

4.2 Das Newton'sche Gravitationsgesetz

Laut Berichten soll Isaac Newton durch Beobachtung eines Apfels, der vom Baum fiel, auf die Idee gebracht worden sein, dass dies durch dieselbe Kraft geschieht, die auch auf den Mond und die Erde wirkt. Damit wurde erstmals die **Gravitation (F_G)** beschrieben. Sie ist eine Grundkraft der Physik und beschreibt die gegenseitige Anziehung von Massen. Die Gravitation nimmt mit zunehmender Entfernung der Massen ab.

Newton erstellte ein allgemeines Kraftgesetz, das die Anziehungskräfte zwischen zwei Körpern beschreibt. Das **Newton'sche Gravitationsgesetz** besagt:

- Zwischen zwei Massen (M_1 und M_2) wirkt eine gegenseitig anziehende Kraft, die direkt proportional zu den Massen ist. Das bedeutet, M_1 zieht M_2 an und gleichzeitig zieht M_2 gleich stark M_1 an.
- Die Anziehungskraft wird mit dem Quadrat der Entfernung (r) kleiner.

In Abb. 37 können Sie die Gravitationskraft (F_G) zwischen Erde und Mond erkennen. Sie entsteht durch die unterschiedlichen Massen (M) der beiden Körper. Der Abstand (r) beeinflusst die Stärke der Gravitationskraft.

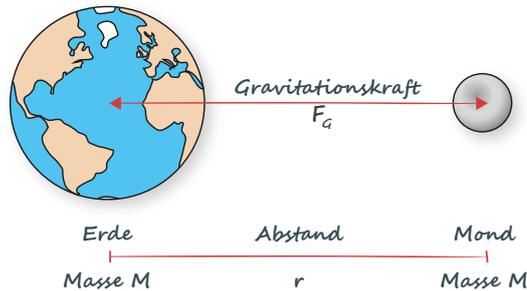


Abb. 37 Darstellung des Newton'schen Gravitationsgesetzes

Die Gleichung für das Newton'sche Gravitationsgesetz lautet:

$$F_G = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{r^2}$$

F_G = Gravitationskraft

G = Gravitationskonstante

M = Masse

r = Abstand zwischen den Massen

Die Gravitationskonstante (G) verknüpft die Masse mit der Gravitation und ist eine Naturkonstante.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

Mit Hilfe der Gravitationskonstanten werden astronomische Größen und Vorgänge beschrieben. Die Gravitationskonstante wurde erstmals von Henry Cavendish experimentell bestimmt.

Aus dem Newton'schen Gravitationsgesetz können Sie schließen, dass sich zwei Körper aufgrund ihrer Massen gegenseitig anziehen.

Der Raum um einen Körper mit einer bestimmten Masse wird als **Gravitationsfeld** bezeichnet. Hier wirkt die Gravitation einer Masse eines Körpers. Je näher ein anderer Körper dem Gravitationsfeld kommt, desto stärker wird er angezogen.

Einige Beispiele zu Gravitation und Gravitationsfeld:

- Die Erde zieht den Mond an, der sich im Gravitationsfeld der Erde bewegt.
- Erde und Mond befinden sich aber im Gravitationsfeld der viel massereicheren Sonne und werden von ihr angezogen.
- Die Entfernung zwischen Sonne und Mond ist viel größer als die Entfernung zwischen Erde und Mond. Deshalb hat die Sonne eine geringere Anziehungskraft auf den Mond als die Erde und deshalb bleibt der Mond in seiner Umlaufbahn um die Erde.

Die Gravitation ist

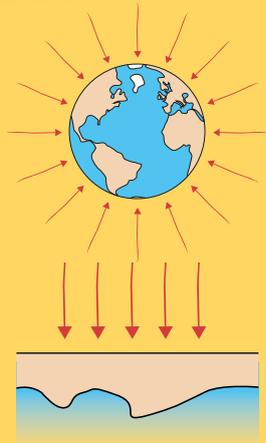
- eine Wechselwirkung zwischen allen Massen.
- die schwächste aller heute bekannten Wechselwirkungskräfte.
- nur bei großen Massen, wie sie im Universum vorhanden sind, von Bedeutung.
- der Grund, warum wir auf der Erde stehen bzw. gehen können und nicht wegfliegen.

Gravitation (F_G) oder Massenanziehung = beschreibt, wie sich Massen gegenseitig anziehen: Die Anziehungskraft nimmt stark zu, wenn der Abstand zwischen den Körpern geringer wird. Sie nimmt stark ab, wenn sich der Abstand vergrößert.

