

Leonardo - Wissenschaft und mehr
Sendedatum: 25. August 2009

Schwerpunkt: Die Geschichte der Astronomie

Teil 2: Pythagoras und Aristarch – Die Erde ist schon eine Kugel

von Dirk H. Lorenzen

O-Ton:

Szene 1: Pharao (Sesostris) im Gespräch mit seinem Hohepriester, ca. 1950 v. Chr.

Pharao: „Hohepriester, ich kann nicht schlafen. Mich bedrängt die Nilflut? Ist sie nicht längst überfällig?“

Priester: „Nein, großer Pharao. Keine Sorge. Die Flut wird kommen.“

Pharao: „Wie könnt Ihr so sicher sein? Wenn die Überschwemmung ausbleibt, werden die Felder nicht gedüngt und es droht eine schreckliche Hungersnot. Das Reich wäre verloren!“

Priester: „Pharao, die heiligen Götter zeigen uns stets die Flut am Himmel an.“

Pharao: „Ihr seht die Wassermassen des Nils am Himmel?“

Priester: „Nicht direkt. Aber der Stern Sirius, das heilige Gestirn unserer Göttin Isis, zeigt uns die kommende Flut an.“

Pharao: „Ausgerechnet Sirius? Die Götter kündigen uns die Nilflut mit dem hellsten ihrer nächtlichen Lichten an?“

Priester: „Ja, so ist es! Die Götter vergessen uns nicht. Die Flut ist ein Geschenk des Himmels.“

Pharao: „Sagt, habt Ihr den Sirius schon gesehen?“

Priester: „Heute morgen noch nicht. Aber ich liege seit Tagen auf der Lauer.“

Priester: „Da vorne, etwas rechts der Ostrichtung muss er auftauchen.“

Pharao: „Neben der Palmengruppe?“

Priester: „Ja... Da! Da ist er! Ich sehe ihn ganz deutlich!“

Pharao: „Tatsächlich! Wie er bunt flackert und leuchtet!... Der Sirius ist da. Die Flut wird kommen!“

Erzählerin:

Ein früher Morgen Ende Juli, im Jahre 1950 vor Christus. Der Pharao und sein Hohepriester sind vom Aufgang des Sterns Sirius geradezu verzückt. Sein erster Aufgang in der Morgendämmerung kündigt Jahr für Jahr das Nilhochwasser an – die lebenswichtige Überschwemmung, ohne die das Pharaonenreich untergehen würde.

Erzähler:

Der Sirius, auch „Hundsstern“ genannt, ist der hellste Stern am Nachthimmel der Erde. Für die Ägypter hatte er herausragende Bedeutung: Sie hielten, ebenso wie die Babylonier auf dem Gebiet des heutigen Irak und Iran, die Vorgänge am Himmel für den Ausdruck göttlichen Willens. Babylonier und Ägypter betrieben die Himmelsbeobachtung mit geradezu wissenschaftlicher Präzision: Dank großer Sonnenuhren und genauer Beobachtung kannten sie die Länge des Jahres bis auf wenige Minuten genau. Auch dass der Morgen- und der Abendstern Erscheinungen ein und desselben Objekts sind, nämlich der Venus, war ihnen wohlbekannt.

Erzählerin:

Solches Wissen hat zum einen praktische Bedeutung, etwa beim Ackerbau und der Ansetzung religiöser Feste, zum anderen begründet es die Macht und den Einfluss der Hohepriester, welche die Zeichen der Götter zu deuten wissen. Astronomie ist Teil der Religion, Religion ist Teil der Astronomie. Durch intensive Handelsbeziehungen verbreitet sich dieses himmlische Wissen im gesamten östlichen Mittelmeerraum, bis nach Kleinasien, an die Westküste der heutigen Türkei.

