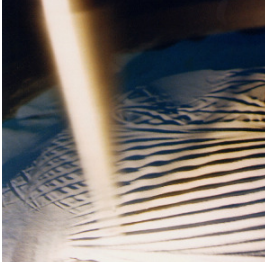




GRIPS TRIPS

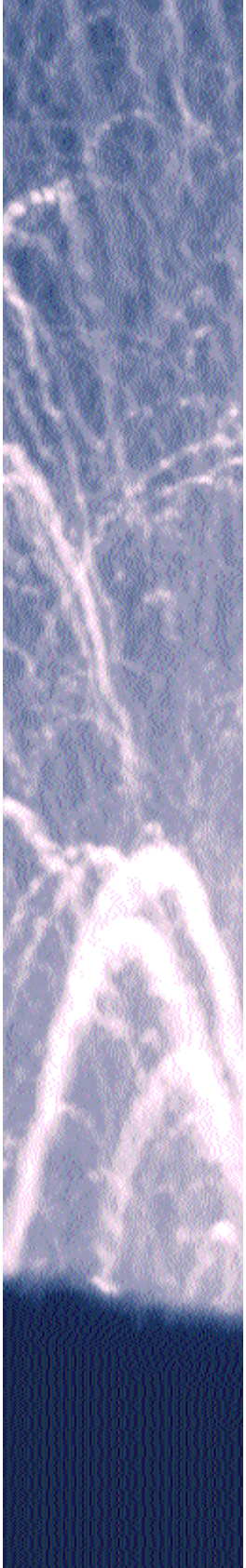
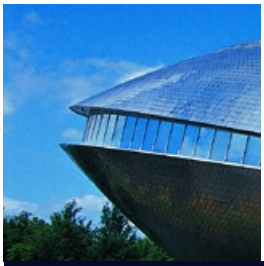


EINE REISE
DURCH DAS UNIVERSUM®
ZU DEN

INNEREN KRÄFTEN
DER ERDE

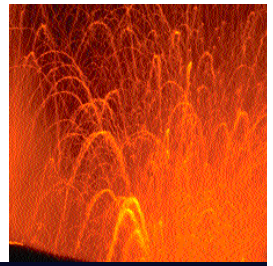
HANDREICHUNG FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER MIT
ARBEITSMATERIALIEN (SEK I / SEK II)
FÜR DAS UNIVERSUM® BREMEN





INHALT

- HINTERGRUNDINFORMATIONEN
- REISEFÜHRER ZU DEN INNEREN KRÄFTEN DER ERDE (ARBEITSBOGEN FÜR SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER)
- INTERNET-LINKS
- EINBINDUNG IN DIE RAHMENRICHTLINIEN DES LANDES BREMEN
- EINBINDUNG IN DAS UNIVERSUM[®] BREMEN



HINTERGRUNDINFORMATIONEN

MAGNETISMUS

ERDMAGNETISMUS

POLARLICHTER

GRAVITATION

GRAVITATION UND KONVEKTION

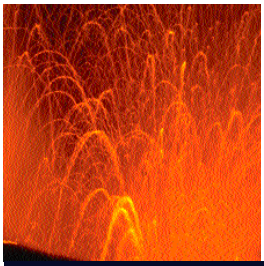
SCHWERPUNKT

DIE INNEREN KRÄFTE DER ERDE

Auf der Erde existieren zwei interne Kraftfelder: das Gravitationsfeld und das Magnetfeld. Während wir Menschen das Gravitationsfeld direkt wahrnehmen, beispielsweise beim Gehen, an den Hebelgesetzen oder wenn etwas zu Boden fällt, benötigen wir für das Erkennen des Magnetfeldes Hilfsmittel. Verschiedene Tierarten hingegen sind mit Sensoren ausgerüstet, die es ihnen ermöglichen, sich am Magnetfeld der Erde zu orientieren (z.B. Zugvögel).

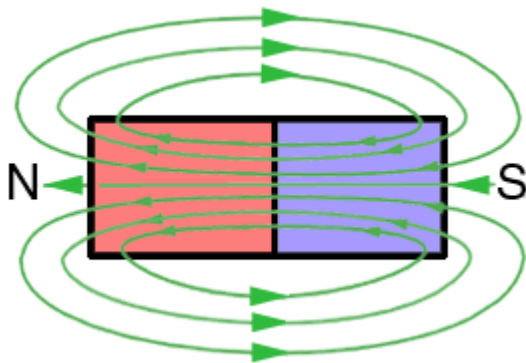
MAGNETISMUS

Ein Magnetfeld wird durch elektrische Ströme verursacht. 1820 stellte der Physiker Oestend fest, dass stromdurchflossene Leiter eine Kompassnadel beeinflussen. Permanentmagneten erzeugen nur auf den ersten Blick Magnetfelder ohne Strom. Auf elementarer Ebene wird das Magnetfeld durch kleinste, elektrische Ströme in Atomen verursacht: Elektrisch geladene Elektronen kreisen um den Atomkern.



