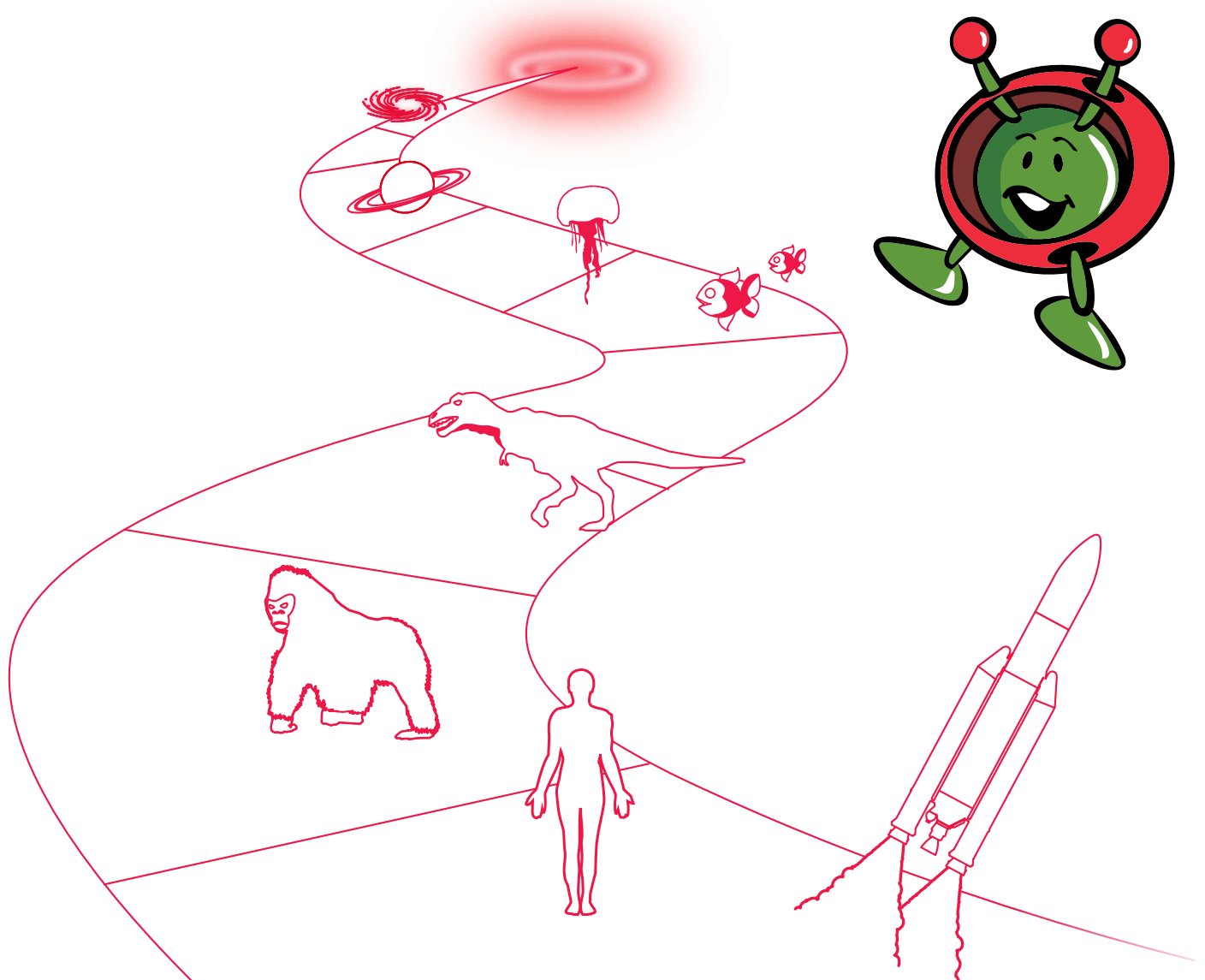


primary | PR02

teach with space

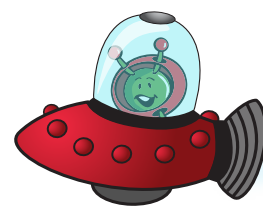
→ GESCHICHTE DES UNIVERSUMS

Erstellung von Zeitachsen



→ EINLEITUNG

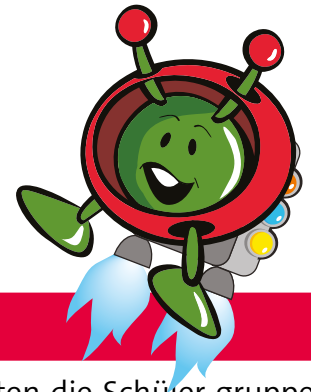
Das hohe Alter des Universums ist möglicherweise schwer zu verstehen und in die richtige Perspektive zu rücken. Mit dieser kreativen und mathematischen Forschungsaufgabe können Schüler einen Einblick in die Hauptereignisse der Geschichte des Universums gewinnen und sie auf den leicht verständlichen Zeitmaßstab eines Jahres übertragen.



Die wichtigsten Fakten	Seite 3
Hintergrund	Seite 4
Aufgabe – Herstellung von Zeitachsen	Seite 10
Erstellung einer persönlichen Zeitachse	Seite 10
Eine Zeitachse für das Universum	Seite 10
Beispielberechnung	Seite 13
Schlussfolgerung	Seite 17
Arbeitsblatt	Seite 18
Die ESA im Weltraum	Seite 22
Giotto	Seite 22
Rosetta	Seite 22
Anhang	Seite 24
Zeitachse des Universums zum Aushang im Klassenzimmer	Seite 25
Karten für die Ereignisse des Universums	Seite 26
Links	Seite 28

→ GESCHICHTE DES UNIVERSUMS

Erstellung von Zeitachsen



Die wichtigsten Fakten

Altersgruppe: 10 – 12 Jahre

Art: Aufgabe für Schüler (Gruppe)

Schwierigkeitsgrad: mittel bis schwierig

Vorbereitungszeit für den Lehrer:
30 bis 60 Minuten

Zeitbedarf für den Unterricht:
2 Stunden

Kosten je Kit: gering (unter 10 Euro)

Ort: drinnen (beliebiges Klassenzimmer)

Einschließlich der Verwendung von: Nachschlagewerken, Internet (wahlweise), Kunst- und Bastelmaterial, Taschenrechner

Kurzfassung

Bei diesen Aufgaben arbeiten die Schüler gruppenweise, um Zeitachsen zu erstellen: zunächst eine für ihr eigenes Leben und dann eine für die Hauptereignisse in der Geschichte des Universums. Danach rechnen sie die Ereignisse in der Geschichte des Universums auf den Maßstab eines Jahres um. Ferner untersuchen die Schüler die Ereignisse und erstellen Werkstücke als Begleitinformation. Schließlich stellen sie ihre Arbeiten der Klasse vor.

Die Schüler lernen

1. Dass das Universum sehr alt ist;
2. Dass die Erde erst vor relativ kurzer Zeit entstand;
3. Dass die Menschen erst seit relativ kurzer Zeit auf der Erde leben;
4. Die Erstellung einer Zeitachse von Ereignissen ab dem Beginn des Universums bis heute;
5. Den Einfluss von Einschlägen auf die Entwicklung der Erde.

Bedeutung für den Lehrplan

Naturwissenschaften

- Erkundung von Ideen.
- Forschung unter Verwendung sekundärer Informationsquellen.
- Berichterstattung über die Ergebnisse aus Untersuchungen, einschließlich mündlicher Erläuterungen.

Mathematik

- Zahlen bis mindestens 10.000.000 lesen, schreiben, ordnen und vergleichen und den Wert jeder Stelle bestimmen.
- Zahlen auf die nächsten 10, 100, 1000, 10.000 und 100.000 runden.
- Zahlenprobleme lösen.
- Rundungen zur Überprüfung der Antworten auf die Berechnungen verwenden.
- Ganze Zahlen mit mehr als 4 Stellen addieren und subtrahieren.

- Ganze Zahlen mit mehr als vier Stellen multiplizieren und dividieren.
- Probleme im Zusammenhang mit der Umrechnung zwischen Zeiteinheiten lösen.
- Den Stellenwert für Dezimale, Maße und Ganzzahlen jeder Größe verstehen und verwenden.

Lesen- und Schreibfähigkeit

- Sach- und Nachschlage- bzw. Lehrbücher lesen und erörtern.
- Zwischen Faktendarstellung und Meinung unterscheiden.
- Referate und Debatten.

Kunst und Design

- Kreative Arbeiten erstellen, ihre Ideen erkunden und über ihre Erfahrungen berichten.



Eine kurze Geschichte des Universums

Beginn des Universums

Nach Auffassung von Astronomen begann das Universum mit einem „Big Bang“ (Urknall) vor 13,8 Milliarden Jahren. Am Anfang war das Universum unvorstellbar heiß und dicht; es war auf ein Volumen konzentriert, das kleiner war als ein Stecknadelkopf. Plötzlich dehnte es sich rasch in Form einer heißen Explosion aus. In einem winzigen Sekundenbruchteil (weit weniger als ein Millionstel Sekunde) war das Universum größer als eine Grapefruit und es dehnt sich auch heute noch immer aus. Nach dem Big Bang dehnte sich das Universum weiter aus und kühlte sich ab. In den ersten Sekunden bildeten sich Partikel. Dann, in den ersten Minuten, verschmolzen Neutronen und Protonen und bildeten die ersten Atomkerne wie Deuterium, Helium und Lithium. Sobald sich das Universum weiter ausgedehnt und abgekühlt hatte, nach etwa 380.000 Jahren, bildeten sich Atome. Das Universum füllte sich dann mit Wolken aus hauptsächlich Wasserstoff und Helium, und zum ersten Mal konnte sich das Licht frei bewegen. Dieses „erste Licht“ lässt sich heute als kosmische Hintergrundstrahlung aufspüren.

