

Das «Raumschiff» Erde

Text: Paul Stauffer / st
Fotos: s. Bildnachweis



Die Schülerinnen und Schüler...

- » können Merkmale der Erde als Planeten beschreiben: Gestalt der Erde, (...) Rotation, Erdrevolution.
- » können Phänomene erklären, die sich aus Stellung und Bewegung der Erde im Sonnensystem ergeben.
- » können verschiedene Weltbilder zeitlich und räumlich einordnen: Weltbilder.



Seite 4: Die Erde geht über dem Mond auf. Dezember 1968, Apollo 8.
© NASA; wikimedia.org

Astronomische Ausrichtung der Steinkreise von Stonehenge.
© Paul Stauffer

Die Himmelsscheibe von Nebra. © wikimedia.org

Ägyptisches Weltbild: Der Luftgott Schu trennt die Himmelsgöttin Nut und den Erdgott Geb. Der Sonnengott Re fährt in seiner Barke über den Himmel.

«Der Mond ist aufgegangen, die goldnen Sternlein prangen am Himmel hell und klar, ...» so beginnt das wohl berühmteste deutsche Gedicht, geschrieben 1778 von Matthias Claudius. Wer am Meer Urlaub macht, ist begeistert von den Sonnenuntergängen. Der Lauf der Gestirne und der gesamte Sternenhimmel mitsamt seinen Sternbildern faszinierten die Menschen schon immer.

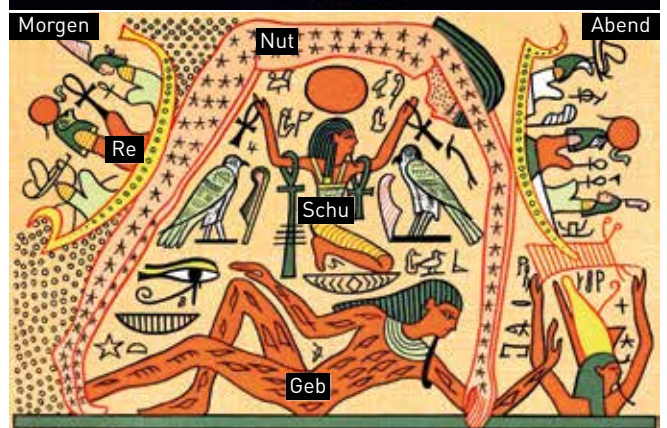
Früher wie heute haben wir den Eindruck, dass sich die Gestirne um die Erde bewegen. Dabei dreht sich die Erde einmal in 24 Stunden um sich selber, bei einer Geschwindigkeit am Äquator von 1670 Stundenkilometern. Die Erde umkreist in einem Jahr mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 107 461 Stundenkilometern die Sonne. Unser Sonnensystem mit der Sonne im Zentrum bewegt sich seinerseits mit 792 000 Stundenkilometern um das Zentrum der Milchstrasse. Wie sich die Himmelskörper bewegen, wissen wir durch Beobachtungen, die seit urgeschichtlicher Zeit immer präziser geworden sind.

Zeugnisse der Himmelbeobachtung in der Urgeschichte

Von alten Kulturen ist bekannt, dass sie sich mit dem Lauf der Gestirne auseinandersetzten. Sie konnten daraus wichtige Erkenntnisse ableiten, die ihnen bei der Sicherung ihrer Existenz und bei der Orientierung auf ihren Wanderungen halfen. Wer sich mit dem Lauf der Sterne befasste, zog also immer auch die Erde mit ein.

So ist die etwa 5000 Jahre alte Himmelsscheibe von Nebra das Ergebnis jahrzehntelanger Himmelsbeobachtung und zeigt das bronzezeitliche Weltbild, bei dem sich der Himmel wie eine Kuppel über die flache Erde wölbt. Mit ihr konnten das Sonnen- und Mondjahr abgeglichen, die Auf- und Untergangspunkte der Sonne im Jahresgang abgelesen und mit Hilfe des Sternhaufens der Plejaden der Zeitpunkt der Aussaat und der Ernte bestimmt werden.