Elektrischer Strom ist nichts anderes, als sich in eine Richtung bewegende Elektronen. Jedoch ist nicht jeder Stoff magnetisch, obwohl die einzelnen Atome Magnetfelder erzeugen. Stoffe, wie beispielsweise das Gas Wasserstoff, sind in Gänze nicht magnetisch, da sich die Atome völlig ungeordnet bewegen und daher die Summe der Magnetfelder der einzelnen Atome kompensiert werden. Bei bestimmten Materialien hingegen, wie etwa Eisen, bilden sich Bereiche, in denen die Magnetfelder der Atome in die gleiche Richtung orientiert sind. Bringt man solche Stoffe in ein starkes Magnetfeld, so richten sich die Bereiche im Magnetfeld aus und "verhaken" sich miteinander. Es entsteht ein Permanentmagnet.

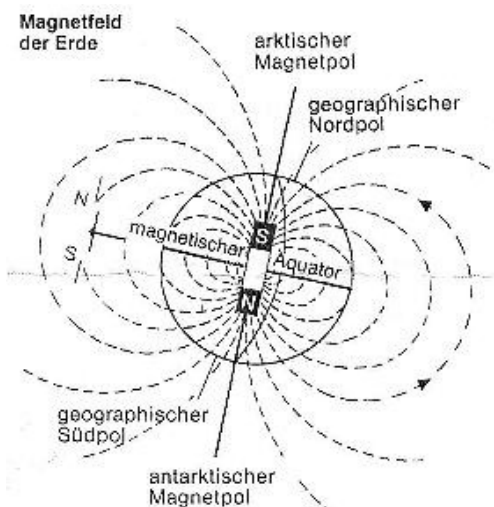
FELD EINES STABMAGNETEN



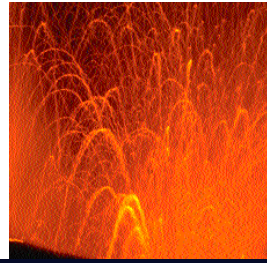
Magnetfelder besitzen immer einen magnetischen Nord- und Südpol. Gleichnamige Pole stoßen sich ab, gegenpolige ziehen sich an. Die Magnetpole lassen sich nicht trennen. Zerteilt man einen Magneten, so erhält man wiederum zwei kleine Magnete, mit Süd- und Nordpol. Daraus folgt, dass die magnetischen Feldlinien immer "geschlossen" sind. Es gibt keine "Quellen" oder "Senken". Magnetfeldlinien lassen sich beispielsweise durch Eisenstaub sichtbar machen. Dieser richtet sich entlang der Feldlinien aus.

ERDMAGNETISMUS

ERDMAGNETFELD



In erster Näherung entspricht das Magnetfeld der Erde dem eines Stabmagneten. Das magnetische Feld der Erde wird durch Strömungen im äußeren, flüssigen Erdkern erzeugt. Dieser besteht hauptsächlich aus flüssigem Eisen. Durch die Erdrotation und den Wärmetransport entstehen Ströme, die ein Magnetfeld hervorrufen. Die magnetischen Kraftfeldlinien reichen in das Weltall hinaus und schützen die Erde gegen den Sonnenwind, einem Strom geladener Teilchen.



POLARLICHTER

Bei verschiedenen solaren Prozessen sendet die Sonne Teilchen von hoher Energie aus. Diese dringen in die Erdatmosphäre ein und stoßen dort mit den Molekülen der Luft zusammen. Dabei werden die Luftmoleküle zum Leuchten angeregt. Auf ähnliche Weise leuchtet die bekannte, klassische Neonröhre. In ihr werden Elektronen zwischen den beiden Elektroden an den Enden der Röhre beschleunigt und stoßen mit dem Neongas zusammen und regen es an. Weil die Erde ein Magnetfeld hat und weil die Teilchen elektrisch geladen sind, “wickeln” sich ihre Bahnen um die magnetischen Feldlinien der Erde. Sie folgen den Feldlinien und werden dadurch in Richtung des magnetischen Nordpols oder Südpols gelenkt. Deswegen kann man Polarlichter hauptsächlich in den Polarregionen der Erde wahrnehmen. Je stärker der Teilchenstrom von der Sonne ist, um so hellere Polarlichter sind zu sehen.

