

Weltbilder im Wandel

Filmkommentar

Altertum und Antike

2:50 min

Das Bild der Erde als Kugel im Universum ist uns heute sehr vertraut. Satellitenbilder zeigen uns die genaue Lage eines Kontinents, einer Stadt und sogar einzelner Gebäude.

Auf Landkarten ist inzwischen beinahe jeder Fleck unserer Erde zuverlässig verortet.

Aber welches Bild hatten unsere Vorfahren von der Gestalt der Erde? Und wie verschafften sie sich ihr Wissen darüber? Satelliten waren noch völlig unbekannt. Und Erkundungsreisen in ferne Länder waren langwierige und gefährliche Expeditionen. Dennoch hatten die Menschen schon vor Tausenden von Jahren das Bedürfnis, sich ein Bild von ihrer Welt und all dem, was sie umgibt, zu machen.

Der Blick in den Himmel ermöglichte schon unseren Vorfahren, die Bahnen von Planeten und Gestirnen zu studieren. Doch nicht nur den Himmel beobachteten sie sehr genau. Auch von ihrer Umgebung machten sie sich ein Bild.

Die ältesten erhaltenen Karten stammen aus der Zeit des **alten Babylons**.

Damals, vor rund 2.600 Jahren, ritzen die Bewohner Mesopotamiens erste Karten in feuchte Tontafeln. Diese Darstellungen zeigen allerdings nicht nur Karten der näheren Umgebung. Sie verraten uns auch, wie man sich damals die gesamte Welt vorstellte.

Wie aber sah die Welt für die Babylonier aus? Eines fällt sofort auf: Ihr Weltbild war sehr begrenzt.

Für sie bestand die Erde fast nur aus Mesopotamien und den angrenzenden Gebieten.

Jenseits befand sich nur noch der Bitterstrom – eine Art Randmeer, das die Welt wie ein Ring aus Wasser umgab.

Doch warum sah ihre Welt so aus?

Die Babylonier zeichneten damals nur die Regionen auf, die sie selbst schon bereist hatten oder die sie durch ihre Handelsbeziehungen kannten. Allerdings war ihr Bewegungsradius sehr beschränkt.

Von der Existenz weiterer Kontinente und Meere ahnten sie daher nichts.

Und noch etwas fällt an der Weltkarte der Babylonier auf:

Sie zeigt die Erde nicht als Kugel, wie wir sie heute kennen, sondern als **Scheibe**.

Darüber befand sich das Himmelsgewölbe. Darunter lag die Unterwelt.

Warum die Babylonier die Erde für eine Scheibe hielten, ist leicht zu verstehen: Blicken wir beispielsweise am Meer oder in einer flachen Ebene in die Ferne, sehen wir einen geraden Horizont.

Und auch der Boden unter unseren Füßen ist meist nicht gewölbt, sondern relativ eben – es sei denn, wir stehen gerade auf einer Bergkuppe. Allein durch die Beobachtung unserer direkten Umgebung können wir also nicht erkennen, dass die Erde eine Kugel ist.

Kein Wunder, dass die Babylonier der festen Überzeugung waren, auf einer Scheibe zu leben.

Ähnlich sahen es die **Phönizier** rund 800 Jahre vor Christus

Dieses Seefahrervolk segelte vom östlichen Mittelmeer über Gibraltar bis hin zu den Britischen Inseln.

Ihre Entdeckungen hielten sie auf Karten fest. Aber auch für die Phönizier war klar, dass die Erde eine Scheibe sein musste .

Es waren schließlich die **Griechen** , die das Bild der Erde maßgeblich erweiterten.

In ihren Karten tauchten bereits mehrere Kontinente auf: Europa, Asien und Libyen.

Der griechische Philosoph **Anaximander** beschrieb 550 vor Christus seine Weltsicht erstmals sehr detailliert. Auch er sah die Erde noch immer als eine von einem Meer umgebene Scheibe – und als **Mittelpunkt des Universums**. Die Sterne und Planeten des Nachthimmels waren nach damaliger Vorstellung nur Nägel im kristallinen Himmelsgewölbe.

