



Arbeitsmappe zur Ausstellung

focusTerra

Erdwissenschaftliches Forschungs- und Informationszentrum der
ETH Zürich

Sonnensystem, Meteoriten, Mond

Pascal Christen und Jens Kuster, PHZ Luzern

Eine erweiterte Version dieser Arbeitsmappe mit einer Sachanalyse, die jedoch von der ETH Zürich nicht revidiert wurde, kann bei Pascal Christen, Jens Kuster oder Marianne Landtwing angefordert werden.

Ziel

Die Arbeitsmappe wurden als Begleitung für einen Besuch des erdwissenschaftlichen Forschungs- und Informationszentrums *focusTerra* an der ETH Zürich erstellt (www.focusterra.ethz.ch). Zielgruppe sind Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I.

Publikationsrechte

Diese Arbeit entstand im Rahmen der Masterarbeit von Pascal Christen und Jens Kuster an der Pädagogischen Hochschule Zentralschweiz, Luzern. Betreut wurde die Arbeit von Dr. Marianne Landtwing Blaser.

Alle Rechte zur Weiterveröffentlichung dieser Arbeit in einer geographischen, geographiedidaktischen oder didaktischen Publikation liegen bei den oben genannten Personen.

Verbreitung

Diese Arbeitsmappe kann unter www.focusterra.ethz.ch heruntergeladen werden oder bei Pascal Christen, Jens Kuster oder Marianne Landtwing angefordert werden.

Autoren

Pascal Christen

pascal.christen@stud.phz.ch

Jens Kuster

jens.kuster@stud.phz.ch

Betreuung

Dr. Marianne Landtwing Blaser

marianne.landtwing@phz.ch

Dozentin PHZ Luzern

Dr. Veronika Klemm

ETH Zürich

Dank

Wir danken Dr. Marianne Landtwing Blaser und Dr. Veronika Klemm für die tatkräftige Unterstützung bei der Entstehung dieser Arbeitsmappe!

Inhaltsverzeichnis:

1. Glossar Sonnensystem, Meteoriten und Mond.....	4
2. Themenbezogene Hinweise zur Ausstellung.....	7
3. Hinweise zur Fachliteratur und zu den Lehrmitteln.....	8
3.1 Fachliteratur:	8
3.2 Lehrmittel und didaktische Unterlagen:.....	8
4. Diverse didaktische und organisatorische Hinweise	10
4.1 Lehrpläne (Stand 2009):	10
4.2 Adressaten:.....	10
4.3 Fachliche Vorkenntnisse:	11
4.4 Lernziele:	11
4.5 Zeitaufwand:	11
5. Schülerdossier.....	12
5.1 Einführung:.....	12
5.2 Aufgaben und Fragen:	12
6. Lösungen.....	19
7. Nachbereitungs- und Vertiefungsmaterial.....	22
7.1 Weblinks:	22
7.2 Filme:	22
7.3 Unterrichtsideen:.....	22
8. Evaluation.....	22

1. Glossar Sonnensystem, Meteoriten und Mond

Begrifflichkeiten:	Erklärungen:
Asteroiden	Synonym Planetoiden. Himmelskörper, die kleiner sind als die Planeten und sich auf elliptischen Bahnen um die Sonne bewegen, vor allem zwischen Mars und Jupiter. Asteroide bestehen meistens vorwiegend aus Gestein.
Gasplaneten	Zu den äusseren Planeten, auch Gasplaneten genannt, gehören die Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun. Diese vier Planeten sind viel grösser als die irdischen Planeten. Sie bestehen hauptsächlich aus kondensierten Gasen und Eis der Substanzen Helium, Wasserstoff, Methan und Ammoniak. Diese Stoffe haben sich bei der Entstehung der Planeten von den erdähnlichen inneren Planeten verflüchtigt. Sie sind in die kälteren, äusseren Regionen des Sonnensystems entwichen. Auch Pluto gehört zu den äusseren Himmelskörpern unseres Sonnensystems, wobei dieser seit 2006 sein Status als Planeten verloren hat und seither als einer von fünf Zwergplaneten gilt (Stand 2012).
Kometen	Himmelskörper, die vorwiegend aus Eis und Staub bestehen und teilweise sehr weit entfernt um die Sonne kreisen. Wenn ein Komet ins innere Sonnensystem abgelenkt wird, bildet er einen Schweif durch verdampfendes Eis und mitgerissenen Staub.