GRAVITATION

Es soll ein vom Baum fallender Apfel gewesen sein, der Sir Isaak Newton zu der Erkenntnis brachte, dass die selbe Kraft, die den Mond in seiner Umlaufbahn hält, auch für zu Boden fallende Gegenstände “verantwortlich” ist.

Gravitation ist die Kraft, die zwischen zwei Massen wirkt. Dabei gilt: je größer die Massen und je geringer die Entfernung der Objekte, desto größer die Anziehungskraft. Das Kraftfeld nimmt analog zum magnetischen Feld proportional zum Quadrat des Körperabstandes ab.

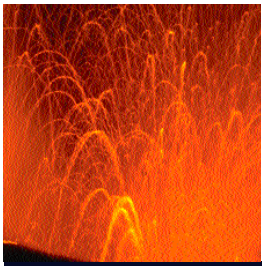
Die Gravitationskonstante ist sehr klein, so dass die Gravitation im alltäglichen Leben bei kleinen Massen nicht spürbar ist: Der Stift, mit dem wir schreiben, bleibt nicht an unserer Hand “kleben”.

Erst bei Massen von 10^{10} - 10^{30} kg zeigt sich eine wahrnehmbare Anziehung.

MATHEMATISCHE BESCHREIBUNG

$$F = G m_1 m_2 / r^2$$

G	=	Gravitationskonstante
G	=	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$
$m_1 m_2$	=	Massen zweier Objekte
r	=	Abstand der beiden Massen



GRAVITATION UND KONVEKTION

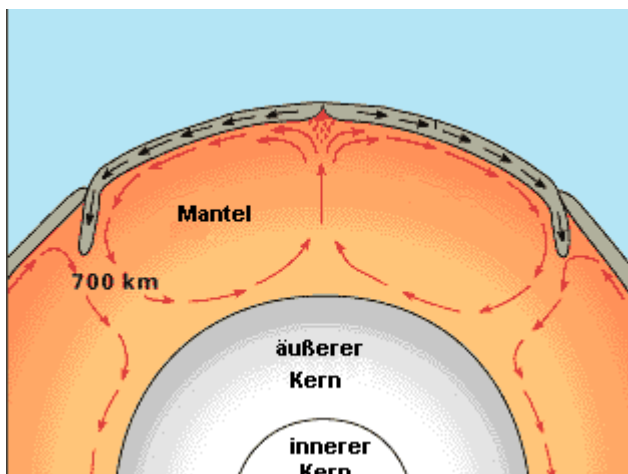
Die äußerste Schale der Erde, die Erdkruste, bildet zusammen mit dem äusseren Mantel die Lithosphärenplatten der Erde. Sie alle bewegen sich kontinuierlich aufeinander zu oder voneinander weg.

Der Motor für die Bewegungen dieser Platten liegt im sogenannten Erdmantel. Durch Temperaturunterschiede in der aufgeschmolzenen Materie entstehen dort kontinuierliche, walzenförmige Strömungen. Wissenschaftler nennen sie Konvektionszellen. Das Prinzip unterscheidet sich nicht von Wärmeströmungen in der Luft oder in einer Flüssigkeit: Aus der Tiefe strömt heiße Materie nach oben, kühlt dort ab und sinkt wieder zurück nach unten.

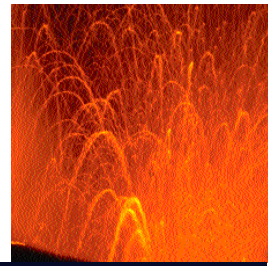
Die antreibende Kraft dieses Prozesses ist die Gravitationskraft: Je höher die Temperatur der Materie ist, desto geringer ist ihre Dichte und damit auch die Anziehungskraft. Das Material steigt auf. Kühlt es sich ab, wird es dichter. Damit vergrößert sich auch die gravitative Kraft und das Material sinkt wieder.

Die Strömungen der Konvektionszellen reiben an der Unterseite der Kontinentalplatten und reißen sie buchstäblich mit sich.