Henry Cavendish
(1731 – 1810), britischer Naturwissenschaftler

Gravitationsfeld = Raum in der Umgebung einer Masse, wo die Gravitation wirkt

NAWI-XTRA



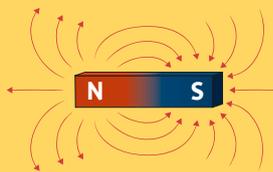
Felder und Feldlinien

- Jede Masse ist von einem **Gravitationsfeld** umgeben. Es wird mit Hilfe von **Feldlinien** dargestellt. Feldlinien sind gedachte oder gezeichnete Linien, die von einem Körper ausgehen und die ausgeübte Kraft grafisch sichtbar machen. Die **Gravitationsfeldlinien** der Erde zeigen zum Erdmittelpunkt.

Abb. 38 Gravitationsfeldlinien der Erde

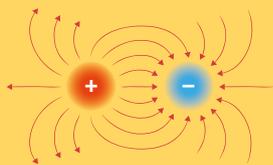
- Bei geringer Entfernung zum Boden kann man von parallelen Feldlinien ausgehen, da die Krümmung der Erde vernachlässigt werden kann.

Abb. 39 Feldlinien der Erde in geringer Höhe



- **Magnete** sind von einem Magnetfeld umgeben. Magnetische Feldlinien sind in sich geschlossene Linien, die am Nordpol austreten und am Südpol wieder eintreten. Nähern sich zwei Magnete, so ziehen sie sich ab einem gewissen Abstand an. Sie sind in das Magnetfeld des jeweiligen anderen Magneten gelangt.

Abb. 40 Magnetische Feldlinien an einem Stabmagnet



- **Elektrische Feldlinien** haben ihren Ausgangspunkt in elektrischen Ladungen: Positive Ladungen sind sogenannte Quellen, die Feldlinien zeigen von der Ladung weg. Negative Ladungen sind sogenannte Senken, die Feldlinien zeigen zur Ladung. Nähern sich zwei ungleichnamige Ladungen, so entsteht ein ähnliches Bild wie bei einem Magneten. Diese Feldlinien beschreiben die Coulombkraft, das ist die Kraft zwischen zwei elektrischen Ladungen. Sie zeigen das elektrische Feld an.

Abb. 41 Feldlinien eines elektrischen Feldes

MINI 11

Wie groß ist die Anziehungskraft?

- ☺☹ Zwei Körper mit je 65 kg Masse befinden sich in einem Abstand von 1,5 m. Berechnen Sie die Anziehungskraft zwischen den beiden Körpern.

NAWI AKTIV 6

Erde, Mond, Sonne – wie beeinflussen sie einander?

- Lernziele:**
- Ich kann Informationen aus dem Internet oder aus Büchern bearbeiten. **B, N2**
 - Ich kann Texte zusammenfassen und Inhalte kurz beschreiben. **A, N2**
 - Ich kann Ergebnisse in Skizzen präsentieren. **G, N2**

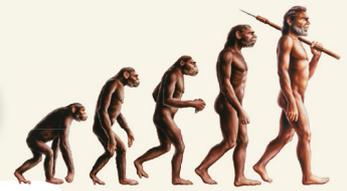
Material: Internet und Bücher aus der Schulbibliothek

Aufgaben:

- ☹ Suchen Sie aus dem Internet oder aus Büchern Informationen zu folgenden Begriffen:
- Gezeiten
 - Springflut und Nippflut
 - Sonnenfinsternis
 - Mondfinsternis

- ☹☹ Fassen Sie die Informationen in kurzen Texten zusammen und fertigen Sie Skizzen an, die diese Naturerscheinungen beschreiben.





Präsentieren Sie Ihre Skizzen einer anderen Gruppe und erklären Sie sich gegenseitig Ihre Ergebnisse.

SELBSTEINSCHÄTZUNG Ich habe die Aufgaben bearbeitet:			Feedback Lehrer/innen ↔ Schüler/innen
sehr gut	gut	weniger gut; folgendes muss ich nachholen	

CLIL REVIEW

Biological aspects – Intertidal ecology

Intertidal ecology is the study of intertidal ecosystems, where organisms live between the low and high water lines. At low water, the intertidal is exposed (or 'emersed') whereas at high water, the intertidal is underwater (or 'immersed'). Intertidal ecologists therefore study the interactions between intertidal organisms and their environment, as well as among the different species. The most important interactions may vary according to the type of intertidal community. The broadest classifications are based on substrates – rocky shore or soft bottom.

Intertidal organisms experience a highly variable and often hostile environment, and

have adapted to cope with and even exploit these conditions.

Humans use intertidal regions for food and recreation. Overexploitation can damage intertidals directly. Other anthropogenic actions such as introducing invasive species and climate change have large negative effects. Marine Protected Areas are one option communities can apply to protect these areas and aid scientific research.