Geburt von Galaxien

Mehrere hundert Millionen Jahren nach dem Big Bang bildeten sich in dichteren Gebieten von Gaswolken die ersten Sterne und Galaxien (Abbildung 1). Die ersten Sterne waren viel größer und mächtiger als die, die wir heute sehen, während die ersten Galaxien kleiner waren und enger zusammenstanden als heute.

Geburt von Sonne, Planeten und Kometen

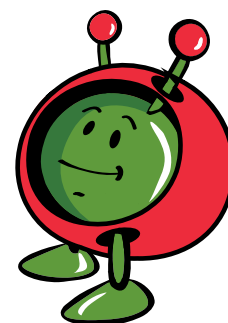
Unser Sonnensystem bildete sich vor etwa 4,6 Milliarden Jahren aus einer großen Gas- und Staubwolke, einem so genannten Nebel (nebula) (Abbildung 1). Der dichteste Bereich des Nebels begann langsam zusammenzufallen. Gas und Staub strömten mit hoher Geschwindigkeit herum und bildeten eine wirbelnde Scheibe. Im Mittelpunkt der Scheibe wurden das Gas und der Staub zusammengedrückt, so dass sie heißer und dichter wurden, bis die Sonne, unser nächster Stern, entstand. Der größte Teil des Staubs in der Scheibe, der die neugeborene Sonne umgab, kollidierte und klebte zusammen und bildete so die Planeten. Heute umkreisen die Sonne acht Planeten, ihre Monde und viele kleinere Objekte, die als Asteroiden und Kometen bekannt sind.

Geschichte der Erde

Das frühe Sonnensystem war ein turbulenter Ort, wo es häufig zu Kollisionen zwischen Objekten kam, die sich zu Planeten zu entwickeln versuchten. Diese Zeit wird oft als ein Zeitraum schwerer Bombardierungen bezeichnet. Die Erde überlebte eine große derartige Kollision etwa 100 Millionen Jahre nach ihrer Entstehung. Die Trümmer dieser Kollision haben wahrscheinlich den Mond entstehen lassen (Abbildung 1). Die junge Erde wurde durch Einschläge von Asteroiden und Kometen bombardiert; diese Objekte waren von der Entstehung der Planeten übriggeblieben. Nach ihrer Entstehung kühlte sich die Erde allmählich von ihrem ursprünglich geschmolzenen Zustand ab und es bildeten sich eine feste Kruste und Meere.

Zunächst gab es auf der Erde kein Wasser. Wahrscheinlich brachten die Einschläge von Kometen und Asteroiden Wasser auf unseren Planeten. Diese häufigen Einschläge auf die Erde sind aber nicht ohne weiteres nachzuweisen, weil sich die Oberfläche unseres Planeten im Laufe der Zeit wegen des Vorhandenseins von Wasser, der Aktivität der tektonischen Platten (wie Erdbeben und Vulkanausbrüche), Verwitterung und Erosion verändert hat. Nachweise dafür finden sich jedoch auf der Mondoberfläche, die von Kratern früherer Einschläge schwer zernarbt ist. Seit ihrer Entstehung hat sich die Mondoberfläche nur wenig verändert und bewahrt deshalb die Vorgänge aus der Vergangenheit.

Zeitachse des Universums



Die ersten Formen des Lebens tauchten auf, als die Erde ungefähr 1 Milliarde Jahre alt war (vor 3,5 Milliarden Jahren). Die frühen Lebensformen auf der Erde waren mikroskopische Bakterien. Als sich dieses Leben entwickelte und die Kraft der Sonne (durch Photosynthese) für sich nutzbar machte, entwickelten sich einfache Pflanzen.

Vor etwa 200 Millionen Jahren erschienen die ersten Säugetiere auf der Erde. Sie blieben jedoch recht klein und unscheinbar, bis die Dinosaurier vor etwa 66 Millionen Jahren ausstarben (Abbildung 1). Etwa zu dieser Zeit schlug wahrscheinlich ein großer Asteroid oder Komet in einem Gebiet, das heute als Yucatán (Mexico) bekannt ist, auf die Erde. Der danach eintretende Klimawandel trug zur Auslöschung der Dinosaurier bei.

Mit der Auslöschung der Dinosaurier entwickelten sich kleine Säugetiere, die sich rasch diversifizierten und an Größe zunahmten. Vor etwa 2,5 Millionen Jahren erschienen die Urahnen des Menschen auf der Erde, gefolgt vom Homo sapiens, unserer eigenen Art, vor etwa 200 000 Jahren (Abbildung 1). Vor etwa 5000 Jahren bauten unsere Vorfahren riesige Strukturen wie Stonehenge, und vor knapp 400 Jahren wurde das Teleskop erfunden und richtet sich dann auf den Nachthimmel.

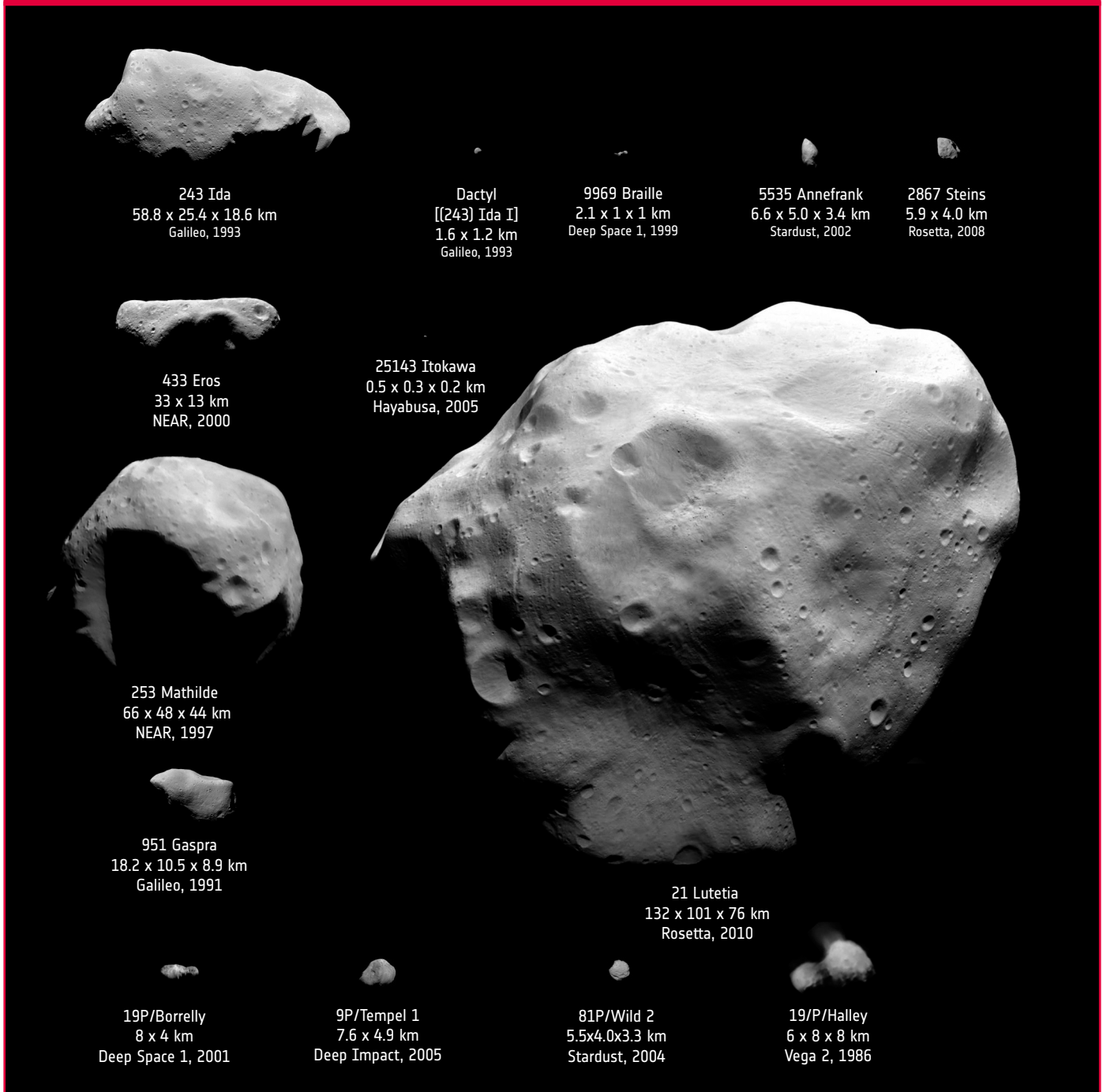
Das Raumfahrt-Zeitalter

Mit dem Auftreten des Raumfahrt-Zeitalters im zwanzigsten Jahrhundert richtete die Menschheit ihren Blick auf die Erkundung des Raums jenseits der Erde. Am 12. April 1961 war der Kosmonaut Yuri Gagarin der erste Mensch, der in den Weltraum flog (Abbildung 1). Yuri Gagarins Abenteuer im Weltraum dauerte etwas mehr als 100 Minuten. Nur einige Jahre später, am 21. Juli 1969, war Neil Armstrong der erste Mensch, der je einen anderen Himmelskörper betrat, als er seinen ersten Schritt auf den Mond setzte. Heute leben sechs Menschen auf der Internationalen Raumstation in einer Umlaufbahn um die Erde. In der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts nutzte die Menschheit den Weltraum auf sehr unterschiedliche Weise: zur Untersuchung unseres eigenen Planeten; zur Kommunikation über den Globus hinweg; zum Blick in das Universum und zur Untersuchung unserer Himmelskörper in der Nachbarschaft wie Sonne, Planeten, Monde, Asteroiden und Kometen. Während der begrenzten Lebensdauer unserer Art auf der Erde haben wir uns entwickelt und immer weiter geforscht, um das Leben so zu entwickeln, wie wir es heute kennen.

