

KAMILLA HERBER, THOMAS A. MÜLLER

# PHYSIK

Fit für's Abi

## macchiato



2. Auflage

PEARSON

# Physik macchiato

Unser Online-Tipp  
für noch mehr Wissen ...

**informit.de**

Aktuelles Fachwissen rund um die Uhr  
– zum Probelesen, Downloaden oder  
auch auf Papier.

[www.informit.de](http://www.informit.de) 

Kamilla Herber  
Illustriert von Thomas A. Müller

# Physik macchiato

Cartoonkurs Physik für Schüler und Studenten



---

ein Imprint von Pearson Education

München · Boston · San Francisco · Harlow, England  
Don Mills, Ontario · Sydney · Mexico City · Madrid · Amsterdam

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Die Informationen in diesem Buch werden ohne Rücksicht auf einen eventuellen Patentschutz veröffentlicht. Warennamen werden ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt. Bei der Zusammenstellung von Texten und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen. Trotzdem können Fehler nicht ausgeschlossen werden. Verlag, Herausgeber und Autoren können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen. Für Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf Fehler sind Verlag und Herausgeber dankbar.

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Die gewerbliche Nutzung der in diesem Produkt gezeigten Modelle und Arbeiten ist nicht zulässig.

Fast alle Produktbezeichnungen und weitere Stichworte und sonstige Angaben, die in diesem Buch verwendet werden, sind als eingetragene Marken geschützt. Da es nicht möglich ist, in allen Fällen zeitnah zu ermitteln, ob ein Markenschutz besteht, wird das ® Symbol in diesem Buch nicht verwendet.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

13 12 11

ISBN 978-3-86894-077-0

© 2011 Pearson Studium

ein Imprint der Pearson Education Deutschland GmbH

Martin-Kollar-Str. 10-12, D-81829 München

Alle Rechte vorbehalten

[www.pearson-studium.de](http://www.pearson-studium.de)

Lektorat: Birger Peil, [bpeil@pearson.de](mailto:bpeil@pearson.de), Irmgard Wagner, [irmwagner@t-online.de](mailto:irmwagner@t-online.de)

Fachlektorat: Prof. Karl-Hermann Cordes, FH Hanover

Korrektorat: Petra Kienle, Fürstenfeldbruck

Herstellung: Martha Kürzl-Harrison, [mkuerzl@pearson.de](mailto:mkuerzl@pearson.de)

Satz: m2 design, Sterzing, [www.m2-design.org](http://www.m2-design.org)

Druck und Verarbeitung: Bercker, Kvelaer

Printed in Germany

# Inhalt

<b>Bevor wir richtig anfangen</b> .....	9
Vorwort .....	9
<b>Teil I: Die wichtigsten Grundbegriffe</b> .....	17
<b>Energische Einstiege</b>	
<b>Energie und Arbeit</b>	
Wer hat, der kann .....	19
Energie in verschiedenen Erscheinungsformen.....	19
Energieumwandlungen und Kräfte.....	24
Wie kriegt man sie zu fassen? Formeln für die Energieformen .	29
Wie viel ist das wert? – Berechnungen .....	37
Leistung als zeitbezogene Bewertung.....	44
<b>Größen und Maße</b>	
Nicht ohne meine Einheit! .....	48
Die Grundgrößen.....	48
Mit den Größen rechnen.....	52
<b>Teil II: Mechanik und Kinematik</b> .....	55
<b>Mechanische Erlebnisse</b>	
<b>Kraft und Masse</b>	
Goodbye Aristoteles .....	57
Träge und schwere Masse .....	57
Krafteinheit Newton und Gravitationskraft .....	61
Kraft und Gegenkraft.....	62
Resultierende Kraft und Kräftezerlegung .....	64
Reibungskräfte .....	65
Impuls .....	67

## **Bewegungen**

Wer teilt, gewinnt .....	70
Gleichförmige Bewegungen .....	71
Gleichmäßig beschleunigte Bewegung .....	72
Der waagerechte Wurf als zusammengesetzte Bewegung .....	75
Kreisbewegung .....	78

## **Druck und Hebel**

Der längere Hebel ist das beste Druckmittel .....	81
Druck .....	81
Druck in Flüssigkeiten .....	83
Auftrieb .....	84
Luftdruck .....	86
Hebel .....	88

