

Sonne, Monde, Wandelsterne

Astronomische Bausätze und ihre Grundlagen

Alexander Heinz 11/2013

Allgemeines

Das Bild von der Erde und von der ganzen Welt ist bestimmt von geometrischen Überlegungen. Diese bilden darüber hinaus die Grundlagen zur weiteren Erforschung immer entlegenerer Regionen im Kosmos. Dazu gibt es eine überraschend große Vielfalt an Modellen, die frei über das Internet verfügbar sind und solchen, die von didaktischen Verlagen als vorgefertigte Bausätze bestellt werden können. Die meisten lassen sich mit wenig Aufwand auch im Klassenzimmer bauen, z.B. der Fixsternhimmel und die wichtigsten Himmelskörper des Sonnensystems. Hier werden einige kurz vorgestellt.

Fixsternhimmel

Es bietet sich an, zunächst mit dem Fixsternhimmel zu beginnen, weil er sich mit bloßem Auge beobachten lässt. Dies entspricht den unmittelbaren Wahrnehmungsmöglichkeiten der SchülerInnen, und bildet auch den Anfang einer langen Geschichte astronomischer Entdeckungen. Das Modell von der Himmelskuppel kann als sechsteiliger Bausatz aus einer Postkarte ausgeschnitten und zusammengeklebt werden. Die etwa waschkorbgröße Version besteht aus 24 Teilen und zusätzlichen Stabilisatoren für den Rand. Dieses anspruchsvolle Modell kann sehr gut in gemeinsamer Arbeit zu zwei oder dritt umgesetzt werden. Besonders beeindruckend ist, dass sich dank einer speziellen Druckfarbe die Sterne mit UV-Licht (z.B. Geldscheinprüfer) illuminieren lassen.

Weltkarten

Historisch bedeutsam ist die Einsicht, dass die Erde, auch wenn sie auf den ersten Blick scheibenförmig erscheinen mag, kugelförmig rund sein muß. Durch die Kartographie in Verbindung mit der Navigation mit Hilfe der Fixsterne und der Uhrzeit entstanden die ersten Weltkarten der Erde. Das Problem der Verzerrung, dass bei den Projektionen an den Rändern eindrucksvoll zutage tritt, hat manche brauchbare Lösung provoziert. Eine besonders originelle ist die verzerrungsarme Darstellung der Erde auf der Basis eines Ikosaeder-Netzes von Buckminster-Fuller. Hier ist es ihm zudem gelungen, die Gestalt der Kontinente optimal zu erhalten. Daher weichen die Erdpole geringfügig von den Symmetrieachsen des Ikosaeders ab. Eine entsprechende Abbildung ist bei Wikipedia für den nicht-kommerziellen Bedarf frei herunterzuladen und einfach umzusetzen.

Erste Bilder der Erde aus dem Weltraum

Mit Hilfe von Satelliten entstand in kurzer Zeit eine unübersehbar gewordene Fülle von Bildern. Es bedarf einer Vielzahl von technischen Errungenschaften, daraus eine zusammenhängende Darstellung der Erde anzufertigen. Der Wechsel von Tag und Nacht, die Jahreszeiten und das Wettergeschehen gehen in die unmittelbaren Einzelbilder mit ein, und müssen für eine zusammenhängende Darstellung vereinheitlicht werden. Dazu kommen noch die Schwierigkeiten, die sich aus dem Zusammensetzen von vielen Bildern ergeben, wie Unterschiede der Belichtung, Passgenauigkeit, und natürlich die perspektivische Verzerrung.

Kugel und Polyeder

Ein schönes Beispiel dafür, wie sich die Kontinente auf der kugelförmigen Erde auf Polyeder projizieren lassen, bilden die Modelle von Carlos A. Furuti. Sie können kostenlos für nicht-kommerzielle Verwendungen aus dem Internet heruntergeladen werden. Die verzerrungsärmsten Modelle sind durchwegs aufwendiger zu bauen, weil sie mehr Flächen haben und der Netzspalt sehr klein ist. Dadurch steht weniger Material für Klebelaschen zur Verfügung. Einfache Modelle, wie zum Beispiel das Tetraeder, veranschaulichen dagegen an den Kanten extreme Verzerrungen. Auf seiner Homepage finden sich auch die klassischen Zylinder-, Kegel- und weitere Projektionen.

