

# SCHOOL-SCOUT.DE

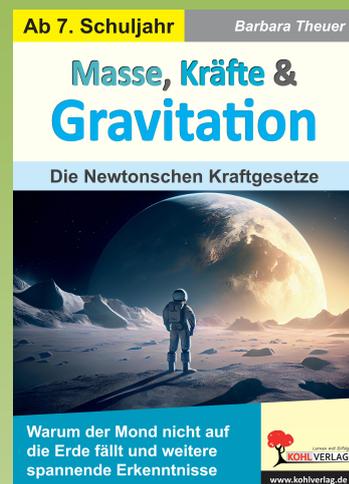
Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

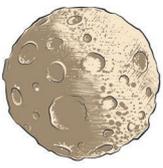
## Auszug aus:

*Physik: Masse, Kräfte & Gravitation*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)





# Vorwort

Warum fällt der Mond nicht auf die Erde, obwohl die Erde eine immense Gravitationskraft auf ihren treuen kosmischen Gefährten ausübt?

Der Apfel fällt infolge der von der Erde ausgehenden Gravitationskraft vom Baum zu Boden oder auf Newtons Kopf. Fällt die Erde infolge der Wechselwirkung der Kräfte nun auch auf den Apfel?

Viele interessante Fragen tun sich auf; einige davon können hier beantwortet werden.

So unterscheidet sich beispielweise der Mond vom Apfel nicht nur durch seine wesentlich größere Masse; seine Bewegung auf einer nahezu kreisförmigen Bahn um die Erde und die dabei wirkenden Kräfte geben Antwort auf die im Titel aufgeworfene Frage.

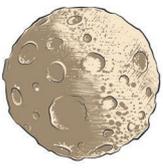
Um das alles zu verstehen, benötigt man Kenntnisse über die physikalischen Größen Masse, Kraft, Beschleunigung, Gewicht – speziell über die Gravitationskraft sowie über Größen und Kräfte der Kreisbewegung ... und ohne Mathematik geht es auch hier nicht.

Die Arbeitsmaterialien im vorliegenden Heft können dazu beitragen, diese Kenntnisse aufzufrischen und zu festigen, die Schüler zum naturwissenschaftlichen Denken anzuregen, sowie die Physik als interessantes Fachgebiet zu begreifen.

Viel Erfolg bei der Arbeit mit diesem Heft wünschen das Team des Kohl-Verlages und