## **Teil III: Wärmelehre** .....

91

### **Warme Empfehlungen**

#### **Wärme**

Brandheiße Tipps .....	93
Wärme und innere Energie .....	93
Temperatur .....	94
Zustandsgleichung .....	96
Auswirkung der Wärmezufuhr .....	97
Wärmeübertragung .....	99

## **Teil IV: Elektrizität** .....

103

### **Elektrisierende Erkenntnisse**

#### **Elektrostatik**

Ganz schön geladen .....	105
Atome und elektrische Felder .....	105
Elektrische Felder und Feldkräfte .....	108
Das elektrische Feld einer Ladung .....	109
Energie, Potenzial und Spannung .....	113
Innen und Außen – Steuern und Laden .....	116

## Gleichstromkreise

Im Widerstand vereint .....	123
Die Energiequellen .....	123
Jetzt kann der Strom fließen .....	125
Gegen alle Widerstände.....	126
Das Ganze noch mal für Kondensatoren .....	132

## Halbleiter

Weniger ist manchmal besser .....	135
Was sind Halbleiter? .....	135
Anwendungen.....	139

## Elektromagnetismus

Die Große Koalition .....	144
Magnetismus aus Elektrizität.....	144
Stärke eines Magnetfeldes .....	148
Lorentzkraft.....	149
Wechselstrom .....	151
Induktion.....	153
Selbstinduktion.....	156
Transformatoren .....	156
Überlandleitungen .....	158
Wechselstromkreise .....	159

## Teil V: Atom- und Kernphysik..... 163

### Quantenhafte Erleuchtungen

#### Schwingungen und Wellen

Good vibrations .....	165
Schwingungen: immer hin und immer her – gar nicht schwer..	165
Wellen – lass' andere auch was davon haben .....	171
Stehende Wellen .....	183
Bewegte Wellenerreger.....	185

#### Licht

Die Quanten-Versandstation.....	188
Die Licht-Sender .....	188



Farben und Spektren.....	192
Röntgenlicht.....	194
Ja was denn nun – Welle oder Teilchen?.....	195
Unschärf und zufällig.....	199
<b>Kernphysik</b>	
<b>Des Pudels Kern, energetisch betrachtet.....</b>	<b>203</b>
Warum manche Kerne strahlen .....	203
Stochastische Auswertung .....	210
Wie nutzt und wie schadet die Strahlung? .....	212
Die Maßeinheiten für radioaktive Prozesse .....	213
Kernfusion.....	218
Kernspaltung.....	220
<b>Übersichtlich und praktisch .....</b>	<b>225</b>
<b>Anhang</b>	
<b>Praxistraining</b>	
<b>Alles klar? .....</b>	<b>226</b>
Aufgaben zu Teil II – Mechanische Erlebnisse.....	226
Aufgabe zum Teil III – Warme Empfehlungen.....	228
Aufgaben zum Teil IV – Elektrisierende Erkenntnisse .....	228
Aufgabe zum Teil V – Quantenhafte Erleuchtungen.....	230
<b>Weiterführende Literatur .....</b>	<b>231</b>
<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	<b>233</b>

**Bevor wir richtig anfangen ...**





# Vorwort

## Warum Sie sich auf dieses Physikbuch freuen dürfen

Nach Latte macchiato gibt es auch Espresso macchiato – zu *Mathe macchiato* gesellt sich *Physik macchiato*. Espresso, diese bittere Brühe, wird durch luftig leichten Milchschaum „befleckt“ und kann damit auch bei empfindlichem Magen seine anregende Wirkung entfalten. Physik, diese harte Wissenschaft, wird durch lustige, anschauliche Beschreibungen und Vergleiche auch für untrainierte Leser und Leserinnen leichter verdaulich. Wie die *Mathe macchiato*-Bücher hat auch *Physik macchiato* das Ziel, Sie auf eine Entdeckungsreise mitzunehmen durch einen Bereich der Naturwissenschaft, dessen Struktur und Schönheit wir Ihnen mit vielen Cartoons und bildlichen Darstellungen vermitteln wollen.