Der Weg zu den Wandelsternen und ihren Monden

Die technischen Anforderungen, die bewältigt werden müssen, um an Weltraumbilder zu kommen, sind enorm. Es zeigt sich schnell, dass die hier vorgestellten Bastelbogen eine enorme Fülle an Expertenwissen und -können voraussetzen. Dazu gehört die Fähigkeit, Raketen zu konstruieren, zu bauen und zu betreiben. Die Bewegungen der Himmelskörper müssen bekannt sein und man muss wissen, wann ein günstiger Starttermin ist, damit die Reise der Satelliten möglichst kurz ist. Durch geschickte Ausnutzung der Gravitationsfelder von Himmelskörpern, an denen die Reise vorbei geht, lassen sich die Satelliten enorm beschleunigen. Auch dies muss man im Voraus berechnen, um später noch nachsteuern zu können. Auch eine permanente Energieversorgung des Satelliten ist unabdingbar.

Optik

Die optischen Geräte für solche Missionen müssen die enormen Erschütterungen eines Raketenstarts verkraften können. Danach sind sie den extremen Temperaturunterschieden im Weltraum und hoher Strahlung ausgesetzt. Trotz extremer Helligkeitsunterschiede (Beispiel: Sonne und Pluto) muss es möglich sein, differenzierte Bilder zu liefern. Durch Farbfilter, die sich vor der eigentlichen Kamera bewegen lassen, werden selektive Aufnahmen gemacht, die später auf der Erde zu ansehnlichen Bildern verarbeitet werden können. Es bedarf einer Steuerung, die es ermöglicht, bestimmte Motive abzulichten und Serien von Einzelbildern zu liefern, die später zu einem größeren Ganzen zusammengesetzt werden können.

Andere bildgebende Verfahren und ihre Grundlagen

Hinzu kommen Messungen von Infrarot, Radar und Magnetfeldern, deren Ergebnisse für andere bildgebende Verfahren benötigt werden. So ist z.B. die Venus von einer undurchsichtigen Wolkendecke umgeben. Das Relief (die eigentliche Oberflächengestalt) lässt sich nur mit Hilfe von Strahlen erfassen, die diese Decke durchdringen können.

Datenmanagement

Wegen der extrem langen Übertragungswege muss der Bordcomputer der Sonde hochgradig automatisch arbeiten können. Die dazu notwendigen Programme müssen von der Erde aus nachsteuerbar sein. Beim unmittelbaren Vorbeiflug an einem Himmelskörper sind in kurzer Zeit sehr viele Bilder zu machen, die langen Zeiträume von einem Himmelskörper zum nächsten dienen vorrangig der Datenübertragung. Das setzt enorme Speicherkapazitäten voraus.

Datenverarbeitung

Um aus den Rohdaten ansehnliche Bilder zu erhalten, muss eine Vielzahl von Farbfilteraufnahmen zu einem Bild verarbeitet werden. Es benötigt viele Bilder, um die Oberfläche eines Himmelskörpers vollständig abbilden zu können. Diese müssen richtig zusammengesetzt, entzerrt und vereinheitlicht werden. Hierzu gehören Retuschen, die z.B. Wolken (und auf der Erde ggf. auch die Vegetation) aus dem Bild nehmen lassen. Die Helligkeit der Aufnahmen muss dem Bereich angepasst werden, der für den Betrachter sichtbar ist. Durch Falschfarben können bestimmte Strukturen besser sichtbar gemacht werden, oder ganz einfach Bilder erzeugt werden, die einen ästhetischen Reiz haben.

Bildinterpretation

Mit Hilfe der Bild- und anderer Messdaten kann man auf die stoffliche Beschaffenheit der Himmelskörper schließen. Zu den augenfälligsten Erscheinungen gehören Einschlagskrater und Wolken. Besonders eindrucksvoll sind die Wolkenstürme des Jupiter. Daneben finden sich bei einigen Himmelskörpern Beispiele starker vulkanischer Aktivitäten und tektonische Verwerfungen, die auf enorme Gezeitenkräfte schließen lassen.

Bastelbogen

Der letzte Schritt zur Konstruktion von brauchbaren Bastelbogen erfordert noch folgende Überlegungen: Für ein einheitliches räumliches Modell kommen aus der unendlichen Fülle räumlicher Formen nur die hochsymmetrischen regulären und halbregulären Polyeder infrage. Das Ikosaeder bietet sich dafür in erster Linie an, weil es die höchstmögliche Zahl einheitlicher Flächen besitzt und darum der Kugelform sehr nahe kommt. Praktisch lässt sich diese Form sehr gut umsetzen.