Irdische oder terrestrische Planeten	Die vier inneren Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars.
Meteor	Werden auch Sternschnuppen genannt. Leuchterscheinung beim Eintritt eines kleinen Himmelskörpers in die Erdatmosphäre. Wegen der hohen Geschwindigkeit verglüht Material durch Reibung. Kleine Meteore werden durch Staubkörner verursacht, die zu einem grossen Teil von Kometen stammen.
Meteoriten	Auf die Erdoberfläche stürzende kleine, extraterrestrische Körper
Nebular-Hypothese	Postuliert, dass das Sonnensystem aus einem Teil einer molekularen Wolke entstanden ist, der sich unter dem Einfluss der Schwerkraft immer mehr verdichtet hat. Eine molekulare Wolke besteht aus Gas (hauptsächlich Wasserstoff und Helium) und Staub (Silikate und Eiskörner). Um das spätere Zentralgestirn bildete sich eine Scheibe aus Staub und Gas (der solare Nebel), in der die Planeten entstanden.
Planeten	Haben sich nach der Nebular-Hypothese aus einem sogenannten solaren Nebel gebildet. Der grösste Teil der Materie aus dem ursprünglichen solaren Nebel konzentrierte sich auf die Sonne. Ein kleiner Teil verband sich als Kondensate des solaren Nebels in den Planeten. Durch die Massenanziehung fanden sie sich allmählich zu grösseren Körpern zusammen, bis schliesslich Kilometer grosse Materialklumpen, sogenannte Plane-

	tesimale entstanden. Diese kollidierten und blieben aneinander haften. Es entstanden Körper von der Grösse des Mondes. Aufgrund katastrophaler Zusammenstösse bedingt durch die Massenanziehung dieser grossen Körper, zogen diese weitere Planetesimale an sich. Es entstanden die Planeten auf ihren heutigen Umlaufbahnen.
Planetesimale	Planetesimale sind Vorläufer und Bausteine von Planeten. Die grössten Planetesimale werden auch Planetenembryos genannt.
Planetoiden	Synonym zu Asteroiden
solarer Nebel	Der Begriff des solaren Nebels stammt vom deutschen Philosophen Immanuel Kant. Er hat sich bereits im 18. Jahrhundert Gedanken über die Entstehung des Sonnensystems aus einer Materienwolke gemacht. Daraus entwickelte man später die Nebular-Hypothese.
terrestrische Planeten	Zu den inneren Planeten, auch terrestrische Planeten genannt, gehören die Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars. Sie sind in der Nähe der Sonne entstanden und sind im Vergleich zu den äusseren Planeten eher klein. Sie bestehen aus Gesteinsmaterial und Metallverbindungen.
Theia	Planetarer Embryo, der laut der Kollisionstheorie der Mondentstehung vor etwa 4.5 Milliarden Jahren mit der Protoerde kollidiert ist.

2. Themenbezogene Hinweise zur Ausstellung

Im D-Geschoss der Ausstellung befinden sich zum Thema verschiedene Informationen und Exponate. Folgende Themen werden abgedeckt:

Planeten und Meteoriten:

- Thementexte
- 30 Meteoriten in sechs chronologische Gruppen gegliedert, dazu jeweils Grafiken und Bilder.
- Meteoritenbestimmung für Besucher (Quiz)
- Medienstation

3. Hinweise zur Fachliteratur und zu den Lehrmitteln

3.1 Fachliteratur:

(Anmerkung: Adequate, wissenschaftlich fundierte Literatur ist in diesem Fachgebiet in erster Linie in englischer Sprache.)

Grotzinger J. et al. (2007). *Allgemeine Geologie*. Spektrum Akademischer Verlag
(Anmerkung: Kein schlechtes Buch; aber etwas veraltet und deckt nur kleinen Teil des Themas ab).

Hartmann, W.K. (2005). *Moons and Planet (5th edition)*. Thomson Brooks/Cole.

Press, F. & Siever, R. (2003). *Allgemeine Geologie. Einführung in das System Erde*. Heidelberg: Akademischer Verlag.

Wieler (2008). *Modultexte der Ausstellung: Dynamik der Erde*. Zürich: focusTerra.

