



# Das **Kopernikus-Planetarium** von AstroMedia

*Klaus Hünig von AstroMedia ist ein umtriebiger Ideensammler, dessen Begeisterung für Naturphänomene, Physik, Astronomie und Mechanik in jeder seiner Konstruktionen zu spüren ist. Sein neuestes und bislang aufwändigstes Produkt ist ein als Kartonbausatz konzipiertes mechanisches Scheibenplanetarium. Wir betrachten die Eigenschaften des Modells in der Praxis.*

Von Bernd Weisheit



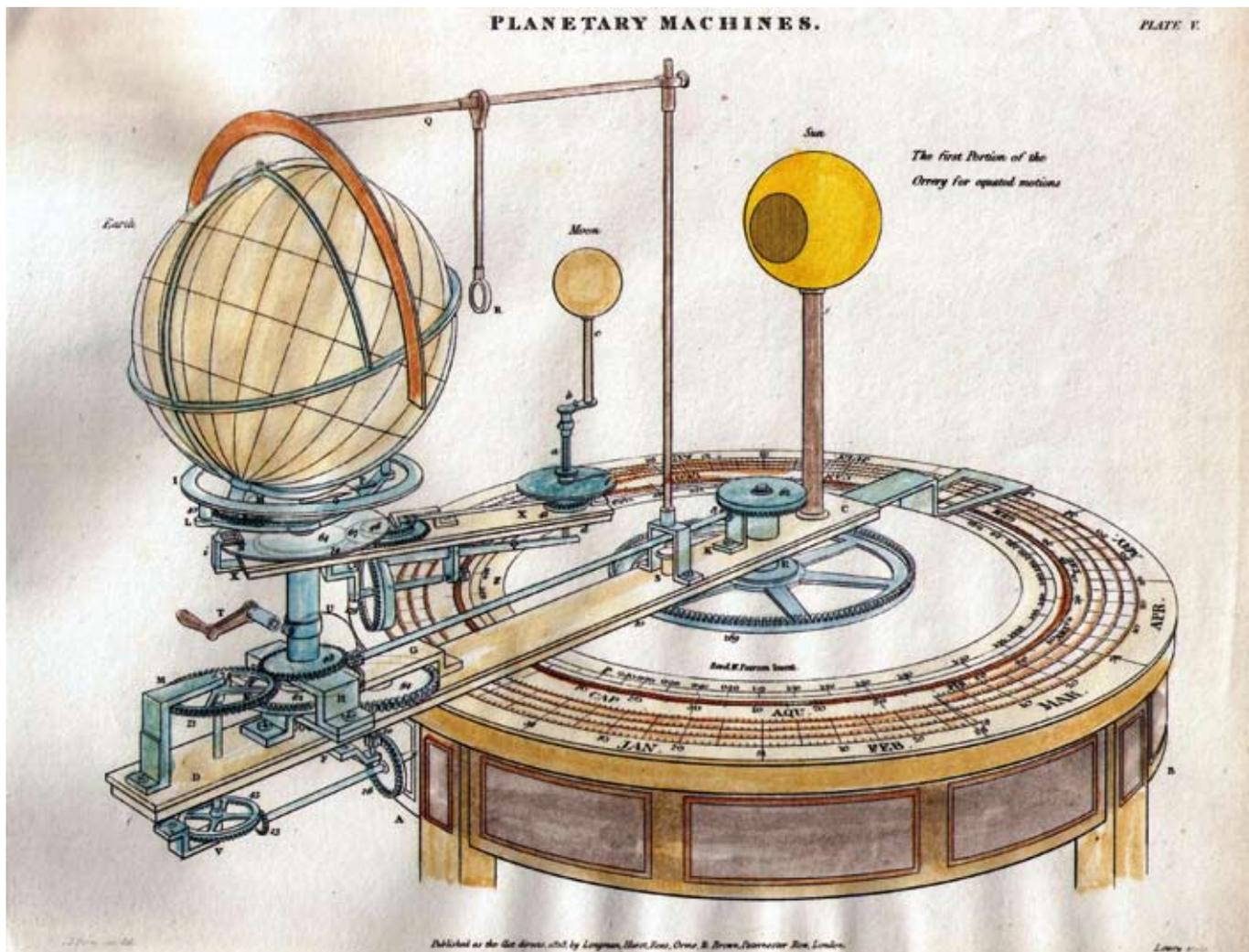
AstroMedia

Mit dem Kopernikus-Planetarium lassen sich die Bewegungen der Erde, des Mondes und der inneren Planeten sowie ihre wechselnden Erscheinungen anschaulich darstellen.