Asteroiden

Asteroiden sind eine Gruppe kleiner Körper von unregelmäßiger Gestalt im inneren Sonnensystem. Sie bestehen aus felsigem und metallischem Material wie Eisen. Im Sonnensystem gibt es Millionen Asteroiden. Die Mehrzahl umkreist die Sonne im Asteroidengürtel zwischen den Umlaufbahnen von Mars und Jupiter. Asteroiden bestehen wahrscheinlich aus dem Material, das bei der Entstehung des Sonnensystems übrigblieb.

Die Rosetta-Mission der Europäischen Weltraumorganisation flog auf ihrer langen Reise zu einem Kometen an zwei Asteroiden, Asteroid 21 Lutetia und 2867 Steins, vorbei und untersuchte sie. Abbildung 2 zeigt eine Montage von Bildern von Asteroiden und Kometen, um die große Bandbreite ihrer Größen und Formen zu zeigen.



↑ Eine Zusammenstellung mit den verschiedenen Formen und Größen von Asteroiden und Kometen. Die Kometen sind die vier Objekte am unteren Rand der Abbildung. Der Begleittext zu jedem Bild lautet:

1^{ste} Zeile – Nummer und Name des Objekts,

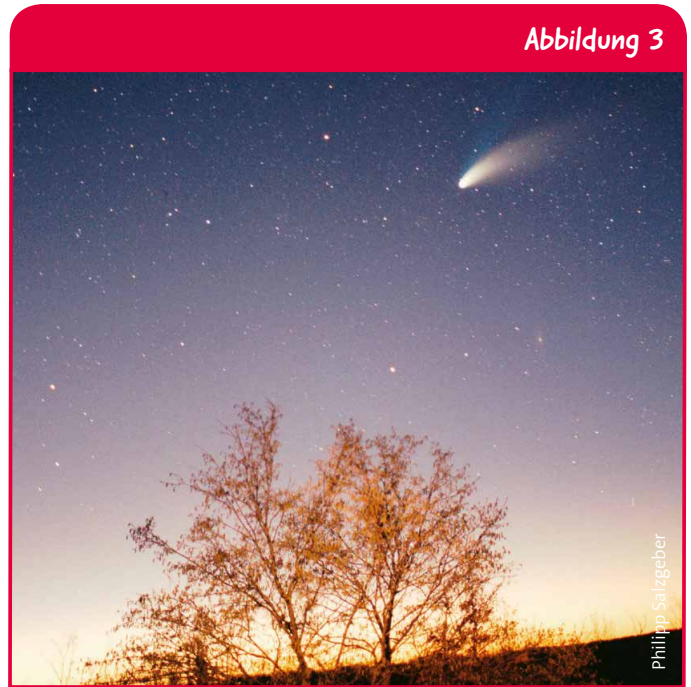
2^{te} Zeile – Abmessungen in Kilometern,

3^{te} Zeile – Name der Mission, mit der das Objekt untersucht, und das Jahr, in dem das Bild aufgenommen wurde.

Erstellt nach einer Montage von Emily Lakdawalla. Ida, Dactyl, Braille, Annefrank, Gaspra, Borrelly: NASA / JPL / Ted Stryk. Steins: ESA-/ OSIRIS-Team. Eros: NASA / JHUAPL. Itokawa: ISAS / JAXA / Emily Lakdawalla. Mathilde: NASA / JHUAPL / Ted Stryk. Lutetia: ESA-/ OSIRIS-Team / Emily Lakdawalla. Halley: Russische Akademie der Wissenschaften / Ted Stryk. Tempel 1: NASA / JPL / UMD. Wild 2: NASA / JPL

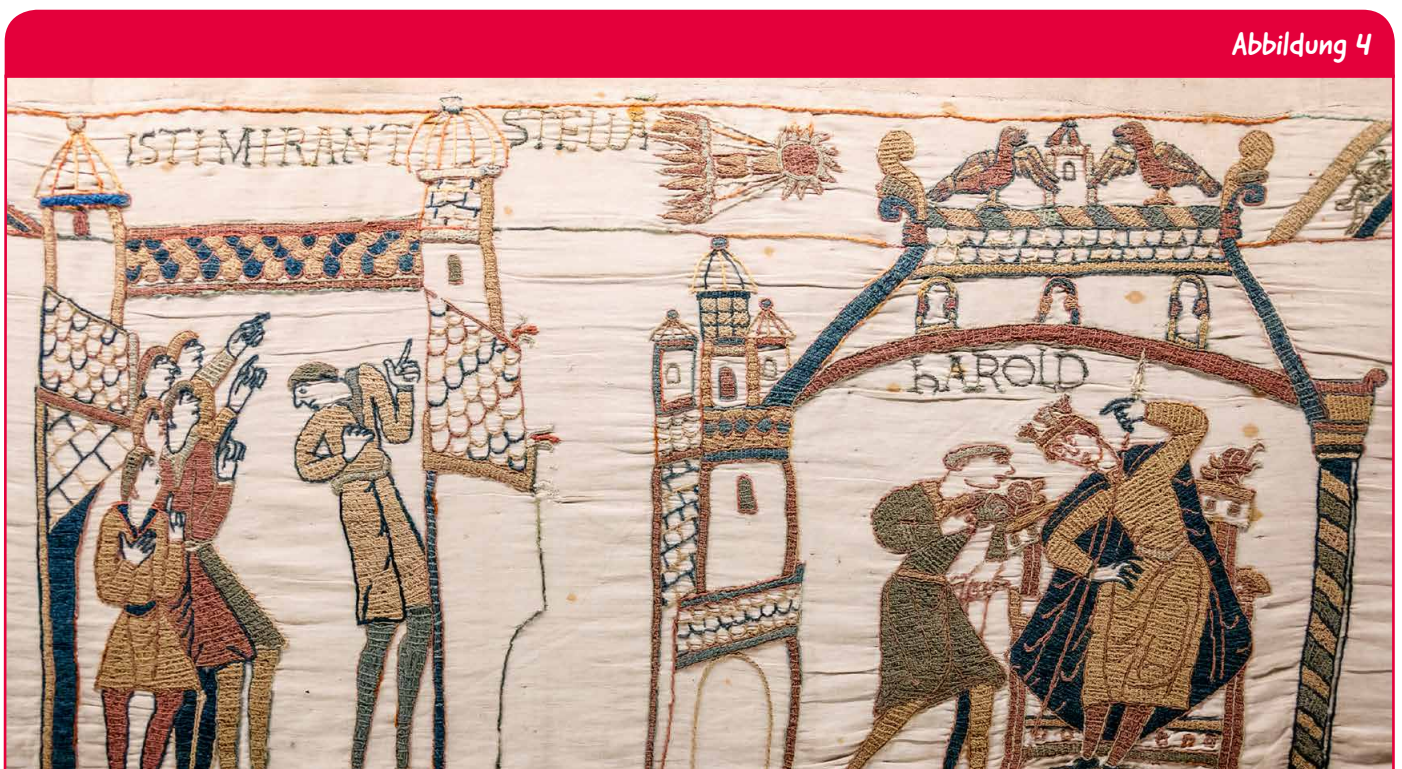
Kometen

Kometen sind kleine, eisige Welten, die aus Regionen des äußeren Sonnensystems, jenseits des Planeten Neptun, stammen und als der Kuiper-Gürtel und die Oortsche Wolke bekannt sind. Kometen bestehen zum größten Teil aus Eis, enthalten jedoch auch Staub und felsiges Material. Wie Asteroiden bestehen sie aus Material, das von der Bildung des Sonnensystems übrigblieb, und haben eine unregelmäßige Gestalt (Abbildung 2). Die meisten Kometen benötigen Hunderte oder Tausende Jahre, um die Sonne zu umkreisen. Vergleichen Sie das mit nur einem Jahr für die Erde! Gelegentlich kann sich die Umlaufbahn eines Kometen ändern und schickt ihn dann auf einen Kurs ins innere Sonnensystem. Bei der Annäherung an die Sonne erwärmen sich die Kometen allmählich und produzieren manchmal einen spektakulären Schweif aus Gas und Staub (Abbildung 3).



↑ Foto des Kometen Hale-Bopp, aufgenommen in Kroatien.