3.2 Lehrmittel und didaktische Unterlagen:

Bachofner, D., Batzli, S., Hobi, P. & Rempfler, A. (2005). *Das Geo Buch 1. Europa und die Welt*. Zug: Klett und Balmer Verlag.

- Erde und Weltall. S.108 ff.
- Unser astronomischer Hintergrund. S.134 ff.

Hasler, M. & Egli, H. (2004). *Geografie: Wissen und verstehen. Ein Handbuch für die Sekundarstufe 2*. Bern: Hep-Verlag.

- Die Erde im Sonnensystem. S.33 ff.
- Entstehung des Sonnensystems und der Erde. S.130 ff.

Hürlimann, R., Egli-Broz, H. (2005). *Geologie*. Zürich: Compendio Bildungsmedien AG.

- Entstehung des Sonnensystems – Geburt der Erde. S.14 ff.

Kugler, A., Suter, A. (2004). *Europa. Menschen, Wirtschaft, Natur*. Zürich: Lehrmittelverlag des Kantons Zürich.

- Die Katastrophe aus dem All, S. 258 ff.

Schertenleib, M., Egli-Broz, H. (2004). *Grundlagen Geografie. Aufgaben des Fachs, Erde als Himmelskörper und Kartografie*. Zürich: Compendio Bildungsmedien AG.

- Sonnensystem. S.56 ff.
- Erdtrabant Mond. S.82 ff.

Schmidt, H. (2003). *So erkläre ich Geografie. Modelle und Versuche einfach anschaulich*. Mülheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr.

- Himmelskörper. S.124 ff.

Spiess. E., (2006). *Schweizer Weltatlas*. Zürich: Schulverlag bmv AG.

- Der Mond. S.186 ff.

4. Diverse didaktische und organisatorische Hinweise

4.1 Lehrpläne (Stand 2009):

Fachberatungsgruppe Geografie der Bildungsregion Zentralschweiz. (2004). *Lehrplan Geografie. Für das 7. – 9- Schuljahr*. Luzern: Selbstverlag.

- Die Erde als Planet in unserem Sonnensystem beschreiben und die Folgen der Erdbewegungen begründen. (Grobziel 1b, 7.Schuljahr)

Bildungsrat Kanton Zürich. (2007). *Volksschullehrplan des Kantons Zürich*. Zürich: Selbstverlag.

- Folgen der Bewegung von Sonne und Erde verstehen.
Begriffe: Sonnensystem, Planet, Umlaufbahn, Rotation, Milchstrasse (S.90).

Bildungsrat Kanton Zürich. (2007). *Lehrplan Mensch und Umwelt*. Zürich: Selbstverlag.

- Naturkundliche Experimente und Untersuchungen planen und durchführen (S.85).
- Am Wohnort und auf Reisen die erlebbare Umgebung erkunden und sich orientieren (S.89).
- Informationsträger: Karten, Globus, Modelle, Grafische Darstellungen, Bilder, Filme, Texte, Erzählungen, Reiseberichte, Querschnitte, Fahrpläne, Reiseführer, Nachschlagewerke (S.89).
- Mit Hilfe verschiedenster Medien Informationen gewinnen, diese verstehen und sowohl untereinander als auch mit der selbsterlebten Wirklichkeit vergleichen (S.89).

Realien Sekundarstufe 1: Ergänzungen zum Lehrplan. (Claudio Zambotti, persönliche Mitteilung, 07.04.2008).

- Bewegung der Erde und Sonnensystem.

4.2 Adressaten:

7. – 9. Schuljahr. Je nach Verarbeitungstiefe variabel.

Die Sterne kennzeichnen den jeweiligen Schwierigkeitsgrad der Aufgaben.

4.3 Fachliche Vorkenntnisse:

Die Schüler haben sich bereits mit dem Thema Sonnensystem, Planeten, Asteroiden und Meteoriten auseinander gesetzt und kennen die elementaren Begriffe der Astronomie.

4.4 Lernziele:

Die Schüler können die Entstehung des Universums in eigenen Worten erklären.

Die Schüler kennen die Unterschiede von Asteroiden und Meteoriten und können diese ohne Hilfsmittel nennen.

Die Schüler können die zwei Arten von Meteoriten nennen und können von drei Meteoriten den Fundort und die Eigenschaften aufzählen.