## Wer das Ganze geschrieben hat

Kamilla Herber hat jahrzehntelange Erfahrung als Physiklehrerin am Gymnasium und kennt deshalb die Stolpersteine, die den Schülerinnen und Schülern Schwierigkeiten bereiten. Ihr besonderes Anliegen ist es, auch den Schülerinnen die Freude an der Beschäftigung mit Physik zu vermitteln. Sie hat über „Jungen und Mädchen im Physikunterricht“ promoviert.

Thomas Müller, selbstständiger Grafik-Designer, Illustrator und Cartoonist, hat mit großer Einfühlungsgabe die Zeichnungen gestaltet, die durch ihren Witz und die originelle Darstellung die Texte bereichern und lebendig machen.

## Mit wem Sie es hier zu tun haben

Begleiten Sie Madame Joulie und Dr. Wattson auf ihrer Entdeckungsreise durch die Physiklandschaft. Dr. Wattson ist ein ernsthafter und gewissenhafter Herr, der in seinem Bemühen, Ihnen die Physik nahe zu bringen, in die komischsten Situationen gerät. Die flotte Madame Joulie hat immer eine pffiffige Erklärung oder einen ungewöhnlichen, einprägsamen Vergleich parat für das, was den beiden im Physik-Wunderland begegnet. So kann Ihnen durch Humor und Aha-Erlebnisse die nötige Büffelerei verkürzt und versüßt werden.

### **Für wen und wozu dieses Buch gedacht ist**

Das Buch ist vor allem für die Menschen gedacht, die Physik plötzlich „brauchen“. Manche merken vielleicht gerade erst kurz vor dem Abitur, dass ihnen der Durchblick vor etlicher Zeit verloren gegangen ist. Andere haben Physik in der gymnasialen Oberstufe abgewählt und stellen nun entsetzt fest, dass in ihrem Studiengang physikalische Grundkenntnisse verlangt werden. Ihnen soll das Buch den Zugang zur Physik erleichtern. Es führt sie auf sanfte Weise zu den grundlegenden Begriffen und Denkweisen der Physik. Damit wird auch für diejenigen, die später tiefer in die Materie einsteigen möchten, die Verständnisbasis geschaffen. Natürlich freuen wir uns, wenn die Lektüre auch Menschen zusagt, die Physik nicht unbedingt brauchen, aber „es“ schon immer mal wissen wollten.

Wir beschränken uns dabei auf den Bereich, der in vielen Studiengängen als Grundwissen vorausgesetzt wird. Das Buch ersetzt kein Lehrbuch, es soll Ihnen den Einstieg erleichtern und zeigen, dass die entscheidenden Strukturen in allen Teilbereichen ziemlich gleichartig sind, auch wenn es sich um scheinbar so verschiedene Bereiche wie Mechanik, Optik, Elektrizität, ... handelt.

Um das deutlich zu machen, stellen wir ein Kapitel voran, das sonst immer als Teil von Einzelkapiteln an deren Schluss steht, die „Energie“. Wir wollen Ihnen zeigen, dass Energie der wichtigste Begriff und der rote Faden in der Physik ist und mit wie wenigen Variationen die Energie in den einzelnen Teilbereichen zu erfassen ist und diese verständlich macht.

### **Wie Sie dieses Buch lesen sollten**

Wir wollen Ihnen nicht vorgaukeln, Physik sei einfach und leicht und komme ohne Mathematik aus. Man kann zwar ihre Grundstrukturen verständlich und mit anschaulichen Beispielen erklären. Wenn es aber dann darum geht, das gewonnene Verständnis anzuwenden, um physikalische Vorgänge quantitativ zu erfassen und Ergebnisse vorauszusagen, ist das nicht mehr ohne Mathematik möglich, auch in unserem Buch nicht. Es wird aber nicht viel sein: Wenn Sie einfache Gleichungen umformen können und die vier Standardfunktionen (lineare, quadra-

tische, Sinus- und Exponentialfunktion) kennen und ableiten können, sind Sie schon bestens gewappnet.

Lesen Sie mutig über die Formeln und Rechnungen hinweg, wenn Sie Ihnen nicht gleich verständlich erscheinen! Wichtig ist, dass Sie Ihr Augenmerk auf die dargestellten Zusammenhänge richten. Wenn Sie diese dann durchblickt haben und sich für eine Prüfung doch mit Rechenaufgaben befassen müssen, können Sie sich immer noch um diesen Teil kümmern – und Sie werden sehen, es ist alles gar nicht so schwer!