KONVEKTIONSZELLEN IM ERDMANTEL



http://www.physik.uni-muenchen.de/didaktik/U_materialien/leifiphysik/web_ph11/index.htm



GRAVITATION UND GLEICHGEWICHT

Mit dem Gleichgewichtsorgan in unserem Innenohr nehmen wir unsere Orientierung im Raum wahr. Hier befinden sich die flüssigkeitsgefüllten Bogengänge und die sogenannten Bläschen. Das Drehsinnorgan ist in den Bogengängen und das Schweresinnesorgan in den Bläschen angesiedelt. Der Drehsinn ist für die räumliche Wahrnehmung von Körperbewegungen sensibel. Dies geschieht über die Ampullen an den Bogengängen. In ihnen befinden sich Sinneszellen, die mit feinen Härchen versehen sind. Eine Drehbewegung setzt die Flüssigkeit in den Bogengängen in Bewegung, die Härchen werden in eine bestimmte Richtung gebogen und in einen Nervenimpuls "übersetzt". Dieser wird an das Gehirn weitergeleitet.

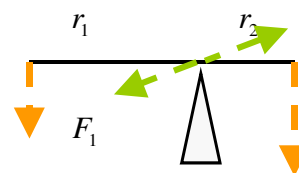
Mittels des Schweresinnesorgans kann die Gravitation wahrgenommen werden. In diesem Organ befinden sich zwei senkrecht zueinander stehende Bläschen, die ebenfalls mit Härchen besetzt sind. Auf diesen Härchen befinden sich Kalkkristalle. Diese Kalkkristalle reizen durch ihr Eigengewicht die Härchen. Wird nun die Neigung des Kopfes verändert, so verändert sich auch die Auflast der Kalkkristalle. Diese Veränderung wird wiederum in einen Nervenimpuls "übersetzt".

SCHWERPUNKT

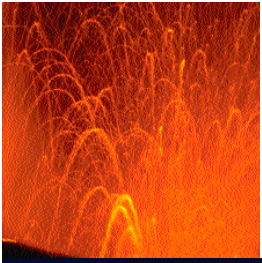
Die Gravitation zieht uns immer zum Mittelpunkt der Erde. Unser Körper hat sich an diese Bedingung angepasst und obwohl die Schwerkraft auf jede einzelne Zelle, jedes Masseteilchen wirkt, können mit Hilfe des Konzeptes "Schwerpunkt" Vorhersagen getroffen werden. Unter dem Schwerpunkt versteht man den Punkt eines Körpers, in dem man sich die gesamte Masse vereinigt vorstellen kann. An ihm greifen auch die auf den Körper wirkenden Kräfte an. Unterstützt man einen Körper in seinem Schwerpunkt, so bleibt er in jeder Lage im Gleichgewicht, d.h. die linksdrehenden Drehmomente (Moment = Kraft * Kraftarm) sind genauso groß, wie die rechtsdrehenden Drehmomente.

Eine klassische Anwendung findet das statische Gleichgewicht in den Hebelgesetzen. An einer Stange, die an einem Punkt unterstützt ist, greifen zwei als "Kraft" und "Last" bezeichnete Kräfte an. Wenn die Stange ruht, dann addieren sich die Drehmomente am Hebel zu null.

GLEICHGEWICHT BEI EINEM HEBEL



"KRAFT MAL KRAFTARM = LAST MAL LASTARM"



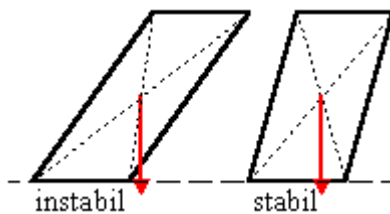
Wann erleben wir den Schwerpunkt?

Beispielsweise, wenn wir umfallen oder es auch nicht tun, spielt unser Schwerpunkt eine Rolle. Dieselben Prozesse bringen ein Stück Zucker zum Umkippen. Drückt man es ein wenig zur Seite und lässt es wieder los, kehrt das Zuckerstück in seine ursprüngliche Position zurück. Drückt man den Zuckerwürfel in einen stärkeren Neigungswinkel, fällt er um. Die Gravitationskraft wirkt auf jeden einzelnen Punkt. Alles in allem ist es jedoch so, als wirke sie lediglich auf einen einzigen Punkt, den Schwerpunkt. Für ein Zuckerstück ist dies der Mittelpunkt des Quaders.