Die Schüler kennen verschiedene Theorien zur Entstehung des Mondes. Ausserdem können die Schüler die wirkliche Theorie zur Entstehung des Mondes mit eigenen Worten darlegen.

4.5 Zeitaufwand:

Je nach Grösse der Klasse macht es Sinn, die Schüler in zwei oder drei Gruppen zu teilen.

Bei zwei Gruppen bearbeitet die eine Gruppe die Fragen der Arbeitsmappe, die andere Gruppe kann selbstständig die Ausstellung anschauen.

Bei drei Gruppen arbeiten zwei Gruppen an zwei verschiedenen Arbeitsmappen, eine Gruppe schaut selbstständig die Ausstellung an. Nachher wird gewechselt.

Pro Arbeitsmappe rechnet man mit 45 Minuten Zeitaufwand.

5. Schülerdossier

5.1 Einführung:

Gemäss der Urknall (Big Bang) Theorie ist das Universum vor rund 14 Milliarden Jahren entstanden. Seither dehnt es sich kontinuierlich aus. Die ersten Sterne und Galaxien bildeten sich vielleicht schon nach einigen hundert Millionen Jahren. Vor ca. 4.6 Milliarden Jahren entstand unser Sonnensystem, bestehend aus der Sonne, den acht Planeten und ihren Monden sowie unzähligen Asteroiden und Kometen.

5.2 Aufgaben und Fragen:

1. Meteoriten – ganz spezielle Gesteine.



Ziel: *Du kennst verschiedene Typen von Meteoriten und kannst deren Eigenschaften nennen.*

Ausstellungsmaterial: *Meteoritenwand, diverse Meteoritengesteine.
Geschosstext „Meteoriten – Boten aus der Frühzeit“.
Geschosstext „Bausteine der Planeten“.*

Das Finden eines Meteoriten ist wie ein 6er im Lotto, daher bekommen wir nur selten solche Gesteine zu Gesicht. Hier hast Du die seltene Gelegenheit eine ganze Sammlung zu studieren und anzufassen.

- a) An der Wand werden verschiedene Meteoritensteine gezeigt. Wie sehen diese aus? Zeichne drei verschiedene Meteoriten auf und notiere dazu die wichtigsten Eigenschaften. Achte bei der Auswahl darauf, dass sich die drei ausgewählten Meteoriten in Aussehen und Eigenschaften unterscheiden (Zum Beispiel bezüglich Zusammensetzung, Bestandteilen, Alter, Fundort, usw.)

Meteoritenname und Skizze	Eigenschaften

- b) Wenn du die Meteoriten betrachtest, unterscheiden sie sich nur wenig von einem irdischen Stein oder einem Metall. Man findet Meteoriten vor allem in Wüsten, im antarktischen Eis oder anders gesagt in kargen Gegenden. Kannst du dir vorstellen, wieso man Meteoriten oft in solchen Gebieten findet?

- c) Auch in der Schweiz wurden bereits Meteoritenfunde gemacht. Nenne zwei Meteoriten und ihre genauen Fundorte. (Achte auf Schweizer Namen).

- d) Meteoriten stammen meist von Asteroiden ab. Woraus bestehen Asteroiden und wo in unserem Sonnensystem befinden sich diese? Beachte den Text „Bausteine der Planeten“.

- e) Überlege dir nun, wie Meteoriten entstanden sein könnten und welche Bedeutung sie für die Wissenschaft haben. Schreibe deine Erklärungen auf. Der Text „Meteoriten – Boten aus der Frühzeit“ kann dir dabei helfen.

- f) Man unterscheidet zwei verschiedene Arten von Meteoriten. Wie heissen die zwei Arten?

Es gibt Meteoriten und auch Pseudometeoriten. Löse das Quiz der verschiedenen Meteoritenexponate. Versuche die Meteoriten von Pseudometeoriten zu unterscheiden!

2. Meteoriten – Zeugen aus längst vergangener Zeit.



Ziel: *Du kannst Fakten nennen, wie Wissenschaftler das Alter der Sonne und der Planeten bestimmen konnten.*

Du kennst die zwei verschiedenen Meteoritenarten, und du weisst, was Asteroiden sind.

Ausstellungsmaterial: *Thementext „Der solare Nebel“.*

Thementext „Meteoriten – Boten aus der Frühzeit“.