O-Ton:

Szene 2, Schlachtengetümmel der Lyder und Meder

Anführer der Lyder: „Zwei Kohorten nach rechts, mitten rein in die Phalanx der Krieger der Meder.“

Anführer der Meder: „Achtung, die Lyder wollen uns links überraschen. Schilde zusammen und die Speere nach vorn!“

Anführer der Lyder: „Schneller, Männer. Jetzt müssen wir sie endlich packen. Dieser verdammte Krieg dauert schon viel zu lange.“

Anführer der Meder: „Rechts ist eine Lücke. Da reinstoßen. Los, die Reiter voran!“

Anführer der Lyder: „Mich fröstelt. Seltsam, mitten am Tage.“

Anführer der Meder: „Ist dieses fahle Licht eine neue List der Lyder? Ich kann meine Reiter kaum erblicken!“

Anführer der Lyder: „Vorsicht, Männer. Diese verfluchten Meder verdüstern den Himmel. Passt auf, sie kommen aus dem Dunkel!“

Anführer der Lyder: „Was ist das? Was ist mit der Sonne? Sie hat ein riesiges, schwarzes Loch!“

Anführer der Meder: „Oh, die Götter verlassen uns. Es wird kalt und dunkel. Mitten am Tag... Was ist das für ein Hinterhalt? Ihr habt die Sonne zerstört!“

Anführer der Lyder: „Wir? Wir haben nichts damit zu tun. Macht, was Ihr wollt. Aber gebt uns ihr Licht zurück!“

Anführer der Meder: „Wart Ihr es nicht?“

Anführer der Lyder: „Das ist ein Zeichen der Götter. Sie zürnen uns und nehmen Licht und Wärme.“

Anführer der Meder: „Lasst uns den Kampf beenden und Frieden schließen!“

Erzählerin:

28. Mai 585 vor Christus. In die Schlacht zwischen Lydern und Medern, zwei seit langem verfeindeten Volksstämmen, wird es plötzlich, mitten am Tag, fast stockdunkel. Die geschockten Soldaten schließen sofort Frieden.

Erzähler:

Fast vier Minuten dauert diese totale Sonnenfinsternis. Sonne und Mond schreiben Menschheitsgeschichte... Auch für die Wissenschaftsgeschichte ist dieses Schauspiel bedeutend. Denn Thales von Milet, ein griechischer Philosoph, hat erstmals Zeit und Ort einer Sonnenfinsternis vorhergesagt und vorausberechnet, so deuten es zumindest einige Quellen an. Thales hatte babylonische Aufzeichnungen über Sonnenfinsternisse genutzt. Schon den Babyloniern war bekannt, dass sich diese Finsternisse in etwa alle 18 Jahre und elf Tage sehr ähnlich wiederholen.

Erzählerin:

Thales gehört zu den ersten Philosophen der Menschheit, die über den Aufbau der Welt genauer nachdenken. Für ihn ist die Erde ein großes Stück Holz, das auf einem Urozean treibt. Darüber wölbt sich für ihn die Halbkugel des Himmels. Einen Schritt weiter geht Anaximander von Milet, ein Schüler von Thales. Er versucht zu erklären, was da am Himmel leuchtet:

O-Ton Anaximander, hält eine flammende Rede:

„Die Sonne ist ein Kreis, wie ein Wagenrad. Aber ihr Felgenkranz ist hohl. Er ist voll von Feuer und an einer Stelle kommt durch ein Loch das Feuer zum Vorschein. Der Mond leuchtet auf ähnliche Weise. Ist der Mond verfinstert, ist die Mündung seines Feuerlochs verstopft.“

Erzähler:

So unsinnig diese Erklärung auch sein mag: Damals, etwa 560 vor Christus, hat in gewisser Weise die Astrophysik begonnen. Den Ansatz des Anaximander kann man kaum hoch genug einschätzen – betont Rudolf Kippenhahn, ehemaliger Chef des Max-Planck-Instituts für Astrophysik in Garching:

O-Ton Rudolf Kippenhahn:

„Niemand dachte daran, eine natürliche Erklärung zu finden, natürlich in dem Sinne von der Physik, wie sie auf der Erde läuft. Jetzt kommt ein Mann und sagt, das sind Röhren, aus denen Feuer herausläuft, die verstopfen sich. Das Großartige ist, dass er daran denkt, mit Naturgesetzen den Himmel zu erklären, was dann erst dem Newton gelungen ist.“

Erzähler:

Der Schritt des Anaximander macht die Astronomie fast schon zur modernen Wissenschaft. Er löst die Mystik ab und versucht mit der Physik des irdischen Alltags die Phänomene am Himmel zu erklären. Anaximander schafft den einen großen Kosmos – er hebt die Trennung auf zwischen „da oben“ und „hier unten“. Die Erde ist für ihn ein im Weltraum schwebender Zylinder. Auf einer der beiden Grundflächen spielt sich unser Leben ab. Manche seiner Zeitgenossen halten die Erde für eine Scheibe, über die sich die Käseglocke des Himmels wölbt. Doch in der Antike gab es auch ganz andere Vorstellungen über den Aufbau des Weltraums und die Gestalt der Erde – Vorstellungen, die aus heutiger Sicht unglaublich modern erscheinen.