### Warum ganz hinten ein Praxistraining drin ist

Wenn Sie dieses Buch brauchen, um sich auf eine Prüfung vorzubereiten, werden Sie auch selbst rechnen müssen. Für Anregungen, wie Sie auch dies geschickt in den Griff bekommen, finden Sie im Anhang Übungsaufgaben. Wir haben diese Aufgaben in den Anhang gestellt, damit Ihr Lesevergnügen nicht immer wieder unterbrochen wird und auch um diejenigen unserer Leser nicht zu vergraulen, denen es nur darum geht, beim vergnüglichen Lesen Erkenntnisse zu gewinnen.

Im Internet unter [www.Pearson-studium.de](http://www.Pearson-studium.de) erhalten Sie die ausführliche Lösung zu diesen Übungsaufgaben. (Nach einem Klick auf das Buch *Physik macchiato* klicken Sie auf den nebenstehenden Button für Studenten.) Außerdem finden Sie ein paar Bilder des Buchs. Sie können sie als Folie verwenden, wenn Sie sie in Ihren Unterricht oder in Ihr Referat integrieren möchten.



### Danke!

Auch wenn der physikalische Inhalt dieses Buchs durch die Orientierung am Grundwissen feststand, war es eine mühevollere, aber auch spannendere Arbeit, die Ideen der Autorin, des Illustrators, der Lektorin und des Fachlektors aufeinander abzustimmen. Der Austausch darüber, wie die physikalischen Grundlagen anschaulich und leicht verständlich, vereinfachend, aber nicht verfälschend, originell, witzig und leicht zu merken dargestellt werden sollten, erforderte viele Gespräche und (fast) unendlich viele E-Mails. Wir gewannen überraschende neue Einsichten und hatten trotz vieler Stoßseufzer sehr viel Freude an der Zusammenarbeit und an dem, was nun daraus entstanden ist.

Danke dem Verlag Pearson Studium, insbesondere Doris Linka und Michaela Heine, die das Vorhaben mit Rat und Tat unterstützt haben.

Unser besonderer Dank gilt Irmgard Wagner, die als Lektorin den Entstehungsprozess des Buchs energisch, kritisch, geduldig, anspornend und unermüdlich vorangetrieben hat.

Danke dem Fachlektor, Professor Jörg Ihringer, für seine engagierte und hilfreiche Durchsicht des Manuskripts und seine vielen wertvollen Anregungen. Danke an Professor Karl-Hermann Cordes und die Physiklehrkräfte Karin Neugebauer und Heinz-Rainer Meyer, die Teile des Manuskripts gelesen und manch nützlichen Rat gegeben haben.

Herzlichen Dank an all die geduldigen Lieben aus dem Freundes- und Familienkreis, die immer wieder Sie, die zukünftigen Leserinnen und Leser, vertreten und zur Verständlichkeit unserer Texte und Zeichnungen beigetragen haben.

Danke an Petra Kienle, die dafür gesorgt hat, dass unsere Physik-Animateure fehlerfreies Deutsch sprechen. Danke an Martina Messner, die das Buch gesetzt hat. Ohne ihre professionelle Power bei Satz und Layout wäre das Buch nicht pünktlich fertig geworden.

Der allergrößte Dank geht aber an Sie, liebe Leserin, lieber Leser! Sie sind entschlossen, sich mit den Ihnen noch unbekanntem Schönheiten der Physik zu beschäftigen – und Sie lesen sogar dieses Vorwort! Wir würden uns freuen, von Ihnen zu hören, wie die weitere Lektüre Ihnen gefallen hat, und sind neugierig auf Ihre Kommentare. Sie wissen ja: Im Internetzeitalter sind Buchautoren nur einen Mausklick von Ihnen entfernt.