Um die Entstehung des Weltalls, unseres Planetensystems und unserer Erde zu verstehen, ist grosse Detektivarbeit nötig. Wie machen die Wissenschaftler das nur?

- a) Die Sonne und die Planeten sind zwischen 4.5 und 4.6 Milliarden Jahre alt. Woher weiss man das? Welche Bedeutung haben Meteoriten für die Wissenschaft? Nenne die zwei Hauptgründe. Beachte den Text „Meteoriten – Boten aus der Frühzeit“.

- b) Im Text „Der solare Nebel“ wird beschrieben, wie die ersten erkennbaren Körper des Universums entstanden sind. In der Vitrine findet man nun Teile von Meteoriten (sogenannte Chondren, Nr.07) abgebildet, welche als die älteste Materie unseres Sonnensystems gelten. Wie sehen Chondren aus? Welche Farbe haben sie im Mikroskop?

Die hellen Einschlüsse im Meteoriten Allende (Nr.12) sind 4.57 Milliarden Jahre alt. Das ist das älteste Material, dass du je wirst berühren können!

3. Entstehung von Planeten



Ziel: Du kannst erklären, wie Planeten entstanden sind.

Ausstellungsmaterial: Thementext „die Bausteine der Planeten“.

Es gibt neun verschiedene Planeten in unserem Sonnensystem. Doch wie sind diese entstanden? Das wirst du nun erfahren.

a) Lies den Text „Die Bausteine der Planeten“ und probiere nachher die Lücken des Textes zu füllen.

Vor langer Zeit, genauer gesagt vor ca. _____ Jahre bildeten sich die ersten Planetenbausteine. Die ersten Teile, genannt _____ vereinigten sich langsam im sogenannten solaren Nebel zu immer grösseren _____. Teilweise wurden die entstandenen Gebilde so gross wie die heutigen Planeten _____ und _____. Somit kann man sagen, dass die _____, welche heute zwischen den Umlaufbahnen von Mars und Jupiter um die Sonne kreisen, die überlebenden Planetenbausteine sind.

4. Entstehung des Mondes



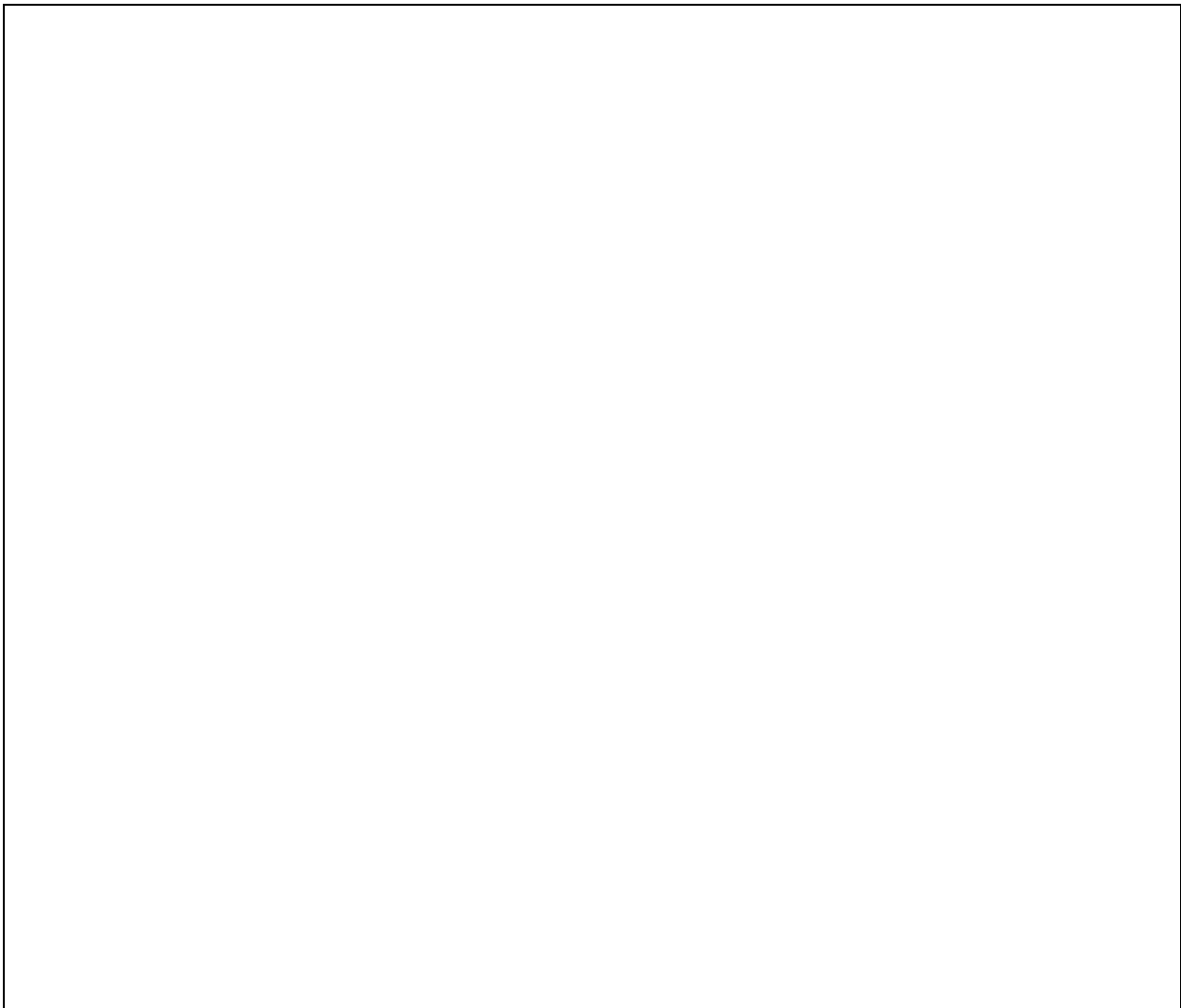
Ziel: Du kannst erklären, wie der Mond entstanden ist.