O-Ton:

Szene 3, Der Philosoph Pythagoras und sein Schüler Hippias im Gespräch

Hippias: „Meister Pythagoras, welche Form hat unsere Erde?“

Pythagoras: „Was soll ich es dir sagen, Hippias? Denk selbst darüber nach... Was siehst Du von der Erde?“

Hippias: „Für mich ist die Erde flach. Es gibt ein paar Berge, aber ansonsten ist die Erde flach. Also hat Thales von Milet recht mit seinem Stück Holz...“

Pythagoras: „Nicht ganz so schnell, bitte. Du bist ein exzellenter Schüler. Also denk richtig nach.“

Hippasos: „Hab ich doch. Ich sehe nur Berge, aber keine Krümmung – und wir rutschen auch nirgends ab. Also muss die Erde flach sein.“

Pythagoras: „Die Erde ist groß. Daher nimmst Du die Krümmung nicht war. Oder nur kaum. Ich frage dich: Was siehst Du zuerst, wenn ein Schiff auf den Hafen zu segelt?“

Hippasos: „Die Segel...?!“

Pythagoras: „Genau. Und erst dann kommt der Rumpf. Wenn es abfährt, ist es umgekehrt. Die Erde muss ergo eine Kugel sein...!“

Hippasos: „Mmh. Stimmt es denn, Pythagoras, dass die Sternbilder unterschiedlich hoch am Himmel stehen, je nachdem, wo man auf der Erde ist?“

Pythagoras: „Genau so ist es. Die Sternbilder stehen mal etwas höher, mal etwas tiefer, je nachdem ob Du sie aus Athen oder aus Alexandria beobachtest. Das ist ein klarer Beweis für die Kugelgestalt der Erde.“

Hippasos: „Na ja, ich muss das glauben. Ich war noch nie in Alexandria...“

Pythagoras: „Dann nehmen wir einen Punkt, wo Du mitreden kannst: Wie viele Mondfinsternisse hast Du bereits gesehen in Deinen jungen Jahren?“

Hippasos: „Drei totale ... und vier partielle, Pythagoras.“

Pythagoras: „Das sollte fürs erste reichen. Erinnerst Du Dich, welche Form der Schatten der Erde auf dem Mond hatte?“

Hippasos: „Ich habe immer sehr genau hingesehen. Also... Der Schatten hatte stets einen runden Rand...“

Pythagoras: „Eben! Und wenn der Schatten immer rund ist, dann muss er doch sicher von einer Kugel stammen, Hippasos. Außerdem ist eine Kugel einfach am schönsten...“

Erzähler:

Ob am schönsten oder nicht: Die Gestalt unserer Erde war bereits vor zweieinhalb Jahrtausenden bekannt. Für manche Philosophen schwebte die Erde schon frei im Raum, einige wenige hielten sogar eine Drehung oder eine andere Bewegung der Erde für möglich. Andere Philosophen wähten damals die Erde im Zentrum der Welt, umgeben von Kristallsphären. Aber selbst dieses kosmische Idyll geriet bereits in der Antike ins Wanken, erklärt Rahlf Hansen, Experte für Astronomie-Geschichte am Planetarium Hamburg:

O-Ton Rahlf Hansen:

„Es gibt Hinweise, dass man in der Antike die Heliozentrik kannte, also unser heutiges Weltbild, dass die Planeten die Sonne umkreisen. Das ist verbunden mit Aristarch von Samos, im 3. Jahrhundert vor. Die Frage ist, wie weit war dieses Wissen damals verbreitet?“

Erzählerin:

Aristarch verlässt als junger Mann die Insel Samos. Er studiert an der besten Philosophenschule jener Zeit, in Alexandria. Ihn fasziniert die Idee der sich bewegenden Erde. Er liest alles, was Pythagoras oder dessen Schüler dazu hinterlassen haben. Doch Aristarch belässt es nicht bei bloßem Nachdenken. Er will *messen*, wie groß der Kosmos ist, durch den sich seine Erde bewegt. Im Zentrum der Gestirne sieht er nicht die Erde, sondern die Sonne.