Viele Kometen haben sehr längliche Umlaufbahnen, was bedeutet, dass sie nur für einen kurzen Zeitraum nahe an der Sonne und somit sichtbar sind. Die Umlaufbahnen einiger Kometen haben sich so bedeutend verändert, dass sie jetzt die Sonne in viel kürzeren Zeitabständen umkreisen. Der Komet 1P/Halley umkreist die Sonne etwa alle 75 Jahre und konnte in den ca. letzten tausend Jahren regelmäßig (mit bloßem Auge) von der Erde aus beobachtet werden. Eine berühmte Darstellung der Sichtbarkeit des Kometen 1P/Halley von der Erde aus wurde auf dem Teppich von Bayeux wiedergegeben, der die Schlacht von Hastings 1066 abbildet (Abbildung 4).



↑ Komet 1P/Halley, abgebildet auf dem Teppich von Bayeux (oben Mitte).

Millionen, Milliarden und Zehnerpotenzen

Die Zeitmaßstäbe des Universums sind unermesslich. Bei dieser Aufgabe müssen sich die Schüler mit großen Zahlen (bis zu 13,8 Milliarden!) vertraut machen und untereinander umrechnen. Nachstehend ein rascher Überblick über die wissenschaftlichen Zahlenkonventionen:

Eine Million sind tausend Tausender:

$$1 \text{ Million} = 1000 \times 1000 = 1.000.000$$

Eine Milliarde sind tausend Millionen:

$$1 \text{ Milliarde} = 1000 \times 1.000.000 = 1.000.000.000$$

Anstatt viele Nullen zu verwenden bzw. zu schreiben, lassen sich große Zahlen in einer mathematischen Kurzschrift schreiben, die klarer und einfacher zu lesen ist. Beispielsweise:

$$100 = 10 \times 10 = 10^2$$

(gelesen „10 Potenz 2“, bzw. in diesem Fall „10 hoch 2“ oder „10 Quadrat“)

Ähnlich gilt:

$$1000 = 10 \times 10 \times 10 = 10^3$$

(„10 Potenz 3“, bzw. in diesem Fall „10 hoch 3“ oder „10 Kubik“)

Fortgeführt zu größeren Zahlen:

$$1 \text{ Million} = 1.000.000 = 1000 \times 1000 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^6$$

(„10 Potenz 6“ oder „10 hoch 6“)

$$1 \text{ Milliarde} = 1.000.000.000 = 1000 \times 1.000.000 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^9$$

(„10 Potenz 9“ oder „10 hoch 9“)



Herstellung von Zeitachsen

Bei dieser Aufgabe arbeiten die Schüler gruppenweise, um eine Zeitachse ihres eigenen Lebens und eine Zeitachse der Hauptereignisse in der Geschichte des Universums zu erstellen. Die Zeitachse der Ereignisse in der Geschichte des Universums wird dann auf den Maßstab eines Jahres umgerechnet, und die Schüler berechnen, an welchem Monat, Tag und Stunde das jeweilige Ereignis stattfand. Zusätzlich führen die Schüler eine Forschungsaufgabe durch, um mehr über die Hauptereignisse in der Geschichte des Universums zu erfahren und um ein Bild bzw. ein Werkstück als Begleitinformation herzustellen. Am Ende jeder Aufgabe präsentieren die Schüler ihre Arbeit der Klasse. Ein Beispiel für eine Zeitachse des Universums zum Aushang in der Klasse und ein Satz Karten für die Ereignisse des Universums befinden sich im Anhang.

Versuchsmaterial

- Große Zeitachse des Universums zum Aushang in der Klasse – im Voraus hergestellt (für ein Beispiel siehe Anhang)
- Kartensatz für die Ereignisse des Universums – siehe Anhang
- Arbeitsblatt – Meine Zeitachse (1 für jeden Schüler)
- Arbeitsblatt – Eine Zeitachse des Universums (mindestens ein Exemplar je Schülerpaar)
- Kraftpapier – verschiedene Farben
- Schere
- Klebstifte
- Farbstifte
- Taschenrechner
- Schreibstifte

Erstellung einer persönlichen (20 Minuten)

Erörtern Sie mit den Schülern, an welche Ereignisse in ihrem Leben sie sich erinnern können. Welches ist ihre früheste Erinnerung? Wie lange zurück können sie sich erinnern? Können sie sich an etwas Altes erinnern? Kennen sie ein Ereignis, das vor langer Zeit geschah? Die meisten Informationen, die wir von vergangenen Zeiten haben, stammen aus schriftlichen Quellen. Alles, was wir über die Zeit wissen, bevor Menschen existierten, stammt aus der Forschung von Wissenschaftlern. Erläutern Sie den Schülern, dass sie eine Zeitachse erstellen werden, um Schlüsselereignisse in ihrem eigenen Leben, von der Geburt bis zur Gegenwart, zu zeigen. Sie können ihre eigene Zeitachse erstellen oder, wenn sie dies vorziehen, die im Arbeitsblatt – Meine Zeitachse vorgesehene Zeitachse verwenden.

Die Schüler planen ihre persönlichen Zeitachsen und füllen sie aus. Bitten Sie Freiwillige, ihre Lebensgeschichte zu beschreiben und der Klasse Schlüsselereignisse mitzuteilen. Welches sind ihre frühesten Erinnerungen? Die Zeitachsen können später im Klassenzimmer ausgehängt werden.

Eine Zeitachse für das Universum (1 Stunde 40 Minuten)

Erläutern Sie den Schülern, dass die Zeitachsen, die sie in der vorherigen Aufgabe erstellten, Ereignisse zeigen, die nacheinander von ihrer Jugend bis zum heutigen Tag passierten. Zeigen Sie dann ein Video, das eine weitere Geschichte erzählt: die Geschichte des Universums von dessen Beginn bis zu der Zeit, als die Menschen erstmalig auftauchten (für ein Beispielvideo siehe unter Links S.28). Das Beispielvideo hat spektakuläre Grafiken. Es geht beim Beginn des Universums los und beinhaltet Schlüsselereignisse wie die Bildung des Sonnensystems und das Auftauchen von Menschen.



Zeigen Sie den Schülern die Zeitachse des Universums als Aushang an der Tafel oder auf einer Wand im Klassenzimmer und erläutern Sie, dass dies die gesamte Geschichte des Universums von Beginn bis zum heutigen Tag darstellt – insgesamt 13,8 Milliarden Jahre. Auf dem Aushang werden 13,8 Milliarden Jahre im Maßstab eines Jahres wiedergegeben. Die letzten zehn Minuten des Jahres, am 31. Dezember, werden im letzten Abschnitt hervorgehoben. Jetzt berechnen die Schüler die Anzahl der Jahre (in der Geschichte des Universums), die einen Monat, eine Woche, einen Tag oder eine Minute auf dieser Zeitachse eines Jahres darstellen.

Berechnung von Zeitmaßstäben

Bitte Sie zunächst die Schüler, die Zeiteinheiten zu berechnen, die ein Jahr auf dem Planeten Erde ausmachen (Aufgabe 1 auf dem Arbeitsblatt - Eine Zeitachse des Universums). Bitte Sie die Gruppen, ihre Ergebnisse der Klasse mitzuteilen. Gehen Sie dann die Berechnung in Aufgabe 2 auf dem Arbeitsblatt - Eine Zeitachse des Universums - durch. Bei dieser Aufgabe müssen die Schüler die Anzahl der Jahre auf der tatsächlichen Zeitachse des Universums errechnen, die von jedem Bruchteil eines Jahres in der skalierten Zeitachse dargestellt werden. Sie können die Gruppen bei dieser Aufgabe dadurch unterstützen, dass sie die Berechnungen an der Tafel durchgehen oder einzelne Schüler auffordern, der Klasse zu zeigen, wie sie das jeweilige Problem gelöst haben. Die Antworten zu diesen Berechnungen stehen in Tabelle A1 und Tabelle A2.

Tabelle A1						
Zeitraumen	In Monaten	In Wochen	In Tagen	In Stunden	In Minuten	In Sekunden
1 Sekunde		-	-	-	-	1
1 Minute		-	-	-	1	60
1 Stunde		-	-	1	60	$60 \times 60 = 3.600$
1 Tag		-	1	24	$24 \times 60 = 1.440$	$24 \times 60 \times 60 = 86.400$
1 Woche		1	7	$7 \times 24 = 168$	$7 \times 24 \times 60 = 10.080$	$7 \times 24 \times 60 \times 60 = 604.800$
1 Monat*	1	$52 / 12 = 4,3$	$365 / 12 = 30,4$	$(365 / 12) \times 24 = 730$	$(365 / 12) \times 24 \times 60 = 43.800$	$(365 / 12) \times 24 \times 60 \times 60 = 2.628.000$
1 Jahr	12	52	365	$365 \times 24 = 8.760$	$365 \times 24 \times 60 = 525.600$	$365 \times 24 \times 60 \times 60 = 31.536.000$

↑ Umrechnung der Zeitmaßstäbe eines Jahres in verschiedene Einheiten.

*Unter der Annahme 12 gleicher Monate.



Tabelle A2

Zeit auf der Zeitachse	Bruchteil eines Jahres	Zeit in der Geschichte des Universums (Jahre)
1 Jahr	1	13,8 Milliarden = 13.800 Millionen
1 Monat (wenn alle Monate gleich wären)	1 / 12	13,8 / 12 = 1,15 Milliarde = 1.150 Millionen
1 Woche	1 / 52	13,8 / 52 = 0,265 Milliarde = 265 Millionen
1 Tag	1 / 365	13,8 / 365 = 0,378 Milliarde = 37,8 Millionen
1 Stunde	1 / (365 x 24)	13,8 / (365 x 24) = 0,00158 Milliarde = 1,58 Million
1 Minute	1 / (365 x 24 x 60)	13,8 / (365 x 24 x 60) = 26.300
1 Sekunde	1 / (365 x 24 x 60 x 60)	13,8 / (365 x 24 x 60 x 60) = 438

↑ Umrechnung der Zeitmaßstäbe eines Jahres in Bruchteile eines Jahres (zweite Spalte) und Umrechnung dieser in die Zeitmaßstäbe des Universums (dritte Spalte).