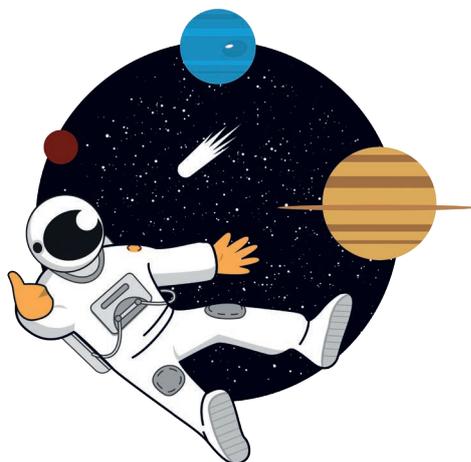
*Barbara Theuer*





# Inhalt

<b>1. Warum der Mond nicht auf die Erde fällt – Mindmap</b>	<b>5</b>
<b>2. Masse</b>	<b>6-13</b>
2.1 Eigenschaften von Masse .....	6
2.2 Vom Urkilogramm zur Neudefinition der Masse (Blatt 1 und Blatt 2) .....	7-8
2.3 Die Masse und ihre Einheit im Kreuzworträtsel * Für Experten .....	9-10 (Blatt 1 und Blatt 2)
2.4 Körper und ihre Masse – Ein Puzzle (Blatt 1 und Blatt 2) .....	11-12
2.5 Umrechnung von Masseeinheiten .....	13
<b>3. Kraft</b>	<b>14-28</b>
3.1 Kräfte und ihre Wirkungen (Blatt 1 bis Blatt 2) .....	14-15
3.2 Die Newtonschen Kraftgesetze (Blatt 1 bis Blatt 3) .....	16-18
3.3 Kraftmessung, Einheit der Kraft und Darstellung von Kräften (Blatt 1 bis Blatt 3) .....	19-21
3.4 Rechnen mit Kräften .....	22
3.5 Die Gravitationskraft (Blatt 1 und Blatt 2) .....	23-24
3.6 Größen zur Beschreibung der Kreisbewegung (Blatt 1 bis Blatt 4) .....	25-28
<b>4. Der Mond – unser natürlicher Begleiter</b>	<b>29-33</b>
4.1 Steckbrief Mond .....	29
4.2 Warum der Mond nicht auf die Erde fällt (Blatt 1 bis Blatt 4) .....	30-33
<b>5. Auf dem Mond</b>	<b>34</b>
<b>6. Kreuz und quer durch Masse, Kraft und Gravitation</b> (Blatt 1 und Blatt 2)	<b>35-36</b>
<b>Lösungen</b>	<b>37-48</b>





# 1. Warum der Mond nicht auf die Erde fällt – Mindmap

Was interessiert?



## 2. Masse

### 2.1 Eigenschaften von Masse

**Aufgabe 1:** Welche Eigenschaften beschreibt „Masse“?

**Aufgabe 2:** Welchem Körper schrieb man in der Wissenschaft bis zum Jahr 2019 die Masse von „1 Kilogramm“ zu?  
Lies zur Beantwortung dieser Frage zur Normierung den Informationstext auf der folgenden Seite.

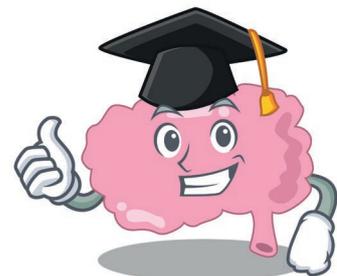
---

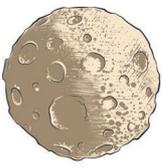
---

---

---

---





## 2. Masse

### 2.2 Vom Urkilogramm zur Neudefinition der Masse (Blatt 1)

In alten Zeiten waren – je nach Land – verschiedene Masseeinheiten gebräuchlich wie beispielsweise Zent, Karat, Lot, Unze, Zentner, Pfund, Zuber.

Zur Überwindung der örtlichen Unterschiede – vor allem bei den Längenmaßen und Gewichten – wurde ausgehend von Frankreich Ende des 18. Jahrhunderts das metrische System eingeführt, das auf dem dafür geschaffenen Urmeter basiert. Auch die Einheit der Größe Masse (früher auch mit Gewicht gleichgesetzt) wurde normiert.

Wie war nun die Masse „1 Kilogramm im metrischen System definiert“?

Diese Normmasse (Referenznormal) – der auch als Urkilogramm bezeichnete Kilogrammprototyp – hatte von 1889 bis 2019 internationale Gültigkeit.

Das Urkilogramm wird in einem Tresor des Internationalen Büros für Maß und Gewicht in Sévres bei Paris aufbewahrt. Es handelt sich um einen Zylinder von 39 Millimeter Höhe und 39 Millimeter Durchmesser, der aus einer Legierung von 90 % Platin und 10 % Iridium besteht. Dieses Material ist chemisch weitgehend inert, was bedeutet, dass es unter den jeweilig gegebenen Bedingungen mit potenziellen Reaktionspartnern (beispielsweise Luft, Wasser) nicht oder nur in verschwindend geringem Maße reagiert. Der Iridiumanteil führt zu einer gegenüber dem relativ weichen reinen Platin deutlich höheren Härte, was die Bearbeitbarkeit bei der Herstellung verbessert und insbesondere den Abrieb bei Manipulationen verringert.



**Nachbildung des Urkilogramms  
unter zwei Glaslocken**

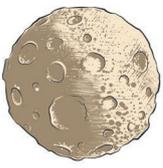
Staaten, die der Meterkonvention beigetreten sind, konnten nationale Kilogrammprototypen als Kopien des Urkilogramms vom Internationalen Büro für Maß und Gewicht erhalten.