Nun aber los: Viel Vergnügen auf Ihrer Entdeckungsreise durch das Land der Physik mit Madame Joulie und Dr. Wattson wünschen Ihnen

*Kamilla Herber* · kamilla.herber@gmx.de

*Thomas Müller* · little@littleART.de

## Vorwort zur zweiten Auflage

Wir freuen uns, dass *Physik macchiato* so vielen Leserinnen und Lesern hilfreich war, dass Sie jetzt die zweite Auflage in der Hand halten. Sie ist noch schöner geworden und inhaltlich erweitert und ergänzt.

Wie die anderen Bücher der macchiato-Reihe erscheint *Physik macchiato* im neuen Design. In den Klappen finden Sie Cartoons, die Ihnen helfen, fundamentale Begriffe der Physik und ihren Zusammenhang nie mehr zu verwechseln, und die wichtigsten Energieformeln, die Sie „im Schlaf“ können sollten.

In der Neuauflage beginnt jedes Kapitel mit einem Filmstreifen. Die Bilder und die Stichworte zeigen Ihnen, welche Ausschnitte aus dem riesigen Gebiet der Physik in diesem Kapitel behandelt werden. Jedes Kapitel endet mit einer Zusammenfassung.

Das Buch will so für Sie ein täglicher Begleiter sein, in dem Sie nachsehen können und mit dem Sie auf leichte und humorvolle Weise zu Aha-Effekten kommen. So kann es Ihnen das Lernen für die Schule oder Ausbildung, die Vorbereitung für das Abitur oder den Einstieg ins Studium erleichtern. Für alle zum Abitur wichtigen Themen können Sie so das Grundverständnis erlangen, mit dem sich Ihnen auch weitere Bereiche der Physik leichter erschließen. Damit sind Sie auch bestens für physikalische Berechnungen gerüstet; ein paar Rechnungen zum Ausprobieren finden Sie im Anhang.

Zum neuen Design gehört auch, dass in den einzelnen Kapiteln wichtige Zusammenhänge und Hinweise zu Übungsaufgaben jetzt in Kästchen gesetzt sind. Hinzugekommen sind auch Piktogramme, die den Überblick und das schnelle Finden erleichtern, wenn Sie wichtige Grundlagen suchen:

**Lampe** – am Ende des Kapitels wird kurz und knapp zusammengefasst, was im Kapitel näher beleuchtet wurde.

**Rufzeichen** – ein besonders wichtiger Absatz, ein Cartoon oder eine Formel (das ist invers dargestellt). Was Sie davor gelesen haben, will Ihnen zu einem Aha-Moment verhelfen, so dass das ganz einfach zu merken ist.







**Hantel** – Verweis auf Übungsaufgaben, die Sie im Anhang finden. Die ausführlichen Lösungen stehen auf der Internetseite zum Buch. Im Literaturverzeichnis finden Sie Bücher mit weiteren Trainingsaufgaben.



**Auge** – den Abschnitt genauer ansehen. Hier wird auf größere Zusammenhänge hingewiesen oder Sie finden Einzelheiten, die das Verständnis erleichtern.



**Buch** – weil die Bereiche der Physik eng miteinander verflochten sind, wird hier auf vertiefende und weiterführende Informationen hingewiesen, die Sie in anderen Kapiteln finden.



**Internet** – Sie finden im Internet unter [www.pearson-studium.de](http://www.pearson-studium.de) die ausführlichen Lösungen der Übungsaufgaben, weitere Vertiefungen und die Titelcartoons der Kapitel.

Inhaltlich wurden einige Cartoons noch treffender und witziger gestaltet und die Kapitel „Energie“ und „Bewegungen“ wurden straffer und übersichtlicher strukturiert. Neu hinzugekommen ist ein Kapitel über Halbleiter.

Wir bedanken uns beim Verlag Pearson Studium, insbesondere bei Doris Linka, Birger Peil und Martha Kürzl-Harrison, die die Neuauflage und das neue Design mit Rat und Tat unterstützt haben, und bei Herrn Professor Karl-Hermann Cordes, der das Fachlektorat übernommen hat.

Unser besonderer Dank gilt unserer Lektorin, Frau Irmgard Wagner, die uns mit ganz vielen Anregungen für die verbesserte Neuauflage angespornt hat.

