitation} = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{r_{Erde}^2}$$

G ist die universelle Gravitationskonstante, die die Stärke der Gravitation angibt. Ein auf der Erdoberfläche stehender Mensch wird von der Erde also mit der Gravitationskraft

$$F_{Gravitation} = G \cdot \frac{M_{Mensch} \cdot M_{Erde}}{r_{Erde}^2}$$

angezogen. Diese gravitative Anziehungskraft durch die Erde ist also nichts anderes als die Gewichtskraft. Oder anders ausgedrückt: Ein Mensch auf der Erde hat ein Gewicht, weil er von der Erde angezogen wird! Somit können die Gleichungen zur Gewichts- und Gravitationskraft gleichgesetzt werden:

$$F_{\text{Gewicht}} = F_{\text{Gravitation}} \quad (0.1)$$
$$\Leftrightarrow M_{\text{Mensch}} \cdot g_{\text{Erde}} = G \cdot \frac{M_{\text{Mensch}} \cdot M_{\text{Erde}}}{r_{\text{Erde}}^2}$$

Durch Umstellen dieser Gleichung kann die Erdbeschleunigung g_{Erde} ausgerechnet werden, weil man die Masse und den Radius der Erde kennt:

$$g_{\text{Erde}} = G \cdot \frac{M_{\text{Erde}}}{r_{\text{Erde}}^2} = \dots = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Die Erdbeschleunigung g_{Erde} beträgt also 9.81 m/s^2 .



ESA-Training: Übungen im Astronautenanzug werden im Wasser durchgeführt. (Quelle: blogs.esa.int, 25.05.2014)

Gewicht und Masse: Was wiegt ein Astronaut auf dem Mond?

Aufgaben

Verständnisfragen Lies dir die Einführung zu Masse und Gewicht aufmerksam durch! Beantworte dann folgende Verständnisfragen:

- Wenn ein Astronaut auf einem Planeten landet, der denselben Radius aber doppelt so viel Masse wie die Erde hat, wiegt er dann mehr oder weniger als auf der Erde?
- Würde man die Erde wie einen Luftballon aufblasen können, sodass der Radius doppelt so groß wäre, würde sich die Erdbeschleunigung ändern?

Tipp: Die Gleichung zur Erdbeschleunigung könnte zur Beantwortung dieser Fragen nützlich sein!



(Quelle: NASA)

Ein Astronaut auf dem Mond

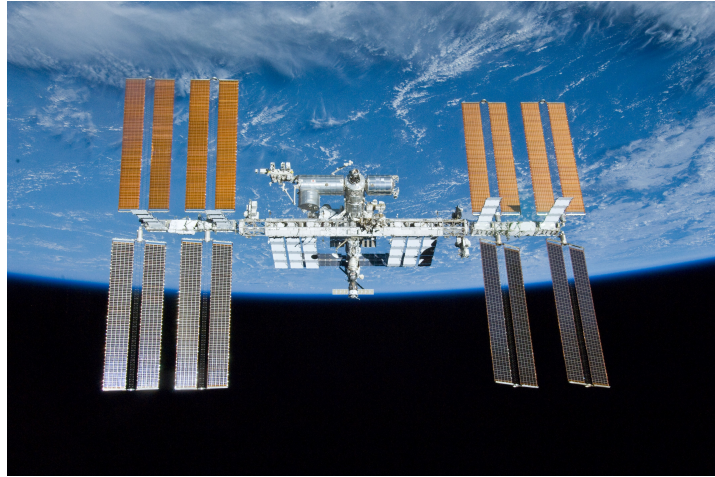
- Berechne die Schwerebeschleunigung des Mondes! Wie groß ist diese im Verhältnis zur Erde?

Tipp: Wende die Formel zur Berechnung der Erdbeschleunigung einfach auf den Mond an!

Nützliche Größen:

$$M_{\text{Mond}} = 7,354 \cdot 10^{22} \text{ kg}, r_{\text{Mond}} = 1,738 \cdot 10^6 \text{ m}, G = 6,67430 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg s}^2$$

- b) Wie viel wiegt ein Astronaut mit der Masse $M = 80 \text{ kg}$ inklusive seines 84 kg schweren Astronautenanzugs auf dem Mond? Nutze dein Ergebnis aus a)!
 Tipp: In der Einleitung findest du eine Formel zur Berechnung der Gewichtskraft in Abhängigkeit der Anziehungskraft eines Planeten bzw. Mondes!



Für einen Aufenthalt auf der Internationalen Raum-Station (International Space Station, ISS) müssen die Astronauten sehr fit sein (Quelle: ESA)

Astronautentraining Bevor die NASA Astronauten der Apollo-Mission auf den Mond durften, mussten Sie mit ihrer Ausrüstung auf der Erde trainieren. Da aufgrund der kleineren Schwerebeschleunigung auf dem Mond der Astronautenanzug weniger als auf der Erde wiegen würde, trainierten die Astronauten auf der Erde mit leichteren Anzügen. Wie viel musste der Übungsanzug auf der Erde wiegen, wenn der Raumanzug für den Mond eine Masse von 84 kg hatte?

Tipp: Überlege, wie viel ein Anzug mit einer Masse von 84 kg auf dem Mond wiegt? Nutze dazu dein Ergebnis von Aufgabe 2. Überlege nun, was für eine Masse der Anzug auf der Erde bei Erdbeschleunigung haben muss, um die selbe Gewichtskraft (das selbe Gewicht) wie auf dem Mond auszuüben.

Falls du bei Aufgabe 2 keine Lösung hast, nutze $g_{\text{Mond}} = 1,62 \text{ m/s}^2$.

Nützliche Größen: $g_{\text{Erde}} = 9,81 \text{ m/s}^2$, $M_{\text{Anzug}} = 84 \text{ kg}$