In Europa gibt es Bauten aus der Stein- und der Bronzezeit, die auf wichtige Zeitpunkte im Jahresgang, wie den Sonnenstand zur Tag- und Nachtgleiche und den längsten und kürzesten Tag, ausgerichtet waren. Beispiele solcher Bauwerke sind die bis über 5000 Jahre alten Steintempel auf Malta und die Steinkreise von Stonehenge.



Die alten Ägypter bestimmten mittels Sternbeobachtung die Ausrichtung der Pyramiden von Gizeh. Zudem fanden sie heraus, dass die für ihre Landwirtschaft so wichtige Nilschwemme im Normalfall kurz nach dem Wiederauftauchen des Sterns Sirius über dem Horizont einsetzte. Sie konnten so den Zeitpunkt bestimmen, wann sie die jeweils überschwemmten Flächen im Niltal räumen mussten und der natürlichen Düngung durch den Schlamm des Nils überlassen konnten.

Seit der Antike gingen einzelne Gelehrte der Frage nach, welche Form die Erde hat und welche Position sie im Universum einnimmt.



Mittelalterliche Nachbildung der Karte von Claudius Ptolemäus.

Scheibe oder Kugel?

Solange Menschen in der Urgeschichte und der Antike noch keine weiten Reisen unternahmten, schien ihnen die Erde flach zu sein. Diese Ansicht wurde durch ihre Schöpfungsmythen gestützt. Sie stellten sich die Erde etwa als Scheibe vor, die von einem Ozean begrenzt wurde und darüber sich ein Himmelsgewölbe erhob, an dem die Gestirne aufgehängt waren.

Ab dem 6. Jahrhundert v. Chr. gingen griechische Gelehrte wie die berühmten Philosophen Pythagoras, Platon und Aristoteles von der Voraussetzung aus, dass die Erde eine Kugel sei. Im 3. Jh. v. Chr. berechnete der Grieche Eratosthenes den Umfang der Erde mit etwa 40 000 Kilometern. Dies entspricht ziemlich genau dem heute gültigen Wert. Im 2. Jh. n. Chr. schuf der griechische Gelehrte Claudius Ptolemäus in Alexandria, dem damaligen Zentrum der Wissenschaften, einen geografischen Atlas, der bis in die beginnende Neuzeit als Vorbild verwendet wurde. Auch er ging von der Kugelgestalt der Erde aus und versah seine Karten schon mit Längen- und Breitenkreisen. Er nahm für den Erdumfang allerdings gut 30 000 Kilometer an und folgte dabei annähernd dem Wert, den der griechische Gelehrte Poseidonios etwa 200 Jahre früher berechnet hatte. Für Ptolemäus gab es auf der Erde die drei Kontinente Europa, Afrika und Asien. Die Erkenntnisse von Ptolemäus fanden auch Eingang in die mittelalterliche Kartografie. Auf dieser Grundlage schuf Martin Behaim 1492 den ältesten bis heute erhaltenen

Globus, der die Welt vor der Wiederentdeckung Amerikas durch Kolumbus zeigt. Kolumbus brach 1492 in spanischen Diensten in Richtung Westen auf, um den Seeweg nach Indien zu finden. Da auch er in Unkenntnis der Existenz des Doppelkontinents Amerika weggesegelt war, unterlief ihm einer der grössten Irrtümer der Weltgeschichte. Als er in der Karibik auf die Insel Guanahani und deren dunkelhäutige Bewohner traf, glaubte er sich in Asien. Und da er eigentlich den Weg nach Indien finden wollte, scheint er die dortigen Bewohner als Indios, also Inder, bezeichnet zu haben.