Allerdings wurden schon damals erste Stimmen laut, die die **Erde als Kugel** sehen wollten.

Darunter die Philosophen **Pythagoras** und **Platon**. Doch sie konnten sich noch kein Gehör verschaffen.

Hundert Jahre nach Anaximander hatten die Griechen bereits ein genaueres Bild der Erde.

Der Geograf **Herodot von Halikarnassos** beschrieb um 450 vor Christus die Umrisse der Landmasse erstmals nicht mehr als kreisrund. In seiner Karte gab es außerdem keinen Ozean mehr, der den Rand der Erde bildete. Doch auch für Herodot war die Erde noch immer eine Scheibe.

Von der Scheibe zur Kugel

6:40 min

Bereits während der Antike machten die Menschen Beobachtungen, die einen wesentlichen Einfluss auf das Bild der Erde hatten. Man erkannte zum Beispiel, dass in südlichen Teilen der Erde Sternbilder über den Horizont wandern, die weiter nördlich nie zu sehen sind.

Das passte nicht zum Bild einer Himmelskugel, die sich im Laufe eines Tages über die Erdscheibe hinweg dreht, aber ansonsten unverändert bleibt.

Die Menschen beobachteten auch, dass sich der Mond bei einer Mondfinsternis nicht verändert. Er wird nur von einem runden Schatten überdeckt. Man war sich sicher: Dieser Schatten musste der Schatten der Erde sein, den die Sonne auf den Mond warf. Da dieser Schatten ein Teil eines Kreises war, konnte er nur von einer Kugel kommen.

Und auch **Seefahrer** lieferten wichtige Hinweise darauf, dass die Erde keine flache Scheibe sein konnte. Sie fuhren inzwischen nicht mehr nur an den Küsten entlang, sondern wagten sich weiter auf das offene Meer hinaus. Bei ihrer Rückkehr konnte von der Küste aus beobachtet werden, wie am Horizont der Mast des Schiffes aus den Wellen emporzusteigen schien. Erst wenn sich das Schiff weiter näherte, war

es ganz zu sehen. Und auch von den Schiffen aus sah man zuerst die Bergspitzen und Hügel einer Landmasse aus dem Meer auftauchen.

Aufgrund dieser Beobachtungen schlussfolgerte der griechische Philosoph **Aristoteles**, dass die Erde eine **ruhende Kugel** sei. Um diese bewegen sich alle Himmelskörper auf exakten Kreisbahnen.

Da Aristoteles im antiken Griechenland hohes Ansehen genoss, setzte sich das Bild einer kugelförmigen Erde allmählich durch. Auf dieser Kugel lagen die bekannten Landmassen, die von Wasser umgeben waren. Für die griechischen Philosophen galt die Kugel außerdem als vollkommene Form. Auch daher war für alles Himmlische gar keine andere Gestalt mehr denkbar.

Offen blieb allerdings zunächst die Frage, wie groß die Erdkugel sein könnte.

Und – wie sollte man so etwas überhaupt messen?

Eine Antwort fand 240 vor Christus der griechische Gelehrte **Eratosthenes**. Sein wichtigstes Werkzeug: die Sonne. Da bekannt war, dass die Erde eine Kugel ist, wusste er, dass die Sonnenstrahlen nicht überall im gleichen Winkel auf die Erdoberfläche treffen.

Am Tag der Sommersonnenwende beobachtete Eratosthenes, dass in Assuan die Sonne am Mittag genau im Zenit stand. Das heißt: Ein senkrechter Stab warf dort keinen Schatten. Im weiter nördlich gelegenen Alexandria aber schon. Denn dort stand die Sonne um sieben Grad versetzt. Das errechnete der Gelehrte aus der Länge des Schattens.