Ausstellungsmaterial: Infoscreen „Warum steht der Mond am Himmel?“.

Thementext „Wie entstand der Mond?“.

Der Mond ist steter Begleiter der Erde. Er umkreist die Erde und ist wichtig für die Gezeiten (Ebbe und Flut) der Erde. Doch wie ist er entstanden? Dem gehen wir jetzt auf die Spur.

- a) Betrachte den Bildschirm zum Thema „Warum steht der Mond am Himmel?“. Es gab früher verschiedene Theorien, wie der Mond entstanden ist. Zeichne ein Bild, welches eine Theorie der Entstehung des Mondes zeigt.



- b) Wie entstand der Mond wirklich? Erkläre in eigenen Worten und benutze folgende Begriffe: Kollision, Planetenbaustein Theia, Erde.

- c) 1969 wurde der erste Stein vom Mond in die Schweiz gebracht. Wer brachte diesen Stein vom Mond auf die Erde? (Nr.26)

6. Lösungen

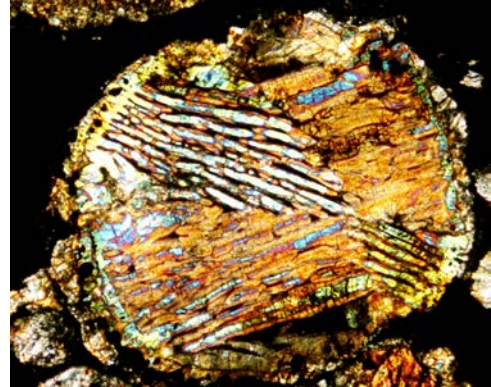
Nr.1

- a) individuelle Lösungen der Schüler.
- b) In solchen Gebieten fallen die Meteoriten besonders auf, weil sie aus dem Untergrund herausstechen. (Bsp. Eine mehrheitlich eintönige Eiswüste im Vergleich zum schwarzen Meteoriten)
- c) Eisenmeteorit Twannberg beim Bielersee, Eisenmeteorit Rafrüti aus dem Emmental.
- d) Asteroiden, welche heute zwischen den Umlaufbahnen von Mars und Jupiter, dem so genannten Asteroidengürtel, um die Sonne kreisen, sind überlebende Planetenbausteine. Sie bestehen als aus der planetaren Urmaterie.
- e) Meteoriten stammen meist von Asteroiden ab. Asteroiden sind überlebende Planetenbausteine.
- f) Steinmeteoriten und Eisenmeteoriten

Nr.2

- a) Die Erkenntnis, dass die Sonne und die Planeten in einer Zeitspanne zwischen 4.6 – 4.5 Milliarden Jahren vor heute entstanden sind, beruht auf zwei Pfeilern: Zum einen können Astronomen in heutigen Gas- und Staubwolken die Bildung von Sternen direkt beobachten und in Rechenmodellen nachbilden. Zum anderen verfügen wir mit den Meteoriten über Boten aus jener fernen Zeit, welche Zeugnis von den damaligen Vorgängen im Sonnensystem ablegen. Zusammenfassend kann man also sagen, dass das Alter und die Vorgänge im Sonnensystem durch die Meteoriten abgeleitet werden können.