**M**echanische Planetarien gab es schon im alten Griechenland, auch wenn die Planetenbahnen mit ihren damals unerklärlichen Schleifen mechanisch wohl kaum wiedergegeben werden konnten. Das berühmteste Beispiel ist der in einem antiken Schiffswrack gefundene Antikythera-Mechanismus, der eher eine Art Rechenmaschine war. Auch von Archimedes ist überliefert, dass er zumindest die Bewegungen der Sonne und des Mondes mechanisch demonstrierte.

Die mechanischen Planetarien der Neuzeit basieren fast alle auf den Ideen des Nikolaus Kopernikus (1473–1543), der den Ort der Sonne als Zentrum der Welt betrachtete. Er lehrte, dass die Erde nicht still steht, sondern mehrere Bewegungen vollführt: Sie dreht sich innerhalb von 24 Stunden einmal um sich selbst und wandert in einem Jahr auf einer Kreisbahn um die Sonne, wobei ihre Achse stets die gleiche Richtung im Raum beibehält.

Zu Beginn des 18. Jahrhunderts gaben Charles Boyle (1676–1731), der 4. Earl of Orrery, und andere englische Adlige bei



AstroMedia

Die mechanischen Planetarien des 19. Jahrhunderts dienten Klaus Hünig als Ideengeber und Vorbild für sein neues AstroMedia-Produkt. Der Stich aus dem Jahr 1818 zeigt ein Tellurium, das die Bewegungen von Erde und Mond um die Sonne darstellt.

Uhrmachern mechanische Planetenmodelle mit Kurbelantrieb in Auftrag, die seitdem im englischen Sprachgebrauch als »Orreries« bezeichnet werden. Eines der größten und bekanntesten beweglichen Planetenmodelle baute der niederländische Amateurastronom Eise-Jeltes Eisinga (1744–1828) in den Jahren 1774 bis 1781 in der friesischen Stadt Franeker, wo es heute noch zu besichtigen ist.

Einen Eindruck von der Konstruktion damaliger Planetarien vermittelt der oben abgebildete Stich aus dem Jahr 1818. Das hier skizzierte Gerät konstruierte der englische Pfarrer William Pearson (1767–1847), ein Mitbegründer der Royal Astronomical Society. Es stellt die Bewegungen der Erde, der Sonne und des Mondes ohne weitere Planeten dar. Deshalb handelt es sich genau genommen nicht um ein Planetarium, sondern um ein Tellurium.

Der Antrieb erfolgt über eine seitlich anzusetzende Kurbel, die Zahnradmechanik liegt unüblicherweise offen auf der Oberfläche. Die Übertragung der Kraft für die Erdrotation von der vertikalen zur um 23,5 Grad geneigten Achse erfordert hier einen erheblichen mechanischen Aufwand. Der merkwürdige Ring, der zwischen Erde und Mond hängt, dient der genaueren Darstellung von Sonnenfinsternissen. Bemerkenswert ist auch die exzentrische Aufhängung des Mondes auf einem Arm, mit dem sich Apogäum und Perigäum des Mondes demonstrieren lassen.

Heute wird der Begriff »Planetarium« meistens für Projektionsplanetarien verwendet, wie sie erstmals von der Firma Zeiss zu Beginn des letzten Jahrhunderts gebaut wurden. Sie projizieren die Sterne an die Innenseite einer großen Kuppel. Das Kopernikus-Planetarium des Würzburger



AstroMedia

Geliefert wird der Bausatz als Karton im Format DIN-A4.

Herstellers AstroMedia steht jedoch in der Tradition mechanischer Modelle des Planetensystems mit Kurbelantrieb, die als Meisterwerke der Uhrmacher- und Feinmechanikerkunst in den Vitrinen ausgewählter Museen zu besichtigen sind. Die interessante Treibriemenmechanik und die einfache Kartonkonstruktion dieses Bausatzes ermöglichen einem größeren Interessentenkreis einen Zugang zu diesem lehrreichen Gerätetyp.