Sieben Grad entsprechen in etwa einem Fünfzigstel eines Kreises. Der Umfang der gesamten Erdkugel musste daher rund fünfzig Mal größer sein als die Entfernung zwischen Assuan und Alexandria.

Eratosthenes berechnete so den Umfang der Erde bereits erstaunlich genau: Er kam auf 39.690 Kilometer. Heute geht man im Mittel von 40.030 Kilometern aus.

Das Bild eines Universums mit einer kugelförmigen Erde im Mittelpunkt war nun die allgemein anerkannte Weltansicht.

Der Gelehrte **Claudius Ptolemäus** fasst 160 nach Christus dieses geozentrische Weltbild in seinem Werk "**Almagest**" detailliert zusammen.

Die Erde steht hier im Mittelpunkt. Sie wird von den anderen damals bekannten Himmelskörpern auf mehreren schalenförmigen Umlaufbahnen umkreist – den **Sphären**.

Auf der erdnächsten Sphäre bewegt sich der Mond. Weiter entfernt folgen Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter und Saturn. Auf der achten Sphäre liegen die Fixsterne.

Allerdings stellte man bei den umfangreichen Beobachtungen des Himmels fest, dass sich manche Planeten nicht immer auf einer Kreisbahn bewegen. Mars schien in manchen Nächten rückwärts zu laufen, oder sogar in Schleifen über den Himmel zu wandern. Doch auch solche Bewegungen konnte Ptolemäus erklären:

Die Kristallsphäre, in deren Mittelpunkt die Erde stand und die sich um die Erde drehte, nannte man **Deferent**. Hier war der Planet auf einer zusätzlichen kleineren Kristallkugel befestigt, dem **Epizykel**. Dieser drehte sich an einer festen Stelle des Deferenten um sich selbst. Mit den Epizykeln erklärte man sich die sonderbaren Wanderungen des Mars.

Das **ptolemäische Weltbild** hielt sich in der westlichen Welt über ein Jahrtausend weitgehend unverändert.

Ptolemäus verfasste aber nicht nur ein Buch über Astronomie. Die Karten in seinem Werk „**Geographia**“ spiegeln wieder, wie sehr sich das geografische Wissen seit der Zeit der Babylonier und der frühen Griechen erweitert hatte.

So hatten die Kriegszüge **Alexanders des Großen** unter anderem neue Erkenntnisse über einige Regionen Asiens gebracht.

Die Feldzüge und das gewaltige Handelsimperium des römischen Reiches lieferten darüber hinaus erste Informationen über Indien und sogar über China.

Das Weltbild im Mittelalter

3:00 min

Die Erde ist eine Kugel – für die alten Griechen und Römer war das seit Aristoteles klar.

Entgegen einer Auffassung, die im 19. Jahrhundert populär wurde, war die Kugelgestalt der Erde jedoch auch im europäischen Mittelalter bekannt und weitestgehend akzeptiert. Besonders in der gebildeten Schicht gab es daran keinen Zweifel. Doch wie die Erdkugel genau aussah – das war noch unklar.

Einen großen Einfluss auf das mittelalterliche Weltbild hatte die **christliche Kirche**. Denn der Missionsauftrag Christi „geht zu allen Völkern“ war laut damaliger Auffassung nur zu erfüllen, wenn alle Länder der Erde zu Fuß zur erreichen seien. Es konnten also nur die zusammenhängenden Gebiete Europa, Asien und Afrika bewohnt und bewohnbar sein. Außerdem bestand südliche Hemisphäre in diesem Weltbild nur aus Wasser. Und der Äquator wurde als so heiß beschrieben, dass man erst gar nicht zur südlichen Hemisphäre reisen konnte. Ein Leben auf der Erdhälfte jenseits des Äquators war somit unmöglich.