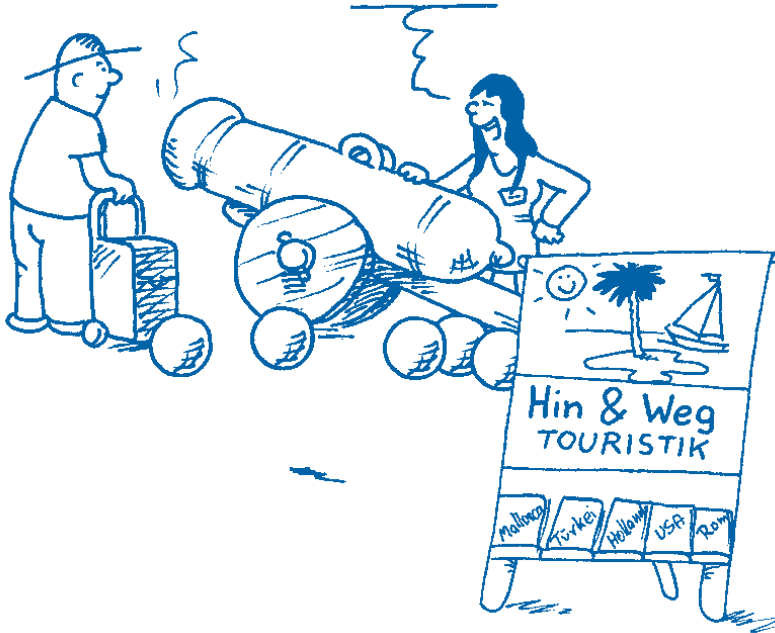
Wir wünschen Ihnen weiterhin viel Vergnügen beim Gewinnen physikalischer Einsichten!

*Dr. Kamilla Herber* · [kamilla.herber@gmx.de](mailto:kamilla.herber@gmx.de)

*Thomas Müller* · [little@littleART.de](mailto:little@littleART.de)

# Energische Einstiege

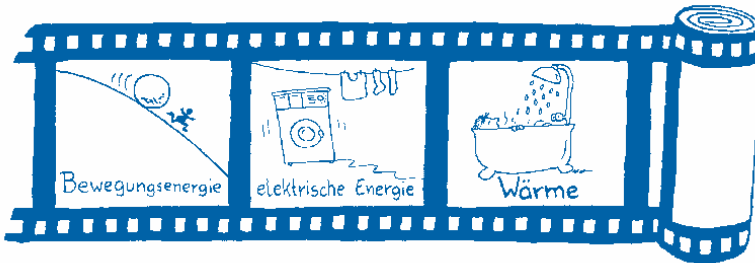
Na, wohin möchten Sie denn gern reisen... ?





# Energie und Arbeit

Wer hat, der kann



## Energie in verschiedenen Erscheinungsformen



Das Interessante an unserer Welt ist, dass sie sich ständig verändert; die Möglichkeit, also das „Vermögen“, dies zu tun, nennt man Energie. Aus dem täglichen Leben sind wir ja vertraut mit vielen Problemen, die mit Energie zu tun haben. Wir sprechen vom „Energiehaushalt“, von „Energiegewinnung“ und „Energieeinsparung“, wir suchen nach „erneuerbaren Energien“, weil wir fürchten, dass unsere „Energiequellen“ bald erschöpft sind.

Weil Energie ein zentraler und ganz wichtiger Begriff ist, der in jedem Bereich der Physik von Bedeutung ist, werden uns Dr. Wattson und Madame Joulie gleich zu Beginn erklären, was es damit auf sich hat.

Es gibt verschiedene Formen von Energie, z. B.:



Rakete hat Bewegungsenergie



Feder hat Spannenergie



Koffer hat Lageenergie

Dass ein Körper **Bewegungsenergie** hat, „sehen“ wir, weil wir die Veränderung wahrnehmen und aus Erfahrung wissen, was passieren kann, wenn beispielsweise eine Silvesterrakete gegen die Fensterscheibe knallt...!

Einem gespannten Bogen sieht man die **Spannenergie** auch noch irgendwie an, vermutlich weil man auch das Anspannen gesehen hat. Bei der **Lageenergie** erkennt man das gewonnene Vermögen aber erst, wenn etwas damit passiert, wenn dieses Vermögen in eine andere Form umgewandelt wird. Beispielsweise wird die Lageenergie eines Gegenstands beim Herunterfallen in Bewegungsenergie umgewandelt und beim Auftreffen auf den Fuß in Verformungsarbeit.