Abb. 42
Rock at low water, exhibiting typical intertidal zonation

intertidal = Watt, Gezeiten-

zonation = Einteilung in Zonen, Zonierung

emersed = herausragend

immersed = versunken

substrates = Untergründe

overexploitation = Überbeanspruchung, zu starke Ausbeutung

anthropogenic = anthropogen = durch den Menschen beeinflusst/ verursacht

😊 Answer the following questions. Sometimes there is more than one possibility.

- Where do intertidal organisms live?
 - above water at high tide
 - above water at low tide
 - under water at high tide
 - under water at low tide
- What is the broadest classification of intertidal organisms based on?
 - on the qualities of the subsurface
 - on the size of the organisms
 - on the biological characteristics of the organisms
 - on the mode of living of the organisms
- What kind of environment do intertidal organisms experience?
 - a mostly stable environment
 - a highly variable environment
 - an often hostile environment
 - an environment difficult to survive

😊😊 Compare your results with a partner.

4.3 Aufbau des Universums

Urknall oder **Big Bang** = der Beginn des Universums

Satellit = natürlicher oder künstlicher Raumflugkörper, der einen Himmelskörper auf einer festen Umlaufbahn umkreist

Das Universum entstand vor etwa 13,7 Milliarden Jahren in Folge des Urknalls – auch **Big Bang** (► S. 34) bezeichnet. Mit der heutigen Technik und den neuen Satelliten entdeckt man immer neue Strukturen des Universums.

Diese Strukturen bestehen alle aus derselben Materie, daher bestehen auch wir aus denselben Elementen und Molekülen. Man könnte sagen, Menschen bestehen aus Sternenstaub. Die Gravitation (► S. 29) hält alle Teile des Universums zusammen.

Folgende Strukturen findet man im Universum:

- **Sterne** sind massereiche, selbstleuchtende Himmelskörper aus Plasma und Gas. Unsere **Sonne** ist ein Stern. Die meisten Sterne bilden Planetensysteme.
- **Planetensysteme** sind Ansammlungen größerer Himmelskörper, die sich – durch die Gravitationskraft gebunden – um mindestens einen gemeinsamen Zentralstern bewegen. Unser 4,5 Milliarden Jahre altes Sonnensystem ist so ein Planetensystem mit insgesamt acht Planeten (► Abb. 43).