Für die Kirchenoberen hatten Weltkarten vor allem einen Zweck: Sie sollten die christliche Lehre untermauern und als Glaubenshilfe dienen. Noch bis ins 15. Jahrhundert folgten christliche Weltkarten daher meist einem festen Darstellungsschema. Den Mittelpunkt der Karten bildete das Heilige Land mit der Stadt Jerusalem. Darüber lag Asien. Die Karten waren also nach Osten ausgerichtet. In der unteren Hälfte der Karte fanden sich Europa und Afrika. Der Rest war Wasser.

Weitaus detailgetreuer zeigten damals Karten aus dem **islamischen Kulturkreis** die Welt.

Denn im Mittelalter waren hauptsächlich Menschen aus dem Vorderen Orient auf Handelsreisen zwischen Europa und China. Außerdem übernahmen sie viele Erkenntnisse aus der griechisch-römischen Antike und ergänzten sie durch Informationen aus Pilgerfahrten und Handelsbeziehungen.

Wie umfangreich das geografische Wissen vor allem über Asien und Afrika war, zeigt die Weltkarte des Geografen **Abu Abdallah Muhammed El-Edrisi**. In ihr fasste er im Jahr 1154 das damalige Wissen über die Welt zusammen. Gemäß den Gepflogenheiten der damaligen Kartografen liegt in dieser Karte der Süden oben.

Der große Umbruch

7:20 min

Ende des 15. Jahrhunderts bahnte sich in der christlichen Welt ein Umbruch an.

Von Europa aus erkundeten immer mehr Seefahrer und Entdecker die Welt – und stießen auf neue, zuvor unbekannte Regionen.

Christoph Kolumbus war überzeugt, dass es in westlicher Richtung einen Seeweg nach China und Indien gibt. 1492 suchte er für Spanien nach einer solchen Reiseroute.

Nach mehrwöchiger Fahrt erreichte er eine bis dahin unbekannte Landmasse – den amerikanischen Kontinent.

1521 umsegelten die Portugiesen **Magellan** und **Elcano** als erste Seefahrer die Welt – und bewiesen damit endgültig, dass es andere bewohnte Kontinente und weltweit schiffbare Meere gab.

In den nächsten Jahrhunderten verbesserte sich das Wissen über die Erde im Wesentlichen durch sorgfältigere Aufzeichnungen.

Durch sie segelte man nun nicht mehr "ins Unbekannte" hinaus, sondern hatte eine Vorstellung davon, welche Seewege vor einem lagen. Und auch die Schiffe wurden immer robuster.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts standen schließlich Uhren zur Verfügung, die auch auf See und auf schaukelnden Pferderücken zuverlässig funktionierten. Damit war erstmals ein präzises Navigieren in Ost-West-Richtung möglich.

Seit der Zeit der ersten Weltumseglung begann der Einfluss der Kirche auf die Wissenschaft immer weiter zu schwinden. Gelehrte entdeckten das Wissen der Antike wieder und erweiterten es.

Die Astronomen befassten sich von Neuem mit der Erde und ihrer Position im Kosmos – und kamen dabei zu Schlussfolgerungen, die im scheinbaren Widerspruch zur Bibel standen.

Vorreiter für eine neue Sicht der Welt war der preußische Astronom **Nikolaus Kopernikus**.

Er studierte die Bewegung der Planeten auf ihren Kreisbahnen. Aufgrund seiner Berechnungen kam Kopernikus zu dem Schluss, dass nicht die Erde, sondern die Sonne im Mittelpunkt der Planetenbahnen stehen muss.

Für einen Umlauf um die Sonne braucht die Erde ein Jahr. Kopernikus erkannte, dass Tag und Nacht dabei nur entstehen können, wenn die Erde sich fortwährend um ihre eigene Achse dreht. Die Erde ist nach Kopernikus also nur ein Planet unter vielen, der um die Sonne kreist.

Mit seinem im Jahr 1543 – nach seinem Tod – veröffentlichten **heliocentrischen Weltbild** widersprach Kopernikus vollkommen den kirchlich dominierten Vorstellungen seiner Zeit. Denn hier stand nach wie vor die Erde im Mittelpunkt der Schöpfung.