## Der Kartonbausatz

Der Bausatz enthält Bögen aus gestanztem Graukarton und goldbedrucktem Offsetkarton. Hinzu kommen Achsen, Magnete, Treibriemen, Planetenkugeln, Kunststofflager und eine LED-Leuchtkugel, welche die Sonne darstellt.

Die Montage des Planetariums gestaltet sich nicht unbedingt schwierig, sie ist jedoch im Vergleich zu vielen AstroMedia-Bausätzen erkennbar umfangreicher. Wer bereits über Erfahrungen mit Kartonmodellen und über das benötigte Werkzeug verfügt, wird mit der Erstellung seines Kopernikus-Planetariums keine Probleme, dafür aber viel lehrreiche Freude haben. Denn bereits beim Fertigstellen der einzelnen Bauteile gewinnt man einen Eindruck der astronomischen Zusammenhänge, die sich mit diesem Planetarium vermitteln lassen.

Auf den eigentlichen Zusammenbau möchte ich hier nicht ausführlich eingehen. Dem Modell liegt eine sehr ausführliche Bastelanleitung bei, die in bewährter Qualität und Formulierungsgenauigkeit wohl keine Wünsche offen lässt. Die dort beschriebenen »Tipps« seien jedem Bastler ans Herz gelegt. Hier finden sich auch nützliche Vorschläge zur Verschönerung und Stabilisierung des Modells.

Begonnen wird mit dem stabilen Sockel und dem in der Mitte angebrachten Holzstab. Der im zweiten Schritt zu erstellende Kurbelantrieb verlangt bereits ein erstes Mal ein exaktes, auf die genaue Zentrierung der wichtigen Teile bedachtes Arbeiten. Der Kurbelantrieb mit seinem Laufrad auf der zentralen Achse sorgt später für den Antrieb aller Elemente des Planetariums. Die große, anschließend zu erstellende Ekliptikscheibe ist der zentrale Träger, um den sich fünf Paare von Getrieberädern anordnen, die für alle sechs benötigten Bewegungen sorgen.

Mit dem Umlauf der Erde um die Ekliptikscheibe wälzt sich außen ein als

## Ein Scheiben-Planetarium als Lehrmittel für Schule und Sternwarte

Mit dem als Bausatz erhältlichen Kopernikus-Planetarium lassen sich zahlreiche Himmelsphänomene anschaulich darstellen. Natürlich können derartige mechanisch einfache Systeme die Geometrie des inneren Sonnensystems nicht vollständig und mathematisch exakt beschreiben. Ihre leicht zu verstehende Technik und die hier plastisch vor Augen geführte Himmelsmechanik machen Planetarien, wie auch ihre nahen Verwandten, die Tellurien, trotzdem zu sinnvollen Lehrmitteln.

Für den Einsatz in der Schule oder einer Volkssternwarte empfiehlt sich übrigens die feste Montage des Kopernikus-Planetariums auf einer Holzplatte. Dies kommt nicht nur der Stabilität im Betrieb zugute, sondern schützt auch das Modell und erleichtert Transport und Aufbewahrung.

Natürlich müssen einfache mechanische Planetarien die etwas unterschiedlich geneigten Bahnebenen der Planeten und des Erdmondes vernachlässigen. Der Betrachter kann hiermit aber trotzdem eine große Zahl interessanter Himmelsereignisse nachvollziehen, wie die folgenden Beispiele zeigen.



Alle Fotos: Bernd Weishheit

Den Wechsel von Tag und Nacht demonstriert das Modell durch Drehen des Erdkörpers um seine Achse.