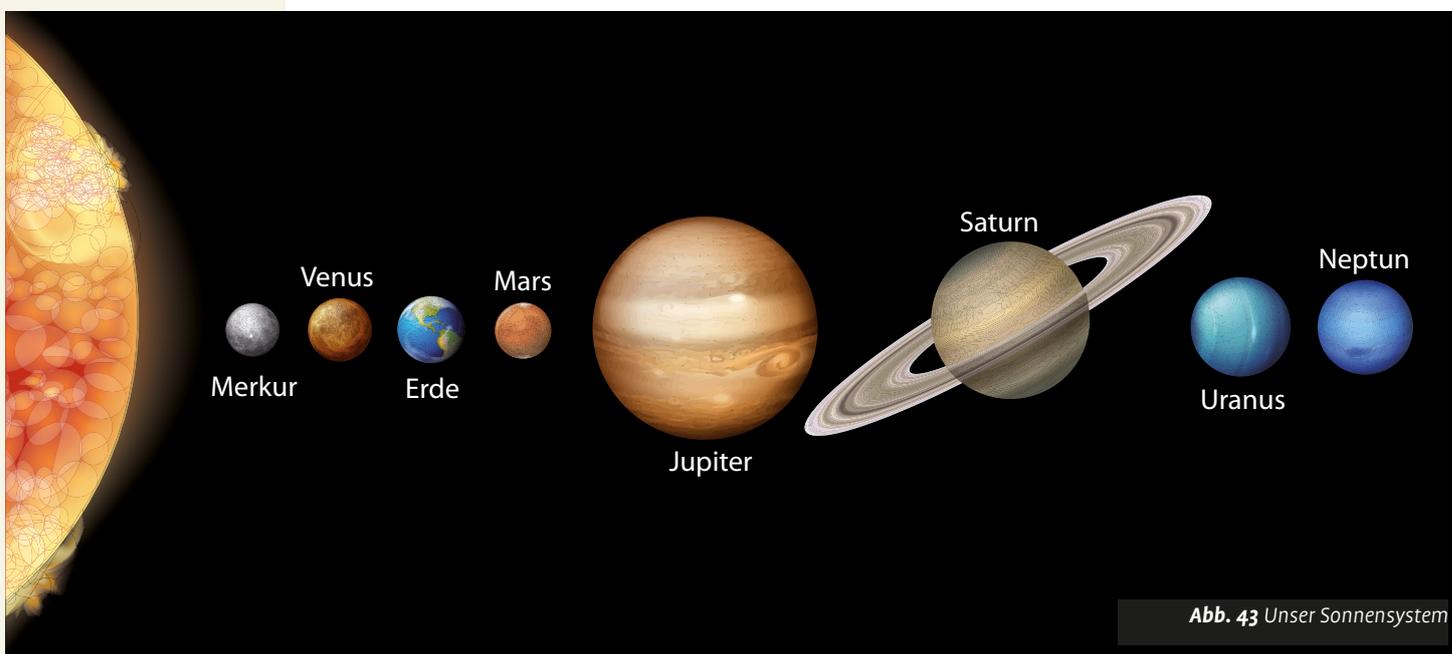


Abb. 43 Unser Sonnensystem

Raumsonden = Flugkörper, die zur Erforschung des Universums in das Weltall geschickt werden

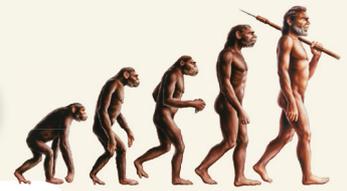


Abb. 44 Hoba-Meteorit in Namibia



Abb. 45 Komet Lovejoy entdeckt auf Fotos vom 7. und 8. September 2013 vom Fotografen Lovejoy

- **Planeten** sind nicht selbstleuchtende, größere Himmelskörper von kugelähnlicher Gestalt. Sie befinden sich auf einer Umlaufbahn um einen Zentralstern. Aufgrund seines Gravitationsfeldes hat ein Planet seine Umlaufbahn für sich alleine, lediglich Trabanten (Monde) können um den Planeten kreisen. Die **Erde** ist so ein Planet.
- **Trabanten** sind natürliche Satelliten, die einen Planeten in einer Bahn umkreisen. In der Umgangssprache wird der Trabant als **Mond** bezeichnet. Da aber andere Planeten ebenfalls Monde besitzen, spricht man bei der Erde vom Erdmond.
- **Asteroiden** sind Kleinplaneten bzw. kleinere Objekte, die sich in Umlaufbahnen um die Sonne bewegen. Ein Teil der Asteroiden konnte mit Hilfe von Raumsonden erforscht werden. Die Umlaufbahnen der Asteroiden sind unterschiedlich. Zwischen Mars und Jupiter befinden sich die meisten Asteroiden, daher wird dieser Abschnitt als **Asteroidengürtel** bezeichnet. Asteroiden, die sich der Erde nähern, werden als erdnahe Asteroiden bezeichnet.
- **Meteoriden** sind kleine Objekte des Sonnensystems, die die Erdbahn kreuzen. Treten sie in die Erdatmosphäre ein, erzeugen sie eine Leuchterscheinung und werden als **Meteor** bzw. Sternschnuppe bezeichnet. Die Leuchterscheinung entsteht, da die Meteoriden verglühen. Gelangen verglühte Teile der Meteoriden auf die Erde, werden sie als **Meteoriten** bezeichnet.
- **Kometen** oder Schweifsterne sind kleinere Eis- oder Gesteinsbrocken von einigen Kilometern Durchmesser. Sie sind Überreste der Entstehung des Sonnensystems und befinden sich im äußeren, kalten Bereich des Sonnensystems, wo sie den Kuipergürtel bilden. Gelangen sie in die Nähe der Sonne, verdampft das Eis an der Oberfläche und reißt damit Staubteilchen mit, die den typischen **Kometenschweif** bilden.



- **Galaxien** sind Ansammlungen von Sternen, Planetensystemen, Asteroiden und Gasnebeln, die durch die Gravitation zusammengehalten werden. Die Galaxie, in der sich unser Sonnensystem befindet, ist die Milchstraße. Die **Milchstraße** gehört zu den größten Galaxien und besitzt etwa 300 Milliarden Sterne. Die Andromeda-Galaxie ist unsere nächste Nachbargalaxie. Die Entfernung beträgt 2,4 bis 2,7 Millionen **Lichtjahre**. In der Milchstraße ist die Materie scheibenartig angeordnet und unsere Sonne wie auch andere Sonnen rotieren um den Galaxiekern. Neben Sonnen, Planeten und Trabanten enthält diese Scheibe auch große Mengen an Gas und Staub, die sogenannte **interstellare Materie**. Im Mittelpunkt der Galaxie vermutet man ein schwarzes Loch.