Genauso wie eine Kugel nicht weiter abwärts rollen kann, wenn sie den tiefsten Punkt einer schiefen Ebene erreicht hat, ist ein Gegenstand stabil, wenn sein Schwerpunkt so tief wie möglich liegt. Aus diesem Grund steht ein Stück Würfelzucker in horizontaler Lage stabiler auf seiner Auflagefläche als in vertikaler Position. Wenn man das Zuckerstück ein wenig zur Seite drückt, kehrt es in seine ursprüngliche Position zurück, weil sich durch die Neigung des Würfels sein Schwerpunkt nach oben verschiebt, das System aber beständig danach trachtet,

diesen Schwerpunkt wieder an seine tiefste - also stabilste - Stelle zurückkehren zu lassen. Wird dieser Neigungswinkel größer, nimmt der Zucker eine Position ein, in der der Schwerpunkt entweder durch Rückkehr in seine ursprüngliche Stellung oder durch Umfallen an seinen tiefsten Punkt zurückverlagert wird. Und diese Position ist genau dann erreicht, wenn sich der Schwerpunkt nicht mehr innerhalb der ursprünglichen Basis des Zuckerstücks befindet.

STANDFESTIGKEIT

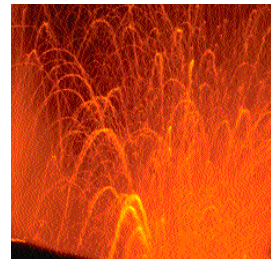


Aufgrund der Gravitationskraft fällt der Zucker um, sobald sein Schwerpunkt außerhalb der Standfläche - der sogenannten Unterstützungsfläche - liegt.

Körper bleiben also im Gleichgewicht, solange die Wirkungslinie der Gewichtskraft durch seine Auflagefläche verläuft.



REISEFÜHRER ZU DEN INNEREN KRÄFTEN DER ERDE



IM INNEREN DER ERDE

EXPONATE
Magnet Erde
Magnetfeld im Wandel
Konvektion
Feuergürtel

MODULE
Magnetfeld
Plattentektonik

Dieser Reiseführer weist dir den Weg durch das Universum® und zeigt dir die Kraftfelder der Erde. Du lernst die Erdanziehung und den Erdmagnetismus kennen. Zusätzlich erfährst du, wo dir diese Kräfte begegnen und wie wir sie wahrnehmen. Die Scouts, die Texttafeln und die Animationen an den Infoterminals helfen dir bei deiner Reise.