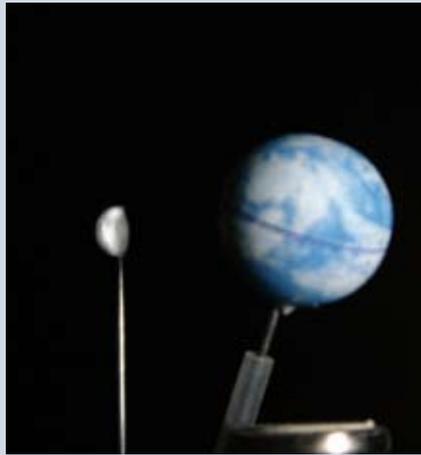
Über Gummiriemen erfolgt die Kraftübertragung von einer Kurbel zu den Modellkörpern. Ein vollständiger Lauf der Erde um die Sonne lässt sich mit rund 52 Kurbelumdrehungen realisieren. Dabei bleibt die Ausrichtung der schräg stehenden Erdachse gleich, so dass innerhalb eines Umlaufs einmal die nördliche und einmal die südliche Hälfte der Erdkugel mehr Licht empfängt als die andere. Auf diese Weise lässt sich die Entstehung der Jahreszeiten veranschaulichen.



Der Tierkreis ist die Reihe von Sternbildern, welche die Sonne während eines Jahres von der Erde aus gesehen durchläuft.



Beim Blick auf das Planetarium von oben lässt sich der Unterschied zwischen der siderischen und der synodischen Umlaufperiode eines Himmelskörpers demonstrieren. Die siderische Periode ist die Zeit, die vergeht, bis sich ein Planet auf seiner Bahn wieder in Richtung zum selben Fixstern befindet. Das sind beim Merkur 88 und bei der Venus 225 Tage. Beim Mond sind es von der Erde aus gesehen  $27\frac{1}{4}$  Tage. Die synodische Umlaufzeit ist die Zeit, die vergeht, bis ein Himmelskörper von der Erde aus gesehen wieder die gleiche Position zur Sonne einnimmt. Beim Merkur sind es 116, bei Venus 584 und beim Mond  $29\frac{1}{2}$  Tage.



Der Wechsel der Mondphasen erklärt sich aus der veränderlichen Stellung des Mondes zu Erde und Sonne. Der Mond ist stets zur Hälfte von der Sonne beschienen, aber vollständig zeigt er uns diese Hälfte nur bei Vollmond, ansonsten nur anteilig und bei Neumond gar nicht.



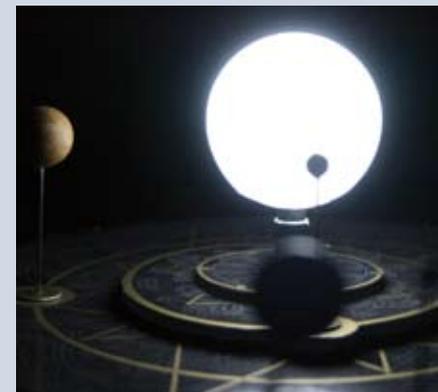
Mond- und Sonnenfinsternisse entstehen, wenn der Mond in den Schatten der Erde eintaucht, beziehungsweise wenn die Erde vom Schatten des Mondes getroffen wird. Wegen des notwendigerweise falschen Entfernungsmaßstabs dieses Modells kommt es hier bei jeder Vollmondstellung zu einer Mondfinsternis und bei jedem Neumond zu einer Sonnenfinsternis, was natürlich nicht der Realität entspricht. Um ausschließlich die genannten Phänomene nachzustellen, lassen sich beim AstroMedia-Modell auch die Merkur- und Venus-Bahnscheiben entfernen. Man spricht dann von einem »Tellurium«, einem Erde-Mond-Sonne-Modell.



Die Venus (links im Bild) ist als Abendstern zu erleben, wenn sie für den irdischen Beobachter links von der Sonne steht. Sie geht dann nach ihr unter. Als Morgenstern sehen wir die Venus, wenn sie rechts von der Sonne steht, und folglich eher aufgeht als diese. Ebenso verhält sich Merkur, der hier rechts der Sonne zu sehen ist.



Auch die Lichtphasen der Venus, gewöhnlich nur mit dem Teleskop zu sehen, lassen sich mit dem Modell demonstrieren. Sie entstehen, wenn von der Erde aus nur ein kleiner Teil des von der Sonne beleuchteten Planeten gesehen werden kann.