Bei Vergleichen (Nachprüfungen) der nationalen mit dem internationalen Kilogrammprototyp des BIPM, stellte man fest, dass das Urkilogramm im Vergleich zu den Kopien in 100 Jahren um 50 Mikrogramm leichter geworden ist, was etwa der Masse eines Salzkorns entspricht.

Die Forderung nach höherer Genauigkeit führte zu einer Neudefinition des Kilogramms.

Seit Mai 2019 basiert die Definition des der Maßeinheit 1 Kilogramm auf einem zahlenmäßig festgelegten Wert der Planck'schen Konstanten (Fundamentalkonstante) und den Definitionen von Meter und Sekunde.

Fakten auszugsweise entnommen aus: <https://de.wikipedia.org/wiki/Kilogramm#Urkilogramm>



## 2. Masse

### 2.2 Vom Urkilogramm zur Neudefinition der Masse (Blatt 2)

Zur Neudefinition des Kilogramms \* Für Fortgeschrittene

Die Watt-Waage, seit 2017 auch Kibble-Waage (zu Ehren ihres Erfinders Bryan Kibble), ist ein experimenteller Aufbau, mit dem eine Relation zwischen dem Planck'schen Wirkungsquantum und der Maßeinheit Kilogramm erzeugt werden kann. Mit festgelegtem Kilogramm konnte somit das Planck'sche Wirkungsquantum bestimmt werden und seit dem 20. Mai 2019, als dem Planck'schen Wirkungsquantum ein fester Zahlenwert zugewiesen wurde, kann damit die Maßeinheit Kilogramm definiert werden.

Zum Messprinzip:

Mit einer stromdurchflossenen Spule und deren Magnetfeld werden nacheinander zwei Experimente durchgeführt, eine Wägung und eine Bewegung.

- Bei der Wägung wird der Strom  $I$  gemessen, der für die Kompensation der Gewichtskraft der Masse  $m$  nötig ist.
- Bei der Bewegung wird die Induktionsspannung  $U$  gemessen, die durch eine vertikale Bewegung mit einer Geschwindigkeit  $v$  erzeugt wird. ( $g$  ist die Fallbeschleunigung am Ort der Messung.)

Nach Umformungen von Gleichungen, welche aus physikalischen Gesetzen folgen, die hier nicht weiter erläutert werden sollen, folgt eine allerdings noch weiter zu bearbeitende Beziehung zur Massedefinition

$$I \cdot U = m \cdot g \cdot v$$

Betrachtet man die Einheiten, so erhält man auf beiden Seiten Einheiten der Leistung, woraus die Bezeichnung "Wattwaage" der Messapparatur folgte.

$$[I] \cdot [U] = [m] \cdot [g] \cdot [v]$$

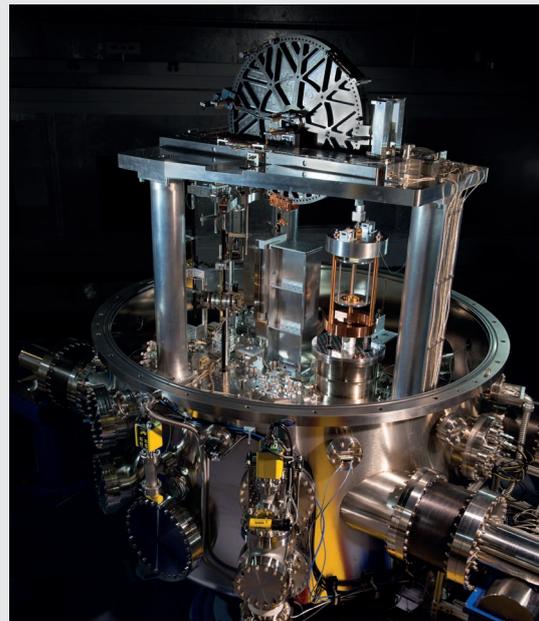
$$1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$1 \text{ W} = 1 \frac{\text{Nm}}{\text{s}}$$

$$1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$1 \text{ Watt} = 1 \text{ Joule/Sekunde}$$

Die Messung findet in einem sehr komplexen Aufbau im Hochvakuum statt. Störende Magnetfelder müssen auch auf größere Entfernungen ausgeschlossen werden, ebenso Verformungen und andere als vertikale Bewegungen der Spule.