BEWEGUNG UND GLEICHGEWICHT

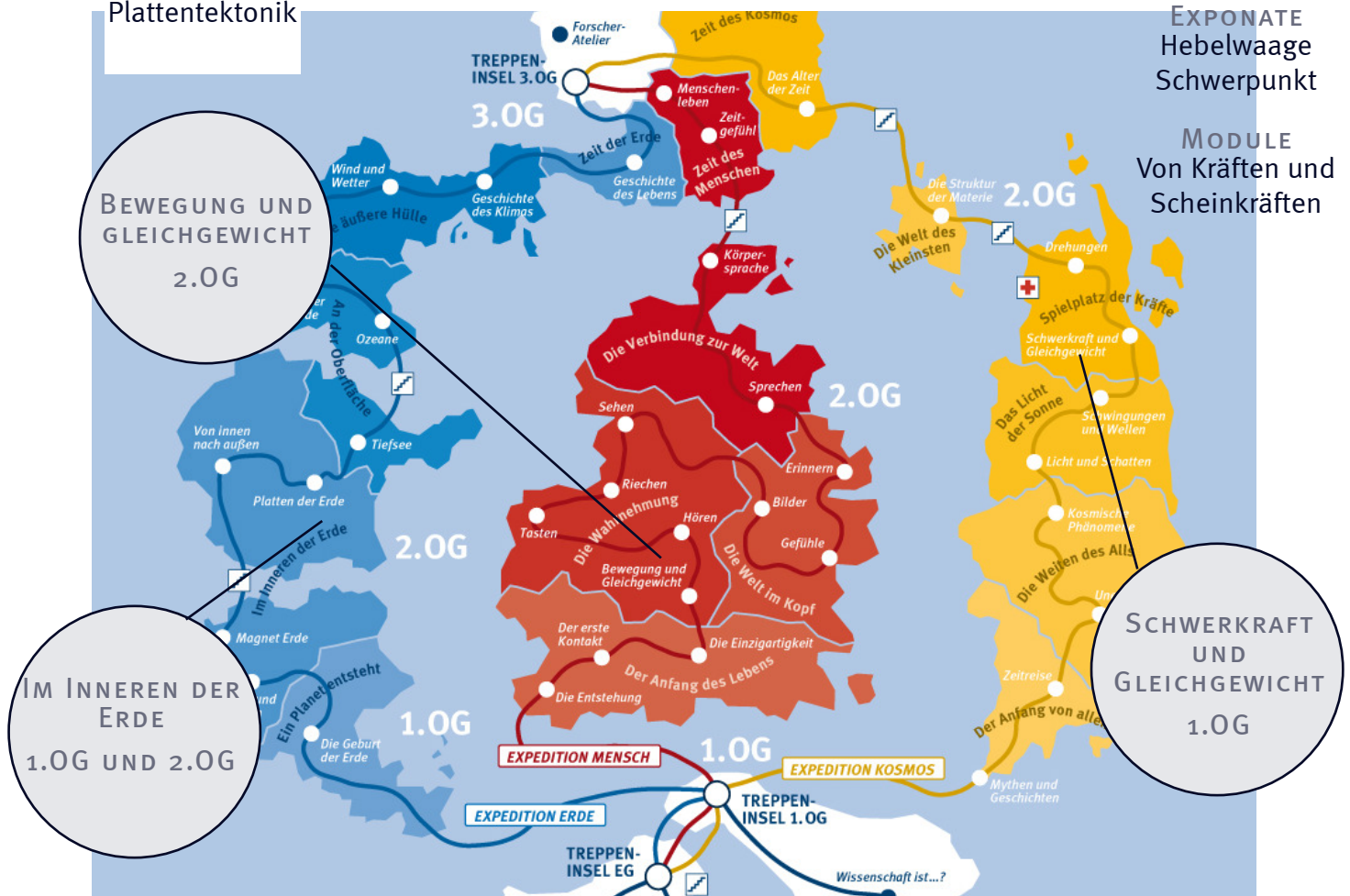
EXPONATE
Wiegen
Schaukeln
Körperlast

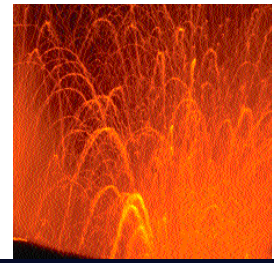
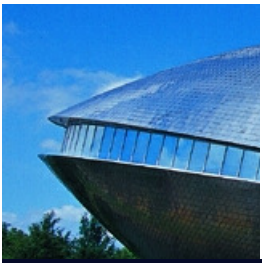
SCHWERKRAFT UND GLEICHGEWICHT

EXPONATE
Hebelwaage
Schwerpunkt

MODULE
Von Kräften und Scheinkräften

DIE REISESTATIONEN





MAGNET ERDE

1

Deine Reise beginnt im 1. OG in der Expedition Erde.
Am Exponat "Magnet Erde" kannst du das Magnetfeld der Erde sichtbar machen. Die Eisenspäne richten sich im Magnetfeld aus.
Beschreibe die Form des Magnetfeldes:

.....
.....

Wenn du nicht weiter weißt, dann helfen dir die Informationen im Computermodul "Magnetfeld" weiter.

Nimm etwas Eisenspäne in deine Hand und bewege sie über den Globus.

Was passiert?

Wie fühlt sich das an?

Wir Menschen haben keinen Sinn für das Magnetfeld, obwohl es durch uns durch wirkt. Wir brauchen Hilfsmittel - wie die Eisenspäne -, um es sichtbar zu machen.



2

POLARLICHTER



Das Bild an der Wand zeigt eine weitere Erscheinung, anhand der wir Menschen das Magnetfeld wahrnehmen.

Hast du schon mal Polarlichter gesehen?

Wie meinst du entstehen Polarlichter?

.....
.....

3

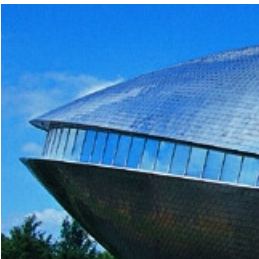
MAGNETFELD IM WANDEL

Das Erdmagnetfeld wird von flüssigem Eisen im äußeren Erdkern erzeugt. Dadurch ist das Feld nicht statisch, sondern verändert sich ständig. In unregelmäßigen Abständen kommt es sogar zu einer totalen Umkehr des Feldes.

Kannst du dir Dinge vorstellen, die dadurch beeinflusst sind?

.....
.....