Durchqueren Merkur oder Venus die Verbindungslinie Sonne – Erde, so sehen wir die dunkle Nachtseite des Planeten als schwarzes Scheibchen vor der Sonnenscheibe, man spricht von einem Transit.

## Zu Besuch bei Klaus Hünig – Tüftler und Bastler aus Passion

Seit über 25 Jahren entwickelt der Würzburger Klaus Hünig kleine Modellbausätze, die vor allem astronomische, aber auch andere physikalische oder technische Phänomene veranschaulichen. Was als experimentelle Freizeitidee des früheren Lehrers begann, ist heute ein kleiner Verlag, der auf eine beachtliche Entwicklung zurückblickt.

Inzwischen konzentriert sich Hünig ganz auf die Entwicklung neuer Produkte. Gemeinsam mit seinem Geschäftspartner Nils Rhode teilt er sich heute Verlagsarbeit und Vertrieb. Anlässlich der Präsentation des Kopernikus-Planetariums besuchte Bernd Weisheit für die Redaktion von »Sterne und Weltraum« Klaus Hünig in Würzburg.

*Vielen Dank, dass Sie uns einen kleinen Blick hinter die Kulissen des neuesten AstroMedia-Projekts gewähren. Der umfangreiche Bausatz des Kopernikus-Planetariums ist für Sie sicherlich ein Meilenstein in der Produktpalette?*

**Klaus Hünig:** Ja, in der Tat. Wie Sie wissen, habe ich mein erstes astronomisches Kartonmodell im Jahr 1981 konstruiert. Das war der Bausatz »Großer Sternenhimmel«, eine dreidimensionale Kuppel-Sternkarte, die 1982 im Juni-Heft von »Sterne und Weltraum« vorgestellt wurde. Hieraus entstand meine Firma AstroMedia, und dem ersten Produkt folgten zahlreiche weitere Modelle. Ein zweiter Meilenstein war die Entwicklung der Sonnenfinsternisbrille für den 11. August 1999, die eine sehr weite Verbreitung erfahren hat: Von ihr wurden 17 Millionen Stück produziert. Zum Glück wurde es nach dem Sonnenfinsternisruhel wieder etwas ruhiger, so dass ich mich ab dem Jahr 2000 auf die Umsetzung neuer Ideen konzentrieren konnte. Mit dem Kopernikus-Planetarium ist nun ein Projekt verwirklicht, das mir seit langem sehr am Herzen lag.

*Die Überlegungen für dieses Planetarium liegen also schon einige Jahre zurück?*

**Hünig:** Das kann man wirklich sagen. Seit etwa 25 Jahren habe ich mir immer wieder überlegt, wie sich die Planetenbewegungen anschaulich darstellen lassen, konnte aber keine wirtschaftlich sinnvolle Lösung finden. Zwar liegt ein Projekt »Planetenuhr« seit zwölf Jahren so gut wie fertig in der Schublade, aber da geht es mehr um das Wandern der Planeten über den Fixsternhimmel sowie um ihren täglichen Auf- und Untergang.

Vor zwei Jahren entwickelte ich dann einen ganz unastronomischen, aber modelltechnisch recht anspruchsvollen Stirling-Motor mit Kaffeetassen-Antrieb, der seit seinem Erscheinen im Herbst 2006 zu einem unserer meistverkauften Kartonbausätze geworden ist – bis heute wurden davon fünfzehntausend Stück produziert. Das ermutigte mich, endlich mit der Entwicklung eines mechanischen Planetenmodells zu beginnen.

*Wie gehen Sie denn bei der Entwicklung eines solchen Bausatzes vor?*

**Hünig:** Der erste Schritt war auch hier das Studium historischer Vorlagen. Zahlreiche Stiche und Fotos, teils mit der klassischen Messing-Zahnrad-Konstruktion, wurden hierbei ausgewertet. Aber auch stark reduzierte Systeme, Tellurien genannt, mit einem Dreharm für Erde und Mond und manchmal noch mit einer Venus habe ich mir angesehen. Ein Planetarium des US-amerikanischen Herstellers Trippensee habe ich mir sogar gekauft.