**Wärme** ist eine Energieform, die im Grunde eine Art Bewegungsenergie ist. Je wärmer ein Gegenstand ist, je höher also seine Temperatur, desto intensiver ist die Bewegung seiner Atome.

Eiskalt hier



Heiße Fete



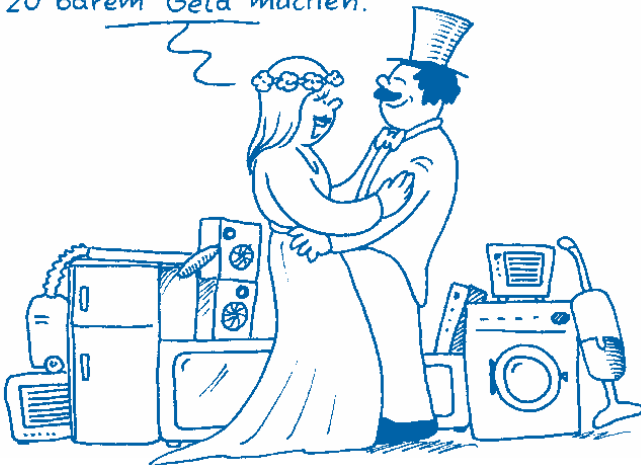
Die Wärme kann wie bei der mechanischen Krafteinwirkung durch direkten Kontakt des wärmeren mit dem kälteren Körper übertragen werden – oder z.B. auch durch Reibung aus der Bewegungsenergie erhalten werden.

Die **Wärmeenergie** eines Körpers ist Teil seiner „**inneren Energie**“. Zur inneren Energie gehören außerdem die Energiemengen, die zur Bildung der speziellen Struktur des Körpers notwendig waren. Dazu gehört, welche Atome in welcher Art zu dem Material zusammengefügt sind und ob das Material sich in festem, flüssigem oder gasförmigem Zustand befindet.

Die Energieformen im atomaren Bereich sind schwer zu beschreiben, weil in unserer täglichen Erfahrungswelt nichts Vergleichbares vorkommt. Man geht davon aus, dass es eine so genannte Kernenergie geben muss, die zur Bildung der Atomkerne gebraucht wurde und die man dadurch erkennt, dass sie bei Kernspaltung, Kernfusion und radioaktivem Zerfall in Bewegungsenergie umgewandelt wird.

Bei der **Kernfusion** z.B. werden zwei Atome mit kleiner Masse zu einem größeren zusammengefügt, dabei verschwindet ein Teil der Gesamtmasse und taucht in Form von Energie wieder auf.

Wenn wir fusionieren, können  
wir einen Teil unseres Besitzes  
zu barem Geld machen.



Wenn dagegen bei der **Kernspaltung** ein großes Atom in zwei mittelgroße zerlegt wird, verwandelt sich ebenfalls ein Teil der Masse in Energie.

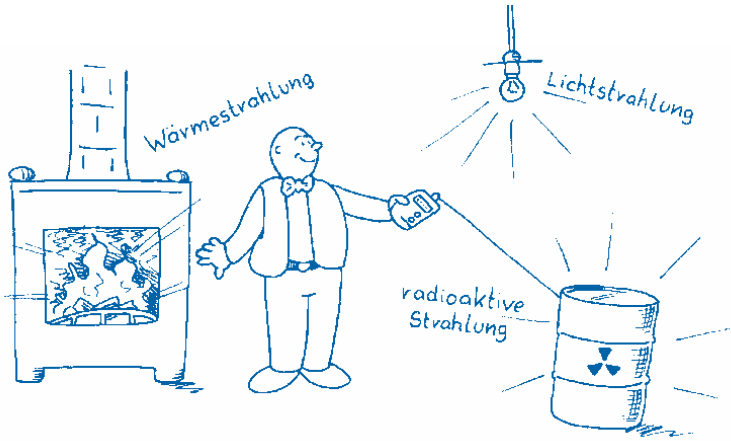


Bei einer Trennung muss ein Teil des Vermögens zur Fortbewegung verkauft werden.