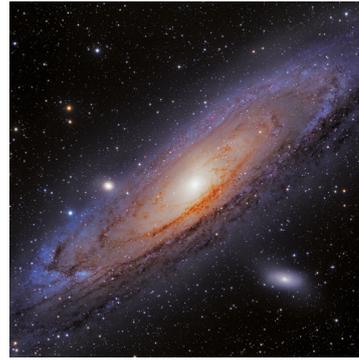


Abb. 46
Spiralgalaxie – so ähnlich könnte unsere Milchstraße von oben aussehen

Lichtjahr (Lj) = astronomische Längeneinheit für die Entfernung, die das Licht im Vakuum mit einer Geschwindigkeit von rund 300 000 m/s in einem Jahr zurücklegt
 $1 \text{ Lj} = 9,461 \cdot 10^{15} \text{ m}$
 In der Fachsprache sind jedoch Angaben in Parsec (pc) üblich:
 $1 \text{ pc} = 3,08566776 \cdot 10^{16} \text{ m}$

MINI 12

Wie weit sind Milchstraßen- und Andromedagalaxie voneinander entfernt?

- ☺☺ Berechnen Sie die Entfernung der Milchstraßengalaxie zur Galaxie Andromeda mit 2,4 Millionen Lichtjahren (Lj) in Kilometer.
- ☺☺ Berechnen Sie die Entfernung zwischen unserem Planetensystem und dem nächsten Planetensystem Alpha Centauri, das sich in 4,34 Lichtjahren Entfernung befindet, in Kilometer.

- Ein **schwarzes Loch** ist ein Ort mit extrem starker Gravitation, sodass aus diesem Raum *nichts* – auch kein Lichtsignal – nach außen gelangen kann. Gelangt ein Körper in die Nähe eines schwarzen Lochs, wird er von diesem aufgesaugt.
- **Galaxienhaufen:** Im Universum treten Galaxien in Gruppen oder Haufen auf, die aus mehreren tausend Galaxien bestehen und sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten im gemeinsamen Gravitationsfeld bewegen. Theoretisch könnten mit der heutigen Technik von der Erde aus über 50 Milliarden Galaxien beobachtet werden. Unsere Galaxie befindet sich mit 40 weiteren Galaxien in der lokalen Gruppe. Diese ist wiederum Teil des **Virgoaufens**.

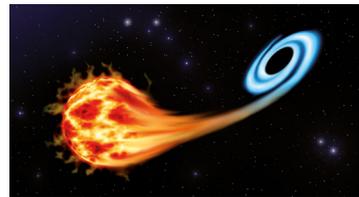


Abb. 47
Fotomontage eines schwarzen Lochs, das einen Körper aufsaugt

MINI 13

Adresse im Universum

- ☺ Schreiben Sie unter Berücksichtigung Ihres Wissens über das Universum Ihre genaue Adresse auf – bis zur Ortsangabe Virgohaufen.
- ☺☺ Vergleichen Sie mit einer Partnerin bzw. einem Partner die Adressen und ergänzen Sie diese eventuell.

- Die Erforschung des Universums ist erst durch zahlreiche Beobachtungen und neue Techniken möglich geworden.
- Johannes Kepler formulierte die drei **Kepler'schen Gesetze**, die die Umlaufbahnen der Planeten um die Sonne beschreiben.
- Im **Newton'schen Gravitationsgesetz** werden die Anziehung von Massen und ihre Auswirkung beschrieben.
- **Gravitation** ist eine Grundkraft der Physik und beschreibt die gegenseitige Anziehung von Massen, die mit zunehmender Entfernung der Massen abnimmt.
- Der Raum um einen Körper mit einer bestimmten Masse wird als **Gravitationsfeld** bezeichnet. Hier wirkt die Gravitation einer Masse eines Körpers.
- Die Gravitation hält alle Strukturen des Universums zusammen.
- Das **Universum** entstand vor 13,7 Milliarden Jahren in Folge des Urknalls oder Big Bang. Der **Urknall** oder **Big Bang** stellt den Beginn des Universums dar.
- **Sterne** sind massereiche, selbstleuchtende Himmelskörper (z. B. unsere Sonne).
- **Planeten** besitzen eine kugelähnliche Gestalt und umkreisen auf einer Umlaufbahn einen Stern. Mehrere Planeten bilden **Planetensysteme**.
- **Asteroiden** sind kleinere Objekte, die sich in Umlaufbahnen um die Sonne bewegen. Sie bilden Asteroidengürtel, die aus zahlreichen Asteroiden bestehen.
- **Meteoriden** sind kleine Objekte des Sonnensystems, die die Erdbahn kreuzen. Wenn sie in die Erdatmosphäre eindringen und verglühen, bilden sie **Meteore** oder **Sternschnuppen**.
- Ein **Meteorit** ist ein Meteorid, der auf der Erde einschlägt.
- Ein **Komet** oder **Schweifstern** besitzt in der Sonnennähe einen typischen, leuchtenden Kometenschweif. Er bewegt sich auf einer vorgegebenen Umlaufbahn um die Sonne und tritt nur periodisch am Himmel in Erscheinung.
- **Galaxien** sind Ansammlung von Sternen, Planetensystemen, Asteroiden und Gasnebeln, die durch die Gravitation zusammengehalten werden.
- Das **Lichtjahr** ist ein Längenmaß in der Astronomie für die Entfernung, die das Licht im Vakuum mit einer Geschwindigkeit von rund 300 000 km/s in einem Jahr zurücklegt.
- Als **interstellare Materie** werden Gas und Staub innerhalb einer Galaxie bezeichnet.
- Ein **schwarzes Loch** ist ein Ort mit extrem hoher Gravitation, aus dem auch kein Lichtsignal entweicht.
- Mehrere Galaxien bilden einen **Galaxienhaufen**.