(Hilfe findest du im Computermodul "Magnetfeld" unter »Animation«)



4

KONVEKTION

Wenn du dich jetzt auf den Weg vom Erdinneren bis an die Erdoberfläche machst, bist du in guter "Begleitung": Auch die Wärme steigt aus dem Erdinneren auf. Geschmolzenes Material dehnt sich aus und steigt auf. Dabei wird es abgekühlt und sinkt an anderer Stelle wieder in Richtung Erdkern. Am Exponat "Konvektion" kannst du den Prozess der Konvektion im Kleinen beobachten.

Beschreibe, wieso die Erdanziehung die treibende Kraft der Konvektion ist.

.....
.....
.....



5

FEUERGÜRTEL

Die Konvektion ist letztlich auch die Ursache, warum sich die Platten der Erde bewegen. Die Plattentektonik führt beispielsweise dazu, dass Bremen und New York ständig auseinander driften. Welche Phänomene sind noch auf die Bewegung der Platten zurückzuführen?

.....
.....



6

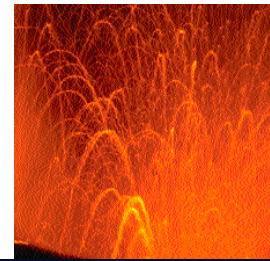
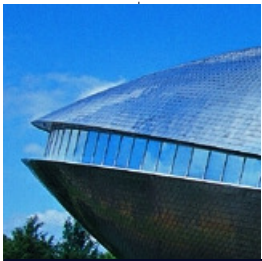
WIEGEN UND SCHAUKELN

Jetzt führt dich deine Reise über das Erdgeschoss wieder in das 2. OG - diesmal in die Expedition Mensch. Hier erfährst du, wie wir Menschen die Schwerkraft direkt wahrnehmen, mit einem speziellen Organ, dem Gleichgewichtsorgan.

Probiere auf der Wiege und der Schaukel aus, wie sich eine Drehbewegung und eine geradlinige Bewegung auf deinen Körper auswirken. Beschreibe, woher du die Bewegungen kennst bzw. an was sie dich erinnern.

.....
.....
.....





KÖRPERLAST

7

Wenn wir uns zu Hause auf die Waage stellen, sehen wir das Gewicht, das wir aufgrund der Erdanziehung haben. Unser Körper muss bei jedem Schritt jedoch nicht nur das Gewicht abfangen, sondern einen Impuls. Dieser berücksichtigt zusätzlich noch die Geschwindigkeit mit der wir auftreten.



Was zeigt der Impulsmesser an, wenn du auf die Waage springst?

.....

Wie groß ist der größte und wie klein ist der kleinste Impuls, den du erzeugen kannst?

.....

8

COMPUTERMODUL - VON KRÄFTEN UND SCHEINKRÄFTEN

Jetzt führt dich deine Reise sogar "auf andere Planeten". In jeder Expedition findest du Computer. Im Computermodul "Von Kräften und Scheinkräften" unter »Animation« erfährst du, wieviel du auf anderen Planeten wiegen würdest.

Wieviel wiegst du auf dem Mars?

Wieviel auf dem Mond?

HEBELWAAGE

9

Siehst du die Hebelwaage? Um schwere Lasten zu bewegen, muss man nicht unbedingt eine große Kraft aufbringen, sondern "am längeren Hebel" sitzen. Stell dich auf die Hebelwaage und bringe dich mit dem Betonklotz ins Gleichgewicht. Glaubst du, dass die Hebelwaage auf dem Mond auch an der gleichen Stelle ins Gleichgewicht kommen würde?

.....

SCHWERPUNKT



Suche den Schwerpunkt des Stabes. Nun unterstützt dein Finger den Stab in seinem Schwerpunkt und er befindet sich im Gleichgewicht. Versuche, diese Situation mit Hilfe der Hebelgesetze zu beschreiben.

.....

.....

.....

Jetzt ist deine Expedition zu Ende. Du hast viel über die inneren Kräfte der Erde, ihre Wirkungen und wie wir sie wahrnehmen erfahren. Sicherlich bist du auf weitere Fragen gestoßen. Vielleicht findest du ja die Antworten bei deinen Eltern, in einem guten Buch oder in deiner Fantasie. Viel Spaß dabei wünscht dir das Universum-Team!