O-Ton:

Szene 4, Aristarch führt nachts Messungen und Berechnungen mit seinem Gehilfen durch

Aristarch: „Richte das Winkelinstrument auf den Halbmond da oben?“

Nikeratos: „Ja, Aristarchos. Ich stelle den Mond ein.“

Ariastarch: „Gut, ich will den Winkel messen, der zwischen Mond, Sonne und Erde jetzt bei Halbmond liegt.“

Nikeratos: „Wozu macht Ihr das?“

Aristarch: „Aus diesem Winkel lässt sich die Entfernung der Sonne bestimmen. Denn solche Dreiecke lassen sich gut berechnen.“

Nikeratos: „Hier, der Winkel beträgt 87 Grad. Wollt Ihr selbst auch noch einmal die Skala ablesen?“

Ariastarch: „Nein, ist schon gut. Schnell die Tafel.“

Aristarch: „Also 87 Grad... Hier die Erde, da der Mond, die Sonne hier drüben. Das Dreieck liegt so.... Dann muss die Sonne... hier... so etwa 20-mal weiter entfernt sein als der Mond.“

Nikeratos: „20-mal weiter? Aber was ist in diesem großen Raum?“

Aristarch: „Nichts. Oder das Vakuum, oder was auch immer, Nikeratos. Jedenfalls sehen wir da nichts. Die Sterne der Nacht müssen sogar noch viel weiter entfernt sein!“

Nikeratos: „Aristarchos, jetzt können wir doch sogar schätzen, wie groß die Sonne ist, oder?“

Aristarch: „Ja, sie ist 20-mal weiter entfernt als der Mond, erscheint am Himmel aber gleich groß.“

Nikeratos: „Also muss sie 20-mal größer als der Mond sein!“

Aristarch: „Gut mitgedacht! Du bist ein sehr guter Schüler...“

Nikeratos: „Danke. Und hattet Ihr bei der letzten Mondfinsternis nicht aus der Schattengröße der Erde die Ausmaße des Mondes bestimmt. Was war doch gleich das Ergebnis?“

Aristarch: „Der Mond ist nur etwa ein Drittel so groß wie die Erde. Wenn die Sonne aber 20-mal größer ist als der Mond, ist sie...?“

Nikeratos: „...fast siebenmal größer als die Erde – so groß ist die Sonne? Unfassbar. Wie kann sie da um unsere kleine Erde laufen...?“

Aristarch: „Meine Rede, Nikeratos... So ein riesiger Körper muss im Zentrum der Welt stehen!“

Erzählerin:

Der große Mathematiker und Naturforscher Archimedes berichtet in einem seiner Werke, der Philosoph Kleantes habe gefordert, man müsse Aristarch wegen Gotteslästerung den Prozess machen – Aristarch hat wohl nicht viele Unterstützer für seine Theorie.

Erzähler:

Ob es wirklich einen Prozess gegeben hat und ob Aristarch seine modernen Gedanken womöglich bitter bezahlen musste - so wie man gut eineinhalb Jahrhunderte zuvor den großen Gelehrten Sokrates verurteilt und getötet hatte - verliert sich im Nebel der Geschichte.

Fest steht aber, dass die Astronomen bereits 300 Jahre vor Christus fast alle Puzzle-Teile zusammen hatten. Sie wussten, dass die Erde eine Kugel ist und die Sterne sehr weit entfernt sind. Selbst die richtige Idee vom Aufbau des Kosmos waberte durch ihre Köpfe: Manche Philosophen wähten bereits die Sonne im Zentrum der Welt, umkreist von allen Planeten – darunter auch die Erde, die sich zudem noch um sich selbst dreht. Doch dieses Wissen und diese Ideen wurden von anderen Philosophen nicht ernstgenommen und bekämpft. Ausgerechnet der Philosoph Aristoteles sorgte mit seinem Lehrbuch über die Physik und das Weltall für einen gewaltigen Schritt zurück. Die alte Theorie mit der unbewegten Erde im Zentrum wurde schnell zum allgemeingültigen Dogma erhoben. Es musste mehr als eineinhalb Jahrtausende dauern, bis ein Astronom namens Nikolaus Kopernikus die Idee des Aristarch von Samos wieder ins Spiel brachte.