4.4 Entwicklung des Universums

Über die Entstehung und Entwicklung des Universums gibt es zahlreiche Theorien und Mythen. Eines ist jedoch sicher: Jedes Lebewesen auf der Erde besteht aus denselben Elementen, aus denen auch die Sterne entstanden sind.

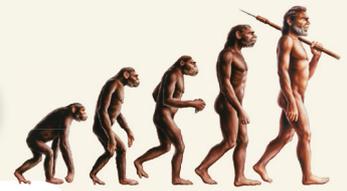
Die Entstehung des Universums wird mit dem **Urknall** oder **Big Bang** vor 13,7 Milliarden Jahren in Verbindung gebracht. Wir stellen uns ihn als große, helle Explosion am Anfang von Raum und Zeit vor.



Abb. 48 Vorstellung des Urknalls

Das Universum und auch der Urknall sind für uns fast unvorstellbar. **Edwin Hubble** entdeckte Anfang des 20. Jahrhunderts, dass sich das Universum ausdehnt und sich die Galaxien voneinander entfernen. Aus dieser Beobachtung zog man den Schluss, dass das Universum einen Ursprung haben muss.

Edwin Powell Hubble
(1889 – 1953),
US-amerikanischer
Astronom



Ein wichtiger Hinweis darauf war auch die Entdeckung der sogenannten **Hintergrundstrahlung** im Jahr 1964. Die Hintergrundstrahlung oder kosmische Mikrowellenhintergrundstrahlung entstand kurz nach dem Urknall.

Sie darf nicht mit der kosmischen Strahlung verwechselt werden. Die **kosmische Strahlung** kommt von der Sonne, der Milchstraße und fernen Galaxien und ist eine hochenergetische Teilchenstrahlung.

Nach unserem heutigen Wissensstand stellt man sich die **Geschichte des Universums** folgendermaßen vor:

- Der **Urknall** entzieht sich in Wirklichkeit unserer Vorstellungskraft. Er war mit 10^{-43} Sekunden unbeschreiblich kurz, es gab weder Licht noch Materie.
- Danach breitete sich das Universum in der sogenannten **kosmische Inflation** mit mehr als Lichtgeschwindigkeit aus. Es vergrößerte sich in sehr kurzer Zeit extrem.
- Bruchteile von Sekunden später bildete sich erstmals **Materie**, indem sich Energie in Materieteilchen umwandelte.
- Dann formierten sich **Quarks** zu Wasserstoffatomkernen, anschließend entstanden Heliumatomkerne. Das Weltall war heiß und undurchsichtig. Lichtteilchen standen ständig in Wechselwirkung mit Materieteilchen.
- Durch weitere Abkühlung des jungen Universums verbanden sich die Atomkerne mit Elektronen zu neutralen Atomen. Energie in Form von Licht wurde bei diesen ersten Kernprozessen freigesetzt. Dadurch wurde das Universum durchsichtig.
- Hauptbestandteil des jungen Universums war nun die noch kaum erforschte **dunkle Materie**. Sie bildete eine Art Netz und zog die bereits entstandene Materie mit sich. Daraus entstanden später die Galaxien.
- Doch, bis es zur Entstehung der ersten Sterne kam, musste sich das Universum noch weiter abkühlen. Viele der ersten Sterne hatten riesige Ausmaße, sie waren teilweise 100-mal größer als unsere Sonne. Diese gigantischen Sterne wurden nicht sehr alt, man vermutet nur drei bis zehn Millionen Jahre. Sie explodierten jeweils in einer **Supernova**, einer sehr hellen Explosion, bei der es zur Entstehung von schwarzen Löchern kommen konnte.



Abb. 49 Darstellung einer Supernova

Schwarze Löcher zogen umliegende Materie an sich, dadurch wurden sie meist zu Keimzellen der Galaxien.

Daher findet man ein schwarzes Loch in fast jeder **Galaxie**, auch in der Milchstraße. 2003 gelang der Nachweis für diese Annahme.

An einem Seitenarm der Milchstraße befindet sich unsere **Sonne**. Die Sonne ist ca. fünf Milliarden Jahre alt.