*Und dann war das Modell rasch fertig gestellt...*

**Hünig:** Leider nicht, denn hierbei stieß ich auf ein großes Problem: Wenn ich bei Karton als Hauptmaterial bleiben wollte – und das wollte ich auf jeden Fall – dann lässt sich ein weit ausladender Arm für Erde und Mond nicht realisieren. Auch wollte ich kein Tellurium entwickeln, sondern gleich ein Planetarium. Und dazu gehört eben traditionell wenigstens die Venus. Wie Sie sich denken können, habe ich dann sehr intensiv an diesem Modell getüftelt, bis es einwandfrei funktioniert hat.

Etwa drei Monate lang probierte ich verschiedene Konstruktionen im Kopf aus, weitere drei Monate arbeitete ich an den Zeichnungen und verbrachte dann ein halbes Jahr fast pausenlos mit dem Bau von Prototypen. Dazu kam noch die Material- und Lieferantenrecherche für Rundgummi-Schnüre, Magnete, Kartonhülsen, Rundholzzuschnitte, Holzkugeln und so weiter. Am schwierigsten war die Beschaffung der leuchtenden Sonnenkugel, sie wird jetzt exklusiv für dieses Modell hergestellt.

*Insofern ist dieses Planetarium für Sie etwas ganz besonderes?*

**Hünig:** Oh ja – und das gleich in dreifacher Hinsicht! Soviel ich weiß, wurde diese Konstruktion eines Planetariums mit einer frei stehenden Ekliptikscheibe und einer sich am Rand herumwälzenden Erde bisher noch nie so realisiert. Zudem ist der Bausatz ohne Zweifel unser aufwändigster, sowohl was Umfang und Ausstattung, aber auch die nötige Bauzeit betrifft. So 20 bis 30 Stunden sollte man schon rechnen, wenn es gut funktionieren und schön werden soll. Und wenn man drittens bedenkt, was ein aus Metallteilen gefertigtes mechanisches Planetarium kostet, dann ist schon der Preis für dieses Selbstbaumodell ein schier unschlagbares Alleinstellungsmerkmal.



Bernd Weisheit

Planetengetriebe bezeichneter Aufbau aus Scheiben unterschiedlicher Durchmesser am Scheibenrand entlang, der durch Gummischnüre angetrieben wird. Dessen zentraler Walzendurchmesser ist so berechnet, dass bei einem Erdumlauf um die Ekliptik, der ja in Realität ein Jahr dauert, zugleich die  $13\frac{1}{3}$  siderischen Mondumläufe angezeigt werden können.

Im Planetengetriebe für die Erde sind dann noch zwei unabhängig voneinander verlaufende Drehungen realisiert: Die konstante Ausrichtung der Erdachse und die tägliche Drehung unseres Heimatplaneten. Eine besonders pfiffige Lösung wurde hierbei für den Antrieb der Erdrotation gefunden: Ein scheibenförmiger starker Neodymmagnet zwingt die Erdachse ohne weitere Umlenkung auch dann zur raschen Drehung, wenn sie gegen ihn um 23,5 Grad geneigt ist, weil die Erdachse aus einem Stahlstift besteht und der Magnet sie fest an sich zieht.

Auf der Achse des Planetengetriebes finden sich zudem die fünf Gegenstücke der Getrieberäder. Die beiden unteren Getrieberäder bewirken die Umlaufbewegung des gesamten Planetengetriebes und damit der Erde, zwei obere Getrieberäder treiben ihrerseits die beiden inneren Planeten an. Insgesamt erfolgen sechs Bewegungen gleichzeitig: die Umläufe von Erde, Merkur und Venus um die Sonne, der Umlauf des Mondes um die Erde, die tägliche Erdrotation sowie die siderische Bewegung mit raumfester Ausrichtung der Erdachse. Bei einem einfacheren Modell wäre die Erdachse immer mit gleichem Winkel zur Sonne hin orientiert, somit gäbe es auf der Modellerde keine Jahreszeiten.

### Das Planetarium in Aktion

Abgesehen von einem gelegentlichen, gutmütigen Quietschgeräusch funktionierte der vorliegende Zusammenbau problemlos. Aus der bebilderten Übersicht auf den Seiten 92 und 93 wird ersichtlich, dass sich das Modell für viele lehrreiche Demonstrationen nutzen lässt. Damit ist es nicht nur für das eigenständige Erfassen himmelsmechanischer Zusammenhänge interessant, sondern eignet sich auch für Vorführungen in Volkshochschulen oder Volkssternwarten.