Fakten auszugsweise entnommen aus: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Watt\\_balance?uselang=de#/media/File:NIST-4\\_Kibble\\_balance.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Watt_balance?uselang=de#/media/File:NIST-4_Kibble_balance.jpg)

# Masse, Kräfte & Gravitation

## Die Newtonschen Kraftgesetze

1. Digitalauflage 2024

© Kohl-Verlag, Kerpen 2024  
Alle Rechte vorbehalten.

Inhalt: Barbara Theuer  
Coverbild: © AI-Arts - AdobeStock.com  
Redaktion: Kohl-Verlag  
Grafik & Satz: Kohl-Verlag

**Bestell-Nr. P13 052**

**ISBN: 978-3-98841-571-4**

### Bildquellen © AdobeStock.com

S. 3-48: AkimD; S. 4: rosewind; S. 5: bluringmedia, robert, 戸塚 詩織; S. 6: Friedberg, kongvector; S. 7: alexmlx; S. 8: ??; S. 10: Christine Wulf, DoraZett; S. 11: maxbol, shockfactorde; S. 12: designer\_an, visible3dsience; S. 13: vektorkif; S. 14: bluringmedia, JNT-visual, Cyril Lutsenko; S. 15: ataphong, Dirk Schumann, Jemastock; S. 16: Nicoletaionescu, Dimitrios; S. 17: Lucky Soul, Patricia F. Carvalho, designua; S. 18: Nicoletaionescu, bluringmedia; S. 19: pit24, Arcady, taddle, Steve Young, ser68orion; S. 20: thingamajigs, gulsah; S. 21: Nandalat, Oleksandr Pokusai; S. 22: Salome, Stockgiu, Irina Zayodchikova, ser68orion; S. 23: Dirk Schumann, Ahmad Tanfiq; S. 24: patrimonio designs; S. 25: vektrogif; S. 26: freehand; S. 27: Jenna Stock, ector Tradition; S. 28: masterzphotofo; S. 29: martstudio, AkimD, Steve Young; S. 30: rosewind, AkimD, helenaogo; S. 31: bluringmedia, masterzphotofo, hanohiki, anatdir; S. 31: AkimD, hanohiki, anatoliv; S. 33: anatoliv, Inna, AkimD, hanohiki; S. 34: AkimD, Ankid; S. 35: efengai; S. 36: emir, bluringmedia, djmilic; S. 40: gulsah; S. 41: Nandalat, Oleksandr Pokusai; S. 47: hanoliki;

### Bildquellen © wikipedia

S. 8: Jennifer Lauren Lee, for the U.S. National Institute of Standards and Technology (NIST); S. 9: Metric\_seal.svg; S. 31: Dinamómetro\_de\_resorte.svg. Urheber Marc Lagrange; S. 25 + S. 43: Zentripetalkraft.svg. Urheber Tobias Rütten Metoc;