Zum großen Konflikt mit der Kirche kam es aber noch nicht: Kopernikus Theorien wurden als Hirngespinnst abgetan.

Erst circa hundert Jahre später kam es zum Eklat durch den italienischen Astronom und Gelehrten **Galileo Galilei**. Dieser nutzte 1609 erstmals eine neue Erfindung zur Himmelsbeobachtung: das Fernrohr. Mit diesem erkannte er unter anderem Berge auf dem Mond und die nach ihm benannten Galileischen Monde Jupiters. Aus seinen zahlreichen astronomischen Beobachtungen schloss Galilei, dass Kopernikus Recht haben musste: Vieles sprach dafür, dass die Erde um die Sonne kreist und nicht umgekehrt. 1632 veröffentlichte Galilei ein Buch, in dem er das alte geozentrische Weltbild und das neue heliozentrische Weltbild gegenüber stellte.

Und diesmal griff die Kirche ein. Galilei wurde nach Rom geladen und der Ketzerei angeklagt.

Obwohl der Gelehrte vor Gericht seinen ketzerischen Theorien abschwor, verurteilten ihn die kirchlichen Richter zu Haft und erteilten ihm Schreibverbot. Erst am 2. November 1992 wurde Galilei vom Vatikan formal rehabilitiert.

Doch trotz Galileis Verurteilung standen die katholische Kirche und ihr veraltetes Weltbild auf verlorenem Posten. Denn auch andere Forscher wie der dänische Astronom **Tycho Brahe** hatten Beweise gefunden, die gegen die geozentrische Weltsicht sprachen.

Der Mathematiker und Astronom **Johannes Kepler** griff diese neuen Erkenntnisse auf.

Er machte bereits 1609 das heliozentrische Weltbild zur Grundlage seiner Gesetze über die Bewegungen von Planeten. Kepler schloss aus seinen Studien, dass die Planeten nicht auf kreisförmigen, sondern auf **elliptischen Bahnen** um die Sonne kreisen müssen.

Dabei bewegt sich ein Planet umso langsamer auf seiner Bahn, je weiter er von der Sonne entfernt ist.

Auf diese Weise konnte einfacher und ohne zusätzliche Hilfskonstruktionen wie die Epizykel von Ptolemäus erklärt werden, warum der Mars und andere Planeten am Nachthimmel manchmal rückwärts zu laufen scheinen: Sie werden dann gerade von der Erde auf ihrer Bahn überholt.

Die Bewegung der Himmelskörper konnte dank Kepler nun auf der Basis von Naturbeobachtungen erklärt werden. Seine Werke fanden allerdings nur sehr zögerlich öffentliche Beachtung.

Sein Ende fand das **geozentrische Weltbild** im Jahr 1687 durch **Isaac Newton**. Denn der britische Forscher lieferte die physikalische Grundlage für die Theorien und Berechnungen von Kopernikus, Galilei und Kepler.

Mit seiner **Himmelsmechanik** schaffte er das Fundament für ein Weltbild auf der Basis physikalischer Gesetze. Beobachtungen der Natur, ihre Erklärung durch Naturgesetze und Vorhersagen aufgrund wissenschaftlicher Theorien formen seitdem unsere Beschreibungen der Erde – nicht mehr Mythen und religiöse Dogmen.

Newton erkannte, dass die Gesetze der Mechanik und physikalische Grundkräfte auf alle Himmelskörper wirken. Die **Gravitation**, dieselbe Kraft, die hier auf der Erde den Apfel vom Baum fallen lässt, hält auch den Mond auf seiner Bahn um die Erde. Und die Planeten auf ihrer Bahn um die Sonne.