- b) Chondren bestehen aus Mineralen in verschiedener Form (z. B. langgestreckte Balken), welche in Glas eingebettet sind. Chondren sind grau oder schwarz, die Mineralien leuchten aber in einem speziellen Mikroskop in verschiedenen Farben, welche der Identifikation des Minerals dienen.
(blau, gelb, weiss, orange)



Nr.3

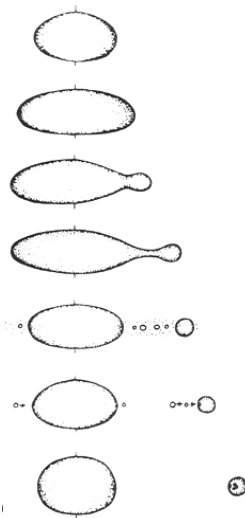
- a) Vor langer Zeit, genauer gesagt vor 4.6 Milliarden Jahren, bildeten sich die ersten Planetenbausteine im sogenannten solaren Nebel. Zuerst vereinigten sich kleine Staubkörner zu immer grösseren Körpern, den Planetesimalen und Planetenembryos. Einige dieser Embryos waren von vergleichbarer Grösse wie die heutigen Planeten Merkur oder Mars. Die Bildung von Planetenembryos dauerte etwa eine Million Jahre. Aus diesen bildeten sich innerhalb viel längerer Zeit, vielleicht während 100 Millionen Jahren, die Planeten wie die Erde und die Venus. Somit kann man sagen, dass die **Asteroiden**, welche heute zwischen den Umlaufbahnen von Mars und Jupiter um die Sonne kreisen, überlebende Planetenbausteine sind.

Nr.4

- a) Bild: individuelle Lösungen.
Theorie „Rieseneinschlag“: Theia kollidiert mit der jungen Erde. Diese Theorie gilt auch heute noch als richtig.



Die Theorie, dass der Mond aus der jungen Erde herausgerissen wird, ist falsch.



- b) Der Mond hat sich gebildet, als ein Körper etwa der Grösse des Planeten Mars (genannt Planetenbaustein Theia) mit der jungen Erde kollidierte.
- c) Der Stein stammt von der Apollo 11 Mission. (Von der ersten Mondlandung der US Amerikaner).

7. Nachbereitungs- und Vertiefungsmaterial

Um im Unterricht die Inhalte noch zu vertiefen und weiterzuführen sind hier noch Ideen mit Links und Filmtipps aufgeführt.

7.1 Weblinks:

- <http://www.educ.ethz.ch/unt/um/geo>
- <http://www.allgemeinbildung.ch>
- <http://www.webgeo.de>

7.2 Filme:

- Discovery Channel. Feuerkugeln aus dem All. Asteroiden, Kometen, Meteoriten. 52 min. ISBN: B-00-0fQWFJ-8.
- ORF Universum. Meteorite. Bomben aus dem Weltall. 90 min. 2004. ISBN 3-8312-8985-9.
- Discovery Geschichte. Wunder des Weltalls. 2006. 325 min. ISBN: B-00-0JMKDO-C.

7.3 Unterrichtsideen:

- Das Sonnensystem mit ihren Planeten kennen.
- Die Geschichte der Raumfahrt kennenlernen. Die erste Mondlandung thematisieren. Bedeutung und Folgen für die Menschheit?
- Claude Nicollier. Der erste Schweizer im All.
- Internationale Raumstation ISS kennenlernen.
- Kometen.
- Gibt es Wasser auf dem Mars?

8. Evaluation

Für die Evaluation der Ausstellung, der Arbeitsmappen und des Lerneffektes kann ein Feedbackbogen online ausgefüllt werden.

www.christen.jimdo.com

Vielen Dank für die Rückmeldung!