Schlüsselereignisse in der Geschichte des Universums

Stellen Sie jeder Gruppe ein oder zwei Karten aus dem Anhang - Karten für die Ereignisse des Universums - bereit. Bitten Sie sie, im Internet oder in Büchern nach Informationen über diese Ereignisse zu suchen. Ferner sollten die Schüler ein Bild bzw. Werkstück als Begleitinformation entwerfen. Erläutern Sie den Schülern, dass sie vor der Anordnung aller Ereignisse an der richtigen Stelle auf der Zeitachse berechnen müssen, wie lange nach dem Beginn des Universums ihr Ereignis auftrat. Gehen Sie Aufgabe 3 auf dem Arbeitsblatt – Eine Zeitachse des Universums - durch und zeigen Sie, wie man die Zeit abzieht, die den Zeitpunkt des Ereignisses ab dem Alter des Universums markiert. Falls die Schüler genügend sicher sind, können sie die Berechnung für ihr(e) zugeordnete(s) Ereignis(se) durchführen. Zeigen Sie die Ergebnisse für alle Gruppen. Die Antworten stehen in Tabelle A3 (dritte Spalte).

Die Ereignisse auf den Zeitmaßstab eines Jahres setzen

Nachdem die Schüler mit den Schlüsselereignissen in der Geschichte des Universums vertraut sind, können sie die Zeiten auf den Maßstab eines Jahres umrechnen und Aufgabe 4 auf dem Arbeitsblatt – Eine Zeitachse des Universums - durchführen. Mit dem vertrauten Zeitmaßstab eines Jahres erhalten die Schüler ein besseres Verständnis dafür, wann die Ereignisse auftraten.

Diese Berechnung kann eine Herausforderung darstellen, und je nach Begabung der Schüler kann die Aufgabe entsprechend angepasst werden. Fähigere Schüler können Gefallen daran finden, ihr mathematisches Verständnis zu demonstrieren.



Die Aufgabe kann auch in der Weise weitergeführt werden, dass nicht nur der Tag des Jahres, sondern auch die Tageszeit berechnet wird, zu der die Ereignisse auftraten. Für Schüler, für die Mathematik eine Herausforderung darstellt, können Sie die Berechnungen an der Tafel zeigen oder die Daten für jede Gruppe bereitstellen, um die Ereignisse auf die Zeitachse hinzuzufügen. Eine ausgearbeitete Beispielberechnung ist nachstehend angegeben, und die Zeitpunkte für alle Ereignisse stehen in Tabelle A4 (vierte Spalte).

Beispielberechnung

Alle Zeitpunkte sind in Tabelle A3 (vierte Spalte) angegeben.

Ereignis: Säugetiere erscheinen auf der Erde.

Wann passierte es? Vor 200 Millionen Jahren.

Wie viele Jahre waren das nach der Geburt des Universums?

Der Beginn des Universums war: vor 13,8 Milliarden Jahren = vor 13.800 Millionen Jahren.

Die Säugetiere erschienen: vor 200 Millionen Jahren.

Die Säugetiere erschienen: 13.800 Millionen – 200 Millionen = 13.600 Millionen = 13,6 Milliarden Jahre nach dem Beginn des Universums.

Wie viele Tage sind dies in einem Jahr?

Wird der Zeitmaßstab des Universums auf den Maßstab eines Jahres umgerechnet: 13,8 Milliarden Jahre entsprechen 365 Tagen.

Die Säugetiere tauchten 13,6 Milliarden Jahre nach dem Beginn des Universums auf. Zur Berechnung der Anzahl an Tagen, die das Ereignis nach dem Beginn des Universums im Zeitmaßstab eines Jahres auftrat:

$$\frac{13,6 \text{ Milliarden Jahre}}{13,8 \text{ Milliarde Jahre}} = \frac{\text{Anzahl der Tage seit dem Beginn des Jahres}}{365 \text{ Tage}}$$

Somit gilt:

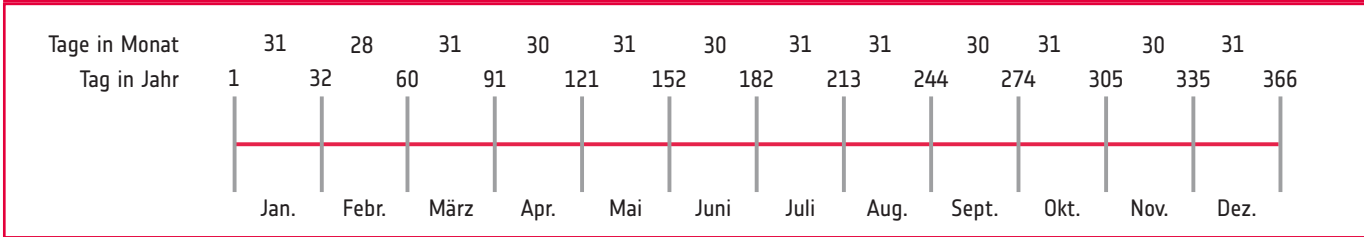
$$\text{Anzahl der Tage seit Beginn des Jahres} = 365 \text{ Tage} \times \frac{13,6 \text{ Milliarden Jahre}}{13,8 \text{ Milliarde Jahre}} = 359,71 \text{ Tage}$$

Das sind 359 volle Tage und 0,71 Tage (auf 2 Dezimalstellen). Somit ist der Tag, den wir suchen, Tag 360.

Sobald die Schüler berechnet haben, welchen Tag sie suchen, können sie anhand der Zeitachse in Abbildung A1 das genaue Datum und den Monat ermitteln. Sie haben bemerkt, dass der 1. Januar der erste Tag im Jahr, der 1. Februar Tag 32 im Jahr, der 1. März Tag 60 und so weiter ist.

In dem ausgearbeiteten Beispiel suchen wir Tag 360. Das ist der 26. Dezember auf der Zeitachse (Abbildung A1).

Figure A1



↑ Umrechnung der Zeitachse. Denken Sie daran: Der 1. Januar ist der erste Tag im Jahr, der 1. Februar ist Tag 32 und der 1. März ist Tag 60 und so weiter.

Sehr begabte Schüler können die Berechnung weiterführen und die Uhrzeit des Tages berechnen, an dem das Ereignis eintrat, wie folgt:

Die Säugetiere tauchten nach 359,71 Tagen auf. Das sind 359 volle Tage und 0,71 Tage.

Tage. Da ein Tag 24 Stunden hat, gilt:

$$\frac{0,71 \text{ Tage}}{1 \text{ Tag}} = \frac{\text{Anzahl an Stunden am Tag}}{24 \text{ Stunden}}$$

Somit

$$\text{Anzahl an Stunden am Tag} = 24 \text{ Stunden} \times \frac{0,71 \text{ Tage}}{1 \text{ Tag}} = 17,04 \text{ Stunden}$$

d.h. 17 volle Stunden und 0,04 Stunden (auf 2 Dezimalstellen gerundet).

Somit trat das Ereignis am 26. Dezember zwischen 17.00 und 18.00 (zwischen 5 und 6 Uhr nachmittags) ein. Berechnen Sie nach derselben Methode die Minuten und Sekunden der Stunde, zu der das Ereignis passierte. Die Uhrzeit am 26. Dezember ist nach 17 vollen Stunden und 0,04 Stunden.

Da eine Stunde 60 Minuten hat, gilt:

$$\frac{0,04 \text{ Stunden}}{1 \text{ Stunde}} = \frac{\text{Anzahl an Minuten in der Stunde}}{60 \text{ Minuten}}$$

Somit

$$\text{Anzahl an Minuten in der Stunde} = 60 \text{ Minuten} \times \frac{0,04 \text{ Stunden}}{1 \text{ Stunde}} = 2,608 \text{ Minuten}$$

$$\text{Und in Sekunden: } \frac{0,608 \text{ Minuten}}{1 \text{ Minute}} = \frac{\text{Anzahl an Sekunden}}{60 \text{ Sekunden}}$$

Somit

$$\text{Anzahl an Sekunden} = 0,608 \text{ Minuten} \times 60 \text{ Sekunden} = 36,5 \text{ Sekunden}$$

Kombiniert man alle Zahlen, stellt man fest, dass das Ereignis passierte am: 26. Dezember um 17:02:36,5 (5.02 Uhr nachmittags und 36,5 Sekunden).



Nach Durchführung der Aufgaben stellt jede Gruppe die zu ihrem Ereignis zugehörigen Informationen und Werkstücke der Klasse vor.

Diskutieren Sie die Untersuchungen und die Berechnungen der Schüler. Stellen Sie Fragen wie:

- Wie alt ist das Universum?
- Wann bildete sich die Erde?
- Wann erschienen die ersten Menschen?