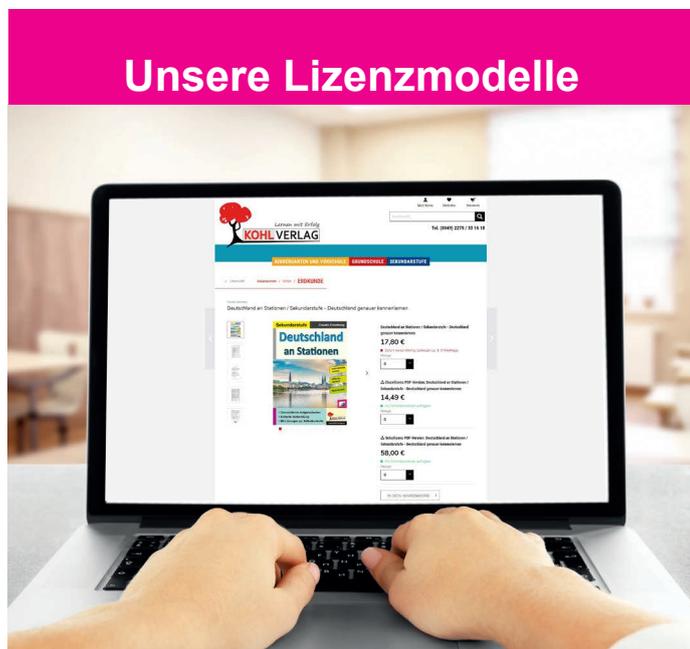
© Kohl-Verlag, Kerpen 2024. Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt und unterliegen dem deutschen Urheberrecht. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages (§ 52 a UrhG). Weder das Werk als Ganzes noch seine Teile dürfen ohne Einwilligung des Verlages an Dritte weitergeleitet, in ein Netzwerk wie Internet oder Intranet eingestellt oder öffentlich zugänglich gemacht werden. Dies gilt auch bei einer entsprechenden Nutzung in Schulen, Hochschulen, Universitäten, Seminaren und sonstigen Einrichtungen für Lehr- und Unterrichtszwecke. Der Erwerber dieses Werkes in PDF-Format ist berechtigt, das Werk als Ganzes oder in seinen Teilen für den Gebrauch und den Einsatz zur Verwendung im eigenen Unterricht wie folgt zu nutzen:

- Die einzelnen Seiten des Werkes dürfen als Arbeitsblätter oder Folien lediglich in Klassenstärke vervielfältigt werden zur Verwendung im Einsatz des selbst gehaltenen Unterrichts.
- Einzelne Arbeitsblätter dürfen Schülern für Referate zur Verfügung gestellt und im eigenen Unterricht zu Vortragszwecken verwendet werden.
- Während des eigenen Unterrichts gemeinsam mit den Schülern mit verschiedenen Medien, z.B. am Computer, Tablet via Beamer, Whiteboard o.a. das Werk in nicht veränderter PDF-Form zu zeigen bzw. zu erarbeiten.

Jeder weitere kommerzielle Gebrauch oder die Weitergabe an Dritte, auch an andere Lehrpersonen oder pädagogische Fachkräfte mit eigenem Unterrichts- bzw. Lehr-auftrag ist nicht gestattet. Jede Verwertung außerhalb des eigenen Unterrichts und der Grenzen des Urheberrechts bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlages. Der Kohl-Verlag übernimmt keine Verantwortung für die Inhalte externer Links oder fremder Homepages. Jegliche Haftung für direkte oder indirekte Schäden aus Informationen dieser Quellen wird nicht übernommen.

Kohl-Verlag, Kerpen 2024



## Unsere Lizenzmodelle

## Der vorliegende Band ist eine PDF-Einzellizenz

Sie wollen unsere Kopiervorlagen auch digital nutzen? Kein Problem – fast das gesamte KOHL-Sortiment ist auch sofort als PDF-Download erhältlich! Wir haben verschiedene Lizenzmodelle zur Auswahl:



	Print-Version	PDF-Einzellizenz	PDF-Schullizenz	Kombipaket Print & PDF-Einzellizenz	Kombipaket Print & PDF-Schullizenz
Unbefristete Nutzung der Materialien	X	X	X	X	X
Vervielfältigung, Weitergabe und Einsatz der Materialien im eigenen Unterricht	X	X	X	X	X
Nutzung der Materialien durch alle Lehrkräfte des Kollegiums an der lizenzierten Schule			X		X
Einstellen des Materials im Intranet oder Schulservers der Institution			X		X

Die erweiterten Lizenzmodelle zu diesem Titel sind jederzeit im Online-Shop unter [www.kohlverlag.de](http://www.kohlverlag.de) erhältlich.

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus:

*Physik: Masse, Kräfte & Gravitation*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)