Beim **radioaktiven Zerfall** trennt sich das Atom von einem kleinen Stück seines Atomkerns und gibt ihm Bewegungsenergie mit, die ebenfalls daraus gewonnen wird, dass ein Teil der ursprünglichen Masse in Energie umgewandelt wird.

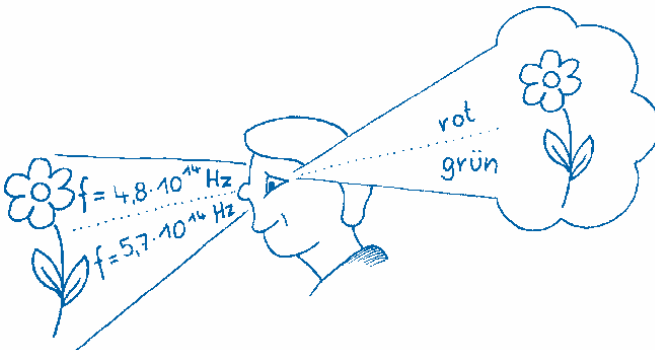


Energie kann auch in Form von **Strahlungsenergie** auftreten; Wärmestrahlen, Lichtstrahlen und radioaktive Strahlen (letztere gibt es außer beim „Zerfall“ auch noch bei der Radioaktivität) sind mögliche Erscheinungsformen, die für uns nur deshalb verschieden zu sein scheinen, weil wir sie mit unterschiedlichen „Rezeptoren“ wahrnehmen können:



Die uns vertrauten und so einfach erscheinenden Phänomene wie Wärme- und Lichtstrahlen haben ganz absonderliche Eigenschaften, wie die anderen atomaren Prozesse auch. Wie diese sind sie nicht mehr ohne Weiteres zu verstehen und können deshalb hier erst mal nur angedeutet werden:

Diese Strahlen bestehen aus sehr vielen, sehr kleinen Energiepäckchen, genannt **Photonen**. Manche ihrer Eigenschaften lassen sich erstaunlicherweise mit denen von Wasserwellen vergleichen. Deshalb kann man ihnen, ähnlich wie den schwingenden Wasserteilchen, eine Frequenz zuschreiben. Die Energie eines Photons ist nur von dieser Frequenz abhängig. Unser Wahrnehmungsorgan Auge/Gehirn ist darauf spezialisiert, diese Frequenzen in einem kleinen Bereich genau zu unterscheiden. Es wandelt sie in die für uns gewohnten Farbeindrücke um.

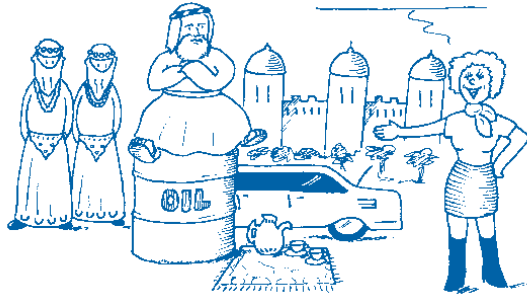




## Energieumwandlungen und Kräfte

Wie jedes Vermögen wird auch dieses „Energievermögen“ erst dann erkennbar, wenn es „ausgegeben“, das heißt in eine andere „Anlageform“ übertragen wird oder wenn es von einem Ort oder Körper zu einem anderen weitergegeben wird.

Den Reichtum des Ölscheichs erkennt man erst, wenn er sein Öl in Gold verwandelt hat...



Wenn **Energie** in eine andere Form auf einen anderen Gegenstand **übertragen** werden soll, muss sie natürlich vorher schon da sein und nur noch – mit mehr oder weniger Tricks – dazu gebracht werden, sich in diese neue Form zu verwandeln. Wenn also ein Gegenstand Lageenergie bekommen soll, kann man ihn beispielsweise hochwerfen. Dazu muss man ihn aber erst mal beschleunigen, also ihm Bewegungsenergie geben.



Damit ein Körper oder Gegenstand Energie abgeben und ein anderer sie bekommen kann, müssen die beiden irgendwie in Verbindung treten. Meist geschieht das durch direkten Kontakt.

Manche Männer sind wie Pfeile, nach dem ersten Kontakt zischen sie weg.