Entgegen der in der Renaissance und der Aufklärung gepflegten Abwertung des Mittelalters als dunkles Zeitalter, in dem die Erde als Scheibe betrachtet worden sei, war die Kugelgestalt der Erde sowohl von der Kirche wie den mittelalterlichen Gelehrten akzeptiert. Dies beruhte darauf, dass ab dem 13. Jahrhundert die Schriften des griechischen Philosophen Aristoteles von der Kirche wie den Universitäten als Standardlehrbücher anerkannt waren. Aristoteles vertrat die Überzeugung, dass die Erde eine Kugel sei.

Heute wissen wir, dass die Erde kugelförmig, aber an den Polen etwas abgeplattet ist und am Äquator eine kleine Wölbung aufweist; wir sprechen von der Erde als Rotationsellipsoid. Zudem hat die Erdkruste verschiedene, grossflächige Eindellungen und Auswölbungen. Wegen diesen Unregelmässigkeiten der Erdoberfläche bezeichnen die Erdwissenschaftler die Erde auch als Geoid.

Radkarte von Hereford, Ende 13. Jh. Das kreisförmige Kartenbild enthält 3 Kontinente, ist von Wasser begrenzt und gegen Osten gerichtet.

Giordano Bruno vor dem Inquisitionsgericht in Rom.

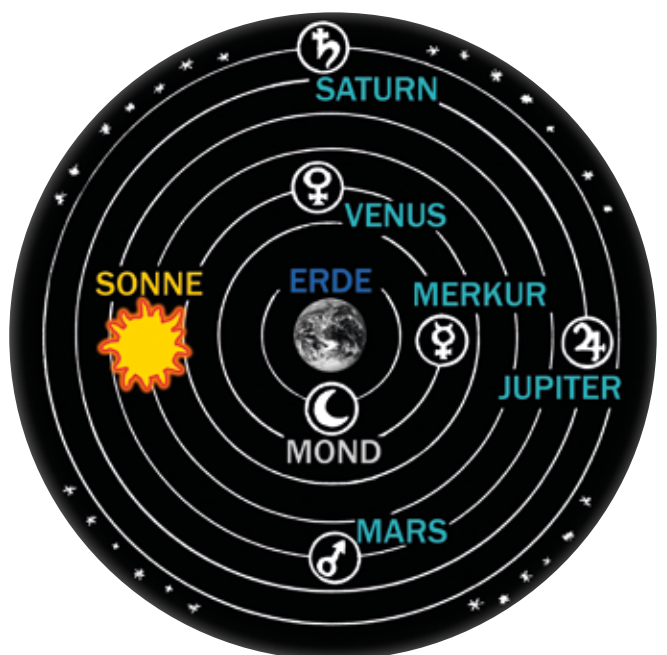
Das geozentrische Weltbild nach Ptolemäus.
©Ralf Roleček, wikimedia.org

Wo steht das Raumschiff Erde im All?

Die Menschen sahen sich lange als Krönung der Schöpfung und Mittelpunkt des Kosmos. Folglich musste für sie die Erde der ruhende Mittelpunkt im Weltall sein. Dies galt auch für die christliche Kirche. Die Erde als ruhender Pol aus dem Mittelpunkt des Kosmos zu verdrängen, war Gotteslästerung, zumal auch nach Schriften von Aristoteles und der Interpretation verschiedener Bibelstellen der Beweis für diese Lehrmeinung als erbracht galt. Bis ins 16. Jh. konnte sich dieses geozentrische Weltbild halten, das die Erde als ruhendes Zentrum des Universums sah.