Weisen Sie erneut darauf hin, dass die Zeitachse eine Zeitspanne von 13,8 Milliarden Jahren umfasst und dass eine Sekunde 438 Jahre darstellt. Innerhalb dieses riesigen Zeitrahmens entstand die Erde erst vor relativ kurzer Zeit, und die Menschen leben erst seit relativ kurzer Zeit auf dem Planeten. Schließlich platzieren die Schüler ihre Ereignisse an den geeigneten Stellen auf der Zeitachse.

Tabelle A3

Ereignis	Ereignis (Jahre)	Beginn des Universums (Aufgabe 3)	Des Universums (Aufgabe 4)
Beginn des Universums	13,8 Milliarden	0	1. Januar
Geburt von Galaxien	13 Milliarden	0,8 Milliarden	22. Januar 03:49:33,9
Geburt von Sonne, Planeten und Kometen	4,6 Milliarden	9,2 Milliarden	1. September 08:00:00
Entstehung des Mondes	4,5 Milliarden	9,3 Milliarden	3. September 23:28:41,7
Schwere Bombardierung	4 Milliarden	9,8 Milliarden	17. September 04:52:10,4
Erste Formen des Lebens tauchen auf	3,5 Milliarden	10,3 Milliarden	30. September 10:15:39,1
Säugetiere erscheinen auf der Erde	200 Millionen	13,6 Milliarden	26. Dezember 17:02:36,5
Auslöschung der Dinosaurier; weitere Säugetiere tauchen auf	66 Millionen	13,734 Milliarden	30. Dezember 06:06:15,7
Urahnen des Menschen erscheinen	2,5 Millionen	13,7975 Milliarden	31. Dezember 22:24:47,0
Der Homo sapiens erscheint	200.000	13,7998 Milliarden	31. Dezember 23:52:23,0
Stonehenge wird gebaut	5000	13,799.995.000	31. Dezember 23:59:48,6
Teleskop wird 1608 erfunden	406	13,799.999.594	31. Dezember 23:59:59,1
Erster Mensch im Weltraum, 12. April 1961	53	13,799.999.947 (13,799 999 Milliarden)	31. Dezember 23:59:59,88 121 ms vor Mitternacht
Erster Mensch auf dem Mond, 21. Juli 1969	45	13,799.999.955 (13,799 999 Milliarden)	31. Dezember 23:59:59,90 103 ms vor Mitternacht
Erste Raumsonde landet auf einem Kometen, 12. November 2014*	293 Tage = 0,8 Jahre	13,799.999.999,2 (13,799 999 Milliarden)	31. Dezember 23:59:59,99 Weniger als eine Millisekunde vor Mitternacht

↑ Einige Schlüsselereignisse in der Geschichte des Universums und die Zeiten, zu welchen sie auftraten. Anmerkung: Durch das Runden von Zahlen zu einer unterschiedlichen Anzahl Dezimalstellen können einige der Berechnungen beeinträchtigt werden und es können sich leicht unterschiedliche Antworten ergeben.

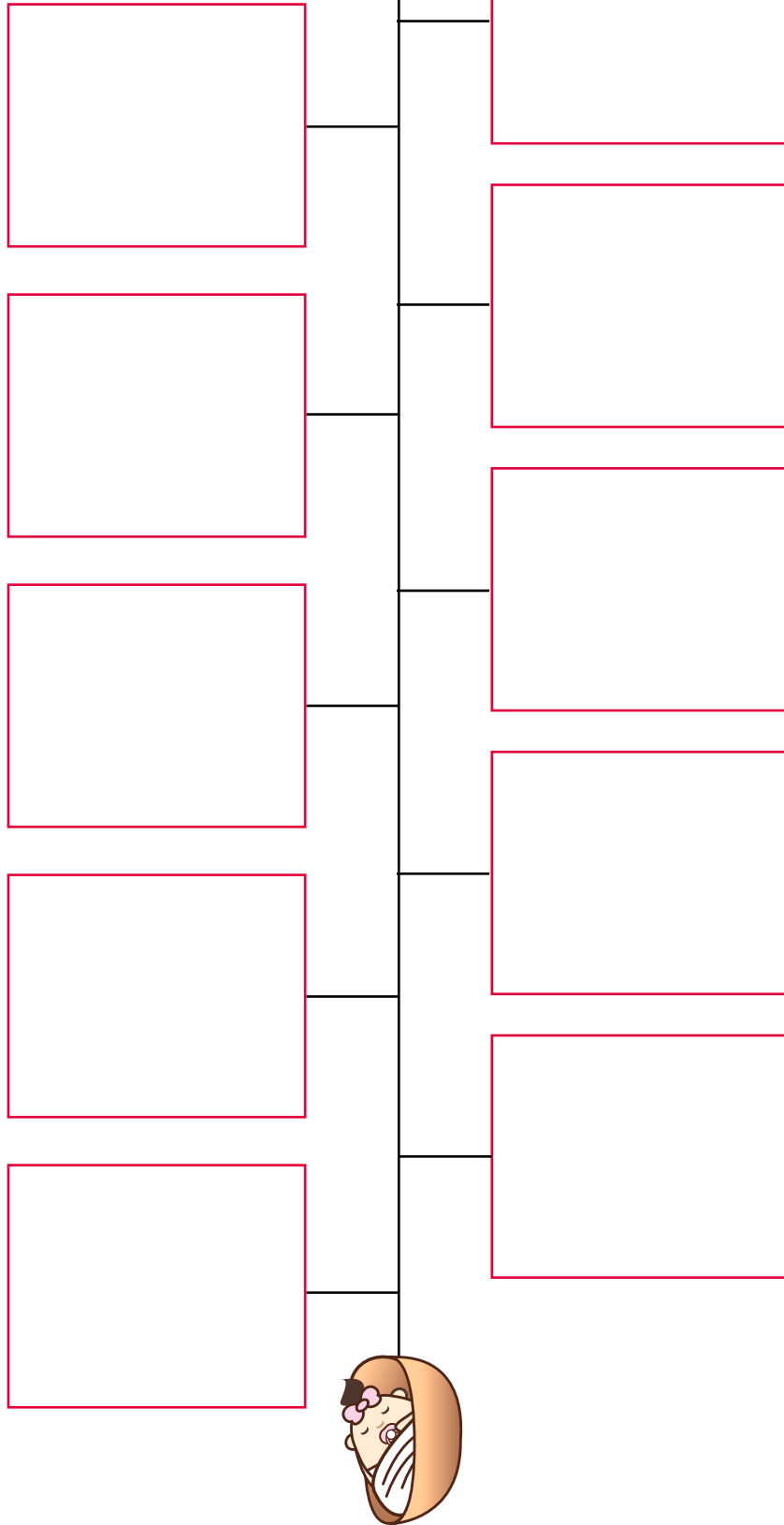
* Ab dem 1. September 2015 berechnet

→ SCHLUSSFOLGERUNG

In dieser Reihe ähnlicher Aufgaben machen sich die Schüler mit der Vorstellung von Zeitachsen vertraut, wobei sie das aufregende Thema der Geschichte des Universums als Kontext nutzen. Um die Aufgaben durchzuführen, setzen die Schüler verschiedene Fähigkeiten ein, einschließlich Gruppenarbeit, Forschung, Berechnungen und schließlich die Vorstellung ihrer Ergebnisse vor der Klasse.



Meine Zeitachse



Eine Zeitachse des Universums

Aufgabe 1: Berechnet die Zeiteinheiten, die ein Jahr auf dem Planeten Erde ausmachen

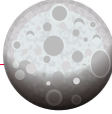
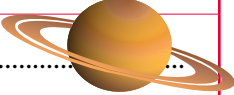
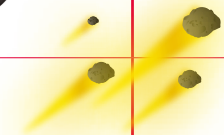







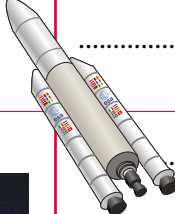
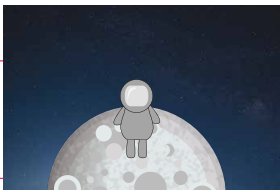
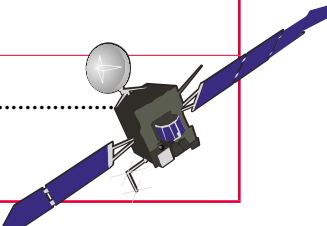
- Ein Tag = Stunden
- Eine Stunde = Minuten
- Eine Minute = Sekunden
- Ein Jahr = Monate
- Wochen
- Tage
- Stunden
- Minuten
- Sekunden

Aufgabe 2: Berechnet, wie viele Jahre diese Einheiten auf der Zeitachse darstellen. Rundet auf drei Kommazahlen.

Zeit auf der Zeitachse	Bruchteil eines Jahres	Bruchteil eines Jahres, umgerechnet in die Zeit in der Geschichte des Universums (Jahre)
1 Jahr	1	13,8 Milliarden
1 Monat	1/12	13,8/12= 1,15 Milliarde
1 Woche	1/.....	.....
1 Tag	1/.....	.....
1 Stunde	1/.....	.....
1 Minute	1/.....	.....
1 Sekunde	1/.....	.....



Aufgabe 3: Wie lange nach dem Beginn des Universums fand ever Ereignis statt? Benutzt eure Taschenrechner, um das herauszufinden.