INTERNET-LINKS

<http://leifi.physik.uni-muenchen.de>

LEHRMATERIAL ZU VERSCHIEDENEN THEMEN DER PHYSIK U.A.
MAGNETFELD DER ERDE

<http://www.astronomie.de/fachbereiche/atm-erscheinungen/polarlichter/einfuehrung/index.htm>

ERKLÄRUNG POLARLICHTER

<http://www.pae.asn-graz.ac.at/linux2/tutor-bu/dasohr.html>

BESCHREIBUNG DES GLEICHGEWICHTSORGANS

<http://www.g-o.de/index.php?cmd=redaktion/lernwelten/ureihen.htm&header=lw>

AUFBAU DER ERDE - VULKANISMUS /ERDBEBEN

EINBINDUNG IN DIE RAHMENRICHTLINIEN DES LANDES BREMEN

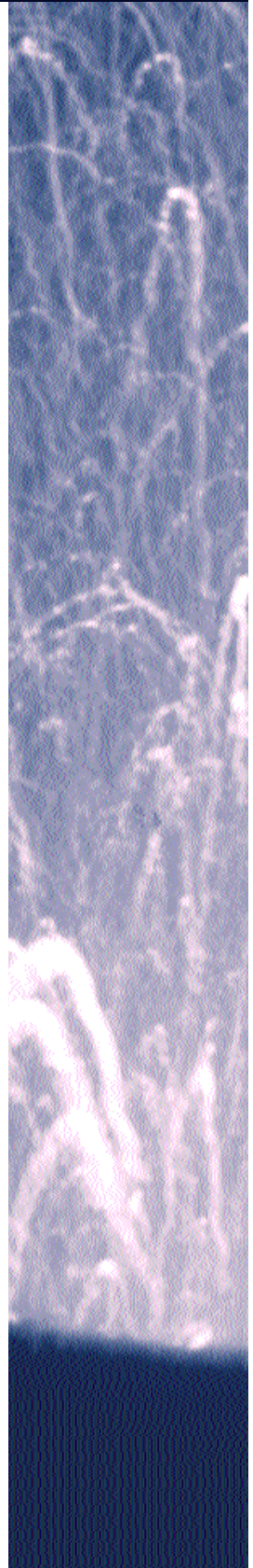
Dieser Reiseführer ermöglicht den Schülerinnen und Schülern, Erfahrungen in den Bereichen KRÄFTE UND BEWEGUNG, GRUNDLAGEN MAGNETISMUS und SINNE UND WAHRNEHMUNG zu sammeln. Zu folgenden Themen führen die Schülerinnen und Schüler Experimente durch: MAGNETFELD DER ERDE, GRAVITATIONSFELD DER ERDE, POLARLICHTER, GLEICHGEWICHTSORGAN, HEBELGESETZE , SCHWERPUNKT.

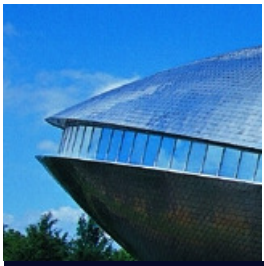
EINBINDUNG IN DAS UNIVERSUM® BREMEN

Dieser Reiseführer begleitet die Schülerinnen und Schüler in die Ausstellungsbereiche IM INNEREN DER ERDE, BEWEGUNG UND GLEICHGEWICHT und SPIELPLATZ DER KRÄFTE auf den Expeditionen Erde, Mensch und Kosmos. An folgenden Exponaten erleben sie Phänomene zu den Themen: MAGNET ERDE, MAGNETFELD IM WANDEL, KONVEKTION, FEUERGÜRTEL, WIEGEN UND SCHAUKEL, KÖRPERLAST, HEBELWAAGE, SCHWERPUNKT.

Vertiefte Informationen erhalten die Schülerinnen und Schüler durch die Computermodule MAGNETFELD DER ERDE , PLATTENTEKTONIK, GLEICHGEWICHTSINN und VON KRÄFTEN UND SCHEINKRÄFTEN.

Weitere Informationen befinden sich auf der Homepage:
www.universum-bremen.de





KURZBESCHREIBUNG

Dieser Reiseführer wurde für Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 9-12 entwickelt. Er führt sie durch das Universum® Bremen und zeigt ihnen Phänomene, bei denen sie etwas über das Magnetfeld und das Gravitationsfeld der Erde erfahren. Sie lernen ihre Auswirkungen kennen und erleben wie sie wahrgenommen werden können.



DIESE HANDREICHUNG WURDE VOM UNIVERSUM® BREMEN
UNTER DER MITARBEIT DES LANDESINSTITUTES FÜR SCHULE,
BREMEN ENTWICKELT.
AUTORIN: BIRGIT HELLWIG