Wie das Beispiel der Bastelbogen der Recklinghäuser Sternwarte auf Basis des Deltoid-60-Flächners zeigt, gibt es noch „rundere“ Formen. In der Praxis zeigt sich, dass man zu sehr ansehnlichen Ergebnissen damit kommen kann, wenn man z.T. recht hohe Anforderungen an Geduld und Genauigkeit auf sich nimmt.

Die Wahl der Abwicklung sollte intuitiv gut erkennen lassen, wie das Modell zusammengesetzt ist; idealerweise sind die Klebelaschen so anzubringen, dass die letzte Fläche auf die Laschen der Nachbarflächen nur noch aufgelegt werden muss.

Für den Ausdruck von entsprechenden Dateien sollte ein geeigneter Karton (etwa 160 g oder 200 g) gewählt werden. Merkur und Mond erscheinen auf weißem Papier etwas fade, sodass sich hier die Verwendung von gelblich eingefärbtem Karton empfiehlt.

Unterrichtsprojekt

Die Bastelbogen lassen sich sehr gut in ein astronomisches Unterrichtsprojekt einbinden, in denen einige Aufgaben auch in Gruppenarbeit gelöst werden können. Den Modellbau kann man auf mehrere SchülerInnen verteilen. Sind die elliptischen Planetenbahnen besprochen worden, lassen sie sich auf dem

Klassenboden maßstäblich mit Kreide oder einem Kreppband nachzeichnen. Die jeweilige Neigung zum Himmelshorizont kann durch entsprechende Sockel dargestellt werden, deren Höhe die SchülerInnen nach Angaben mit Winkelsätzen oder dem Satz des Pythagoras berechnen können.

Die oben dargestellten Modelle haben fast alle die gleiche Größe, was ihre strukturellen Unterschiede gut zur Geltung kommen lässt. Eine einigermaßen korrekte maßstäblich einheitliche Bauweise ist schwerlich umsetzbar. Jedoch kann man etwa die Sonne von A4 auf zwei A3-Modellhälften vergrößern, Jupiter und Saturn auf A3, die restlichen Himmelskörper auf A4 ausdrucken, und den Erdmond auf A5. So lassen sich die enormen Größenunterschiede wenigstens andeuten. Ohne Schwierigkeiten kann man aber die Durchmesser modellhaft berechnen lassen. Ausgehend von einer Modellerde mit Durchmesser 10 cm kann man in einer separaten Aufgabe die Durchmesser der anderen Himmelskörper maßstäblich bestimmen.

Orion-Modell

Die endlose Tiefe des Weltalls lässt sich astronomisch räumlich nach Entfernungen differenziert strukturieren. Ein gutes Beispiel dafür ist das Orion-Modell von der Recklinghäuser Sternwarte. Hier wird in eine seitlich offene Schachtel eine Reihe von schwarzen „Fensterlämchen“ eingebaut, auf denen weiße Flecken („Sterne“) abgebildet sind. Die Entfernung der weißen Flecken zum Guckloch entspricht der maßstäblichen Entfernung der entsprechenden Sterne zum Betrachter auf der Erde.

Ergänzungen

Als weitere Anschauungshilfen dienen Tischplanetarium, Sternkarten und das Keplersche Planetenmodell. Daneben gibt es noch ein Vielzahl von astronomischen Messinstrumenten, die sich als Bastelbogen nachbauen lassen: Sonnen-, Stern- und Monduhren, Jakobsstab, Sextant, einfache Fernrohre und dergleichen, die zu einer geeigneten Gelegenheit vielleicht einmal gesondert dargestellt werden können.

Folgende Quellen sind als Anregungen gemeint und erheben keinen Anspruch an Vollständigkeit.

Literatur

Der Weltraum – die Originalfotos der NASA. Katalog zur Ausstellung im Deutschen Architekturmuseum. Frankfurt am Main 1987.

Sternstunden – Wunder des Sonnensystems. Katalog zur Ausstellung im Gasometer Oberhausen. Hrsg.: Peter Pachinke und Wolfgang Volz. Essen 2009.

Joachim Schultz: Rhythmen der Sterne: Erscheinungen und Bewegungen von Sonne, Mond und Planeten. Dornach (CH) 1985.

Vorgefertigte Bastelsätze

www.astromedia.eu

Web-Links

<http://sternwarte-recklinghausen.de/interaktiv/bastelboegen/>

http://solarsystem.dlr.de/RPIF/forms/mond_a4.pdf

www.progonos.com/furuti/MapProj/

www.solarviews.com/cap/index/icosahedron1.html

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Fuller_projection_rotated.svg

Zusammengestellt von Alexander Heinz, Bergweg 50, D 58313 Herdecke, mail@geomenta.com