Der Vorteil eines solchen Scheibenplanetariums liegt vor allem darin, dem Einsteiger eine neue Sichtweise zu verschaffen. Denn als Beobachter auf der Erde empfinden wir uns immer im Mittelpunkt

## Weitere Informationen

Bausatz:	Kopernikus-Planetarium nach Orrery
Bauzeit:	je nach Erfahrung 20 bis 30 Stunden
Höhe des Modells:	29,5 cm,
Durchmesser der Ekliptik-Scheibe:	29 cm.

dessen, was wir sehen. Diese Art der Weltbetrachtung, die vor allem im antiken Weltbild beschrieben wird, hat im Alltag nach wie vor ihre Gültigkeit. Schließlich entspricht sie in hohem Maße unserem auf die Naturerscheinungen bezogenen Blickwinkel. Der Konstrukteur Klaus Hünig fasst es treffend zusammen: »Immerhin sprechen wir ja beim morgendlichen Hellwerden vom Sonnenaufgang und nicht vom ›Erde-Wegdreh!«.

Auf der anderen Seite liefert das trotzdem gültige und diesem Planetarium natürlich zugrunde liegende kopernikanische Weltbild die korrekte Basis für Erklärungen von Himmelsphänomenen. Die Sonne ins Betrachtungszentrum versetzt, ergeben sich für viele Erscheinungen besonders einfache und plausible physikalische Erklärungen. Daher ist das Kopernikus-Planetarium ein hilfreiches Werkzeug, um die vertrauten Vorgänge von einem – für den Laien neuen – Standpunkt aus zu erklären, dessen Blick nun das innere Sonnensystem umfasst.

Im Modell stehen die Größen der Erde, des Mondes und der Planeten im richtigen Verhältnis zueinander, keineswegs aber die Größe der Sonne und die gegenseitigen Entfernungen, die jede Modellabbildung sprengen würden. Die Verhältnisse der Umlaufzeiten stimmen dagegen näherungsweise mit den tatsächlichen überein. Eine vollständige Kurbelumdrehung bewegt alle Körper um genau eine Woche zu sieben Tagen weiter.

Der bei einem einfachen Riemenge triebe stets unvermeidbare Schlupf verursacht eine gewisse Ungenauigkeit. Da der Sinn dieses Modells jedoch überwiegend in einer qualitativen Erläuterung der Phänomene liegt und nicht quantitative Ergebnisse im Zentrum der Betrachtung

stehen, sind die unvermeidbaren Ungenauigkeiten und Kompromisse durchaus akzeptabel und nicht störend.

### Lernmittel mit Spaßfaktor

Mit dem Kopernikus-Planetarium ist AstroMedia ein bemerkenswertes Produkt gelungen, das in diesem Bereich sicherlich neue Maßstäbe setzt. Unter den angesprochenen Kompromissen ist die Abweichung der radialen Abstände von Merkur, Venus und Erde sicherlich am augenfälligsten. Dafür wirken aber die Umlaufzeiten von Merkur und Venus sehr realistisch.

Die mit einem recht kleinen Magneten befestigte Sonne neigt bei der Handhabung leider mitunter zum Herunterfallen, dies ist aber auch schon mein einziger Kritikpunkt. Für manchen Bastler mag es vielleicht interessant sein, die Handkurbel durch einen schwachen Gleichstrommotor zu ersetzen und so aus dem Modell ein »automatisches« Präsentationsgerät zu machen. Mein Fazit daher: ein tolles Lernmittel mit maximalem Spaßfaktor. ©

Didaktische Materialien zu diesem Beitrag: [www.wissenschaft-schulen.de/artikel/851087](http://www.wissenschaft-schulen.de/artikel/851087)



DIPL.-PHYS. ING. BERND WEISHEIT ist Technik- und Wissenschaftsjournalist und seit mehr als 25 Jahren aktiver Amateurastronom. Seit dem Jahr 2003 betreut er in »Sterne und Weltraum« die Rubrik »Astroszene«.