Die Milchstraße, und somit auch unser Sonnensystem, entfernt sich immer schneller von den anderen Galaxien unseres Universums (Expansions-Beschleunigungs-Theorie).

Die Entwicklung des Universums war die Voraussetzung für die Evolution des Lebens (► S. 38).

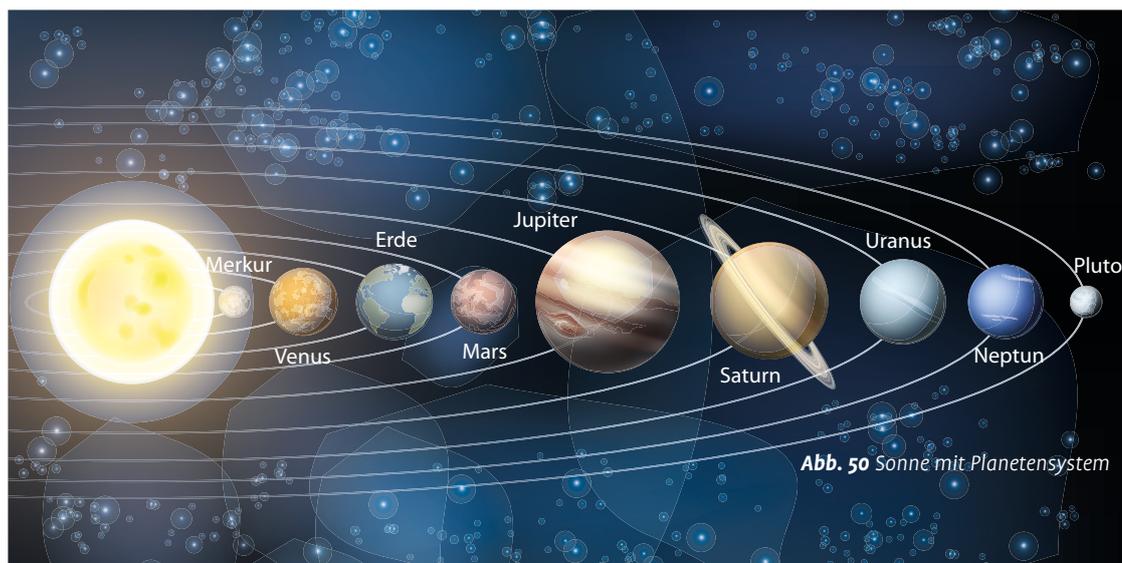


Abb. 50 Sonne mit Planetensystem

Quarks = Elementarteilchen, aus denen Protonen und Neutronen bestehen

dunkle Materie = nicht sichtbar, aber mit Gravitationskräften versehen; ermöglicht die Erklärung der Bewegung der sichtbaren Materie

Nova = Sternexplosion bei Sternen der Größe unserer Sonne

Supernova = sichtbare Explosion eines großen Sterns am Ende seiner Lebenszeit

schwarzes Loch = Ort mit extrem hoher Gravitation, aus dem auch kein Lichtsignal entweicht

NAWI-XTRA

Viele Fragen sind noch offen

Die Theorie über den Urknall hat viele Fragen beantwortet, aber sie hat auch viele neue Fragen aufgeworfen.

Am **CERN** in Genf versucht man, in einem Teilchenbeschleuniger die Situation kurz nach dem Urknall nachzustellen. Man schießt elektrisch geladene Teilchen mit beinahe Lichtgeschwindigkeit aufeinander. So fand man 2012 auch das Higgs-Teilchen. Es soll für die Umwandlung von Energie in Masse kurz nach dem Urknall verantwortlich sein. Genauere Ergebnisse und Kenntnisse über das Higgs-Teilchen werden in Zukunft erwartet.

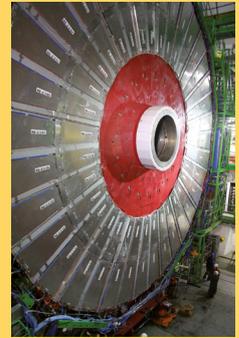


Abb. 51

Teilchenempfänger im CERN

Offene Fragen bleiben u. a.:

- Was soll aus dem Universum werden, wenn es immer größer und kälter wird?
- Was war eigentlich vor dem Urknall?

CERN = Europäische Organisation für Kernforschung in Genf, wo mit Hilfe eines Teilchenbeschleunigers physikalische Grundlagenforschung betrieben wird

Teilchenbeschleuniger = mit Hilfe von elektrischen Feldern werden darin elektrisch geladene Teilchen auf hohe Geschwindigkeit gebracht

Higgs-Teilchen = Elementarteilchen, welches als Ursache dafür angesehen wird, dass jede Materie eine Masse besitzt



🤔 Look at the infographic showing the formation of the Universe. Check the words that you do not know in a dictionary.