Es gab zwar schon in der Antike Überzeugungen, dass die Planeten und die Sterne und damit auch die Erde sich um ein Zentralfeuer wie etwa die Sonne bewegen und sich die Erde womöglich gar um sich selber dreht. Sie konnten sich aber nicht durchsetzen, ihre Anhänger wurden ausgegrenzt. Dramatische Formen nahm die Auseinandersetzung um die Richtigkeit des heliozentrischen Weltbilds, das die Sonne ins Zentrum des Weltalls setzt, in Europa im 16. und 17. Jahrhundert an. Nikolaus Kopernikus (1473–1543), Giordano Bruno (1548–1600), Galileo Galilei (1564–1642) und Johannes Kepler (1571–1630) waren die Astronomen, die ihm gegen den erbitterten Widerstand der Kirche zum Durchbruch verhalfen.

Kopernikus veröffentlichte 1543 seine Schrift über die Bewegungen der Himmelskreise, in der er die kreisförmige Bewegung der Planeten um die Sonne und die Drehung der Erde um die eigene Achse beschrieb. Da seine Schrift fern von Rom erschien und von der Kirche erst nach seinem Tod wahrgenommen wurde, entging er der Verfolgung. Diese musste Giordano Bruno bitter erleiden. Er war Dominikanermönch und entwickelte als Anhänger des heliozentrischen Weltbildes eine eigene Philosophie. Er postulierte die Unendlichkeit des Weltalls, in dem es keinen Platz für ein christliches Jenseits gab und lehnte auch die heilige Dreifaltigkeit ab. Deswegen wurde er von der Kirche als Ketzer verfolgt, trotz Widerruf seiner Lehre zum Tod auf dem Scheiterhaufen verurteilt und im Jahr 1600 verbrannt.





Sonnenuntergang in Raja Ampat, Indonesien. © P. Stauffer

Neue astronomische Forschung aus dem All durch das Hubble Weltraumteleskop. ©NASA/IMAX, wikimedia.org

Zwei kollidierende Galaxien in der Herkules Galaxie. ©NASA/ESA, wikimedia.org.



Galileo Galilei wurde 1633, obwohl er seine Lehre widerrief, zu lebenslanger Kerkerhaft verurteilt. Sein Vergehen aus kirchlicher Sicht war die Verbreitung des heliozentrischen Weltbildes, das er durch eigene Beobachtungen mittels eines verbesserten Fernrohrs festigte. Dabei entdeckte er auch die zerklüftete Oberfläche des Mondes, die vier grössten Monde des Jupiters und dass die Milchstrasse nicht ein nebliges Gebilde, sondern eine Anhäufung unzähliger Sterne ist. Er postulierte auch, dass die Erde letztlich nichts Aussergewöhnliches, sondern ein Planet wie jeder andere sei. Johannes Kepler verdanken wir die Erkenntnis, dass die Umlaufbahnen der Planeten elliptisch sind, dass die Sonne sich in einem Brennpunkt dieser Ellipsenbahnen befindet und die Planeten sich in Sonnennähe rascher bewegen als in der Sonnenferne.

Der Engländer Isaac Newton (1644–1727) wies nach, dass die Anziehungskraft zweier Körper, die Gravitation, dafür verantwortlich ist, dass die Menschen nicht von der sich drehenden Erde wegfallen und die Planeten auf ihren Bahnen um die Sonne nicht weggeschleudert werden.

Die weitere astronomische Forschung führte zu heute gültigen Erkenntnissen, dass:

- das Universum kein Zentrum aufweist und keine Grenze hat.
- es neben unserer Sonne mehr als 650 Sterne gibt, die von Planeten umlaufen werden.
- es im Weltall noch viele Objekte, Strukturen und Erscheinungen gibt, die wir bis heute nicht erfassen konnten.

Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse ist die ursprüngliche Annahme, die Erde sei die Krönung der Schöpfung und stelle das Zentrum des Universums dar, nicht nur widerlegt, es ist auch klar, dass die Erde als Himmelskörper astronomisch «nur» ein Sandkorn im Weltall darstellt. Trotzdem ist sie für uns Menschen eine einzigartige Heimat, der wir unsere Existenz verdanken und zu der wir Sorge tragen müssen.