Ereignis	Zeit seit dem Ereignis (Jahre)	Wie viele Jahre nach dem Beginn des Universums?
Beginn des Universums	13,8 Milliarden	0
Geburt von Galaxien	13 Milliarden 	0,8 Milliarde
Geburt von Sonne, Planeten und Kometen	4,6 Milliarden	.....
Entstehung des Mondes	4,5 Milliarden	.....
Schwere Bombardierung	4 Milliarden	.....
Erste Formen des Lebens tauchen auf	3,5 Milliarden	.....
Säugetiere erscheinen auf der Erde	200 Millionen 	13,6 Milliarden
Auslöschung der Dinosaurier; weitere Säugetiere tauchen auf	66 Millionen	.....
Urahnen des Menschen erscheinen	2,5 Millionen	.....
Der Homo sapiens erscheint	200 000	.....
Stonehenge wird gebaut	5000	.....
Das Teleskop wird 1608 erfunden	406	.....
Erster Mensch im Weltraum, 12. April 1961	53	.....
Erster Mensch auf dem Mond, 21. Juli 1969	45	.....
Erste Raumsonde landet auf einem Kometen, 12. November 2014 (*Berechnet ab dem 1. September 2015)	.....	.....

Aufgabe 4: Berechnet, wo euer Ereignis auf der Zeitachse hingehört. Wo bringt ihr euer Ereignis auf der Zeitachse unter?

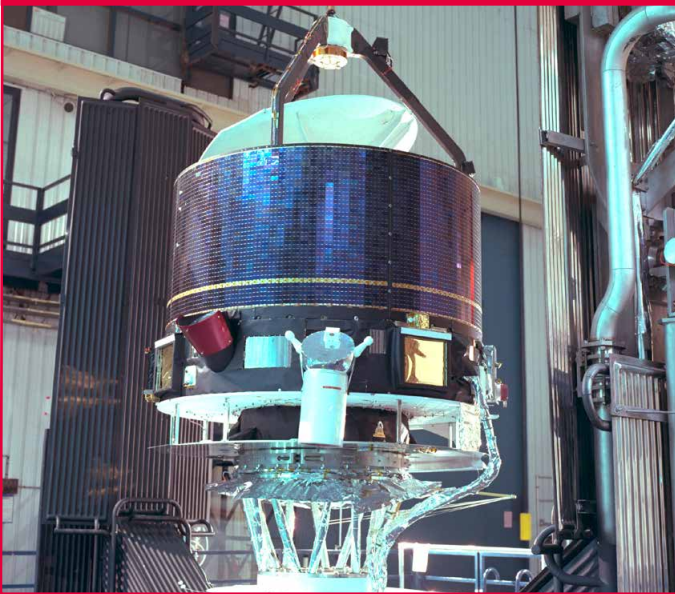
Ereignis	Wie viele Jahre nach dem Beginn des Universums?	Zeit auf der Zeitachse des Universums
Beginn des Universums	0	1. Januar
Geburt von Galaxien	0,8 Milliarde 	22. Januar
Geburt von Sonne, Planeten und Kometen 
Entstehung des Mondes  
Schwere Bombardierung  
Erste Formen des Lebens tauchen auf 
Säugetiere erscheinen auf der Erde	13,6 Milliarden 	26 Dezember 17:02:36,5
Auslöschung der Dinosaurier; weitere Säugetiere tauchen auf 
Urahnen des Menschen erscheinen 
Der Homo sapiens erscheint 
Stonehenge wird gebaut 
Das Teleskop wird 1608 erfunden 
Erster Mensch im Weltraum, 12. April 1961 
Erster Mensch auf dem Mond, 21. Juli 1969 
Erste Raumsonde landet auf einem Kometen, 12. November 2014 (*Berechnet ab dem 1. September 2015) 

→ MIT DER ESA IM WELTRAUM

Giotto

Zum letzten Mal besuchte der Komet 1P/Halley das innere Sonnensystem 1986, zum ersten Mal seit dem Beginn des Raumfahrt-Zeitalters. Die Raumsonde Giotto der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) (Abbildung 5) flog an dem Kometen 1P/Halley vorbei und erzielte dabei zum allerersten Mal Nahaufnahmen von einem Kometenkern (Abbildung 6).

Abbildung 5



↑ Giotto steht für den Sonnen-Simulationstest bereit.

Abbildung 6



↑ Bild des Kerns des Kometen 1P/Halley, von Giotto aufgenommen.

ESA. Courtesy of MPaE, Lindau

Rosetta

2004 wurde die Rosetta-Mission auf eine zehnjährige Reise geschickt, um mit dem Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko zusammenzutreffen und darauf zu landen. Der Komet ist ein regelmäßiger Besucher des inneren Sonnensystems und umkreist die Sonne alle 6,5 Jahre.

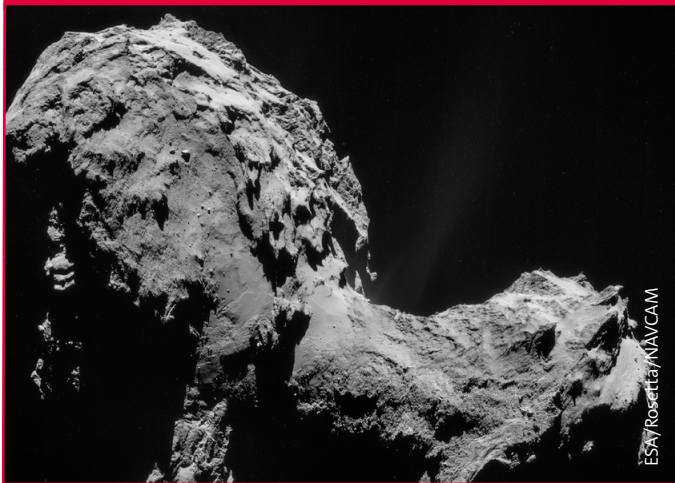
Rosetta soll einen Kometen aus der Nähe untersuchen und dabei dem Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko viel näherkommen als Giotto 1986 dem Kometen 1P/Halley kam. Neben der Beobachtung des Kometen aus der Umlaufbahn führt Rosetta auch ein kleines Landegerät namens Philae mit sich, das zur Oberfläche des Kometen fliegen soll.

Kometen sind wahrscheinlich zum größten Teil unverändert geblieben, seit unser Sonnensystem vor 4,6 Milliarden Jahren entstand. Dies bedeutet, dass sie Schlüsselinformationen über die Verhältnisse im frühen Sonnensystem enthalten. Da Kometen gefrorenes Wasser (Eis) enthalten, wird vermutet, dass sie bei Einschlägen in der frühen Geschichte des Sonnensystems Wasser zur Erde gebracht haben. Darüber hinaus enthalten Kometen organische Materialien – wie beispielsweise Materialien, die Kohlenstoff enthalten, der für das Leben von wesentlicher Bedeutung ist. Kometen haben möglicherweise auch bei der Entwicklung des Lebens auf der Erde eine wichtige Rolle gespielt.



Wegen einer derart langen Reise wurde Rosetta im Juni 2011 zur Einsparung von Strom und Treibstoff in einen Schlafmodus versetzt. Im Januar 2014 weckte Rosettas interner „Wecker“ die Raumsonde in Vorbereitung auf die Ankunft bei dem Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko am 6. August 2014 behutsam auf. Rosetta untersucht jetzt den Kometen ausführlich. Abbildung 7 zeigt ein Foto von Rosetta vom 19. September 2014, als die Raumsonde weniger als 30 km von dem Kometen entfernt war.

Abbildung 7



↑ Bild des Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko anhand der Rosetta-Navigationskamera NAVCAM, aufgenommen am 19. September 2014, als Rosetta weniger als 30 km von dem Kometen entfernt war.

Abbildung 8



↑ Künstlerische Darstellung der Raumsonde Rosetta mit dem Landegerät Philae auf seinem Weg zur Oberfläche des Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko.

Spacecraft: ESA-J. Huard, 2014; Comet image: ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAMY/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA

Am 12. November 2014 setzte das Rosetta-Landegerät Philae erfolgreich auf der Oberfläche des Kometen auf. Dies war das erste Mal in der Geschichte, dass ein derart außergewöhnliches Meisterstück gelang.

Da die Schwerkraft der Kometen nur sehr gering ist, war für Philae geplant, spezielle Eisschrauben zu verwenden, Harpunen zur Befestigung auf die Oberfläche zu schießen und ein kleines Korrekturtriebwerk zu verwenden, um das Landegerät in die Oberfläche des Kometen zu drücken, all dies, um damit ein „Zurückprallen“ zu vermeiden. Allerdings waren die Ereignisse der tatsächlichen Landung dramatischer. Aus noch nicht geklärten Ursachen funktionierte das Korrekturtriebwerk von Philae nicht, und seine Harpunen zündeten nicht, so dass das Landegerät mehrfach leicht von der Oberfläche abprallte, bevor es schließlich an einem schattigen Landeplatz zum Stillstand kam.

Trotzdem konnte Philae seine ersten wissenschaftlichen Experimente durchführen, bevor seine Hauptbatterie leer wurde. Wegen des schattigen Landeplatzes haben die Solarpaneele von Philae (noch) nicht genug Sonnenlicht erhalten, um dessen Reservebatterie aufzuladen. Dies bedeutet, dass sich Philae jetzt im Schlafmodus befindet und „schläft“, bis es mehr Sonnenlicht erhält – möglicherweise in der ersten Jahreshälfte von 2015.

Unterdessen untersucht die Raumsonde Rosetta den Kometen weiter aus der Umlaufbahn. Rosetta reist zu dem inneren Sonnensystem - mit dem Kometen - und wird ihn weiter aus der Nähe beobachten, während der eisige Komet sich erwärmt und bei Annäherung an die Sonne viel aktiver wird.