😊😊 Get in pairs and give a short description of the history of the Universe. Take turns. Use the phrases from the box.

The chronology of the Universe describes ...
 According to the Big Bang theory ...
 In the first phase ...
 In the second phase ...
 The third phase started when ...
 Beyond the present day the Earth will ...

History Of The Universe

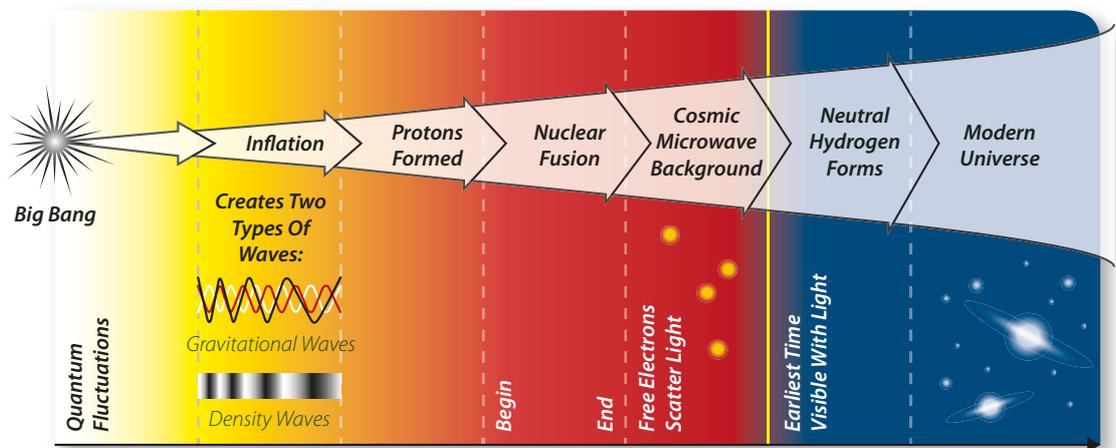
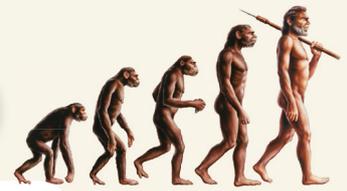


Abb. 52 History of the Universe



WISSENSBOX

- Das Universum entstand vor **13,7 Milliarden Jahren** durch den **Urknall** oder **Big Bang**.
- **Edwin Hubble** entdeckte, dass sich die Galaxien im Universum voneinander entfernen.
- Durch die Entdeckung der **Hintergrundstrahlung** gab es den Beweis, dass das Universum einen Ursprung hat.
- Am Anfang des Universums gab es weder Licht noch Schall.
- Durch die gewaltige Explosion des Urknalls breitete sich durch die **kosmische Inflation** das Universum rasch aus.
- Als nächstes bildete sich **Materie** und Quarks formierten sich zu Wasserstoffatomkernen.
- **Quarks** sind Elementarteilchen, aus denen Protonen und Neutronen aufgebaut werden.
- Es war noch immer dunkel im Universum. Erst, als sich **Atome** bildeten, wurde das Universum sichtbar.
- Hauptbestandteil war noch immer die **dunkle Materie**.
- Dunkle Materie ist nicht sichtbar, aber mit Gravitationskräften versehen und ermöglicht die Erklärung der Bewegung der sichtbaren Materie.
- Es bildeten sich sehr **große Sterne**, die in einer **Supernova** explodierten.
- Dabei entstanden unter anderem **schwarze Löcher** mit hoher Gravitation, die Materie an sich zogen und **Galaxien** bildeten.
- Unser **Sonnensystem** befindet sich am Rande der **Galaxie Milchstraße**.

NAWI QUIZ

Lösen Sie folgende Aufgaben. Sie haben 10 Minuten Zeit. Viel Erfolg!

Wählen Sie die passende Aussage.

1. Planeten bewegen sich auf elliptischen Bahnen um die Sonne,
 - sagte Galilei.
 - sagte Kepler.
 - die Sonne sitzt in den beiden Brennpunkten der Ellipse.
2. Sonnenferne Planeten bewegen sich
 - langsamer
 - schneller
 als sonnennahe Planeten.
3. Ergänzen Sie folgenden Satz:
Das Newton'sche Gravitationsgesetz beschreibt, _____.
4. Begründen Sie in eigenen Worten, warum der Mond nicht auf die Erde fällt.

5. Schreiben Sie die acht Planeten in der richtigen Reihenfolge von der Sonne beginnend auf.

6. Eine Sternschnuppe ist ein
 - Meteorit.
 - Komet.
 - Meteor.
7. Unter Big Bang versteht man
 - den Urknall.
 - den Turm vom Parlament in London.
 - einen lauten Knall.