Dabei bestimmen die anziehende Gravitationskraft der Sonne und die Geschwindigkeit eines Planeten die Form und Lage seiner Bahn. Mit Newtons Erkenntnissen war die Erde endgültig aus dem Zentrum der Welt gerückt. Die Sonne nahm nun die zentrale Stellung ein. Bis allerdings auch die Kirche den Bann gegen Werke mit heliozentrischem Inhalt aufhob, sollten noch viele Jahre vergehen.

Das Weltbild der Neuzeit

3:50 min

Die Sonne war durch die Newtonschen Gesetze zum Zentrum unseres Universums geworden. Doch auch dieses Weltbild wurde bald infrage gestellt.

Wichtig hierfür war eine Entdeckung des Physikers **Joseph von Fraunhofer** im Jahr 1814.

Er zerlegte das Licht von Sonne und Planeten mit einem Prisma in seine Regenbogenfarben. Er erzeugte also ein **Spektrum des Lichtes**. Dabei stellte er fest, dass das Licht der Planeten im Wesentlichen dem Licht von der Sonne entspricht – denn es wird von den Planeten reflektiert.

Bald konnten die dunklen Linien im Spektrum als Informationen über die chemische Zusammensetzung der Sonne interpretiert werden. Kurz darauf erkannte man dass es sich bei Sternen um ferne Sonnen handeln muss. Ihre Spektren ähneln dem Spektrum unserer Sonne, sind allerdings nicht gleich.

Damit war klar: Unsere Sonne ist keineswegs der Mittelpunkt des Universums. Sie ist dort nur einer von vielen Milliarden Sternen.

Und nicht einmal unsere Heimatgalaxie, die Milchstraße, ist etwas Außergewöhnliches.

Das entdeckte der amerikanische Astronom **Edwin Hubble** im Jahr 1923.

Er beobachtete den Andromedanebel mit einem damals hochmodernen, leistungsfähigen Teleskop.

Dabei erkannte er, dass der vermeintliche Nebel nichts anderes ist als eine weitere Galaxie – ähnlich der unseren. Heute wissen wir, dass es im Kosmos unzählige Galaxien unterschiedlichster Form und Größe gibt. Auch unsere Milchstraße ist nur eine von vielen.

All diesen modernen Erkenntnissen liegt die Annahme zugrunde, dass die physikalischen Gesetze überall im Universum auf die gleiche Weise gelten. Wäre dies nicht der Fall, könnten wir keine Aussagen über weit entfernte Objekte treffen. Und schon gar nicht über die Entwicklung unseres Universums seit dem Urknall. Es gibt jedoch bis heute keinen Grund, an dieser Annahme zu zweifeln.

Satelliten haben dazu beigetragen, unser Bild der Erde noch weiter zu verfeinern.

Denn ihre Aufnahmen ermöglichen uns nicht nur eine immer genauere Vermessung unseres Planeten.

Ihre Daten zeigen auch, dass unsere Erde **keine reine Kugel** ist. Stattdessen sorgt die schnelle Drehung des Planeten dafür, dass er an den Polen leicht abgeplattet und am Äquator leicht ausgewölbt ist

Genaue Messungen der Erdschwerkraft enthüllen noch ein ganz anderes Bild.

Denn wenn man die **Stärke des Schwerefeldes** darstellt, gleicht unsere Erde eher einer ausgebeulten Kartoffel als einer glatten Kugel. Bereiche mit besonders hoher oder niedriger Schwerkraft erscheinen in dieser Darstellung als Beulen oder Senken.

Auch heute ist unser Bild der Welt und des Universums noch lange nicht vollständig. Seit dem Beginn der Raumfahrt liefern uns Sonden immer wieder neue, überraschende Erkenntnisse über andere Planeten. Dank immer leistungsfähigerer Teleskope blicken Astronomen immer tiefer in das Weltall hinein.

Neue Technologien helfen uns außerdem, auch unseren Planeten immer präziser zu erforschen.

Die Geschichte der Weltbilder wird also weitergehen. Denn solange wir Menschen auf der Erde leben und nach neuen Erkenntnissen suchen, wird sich auch unser Weltbild weiter wandeln...