Abbildung 9



↑ Das Rosetta-Landegerät Philae befindet sich sicher auf der Oberfläche des Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko. In der linken unteren Ecke ist einer der drei Füße des Landegerätes zu sehen. Das Rosetta-Landegerät Philae befindet sich sicher auf der Oberfläche des Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko. In der linken unteren Ecke ist einer der drei Füße des Landegerätes zu sehen.

ESA/Rosetta/Philae/CIVA

→ ANHANG

Zeitachse des Universums zum Aushang im Klassenzimmer

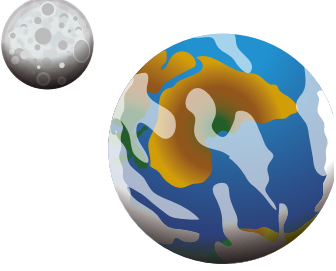

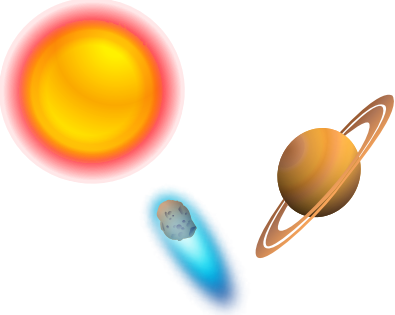

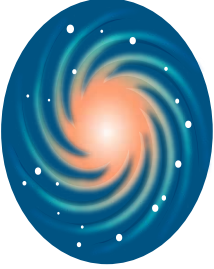

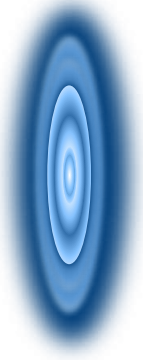
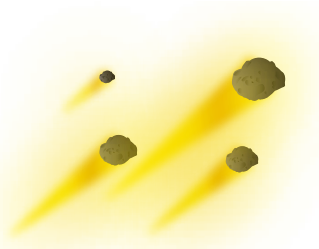
The image shows a vertical timeline calendar for the month of December. The months are listed from top to bottom: Januar, Februar, März, April, Mai, Juni, Juli, August, September, Oktober, November, and Dezember. To the right of the calendar, there are several illustrations: a green dinosaur, a yellow bee, a purple jellyfish, a yellow sun, a grey comet, a brown planet with rings (Saturn), a blue comet tail, a red alien in a space helmet, a red clock, a human skeleton, a telescope, and a grey chair. A red arrow points from the calendar to the clock.

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12			
Dezember				

31. Dezember,
die letzten 10 Minuten

Karten für die Ereignisse des Universums

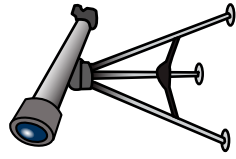


<p>Entstehung des Mondes</p>		<p>Auslöschung der Dinosaurier</p>	
<p>Geburt von Sonne, Planeten and Kometen</p>		<p>Säugetiere erscheinen auf der Erde</p>	
<p>Geburt von Galaxien</p>		<p>Erste Formen des Lebens erscheinen</p>	
<p>Beginn des Universums</p>		<p>Schwere Bombardierung</p>	

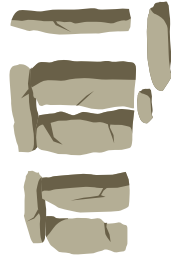
Karten für die Ereignisse des Universums



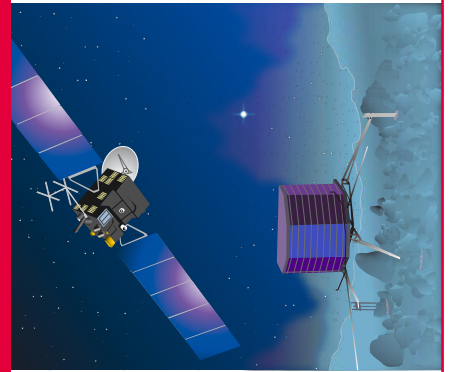
Das Teleskop wird
erfunden



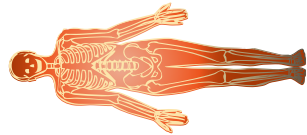
Stonehenge
wird gebaut



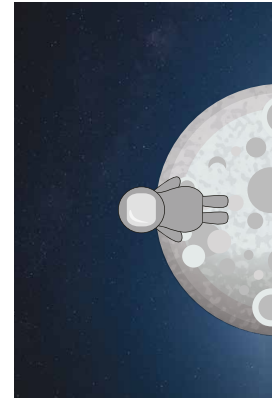
Erste Raumsonde
landet auf einem
Kometen



Der Homo sapiens
erscheint



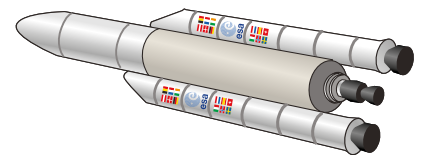
Erster Mensch
auf dem Mond



Urahnen des
Menschen erscheinen



Erster Mensch im
Weltraum



ESA Kids (kinderfreundliche Unterhaltung und Informationen in mehreren europäischen Sprachen)

Website ESA Kids: www.esa.int/esaKIDSen/

Website Planeten und Monde: www.esa.int/esaKIDSen/Planetsandmoons.html

Das Sonnensystem und seine Planeten (Links zu Artikeln für alle Planeten): www.esa.int/esaKIDSen/SEMf8WVLWFE_OurUniverse_o.html

Kometen und Meteore: www.esa.int/esaKIDSen/Cometsandmeteors.html

Rosetta: www.esa.int/esaKIDSen/SEM26gWJD1E_OurUniverse_o.html

Kometen: www.esa.int/esaKIDSen/SEMYC9WJD1E_OurUniverse_o.html

Asteroiden: www.esa.int/esaKIDSen/SEMCM9WJD1E_OurUniverse_o.html

Der „Big bang“: www.esa.int/esaKIDSen/SEMSZ5WJD1E_OurUniverse_o.html

Leben im Weltraum: www.esa.int/esaKIDSen/LifeinSpace.html

Paxi Fun Book: <https://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/PaxiFunBook/>

Teach with space

ESA-Website teach with Rosetta: www.esa.int/Teach_with_Rosetta/

ESA-Ressourcen teach with Rosetta für Grundschulniveau (einschließlich Leitfaden für Lehrer, Aufgaben für Schüler und Farb-, Schneide- und Bastelaufgaben): http://www.esa.int/Education/Teach_with_Rosetta/Rosetta_resources_for_primary_school_level

ESA teach with space - Unser Sonnensystem | PR01: https://esamultimedia.esa.int/docs/edu/PR01_Our_Solar_System_teacher_guide_and_pupil_activities.pdf

Rosetta

Rosetta-Mission der ESA: www.esa.int/rosetta

ESA-Blog Rosetta: blogs.esa.int/rosetta/

ESA-Website Rosetta: www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta

ESA-Website Rosetta (technisch): sci.esa.int/rosetta/

Rosetta-Videos und Animationen (einschließlich Rosetta-Start, Rosettas zwölfjährige Reise im Weltall, Kometenjagd, Rosettas Umlaufbahn des Kometen und die Philae-Mission bei dem Kometen 67P): www.esa.int/Education/Teach_with_Rosetta/Rosetta_videos2

Rosetta-Bilder (eine Auswahl von Bildern, die die Raumsonde Rosetta von dem Kometen und anderen Objekten des Sonnensystems während ihrer Reise aufgenommen hat, sowie Bilder der Raumsonde Rosetta und des Landegerätes Philae): www.esa.int/Education/Teach_with_Rosetta/Rosetta_images2

Zeitachse der Rosetta-Mission: www.esa.int/Education/Teach_with_Rosetta/Rosetta_timeline

Häufig gestellte Fragen zu Rosetta: www.esa.int/Education/Teach_with_Rosetta/Rosetta_s_frequently_asked_questions

Wo sind Rosetta und der Komet jetzt?: sci.esa.int/where_is_rosetta/

Kurzfilm „Ambition“: www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/10/Ambition_the_film

Demonstration des Rosetta-Landegerätes Philae auf der Raumstation: www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/11/Demonstrating_Rosetta_s_Philae_lander_on_the_Space_Station

Kometen

Artikel von ESA Kids zu Kometen: www.esa.int/esaKIDSen/SEMWK7THKHF_OurUniverse_o.html

ESA-Website Giotto: sci.esa.int/giotto/

Internationale Raumstation (ISS)

Internationale Raumstation: http://www.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station

Wo ist die Internationale Raumstation?: http://www.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Where_is_the_International_Space_Station

Astronauten: http://www.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Astronauts

Paxi-Animationen

Wer ist Paxi: www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/11/Who_is_Paxi

Paxi - Rosetta und Kometen: www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/11/Paxi_-_Rosetta_and_comets

Paxi - Das Sonnensystem: www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2015/01/Paxi_-_The_Solar_System

teach with space – Geschichte des Universums | PR02
www.esa.int/education

Anhand eines von ESA/NSO's ESERO NL-Projekts entwickelten Konzepts
Illustrationen und Layout von Kaleidoscope Design, NL

Eine Produktion von ESA Education (ESA-Bildungsbüro)
Copyright © European Space Agency 2015